



Universitat Autònoma de Barcelona

ADVERTIMENT. L'accés als continguts d'aquesta tesi queda condicionat a l'acceptació de les condicions d'ús establertes per la següent llicència Creative Commons:  http://cat.creativecommons.org/?page_id=184

ADVERTENCIA. El acceso a los contenidos de esta tesis queda condicionado a la aceptación de las condiciones de uso establecidas por la siguiente licencia Creative Commons:  <http://es.creativecommons.org/blog/licencias/>

WARNING. The access to the contents of this doctoral thesis it is limited to the acceptance of the use conditions set by the following Creative Commons license:  <https://creativecommons.org/licenses/?lang=en>



Gestión e implantación del modelo de economía circular aplicado al ámbito empresarial

Programa de Doctorado en Ciencia y Tecnología Ambiental

Department d'Enginyeria Química, Biológica i Ambiental

Septiembre 2022

Autor

Rafael Gabriel Barahona

Dirección de tesis: Adriana Artola Casacuberta / Victor Cruz Salgado

Tutorización: Adriana Artola Casacuberta

Índice

1. ¿Qué es y que será la economía circular?.....	6
1.1 Antecedentes en economía circular	6
1.2 Problemas ambientales actuales sobre los que aplicar la EC	11
1.3 El papel de la EC en el mundo post COVID-19.....	14
2. Sobre residuos y recursos.....	16
2.1 Un planeta de recursos limitados	16
2.2 Marco normativo actual para la gestión de residuos	18
3. Situación de las empresas en relación con la aplicación de medidas circulares.....	26
3.1 Análisis del tejido industrial en España	26
3.2 Acciones verdes asociadas al Plan de recuperación “España Puede” para las empresas	29
3.3 El papel de las empresas de consultoría como agentes facilitadores	30
4. Objetivos del proyecto	33
5. Nueva metodología para la implantación y gestión del modelo de EC en las empresas.....	34
5.1 Metodologías actuales para la implantación de la EC en empresas.....	34
5.2 Estrategias disruptivas actuales para el desarrollo de nuevos modelos de negocio	36
5.3 Comparativa de modelos y diseño de una nueva metodología para la evaluación e implantación de la EC en empresas.....	52
5.4 Resultados de la aplicación de la metodología. Casos prácticos.....	66
5.5 Análisis de los resultados procedentes de la aplicación de la nueva metodología	82
6. Visión crítica y <i>roadmap</i>	86
7. Conclusiones del proyecto	88
8. Epílogo del autor	90
9. Agradecimientos.....	92
10. Bibliografía.....	93
Anexos.....	100
Anexo I. Cuestionario general para empresas.....	100
Anexos II-IV.....	106
Anexo II. Caso de estudio de empresa del sector textil	106
Anexo III. Caso de estudio de empresa papelera	172
Anexo IV. Caso de estudio de empresa del sector calzado	223

Resumen

El presente proyecto se embarca dentro de la convocatoria de doctorados industriales promovido por la Generalitat de Catalunya (2018 DI008).

Las acciones de investigación realizadas han sido llevadas a cabo dentro de la empresa FI Group junto con la colaboración del Departamento de Ingeniería Química, Biológica y Ambiental de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

El objetivo del proyecto ha sido la creación de una metodología de trabajo aplicada al sector de la consultoría que permitiera evaluar el estado ambiental de las empresas, analizando especialmente aquellos campos relacionados con la filosofía recogida dentro del concepto de economía circular (EC) para posteriormente ofrecer soluciones de mejora específicas.

Para ello el presente documento hace una presentación inicial sobre los aspectos ambientales actuales de más relevancia, pasando por la normativa vigente, las acciones verdes recogidas dentro del marco de recuperación europea *Next Generation* así como diferentes reflexiones relacionadas con el papel de las empresas consultoras a la hora de facilitar la transición verde a las empresas.

Tras estos puntos, el proyecto se ha centrado en analizar las diferentes metodologías de implantación del modelo de circularidad en empresas, así como en estudiar aquellas herramientas y modelos de negocio más disruptivos con el objetivo de incluir aquellos campos de mayor relevancia dentro de la nueva metodología, intentando de esta manera proporcionarle una estructura completa y actualizada. Entre los campos incluidos dentro de la nueva metodología destacan algunos como la propuesta de valor específica, la identificación de actividades clave, el establecimiento y mejora de relaciones con los potenciales clientes o la identificación de oportunidades de financiación, entre otros.

Una vez se han diseñado los bloques que componen la metodología, la cual comienza con la identificación de los aspectos generales de la empresa, pasando por la aplicación de medidores de circularidad y finalizando con diferentes actividades complementarias que puedan ayudar a las empresas a mejorar sus procesos ambientales, con el fin de probar y validar su funcionamiento, ésta es probada en tres empresas diferentes que aportan los datos de funcionamiento interno necesarios para evaluar la idoneidad los pasos que componen la presente metodología de medición y mejora de la circularidad en las empresas.

Los resultados generales muestran como las empresas parten de puntos similares, en una situación en la que han intentado acometer procesos de mejora ambiental generales, pero sin prestar una atención específica a los aspectos relacionados con la gestión de residuos o la optimización de los materiales utilizados en el proceso de fabricación de nuevos productos, lo que sumado al hecho de que todas ellas carecen de un proceso de recuperación y seguimiento de sus productos cuando estos llegan al final de su ciclo de vida, hace que sus procesos no puedan ser considerados con un alto grado de circularidad. Sin embargo, cabe destacar que todas ellas muestran valores elevados en otros campos relacionados con la innovación y la estrategia empresarial interna, lo que puede llegar a significar que ahora mismo se encuentran intentando dar los pasos necesarios para acometer grandes cambios que les permitan redirigir su modelo de negocio actual. Los resultados validan el diseño del nuevo modelo desarrollado, pudiendo ser necesaria su adaptabilidad y personalización en función de las necesidades de cada empresa en particular, pero sirviendo como punto de referencia en la medición del estado de circularidad de una entidad.

Resum

Aquest projecte s'enmarca dins de la convocatòria de doctorats industrials promoguda per la Generalitat de Catalunya (2018 DI008).

Les accions de recerca realitzades han estat dutes a terme dins de l'empresa FI Group juntament amb la col·laboració del Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

L'objectiu del projecte ha estat la creació d'una metodologia de treball aplicada al sector de la consultoria que permetés avaluar l'estat ambiental de les empreses, analitzant especialment aquells camps relacionats amb la filosofia recollida dins el concepte d'economia circular per oferir posteriorment solucions de millora específiques.

Per això aquest document fa una presentació inicial sobre els aspectes ambientals actuals de més rellevància, passant per la normativa vigent, les accions verdes recollides dins del marc de recuperació europea *Next Generation* així com diferents reflexions relacionades amb el paper de les empreses consultores a l'hora de facilitar la transició verda a les empreses.

Després d'aquests punts, el projecte s'ha centrat a analitzar les diferents metodologies d'implantació del model de circularitat en empreses així com estudiar aquelles eines i models de negoci més disruptius amb l'objectiu d'incloure aquells camps de major rellevància dins de la nova metodologia, intentant així proporcionar una estructura completa i actualitzada. D'aquesta manera, entre els camps inclosos dins de la nova metodologia en destaquen alguns com la proposta de valor específica, la identificació d'activitats clau, l'establiment i la millora de relacions amb els clients potencials o la identificació d'oportunitats de finançament, entre d'altres.

Un cop s'han dissenyat els blocs que componen la metodologia, que comença amb la identificació dels aspectes generals de l'empresa, passant per l'aplicació de mesuradors de circularitat i finalitzant amb diferents activitats complementàries que puguin ajudar les empreses a millorar els seus processos ambientals, per tal de provar i validar el seu funcionament, aquesta és provada en tres empreses industrials diferents que aporten les dades de funcionament intern necessàries per avaluar la idoneïtat dels passos que componen aquesta metodologia de mesurament i millora de la circularitat a les empreses.

Els resultats generals mostren com les empreses parteixen de punts de partida similars, en una situació en què han intentat emprendre processos de millora ambiental generals, però sense prestar una atenció específica als aspectes relacionats amb la gestió de residus o l'optimització dels materials utilitzats en el procés de fabricació de nous productes, la qual cosa sumada al fet que cap d'elles disposa d'un procés de recuperació i seguiment dels seus productes quan aquests arriben al final del seu cicle de vida, fa que els seus processos no puguin ser considerats amb un alt grau de circularitat. No obstant això, cal destacar que totes mostren valors elevats en altres camps relacionats amb la innovació i l'estratègia empresarial interna, cosa que pot arribar a significar que ara mateix es troben intentant fer els passos necessaris per emprendre grans canvis que els permetin redirigir el seu model de negoci actual. Els resultats validen el disseny del nou model desenvolupat, podent ser necessàries la seva adaptabilitat i personalització en funció de les necessitats de cada empresa en particular, però servint com a punt de referència en la determinació de l'estat de circularitat d'una entitat.

Abstract

This project is part of the call for industrial doctorates promoted by the Generalitat de Catalunya (2018 DI008).

The research actions have been carried out within the company FI Group together with the collaboration of the Department of Chemical, Biological and Environmental Engineering of the Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

The objective of the project has been focused on the creation of a work methodology to be applied into the consulting sector that would allow evaluating the environmental status of business companies, especially analysing those fields related to the philosophy contained within the concept of circular economy. After this analysis, different specific improvement solutions are proposed to these companies.

This document makes an initial presentation on the most relevant current environmental aspects, going through the current regulations, the green actions included within the Next Generation European recovery framework, as well as different reflections related to the role of consulting companies in time to facilitate the green transition for companies.

After these points, the project has been focused on analysing the different methodologies for implementing the circularity model in companies as well as studying the most disruptive tools and business models with the aim of including the most relevant fields within the new methodology to provide a complete and updated structure. In this way, the fields included in the new methodology are value proposition, key activities identification, establishment and improvement of relationships with potential clients or identification of financing opportunities, for example.

Once the methodology steps have been designed, the process begins with the identification of the general aspects of the company, passing through the application of circularity meters and ending with different complementary activities that can help companies improve their environmental processes. In order to test and validate its viability, this methodology has been tested in three different industrial companies that provide the internal operation data necessary to evaluate the adequate scope of the steps.

The results show how the companies are in a similar situation at the beginning, they have tried to undertake general environmental improvement processes, but without paying specific attention to aspects related to waste management or the optimization of used materials in the manufacturing process of new products. All the companies lack a recovery and monitoring process for their products when they reach to the end of their life cycle, so it means that their processes cannot be considered into a high degree of circularity. However, it should be noted that all of them show high values in other fields related to innovation and internal business strategy, which may mean that right now they are trying to take the necessary steps to undertake major changes that will allow them to redirect their business model. The results validate the design of the new developed model, its adaptability and customization may be necessary depending on the needs of each company, but it could serve as a reference point to measure the state of circularity of an entity.

1. ¿Qué es y que será la economía circular?

1.1 Antecedentes en economía circular

No se puede entender el concepto de economía circular (EC) sin analizar el modelo económico y productivo que ha acompañado a la sociedad desde los inicios de la primera Revolución Industrial (1760-1840) hasta el día de hoy, y que, a su vez, ha marcado la linealidad de prácticamente todos los procesos de producción del mercado actual.

Este evento, cuyo impacto cambió por completo el rumbo de la sociedad y del planeta, dio comienzo en Inglaterra en 1760 debido a un conjunto de circunstancias económicas, políticas y sociales (Palacios, 2004). Durante el siglo anterior, en este país se había conseguido instaurar el Sistema Parlamentario, definido en sus términos por el liberalista clásico John Locke (1632-1704) y sustentado por conceptos como la división de poderes, la economía de mercado y el fomento de las libertades individuales (Seliger, 1968). Este sistema fue visto con buenos ojos por las entidades privadas, ya que favorecía sus derechos y libertades frente a los del Estado, lo que sumado a una mentalidad y conciencia social más avanzada respecto al resto de Europa, la disposición de un gobierno estable que disfrutaba de un largo periodo de paz así como la ausencia de inflación en un sistema bancario fuerte y solvente basado en el equilibrio monetario, hizo aparecer lo que hoy la humanidad conoce como Capitalismo y cuyo nacimiento es la consecuencia de esta primera Revolución Industrial (Seliger, 1968).

El cambio llegó, los primeros sectores afectados fueron los de la industria textil y el carbón, los cuales favorecieron la creación de nuevas vías de comunicación para el transporte terrestre de mercancías a distancias que hasta el momento eran casi inabarcables (Palacios, 2004). Además, de forma paralela y debido a los desarrollos asociados al campo de la medicina, factores como la tasa de mortalidad infantil y la pobreza descendieron, a la vez que la esperanza de vida de la población se veía incrementada debido a los avances científicos y médicos del momento (Easterlin, 1995).

Como si se tratase de fichas de dominó puestas en fila, la Revolución Industrial había conseguido ensanchar los límites del mundo propiciando un aumento en el comercio internacional, el cual se había transformado en favor de Inglaterra en el Tratado de Utrecht (1713) (de Bernardo, 2015); la expansión del ferrocarril; la explosión demográfica y el sector de la construcción asociado a la mejora de vías de comunicación y carreteras (Palacios, 2004). Durante las primeras décadas de aplicación de este nuevo y potente sistema, se dieron las primeras situaciones adversas, las cuales, a pesar de haber tenido lugar en el siglo XVIII, han ido acompañando a nuestra sociedad a lo largo del tiempo, siendo a su vez causantes de la necesidad de acuñar a día de hoy el término de Economía circular.

Entre ellas, se encuentran consecuencias demográficas asociadas al abandono rural y a las migraciones masivas; sociales, manifestadas a través de la diferenciación de clases; los impactos ambientales negativos, provocados por la explotación insostenible de recursos y finalmente económicas, con el nacimiento del capitalismo (Palacios, 2004).

Mientras las fichas del tablero seguían cayéndose, el tiempo transcurría, los nuevos mercados naces asociados al incremento de las posibilidades comerciales estaban en auge, por lo que no es de extrañar que solo unos años después de la finalización de esta primera revolución industrial, llegase la segunda (1870-1914) de manera casi inmediata, durante la cual se

maximizaron los efectos tanto positivos como negativos que estos cambios habían traído consigo (Mokyr, 1998).

A finales del siglo XIX surgieron multitud de innovaciones tecnológicas dentro de sectores clave como la energía; la creación de nuevos materiales más fáciles y rápidos de manejar o el desarrollo de nuevos sistemas de transporte como el avión o el automóvil. Un ejemplo de lo que conllevó este avance es que a pesar de que en España se recogían los privilegios de invención desde el S. XV, la legislación que establece las bases del estado del arte actual no se decretó hasta 1811, a través del Real Decreto de 16 de septiembre promulgado por el gobierno de José Bonaparte (Casado-Serviño et al., 2013) y respondiendo así a una necesidad ampliamente demandada.

Desde entonces, como se muestra en la Figura 1 elaborada por la Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM) en su informe titulado *Propiedad Industrial y Revolución Liberal*, el número de registros asociado a la creación de patentes crece de manera exponencial, sobre todo a partir de los inicios del S. XX (Sáiz-González, 1995).

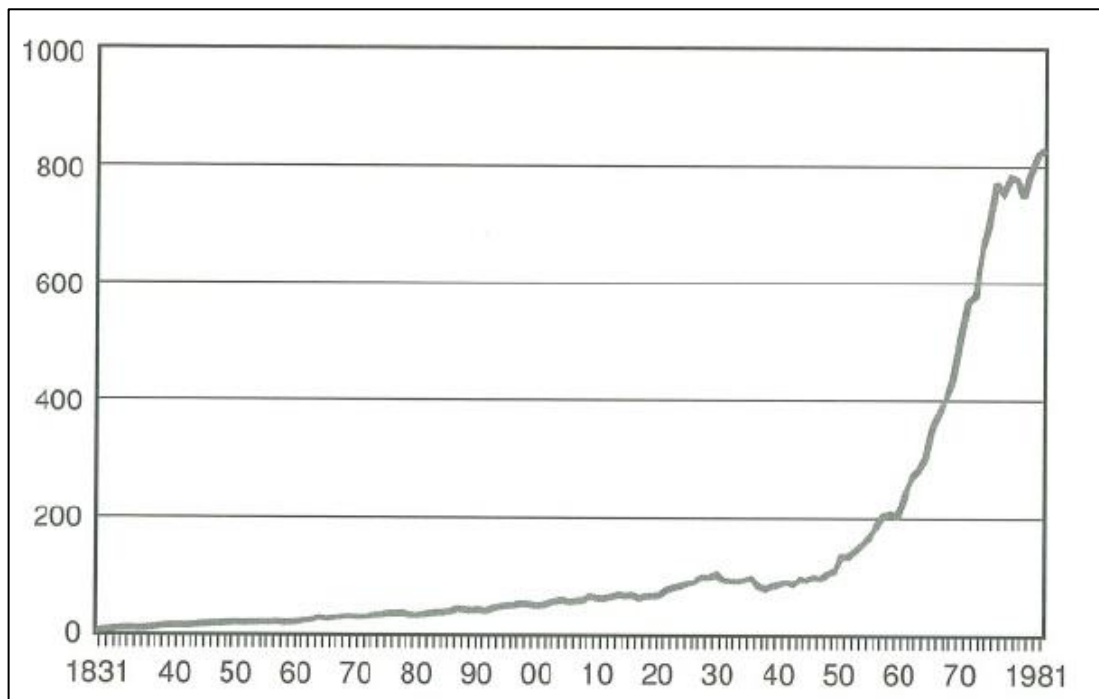


Figura 1. Índices de producción de patentes industriales en España entre 1831 y 1981 según el informe "Propiedad Industrial y Revolución Liberal" elaborado por la OEPM en 1995 (Sáiz-González, 1995).

En este entorno nacen además complejos sistemas de telecomunicación que buscan la optimización de los procesos en las fábricas, el control de la actividad empresarial a base de optimizar la cadena de producción, llegando de manera irremediable a los sectores sociales, afectando directamente a la educación y la enseñanza (Kanji, 1990). Finalmente, si la primera revolución industrial tuvo como principal consecuencia el nacimiento del capitalismo, esta segunda provocó que este modelo de producción llegase a casi todos los rincones de la civilización, dando a luz al término globalización.

A partir de 1914, fecha que se considera que pone fin a la segunda revolución industrial, se empiezan a poner de manifiesto las consecuencias globales asociadas a este nuevo modelo de

producción, surgen nuevas superpotencias como Alemania, Estados Unidos o Japón, y de forma paralela da comienzo la primera guerra mundial.

Durante el siglo veinte, se siguen desarrollando multitud de aplicaciones que abarcan la totalidad de los sectores de la sociedad, como ejemplo de cambios más disruptores se encuentran algunos como el desarrollo de la electrónica, la mecanización de la agricultura, el nacimiento de los ordenadores, y finalmente la conexión a internet, entre muchos otros (Mateus, 2014). De esta manera nacía el escenario al que hoy se debe hacer frente, la sociedad industrial había roto las barreras del conocimiento que limitaban su crecimiento, lo que sumado al liberalismo económico, una elevada tasa de recursos naturales y una baja tasa demográfica hacían del capitalismo un sistema casi perfecto que ofrecía grandes posibilidades de crecimiento en un entorno con herramientas que favorecían la explotación de grandes fuentes de recursos que hasta ahora no habían sido utilizadas.

Sin embargo, con el paso de los años la sociedad se ha ido dando cuenta, poco a poco, de los límites físicos que presenta el planeta, siendo cada vez más consciente de que el entorno del que se disponía hasta ahora y que había sido óptimo para permitir el desarrollo de la civilización, en prácticamente todos los lugares de la Tierra, se encuentra casi agotado.

Los datos recogidos en la Figura 2, publicada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 2019, muestran la evolución del crecimiento poblacional hasta 2020 así como hasta 60 estimaciones diferentes de este dato hasta el año 2100 acompañadas a su vez de diferentes previsiones construidas con intervalos de confianza del 80 y el 95%. Se puede apreciar como este crecimiento que ha acompañado a la humanidad durante las últimas décadas, a pesar de reducir el ritmo de crecimiento, presenta una tendencia al alza incluso en el menos optimista de los escenarios.

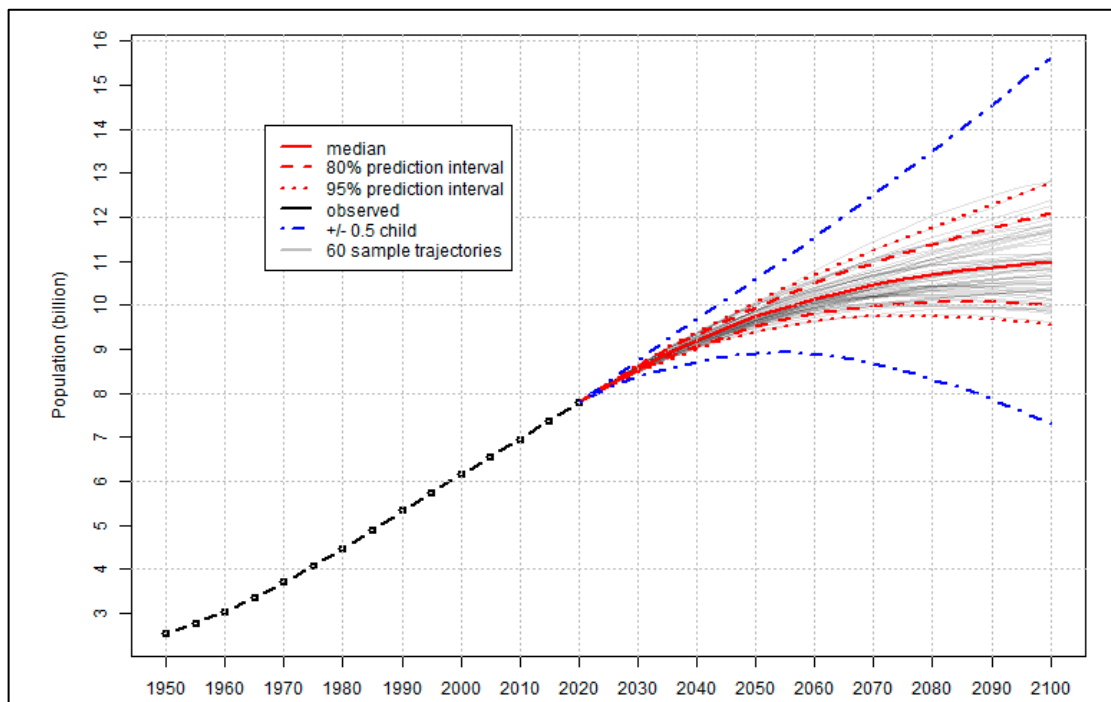


Figura 2. Evolución del crecimiento poblacional desde 1950 y estimación hasta 2100 publicado en el informe *World Population Prospects 2019* de la ONU (United Nations, 2019a)

El escenario que ahora mismo se plantea, a pesar de parecer complejo y difícil de abarcar, es más fácil de vislumbrar a nivel numérico. Hay numerosas fuentes de información que recolectan datos a nivel global de multitud de factores, un ejemplo de ello es la web *Woldometers*, cuya base de datos ofrece una estimación global en tiempo real de factores como el crecimiento mundial de la población, la deforestación, la desertización o el acceso a agua potable, entre muchos otros. En esta fuente de información se aprecia como a principios del año 2019, la Tierra contaba con 7.694.171.062 personas, de las cuales 281.820 habían nacido en un solo día (18/09/2019) (*Woldometers*, 2019). Al acceder a esta base de datos 48 horas después, se puede observar cómo la población mundial había crecido en tan solo dos días en más de 400.000 personas. Esta misma fuente estadística, cuyos datos proceden del *International Programs Center at the U.S. Census Bureau, Population Division*, confirma en junio de 2022 el crecimiento poblacional estimado por la ONU en 2019, mostrando como en estos 3 años, incluso con los efectos negativos ocasionados por el virus SARS-CoV-2 (COVID-19), el número total de personas en el planeta se ha incrementado aproximadamente en 261 millones.

Teniendo en cuenta esta información, se debe asociar la tasa de crecimiento actual a términos como la huella ecológica o a la biocapacidad de carga planetaria. El primero de ellos fue introducido en los años 90 por los investigadores Mathis Wackernagel y William Rees (Wackernagel and Rees, 1996) y se define como un sistema de análisis que contabiliza la superficie del planeta que los seres humanos demandan para producir los recursos necesarios para su desarrollo, así como para gestionar sus residuos, sirviendo así como un indicador que se puede utilizar para rastrear la presión humana pasada y actual sobre la capacidad de la biosfera de proporcionar productos y servicios ecosistémicos reguladores y de soporte vital. (Mancini et al., 2016). En relación al segundo de estos conceptos e íntimamente ligado al concepto de huella ecológica, se encuentra el término de capacidad planetaria o biocapacidad, el cual se define como la superficie terrestre y marina biológicamente productiva disponibles en el mismo año para la población, así como el nivel de productividad de dichas tierras (Coscieme et al., 2016). En este escenario y según las condiciones actuales, la población humana bajo ningún concepto debería haber incrementado su número a partir de 1970, fecha en la cual se superó la biocapacidad del planeta (WWF, 2016).

Según el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), en 2020, se necesitaron 1,75 planetas para satisfacer el ritmo de crecimiento poblacional actual, situación incómoda debido a la imposibilidad de agrandar los límites de la Tierra, lo que provoca que en la actualidad la sociedad se enfrente a una crisis de recursos (energéticos, hídricos, alimenticios, etc) sin precedentes, situación que ha visto evidenciada en multitud de ocasiones recientes, como la subida de precio de los combustibles y la energía o la falta de materiales y otros componentes necesarios para la producciones de bienes tecnológicos.

Justo después de esta fecha crítica, al final de la década de los 80 (1989), es cuando se acuña por primera vez el término Economía circular. Esta nueva idea aparece publicada en el libro de Pearce y Turner "*Economics of Natural Resources and the Environment*", donde se propone un enfoque de sistema cerrado para evaluar las interacciones entre la economía y el medio ambiente. En esta pionera obra ya se empezaba a hablar de conceptos que han acompañado a la sociedad hasta el día de hoy, ideas como la obsolescencia asociada a los sistemas lineales o la necesidad imperiosa de reintroducir al ciclo de producción las toneladas de materiales cuya vida toca a su fin al depositarse en los vertederos e incineradoras actuales, entre otros.

Son muchas las entidades que desde entonces intentan abarcar y definir toda la terminología asociada al campo de la Economía circular, por ejemplo, la Fundación Ellen MacArthur (FEM),

entre cuyos socios se encuentran empresas como Coca-Cola, Pepsi o Danone, defiende el término afirmando que “... la economía circular consiste en un ciclo continuo de desarrollo positivo que conserva y mejora el capital natural, optimiza el uso de los recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar una cantidad finita de existencias y unos flujos renovables”.

En este contexto, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), entre los compromisos a cumplir en relación con la implantación del modelo de Economía circular, impulsó en 2017 el conocido como Pacto por la Economía circular, cuyo objetivo era el de aunar esfuerzos e implicar a los principales agentes económicos en España hacia una transición verde (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico., 2022). Entre estas propuestas se encuentran acciones como:

1. *Avanzar en la reducción del uso de recursos naturales no renovables, reutilizando en el ciclo de producción los materiales contenidos en los residuos como materias primas secundarias siempre y cuando quede garantizada la salud de las personas y la protección del medio ambiente.*
2. *Impulsar el análisis del ciclo de vida de los productos y la incorporación de criterios de ecodiseño, reduciendo la introducción de sustancias nocivas en su fabricación, facilitando la reparabilidad de los bienes producidos, prolongando su vida útil y posibilitando su valorización al final de ésta.*
3. *Favorecer la aplicación efectiva del principio de jerarquía de los residuos, promoviendo la prevención de su generación, fomentando la reutilización, fortaleciendo el reciclado y favoreciendo su trazabilidad.*
4. *Promover pautas que incrementen la innovación y la eficiencia global de los procesos productivos, mediante la adopción de medidas como la implantación de sistemas de gestión ambiental.*
5. *Promover formas innovadoras de consumo sostenible, que incluyan productos y servicios sostenibles, así como el uso de infraestructuras y servicios digitales*
6. *Promover un modelo de consumo responsable, basado en la transparencia de la información sobre las características de los bienes y servicios, su duración y eficiencia energética, mediante el empleo de medidas como el uso de la ecoetiqueta.*
7. *Facilitar y promover la creación de los cauces adecuados para facilitar el intercambio de información y la coordinación con las administraciones, la comunidad científica y tecnológica y los agentes económicos y sociales, de manera que se creen sinergias que favorezcan la transición.*
8. *Difundir la importancia de avanzar desde la economía lineal hacia una economía circular, fomentando la transparencia de los procesos, la concienciación y sensibilización de la ciudadanía.*
9. *Fomentar el uso de indicadores comunes, transparentes y accesibles que permitan conocer el grado de implantación de la economía circular.*
10. *Promover la incorporación de indicadores del impacto social y ambiental derivados del funcionamiento de las empresas, para poder evaluar más allá de los beneficios económicos que se generen en las mismas, como consecuencia de su compromiso con la economía circular.*

El día de la presentación del Pacto en 2017, fueron un total de 55 entidades firmantes quienes suscribieron las medidas propuestas. Desde entonces, empresas y agentes independientes por igual, se han ido adhiriendo al manifiesto, lo que ha desembocado en que en mayo 2022 sean ya 393 entidades las que están suscritas a los objetivos que este documento intenta promover (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico., 2022). Al analizar los diferentes sectores a los que pertenecen estas entidades se puede ver que no existe un bloque predominante, desde consultoras tecnológicas, pasando por empresas de gestión de residuos

hasta los grandes gigantes energéticos nacionales quedan supuestamente comprometidos en esta propuesta con la aplicación de estas medidas necesarias para encaminar la transición hacia un modelo económico circular.

A pesar de este compromiso inicial en 2017, el cual supuso una base de crecimiento sobre la que sustentar las futuras acciones, quedaba aún pendiente, tanto por parte de la administración como de las empresas, profundizar en la identificación de cambios específicos dentro de cada sector que permitieran dar la vuelta a una situación insostenible, pasando siempre por el análisis de conceptos como el decrecimiento, la responsabilidad del productor o la explotación responsable de los recursos en origen.

En base a este escenario inicial y a la gran amplitud de terminología y alcances diferentes, buscando proponer una definición que intente dar respuesta a qué es la economía circular, puede afirmarse que independientemente del credo al que se pertenezca o se esté interesado, esta filosofía es un reto, una obligación y una oportunidad que tanto las empresas como los gobiernos deben fomentar y emprender de manera inmediata, con el objetivo de garantizar un bienestar social fruto del uso responsable de los recursos y que permita a su vez un desarrollo respetuoso dentro del tejido empresarial.

1.2 Problemas ambientales actuales sobre los que aplicar la EC

Según la web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), *“El mundo se consume, se transforma, se agota, con cientos de millones de personas que sufren las consecuencias, que no han llegado aún a los estándares de bienestar de zonas como Occidente”*.

Como respuesta ante esta urgente situación, la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), así como el propio MITECO un poco después, adoptó en 2015 la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Este plan de acción, con objetivos conocidos como ODS (Objetivos para el Desarrollo Sostenible), está dirigido a los estados miembros y propone respuestas y cambios a todos los niveles a partir de la consecución de los 17 objetivos marcados dentro de su programa (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020).

Como se puede apreciar si se analizan, la consecución de todos estos objetivos pasa por implantar nuevas medidas que permitan alcanzar un uso responsable de los recursos materiales disponibles, por lo que una vez más se puede utilizar la EC como motor de cambio (Rodríguez-Anton et al., 2019). Se debe romper con el modelo lineal establecido que fomenta la explotación descontrolada de recursos a nivel mundial, y que de forma directa es el causante de problemas asociados a la contaminación del entorno, la salud, las desigualdades sociales y la vida en general de todas las especies del planeta. La destrucción de ecosistemas naturales acontecida en los últimos años como consecuencia de la creación de macroproyectos industriales, ha provocado la aparición de problemas medioambientales asociados a la contaminación de las reservas de agua (The Royal Society of Chemistry, 2014), desplazamientos poblacionales y migraciones masivas (Black, 1998), alteraciones de los ciclos de temperatura globales, así como conflictos asociados a la competencia por estos recursos (Diehl, 2001), entre otros.

Además, la ineficiente gestión de los miles de toneladas de residuos que se producen cada día relacionadas con este modelo de producción obsoleto ha desembocado en problemas de salud asociados a la quema de basuras (Orlins and Guan, 2016), la contaminación de ecosistemas

terrestres y marinos debido a la ineficiencia de medios de control de vertido en muchos países (Wu et al., 2015), así como un derroche energético de gran magnitud asociado a los procesos de transporte y gestión masiva de materiales residuales.

De forma paralela, merece la pena destacar que dentro de las metas marcadas en el **objetivo 6** de la Agenda 2030 de la ONU, el acceso a agua limpia y saneamiento universal, se destacan metas como *“...aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua...”*.

Para saber dónde se deben focalizar las acciones hay que tener en cuenta los núcleos de consumo más importantes, según el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos, publicado en 2019, en Europa, entre el sector de la agricultura (69%) y el tejido industrial (19%) se abarca casi el 90% del consumo de agua mundial (UNESCO, 2019). Teniendo en cuenta además que este primer sector deberá responder en un futuro cercano a la creciente demanda de alimentos debido al aumento de la población, la urgencia por tomar medidas que garanticen el acceso a este bien universal se convierte en una prioridad mundial. Por lo tanto, desarrollar nuevas metodologías circulares centradas en la optimización de recursos hídricos, el reaprovechamiento de materiales para cuya producción es necesaria el agua, así como la reducción de los costes a través de nuevos procesos de ecodiseño, son acciones que han de marcar el camino a seguir por parte de la Administración a la hora de plantear cualquier tipo de futuro.

Otro ejemplo de cómo la aplicación del modelo de Economía circular puede ayudar a la consecución de los ODS, se puede ver en las metas marcadas en el **objetivo número 12** de la Agenda, dedicado a la producción y consumo responsables, cuyo apartado recoge hitos como *“...lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales”, “reducir a la mitad el desperdicio de alimentos per cápita mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores y reducir las pérdidas de alimentos en las cadenas de producción y suministro...”, o “reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”*.

Para lograrlo, se debe intentar conseguir que los países y las empresas adopten como propio un sistema de optimización asociado al uso y la explotación de recursos, así como a conseguir minimizar los impactos negativos producidos por su actividad, lo que ayudará a prolongar de manera casi indefinida el bienestar de todas aquellas regiones donde se lleva a cabo la extracción de recursos.

Otra vía a desarrollar más es la conocida como simbiosis empresarial, la cual a través de la creación de nuevas herramientas y sistemas de control que permiten una reutilización de los materiales, así como una comunicación directa entre empresas productoras cuyos *“outputs”* puedan ser la materia prima utilizada como *“input”* por una segunda empresa, tiene el potencial de aumentar los beneficios para ambas entidades a la vez que se genera valor y se respetan los recursos naturales (Símbiosy, 2021).

Durante los últimos años han surgido pequeñas iniciativas locales o regionales que buscan precisamente esto, una simbiosis empresarial en la cual la colaboración entre entidades permita dar una vuelta completa a todo el ciclo de producción, promoviendo el intercambio de materiales e información entre empresas locales, lo que sin duda desemboca finalmente en la creación de nuevas relaciones y procesos de negocio mucho más sostenibles.

En los últimos años se ha visto como esta propuesta ha adquirido mucha fuerza, pudiendo verse algunos ejemplos, como el de Zona Franca Ecocircular CZF, considerado el primero proyecto de simbiosis industrial impulsado en su totalidad por una empresa gestora en el polígono de Barcelona (España) y cuyo objetivo es ofrecer a las empresas un servicio gratuito para detectar y facilitar sinergias entre ellas de cara a la optimización y reutilización de recursos, así como el proyecto Zero Banals, promovido por L'Associació Empresarial de l'Hospitalet i el Baix Llobregat (AEBALL) cuya meta es reducir al máximo la cantidad de residuos que en la actualidad acaban depositados en los vertederos a través de la recuperación de materiales y su reintroducción en el ciclo industrial (Generalitat de Catalunya, 2021).

Directamente ligado a estas acciones, también se encuentra en **objetivo número 9** de la Agenda, el cual va dirigido a la innovación en industria e infraestructura. Este objetivo nace como consecuencia de problemas ambientales asociados a falta de inversión en los medios industriales, abarcando desde problemas de producción al uso mayoritario de fuentes de energía fósil. Carecer de procesos de producción eficientes, a su vez se puede relacionar con un mayor consumo de energía, un aumento de la generación de residuos, así como con una pérdida de competitividad y pobreza.

Para dar solución a esta situación se han marcado metas dirigidas a *“aumentar el acceso de las pequeñas industrias y otras empresas, particularmente en los países en desarrollo, a los servicios financieros, incluidos créditos asequibles, y su integración en las cadenas de valor y los mercados”, “promover una industrialización inclusiva y sostenible...” o “modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales”*, entre otras (United Nations, 2019)

En febrero de 2019 se presentó el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030, el cual marca los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs), penetración de energías renovables y de eficiencia energética. Este programa fue propuesto por el Gobierno de España para determinar el plan de actuación a la hora de maximizar las oportunidades y beneficios en los campos de la economía, el empleo, la salud, el medio ambiente y la eficiencia energética. Todos ellos clave y directamente relacionados con las oportunidades de mejora localizadas dentro del sector industrial (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico., 2019).

El PNIEC busca la reducción del 21% de las emisiones de GEIs, dotar a España de un 42% de producción de energía procedente de fuentes renovables, así como mejorar un 40% los procesos energéticos generales de todo el territorio nacional, por lo que su correcta ejecución supondría un paso adelante hacia el objetivo de transformar las metodologías productivas existentes hasta el momento. Este ambicioso plan cuenta con un impacto económico muy alto, contando con una estimación de inversión económica total de 236.124 millones de euros, lo que a su vez irá asociado a la creación de hasta 364.000 empleos anuales, aportando un aumento del PIB de 19.300-25.100 M€ al año, según fuentes gubernamentales (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico., 2019).

A continuación, se muestra la Figura 3 que recoge la estimación del impacto en el PIB de España en función de las diferentes medidas e inversiones propuestas en el PNIEC.

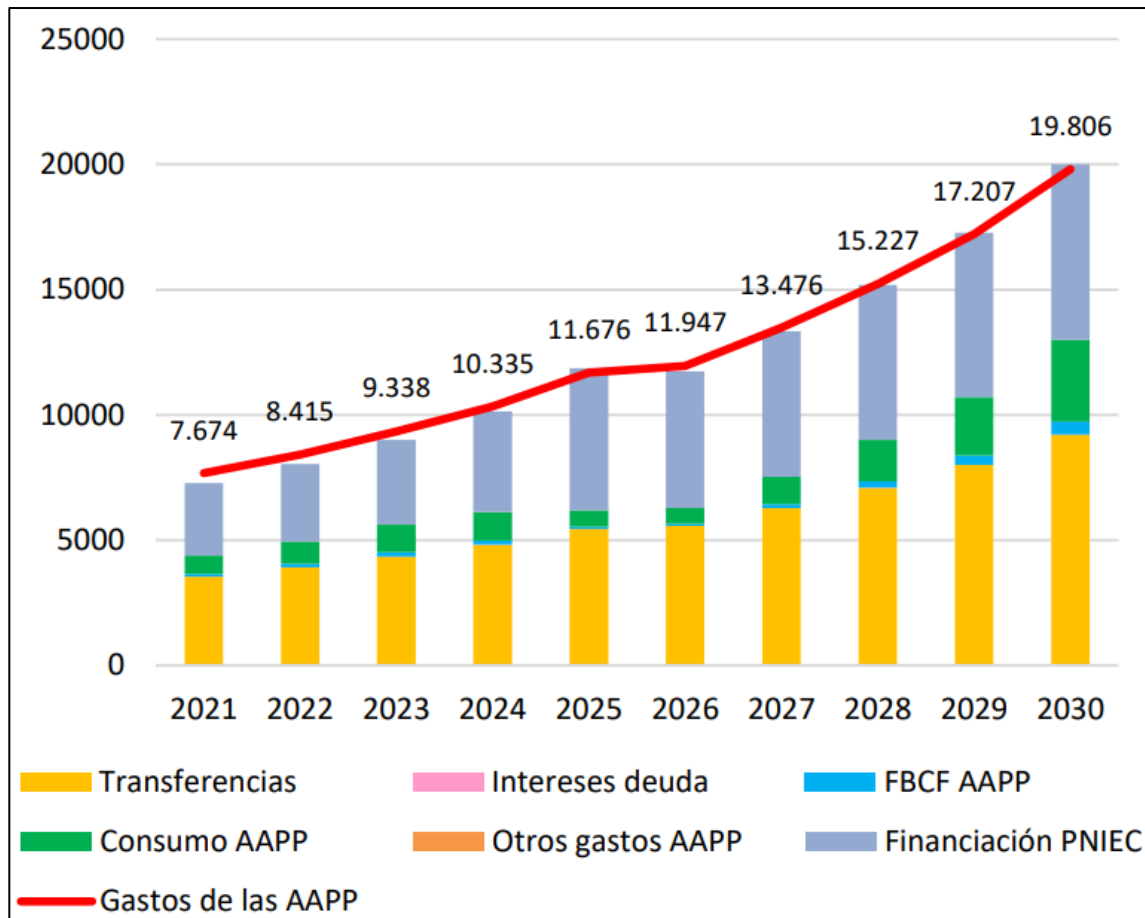


Figura 3. Impacto en millones de euros del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) en las cuentas de las Administraciones Públicas (AAPP) (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico., 2019).

Son muchas las amenazas que se ciernen sobre el planeta y nuestra sociedad, el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, el aumento de la erosión de los suelos, la contaminación del aire, el aumento de enfermedades relacionadas con la falta de agua, el aumento de las diferencias sociales, etc. Difícilmente el concepto de Economía circular podría poner por sí solo fin a esta situación, ya que para dar un giro de 180 grados se han de transformar todos los procesos industriales, así como contar con una Administración dispuesta a llevar a cabo la aplicación de medidas urgentes y reales que abarquen todo el abanico nacional.

No obstante, la Economía circular sí que puede ser un motor de empuje con mucha fuerza, pues propone soluciones de transformación que afectan a sectores claves de la sociedad, por lo que su alcance debe tenerse en cuenta a la hora de proponer cualquier tipo de escenario alternativo que busque aportar soluciones a una situación insostenible

1.3 El papel de la EC en el mundo post COVID-19.

Afirmar que los efectos de la pandemia han trastocado la forma de vivir y trabajar para casi todas las personas y empresas no es desvelar ningún secreto. Las medidas de seguridad adoptadas, los retrasos en el envío de materiales debido a los cierres fronterizos, el aislamiento

de las personas o el teletrabajo son tan solo unos pocos ejemplos de cómo la aparición del COVID-19 ha marcado nuestro día a día. Como era de esperar, esta situación también ha tenido sus efectos en el medio ambiente, tanto positivos como negativos.

Según detallan Ankit et al. en su estudio sobre el impacto ambiental de la pandemia, se ha visto como la paralización de muchas de las actividades que anteriormente se hacían con normalidad ha tenido un efecto positivo, debido principalmente a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación acústica o la reducción en la presión sobre las especies animales (Ankit et al., 2021). Sin embargo, estos aspectos positivos han desaparecido rápidamente al volver al ritmo de vida anterior, por lo que sus tiempos de impacto han sido muy reducidos. Como puntos ambientales negativos asociados a la pandemia global, este estudio ha identificado el incremento masivo de residuos plásticos procedentes del material sanitario, una reducción en las tasas de reciclaje, un aumento en el consumo de agua, así como un incremento de contaminantes químicos asociados a los productos sanitarios empleados (Ankit et al., 2021).

Finalmente, al evaluar si los impactos ambientales positivos superaban a los negativos, los autores afirman que debido a largo plazo de actuación que tendrán los residuos generados, puede considerarse que a nivel global las acciones llevadas a cabo dentro del periodo pandémico han tenido un efecto negativo en el medio ambiente.

Otros estudios han evaluado el factor económico asociado a la aparición del virus, y aunque no pueden darse cifras exactas, todos los autores coinciden en que aspectos como la producción, el empleo o las exportaciones se han visto alterados, con su consecuente impacto significativo (Akbulaev et al., 2021). En 2022, a pesar de las nuevas variantes que han ido apareciendo, la situación puede considerarse como parcialmente controlada por lo que es hora de decidir los próximos pasos a dar. Estas decisiones tienen que ser tomadas por parte de las autoridades de cada país, pero contando siempre con las necesidades sociales y empresariales de cada territorio.

Teniendo en cuenta que se parte de un escenario en el que hay escasez de recursos, una generación masiva de residuos y un problema energético incipiente, es hora de que se empiece a apostar por la implantación del modelo de circularidad en todos los aspectos cotidianos, personales y empresariales, ya que la filosofía que hay detrás ofrece una respuesta concreta a una buena parte de las cuestiones a abordar. Este hecho se ha tenido en cuenta en las administraciones y recientemente se ha visto reflejado a través de documentos como los de la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, la Estrategia Española de Economía circular o de manera más directa a través de la asignación de 51.800 millones de euros procedentes de los fondos asociados del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia “España Puede” (PRTR) para el desarrollo de políticas verdes tanto por parte de la administración, como a nivel de empresas y particulares (Gobierno de España, 2021).

Estos fondos deben utilizarse pues para derribar todas aquellas barreras que hasta ahora impedían la implantación estable del modelo de circularidad en las empresas, ayudando por lo tanto a las entidades en campos como la educación, la innovación, los trámites administrativos o la adquisición de conocimiento (Rizos et al., 2016)

2. Sobre residuos y recursos

2.1 Un planeta de recursos limitados

Desde los primeros seres primigenios hasta las especies más evolucionadas que han poblado el planeta, todos ellos se han servido de estos recursos naturales para crecer y expandirse por todos los entornos posibles, siendo posible encontrar vida en fosas submarinas donde la presión alcanza las 1.000 atmósferas de presión (Mota et al., 2013), en zonas de abundancia de metales pesados como en Río Tinto (Huelva) (Sánchez-Andrea et al., 2011), o hasta en grietas volcánicas donde la temperatura supera los 100 grados centígrados (Gómez et al., 2019). Los *Homo sapiens* no han sido diferentes, se hace difícil imaginar una zona del planeta donde la especie humana no pueda llegar. Desde su aparición hace decenas de miles de años, las personas se han servido de los recursos proporcionados por el entorno no solo para sobrevivir, sino para transformar por completo todo el entorno. Donde antes había desiertos, se han construido oasis de vida, se han levantado macrociudades en antiguos bosques milenarios y ya se empieza a soñar con las primeras ciudades submarinas o incluso espaciales.

Toda esta transformación ha venido de la mano de la explotación en masa de todas las fuentes de recursos disponibles, además, debido al desarrollo masivo de nuevas técnicas de extracción cada vez más eficientes, así como a un aumento de las necesidades poblacionales como consecuencia de la explosión demográfica que se vive desde hace décadas, se ha conseguido que en la actualidad se extraiga el triple de recursos que en 1970, aumentando consecuentemente su tasa de desaparición y provocando que el 40% de las guerras actuales se deba a la lucha por el control de recursos (United Nations, 2019b). Durante los últimos años, de forma constante, gobiernos, empresas y sociedad por igual, se han preguntado hasta cuando se podrá aguantar este ritmo de explotación sin perder rentabilidad en los procesos de extracción.

Por ejemplo, con el objetivo de poder disponer de mayores cantidades de petróleo, en los últimos años, sobre todo en Estados Unidos, se ha promocionado el uso del *fracking* como solución a la futura escasez del recurso. Esta técnica, cuyos inicios se remontan a 1860, consiste en la fracturación del suelo gracias a la inyección de agua a alta presión, provocando así la ruptura de la roca y la consecuente salida de los hidrocarburos presentes en las capas subterráneas (Bacchetta, 2013). Más allá de las consecuencias ambientales provocadas por la destrucción y contaminación de los espacios donde se lleva a cabo esta práctica, el *fracking* ha demostrado ser una solución ineficiente, tanto desde el punto de vista técnico como sanitario (Howarth et al., 2011).

A la hora de evaluar la rentabilidad de cualquier proceso energético, se debe tener en cuenta el concepto conocido como Tasa de Retorno Energético (TRE), en inglés *Energy Returned on Energy Invested (EROEI)*. Esta idea recoge el cociente obtenido al dividir la energía conseguida de la fuente de producción entre la energía invertida para explotar el recurso, por lo que cuanto menor sea el número, menor será la rentabilidad final conseguida. Este concepto ayuda por lo tanto a evaluar la idoneidad de los procesos energéticos, así como llevar a cabo una comparativa entre las diferentes fuentes de energía (Weißbach et al., 2013). De esta manera se puede comparar el proceso de evolución de costes y eficiencia del conjunto de fuentes de energía disponibles. En estudios como el de Weißbach et al, se compara y analiza la energía utilizada o aprovechable en función de la invertida en los sectores de la energía solar, eólica,

carbón, nuclear y gas natural entre otros. En este estudio puede verse como algunas de las energías fósiles comparadas van perdiendo eficiencia con el paso de los años, debido a las dificultades técnicas asociadas a los procesos de extracción.

Como respuesta a la necesidad de disponer de una fuente de energía eficiente, limpia y que proporcione la potencia necesaria para hacer frente a todas las necesidades sociales e industriales, se puede identificar a un sector importante de la sociedad que defiende el uso y la promoción de la energía nuclear. El uranio, principal combustible de los reactores nucleares, es un elemento radioactivo cuya abundancia en nuestro medio es limitada, lo que lo convierte en una fuente de energía no renovable cuya gestión de residuos es un procedimiento complejo, largo y cuyas fugas puede propiciar multitud de daños a la salud de las poblaciones cercanas (Burkart et al., 2005). Ya en 2007, la propia Comisión Europea, a través del *European Strategic Energy Technology Plan*, indicaba que en la actualidad se disponía de combustible nuclear para proporcionar energía, al ritmo de consumo actual, para los próximos 80 años, como máximo.

Estos y otros muchos datos relacionados con el uso y explotación de las fuentes de uranio, vienen publicados en el *Red Book* anual publicado por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), perteneciente a la ONU, donde se destacan hechos como el de que solamente se dispone de combustible necesario para unas pocas décadas, tras las cuales, el material será más difícil de extraer, su precio ascenderá, la calidad disminuirá y además, sus residuos deberán ser tratados en almacenes temporales centralizados (ATC) durante varios miles de años, todo ello sumado al riesgo de accidentes nucleares cuyo impacto negativo en el medioambiente y la población conllevaría pérdidas incalculables. Estos datos llevan a pensar que depender de fuentes de energía no renovable para sustentar la actividad humana quizá no sea la mejor de las opciones a largo plazo, ya que no solamente su disponibilidad es muy limitada, sino que su uso prolongado es el causante de la debacle climática que se sufre en el planeta a día de hoy.

Dentro de este apartado dedicado a poner de manifiesto las limitaciones asociadas a la explotación descontrolada de los recursos naturales, no puede obviarse el elemento que da nombre al planeta azul y cuya presencia marca los límites de la vida, el agua. A pesar de que una gran parte de la superficie del planeta está ocupada por este elemento, su disponibilidad inmediata para su uso por organismos terrestres, es relativamente limitada (Jackson et al., 2001). Según la fundación AQUAE, del minúsculo porcentaje que supone el agua dulce (tan solo el 3%), el 90% se encuentra retenida en los grandes bloques de hielo de la Antártida, si además tienen en cuenta otros reservorios de agua poco accesibles como las aguas subterráneas, se obtiene como conclusión final que tan solo el 0,01% del agua se encuentra disponible en los ríos y lagos de la Tierra.

Además, se debe tener en cuenta no solamente el agua dulce disponible, sino también qué cantidad de ésta es realmente potable, ya que en muchas regiones del globo se dispone de acceso directo a fuentes hídricas, pero debido a su contaminación, ya sea de origen antropogénico o natural, solamente un porcentaje muy escaso del agua se encuentra en un estado accesible para el consumo directo sin tener que recurrir a la ayuda de sistemas de potabilización (Jackson et al., 2001).

En resumen, son muchísimos los recursos que se utilizan y que son necesarios para el mantenimiento del modelo de vida predominante hasta la fecha, por lo que numerarlos e identificar su situación actual no sería viable. Sin embargo, como última reseña a mencionar

en este apartado, debe tenerse en cuenta un pilar que pocas veces es mencionado en los planes de empresa cuando se habla de desarrollo económico, y ese concepto es el de biodiversidad.

Más allá de la mera existencia de las decenas de miles de especies de plantas, animales, hongos y bacterias que existen en la actualidad, debe tenerse en cuenta un valor económico intrínseco asociado a su existencia y que en numerosas ocasiones tiende a no tenerse en cuenta en los cálculos finales. Este recurso, se enfrenta actualmente a su desaparición, debido a la actividad humana, miles de servicios ecosistémicos proporcionados por parte de la biosfera están desapareciendo a medida que disminuyen las poblaciones de estos seres, animales y plantas en su mayoría. Según un análisis llevado a cabo por científicos del Real Jardín Botánico de Kew (Reino Unido) y de la Universidad de Estocolmo (Suecia) en la actualidad se está asistiendo a una desaparición en masa de plantas a una velocidad 500 veces superior a la media. Este estudio afirma que casi 600 especies de plantas ya se han extinguido durante los últimos 250 años, duplicando así el número total de especies de aves, anfibios y mamíferos desaparecidos (Humphreys et al., 2019). Además del valor ético o natural que aportan estas especies, debe considerarse el daño económico que la humanidad tendría que afrontar en caso de perder especies como las abejas, las cuales, según la organización agraria *Unió de Llauradors i Ramaders* de Valencia, aportan un valor de 400 millones al año a la agricultura valenciana al llevar a cabo la polinización del 75% de las hortalizas y frutas de la zona (El País, 2019).

Si se extrapola este valor a nivel mundial, se hace indiscutible la noticia publicada en junio de 2019 por la Sociedad Geográfica Real de Londres, la cual afirmaba categóricamente que este insecto era el ser vivo más importante del planeta, y que su posible desaparición debido al uso masivo de insecticidas (en la actualidad este estudio calcula que un 90% de las abejas han desaparecido), tendría unas repercusiones económicas y biológicas devastadoras para el planeta.

Otros servicios como el control de la erosión llevado a cabo por las plantas, el filtro atmosférico de la radiación ultravioleta, la regulación de la temperatura global ejercida por las masas de hielo polares, o el control de plagas de insectos llevado a cabo por las aves, son tan solo un minúsculo ejemplo de servicios que en la actualidad están en peligro debido a la actividad humana, y que en caso de que tuvieran que llevarse a cabo de manera antrópica, el coste de los mismos sería tan alto que no podría asumirse de ninguna de las maneras, tanto a nivel económico como logístico, por lo que la única vía inteligente de seguir con nuestro modelo de vida es la de preservar aquello que aporta un valor biológico, sostenible y sobre todo sin coste alguno (Palmer et al., 2019).

2.2 Marco normativo actual para la gestión de residuos

La aplicación completa de las medidas propuestas por la filosofía que acompañan al modelo de Economía circular es una meta compleja de alcanzar si se tienen en cuenta todos los sectores implicados en su puesta en funcionamiento. Como se puede ver en la Figura 4 desarrollada por la fundación Ellen MacArthur, el círculo comienza con la extracción de los recursos naturales que se usarán en fases posteriores para la creación de bienes y servicios. A su vez, su existencia se encuentra condicionada por los límites físicos del planeta, influyendo en su disponibilidad otras variables como las tasas de regeneración la pureza de los materiales o incluso las situaciones político-sociales cambiantes.

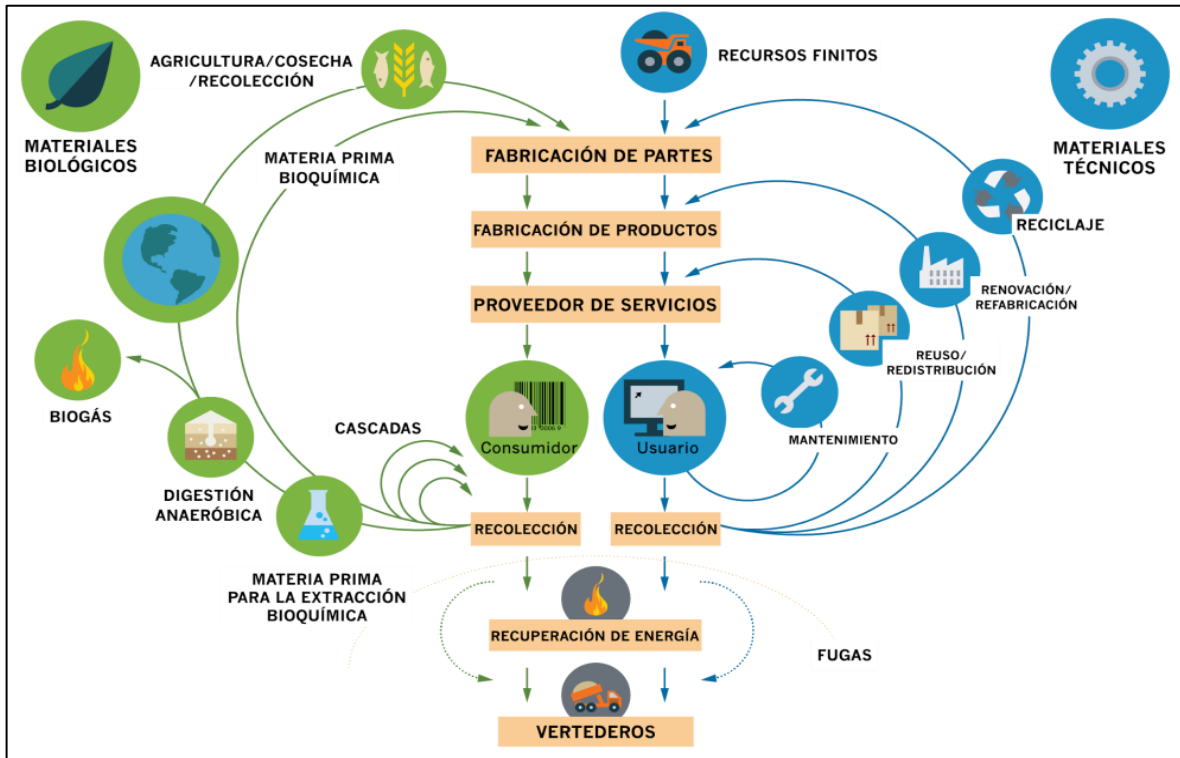


Figura 4. Alcance de procesos afectados por la aplicación de la Economía circular en el sector industrial (Fundación Ellen MacArthur, 2019)

Una vez son extraídos, siguiendo la línea de actuación, estos materiales son transformados para llevarse a cabo la fabricación de productos que serán distribuidos y ofrecidos al comprador final, quien les dará un uso. En este aspecto, se debe tener en cuenta que la horquilla de uso de un producto varía de manera muy significativa, mientras que se dispone de productos cuya vida útil se prologa durante años o décadas (coches, electrodomésticos, edificios, etc.), otros apenas son utilizados durante unos minutos (bolsas de plástico, pajitas, envases, etc.) antes de ser finalmente desechados.

La aplicación sistemática de la economía lineal en los últimos años, la cual viene asociada a su vez al modelo de “usar y tirar”, ha provocado que de forma general la sociedad vea normal la generación diaria de miles de toneladas de residuos que son destinados a acabar acumulándose en vertederos, incineradores o directamente en el mar. Esta problemática no es nueva, deseando anticiparse a esta situación, en 1982 se instaló en Barcelona el primer contenedor de reciclaje de vidrio (Huffingtonpost, 2017). Algo que empezó siendo una novedad para la ciudadanía, con el paso del tiempo se convirtió en una norma, haciendo difícil imaginarse una calle sin la presencia de todos los diferentes tipos de contenedores de los que se dispone hoy.

Han pasado casi cuatro décadas desde esta primera implantación, pero a pesar de las mejoras constantes de los métodos de tratamiento y recogida selectiva, en la actualidad aún se puede apreciar un entorno donde la contaminación en aire, agua y suelos aún está muy presente. La falta de información y conocimiento general, la gran cantidad de materiales diferentes cuya identificación es compleja, los fallos asociados a los sistemas de recogida y tratamiento (Bassan, 2015) así como las negligencias de muchas empresas de gestión de residuos (Ajuntament de Barcelona, 2016) llevan a una conclusión lógica y es que el reciclaje por sí solo, no funciona.

Desde los años setenta, la legislación europea aplicada a la gestión de residuos ha aportado mejoras significativas sobre todo gracias a los fondos de la UE. Sin embargo, la cantidad de residuos generados no disminuye (Union Europea, 2020). Actualmente, muchos productos son concebidos para ser usados una única vez impidiendo su recuperación y reciclaje.

Si se desea proceder con la desvinculación de la generación de residuos del crecimiento económico buscado se deben llevar a cabo acciones a lo largo del conjunto de la cadena de valor. Para ello, la UE debe acelerar la transición hacia un modelo de desarrollo regenerativo, reduciendo su huella de consumo y duplicando su tasa de reutilización de materiales (COTEC, 2021).

Por lo tanto, una de las principales barreras a las que se podría enfrentar esta transición es el cambio de modelo del tratamiento y gestión de los 2.500 millones de toneladas de residuos anuales que produce la UE (o 5 toneladas per cápita) y que sigue teniendo un carácter lineal fuertemente arraigado que no facilita la implantación de medidas eficientes para prevenir la generación de residuos y disminuir el uso de recursos materiales y energéticos (COTEC, 2021).

España destaca entre el resto de los países europeos debido al descenso en 2020 en la generación de residuos municipales que le ha situado por debajo de la media de la UE. Este dato destaca sobre todo desde 2011, periodo a partir del cual se empezaron a registrar valores más bajos que la media europea, los cuales se situaban ya entre 20 y 30kg per cápita por debajo de los registros de la UE (COTEC, 2021). Sin embargo, como se refleja en la Figura 5, los niveles de reciclado se sitúan todavía muy por debajo de los niveles exigidos por Europa. España sigue a cola respecto del resto de países, con un porcentaje de reciclado del 35%, lo que supone el incumplimiento del objetivo marcado por la Comisión Europea para 2020, y que sitúa al país por debajo de la media de la UE-27 (48%), lejos del 67% de Alemania y del nuevo objetivo para el año 2025, en el que los países de la Unión tendrían que reciclar el 55% de los residuos municipales generados (COTEC, 2021).

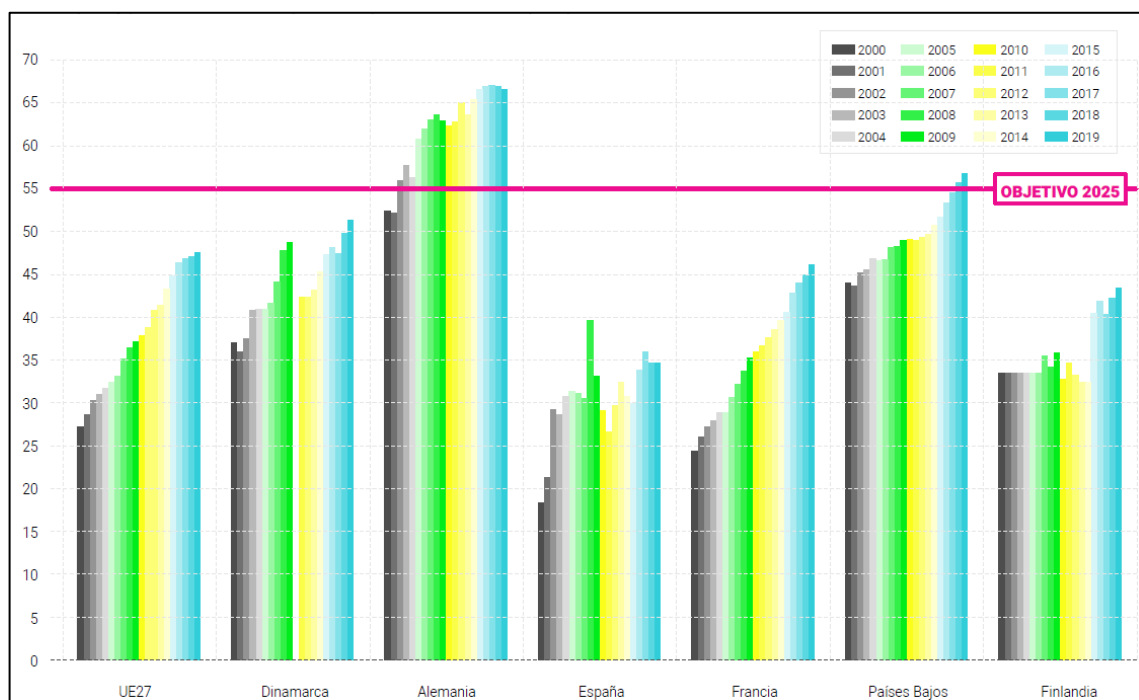


Figura 5. Datos de reciclaje procedente de residuos municipales en diferentes países de la UE (COTEC, 2021)

En relación al tipo de tratamiento ofrecido a los residuos, observando el informe de Situación y Evolución de la Economía circular en España 2021 publicado por COTEC, puede observarse como el volumen de residuos urbanos depositados en vertederos en Europa ha disminuido en más de un 50% en el periodo 2000- 2019, sin embargo, esta reducción se ha producido con un aumento en paralelo de la incineración, que ha pasado de ser el método de tratamiento más común, pasando del 16% de los residuos en el año 2000, al 27% en el año 2019. En España, según marcan los datos reflejados en las Figuras 6 y 7, se observa como a lo largo este tiempo el vertido ha sido la principal forma de tratamiento de los residuos municipales. En 2019 fue el destino del 54% de los residuos generados, lo que hace que suponga todo un reto para alcanzar el objetivo fijado para 2035 de no superar el 10%.

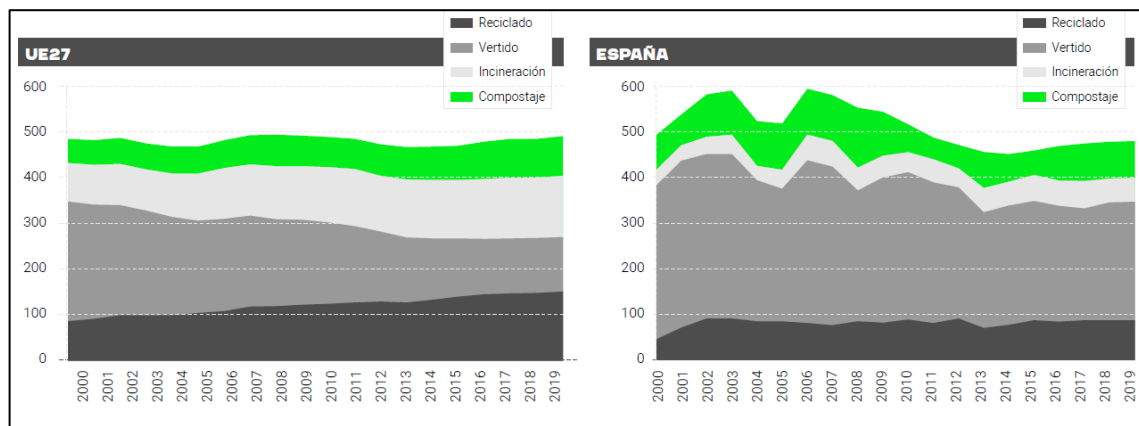


Figura 6. Evolución del tratamiento de los residuos municipales en España y Europa entre 2000 y 2019 (COTEC, 2021)

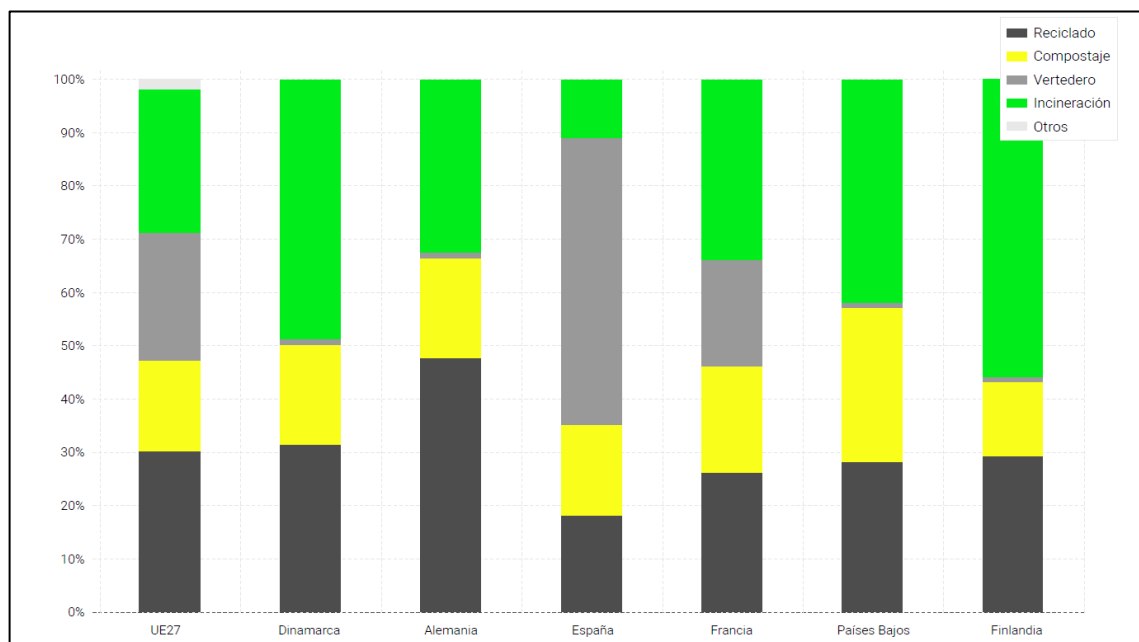


Figura 7. Distribución de la tipología de tratamiento de residuos en varios países de la UE así como en España durante 2019 (COTEC, 2021)

Muchísimos autores e investigadores ponen en duda que la incineración forme parte de la filosofía propuesta por la EC, ya que no solamente evita que los materiales puedan recuperarse, sino que además se asocia a la emisión de numerosas sustancias químicas tóxicas para la salud, incluyendo algunas de carácter cancerígeno (Domingo et al., 2020). Bajo esta afirmación, puede verse entonces en la figura anterior como aún la mayoría de los residuos que se generan en Europa no son tratados de ninguna manera que permitan su recuperación, ya que la mayoría son enterrados, ocasionando a veces problemas por fuga de líquidos en las balsas de contención, o directamente quemados. Este retraso en la aplicación de mejoras en la reducción y el tratamiento desembocará en que los países tendrán que dedicar mayores esfuerzos en los próximos años para cumplir con las directivas actuales. Dentro de este nuevo marco normativo, como por ejemplo el asociado a las cuatro directivas principales de la UE (la Directiva marco sobre residuos, la Directiva sobre envases y residuos de envases, la Directiva sobre vertederos y la Directiva sobre plásticos de un solo uso) se indica que los países miembros deben ser capaces de reciclar al menos el 55% de sus residuos municipales para 2025, el 60% para 2030 y el 65% para 2035, así como el límite del 10% enviado a los vertederos para 2035 (COTEC, 2021).

Además de ello, los países no deben dejar de lado la que debería ser la primera de las acciones a desarrollar, que no es otra que la prevención para evitar la generación de residuos, así como otras acciones complementarias como la recogida selectiva obligatoria de residuos orgánicos o el desarrollo de una ley que permita la responsabilidad ampliada del productor. Todas ellas son iniciativas y necesidades que se suman a otros requisitos como ampliar la vida útil de los productos, luchar contra la obsolescencia programada o el derecho a reparar (COTEC, 2021).

La situación en cada país es diferente, merece la pena destacar el caso de Francia, quien ha prohibido por ley la obsolescencia programada, pudiendo resultar en sanciones de hasta dos años de prisión o una multa de 300.000 € a los fabricantes que la incumplan. El país también asume un ambicioso objetivo de reciclado del 100 % para los plásticos en 2025, lo que asocia a la creación de 300.000 nuevos puestos de trabajo verde (COTEC, 2021).

Bajo este paraguas donde la UE tiene tanta influencia sobre las políticas de los países miembros, puede afirmarse que la situación actual y futura de la Economía circular en España dependen sobre todo del impulso de nuevas iniciativas europeas. Finalmente, merece la pena destacar que, a las iniciativas desarrolladas recientemente, se han sumado las líneas estratégicas más ambiciosas del nuevo Plan de Acción Circular de 2020 y el nuevo modelo industrial para Europa, ambos asociados al marco definido por el Pacto Verde Europeo (COTEC, 2021), el cual como se muestra en la Figura 8 trata de acercar a los países a metas como la reducción de la contaminación, los productos de cercanía o el aumento de la eficiencia en el uso de la energía, entre otros.

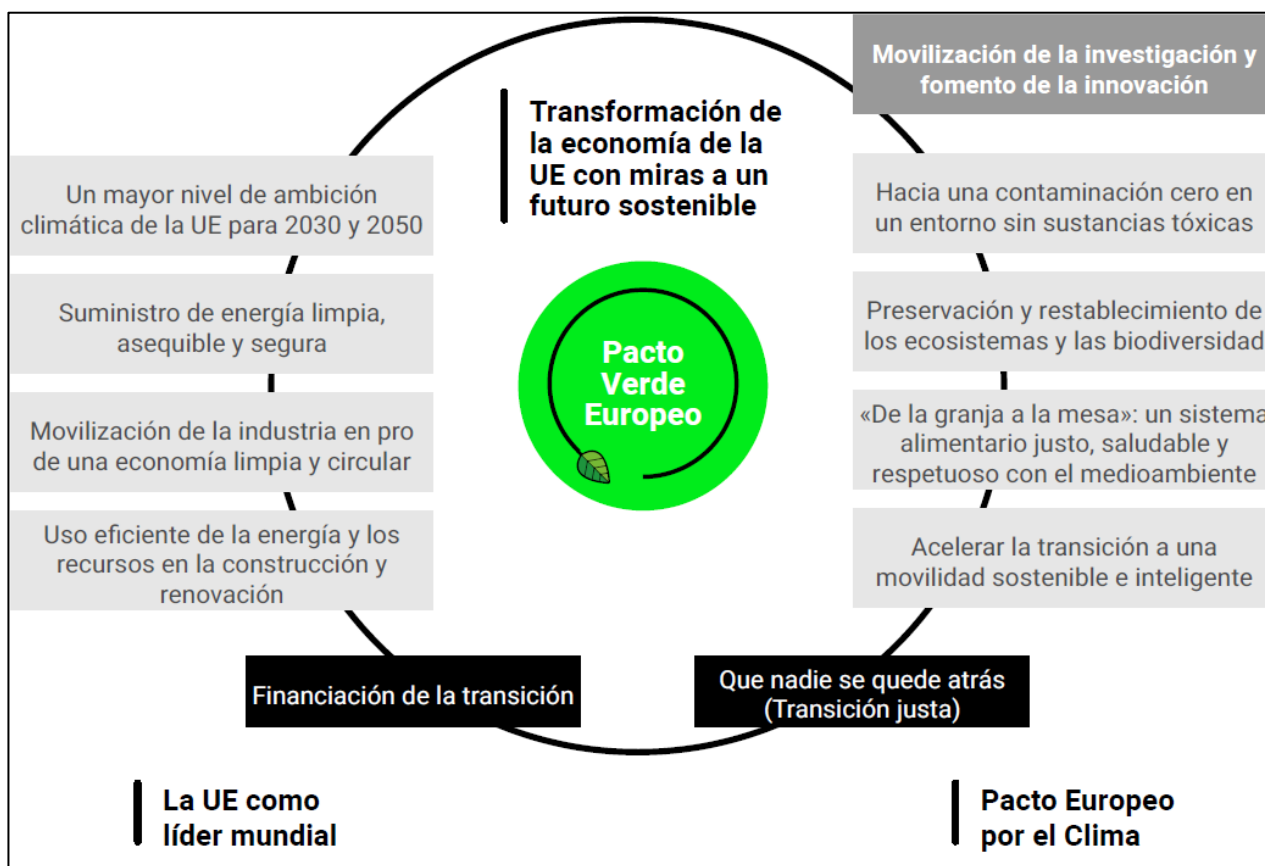


Figura 8. Bloques del Pacto Verde Europeo donde se puede apreciar iniciativas como el suministro de energía limpia, la preservación de la biodiversidad o la financiación (COTEC, 2021)

A final de 2021 tuvo lugar en Glasgow la vigésimo sexta sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP26), evento durante el cual las naciones asistentes remarcaron su compromiso contra el cambio climático a través de políticas que favorecieran la transición hacia una economía baja en emisiones y resiliente al cambio climático (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021). No obstante, entre los acuerdos a los que aparecen en el documento final, destacan algunos puntos por su limitado alcance o falta de concreción, por ejemplo, según el MITECO:

- *Se ha preservado el objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para contener el aumento de temperatura en 1,5° C.*

Como queda evidenciado en este punto, ya nadie se plantea evitar el calentamiento global, si no que se insta a los países a que acometan aquellas acciones que permitan que esta temperatura no crezca aún más, a pesar de llegar tarde, se trata de un punto importante, sobre teniendo en cuenta que en unos años Madrid (a modo de ejemplo) podría tener el mismo clima que Marrakech (Basti et al., 2019).

- *Revisión en 2022: Los países tendrán que presentar sus nuevos planes de reducción de emisiones a finales de 2022 y no en 2025, como establecía el acuerdo de París, ante la presión del mundo científico y la constatación de que los esfuerzos no son suficientes.*

Efectivamente, a pesar de las numerosas presiones enviadas desde la comunidad científica a los órganos de gobierno de los países participantes en la COP26, estos últimos han optado por un marco no vinculante y que por lo tanto no tiene la capacidad de obligar ni sancionar a aquellos países que no cumplan estos planes de reducción.

- *Reducción progresiva del carbón: El Pacto Climático de Glasgow, firmado por 196 países, incluye por primera vez de forma explícita un compromiso para reducir gradualmente el carbón y “las subvenciones ineficientes” a los combustibles fósiles.*

En relación a este punto, debe indicarse que no han sido pocas las voces que se han alzado con el objetivo de reabrir antiguas minas de carbón como respuesta a la crisis ocasionada por el conflicto bélico entre Ucrania y Rusia (Calvo, 2022), provocando incluso un aumento en su consumo en Europa (Erausquin, 2022).

- *Los países ricos se comprometieron a duplicar en 2025 las aportaciones para los países en desarrollo destinadas a la “adaptación” al cambio climático pero no hubo acuerdo en las compensaciones por “Pérdidas y Daños”.*

Merece la pena resaltar de nuevo en esta conclusión el término de huella ecológica, el cual, a grandes rasgos, permite saber cuántos planetas como la Tierra necesitaríamos para proveer a la humanidad de los recursos necesarios asociados al tipo de vida y país en el que se vive. Se pueden ver grandes diferencias por lo tanto entre países como Estados Unidos o Emiratos Árabes Unidos, cuya huella ecológica supera el 8, con otros países como la R.D del Congo, que apenas alcanza el 0,8 (Global Footprint Network, 2022). Viendo estas diferencias, se puede afirmar que no solamente la sociedad actual se ha desarrollado en un escenario completamente irreal que supera la biocapacidad del planeta, si no socialmente injusto, ya que para que algunos países puedan “estar arriba” otros obligatoriamente tienen que “estar abajo”.

- *Acuerdo China-Estados Unidos: Los dos principales emisores de gases de efecto invernadero se han comprometido a mantener un diálogo abierto entre ambos para tratar las cuestiones relacionadas con el cambio climático.*

“Quiero que actúen como si nuestra casa estuviera ardiendo. Porque así es.” Con esta frase cerraba Greta Thunberg su discurso en el foro de Davos el 25 de enero de 2019, intentando instar a los países a que tomaran medidas de carácter urgente e inmediato, acción que cada día que pasa se hace más necesaria, a pesar de la tranquilidad en la toma de decisiones y el diálogo que parecen tener los grandes países emisores.

En este marco de urgencia climática, deben repensarse todos los procesos que hasta ahora han predominado el modelo económico actual para así adaptarlos a los límites del mundo físico actual. Una solución puede pasar por aplicar los principios de la EC a lo largo de toda la cadena de producción, empezando por repensar y rechazar aquellos procesos que se hayan quedado

obsoletos o que por el contrario no sean necesarios y que en consecuencia desembocan en una generación masiva de residuos.

En España, el 1 de julio de 2022 entra en vigor la *Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular* la cual pone en marcha algunas medidas muy positivas en los siguientes aspectos:

- Implantación del Sistema de Depósito Devolución y Retorno. Este modelo implantado ya en países como Alemania desde hace muchos años ha demostrado alcanzar tasas de recuperación de envases muy altas. No obstante, el texto aprobado excluye las botellas de vidrio, lo que impedirá completar circuitos y relleno de botellas de un residuo que ya de por sí cuenta con una tasa de reciclaje bastante alta (Boletín Oficial del Estado, 2022)
- Responsabilidad ampliada del productor. De esta manera, salvo las excepciones contenidas en la Ley, las empresas productoras, especialmente las de plásticos de un solo uso, tendrán que hacerse cargo de los costes asociados a aspectos como la recogida de residuos o las medidas de concienciación social.
- Nuevas medidas fiscales. Penalización de los tratamientos finalistas como la incineración o valorización energética así como el depósito en vertedero. La nueva norma prioriza los procesos de recuperación y reciclaje de materiales.

A pesar de estos avances, dentro de esta nueva Ley, se pueden observar algunos puntos que podría haberse desarrollado de una manera más completa que permitiese acercar este texto aún más al concepto de economía circular, por ejemplo:

- Mejora de la calidad en la fracción orgánica. A pesar de suponer casi la mitad del peso de la bolsa de basura doméstica (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 1996) el nuevo marco legal acepta hasta un máximo del 20% como impropios procedentes de la separación de este residuo. Este límite tan alto dificultará la operación de las instalaciones de metanización y/o impedirá obtención de un compost de calidad, perdiéndose así la posibilidad de recuperar un recurso para el suelo de gran valor.
- Fomento de la reducción. La ley establece objetivos de reducción muy pequeños, centrándose principalmente en los procesos de reciclaje, cuando estos tendrían que ser la última opción dentro de un modelo circular completo.

Asociado íntimamente a este último punto se encuentra el concepto conocido como Residuo Cero, el cual recoge una filosofía internacional que se manifiesta a través de numerosas instituciones y que promueve la implantación de la EC a través de un sistema que busque que todo residuo pueda ser transformado en recursos, fomentando así la sostenibilidad de los procesos (Retorna, 2022). Residuo Cero no significa exactamente que no se tenga que generar ningún residuo, ya que intentar alcanzar ese hito a corto plazo sería algo casi impensable, pero sí avanzar hacia nuevos procesos que eviten la generación de residuos innecesaria, el fomento

del ecodiseño o la lucha contra los tratamientos finalistas, como las incineradoras o los vertederos.

3. Situación de las empresas en relación con la aplicación de medidas circulares

3.1 Análisis del tejido industrial en España

Según los datos ofrecidos por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo en su informe Cifras PyME de mayo de 2022, el total de empresas inscritas a la Seguridad Social en esta anualidad era de 2.945.149 encontrándose distribuidas en tamaño según se indica en la Tabla 1:

Tabla 1. Tipologías de empresas en España en mayo de 2022 (Ministerio de Industria Comercio y Turismo, 2022)

Empresas por tamaño	Número de empresas	Tasa de variación %	
		mensual	anual
PYME (0-249 asalariados)	2.939.928	0,07	1,15
PYME sin asalariados (0 asalariados) ² 1T2022	1.612.736	0,00	0,02
PYME con asalariados (1-249 asalariados)	1.327.192	0,15	2,57
Microempresas (1-9 asalariados)	1.136.888	0,00	1,71
Pequeñas (10-49 asalariados)	163.561	0,98	8,14
Medianas (50-249 asalariados)	26.743	1,31	7,10
Grandes (250 o más asalariados)	5.221	0,19	7,01
Total Empresas	2.945.149	0,07	1,16

En este reporte se muestran también los datos asociados a las entidades que cuentan con personal contratado, así como al sector profesional al que pertenecen, distinguiéndose así cuatro bloques principales; Agrario (9,33%), Industrial (5,91%), Construcción (11,37%) y Servicios (73,4%) (Ministerio de Industria Comercio y Turismo, 2022).

El sector de servicios tiene el potencial de desempeñar un papel instrumental en el cambio hacia la economía circular debido a su posición estratégica entre fabricantes y usuarios finales. Sin embargo, hay una escasez de metodologías de apoyo y aplicaciones de la vida real para demostrar cómo las empresas orientadas a los servicios pueden implementar principios de economía circular en la práctica comercial diaria (Heyes et al., 2018)

Por todo ello, y con el objetivo de obtener unos resultados en campos como la gestión de residuos, la eficiencia en el uso de los recursos o la capacidad de innovar en procesos de producción, la metodología que se propone en el presente trabajo se centra en ofrecer soluciones a las empresas del tejido más productivo o industrial que deseen aplicar el modelo circular, ya que son estas las que cuentan con mayores *inputs* y *outputs* debido a la naturaleza de su actividad. A pesar de ello, el presente proyecto también busca ofrecer una guía para ayudar a la implantación del modelo de EC en empresas del sector TIC, así como de nueva creación, ya que estas últimas, a pesar de tener una capacidad y alcance más limitados, se presupone que será más fácil la implantación de nuevas ideas al no tener un modelo de funcionamiento tan preestablecido.

Son muchas las diferentes casuísticas que la presente metodología ha identificado y a las cuales intenta dar respuesta. Es por ello que, este nuevo servicio basado en la investigación de las necesidades de las empresas a la hora de implantar un nuevo modelo basado en la economía circular, junto con la forma de analizar cada caso y ofrecer un escenario de mejora ambiental, podrá convertirse en una nueva forma de pensar y proceder dentro de la empresa, haciendo así posible aunar los objetivos de crecimiento profesional y la mejora en el cuidado del medio ambiente.

Las empresas son cada vez más conscientes de los beneficios asociados a desarrollar actividades circulares a través del cierre de bucles que desemboquen en un aumento de la eficiencia de los recursos, el ahorro de costes de materiales, la creación de ventajas competitivas o el acceso a nuevos mercados, entre otros. Al mismo tiempo, las entidades también tienen en cuenta en su modelo diario la orientación y estrategia en campos como la Responsabilidad Social Corporativa (RSC), es decir, se busca compatibilizar el crecimiento sostenible con la búsqueda de un equilibrio en sus aspectos sociales, financieros y ambientales (López-Iturriaga et al., 2011).

Sin embargo, se presentan varias barreras que les plantean desafíos, sobre todo a las pequeñas empresas, en su transición hacia una economía circular, como, por ejemplo, la falta de recursos financieros o la falta de habilidades técnicas (Rizos et al., 2016). Tanto las empresas más grandes como las más pequeñas deben hacer frente a diferentes tipos de barreras, ya que mientras que una gran empresa puede apoyar el desarrollo de tecnología circular a través de sus actividades de I+D+i, las pequeñas y medianas empresas (PYME) a menudo dependen de la disponibilidad de tecnología en el mercado (Rizos et al., 2016). Es por ello que, a modo genérico, las principales barreras encontradas a la hora de implantar el modelo de EC son: cultura ambiental de la empresa, falta de capital, falta de apoyo administrativo, falta de información, carga de trabajo, falta de conocimientos técnicos y tecnológicos, y finalmente falta de apoyo de la red de oferta y demanda (Rizos et al., 2016).

De forma paralela, otros estudios más actuales, como el llevado a cabo por Kiefer et al (2018), ponen su foco de atención principal en los factores internos que limitan los procesos de ecoinnovación en las empresas, destacando así el papel que juegan los recursos, las competencias y las capacidades dinámicas como limitantes (impulsores y barreras) de diferentes tipos de innovación medioambiental, concluyendo que estos impactan de forma muy relevante (Kiefer et al., 2018).

Deseando reforzar los conocimientos sobre este tema, así como identificar las necesidades de las empresas de nueva constitución y PYMES, la Comisión Europea junto con diferentes entidades desarrolló la plataforma *GreenEconet*, la cual expone diferentes casos de éxito a la hora de implantar el modelo circular, así como los retos a la hora de abordarlo.

Según Rizos et al, esta base de datos muestra como más de la mitad de las PYME incluidas en la muestra (54%) indican que la falta de apoyo de la red de oferta y demanda constituye su principal obstáculo en la transición hacia una economía circular. Además, algunas de estas empresas informan de dificultades para implementar una solución ecológica ya que están encerradas en la parte inferior de la cadena de suministro o son parte de sectores de cadenas de suministro globales, lo que les impide individualizar sus actividades. Otra de las barreras más citadas en este estudio por parte de las empresas, es la falta de fuerza económica necesaria en algunos casos para acometer nuevos cambios en el modelo de negocio (50%), ya sea a través de capital financiero o humano, mientras que, con respecto a la financiación bancaria, más del

20% de las PYMEs informan dificultades para disponer de los fondos necesarios tanto para implementar medidas más sostenibles dentro de la empresa como para invertir en el desarrollo de nuevos servicios más sostenibles (Rizos et al., 2016).

A pesar de estas barreras, hay muchos fondos potenciales destinados a promover este cambio hacia un modelo más sostenible en términos de salud humana y el ecosistema del planeta. Según las investigaciones de la consultora McKinsey y la Fundación Ellen MacArthur, este cambio podría liberar hasta un billón de dólares al año en ahorros de costos de material (de Jong et al., 2015), todo ello sin sumar los fondos destinados a este tipo de proyectos dentro del Plan de Recuperación “España Puede” (2021-2023). Así mismo, y como dato de alto interés a la hora de ayudar a las empresas a implantar el modelo circular en su día a día, este estudio menciona aquellos facilitadores que son más valorados por las entidades entre los que destacan la cultura empresarial (67%), el trabajo en red (33%) y la demanda del servicio (30%).

Esta situación puede llegar a plantear la cuestión de si los beneficios de una economía circular son tan obvios y los conceptos básicos han sido definidos hace muchos años, entonces quizá deba cuestionarse porque los modelos de negocios basados en el modelo de EC aún no han hecho del mundo un lugar mejor.

Según el investigador Patrick Planing, las razones son múltiples y están en parte arraigadas en defectos conceptuales de nuestro orden económico mundial, así como en la irracionalidad inherente del comportamiento del consumidor, ya que desde un punto de vista económico, la participación desalineada de ganancias a lo largo de la cadena de suministro es una de las principales causas del diseño imperfecto del producto. Si las ganancias de un mejor diseño solo ocurrieran en la fase de fin de uso, por ejemplo, cuando se devuelve un producto para su re-fabricación o reciclaje, esto llevaría a una situación en la que la optimización del diseño del producto se basaría principalmente en el costo y la eficiencia de la producción (Planing, 2015).

De forma adicional, algunas de las razones identificadas por este autor para explicar por qué al sistema y a las empresas le cuesta tanto aceptar el modelo circular frente al lineal, entre ellas se encuentran razones relacionadas con el comportamiento del consumidor, la falta de legislación o la falta de colaboración internacional, entre otros (Planing, 2015). Otros estudios como el de Bamberg y colaboradores concluyen que los hábitos sociales en algunas categorías de comportamiento que favorecen la resistencia al cambio y pueden evitar que los consumidores o empresas estén abiertos a las innovaciones debido a esta dificultad de adaptación, a pesar de las condiciones positivas del cambio, ya que al tener establecida una metodología regular y conocida, las personas crean hábitos de rutina que de manera paulatina crean una resistencia pasiva a los cambios (Bamberg et al., 2003).

Por esta razón, cualquier diseño o metodología que se intente llevar a cabo, incluyendo la desarrollada en el presente proyecto, debe tener en cuenta todos estos factores, para así ofrecer respuestas adaptadas a esta situación y que por lo tanto se ajusten a la naturaleza humana y a su rechazo inicial a cualquier situación que les aleje de su círculo de confort.

Finalmente, y por ver el lado bueno de las cosas, se debería esperar que la situación global actual, asociada a la escasez de recursos, los problemas y retrasos en los envíos internacionales, los conflictos bélicos internacionales, así como el encarecimiento de la energía, hagan de impulso a las empresas a la hora de apostar por modelos de producción menos agresivos y más austeros.

3.2 Acciones verdes asociadas al Plan de recuperación “España Puede” para las empresas

Con el objetivo de paliar los efectos económicos provocados por la aparición del COVID-19, la Unión europea validó la inyección de 1,8 billones de euros para repartir entre los países miembros. El mecanismo de recuperación y resiliencia, eje central de estos fondos, proporcionará hasta 672.500 millones de euros con el objetivo de apoyar inversiones y reformas, repartidos a su vez en 312.500 millones de euros en subvenciones y 360.000 millones de euros en préstamos a devolver por lo países receptores de los fondos, sumando un total de 750.000 millones de euros para los próximos años que se invertirán en aquellos campos marcados como prioritarios por la UE, como la transición verde, la digitalización o la cohesión territorial, entre otros (COTEC, 2021). En relación con estas cantidades y según los criterios de reparto de los fondos, España ha sido dotada con 140.000 millones de euros, la mitad de ellos a modo de fondo perdido y que se irán ingresando en el país de manera progresiva y bajo estricto seguimiento por parte de la UE.

Con el objetivo de gestionar estos fondos, España ha definido las siguientes cuatro líneas estratégicas principales sobre las que pivotar las acciones y redistribuir los fondos (COTEC, 2021):

- Transición ecológica
- Transformación digital
- Cohesión social y territorial
- Igualdad de género

A su vez, este plan de recuperación denominado como “España Puede” se compone de 212 medidas, de las cuales 110 son inversiones y 102 reformas estructurales. En la parte destinada a inversiones pueden localizarse a su vez medidas relacionadas con la movilidad sostenible, la energía o la vivienda. Destaca sobre todo la parte destinada a transición verde, la cual supone alrededor del 40% de las inversiones planteadas (COTEC, 2021). Asociado con la puesta en marcha de proyectos donde la economía circular sea el núcleo de acción central, destacan sobre todo las líneas de trabajo asociadas a los Proyectos estratégicos para la recuperación y transformación económica (PERTE) sobre EC publicados en marzo de 2022. Este bloque de acción busca acelerar la transición ecológica hacia un sistema productivo más eficiente y sostenible en el uso de los recursos naturales (Gobierno de España. Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia, 2022). Según este documento, la economía circular cuenta con el potencial para crear 700.000 puestos de trabajo en Europa, de los cuales, un 10% podría generarse en España. Además de favorecer este tipo de trabajos aportará un gran potencial de desarrollo al aliviar la dependencia de la economía de terceros países, especialmente en momentos como los vividos durante 2021 y 2022 donde reina un clima de incertidumbre sobre la disponibilidad de materias primas (Gobierno de España. Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia, 2022). Este PERTE pretende alcanzar a todos los sectores industriales, así como a la gestión de los residuos. Las ayudas previstas incluyen inversiones valoradas en 492 millones de euros y se espera que esto haga que se movilicen recursos por valor superior a los 1.200 millones hasta el año 2026. La mayor parte de las subvenciones se destinarán a sectores que tienen pendiente de abordar grandes retos en el campo de la

sostenibilidad, como el textil, el del plástico y el de los bienes de equipo para las energías renovables.

Estos fondos también impulsarán otras acciones como el ecodiseño, la reutilización y gestión de residuos y la digitalización de las empresas (Gobierno de España. Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia, 2022). Estas inversiones, así como la apuesta por este tipo de proyectos, se debe a que el fomento de la economía circular favorece nuevos nichos de trabajo y desarrollo profesional en campos asociados a sectores como el del reciclaje y la reparación. Estos empleos en algunos casos no requieren alta capacitación, lo que puede contribuir a reducir el desempleo en colectivos en riesgo de exclusión social, mientras que otros estarán asociados al uso y desarrollo de nuevas tecnologías (Gobierno de España. Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia, 2022).

De esta manera puede verse como el PERTE a su vez se alinea con la Estrategia Española de Economía circular aprobada en 2020, la cual intenta centrarse en la transición ecológica como vía de desarrollo del país.

3.3 El papel de las empresas de consultoría como agentes facilitadores

Según el último informe de 2020 de “La consultoría española” emitido por la Asociación Española de empresas de consultoría (AEC), durante esta anualidad las empresas de consultoría mantuvieron su tendencia de crecimiento de cifra de negocio, por lo que a pesar de los efectos ocasionados por la pandemia el sector supo adaptarse y crecer un 0,14% respecto a la anualidad anterior (Asociación Española de Empresas de Consultoría, 2020).

Asociados a los efectos que ha tenido la aparición del COVID-19 en toda la sociedad, las consultoras han supuesto un pilar de estabilidad que ha permitido seguir desarrollando procesos relacionados sobre todo con la transformación digital, manteniendo o incluso aumentando las capacidades de muchas de las empresas con las que han trabajado. El proceso de digitalización es muy necesario en el cambio de modelo lineal a circular, pero para ello, es necesario desarrollar herramientas digitales que puedan proporcionar datos completos y útiles para mejorar la reparación, la refabricación, la reutilización y el reciclaje (Talens et al., 2021).

Como muestra el informe de AEC, en relación a las soluciones que esta figura empresarial tiende a ofrecer al resto entidades destacan sobre todo los servicios financieros, las telecomunicaciones, la optimización de los procesos de fabricación y distribución así como la estrategia empresarial.

Esta apuesta por el desarrollo y la innovación también se ha visto reflejada en las estrategias internas de las consultorías, ya que, un año más, la inversión que las consultoras han destinado a procesos de innovación ha sido significativamente superior a la media nacional, ya que estas entidades invirtieron en sus procesos internos de innovación el 3,9% de sus ingresos, un 30% más que en 2019 (Asociación Española de Empresas de Consultoría, 2020).

Además de estos datos, debe tenerse en cuenta el compromiso adoptado recientemente por el sector en su lucha por el cumplimiento de los ODS para 2030. Para reafirmar este hecho, en 2021 se publicó el informe titulado *El Compromiso del Sector de la Consultoría con la Agenda 2030* donde se destaca que para la lucha contra el calentamiento global es necesaria la contribución de todos los agentes implicados, capítulo donde las consultoras pueden liderar iniciativas

verdes a través de la ejecución y puesta en marcha de iniciativas sostenibles que permitan reducir los impactos ambientales de las empresas con las que colaboran. A continuación, se muestra la Figura 9 el detalle de los ODS en los que principalmente se centran las actividades de la consultoría en España.

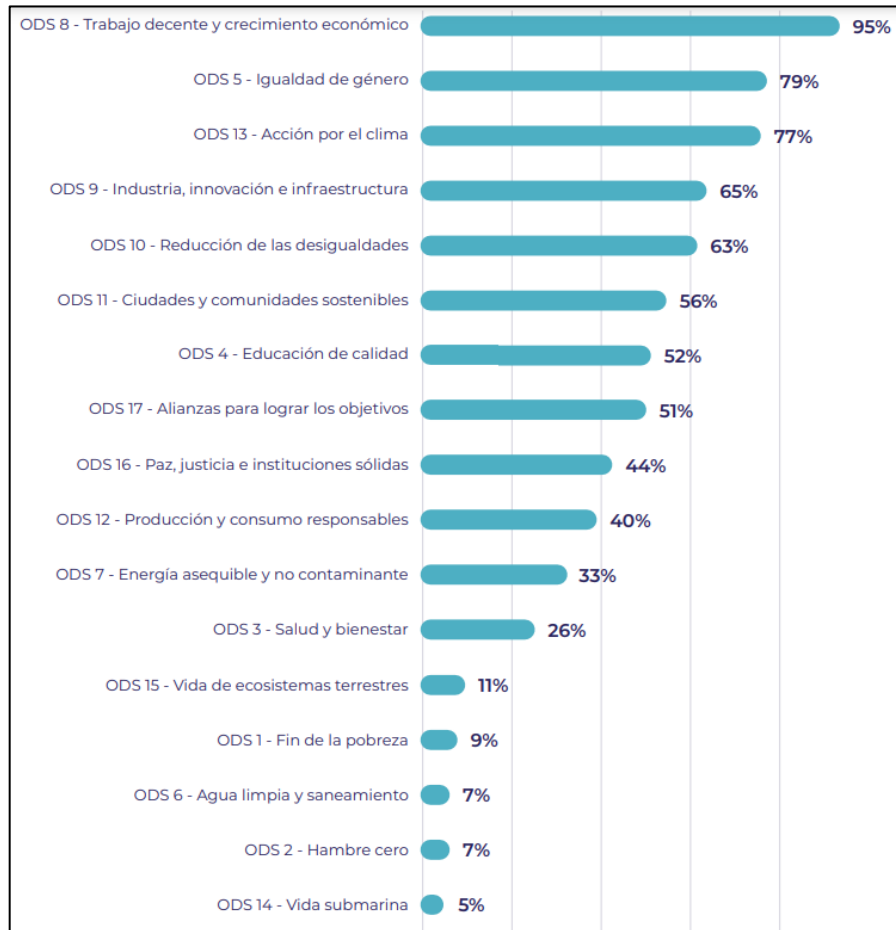


Figura 9. Impacto de las actividades de las consultoras en el cumplimiento de los ODS 2030 (Asociación Española de Empresas de Consultoría, 2021)

Esta figura profesional puede adquirir por lo tanto un papel como herramienta facilitadora que haga más fácil a las empresas abordar los cambios necesarios para redirigir su modelo de negocio hacia la filosofía propuesta por la EC, ya que cuentan con herramientas muy útiles a la hora de abarcar estas tareas como una elevada capacidad de adaptación al cambio, altas inversiones dirigidas a implementar nuevos procesos de innovación, conocimiento multidisciplinar así como un trato directo con aquellas empresas con potencial de cambio de modelo. Además, en este reporte se han identificado los beneficios que puede aportar a las empresas su contribución en el cumplimiento de los ODS, entre los más importantes destaca una amplia mejora en la reputación de las empresas, el incremento de relaciones con grupos de interés, la mejora de la responsabilidad social corporativa o el desarrollo de nuevos nichos de negocio, entre otros (Asociación Española de Empresas de Consultoría, 2021).

Puede verse así como las entidades pertenecientes al sector de la consultoría pueden jugar un papel clave como agentes facilitadores que aporten valor a sus clientes en campos como el asesoramiento técnico, el potencial de innovación, el acceso a fuentes de financiación o la transformación verde. Este potencial de ayudar e influir en la transformación de las empresas es un poder de doble filo que debe usarse con cuidado y huir a toda costa de aquellas acciones

de falseado verde o también llamadas *greenwashing*. Se debe evitar pues el fomento de proyectos o campañas que busquen llevar a cabo un lavado de imagen de cara al usuario y que tengan como objetivo mostrar una imagen no real de las empresas para aumentar sus ventas.

No son pocas las entidades que, a través de acciones, como por ejemplo, colocar una pajita reciclable o incluir un porcentaje mínimo de materiales recuperados en sus modelos de *packaging* intentan falsear sus productos para que el usuario final crea que está adquiriendo una compra sostenible, sin tener en cuenta que esa pequeña acción “verde” oculta un modelo lineal que en nada varía respecto al desarrollado anteriormente.

Se debe por lo tanto adquirir una cuádruple responsabilidad, en la que tanto las administraciones públicas, como las empresas, las consultoras (en su papel de agente facilitador) y finalmente los usuarios adquieran un proceso de concienciación real que transforme el modelo lineal actual.

4. Objetivos del proyecto

El objetivo de esta tesis es desarrollar una metodología práctica y crítica que sirva como soporte a la implementación de la economía circular en empresas. Esta metodología podrá ser utilizada como herramienta de soporte en empresas consultoras para ayudar a sus clientes en la transición hacia el nuevo modelo económico.

Para conseguir este objetivo general, se han establecido los siguientes objetivos específicos:

- Análisis bibliográfico asociado al desarrollo de metodología para la medición y mejora de la circularidad en empresas.
- Estudio e identificación de herramientas de desarrollo de negocio como base estructural sobre la que crear la nueva metodología de gestión de la circularidad en empresas del sector de la consultoría.
- Diseño por pasos de una nueva metodología que permita a las empresas de consultoría ayudar a sus clientes a la hora de establecer estrategias internas de circularidad y mejora ambiental.
- Desarrollo de diferentes casos prácticos que permitan evaluar la adecuación de la nueva metodología en entornos reales.
- Identificar puntos de mejora y establecer una hoja de ruta que permita que la metodología creada pueda ser adaptada al mayor número de empresas posible.

5. Nueva metodología para la implantación y gestión del modelo de EC en las empresas

5.1 Metodologías actuales para la implantación de la EC en empresas

En el estudio realizado por Sarja et al (2021) se analizaron un total de 69 artículos relacionados con la implantación del modelo de circularidad en diferentes organizaciones, identificando así diferentes tipos de catalizadores, obstáculos y factores que influyen hoy en día a la hora de llevar a cabo esta implementación (Sarja et al., 2021).

Además, en este estudio se explica claramente la evolución de los modelos y metodologías circulares con el paso del tiempo, partiendo de una primera fase durante los años 1970-1990 donde ni siquiera existía el término “economía circular” y en el que los esfuerzos se centraban únicamente en el tratamiento de residuos, pasando por una segunda época en el periodo 1990-2010 en el que aparecieron conceptos como la ecoeficiencia o la necesidad de reconectar los residuos a la cadena de producción, para finalmente desembocar en el estado actual en que se intenta maximizar la retención del valor de los recursos en una época de escasez (Sarja et al., 2021).

En relación con la implementación del modelo de EC a nivel empresarial o industrial, existe una gran barrera o brecha debido a dificultades que desembocan en fallos en el flujo de información como en la cuantificación de la circularidad, lo que ayudaría a evaluar los beneficios económicos y sociales, monitorizando a su vez el riesgo asociado con la implantación de estas medidas (Bianchini et al., 2019).

Entre los modelos más utilizados a la hora de intentar desarrollar mejoras circulares en empresas destacan algunos como el modelo propuesto por la Fundación Ellen MacArthur, mostrado en la Figura 4, el cual distingue entre materiales biológicos y técnicos, desarrollando sus procesos de recuperación de forma paralela y dándole así un aspecto de diagrama de mariposa (Bianchini et al., 2019). Este modelo se basa en la toma de datos de los sistemas vivos, la adaptabilidad de los ecosistemas y el seguimiento en cascada de los materiales utilizados. Este modelo se basa en el principio de que cuando más se lleve a cabo la reutilización de los materiales, mayor será el ahorro de energía y costes en general y también que cuanto mayor sea la vida útil del producto, menor será su impacto (Bianchini et al., 2019).

Otro de los modelos existentes para la implantación de la EC en las empresas es el propuesto por la consultora Accenture. Esta herramienta intenta proporcionar una visualización completamente circular a través del diseño de los productos de una empresa, buscando reducir la entrada de materia prima, aumentar la recuperación de materiales y reducir los residuos generados. Si se compara este modelo con otros existentes puede verse como este se puede trasladar a diferentes modelos de negocio que tengan características distintas, pudiendo utilizarse de manera independiente o conjunta (Bianchini et al., 2019).

La tercera de las metodologías identificadas fue creada por Moonfish y busca promover un sistema económico donde no existan los residuos, consiguiendo este logro a través del ecodiseño y la optimización en el uso de los productos, los cuales deben ser creados para que puedan ser reparados y recuperados una vez han llegado al fin de su vida útil. El objetivo final es que estos productos no pierdan su valor a lo largo del tiempo, ya que haciendo ciclos de uso más cortos, los procesos se vuelven más eficientes. En este modelo es clave la colaboración

entre empresas para que los productos puedan gestionarse entre ellas para así lograr su posterior regreso al ciclo de uso (Bianchini et al., 2019).

Otro de los modelos estudiados por Bianchini y colaboradores (2019) es el propuesto por la entidad EIR Raw Materials, el cual propone un funcionamiento similar al desarrollado por Accenture, sobre todo debido a que el principal objetivo es la recuperación de materiales y la disminución consecuente de los residuos, pero a diferente de este, sí que identifica y propone mejoras para la gestión de residuos en cada una de las etapas de suministro (Bianchini et al., 2019).

Asociado a la implantación de las EC en zonas urbanas, se debe tener en cuenta el estudio llevado a cabo por Sanchez et al (2020), quienes realizaron un análisis de casos concretos de implantación de economía circular urbana donde los autores propusieron una metodología de cuatro fases donde se explora el territorio para identificar y seleccionar iniciativas en las zonas con mayor potencial de economía circular. Cada fase contiene a su vez recomendaciones de diferentes tareas a completar y herramientas disponibles para lograr los resultados esperados (Sanchez et al., 2020). En este artículo también se discuten los diferentes enfoques a adoptar en la aplicación de esta metodología, como el basado en la producción frente al basado en el consumo. Además, se hace hincapié en la importancia de colaborar con los agentes locales, con el fin de obtener propuestas concretas y validadas que se adapten a la realidad del territorio (Sanchez et al., 2020).

En relación con los modelos de implantación de la EC en el sector público, el cual no ha sido un gran campo de estudio hasta ahora, debe mencionarse la importancia que tiene este como motor de cambio, desarrollo de nuevas políticas y finalmente como consumidor de bienes producidos por las empresas (Klein et al., 2020). Los modelos más comunes se han centrado en cubrir las áreas de operaciones y procesos internos, dejando quizá de lado otros campos como la eficiencia energética, el aumento de la vida útil de los productos o el reciclaje (Klein et al., 2020). En el estudio realizado por Klein y colaboradores (2020) se destaca la importancia de avanzar en estos campos iniciales y dirigir las estrategias hacia metas más ambiciosas como la colaboración entre diferentes entidades, el aumento en el intercambio de información y la sensibilización de las personas que integran el sector.

Al analizar la situación actual, puede verse como la implantación del modelo de EC, a pesar de estar relativamente acotado su alcance, puede presentar numerosas barreras de todo tipo, debido sobre todo a la que investigación existente aún se queda corta a la hora de explicar cómo las empresas deben diseñar su modelo de negocio basado en los principios de circularidad (Centobelli et al., 2020).

Tras este análisis de modelos, se puede afirmar que se echa en falta una metodología que enfrente el reto de la implantación del modelo de EC de una manera diferente y sobre todo actualizada. Es decir, algunos de los modelos anteriormente mencionados (como el modelo de Accenture) tienen muy en cuenta la reducción de residuos y el reaprovechamiento de materiales, pero no disponen de herramientas que permitan medir la circularidad de un proceso de manera cuantitativa, ya que el proceso se reduce al principio más básico de la economía circular, que es atajar el problema de la escasez de materiales y la recuperación de estos a través de los residuos. Otro de los modelos analizados, el de la FEM, reduce la tipología de recursos de una manera demasiado simplista, separándolo en dos, además no tiene en cuenta los procesos de reducción de la producción desde el inicio y contempla la incineración

como parte de su proceso de circularidad, por lo que podría tacharse de poco ambicioso en relación con promover un sistema de reciclaje y recuperación efectivo.

El resto de los sistemas de implantación del modelo de EC no tienen en cuenta otras necesidades básicas como la cuantificación de la circularidad en los procesos, la falta de financiación necesaria en las empresas para ejecutar nuevos proyectos ambientales o la inclusión de los procesos de innovación como motor de cambio dentro de las empresas.

En relación a este último campo, algunos estudios como el de Peralta et al., (2019) han analizado los factores que influyen en el desarrollo de prácticas para la creación de modelos de negocio sostenibles, identificando que, aspectos como las expectativas laborales, el esfuerzo, la influencia social, las condiciones facilitadoras de los trabajadores o la financiación, entre otros, pueden afectar en la adopción empresarial de medidas de mejora ambiental (Peralta et al., 2019), por lo que tener en cuenta los procesos de innovación empresarial a la hora de proponer nuevas estrategias de cambio verde debe ser una de las acciones a tener en cuenta por las empresas.

Teniendo en cuenta esta situación de partida y la importancia que está adquiriendo el concepto de EC en las empresas, debido por una lado a la necesidad de optimizar y mejorar sus procesos, así como en el acceso a las fuentes de financiación destinadas a este fin, este estudio propone su propia metodología de implantación y medición de la circularidad en empresas, buscando así establecer en las mismas el punto de partida inicial para así evaluar y proponer escenarios de mejora ambiental adaptados a cada entidad. Además, se tiene en cuenta el papel que pueden tener las empresas de consultoría como agentes facilitadores del cambio y como expertas en la gestión de proyectos de I+D+i y el acceso a fuentes de financiación públicas.

5.2 Estrategias disruptivas actuales para el desarrollo de nuevos modelos de negocio

En este primer apartado, a partir de una búsqueda bibliográfica y estudio de la información, se ofrece un breve análisis de cada una de las herramientas y metodologías de creación de negocio o venta de producto seleccionadas en función del campo de actuación, su capacidad de adaptación profesional así como su potencial uso a la hora de desarrollar una nueva metodología de trabajo que permita a las empresas de consultoría facilitar a sus clientes la implantación del modelo de economía circular.

5.2.1 CANVAS

Modelo de desarrollo de negocio propuesto por Alexander Osterwalder en 2009 quien trabajó en modelos comerciales, desarrolló e introdujo el lienzo del modelo comercial para la gestión estratégica de negocios. Se trata de una metodología relativamente novedosa que busca crear de manera rápida un modelo de negocio a través de la organización de los siguientes 9 bloques asociados a las principales variables a tener en cuenta a la hora de emprender nuevas líneas profesionales (Lozano et al., 2019):

1. Segmento de clientes a los que se dirige el servicio.
2. Propuesta de valor que buscan *Resolver* los problemas y necesidades de los clientes.

3. Canales de comunicación con el cliente.
4. Relaciones con los clientes que la organización construye y mantiene.
5. Flujos de ingresos resultantes de propuestas de valor ofrecidas.
6. Recursos clave para el negocio, como los activos necesarios para ofrecer y entregar el producto final.
7. Actividades clave que se realizan para sostener el negocio.
8. Asociaciones clave con una red de proveedores y socios que apoyan la ejecución del modelo de negocio al proporcionar servicios específicos.
9. Estructura de costes que comprende todos los gastos incurridos en el nuevo modelo de negocio.

Como se muestra a continuación en la Figura 10, el modelo CANVAS ha sido utilizado para la implantación de modelos de Economía circular a nivel empresarial por algunos autores, específicamente para proponer una identificación rápida y una puesta en marcha acelerada que permitiera identificar los bloques principales sobre los que enfocar la idea de negocio (Lewandowski, 2016).

Socios	Actividades	Propuesta de valor	Relaciones con clientes	Segmento de clientes
<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones cooperativas digitales • Tipos de cooperación 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimización de procesos • Diseño de producto • Acciones de lobby • Recuperación y reciclaje • Intercambio de tecnología 	<ul style="list-style-type: none"> • Productos circulares • Ecodiseño • Incentivos para el retorno 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción bajo demanda • Decisión consensuada con clientes • Estrategias de marketing social 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipos de clientes
Recursos Clave			Canales	
<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo de mejores productos • Regeneración del capital natural <ul style="list-style-type: none"> • Virtualización de procesos • Recuperación de materiales 			<ul style="list-style-type: none"> • Virtualización 	
			Sistema de retorno de producto	
Coste de la estructura			Flujo de ingresos	
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación de escenarios • Incentivos a los clientes • Guías estratégicas de cuantificación de costes 			<ul style="list-style-type: none"> • Entrada de ingresos • Materiales recuperados 	

Figura 10. Modelo de negocio circular construido sobre la metodología CANVAS (adaptación) (Lewandowski, 2016)

En este ejemplo puede verse como bloques clave del modelo ejemplificado, como la propuesta de valor, el análisis de costes o las actividades del servicio, cuentan con propuestas asociadas al modelo de Economía circular, como por ejemplo presentar incentivos de retorno de productos, monitorizar los costes asociados al flujo de materiales o promover las actividades de reciclaje, entre muchos otros. No obstante, a pesar de tratarse de un modelo muy intuitivo y fácil de llevar a la práctica, se trata de una metodología ágil y rápida (Lewandowski, 2016), lo que ocasiona que se puedan pasarse por alto otros puntos de investigación que deben afrontarse a la hora de implantar una idea empresarial, como por ejemplo el análisis de resultados preliminares, o el desarrollo de pruebas piloto, entre otros, dificultando así el desarrollo de un modelo adaptativo de negocio.

5.2.2 Lean Startup

Filosofía de negocio basada en la obra del empresario americano Eric Rise quien publicó en 2011 su libro *Lean Startup* con el objetivo de identificar una serie de pasos a la hora de crear un nuevo producto o servicio empresarial. Las actividades propuestas en esta obra a la hora de empezar una nueva línea profesional están basadas en el principio de un inicio de incertidumbre total y sobre el cual se debe caminar y aprender para finalmente validar o desechar el modelo planteado al inicio de la hipótesis (Souza et al., 2019).

De esta manera, las premisas planteadas y mostradas en la Figura 11 buscan enseñar a gestionar un negocio a través de procesos de experimentación continua que el autor denomina como “crear-medir-aprender”. De esta manera, las pruebas realizadas ofrecen un *feedback* continuado de resultados que deben ser tenidos en cuenta a la hora de “pivotar” la dirección de la idea de negocio (Blank, 2013).

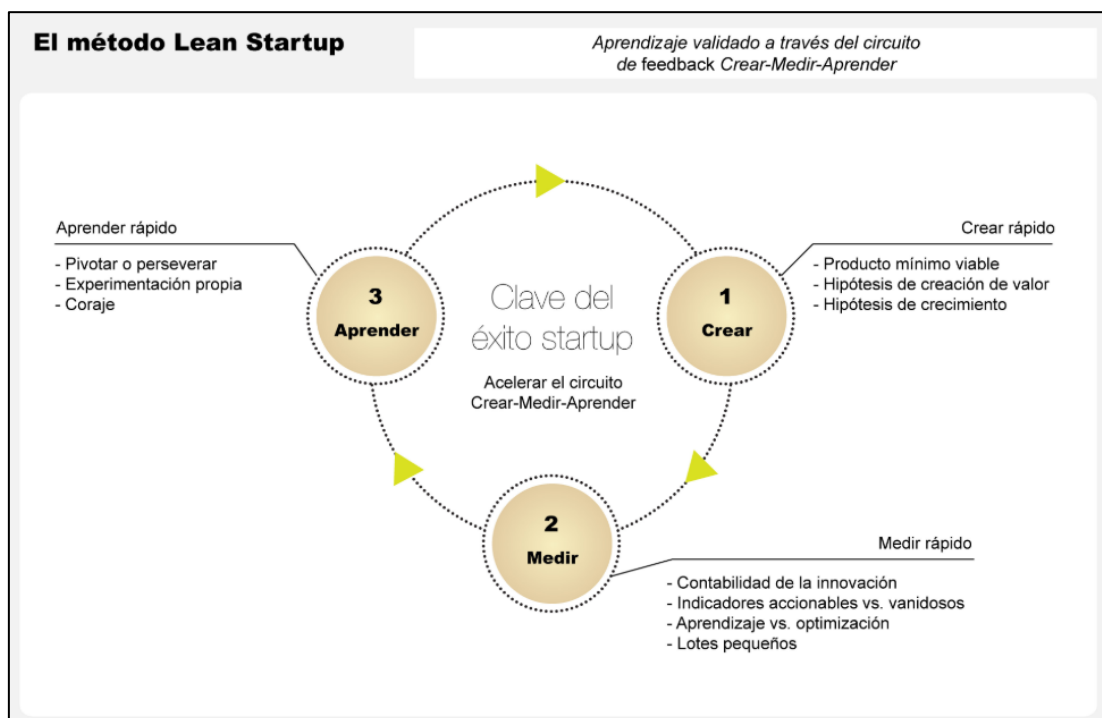


Figura 11. Circuito crear-medir-aprender del método Lean Startup (Ries, 2011)

Al inicio de estos tres puntos, se parte de un escenario con multitud de variables sobre las cuales el emprendedor debe abrirse paso a través de la toma de datos que le sirven para trazar una estrategia inicial. Esta recogida de información puede realizarse de manera óptima poniendo en marcha lo que el autor ha denominado como “producto mínimo viable” o PMV. Este concepto intenta así, validar o rechazar una idea o prototipo inicial a través de un primer contacto con los potenciales clientes y la recogida de respuestas, tanto satisfactorias como negativas, no siendo necesario finalizar la idea al completo para tener un primer escenario sobre el que trabajar. Una vez se obtienen resultados satisfactorios, Eric Rise afirma que se ha llegado a un punto de “conocimiento validado” el cual deberá incluirse dentro del cuerpo del proyecto. El proceso en sí presenta un aspecto negativo que el emprendedor debe tener en cuenta y es que su rapidez y sencillez muchas veces conllevan que la calidad del producto no sea la deseada, circunstancia que suele no agradar a quien intenta desarrollar un negocio. No obstante, el autor de la obra indica que, si bien esto es cierto, también existen otras ventajas que compensan este hecho, como por ejemplo, que esto limita la pérdida de recursos, tanto temporales como económicos, al ofrecer una visión rápida del proyecto sobre la cual pivotar de nuevo. De esta manera, la obra muestra como el/la emprendedor/a puede avanzar en el proyecto de manera segura y asumiendo una serie de riesgos mínimos, afianzando así su idea a través de un proceso de investigación adaptativa.

Por otro lado, a pesar de que el modelo *Lean Startup* ha sido propuesto por algunos autores como línea a seguir a la hora de implantar modelos de economía circular e innovación (CBMI) (Mentink, 2014), esta solución presenta algunos inconvenientes a la hora de implantar una nueva línea de negocio desde el punto cero. Esta afirmación se debe a que el modelo *Lean Startup* es prácticamente opuesto al modelo CANVAS, ya que mientras que este último se centra en definir los puntos principales del negocio en modo de bloques, el segundo propone un marco experimental como eje principal (Steve Blank, 2013). Como consecuencia de ello, la metodología plasmada en el presente apartado presta poca atención a factores clave como el análisis de costes, el sector clave del negocio o la red de comunicación con los clientes. Es por ello que el método *Lean StartUp* parece ser un buen punto de inicio teórico/práctico pero con poca capacidad de llevarse a cabo si no se cuenta con los recursos económicos suficientes para ejecutar un proyecto de negocio, ya que un fracaso inicial podría imposibilitar la continuidad del mismo.

5.2.3 Validation Board

Asociado al método *Lean Startup* se encuentra también la herramienta *Validation Board*, la cual busca ofrecer un escenario que facilite la toma de decisiones apropiadas a la hora de validar o rechazar las posibles hipótesis de negocio (Ardyanti et al., 2019). Su estructura funcional tiene similitudes a una pizarra donde se integran los conceptos e ideas preliminares sobre los que trabajar las premisas establecidas. A su vez, esta pizarra o tablero, retratada en la Figura 12, cuenta con diferentes partes funcionales.

leanstartuPmachine **Validation Board** Project Name: _____ Team Leader Name: _____

Track Pivots	Start	1st Pivot	2nd Pivot	3rd Pivot	4th Pivot
Customer Hypothesis <i>Tip: For two-sided markets, always validate the riskier side first</i>					
Problem Hypothesis		<i>Remember: Limit one sticky-note per box Write in ALL CAPS Do not write more than 5 words on any sticky-note</i>			
Solution Hypothesis <i>Tip: Do NOT define a solution until you've validated the problem</i>					

Design Experiment	Riskiest Assumption	Results												
Core Assumptions <i>Any assumption that, if invalidated, will break the business</i>	Method <i>What is the lowest cost way to test the Riskiest Assumption?</i> Choose: Exploration, Pitch, or Concierge	Invalidated <i>If invalidated, pivot at least one Core Hypothesis</i> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td></tr> </table> Validated <i>If validated, transition and test the next Riskiest Assumption</i> <table border="1"> <tr><td>1</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td></tr> <tr><td>5</td><td>6</td></tr> </table>	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
1	2													
3	4													
5	6													
1	2													
3	4													
5	6													
	Minimum Success Criterion <i>What is the weakest outcome we will accept as validation?</i>													

GET OUT OF THE BLDG

www.ValidationBoard.com © 2012 Lean Startup Machine. You are free to use it and earn money with it as an entrepreneur, consultant, or executive, as long as you are not a software company (the latter need to license it from us).

Figura 12. Esquema funcional del tablero Validation Board (LeanStartupMachine, 2020)

Dentro de este panel, pueden diferenciarse diferentes secciones (Ardyanti et al., 2019). Empezando por la parte superior, se encuentra un primer apartado destinado a recoger las hipótesis más importantes del modelo de negocio planteado, las cuales a su vez han de ser validadas a la hora de poder ejecutar de manera exitosa el proyecto. Entre estas premisas se encuentran las hipótesis asociadas a campos como el sector de clientes clave, el anticipo ante situaciones problema y su solución o la capacidad de adaptabilidad del proyecto. En la parte inferior izquierda se puede encontrar la sección dedicada a la definición de pruebas y experimentos necesarios para validar las hipótesis iniciales. A su vez dentro de este apartado, los autores proponen una subdivisión de hipótesis como la denominada hipótesis clave, sección destinada a mostrar aquellos escenarios de negocio más críticos, o las de hipótesis método o de mínimo éxito, de carácter más operativo. Finalmente, la pizarra propone una última zona destinada a que el innovador pueda mostrar los resultados obtenidos a través de estas pruebas y análisis previos, permitiéndole así diferenciar entre supuestos válidos o rechazados.

A modo de resumen, esta herramienta busca ofrecer un entorno de validación asociado al ciclo de vida de la nueva idea de negocio a través de la experimentación empresarial que cubre aspectos clave de manera rápida y eficaz. No obstante, si se le compara con otras alternativas del mercado, se echa en falta un mayor énfasis en conceptos como el apoyo en la financiación a sus potenciales clientes, el análisis de las relaciones comerciales o los recursos necesarios para emprender la idea, por lo que, a pesar de ser una herramienta útil, su uso sería más apropiado a la hora de andar los primeros pasos en un entorno propio de una startup.

En relación con la metodología que se pretende crear en el presente documento, es difícil que esta cuente con un enfoque tan limitado como el aquí expuesto, ya que, aunque la parte experimental es un pilar clave que sostiene el presente proyecto, su rango debe ser más amplio

y abarcar aquellos puntos propios de una consultoría de negocio estratégica más completa, basándose en los conocimientos base de la empresa, así como de su capacidad de alcance.

5.2.4 *Software as a Service (SaaS)*

El SaaS es definido como un modelo de negocio de suscripción a través de la gestión de licencias y programas de entrega tipo software (Borgman et al., 2016). A pesar de no tratarse de una metodología de implantación de nuevas líneas de negocio en sí, la comercialización de productos de software a demanda, o más conocidos como Software as a Service (SaaS), sí que constituye un ejemplo de servicio adaptado cuyas características pueden tenerse en cuenta a la hora de ofrecer respuestas a las necesidades de los clientes de cualquier sector.

El SaaS se aplica al software del que se dispone a través de una conexión a Internet, haciendo así que el proveedor del servicio proporcione tanto el hardware como el software, dejando su uso y explotación a cada cliente. Además, las herramientas SaaS específicas de cada dominio pueden proporcionar capacidades de procesamiento de canalización, visualización y análisis de datos más extensos que las más convencionales (Borgman et al., 2016). A través de las herramientas proporcionadas, los usuarios crean cuentas individuales y los posibles costes generados se facturan de manera mensual o anual. Por ello, las tareas de puesta a disposición, mantenimiento o actualización de los programas son responsabilidad directa del proveedor, mientras que los usuarios acceden al software a través de un navegador (Ionos, 2019).

Entre las principales ventajas que ofrece este tipo de solución de negocio está la rápida puesta en funcionamiento de los servicios una vez se tiene identificada la tipología y el alcance a contratar por el cliente, el aprendizaje de usuario basado en manuales, la facilidad del mantenimiento en remoto o la capacidad de añadir nuevas herramientas que mejoren la propuesta inicial.

En la actualidad existen numerosos programas destinados a la gestión y monitorización del negocio, herramientas como Salesforce, Trello o Gyra son solo un ejemplo de cómo el SaaS puede colaborar de manera activa en los procesos de negocio.

En los últimos años han nacido muchos proyectos cuyo objetivo es demostrar el éxito que conlleva la aplicación de las herramientas tecnológicas al ámbito de la sostenibilidad, como ejemplo de ello, se indican a continuación algunos de los proyectos mostrados durante el 15th *International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems*, evento europeo dirigido a mostrar proyectos innovadores en el campo de la tecnología y la economía circular inteligente:

- *An Architecture for Blockchain over Edge-enabled. IoT for Smart Circular Cities* (Damianou and Katos, 2019).
- *IDEAL-CITIES – A Trustworthy and Sustainable Framework for Circular Smart Cities* (Angelopoulos et al., 2019).
- *Online Brine Platform: a tool for enabling industrial symbiosis in saline wastewater management domain* (Bakogianni et al., 2019).
- *Review of Security and Privacy for the Internet of Medical Things (IoMT) Resolving the protection concerns for the novel circular economy bioinformatics* (Hatzivasilis et al., 2019b).

- *The CE-IoT Framework for Green ICT Organizations The interplay of CE-IoT as an enabler for green innovation and e-waste management in ICT* (Hatzivasilis et al., 2019a).
- *Towards Systematic Specification of Non-Functional requirements for Sharing Economy Systems* (Symeonidis et al., 2019).

Por todo ello, ya sea a través de la monitorización de la actividad de una empresa, ayudando en el control de los procesos de gestión de residuos o sirviendo como plataforma de simbiosis empresarial, entre muchos otros, las empresas TICS que ofrecen servicios tipo SaaS pueden aportar un valor añadido de gran relevancia a aquellos entornos de gestión circular dentro de empresas productoras o logísticas.

5.2.5 Customer development

A través de esta herramienta de validación de negocio, propuesta por el emprendedor Steven Blank en su obra *The Four Steps to the Epiphany*, se busca ofrecer a los emprendedores un entorno donde desarrollar productos y servicios enfocados a las necesidades reales de los clientes target (Souza et al., 2020). Esta metodología busca romper con el modelo tradicional de ofrecer productos disruptivos que esperan emerger en el mercado como consecuencia de su innovación, ya que esto entraña riesgos asociados al posible desinterés de los clientes por el producto al no tenerseles en cuenta a estos a la hora de crear esta nueva línea o servicio (Blank, 2006).

Para ello, el autor propone una serie de claves consistentes en dirigir la fase de creación de negocio hacia la detección real de las necesidades de los clientes, es decir, saber qué es lo que estos desean en lugar de indicarles aquello que necesitan. En este sentido, al igual que varios de los casos expuestos anteriormente, se propone una serie de hipótesis iniciales mostradas en la Figura 13 que son ofrecidas a los clientes para su evaluación directa a través de procesos de descubrimiento, validación y creación de clientes para finalizar en el desarrollo de la empresa o producto final.



Figura 13. Fase de validación de producto basadas en la metodología Customer development (elaboración propia)

Durante la primera de las fases, la del descubrimiento de clientes, se busca contactar de manera directa con los potenciales interesados y así ver si de verdad existe interés y mercado para el proyecto que desea llevarse a cabo. Para ello, se puede preguntar directamente sobre opiniones

y gustos que posteriormente sirven para obtener un primer *feedback* sobre si la idea es buena, o si, por el contrario, debe desecharse o redirigirse a otro sector. A lo largo de la segunda fase, una vez superada la primera, se busca que aquellos potenciales clientes que aceptaron el producto lleven a cabo la compra del mismo, ya sea motu proprio o a través de contactos y terceros, para así poder validar a su vez la veracidad de la primera hipótesis a la vez que se hace una estimación del alcance de mercado. Una vez que se mantiene un flujo o sector de clientes estable, la metodología propuesta por el autor debe llevarse al tramo de creación masiva de clientes, intentando de esta manera que el producto llegue al público general a través de los mercados.

La última y cuarta fase de la metodología es la de llevar a cabo la creación de la empresa o desarrollo final del producto, donde se utiliza toda la información recogida durante las fases anteriores para construir de la manera más estable posible el nuevo negocio, pasando además a la fase oficial y de explotación del mismo (Blank, 2006).

De esta manera se propone un enfoque totalmente dirigido a *Resolver* las necesidades del mercado y de los clientes lo que, a la hora de desarrollar el producto final, constituye un pilar de crecimiento seguro ya que se ha obtenido a través de procesos de estudio de mercado continuos. Por el contrario, se trata de un modelo que persigue crear un producto final definitivo, es decir, si se tratase del desarrollo de un nuevo modelo de coche, esta metodología podría ser adecuada ya que, una vez estudiadas las necesidades de un grupo significativo de personas, se podría ofrecer un producto final adecuado.

Sin embargo, para el alcance del presente proyecto, el método *Customer development* puede ser de gran utilidad a la hora de llevar a cabo las primeras pruebas en las empresas partícipes ya que serviría para recabar información sobre cómo trabajan, que información se les debe solicitar o el grado de implantación del modelo circular deseado. Esta capacidad de identificación de necesidades, precisamente por tratarse de una metodología de alta especificidad, hace que esta forma de desarrollo profesional sea una de las líneas a tener en cuenta a la hora de cumplir con el objetivo del proyecto, ya que, sumado a la amplia capacidad adaptativa propuesta en este trabajo, este hecho hace que se pueda responder a las cuestiones planteadas desde casi cualquier escenario.

5.2.6 Peer to peer (P2P)

Se trata posiblemente del modelo con más repercusión mediática y social de los últimos años. Es la metodología utilizada por plataformas como Amazon, Airbnb, Cabify o el modelo Bitcoin, entre muchos otros, negocios que en la actualidad, según la web de negocios América Retail, generan miles de millones de euros de manera anual (América Retail, 2021). La propuesta está basada en una estructura de conexión que facilita el intercambio de archivos e información entre terminales sin que sea necesario la intervención de un tercero. De esta manera, se crea negocio a través de la comercialización de servicios mediante el uso de aplicaciones y plataformas de venta *online* (Einav et al., 2016).

Al tratarse de un modelo de negocio directo, esta metodología permite ofrecer un producto más económico que el de mercado, ya que además elimina intermediarios y promueve un modelo más asociativo (Einav et al., 2016). Esta novedosa forma de crear empresa ha sido adoptada además por otras entidades a la hora de ofrecer servicios que a primera vista no

contaban con un enfoque tan comercial, como es el caso de herramientas como *Wetransfer* o las plataformas de *crowdfunding*, las cuales pueden obtener ingresos a través del cobro por servicio o incluso por la inclusión de publicidad dentro de la propia herramienta.

El crecimiento exponencial de este tipo de negocios se explica por las ventajas que, tanto compradores como vendedores, encuentran en su explotación, ya que para los primeros es fácil encontrar productos a un precio más reducido, visualizar de forma masiva miles de artículos o incluso acceder a herramientas de intercambio con otros usuarios. Para la parte vendedora este tipo de soluciones ha facilitado el acceso a mercados globales, la reducción de costes asociados al mantenimiento de establecimientos o incluso un ahorro económico como consecuencia de la reducción de las comisiones de terceros.

Un ejemplo de cómo este tipo de herramientas puede utilizarse para la optimización de proyectos ambientales y energéticos se muestra en el estudio publicado por Zhang et al. (2017) en la Tabla 2, donde los autores muestran un completo listado de proyectos donde personas individuales pueden comprar y vender la energía generada por ellos mismos a terceros.

Tabla 2. Listado proyectos P2P de compra venta entre particulares de energía (Zhang et al., 2017)

Project Name	Country	Start Year	Objectives	Network Size	P2P? Layers	Outcomes	Shortcoming
Piclo	UK	2014	P2P energy trading platform from suppliers perspective	National	Business	A P2P energy trading platform	No discussion on local markets
Vandebrom	Netherland	2014	P2P energy trading platform from suppliers perspective	National	Business	A P2P energy trading platform	No discussion on local markets
PeerEnergyCloud	Germany	2012	Cloud-based P2P Energy Trading Platform, Smart Home	Microgrids	Energy Network, ICT	Cloud-based platform for smart homes	No discussion on control system
Smart Watts	Germany	2011	Optimizing energy supply via ICT	Regional	Energy Network, ICT	A smart meter gateway as interface to Internet of energy	No discussion on control system
Yeloha, Mosaic	US	2015	Solar sharing network for lower energy bills.	Regional	Business	Terminated due to funding issues	No discussion on local markets
SonnenCommunity	Germany	2015	P2P energy trading with storage system	National	Energy Network, Business	A P2P energy trading platform (online)	No discussion on local markets
Lichtblick Swarm Energy	Germany	2010	IT platform for energy markets and customers	National	Energy Network, ICT	Plenty of services provided by the energy supplier	No discussion on local markets
Community First! Village	US	2015	Energy sharing from donations	Community	Business	Saving energy bills for poor people	No discussion on ICT and control system
TransActive Grid	US	2015	P2P energy trading within Microgrids using Blockchain	Grid-connected Microgrids	Energy Network, Control, ICT, Business	Automatic energy trading platform within Microgrids	Communication before exchange was ignored
Electron	UK	2016	Energy metering and billing platform using Blockchain	Unknown	Energy Network, ICT, Business	Not started yet	Not started yet

A modo de ejemplo de aplicación de esta herramienta en un entorno de fomento de la EC en Catalunya, con el objetivo de promover los proyectos de simbiosis empresarial, la propia administración, a través del Área Metropolitana de Barcelona (AMB), llevó a cabo en 2018 el desarrollo de la Plataforma d'economía circular, entorno web que aglutina empresas, expertos y listado de buenas prácticas de la zona. Como se muestra en la Figura 14 correspondiente a esta herramienta, ésta cuenta con una serie de puntos de filtro que sirven para localizar entidades, organismos e incluso personas particulares y clasificarlas en función de la temática deseada.

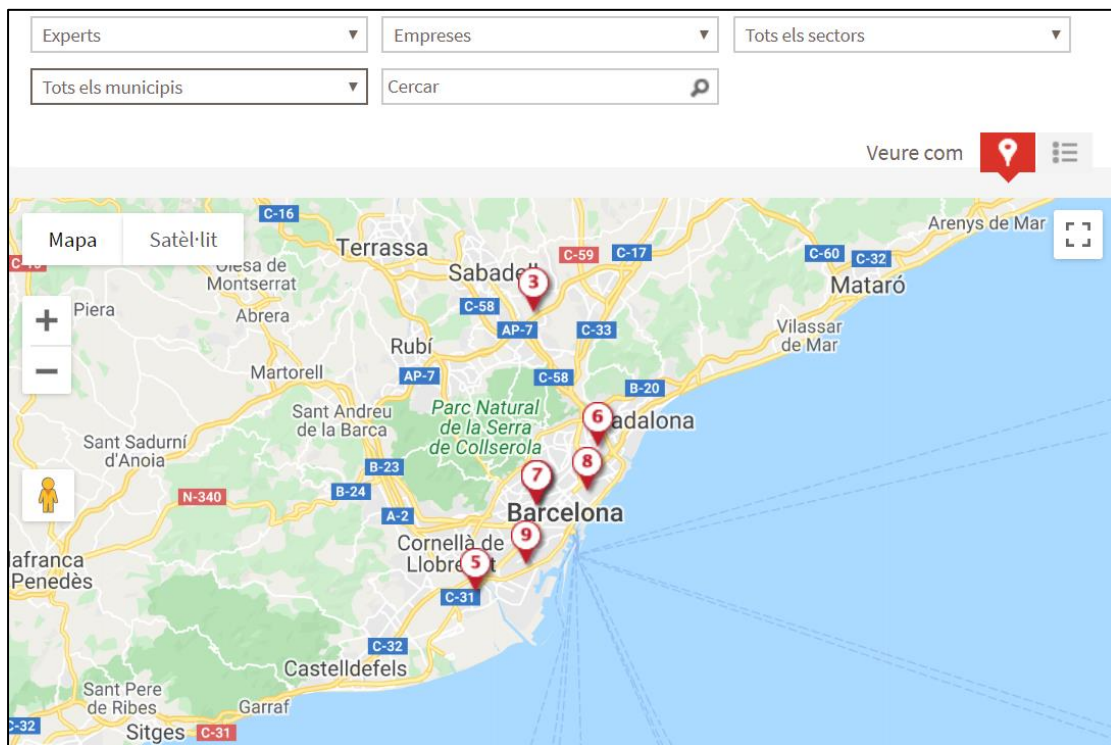


Figura 14. Interfaz de búsqueda de la Plataforma d'economía circular promovida por la AMB

De esta manera, puede verse como la creación de herramientas y nuevos modelos de negocio y cooperación, pueden coordinarse de manera adecuada para crear entornos tecnológicos que promuevan la adecuada gestión de los recursos a la vez que permite el desarrollo de negocio de una forma más sostenible.

5.2.7 SOSTAC

Más que tratarse de una metodología de negocio en sí, la herramienta SOSTAC (*Situation, Objectives, Strategy, Tactic, Action y Control*) se enfoca al desarrollo de estrategias de Marketing empresarial. Se trata de una herramienta desarrollada por PR Smith en la década de los 90 pero que, a día de hoy, sigue siendo aplicada en los mercados (Cáceres, 2017). Como se indica en la propia web del autor, esta herramienta busca ofrecer una estrategia de negocio basada en los seis pasos que se resumen en la Figura 15.

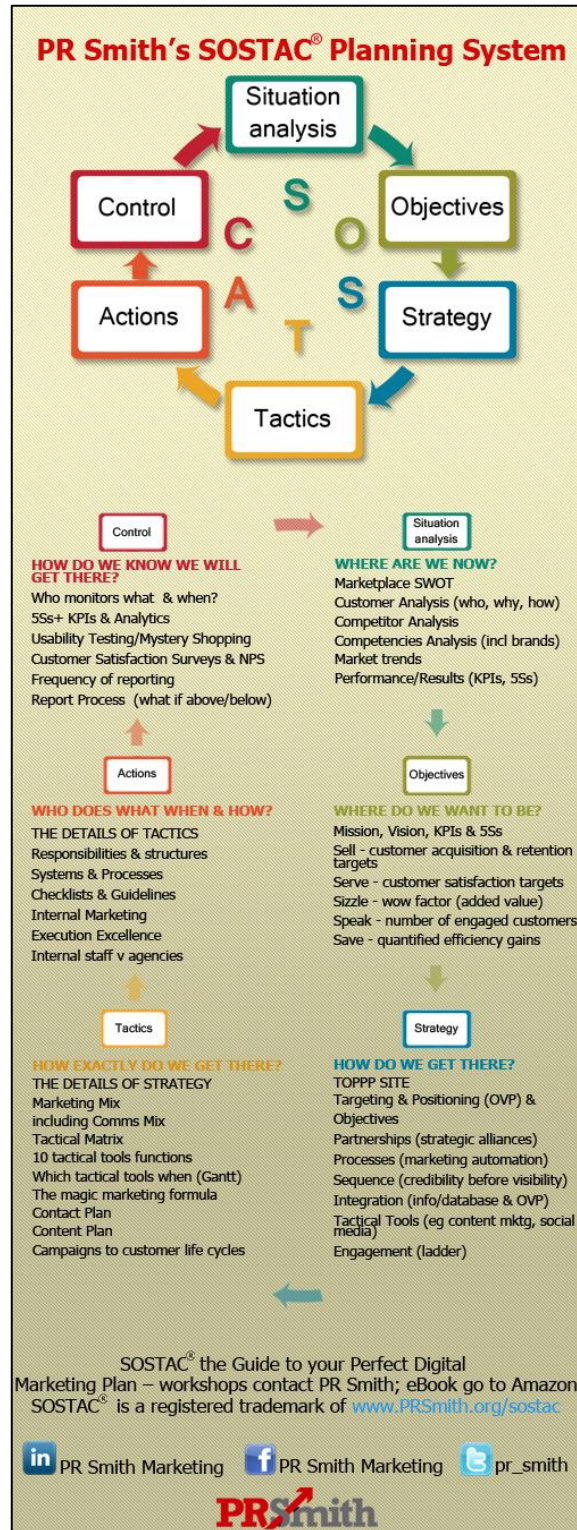


Figura 15. Pasos de la metodología Sostac

El primero de ellos, el análisis de la situación actual (*Situation*), propone estudiar el entorno competitivo de la empresa, haciendo énfasis en puntos como los canales de distribución, el estudio de la competencia o el conocimiento del punto de partida de la propia empresa a la hora de desarrollar una nueva línea de negocio. Una vez superada esta primera fase, el autor propone pasar a la identificación de los objetivos de negocio (*objectives*) que se desean alcanzar;

estos pueden ser el aumento de ventas de un producto, la mejora en el posicionamiento de la empresa o la creación de nuevas herramientas de negocio, entre otros.

Al conocerse ya el punto de partida y donde se quiere llegar, el tercer pilar sobre el que trabajar (*strategy*) busca establecer los pasos a dar para lograr alcanzar las metas deseadas a partir de la situación de inicio de la empresa. A su vez, estas estrategias pueden dividirse en pequeñas actuaciones dirigidas a facilitar la consecución de cada uno de los objetivos marcados.

El cuarto punto sobre el que hacer énfasis (*tactic*), se enfoca en el desarrollo de tácticas de trabajo que se entrelazarán con la estrategia predefinida para así facilitar el camino hacia los objetivos del nuevo producto o línea a desarrollar a través del plan de acción, el cual constituye el quinto elemento (*action*) y que a su vez engloba las tareas proactivas que deben llevarse a cabo, así como un análisis de los resultados obtenidos durante el proceso.

El sexto y último bloque (*control*) se centra en llevar a cabo el control de todo el proceso, asegurándose de que se cumplen las pautas establecidas y de que los resultados son los esperados.

Se trata pues de una metodología que comparte muchos pasos con otras de las ya descritas con anterioridad, como el enfoque de análisis de situación, la evaluación de resultados o el establecimiento de estrategias para lograr los objetivos marcados.

Si bien se trata de una herramienta bastante completa, como se indicaba al inicio de la descripción, SOSTAC es comúnmente utilizada para crear nuevas estrategias de Marketing, por lo que aunque comparte muchos de los pasos necesarios asociados a la creación de nuevos modelos de negocio, esta parte de la premisa de una empresa ya establecida dentro del sector, con una fuente de ingresos estable y que por lo tanto no contempla escenarios de precaución, desarrollo experimental o búsqueda de *partners* o socios clave.

En relación con la aplicación de este tipo de estrategia a la hora de cumplir con el objetivo planteado, se hace difícil una aplicación estricta de la misma, ya que su implantación conllevaría un esfuerzo para establecer una forma de marketing específica dentro de una entidad que ya cuenta con una forma de trabajo al respecto muy asentada y que ha demostrado ser efectiva. Por ello, a la hora de promover y fomentar el futuro servicio de consultoría sobre EC a los clientes de la consultora, la nueva metodología puede aprovechar los pasos propuestos por SOSTAC en campos como el establecimiento de estrategias de captación de clientes, así como de forma de identificación de aquellas acciones clave para resultar de interés a las futuras empresas.

5.2.8 DAFO

Se trata de una herramienta básica e intuitiva cuyas bases datan de 1952 pero que aún así, a día de hoy, es promovida por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MINCOTUR) como herramienta básica a la hora de enfocar la creación de un nuevo servicio o negocio. El análisis DAFO busca identificar las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de una empresa o producto y que estas sirvan para tomar decisiones a futuro. A su vez, divide estas variables en factores interno (fortalezas y debilidades) y externos (amenazas y oportunidades) para llevar a cabo la creación de una matriz que muestra de manera visual cada uno de los

estos elementos y su contenido (Aliaga et al., 2018), estos bloques que componen la herramienta se muestran en la Figura 16.

Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Compaginar las actividades • Desconocimiento del mercado • Poca experiencia en el sector 	<ul style="list-style-type: none"> • Poco personal especializado para contratar • Condiciones rígidas de los clientes • Escaso margen de beneficio
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Actividad innovadora • Experiencia en grandes empresas • Campo de especialización identificado 	<ul style="list-style-type: none"> • Legislación abierta a cambios • Clientes dispuestos a la transformación • Poca inversión

Figura 16. Ejemplo teórico de análisis DAFO (Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2020)

Se trata de una herramienta de fácil uso y que busca ofrecer a los nuevos emprendedores una solución que les permita dar los primeros pasos a la hora de llevar a cabo la creación de su negocio, siendo incluso necesaria su inclusión en algunos casos dentro del plan de negocio que deben presentar las empresas de nueva creación. Dentro del presente proyecto, este modelo puede ofrecer una solución inicial a la hora de plantear el escenario sobre el que construir la metodología a desarrollar, sobre todo en los escenarios dedicados a la identificación de debilidades, ya que a pesar de intentar desarrollar una solución para las empresas que deseen crear un modelo de negocio más sostenible, este podría no ser atractivo o adaptable a las mismas si no se tienen en cuenta cada uno de los factores que afectan a las empresas, constituyéndose así como una debilidad.

Por otro lado, la aplicación del modelo DAFO al proceso de identificación de oportunidades, también puede ser un punto a tener en cuenta, ya que a pesar de que la aplicación del modelo circular debería haber sido aplicado hace muchos años, su uso se está viendo necesario de verdad en los últimos años, sobre todo debido a las presiones ejercidas por parte de las administraciones, por lo que saber exactamente los nichos de negocio sobre los que actuar o qué servicios ofrecer, constituyen el pilar de identificación de oportunidades de la presente metodología. Además, el análisis DAFO, presenta muchos puntos en común con otros modelos ya citados, especialmente con el modelo CANVAS, haciendo ambos hincapié en cuestiones como las oportunidades de mercado, la identificación de recursos clave para la empresa o la especificidad de las actividades internas de desarrollo de negocio.

5.2.9 Product Service System (PSS)

La venta de productos a través de servicios, o también conocido en inglés por la terminología *product service system* (PSS), es una terminología o forma de negocio que fue propuesta en 1994 con el objetivo de promover un cambio hacia una economía más sostenible (Stahel, 1994).

Es por ello que, a día de hoy, la implantación de este concepto se considera una de las herramientas más efectivas a la hora de apoyar proyectos de gestión asociados a la economía circular (Mendoza et al., 2017), ya que sustituye gran parte de los residuos generados o de los productos necesarios por servicios específicos ofrecidos por particulares y empresas

especializadas. A la hora de diferenciar los tipos de PSS existentes en el mercado, algunos autores proponen una clasificación en tres categorías, donde se pueden diferenciar servicios orientados a productos, servicios orientados al uso y servicios orientados a resultados (Tukker, 2015).

Cuando se desea trabajar siguiendo la metodología PSS, las empresas buscan ofrecer un paquete o servicio funcional que sustituya la adquisición de productos en sí, promoviendo de esta manera un negocio más sostenible, aunque en algunos casos el resultado final no sea del todo suficiente y ello obstaculice el potencial inherente a este modelo de negocio (Bezerra et al., 2016). De esta manera, los beneficios ambientales varían, por ejemplo, respecto a la sostenibilidad ambiental de los servicios orientados a productos, solo las acciones dirigidas a mantener y optimizar el desarrollo de los mismos podrían desembocar en una mejora de los resultados y la calidad, ya que en el objetivo principal seguiría siendo vender el mayor número posible de unidades (Bezerra et al., 2016).

Para el caso de los servicios enfocados al uso, también debe analizarse caso a caso, ya que si bien puede parecer que la aplicación de este PSS puede ser beneficiosa, se pueden encontrar casos, como por ejemplo en el servicio de alquileres de casas o vehículos, donde algunos de los usuarios al no sentirse propietarios de los bienes, , acaban generando una gran cantidad de daños debido al mal uso (Bezerra et al., 2016) o que incluso los precios por uso asciendan y esto ocasione malestar social, como es el caso de los ya famosos alquileres turísticos.

En relación al último de los PSS descritos, los servicios orientados a resultados son considerados hasta la fecha los menos comunes, pero a la vez los que cuentan con un mayor potencial de mejora, ya que, en este caso, los materiales creados no tienen un valor final, si no que el éxito está centrado en la obtención de resultados finales, por lo que es una vía a explotar en el futuro (Bezerra et al., 2016). Finalmente, otros autores apuestan por crear una metodología PSS que consiga abarcar estos tres pilares y conforme así una estrategia completa que poder implementar a un nivel superior en las empresas (Reim et al., 2016).

Al analizar la bibliografía existente sobre el grado de alcance de los PSS, puede verse que estos pueden relacionarse con un gran número de temáticas y factores donde su aplicación podría revertir en mejores de sostenibilidad. Un ejemplo aparece mostrado en la Figura 17, obtenida del trabajo de Bezerra et al, donde se indican cinco factores o pilares de sostenibilidad sobre los que pivotan otras dieciocho acciones como el uso de tecnologías limpias, la educación social o la innovación asociada a nuevos productos, todas ellas clave a la hora de emprender proyectos de Economía circular a nivel social y empresarial.

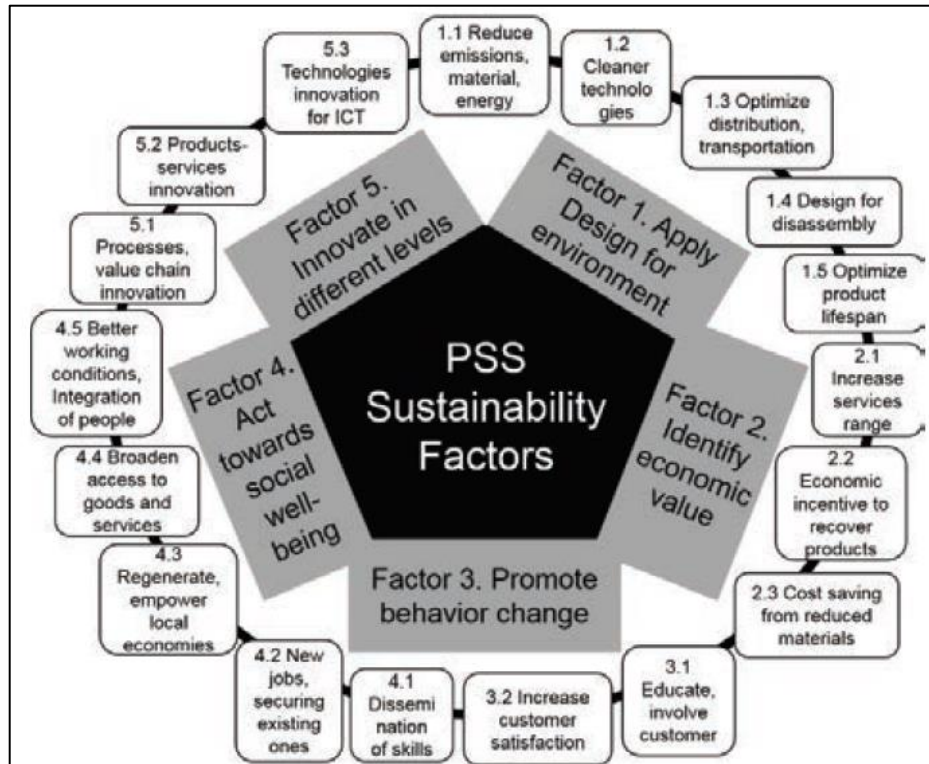


Figura 17. Factores asociados a los PSS (Bezerra et al., 2016)

Para el caso expuesto en la figura anterior, puede verse como los factores 1,2 y 5 guardan una relación directa con acciones que deben tenerse en cuenta a la hora de ofrecer una solución integral por parte de una empresa de consultoría, ya que buscan optimizar procesos como el ecodiseño, los incentivos económicos o los servicios de innovación, siendo todos ellos susceptibles de incorporarse a un servicio enfocado a la aplicación del modelo circular. A modo de resumen, la aplicación de PSS puede ayudar en la sustitución de otros servicios, así como en la reducción y mejora de los procesos de fabricación de productos, por lo que su uso se encuentra relacionado directamente con la aplicación de avances ambientales. Además de ello, su uso también ha sido analizado en algunos casos a través de los indicadores *RESOLVE* (*regenerate, share, optimize, loop, virtualize, exchange and implement*), los cuales ofrecen una serie de seis puntos sobre los que evaluar el campo de actuación de una metodología o servicio concreto (Ellen MacArthur Foundation, 2015).

Para el caso de los servicios PSS, según el estudio de Mendoza et al (2017), estos se pueden localizar principalmente en las áreas asociadas a compartir (*share*), virtualizar o digitalizar (*virtualize*) e implementar (*implement*) (Mendoza et al., 2017).

Se trata por lo tanto de una metodología bastante útil que, a pesar de no abarcar la totalidad de los campos recogidos por los puntos de control *Resolve* sí que ofrece soluciones parciales a varios de ellos, proponiendo además una reducción en el uso de materiales a la hora de llevar a cabo los procesos productivos, lo que la convierte en una metodología a tener en cuenta a la hora de desarrollar cualquier producto o servicio de gestión e implantación del modelo de Economía circular.

5.3 Comparativa de modelos y diseño de una nueva metodología para la evaluación e implantación de la EC en empresas

5.3.1 Comparativa de modelos de creación de negocio y herramientas de servicios.

En el apartado anterior se ha llevado a cabo el análisis y la revisión de los campos de actuación y las propuestas de trabajo de nueve de las herramientas y metodologías de creación de servicios más destacadas de los últimos años. Muchas de ellas presentan grandes similitudes a la hora de abordar el desarrollo de una nueva línea de negocio, por ejemplo, para los casos de las metodologías CANVAS y DAFO, ambas proponen al emprendedor prestar atención a aspectos como la definición de actividades clave del negocio, el estudio de recursos clave disponibles o la identificación de los clientes *target* u objetivo, entre otros.

De forma paralela, este análisis también ha localizado algunas metodologías, como por ejemplo *Lean Startup* o *Customer Development* que, en lugar de proponer un escenario analítico, incitan al desarrollador del proyecto a llevar a cabo una serie de pruebas y validaciones que permitan conocer el escenario sobre el que este se mueve, para después, pivotar y redirigir la idea de negocio una vez se tienen los resultados de estos experimentos. A nivel temático se ha localizado algún ejemplo, como es el caso de la metodología PSS, cuyo enfoque inicial está muy arraigado al desarrollo de proyectos de mejora ambiental, por lo que su uso y adaptación a otros modelos de este mismo campo de trabajo debería resultar, a priori, relativamente fácil, ya que tiene en cuenta conceptos como la optimización de recursos naturales o el desarrollo de estrategias empresariales sostenibles. De manera opuesta, también se han identificado otros modelos de desarrollo de negocio bastante antagónicos a nivel conceptual, como es el caso del modelo SOSTAC, el cual es dirigido de manera sistemática a poner en marcha herramientas de carácter publicitario, dejando a un lado la sostenibilidad, incluso enfrentando de manera irremediable su uso al objetivo de lograr un crecimiento empresarial sostenible.

Sin embargo, a la hora de implantar nuevas herramientas de sostenibilidad, algunos de estos escenarios de desarrollo/herramienta de negocio, como es el caso de SaaS, PSS o P2P proponen el uso de las nuevas tecnologías como fuente de control de datos, monitorización de entornos o desarrollo de nuevos modelos de negocio cuyo funcionamiento no esté enfrentado al cuidado del medioambiente.

Con el objetivo de ver cuáles son los puntos de negocio que, de manera más o menos recurrente, son foco de atención por los modelos/herramientas anteriormente citadas, en el presente documento se ha llevado a cabo la clasificación en cuatro bloques (empresa, recursos económicos, clientes y fase experimental) de cada una de las actividades propuestas por estos modelos para así valorar la recurrencia en cada una de estas herramientas. Esta clasificación por bloques se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Puntos de impacto sobre los que desarrollar nuevos modelos de negocio empresarial

Herramienta	Referencia*	Empresa			Recursos económicos			Clientes			Fase experimental		
		Propuesta de valor	Actividades clave	Socios clave	Recursos clave	Flujo de ingresos y gastos	Optimización de recursos	Relaciones con los clientes	Clientes objetivo	Financiación	Desarrollo y pruebas	Análisis de resultados	Flexibilidad de negocio
CANVAS	(Lewandowski, 2016) (Lozano et al, 2019)	◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆				
Lean Startup	(Ries, 2011) (Blank, 2013) (Mentink, 2014)	◆					◆		◆		◆	◆	◆
Validation Board	(Ardyanti et al., 2019) (LeanStart Up Machine, 2020)	◆									◆	◆	
Software as a Service (SaaS)	(Ionos, 2019) (Angelopoulos et al., 2019) (Bakogianni et a.l, 2019)	◆	◆								◆	◆	◆
Customer Development	(Blank, 2006) (Souza et al, 2019)	◆			◆		◆	◆			◆	◆	◆
Peer to Peer (p2p)	(Einav et al, 2016) (Zhang et al., 2017)	◆	◆		◆	◆		◆					◆
SOSTAC	(Caceres, 2017)	◆	◆						◆				◆
DAFO	(Aliaga et al., 2018)	◆	◆		◆	◆	◆		◆				
PSS	(Stahel, 1994) (Tukker, 2015) (Bezerra, 2016) (Mendoza et al., 2017)	◆	◆				◆	◆					◆

Cada uno de los **cuatro grandes bloques de trabajo** identificados se compone además de las líneas que se describen a continuación y que a su vez fueron localizadas según se indica dentro de la estrategia de negocio de cada una de las herramientas/modelos descritos:

Bloque 1. Empresa

En este bloque se recogen aquellos aspectos a tener en cuenta dentro de la propia empresa a la hora de llevar a cabo el desarrollo de un nuevo servicio o metodología de trabajo.

- **Propuesta de valor.** Recoge aquellos conceptos y respuestas que hacen único al modelo de trabajo propuesto y que constituyen el pilar sobre el cual se construye toda la actividad del modelo.
- **Actividades clave.** Trata de detallar cuáles serán las tareas que deberán acometerse tanto en el día a día del nuevo modelo de negocio como aquellas que deberán aclararse y definirse para darle forma a la propuesta de valor.
- **Socios clave.** Busca identificar aquellos departamentos internos, especialistas o incluso socios externos a la empresa que puedan aportar un valor fundamental y añadido al nuevo proyecto de negocio.

Bloque 2. Recursos económicos

En este apartado se busca identificar el flujo de entrada y salida, es decir, costes y beneficios con los que se cuenta para emprender el proyecto, así como las perspectivas de futuro a la hora de poner en marcha el nuevo proyecto.

- **Recursos clave.** Identificación de la cuantía y el origen de los fondos necesarios para poner en marcha la idea del proyecto.
- **Flujos de ingresos y gastos.** Apartado dedicado a identificar, optimizar y hacer previsión de los ingresos y los gastos que se tendrán una vez el modelo de negocio esté en funcionamiento.
- **Optimización de recursos.** Actividades enfocadas a reducir costes, aumentar ingresos, aportar valor añadido y dar estabilidad económica a la empresa.

Bloque 3. Clientes

- **Relaciones con los clientes.** Definición de las vías de comunicación, captación, mantenimiento y trabajo diario con los clientes objeto del servicio desarrollado.
- **Clientes objetivo.** Procesos asociados a la definición del sector/es al cual acudir en búsqueda de los futuros clientes en función de la tipología de servicio desarrollada y su adecuación a la actividad de estos.

- **Oportunidades de financiación.** Uso de motores de búsqueda y oportunidades de financiación que faciliten a los futuros clientes el acceso a los servicios ofrecidos, tanto de manera directa como indirecta.

Bloque 4. Fase experimental

- **Desarrollo y pruebas.** Procesos de validación de hipótesis y premisas de negocio que buscan aportar información sobre la validez de la idea de servicio a través de pruebas comerciales.
- **Análisis de resultados experimentales.** Estudio de los resultados obtenidos durante la fase de pruebas, análisis de escenarios de negocio posibles y desarrollo de nuevos métodos de validación.
- **Flexibilidad de negocio.** Capacidad de variar el rumbo de la idea inicial una vez se han llevado a cabo las pruebas y los análisis desarrollados en la validación de las hipótesis iniciales.

Una vez definido cada uno de estos bloques en los que se pueden localizar las diferentes líneas de cada uno de los nueve modelos analizados, puede verse de nuevo que, si bien hay ciertas similitudes, muchos de ellos tienden a centrarse únicamente en los procesos básicos de identificación, como es el caso de los modelos *CANVAS*, *P2P* o *Customer Development*, mientras que otros apuestan fuertemente por el desarrollo de negocio a través de la propia experimentación y flexibilidad de negocio, como los modelos de *Validation Board* o *Lean Startup*

Así mismo, ninguno de ellos presenta de forma directa, soluciones dirigidas a la captación de clientes a través del acceso a modelos de financiación ofrecido a los potenciales clientes. Debe tenerse muy en cuenta que hoy en día, el acceso a ayudas económicas relacionadas con la I+D+i empresarial es un proceso clave para toda aquella empresa que desee aportar valor a su empresa, por lo que identificar este servicio para las empresas, también puede hacer que estas vean un determinado modelo de negocio más atractivo al contar con financiación adicional.

Por otro lado, es normal que estas variables no se incluyan directamente dentro de las propuestas de modelos, ya que no se tratan servicios estándar que pueda ofrecerse a la ligera, ya que gestionarlo de manera adecuada conlleva contar con un equipo de especialistas que puedan llevar a cabo este asesoramiento empresarial.

5.3.2 Diseño de la metodología para la evaluación e implantación del modelo de EC

Tras el análisis de las metodologías y herramientas seleccionadas, así como la visualización de su alcance funcional, se ha buscado construir una metodología propia basada en esta información, así como en la inclusión de nuevos apartados que se consideren necesarios para ofrecer una mayor robustez al presente proyecto. Atendiendo así a los bloques ya identificados, se detalla a continuación su contenido así como los bloques seleccionados para el desarrollo de la metodología de implantación del modelo de economía circular a nivel empresarial por parte de las empresas de consultoría.

Bloque 1. Empresa

En este apartado se muestra el alcance de las tareas por bloques dentro de la actividad de la empresa. Para el desarrollo de la nueva metodología **se ha considera importante incluir los aspectos relacionados con las líneas de “Propuesta de valor” y “Actividades clave”** dentro del esquema general de funcionamiento propuesto.

- **Propuesta de valor.** Siguiendo el objetivo marcado al inicio del presente proyecto, la propuesta de valor más significativa que debe recoger la creación de la metodología propia, es ofrecer un modo de proceder que permita al mayor número de empresas posibles adaptar su actividad al modelo de Economía circular, dando respuesta a las circunstancias individuales que estas presentan a la hora de adaptarlo a su actividad diaria. Se trata del valor clave, lo que dota de sentido a la metodología y la hace importante para las empresas de consultoría que deseen ayudar a sus clientes en la mejora de aspectos ambientales y de circularidad. La propuesta de valor busca ofrecer una solución específica para cada empresa, empezando por el análisis de procesos generales hasta desembocar en la generación de soluciones a las entidades.
- **Actividades clave.** Las principales tareas que deben acometerse están relacionadas con el análisis individual de la actividad de las empresas cliente, el estudio técnico de su modelo de negocio, la propuesta de mejoras basadas en los principios de mejora ambiental así como el asesoramiento en temáticas de financiación y desarrollo de nuevas líneas de negocio más sostenibles. El bloque de actividades clave y de propuesta de valor se encuentran muy enlazados ya el primero da sentido a su vez al segundo, ya que son las propias actividades las que dotan de valor y novedad a la metodología, quedando ambas incluidas dentro del proceso.
- **Socios clave.** Para la metodología propuesta, este punto no se considera clave ya que cada consultora debe aportar y ser conocedora de su experiencia y alcance técnico.

Bloque 2. Recursos económicos

A continuación, se describe el alcance asociado a la gestión de recursos económicos dentro de la línea del proyecto, los cuales a pesar de ser muy importantes, **no se han incluido de manera directa dentro de la metodología al tratarse de un aspecto interno de las propias consultoras** que deben evaluar a la hora de ofrecer este servicio, pero sin constituirse como un paso propio de la metodología.

- **Recursos clave.** Para el trabajo diario de las consultoras se debe disponer de personal de perfil comercial, así como de consultoría técnica de la propia empresa, quienes serán los encargados de contactar y ofrecer a los clientes el nuevo servicio desarrollado. Las consultoras suelen ser entidades que mantienen un contacto estrecho casi diario con sus clientes, por lo que esto no tendrá un coste económico significativo. Para completar la comprensión del nuevo servicio, se ha visto que podría ser recomendable llevar a cabo formaciones internas dirigidas a los equipos de consultores, ya que estos son en última instancia los que mantienen las líneas de comunicación abiertas con cada uno de los clientes, y son por lo tanto los primeros interlocutores de las empresas objetivo.

- **Flujos de ingresos y gastos.** Debido al incremento de los controles dirigidos a limitar la contaminación y el derroche energético dentro de las empresas, es presumible que estas recurran cada vez más a la contratación de servicios que les permitan seguir desarrollando su actividad, pero de una manera más sostenible, por lo que se cuenta con un nicho de mercado muy importante. Se recomienda tener en cuenta además que debido a los miles de clientes con los que cuentan las empresas de consultoría, donde se encuentran tanto grandes como pequeñas y medianas empresas, establecer una línea de contactos con ellas y hacer una estimación inicial de aquellas con mayor interés y potencial, debería ser uno de los primeros pasos a abordar por aquellas empresas interesadas en ofrecer este servicio ambiental para así evaluar riesgos y costes asociados.
- **Optimización de recursos.** Al tratarse de un servicio de consultoría, no se tienen previsto gastos adicionales más allá de la contratación del personal adecuado. Además, teniendo en cuenta el alto nivel académico con el que cuentan las empresas de consultoría (Asociación Española de Empresas de Consultoría, 2020), así como la variedad de perfiles, es asumible afirmar que el desarrollo de este servicio partiría de un punto de optimización muy alto.

Bloque 3. Clientes

Dentro de este tercer bloque, **se ha decidido incluir dentro de la metodología los aspectos asociados a la “Relación con clientes” así como a las “Oportunidades de financiación”.**

- **Relaciones con los clientes.** Debido a los procesos de asesoramiento y gestión de proyectos de miles de empresas en España, tanto los consultores, como los responsables comerciales y los jefes de equipo de las consultoras mantienen una relación estrecha con todos los clientes de su cartera. Durante años, se han establecido metodologías de intercambio de información, procedimientos de trato con cliente, así como el cumplimiento estricto de toda la normativa de protección de datos, por lo que las entidades cuentan con una experiencia asentada y una metodología de trato de cliente que se interpolará a la línea de negocio de gestión de la economía circular.
- **Clientes objetivo.** El presente proyecto busca llevar a cabo una metodología que permita que adopten o colaboren en la implantación de un modelo de gestión de recursos diferente, optimizado, que produzca beneficios económicos a las empresas y que, sobre todo, mejore la calidad ambiental de los procesos actuales. Por ello, se deben tener muy en cuenta a las empresas del sector productor-industrial, ya que generan un gran número de residuos a la vez que presentan un elevado consumo energético debido a sus procesos, presentando así un rango de mejora y optimización sobre el que trabajar. De forma complementaria, cada empresa de consultoría debe realizar un análisis asociado a las oportunidades potenciales que las empresas TICs así como del sector servicios, ya que estas pueden disponer también de puntos de mejora sobre los que actuar.
- **Oportunidades de financiación.** Sin duda alguna, como punto clave, debe fomentarse el uso de motores de búsqueda y oportunidades de financiación que faciliten a los futuros clientes el acceso a los servicios ofrecidos, tanto de manera directa como

indirecta. Esta opción no ha sido tenida en cuenta de manera directa por ninguna de las herramientas analizadas, por lo que al tratarse de un aspecto clave, este bloque ha sido tenido en cuenta a la hora de plantear la nueva metodología de trabajo.

Bloque 4. Fase experimental

Debido al alcance y novedad de la metodología, **los 3 bloques componen el apartado experimental han sido incluidos dentro de la metodología, con el objetivo de dotarla de una mayor flexibilidad adaptativa, ofrecer resultados empíricos y finalmente disponer de una capacidad de cambio y evolución en función de las necesidades de las empresas y los cambios normativos futuros.** Como se ha visto anteriormente, estos 3 bloques son:

- **Desarrollo y pruebas.** Con el objetivo de aumentar el aprendizaje, así como de obtener unos resultados extrapolables al resto de empresas, en el presente proyecto se contará con varias entidades que ejerzan como ejemplo piloto a la hora de implantar esta metodología. No obstante, una vez obtenidos los resultados iniciales, no se considera necesario mantener un estado de pruebas constantes, ya que se considerará que la metodología de trabajo está asentada en la empresa.
- **Análisis de resultados.** Además de contactar con las empresas-clientes, la metodología a implantar debe analizar de manera particular tanto sus procesos como su estado inicial en cuanto a procesos de circularidad. Para ello se utilizarán diferentes indicadores de circularidad, aplicados tanto antes como después de haber implantado las medidas de mejora ambiental, esperando así tener unos resultados sobre el trabajo realizado y punto sobre el que pivotar a la hora de ofrecer asesoramiento profesional.
- **Flexibilidad de negocio.** Tras el análisis de resultados, a cada una de las entidades partícipes se les ofrecerá un reporte individual que recogerá, entre otros puntos, el análisis inicial, las medidas de circularidad llevadas a cabo, resultados obtenidos tras la aplicación de los cambios y finalmente una propuesta de hoja de ruta futura con posibles actuaciones, compensaciones ambientales y posibilidades de financiación para sus proyectos.

De los 12 módulos identificados en cada uno de los 4 bloques, se han seleccionado un total de **7 módulos** que serán los pilares sobre los que construir y desarrollar la estrategia de negocio de la presente metodología. Los bloques seleccionados, así como el motivo de su inclusión se muestran a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Módulos (7) seleccionados para su inclusión en el desarrollo de la metodología de implantación del modelo de economía circular

Herramienta	Referencia*	Empresa			Recursos económicos			Clientes			Fase experimental		
		Propuesta de valor	Actividades clave	Socios clave	Recursos clave	Flujo de ingresos y gastos	Optimización de recursos	Relaciones con los clientes	Cientes objetivo	Financiación	Desarrollo y pruebas	Análisis de resultados	Flexibilidad de negocio
CANVAS	(Lewandowski, 2016) (Lozano et al, 2019)	◆	◆	◆	◆	◆		◆	◆				
Lean Startup	(Ries, 2011) (Blank, 2013) (Mentink, 2014)	◆					◆		◆		◆	◆	◆
Validation Board	(Ardyanti et al, 2019) (LeanStart Up Machine, 2020)	◆									◆	◆	
Software as a Service (SaaS)	(Ionos, 2019) (Angelopoulos et al, 2019) (Bakogianni et al, 2019)	◆	◆								◆	◆	◆
Customer Development	(Blank, 2006) (Souza et al, 2019)	◆			◆		◆	◆			◆	◆	◆
Peer to Peer (p2p)	(Einav et al, 2016) (Zhang et al, 2017)	◆	◆		◆	◆		◆					◆
SOSTAC	(Caceres, 2017)	◆	◆						◆				◆
DAFO	(Aliaga et al, 2018)	◆	◆		◆	◆	◆		◆				
PSS	(Stahel, 1994) (Tukker, 2015) (Bezerra, 2016) (Mendoza et al, 2017)	◆	◆				◆	◆					◆

Atendiendo a estos puntos, se propone el siguiente diseño funcional, mostrado en la Figura 18, en el que de manera directa o indirecta se encuentran incluidos estos módulos:

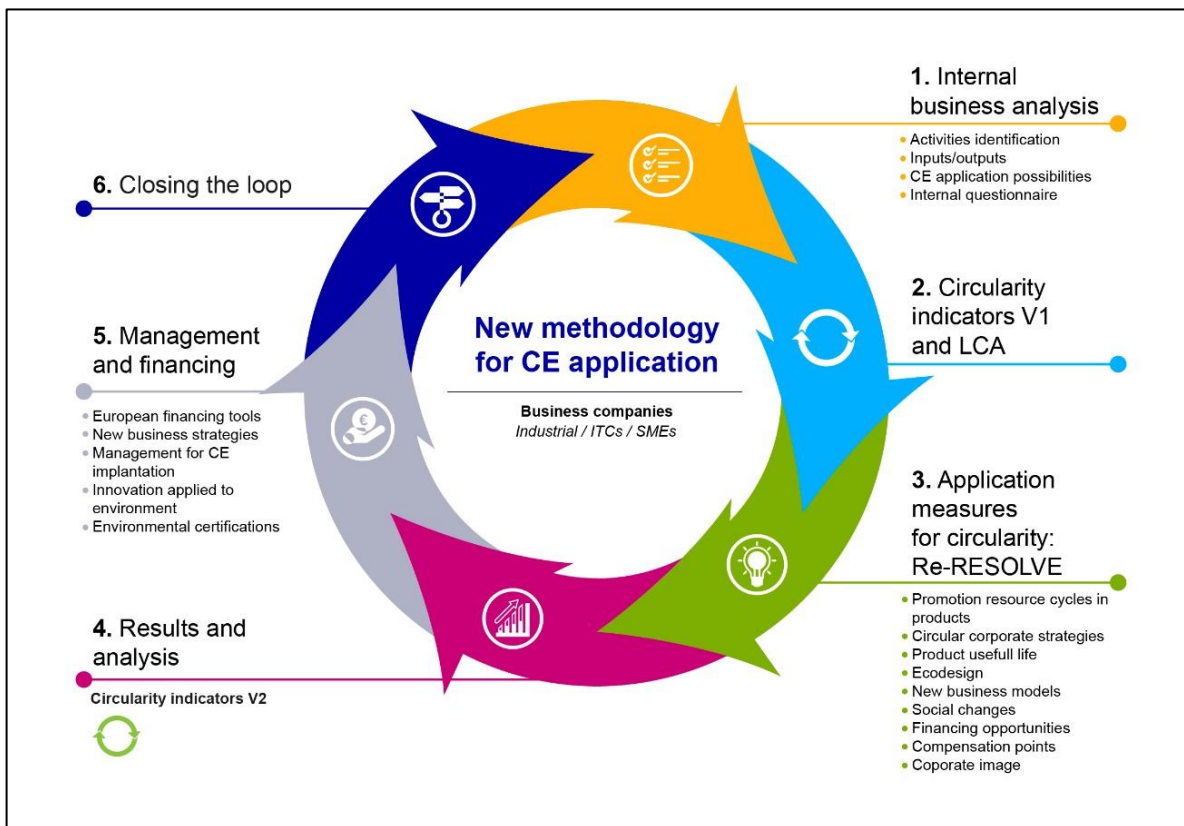


Figura 18. Esquema funcional de los pasos a aplicar para el desarrollo de la nueva metodología para la implantación y aplicación del modelo de economía circular en empresas.

A la hora de desarrollar la metodología propuesta en la anterior figura, todos estos bloques analizados han sido integrados y adaptados para crear un modelo de aplicación cuyo fin es ofrecer un ciclo de análisis a las empresas que finalice en la aplicación de mejoras ambientales basadas en los principios de circularidad. A continuación, se describen cada uno de estos pasos y una explicación del porqué de su inclusión, así como las subtareas que componen la metodología propuesta.

Paso 1. Análisis empresarial interno. Identificación de actividades y test.

La implementación de los principios de la economía circular se recomienda cada vez más como una solución conveniente para así cumplir con los objetivos de desarrollo sostenible marcados en la agenda 2030 (Schroeder et al., 2019). Se requiere pues de la creación de nuevas herramientas que apoyen, tanto a los profesionales como a la administración, en el desarrollo de políticas circulares como mayor facilidad (Saidani et al., 2019).

En este escenario de necesidad, desarrollado por la FEM, debe tenerse en cuenta el proyecto Circulytics, herramienta de medición a nivel de empresa que revela el grado en que una empresa ha logrado circularidad en todas sus operaciones. Esta herramienta se basa en un

cuestionario interno de la empresa a evaluar, para que, a través de 65 preguntas, se pueda obtener una visión general del estado de la empresa a nivel de implantación del modelo circular. Tras analizar esta herramienta, el presente proyecto ha analizado sus campos de actuación y de análisis, y propone su propio cuestionario que busca también obtener una primera visión del estado general en el que se encuentre la empresa constituida dentro de cada caso de estudio.

A pesar de tener un punto de inicio común respecto del proyecto de Circulytics, el cuestionario propuesto se plantea en 5 grandes bloques (estado general, materiales y procesos, gestión de residuos, estrategia interna y gestión de la innovación y el cambio) y un total de 41 preguntas, (respecto a los 7 bloques y las 65 preguntas con los que cuenta la herramienta desarrollada por la FEM). Esta reducción de bloques se debe a que se busca ofrecer a los clientes de las consultoras un cuestionario más dinámico y sintetizado, y por lo tanto más atractivo, pero que, a la vez, busque extraer información vital para la evaluación del estado de la empresa en el campo de la economía circular.

Así mismo, las respuestas proporcionadas (las cuales pueden ser numéricas, nominales o simplemente de “sí” o “no”) por parte de las empresas, son analizadas a través de una algoritmia de fórmulas estricta, la cual viene detallada en el **Anexo I**, que finalmente ofrecen una visión global (en escala 0-10) de la empresa en relación con los 5 bloques mencionados. Debe hacerse hincapié en el hecho de que el cuestionario planteado y desarrollado en el presente proyecto, a pesar de ser más breve que el planteado por la FEM, plantea cuestiones muy críticas y estrictas no solo respecto a la aplicación de medidas de economía circular, sino relacionadas con el respeto por el medio ambiente en general. De esta manera y a modo de ejemplo, a pesar de no estar relacionado la circularidad de procesos de forma directa, contar con un proveedor de energía no renovable, fomentar el uso de material consumible de oficina, no disponer de proveedores locales o realizar de manera frecuente viajes en avión, penaliza a las empresas de manera considerable, haciendo imposible llegar a la máxima puntuación. El cuestionario completo, así como cada uno de los apartados que lo componen, puede verse en el **Anexo 1** del presente documento.

El presente cuestionario inicial, además de ofrecer una visión general, busca que aquellas empresas que se sometan a este caso de estudio sean conscientes de que, para llegar a un modelo totalmente circular, deben repensar muchos procesos y costumbres internas que hoy en día se dan como “normales”, pero que sin embargo tienen un efecto muy negativo en el cuidado del medio ambiente y el uso de los recursos naturales. Se busca así obtener información que sirva además para realizar posteriores estudios de los procesos de producción de los materiales deseados así como de las metodologías utilizadas para cada uno de los productos seleccionados por la empresa. Este punto conllevará así la identificación de la procedencia de los recursos, el porcentaje de reciclabilidad de estos o incluso el gasto energético asociado, para así tener una visión completa de qué efectos tiene la línea de producción a analizar. Este proceso puede ser completado con el uso de alguno de los múltiples medidores de circularidad disponibles en la bibliografía (Saidani et al., 2019) o con el medidor propuesto en el paso dos de la presente metodología. De esta manera, tras el análisis general y el estudio específico de los datos obtenidos en el cuestionario se obtendrá una primera “foto” del estado de la empresa que permitirá visualizar aquellos puntos de aplicación de mejoras ambientales desde el punto de vista de la circularidad.

A modo de conclusión del presente apartado, se debe indicar que a pesar de que el presente proyecto intenta ofrecer una metodología de análisis adaptativa a cada modelo de empresa, es

difícil crear una línea estándar a seguir, ya que cada caso debe tratarse de manera independiente y personalizada teniendo en cuenta factores como el sector de la empresa, su tamaño, su volumen de negocio o incluso su localización geográfica.

Paso 2. Aplicación de medidores de circularidad (V1) y análisis de ciclo de vida (ACV)

Los medidores de circularidad consisten en fórmulas matemáticas que recogen diferentes datos asociados a los procesos de una entidad o lugar determinado y que buscan ofrecer información cuantitativa sobre el grado de aplicación de medidas circulares. En función del alcance de los datos, se pueden encontrar en la bibliografía medidores micro, meso y macro. Los primeros suelen aplicarse a procesos o entidades individuales, como es el actual caso, mientras que los medidores tipo “meso”, recogen información de diferentes empresas o entidades, pudiendo identificar interacciones entre ellas. Finalmente, los medidores de circularidad a nivel “macro” suelen ser aplicados para medir el grado de circularidad a gran escala, como por ejemplo ciudades (Niero and Kalbar, 2019).

El debate sobre la identificación de las métricas más adecuadas para la aplicación de la economía circular está abierto debido a que aún no se ha alcanzado un consenso general sobre qué indicadores deberían medirse a la hora de evaluar un producto, lo que crea un marco metodológico de trabajo subjetivo (Niero and Kalbar, 2019). De manera genérica, en todo el mundo, académicos, empresarios y políticos coinciden así en la necesidad de utilizar instrumentos de medición relacionados con la EC para gestionar esta transición a diferentes niveles sistémicos. En este contexto, se ha desarrollado una amplia gama de indicadores de circularidad en los últimos años. No obstante, al no existir una definición exacta del concepto de Economía circular, es de suma importancia saber cómo trabajan estas herramientas (Saidani et al., 2019).

Existen multitud de propuestas bibliográficas que recogen diferentes metodologías o medidores de circularidad cuyo diseño ha sido adaptado a las necesidades que pretenden cubrir. En el estudio presentado por Saidani y colaboradores (2019) se analizaron y clasificaron un total de 55 indicadores de circularidad atendiendo a criterios como el nivel de aplicación, la transversalidad de la solución o los usos disponibles para cada uno, entre otras categorías. Es por ello por lo que, hacer un análisis completo de cada uno de ellos sería una tarea que se escaparía del objetivo perseguido en el presente proyecto.

Simplemente a modo ejemplificación y debido a su frecuencia de uso, merece la pena hacer una breve mención del *Material Circularity Indicator* (MCI), herramienta desarrollada por la fundación Ellen MacArthur y Granta Design que busca medir el grado de circularidad asociado a un producto específico a través de una escala de 0 a 100, de manera que un producto fabricado con materias primas extraídas del medio natural y desechado en su totalidad tras su uso, será considerado como un proceso totalmente lineal y su baremo estará en cero, mientras que la inclusión en el proceso de otras metodologías como el reciclaje de sus residuos o el uso de materiales reutilizables, provocará que el valor escala del producto ascienda en el baremo global (Fundación Ellen MacArthur, 2019). De esta manera, este indicador evalúa además variables como la cantidad total de residuos recuperables atribuidos al producto, el índice de flujo lineal o el factor de utilidad, entre otros, para así obtener un escenario global de resultados, como se muestra en el estudio de Janik y Ryszko (2017).

Además, este indicador se centra así en los flujos de materiales que afectan a la creación del producto, prestando atención al origen de los materiales utilizados para su creación, la capacidad de reutilización y reciclaje tras su uso, el ciclo de vida o el análisis del rendimiento entre otros (Janik and Ryszko, 2017).

En este escenario tan amplio, el presente proyecto propone y aplica un medidor de circularidad propio autodenominado como CIAI (*Circular and Innovation Adapted Indicator*), personalizado, cuyos datos se nutren del cuestionario realizado en el primer apartado por parte de la empresa y que se presenta en la Ecuación I (Escala 0-1).

Ecuación 1. Variables que componen el medidor de circularidad CIAI

$$CIAI = \Sigma (ReM/RaM*0,35)+(Rp/Tp*0,35)+(EP_{cf}*0,1)+(F_{cf}*0,1)+(IE_{cf}*0,05)+(IM_{cf}*0,05)$$

ReM: Datos totales en masa de materiales reciclados (ReM) incluidos dentro del proceso de creación de nuevo producto

RaM: Masa total de productos vírgenes incluidos dentro del proceso de producción

Rp: Cantidad total de producto final considerado reciclable

Tp: Producto total creado

EP: Proveedor de energía en las instalaciones de producción

F: Uso frecuente de vuelos dentro del ámbito profesional

IE: Valor medio obtenido del bloque de estrategia interna del apartado anterior

IM: Valor medio obtenido en el bloque de gestión de la innovación

CF: Factores de conversión aplicados a cada variable

Al tratarse de un medidor que pretende medir la circularidad en una empresa, se ha asociado un elevado peso a los datos relacionados con el origen de los recursos utilizados para la producción del producto de cada empresa (35%), premiando consecuentemente aquellos que procedan de fuente de reciclaje o recuperación. El otro pilar que constituye el medido hacer referencia al tipo de materiales de salida y su reciclabilidad (35%), abarcando así tanto los procesos de entrada como de generación de producto. Además, buscando darle importancia al tipo de energía consumida por las empresas, se ha incluido un bloque que suma puntuación en caso de disponer de una fuente renovable (10%) así como la consumo regular de combustible procedente del uso de vuelos por parte del personal de la empresa (10%). Finalmente, buscando que el medidor CIAI tenga en cuenta la atención prestada por las empresas a aspectos como la estrategia empresarial en materia de circularidad o el grado de innovación, también se ha incluido una pequeño bloque que refleja la puntuación obtenida en estos dos campos (5% para cada uno de ellos).

Finalmente, los valores mostrados son transformados a escala 0- 1, correspondiendo 0 a un nulo nivel de circularidad.

Con el objetivo de complementar a la toma de datos y así obtener una foto completa de los procesos específicos de las empresas o del desarrollo de un producto en concreto sobre el cual

se quieran aplicar medidas circulares, en la presente metodología se ha trabajado también en la inclusión de varios análisis de ciclo de vida (ACV) que ofrecen una visión mucho más profunda y por lo tanto facilitan a las empresas puntos críticos sobre los que actuar.

Paso 3. Propuesta de medidas de circularidad. Aplicación del concepto *Re-Resolve*

En este paso de la metodología se busca la identificación y propuesta de aquellas acciones prácticas susceptibles de incluir en los procesos internos de las empresas y que desemboquen en una mejora ambiental sustancial de los resultados obtenidos durante la evaluación anterior. Para ello, ya sea a través de su aplicación en los procesos empresariales, en el desarrollo de un producto o incluso en la propia estrategia empresarial, estas medidas intentan aumentar el grado de circularidad objeto de análisis.

Buceando en la bibliografía disponible, son muchos los estudios que tienen en cuenta el método *Resolve* como enfoque a la hora de aplicar estas mejoras. Este concepto propuesto de nuevo por la fundación Ellen MacArthur, clasifica las propuestas de mejora en 6 bloques diferentes (*Regenerate, Share, Optimise, Loop, Virtualise y Exchange*).

A pesar de tratarse de un método relativamente completo, este no presenta en su propuesta el primero de todos los conceptos que deberían contemplarse en aquellas empresas que busquen una mejora ambiental de sus procesos, la reducción. En relación con este término, el presente proyecto abarca la terminología de reducción como el principal pilar sobre el que las entidades deben pivotar a la hora de desarrollar nuevas formas de gestión de los recursos que utilizan. No puede pues abarcarse un proceso de implantación del modelo de Economía circular sin tener en cuenta que muchas de las acciones y procesos que las empresas emprenden en su día a día, desemboca en la generación de una gran cantidad de residuos que bien podrían haberse evitado.

El proceso de reducción debe abordarse como solución inicial y aplicarse de manera sistémica tanto a los procesos de producción y fabricación, afectando a la cantidad de materiales utilizados, al rediseño de los procesos de embalaje o incluso al tipo de material utilizado. Por ello, el concepto debe incluirse en el día a día de las empresas, hasta el punto de intentar reducir el uso continuado de materiales fungibles de oficina, elementos publicitarios excesivos o incluso en el modelo de gestión de residuos interno en aquellas empresas no industriales, pero que debido a su actividad diaria y de sus empleados, de manera irremediable generan igualmente una cantidad de residuos medible y mejorable.

Es por ello por lo que, deseando incluir esta prioridad dentro del principio *Resolve*, la presente metodología trabajará a través del marco *Re-Resolve*, anteponiendo así el principio de reducción en el uso de recursos como pilar de inicio a la hora de proponer mejoras en las empresas. De esta manera, dentro de las medidas a implantar en las empresas que han participado en el presente proyecto, dentro de cada anexo se muestran ejemplos de posibles medidas (englobadas dentro del bloque autodenominado como *E-Action*) a tomar dentro del ámbito empresarial y relacionadas con la aplicación del modelo de economía circular en su día a día.

De forma paralela, este enfoque, centrado en priorizar la reducción como forma de enfrentar un proceso de implantación del modelo circular, ha sido tenido en cuenta en muchos estudios anteriores, ya sea dentro del sector alimentario (Borrello et al., 2017), textil (Koszewska, 2018) o químico (Ho To et al., 2019), por lo que su inclusión en la metodología actual viene

igualmente avalado tanto por la bibliografía como por la ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, la cual indica que la prevención en la generación de residuos debe ser la primera de las acciones a tener en cuenta en este ámbito.

Este marco autodenominado como *Re-Resolve*, puede ser aplicado a multitud de entornos y productos desarrollados por cada una de las empresas, ya que, una vez se haya seleccionado un producto o proceso dentro de la empresa y se haya analizado internamente su composición, el modelo de fabricación, así como incluso su ciclo de vida, la presente metodología aplicará el método *Re-Resolve* en aquellos puntos de los procesos susceptibles de la mejora. De esta manera, cada uno de ellos será analizado de una forma exhaustiva, para así poder identificar qué puntos de la cadena de producción pueden verse optimizados desde un punto de vista de producción más sostenible. Se espera también que la aplicación de este marco tenga un efecto indirecto en otros puntos de la empresa como la estrategia interna o la filosofía de trabajo, ya que tendrán que llevarse a cabo cambios internos que, de una manera u otra, acabarán afectando a todos los elementos que constituyen una empresa, logrando así una concienciación tanto en la directiva como en los trabajadores que, finalmente, desemboque en un cambio global de cada una de las entidades.

Paso 4. Análisis de resultados. Aplicación de medidores de circularidad (V2)

En este cuarto apartado se analizan los resultados obtenidos durante las fases anteriores y se vuelven a aplicar las mismas ecuaciones utilizadas para la evaluación de las empresas en la fase de cuestionario y en la de aplicación del medidor de circularidad. Además, se parte de un segundo escenario teórico que busca ver el avance que obtendrían las empresas en el caso de aplicar las acciones propuestas por el marco *Re-Resolve*. Por ello, tras identificar las mejoras a aplicar por cada empresa cliente de las consultoras, se debe llevar a cabo un recálculo con los nuevos valores obtenidos, presuponiendo lógicamente que los valores serán mayores. Se debe tener en cuenta que las nuevas propuestas deben ser reales y aplicables a cada empresa, a modo de ejemplo, es impensable que una empresa productora de envases de plástico para bebidas que no utiliza ningún tipo de material reciclado ni sus productos tienen la capacidad de recuperarse (a modo de ejemplo), pueda transformar totalmente su modelo de producción a corto plazo, por lo que se recomienda que las medidas propuestas sean reales y alcanzables por cada entidad a corto y medio plazo, y una vez llegado a ese punto de mejora, hacer una reevaluación de la situación.

Una vez más se puede observar como este trabajo requiere de dos aspectos que son propios de las consultoras, primeramente, el conocimiento del cliente y sus procesos, y en segundo lugar, el conocimiento técnico necesario para hacer las propuestas de mejora ambiental oportunas.

Paso 5. Seguimiento y financiación

Los cambios nunca son fáciles, más aún, teniendo en cuenta que gran parte de las propuestas que se llevarán a cabo afectarán de manera directa a la propia producción de las empresas, por lo que hará falta buena voluntad para apostar por un cambio que, si bien puede ser difícil al principio, será totalmente necesario si se desea mantener un control sobre los recursos que sustentan cada una de las actividades del actual tejido empresarial.

Debido al alcance profesional y la especialización en la obtención de incentivos fiscales y ayudas públicas por parte de las consultoras, se espera que este escenario sea mucho más atractivo de lo que sería en el caso de abordar esta temática de cualquier otra manera. Las consultoras juegan un papel muy importante como agentes facilitadores del cambio, ya que sirven para que las empresas sobrepasen una de las barreras más importantes a las que se enfrentan a la hora de acometer cambios internos, la falta de financiación.

Paso 6. Cerrando el círculo

El objetivo final de este proyecto es por lo tanto impulsar y favorecer este cambio en las empresas, demostrar que no es tan difícil de llevar a cabo si se cuenta con la voluntad y las herramientas y conocimientos necesarios. Este último punto por lo tanto debe recoger todas aquellas acciones imprevistas y personalizadas que pueden ser necesarias para llevar a cabo los proyectos de circularidad en las empresas objetivo, a modo de ejemplo, la ejecución de estas acciones puede requerir de formaciones internas en las empresas, charlas con la directiva, talleres de participación de los trabajadores, realización de estudios paralelos que aporten información adicional o la creación de consorcios de simbiosis empresarial, entre muchos otros servicios que las entidades de consultoría deben estar listas para afrontar.

5.4 Resultados de la aplicación de la metodología. Casos prácticos.

Con el objetivo de probar y validar la metodología propuesta se ha trabajado con 3 empresas de referencia dentro de su marco profesional, tomando los datos de trabajo asociados a la anualidad 2020. Estas entidades fueron seleccionadas para participar en la prueba piloto del modelo en base al sector al que pertenecían, así como su potencial de mejora detectado inicialmente.

Los resultados completos del estudio y aplicación de la metodología propuesta a estas 3 empresas se muestran en la documentación anexa de la forma siguiente:

Anexo II. Caso de estudio de empresa del sector textil. Entidad de ámbito internacional dentro del negocio textil, con más de 2.000 empleados y 260 millones de euros de facturación en 2020. Gran parte de la producción es externalizada a terceros.

Anexo III. Caso de estudio de empresa del sector papelerero. Empresa de ámbito internacional con más de 20 millones de facturación anual y casi 500 empleados en 2020. Toda la producción es nacional.

Anexo IV. Caso de estudio de empresa del sector calzado. Grupo empresarial de ámbito internacional dentro del campo del calzado de calidad. En 2020 contó con una facturación de casi 6 millones de euros y 61 empleados. Casi toda la producción es externalizada.

A continuación, se exponen de manera resumida los principales resultados obtenidos en cada uno de los pasos establecidos en la metodología a estos tres casos prácticos.

Paso 1. Análisis empresarial interno. Identificación de actividades y cuestionario

Dentro de cada entrega de resultados enviada a las empresas participantes en el proyecto se trabajó en un apartado inicial de identificación en el que se analizaron campos como la historia de la empresa, la gestión de los procesos de innovación, así como las medidas y proyectos de carácter ambiental. Esta información no ha sido incluida en el presente documento por razones de confidencialidad, pero se recomienda para futuros servicios de consultoría incluir siempre estos apartados que aportan una visión global y sirven de punto de partida para los posteriores análisis. Documentos útiles sobre los que se puede obtener esta información son la estrategia empresarial de desarrollo de negocio o incluso los informes VEINF (Verificación de estados de información no financiera), documento obligatorio desde 2021 para empresas de más de 250 empleados y que recoge información de carácter social y ambiental general de las entidades (Aenor, 2021).

Además de este estudio y análisis introductorio, dentro de este primer paso se recogen los resultados asociados a las respuestas del cuestionario de cada empresa, los cuales, como se ha comentado en el apartado anterior, se clasifican en 5 bloques diferentes para los cuales se obtiene una puntuación específica en función de las fórmulas de cálculo aplicadas a cada respuesta y que se detallan en el Anexo I. A continuación se muestra en la Tabla 5 las respuestas aportadas por las 3 empresas en cada uno de los bloques. Debe tenerse en cuenta que aquellos resultados marcados como N/A no han sido incluidos dentro de los cálculos de medición de la circularidad, ya que han sido utilizados para ofrecer información adicional como una estimación de la huella de carbono, servir de toma de referencias para hacer cálculos medios con otros datos de la tabla o simplemente identificar información genérica de la empresa como el sector profesional.

Tabla 5. Respuestas proporcionadas por las empresas al cuestionario de identificación inicial.

Bloque	Respuestas E. Textil	Resultados E. Textil	Respuestas E. Papelera	Resultados E. Papelera	Respuestas E. Calzado	Resultados E. Calzado
1. Estado general de la empresa						
Nombre de la empresa	E. Textil	N/A	E. Papelera	N/A	E. Calzado	N/A
Sector profesional al que pertenece la empresa	Textil	N/A	Papelero	N/A	Calzado	N/A
Número de trabajadores en la sede de la empresa	940	N/A	400	N/A	1036	N/A
Se aplican medidas de eficiencia energética y de prevención de residuos (Sistemas A++, productos no sobreplastificados, uso de fairphones...)	3	6	3	6	3	6
¿Cuentan con algún tipo de ISO medioambiental (14001...)? En caso afirmativo	No	0	Sí	10	No	10
En caso afirmativo ¿Cuál?	N/A	N/A	ISO 14001 ISO50001	N/A	N/A	0

Energía total eléctrica consumida por sus instalaciones durante la pasada anualidad (MWh)	5.489,66	N/A	50	N/A	4296,5	N/A
Proveedor de energía	Iberdrola	N/A	Endesa	N/A	Endesa	N/A
¿Suelen realizar de manera frecuente desplazamientos mediante el uso de coches de empresa o vehículos alquilados?	Sí	0	Sí	0	Sí	0
¿Cuál fue el gasto total asociado a combustible durante la pasada anualidad? (€)	22.000	N/A	27000	N/A	797 l Diesel + 6116 l Propano + 167967 kWh Gas Natural	N/A
¿Suele (una parte significativa de la plantilla) realizar trayectos en avión de manera regular?	No	10	Sí	0	Sí	0
2. Materiales y procesos						
Cantidad anual de entrada de materiales/materia prima (t)	835	N/A	320000	N/A	2553,3	N/A
Cantidad anual de materiales/materia prima reciclados adquiridos (TN)	0	0	53000	1,65	84,6	0,33
Cantidad anual de materiales reciclables producidos (TN) asociados al total de producto generado	0	0	65000	2,03	3,3	0,013
Cantidad anual de material sobrante por excedentes (TN)	2,36	10	5000	10	0,5	10
Cuentan con proveedores de productos locales (misma Comunidad Autónoma)	3	6	3	6	1	2
Utilizan de manera frecuente materiales de con etiqueta de sostenibilidad u otros certificados de calidad ambiental	4	8	4	8	3	6
La empresa cuenta con un sistema de	2	4	5	10	2	4

monitorización y control de recursos (energía, agua, residuos) que permite su optimización y la recuperación y reincorporación de parte de ellos a la cadena de producción.						
3. Gestión de residuos						
3.1 Residuos procedentes de la actividad empresarial						
Cantidad anual de residuos generados (TN) por la empresa	81	10	34000	0	829	0
¿Cuentan con algún tipo de certificado de gestión de residuos(residuo Cero Aenor...)?	No	0	Sí	10	No	0
En caso afirmativo ¿cuál?	N/A		N/A		N/A	
Cuentan con un sistema adecuado de separación de residuos procedentes de su actividad profesional (producción industrial)	5	10	5	10	3	6
Prácticamente ninguno de los productos puestos en el mercado es de "usar y tirar"	5	10	1	2	5	10
Se intenta evitar la producción de productos sobrepastificados	4	8	4	8	5	10
Los productos desarrollados van en contra de la obsolescencia programada	5	10	1	2	5	10
3.2 Residuos procedentes del personal propio						
Cuentan con un sistema de separación de residuos procedentes de su actividad interna no productiva (Trabajadores, mantenimiento, cocinas...)	4	8	5	10	5	10
¿De cuantas tipologías diferentes de contenedores (Azul, amarillo, verde...) disponen en sus oficinas?	6	10	5	10	4	0

Llevan a cabo la producción de materiales publicitarios y de marketing de la empresa de manera frecuente (Bolígrafos, tarjetas de visita, carteles...)	no	10	No	10	Sí	0
4. Estrategia interna						
La directiva de la empresa busca de manera proactiva nuevas vías de mejora medioambiental y de aprovechamiento de los recursos utilizados	5	10	4	8	5	10
Intentan contactar con gestores de residuos que eviten los procesos de vertedero o incineración como estrategia de gestión de residuos	5	10	3	6	5	10
Cuentan con una estrategia dirigida a alcanzar el objetivo de Residuo Cero	4	8	5	10	3	6
La empresa es proactiva a la hora de promover nuevas medidas de mejora de la calidad ambiental en sus instalaciones y productos.	4	8	4	8	5	10
Se tienen identificados cuales son las principales barreras que impiden la implantación del modelo de EC y se dedican recursos a superarlas.	3	6	4	8	1	2
La empresa cuenta con una plan de compensación de emisiones e impactos. (inversión en restauración de ecosistemas, plantaciones de árboles, donaciones económicas a ONGs...)	2	4	3	6	1	2
Se ofrecen charlas y formaciones a los empleados que buscar formarles sobre buenas	2	4	2	4	5	10

prácticas de mejora medioambiental y de gestión de los recursos						
La empresa forma parte activa de algún grupo de empresarial cuyo objetivo es fomentar la aplicación de mejoras en el campo de la Economía Circular	3	6	4	8	5	10
La empresa colabora de manera regular con asociaciones o grupos locales que promueven mejoras medioambientales	2	4	3	6	5	10
La empresa destina una parte de su presupuesto a fomentar proyectos de mejora ambiental (fuera de su ámbito profesional)	2	4	1	2	5	10
5. Gestión de la innovación y el cambio						
La empresa está informada de las últimas tecnologías y procesos del sector	4	8	4	8	5	10
Se aplican de manera regular aquellas prácticas innovadoras que ayudan a la evolución del negocio	4	8	4	8	5	10
La empresa cuenta con un responsable/equipo de innovación encargado de llevar a cabo estas tareas y con una dedicación temporal significativa	3	6	4	8	5	10
Se presta atención a las oportunidades de financiación pública relacionadas con la implantación de medidas circulares	3	6	4		5	10

Estos datos han sido tratados con las fórmulas mostradas en el Anexo I, obteniendo los resultados medios mostrados a continuación en la tabla 6 en cada uno de los bloques.

Tabla 6. Puntuaciones medias de las empresas en cada uno de los bloques del cuestionario realizado

Bloque	Empresa Textil	Empresa Papelera	Empresa Calzado	Puntuación media
Estado general	5,0	4,0	4,0	4,3
Materiales y procesos	4,7	6,3	3,7	4,9
Gestión de residuos	8,4	6,9	5,1	6,8
Estrategia interna	6,4	6,6	8,0	7,0
Gestión de la innovación	7,0	8,0	10	8,3
Puntuación media	6,3	6,4	6,2	6,3

Esta puntuación ha permitido además identificar aquellos puntos fuertes y débiles de cada empresa partícipe, por lo que además estos resultados finales, el cuestionario permite identificar aquellos campos en los que las empresas llevan a cabo una buena gestión y aquellos otros que necesitan mejorar. Estos campos son detallados en cada los anexos correspondientes a los resultados de las empresas (II, III y IV). A continuación, se indica en la Tabla 7 el total de cuestiones positivas (+) y puntos a mejorar (-) detectados en cada empresa en relación con las respuestas contenidas en cada bloque.

Tabla 7. Cuestiones positivas (+) y puntos a mejorar(-) en cada una de las empresas estudiadas

Bloque	Empresa Textil		Empresa Papelera		Empresa Calzado	
	+	-	+	-	+	-
Estado general	2	3	2	3	1	3
Materiales y procesos	3	3	4	2	2	4
Gestión de residuos	4	1	3	1	3	3
Estrategia interna	3	2	3	2	3	3
Gestión de la innovación	2	2	4	0	4	0
Total	14	11	16	8	13	13

Como puede verse en la tabla anterior, se han detectado un total de 43 acciones que promueven buenas prácticas ambientales, mientras que el total de prácticas a mejorar dentro de las empresas objeto de estudio ha sido de 32.

A pesar de que cada entidad se localiza en un escenario diferente, pueden verse algunas similitudes, por ejemplo, el bloque que cuenta con un menor ratio de +/- es el apartado general. Ello es debido a que este bloque es posiblemente el que recoge las acciones más internas de funcionamiento de las empresas y por lo tanto es el último al que llegan los cambios que se van realizando en las entidades. Esto se ve reforzado por el hecho de que este primer bloque recoge información de preguntas relacionadas con la frecuencia de los desplazamientos, el uso de combustibles, la certificación ambiental, etc. Estos procesos suelen

quedarse apartados a la hora de proponer nuevas medidas de mejora ambiental, al menos hasta la anualidad 2020 (año objeto de estudio en el presente documento).

Esta hipótesis se ve reforzada al analizar el ratio +/- de los bloques 4 y 5, que son aquellos que prestan atención a los campos y estrategias más innovadoras de las empresas, los cuales deben podrían ser los primeros en ser abarcados y servir como “palanca de cambio” al resto. Si se observan estos dos últimos bloques se puede ver como las empresas partícipes, especialmente las empresas Papelera y Calzado se muestran muy convencidas de dedicar suficientes esfuerzos en estos aspectos. Esta conclusión se ve reforzada por el hecho de que todas las empresas cuentan ya con una consultora especializada que les brinda apoyo y presta servicios en el campo de la innovación y la estrategia empresarial interna.

Finalmente, en los bloques centrales, es difícil encontrar una relación entre las empresas ya que se trata de bloques de trabajo interno en los que los resultados podrían ser muy dispares, por lo que para encontrar una relación causal, sería interesante contar con más datos de otras empresas para poder así establecer una relación más directa. A modo de resumen de las entidades objeto de estudio, puede verse como para los bloques 2 y 3 en general las empresas presentan más cuestiones positivas que negativas, a excepción de los resultados de la Empresa Calzado en el bloque 2.

Paso 2. Aplicación de medidores de circularidad (V1) y análisis de ciclo de vida (ACV)

Con el objetivo de utilizar un medidor de circularidad que permita evaluar el estado en el que se encuentran las empresas partícipes, se ha trabajado en la aplicación del medidor CIAI descrito en el apartado anterior y que a su vez se nutre de la información proporcionada en el cuestionario.

Aunque algunos de los datos recogidos han sido también utilizados para las conclusiones del cuestionario, el medidor se centra principalmente en los campos relacionados con la gestión de residuos, las tasas de reciclabilidad de los materiales puestos en el mercado, la recuperación de materiales o los porcentajes de materiales reciclados que son utilizados para el desarrollo de los productos que cada una de las empresas ofrece a los usuarios finales. Además, debido a la importancia de disponer de una fuente de energía 100% renovable así como de incluir los efectos de los procesos de innovación en la aplicación de medidas circulares, estos campos también han sido incluidos dentro de la algoritmia final de cálculo. En las Tablas 8, 9 y 10 se muestran los datos obtenidos en las cuestiones que abarca este medidor y su transformación en escala 0-1 para cada una de las empresas partícipes en el proyecto.

Tabla 8. Resumen de datos utilizados para la aplicación del medidor CIAI en Empresa Textil

Bloque	Dato	Resultado parcial	Porcentaje en escala 0-1	Resultado final
Recursos				
Entrada de materiales (t)	835	0	35%	0
Entrada de materiales reciclados (t)	0			
Productos finales (t)	74			

		0	35%	0
Productos finales reciclables	0			
Uso de energía				
Proveedor de energía 100% renovable	NO	0,9*	10%	0,09
Uso frecuente de avión	SI	0	10%	0
Estrategia e innovación				
Estrategia interna	6,4		5%	0,032
Gestión de la innovación	7		5%	0,035
Total				0,157

* Para el caso de Empresa Textil se ha verificado que su proveedor energético, a pesar de no ser 100% renovable, les certificó durante la anualidad 2020 que el 90% de la energía suministrada fue renovable.

Tabla 9. Resumen de datos utilizados para la aplicación del medidor CIAI en Empresa Papelera

Bloque	Dato	Resultado parcial	Porcentaje en escala 0-1	Resultado final
Recursos				
Entrada de materiales (t)	320.000	0,165	35%	0,058
Entrada de materiales reciclados (t)	53.000			
Productos finales (t)	315.000	0,206	35%	0,072
Productos finales reciclables	65.000			
Uso de energía				
Proveedor de energía 100% renovable	NO	0	10%	0
Uso frecuente de avión	SI	0	10%	0
Estrategia e innovación				
Estrategia interna	6,6		5%	0,033
Gestión de la innovación	8		5%	0,040
Total				0,203

Tabla 10. Resumen de datos utilizados para la aplicación del medidor CIAI en Empresa Calzado

Bloque	Dato	Resultado parcial	Porcentaje en escala 0-1	Resultado final
Recursos				
Entrada de materiales (t)	2.553,3	0,033	35%	0,011
Entrada de materiales reciclados (t)	84,6			
Productos finales (t)	1.724,3	0,002	35%	0,001
Productos finales reciclables	3,3			
Uso de energía				
Proveedor de energía 100% renovable	NO	0	10%	0
Uso frecuente de avión	SI	0	10%	0
Estrategia e innovación				
Estrategia interna	8		5%	0,04
Gestión de la innovación	10		5%	0,05
Total				0,102

El resumen de los resultados de aplicación del medidor CIAI, los cuales van de 0 a 1, se detallan a continuación en la Tabla 11 para cada una de las empresas.

Tabla 11. Valores obtenidos en la aplicación del medidor CIAI a la situación inicial de cada una de las empresas

Empresa	Valor CIAI
Empresa Textil	0,157
Empresa Papelera	0,203
Empresa Calzado	0,102

Finalmente, con el objetivo de seguir profundizando en el grado de circularidad e impacto ambiental de los procesos internos de las empresas, se han llevado a cabo, por parte de una entidad consultora externa, dos análisis de ciclo de vida para la Empresa Textil y Empresa Papelera.

Para el primero de los casos, se ha trabajado en la evaluación del proceso de creación de un nuevo sistema de *packaging* destinado a envolver los productos textiles que pone a la venta y transporta la entidad, la cual tiene un campo de actuación internacional. Se ha conseguido así evaluar aquellos puntos críticos del proceso, los que más impacto tienen. Posteriormente a la realización del presente proyecto se llevarán a cabo diferentes comparativas con otros sistemas disponibles en el mercado que ayudarán a la empresa a optar por aquel que demuestre ser el más apto. Los detalles de este ACV se recogen en el Anexo II.II.

En relación con el ACV realizado para Empresa Papelera (Anexo III.III), se ha buscado tanto identificar los impactos asociados a 4 de sus actuales productos como hacer una comparativa entre ellos, teniendo así una visión de real y comparada, especialmente entre el producto procedente de material reciclado y el de pasta virgen (en ambos casos papel higiénico y papel para secar manos). Los resultados de impactos más relevantes se muestran en la Tabla 12 en la que se comparan dos de sus productos con sus homólogos reciclados.

Tabla 12. Identificación de impactos ambientales principales en 4 de los productos de Empresa Papelera a través del ACV.

Impacto	Unidad	Higiénico pasta	Higiénico reciclado	Secamanos pasta	Secamanos reciclado
Emisiones CO ₂	kg CO ₂ eq	1.392,49	1.489,49	956,86	1.673,31
Uso total de la energía primaria no renovable (energía primaria y recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima)	MJ	20.314,84	15.984,57	13.633,01	16.289,56
Uso total de la energía primaria renovable (energía primaria y recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima)	MJ	70.959,31	4.181,16	72.302,03	4.535,25
Consumo de agua	m ³	59,20	1,91	64,33	9,33
Residuos peligrosos eliminados	kg	0,02	0,01	0,03	0,04
Residuos no peligrosos eliminados	kg	52,27	10,08	61,15	18,52
Residuos radioactivos eliminados	kg	0,08	0,07	0,07	0,07

Como se muestra en la tabla anterior, los productos de referencia (no reciclados) cuentan con un consumo de energía primaria renovable para su producción unas 17 veces superior respecto a la versión reciclada, situación similar a la que se encuentra el dato de consumo de agua, el cual es 31 veces mayor para el caso del papel higiénico normal respecto a su versión reciclada y de casi 7 veces mayor para el producto secamanos en relación a su gemelo reciclado. Esta abrumadora ventaja de los productos reciclados se ve sin embargo un poco empañada por las emisiones de CO₂ asociadas a los productos reciclados, cuya producción supone un incremento de las emisiones de un 6% para el caso del papel higiénico y de casi un 74% en el caso del producto secamanos.

Estos resultados pueden servir a la Empresa Papelera para establecer una estrategia sólida basada en datos a la hora de fomentar la venta de un producto u otro basado en criterios de sostenibilidad.

Paso 3. Propuesta de medidas de circularidad. Aplicación del concepto *Re-Resolve*

En este punto se ha buscado identificar aquellas medidas que promueven aumentar el grado de circularidad de las empresas, buscando un modelo de desarrollo de negocio a través de la mejora ambiental.

Para ello, se ha aplicado el concepto autodenominado como *Re-Resolve*, detallado en el apartado 4.2 del presente documento, en aquellos puntos del proceso susceptibles de la mejora ambiental.

A continuación (Tabla 13), se ofrece el detalle de los campos de las acciones propuestas y su interrelación con cada uno de los 7 bloques de actuación propuestos por el concepto *Re-Resolve*.

Tabla 13. Puntos de impacto entre las medidas de mejora ambiental, el bloque al que pertenecen dentro del E-action y los conceptos asociados al método Re-Resolve.

E-action	Reduce			Regenerate			Share			Optimise			Loop			Virtualise			Exchange		
	ET	EP	EC	ET	EP	EC	ET	EP	EC	ET	EP	EC	ET	EP	EC	ET	EP	EC	ET	EP	EC
Promover la circularidad de los productos	X	X	X		X					X	X	X		X							
Estrategias corporativas circulares	X	X	X	X	X		X	X		X	X	X		X	X				X	X	
Vida útil del producto	X	X	X	X								X									
Diseño para cerrar el círculo	X		X	X		X				X		X	X		X						
Nuevos modelos de negocio	X	X	X							X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	
Nueva cultura empresarial	X	X	X							X	X	X									
Oportunidades de financiación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acciones de compensación				X	X	X															
Imagen corporativa	X	X		X						X						X	X				

Leyenda: ET (Empresa Textil), EP (Empresa papelera), EC (Empresa Calzado)

Estos 84 puntos de impacto se corresponden a su vez con una propuesta de mejora en los procesos productivos o de funcionamiento enviadas a las empresas partícipes, detallándose en los Anexos II, III y IV. Debe mencionarse que estas propuestas en algunos casos son genéricas y compartidas entre las empresas, ya que, a modo de ejemplo, implantar un sistema que permita la recuperación de los productos puestos en el mercado o llevar a cabo acciones de ecodiseño enfocadas a favorecer una segunda vida de los materiales, pueden ser líneas comunes entre varias empresas.

A continuación se detallan algunas de las medidas propuestas a las empresas dentro del marco Re-Resolve y que son ampliadas en los anexos II, III y IV.

- Establecer nuevas redes de contacto con otras entidades o empresas que permitan compartir productos y residuos con potencial de transformarse en recursos a través de procesos de simbiosis empresarial (*Share*).
- Promover estrategias internas y de desarrollo de negocio que busquen utilizar varias veces a través de procesos de recuperación o también redistribuir a nuevos usuarios aquellos subproductos que aún pudieran ser reutilizados (*Optimise*).
- Implementar un "proceso estético" de reacondicionamiento que permita a determinadas prendas el cambio de componentes individuales, prologando así la vida útil de estos productos (*Regenerate*).
- Identificar nuevos materiales más sostenibles que aumenten la durabilidad y uso de todas las prendas, logrando así no solamente un aumento de la vida útil del producto sino también un menor impacto ambiental en la extracción de recursos (*Reduce*).
- Diseñar sistemas de circuito cerrado, donde los materiales o productos se devuelven a los fabricantes originales, o sistemas de circuito abierto cuando los bienes al final de su vida útil son recuperados por otras partes (*Loop*).
- Creación de nuevos negocios virtuales que fomenten el préstamo/alquiler de ropa por un periodo temporal, evitando así su compra y ayudando a que una sola prenda tenga muchos más usos por parte de un número mayor de usuarios (*Virtualise*).

Algunas de las medidas, en función del tipo de empresa, sí que han sido personalizadas, entra aquí de nuevo el trabajo específico que pueden llevar a cabo los consultores que tienen contacto directo con el cliente, ya que conocer las empresas con las que se trabaja puede ser un punto clave a la hora de hacerles llegar propuestas específicas.

Paso 4. Análisis de resultados. Aplicación de medidores de circularidad (V2)

En este apartado se busca llevar a cabo una simulación que permita evaluar el grado de avance en la aplicación de medidas relacionadas con la economía circular que las empresas podrían obtener en el caso de aplicar todas las medidas de mejora propuestas. Para evaluar este avance, se han trasladado estos nuevos "valores teóricos" asociados a las medidas de mejora ambiental a los algoritmos utilizados tanto en el cuestionario inicial como a la fórmula específica del medidor CIAI. Estos nuevos valores se añaden teniendo en cuenta un escenario real, es decir,

se proponen teniendo en cuenta el modelo de negocio de la empresa, así como la capacidad técnica real de llevar a cabo su ejecución.

A continuación, se detalla en la Tabla 14 la puntuación potencial en los dos medidores indicados.

Tabla 14. Comparación de valores iniciales obtenidos en el cuestionario con la puntuación potencial de mejora tras la aplicación de las medidas Re-Resolve.

Bloque	Empresa Textil		Empresa Papelera		Empresa Calzado	
	Inicial	Potencial	Inicial	Potencial	Inicial	Potencial
1. Estado general de la empresa	5,0	9,5	4,0	9,5	4,0	9,5
2. Materiales y procesos	4,7	6,8	6,3	7,5	3,7	6,5
3. Gestión de residuos	7,3	8,4	6,9	8,4	5,1	8,9
4. Estrategia interna	6,4	7,8	6,6	7,8	8,0	9,4
5. Gestión de la innovación y el cambio	7,0	8,5	8,0	9,0	10	10
Puntuación media	6,3	8,2	6,4	8,4	6,2	8,9

Como puede verse en la tabla anterior todas las empresas objeto de estudio muestran una potencial mejora en la ejecución de sus procesos. Si bien el primer bloque es el que dispone en general de un mayor rango de mejora, ya que como se ha comentado con anterioridad este apartado recoge los aspectos más internos de la empresa (política comercial, viajes, certificaciones ambientales, etc) y por lo tanto los más difíciles de cambiar desde el inicio, el resto también cuentan con la capacidad de implementar nuevas acciones dentro del marco de la EC.

A modo de resumen, puede apreciarse como la Empresa Textil dispone de media de un rango de mejora de 2,1 puntos, resultado sobre todo de la aplicación de mejoras en los bloques 1, 2 y 5. En estos bloques destacan mejoras como incluir al personal de la plantilla en la toma de decisiones y estrategias de carácter ambiental, implantar un sistema de compensación de emisiones o disponer un responsable directo de I+D+i que sea quien marque la hoja de ruta de la entidad en el proyectos relacionados con la EC en la empresa.

La Empresa Papelera es la entidad que partía con la puntuación inicial más alta, además cuenta con el hándicap de que sus productos, al tratarse de compuestos de celulosa, tienen un potencial de recuperación mucho menor respecto a los de las otras dos empresas, dos factores que hacen que su rango de mejora sea menor. Las principales medidas de mejora permitirían incrementar la puntuación obtenida en todos los bloques, gracias a medidas como diseñar nuevos productos de tela que eviten la generación de residuos de celulosa al tener la capacidad de ser reutilizados más veces, contratar nuevos gestores de residuos que prioricen la recuperación y el reciclaje como medio de tratamiento de residuos o el establecimiento de nuevas relaciones de simbiosis empresarial con otras entidades con las que puedan colaborar en el reaprovechamiento de recursos.

Finalmente, para el caso de la Empresa Calzado se ha propuesto la implementación de medidas que haría que la entidad diese un salto muy significativo en cuanto al valor que mide el grado de circularidad a través del cuestionario realizado ya que con estas mejoras la empresa estaría en disposición de aumentar su puntuación final en 2,7 puntos, sobre todo debido a las medidas aplicadas a los bloques 1,2 y 3. Entre estas acciones propuestas destacan algunas como el reaprovechamiento de materiales procedentes de productos que hayan llegado al final de su vida útil, obtener alguna de las certificaciones ambientales actuales (Residuo Cero, Economía Circular, etc) que permitan obtener una trazabilidad completa de sus procesos o incluso desarrollar nuevas herramientas de control software que permitan una optimización de la producción, reduciendo el gasto energético y la generación de residuos.

Para evaluar el potencial crecimiento del valor ofrecido por el medidor CIAI se han tenido en cuenta las mismas mejoras que las que han sido utilizadas para evaluar el aumento de la puntuación obtenida en el cuestionario, seleccionando únicamente aquellos campos que se evaluaron durante la primera aplicación del medidor. Los resultados potenciales de mejora de la circularidad a través de la algoritmia de esta herramienta se muestran en la Tabla 16.

Tabla 15. Comparación de valores iniciales obtenidos en la aplicación del medidor CIAI con la puntuación potencial de mejora tras la aplicación de las medidas Re-Resolve.

Empresa	Valor CIAI inicial	Valor CIAI potencial
Empresa Textil	0,157	0,454
Empresa Papelera	0,203	0,599
Empresa Calzado	0,102	0,309

Como se comentaba en el apartado anterior, el medidor CIAI tiene en cuenta principalmente procesos que afectan de manera directa a la circularidad de los materiales, por lo que a pesar de incrementarse en los 3 casos estudiados, lo hace de manera muy similar, ya que en los 3 casos estudiados, todos ellos muestran una capacidad aproximada de mejora de 3 veces superior a la obtenida.

Paso 5. Seguimiento y financiación

Con el objetivo de facilitar la puesta en marcha de proyectos de mejora de la circularidad y la optimización de recursos se han identificado 10 líneas de financiación que acogen proyectos relacionados con la temática tratada. Además, a falta de concretar técnicamente los futuros proyectos, se ha visto que estas ayudas pueden ser comunes para las empresas objeto de estudio, así como para muchas otras ya que se muestran en general abiertas a una temática multidisciplinar, siempre y cuando tengan como fin aspectos como la mejora energética de las instalaciones o la investigación en campos como la creación de nuevos materiales más eficientes. Las líneas de financiación identificadas se muestran al final del Anexo II, y en general son comunes para los 3 casos estudiados, entre las soluciones identificadas se encuentran, a modo de ejemplo, la línea de financiación nacional del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) que aglutina iniciativas como las recogidas en la convocatoria de PID (Proyectos de investigación y desarrollo) en la que tendrían cabida todos aquellos proyectos relacionados con la creación de nuevos productos y procesos, o también iniciativas europeas de financiación como el programa Life destinado a proyectos que mejoren la

aplicación de la legislación medioambiental de la UE, que construyen la base de conocimientos de política medioambiental, y que desarrollen fuentes de información ambiental a través de la monitorización. Debe tenerse en cuenta que muchas de las convocatorias pueden recoger diferentes iniciativas, lo que sumado al hecho de que disponen de tiempos de presentación estrictos no regulares, hace que el trabajo de la consultora se ponga una vez más en valor al proporcionar información actual a cada una de las empresas con las que pudiera colaborar.

El alcance económico de estas ayudas depende mucho del tipo de proyecto (Investigación básica, desarrollo experimental, innovación, etc.), pero merece la pena mencionar que los proyectos más disruptivos pueden llegar a disponer de ayudas que superen el 70% del gasto del proyecto, ya sea de manera directa o a través de la compatibilización de los diferentes incentivos fiscales que se otorgan a los proyectos de I+D+i, lo que debería constituir un escenario muy atractivo para que las empresas apuesten por este tipo de iniciativas.

Paso 6. Cerrando el círculo

Dentro de este último paso se deben recoger todas aquellas acciones del día a día que acompañan al proceso que da comienzo desde el envío inicial del cuestionario, pasando por la evaluación de resultados y que finalmente desembocan en la facilitación de los proyectos a través de la búsqueda de financiación.

Las tareas que deben llevar a cabo las consultoras para realizar de extremo a extremo este servicio pueden y se verán acompañadas de muchas otras que completarán la ayuda facilitada para así alcanzar los objetivos del proyecto. Solamente a modo de ejemplo, ya que pueden ser muchas más, estas tareas adicionales pueden consistir en la búsqueda y asesoramiento sobre normativas ambientales específicas, la realización de sesiones formativas, la búsqueda bibliográfica de soluciones disponibles en el mercado o la presentación y redacción de proyectos, entre muchas otras. Sin embargo, no debe olvidarse ese objetivo final de “cerrar el círculo” y a pesar de parecer que estas tareas se escapan del ámbito ambiental, se trata de labores imprescindibles que ayudan a las empresas a dar el paso a la hora de embarcarse en nuevos proyectos de mejora interna.

5.5 Análisis de los resultados procedentes de la aplicación de la nueva metodología

La propuesta metodológica recogida en este estudio se basa en el análisis de 9 de las herramientas y modelos de negocio más actuales ya que se ha buscado que este nuevo servicio esté estructurado teniendo en cuenta los puntos de negocio más críticos para que las entidades de consultoría que lo ejecuten puedan ofrecer a sus clientes una visión 360° sobre como implantar el modelo de EC.

Los puntos de impacto de las tablas donde se han identificado los bloques en los que cada herramienta de negocio hace énfasis están basados en la búsqueda bibliográfica disponible, sin haber analizado lógicamente todos los documentos existentes, pero sí los suficientes para poder comprender el funcionamiento de cada herramienta y así ver aquellos puntos en los que se centra, sin ello excluir otros posibles usos que hagan que estos puntos de impacto pudieran variar ligeramente. Este hecho no se puede considerar crítico ya que la forma de proceder que se explica en la metodología propuesta se basa continuamente en un principio de flexibilidad

al cual deben ceñirse las empresas de consultoría, ya que cada cliente con el que trabajen será “un mundo” diferente, por lo que se anima a las entidades consultoras a adoptar, modificar e incluso, si pueden, mejorar el modelo propuesto para así lograr un mayor éxito en puesta en marcha de medidas de mejora ambiental.

Con relación a las empresas analizadas en el presente estudio, a pesar de que la metodología podría teóricamente utilizarse en cualquier tipo de empresa, se ha decidido apostar por entidades de referencia nacional en 3 sectores distintos de la cadena de valor, ya que se ha entendido que los resultados podrían tener más trascendencia al probarse en este tipo de empresas con procesos de producción y de cadena logística propios. Esto no excluye que en futuros casos esta metodología pueda ser aplicada en otras entidades más pequeñas o de ámbitos menos productivos, pero se espera que el impacto sea menor.

La construcción de la presente metodología aplicada a un entorno “micro”, tiene en cuenta 4 puntos de toma de datos relacionados con la circularidad diferentes, procediendo inicialmente con una primera visión muy superficial a través del proceso de búsqueda de información general de la empresa, pasando después a las preguntas ofrecidas por el cuestionario, la aplicación del medidor CIAI y finalmente los ACV realizados.

Si se presta atención al grado de complejidad y profundidad de la información puede verse como según se va avanzado en la aplicación de estos cuatro puntos de recogida de información los datos tomados son cada vez más específicos, lo que aumenta el grado de conocimiento técnico de los resultados según se avanza en el proceso para medir la circularidad de las entidades.

Para validar aún más la inclusión en la metodología de estos cuatro puntos seleccionados para la extracción de la información, se debe tener en cuenta que una gran parte de la información procede de fuentes altamente contrastadas como el VEINF o las ISOS que pueda haber en las empresas, lo que da cierta solidez a los datos de los que se nutren estos 4 bloques analíticos.

La construcción de las preguntas recogidas en el cuestionario ha supuesto un reto importante en el presente proyecto, ya que, basándose en casos anteriores parecidos, como el proyecto *Circulytics* desarrollado por la Fundación Ellen MacArthur se ha buscado crear una herramienta de toma de información que cumpliera con dos objetivos principales. El primero de ellos era que plantease todas aquellas preguntas mínimas necesarias para obtener una visión lo suficientemente profunda para evaluar el grado de circularidad y de estado ambiental de la empresa.

Sin embargo, y este era el segundo reto que se planteaba, debía tratarse de una herramienta que no fuera tediosa de utilizar por parte de los clientes de las consultoras, ya que incluir la solicitud de datos de difícil localización o elevada complejidad podría haber supuesto una barrera a la hora de recibir la información de las empresas. Para los tres casos reportados, las empresas han mostrado un elevado grado de satisfacción con la complejidad de la información requerida, agradeciendo que en muchos casos las respuestas se pudieran aportar de manera rápida y numérica, a excepción de algunos datos específicos como el consumo de energía o la cantidad de material reciclado adquirido, datos que, a pesar de no estar inmediatamente disponibles, los responsables ambientales de cada entidad han podido aportar en poco tiempo.

En este escenario, los resultados obtenidos en los cuestionarios muestran unas puntuaciones iniciales bastante similares, habiendo una diferencia máxima de 0,5 puntos entre la media de la Empresa Textil (5,9) y la Empresa Papelera (6,4). De forma genérica puede afirmarse que

todas las empresas objeto del estudio suspenden en los primeros dos primeros bloques, los cuales están asociados a los aspectos generales de la empresa y al uso de materiales y procesos internos. Sin embargo, todas ellas se muestran muy optimistas en las prácticas que componen los otros tres bloques analizados, especialmente en el de Gestión de la innovación, donde la puntuación media ha sido muy alta (8,3).

Teniendo en cuenta que los primeros 3 bloques están basados sobre todo en datos cuantitativos específicos (cantidad de residuos generada, % de materiales reciclados adquiridos, etc.) y los dos últimos en datos más cualitativos que podrían quedar más abiertos a la interpretación de la empresa que está respondiendo a las preguntas planteadas, podría cuestionarse si efectivamente estos dos últimos bloques deberían contener preguntas que tengan una mayor trazabilidad y que estén basadas en datos sobre los que se pueda hacer seguimiento, como por ejemplo aquellas que se solicitan en empresas que desean obtener el sello de PYME innovadora, proceso en el que para medir el grado de innovación hay que aclarar cuantas personas de la empresa se dedican a tareas de I+D+i o la inversión anual en procesos de innovación, entre otros. Por lo tanto, con el objetivo de dotar a estos apartados de cuestiones que exijan aportar datos más numéricos, sería necesario realizar un estudio paralelo que permitiese identificar estos medidores de las empresas, prestando especial atención a aquellos que pudieran estar relacionados con la innovación en materia de medio ambiente.

Por establecer un ranking de puntuación entre las 3 empresas dentro de los resultados obtenidos en el cuestionario de identificación, puede verse como la Empresa Papelera ha obtenido la mejor puntuación según las fórmulas de puntuación establecidas, lo que además se ve reflejado en la tabla que cuantifica las mejoras propuestas, ya que esta misma empresa es la que más puntos positivos ha obtenido, a la vez que es la que menos puntos de mejora debe prestar atención.

Por su parte, las Empresa Textil y la Empresa Calzado tendrían una puntuación inicial muy similar (6,3 y 6,2) así como de puntos positivos (14 y 13) y de aspectos a mejorar (11 y 13) por lo que estaríamos ante un empate técnico. Este resultado puede ir muy relacionado con el tipo de empresa y el funcionamiento interno de ellas, ya que ambas, a pesar de estar en sectores diferentes, usan textiles, cauchos y cuero como materiales principales y tienen sus núcleos de producción en terceros países, lo que podría explicar que hubieran obtenido valores similares en el cuestionario realizado, lo que validaría aún más su uso para empresas de estos sectores.

En relación a la aplicación y creación del medidor CIAI, se ha buscado que el resultado de medición de la circularidad en las empresas tuviera en cuenta dos aspectos principales que no suelen destacar en otros medidores, el primero de ellos ha sido el grado de innovación de las empresas, el cual casi nunca es incluido dentro de los medidores de circularidad, pero que este estudio se ha propuesto como un factor a tener en cuenta debido a la necesidad de innovar por parte de las empresas en la creación de nuevas formas de trabajo interno que ayuden a reducir los impactos ambientales causados por su modelo de negocio.

El segundo de los aspectos peculiares que tiene en cuenta este medidor es el uso y origen de la energía utilizada, cuestión que muchas veces no es recogida por los medidores de circularidad al no darle importancia a disponer de una fuente de energía 100% renovable, aspecto crucial hoy en día. Los resultados obtenidos en la aplicación del medidor CIAI muestran una vez más como la Empresa Papelera dispone de la mejor puntuación, debido principalmente al uso de materiales reciclados y la producción de materiales reciclables, aspectos en los cuales las otras dos empresas han obtenido valores muy cercanos al cero.

Finalmente, en la aplicación del último y más específico punto de toma de datos, el ACV, como se indicaba en el apartado anterior, este se ha realizado para las empresas del sector textil y papelerero.

Con la primera de ellas se ha trabajado en la medición de impactos de un nuevo modelo de embalaje para la gestión de sus productos de venta, posteriormente a este proyecto, la empresa evaluará esta y otras opciones para implementar el mejor modelo dentro de su funcionamiento.

En relación con la propuesta de medidas de circularidad recogida en el paso 3 así como detallada en el anexo de cada empresa, estas se clasificaron en 9 bloques autodenominados como E-action donde se han englobado cada una de las ideas enviadas a las empresas. Algunas de estas propuestas son genéricas, pero esto no debe interpretarse como una falta de especificidad, sino que en algunos casos por cláusulas de confidencialidad no es posible detallar proyectos concretos, a pesar de tener ya muchos de ellos identificados e incluso ejecutados, lo que parece demostrar la utilidad que las entidades han dado a los informes recibidos basados en los recálculos tras aplicar **el concepto Re-Resolve**.

A modo de resumen sobre los nuevos valores potenciales que podrían alcanzar las empresas participantes en el cuestionario de identificación tras la totalidad de las propuestas Re-Resolve, se ha visto como todas ellas tendrían la capacidad de aumentar al menos en dos puntos los valores obtenidos. Destaca una vez más que la Empresa Papelera es la que menor potencial de crecimiento tiene, debido posiblemente a que ya partía de una situación más avanzada respecto a las otras dos a la vez que sus productos actuales tienen un potencial de recuperación y monitorización de la reciclabilidad muchísimo menor, lo que limita su mejora en el negocio actual.

Finalmente, **cada uno de los anexos entregados a las empresas ha recogido las actuales líneas de financiación más viables para hacer posible la ejecución de las mejoras propuestas.** Debe tenerse en cuenta que algunas de las líneas identificadas tienen carácter periódico, es decir, son accesibles cada cierto tiempo, mientras que otras, como el caso de CDTI-PID suelen mantenerse abiertas a lo largo de todo el año. Una vez más se puede ver aquí el valor aportado por parte de las consultoras de estar actualizadas sobre el estado de las líneas de financiación para así hacérselas llegar a las empresas interesadas.

6. Visión crítica y roadmap

Debido al amplio abanico temático que abarca la propuesta metodológica, así como el escenario cambiante en torno a la aplicación del modelo circular, en este apartado se exponen algunas propuestas de mejora, acciones complementarias y pasos a tener en cuenta en el caso de querer llevar a cabo la aplicación de la metodología propuesta.

- Flexibilidad y adaptación. A pesar de que la presente metodología intenta adaptarse lo máximo posible al concepto de EC promulgado por España y la mayoría de los países de la UE, a la hora de utilizar los pasos propuestos, las empresas de consultoría deben realizar un análisis previo del marco legislativo vigente, así como de las herramientas y pasos a dar, para evaluar la inclusión o no de otras acciones que pudieran completar la estrategia y análisis a seguir.
- Principio *Do No Significant Harm* (DNSH). Este marco normativo define la obligatoriedad de realizar una autoevaluación que asegure que las inversiones o proyectos realizados por las empresas no afectan negativamente a uno, o varios, de los 6 objetivos medioambientales definidos en el Reglamento 852/2020, entre los que se encuentra la adaptación al cambio climático o los principios de EC, entre otros (EQA, 2022). Es este escenario, y teniendo en cuenta que muchas de las iniciativas a llevar a cabo dentro del PRTR por parte de las empresas deberán ser certificadas por entidades independientes, la propuesta metodológica aquí descrita podría ser utilizada para verificar que se cumple con el principio de DNSH, ya que es apta para evaluar que no se incumplen muchos de los principios marcados por el Reglamento y además proporciona un marco de evolución de la circularidad del proyecto a evaluar.
- Verificación de la información de los futuros clientes. Gran parte de los datos recabados en el presente proyecto son proporcionados directamente por parte de las empresas que han colaborado en él. En algunos casos la información proporcionada no ha podido ser verificada a través de documentación certificada (facturas de consumo energético, VEINF, etc.) y ha sido aceptada en función de los datos proporcionados por las empresas. Al tratarse de un proyecto piloto donde el objetivo es verificar los pasos propuestos en la metodología, este dato no se considera que tenga un impacto negativo en este proceso, no obstante, se recomienda a las empresas de consultoría que en el futuro profundicen más en la verificación de todos los datos necesarios para medir el estado ambiental de las empresas.
- Personalización de propuestas. En los anexos adjuntos se recogen diferentes propuestas genéricas ya que por razones de confidencialidad no se pueden indicar los detalles ni los proyectos estratégicos de las empresas objeto de estudio, no obstante, se recomienda a las empresas de consultoría que en los entregables a enviar a sus clientes hagan una revisión en profundidad para poder proponer diferentes líneas de actuación viables. Esto puede conllevar estudios de reingeniería de procesos, análisis técnicos o la realización de informes de consumo energético, entre otros.
- Aplicación de mejoras potenciales en el ACV. El presente estudio ha hecho una comparativa para el caso de Empresa Papelera entre dos modelos de sus productos con

el objetivo de ver las diferencias entre los impactos ambientales de cada uno de ellos. En el caso de ser posible, y siempre y cuando se tengan identificados todos los datos necesarios, también se recomienda que se realicen varios ACV a aquellas alternativas que las empresas se planteen llevar a cabo con el objetivo de obtener una visión completa que les permita evaluar y seleccionar la opción óptima. Debido a la complejidad del ACV, se recomienda que en este trabajo participe personal técnico que disponga o pueda acceder a toda la información de los productos o procesos a estudiar.

- Producción por centro. Teniendo en cuenta que esta metodología está aún en fase de prueba, se recomienda que para futuras aplicaciones de la misma se intente llevar a cabo dentro de empresas que tengan sus centros de producción principales dentro de la sede objeto de estudio, o si no es posible, prestar más atención a los datos aportados por las empresas para que estos tengan el mayor alcance posible y se pueda obtener así una trazabilidad completa de todos los datos por centro.

7. Conclusiones del proyecto

El presente proyecto se ha establecido una metodología que permitirá a las empresas de consultoría ofrecer a sus clientes un servicio de medición y mejora de la circularidad en sus procesos de negocio.

A partir del análisis bibliográfico de diferentes metodologías de implantación y medición de la circularidad a nivel empresarial (nivel micro) se ha llegado a la conclusión de que si bien existen multitud de metodologías, la gran mayoría se limitan a monitorizar los procesos de producción, sin tener en cuenta la aplicación de medidores cuantitativos como forma de evaluación, la importancia de los procesos de innovación como motor de cambio empresarial o el acceso a líneas de financiación. Es necesario pues disponer de una metodología como la propuesta que, por un lado, abarque todos los aspectos del funcionamiento interno de las empresas pero que a la vez se encuentre actualizada a los tiempos actuales, teniendo en cuenta las barreras más comunes a las que se enfrentan las empresas a la hora de llevar a cabo mejoras ambientales así como el acceso a las diferentes fuentes de financiación actuales.

Así mismo se han identificado los elementos comunes entre las diferentes herramientas de negocio actuales que pueden adaptarse a una metodología de trabajo propia de las consultoras. Hoy en día hay multitud de herramientas y propuestas metodológicas para el desarrollo de nuevos modelos de negocio, pero mientras que unas son muy específicas de un sector propio (por ejemplo el SaaS), otras pueden no ser lo suficientemente técnicas (DAFO) como para suponer una base sobre la que construir la metodología perseguida en el presente proyecto. Era necesario pues identificar cuáles eran los puntos en común de estas metodologías ya que esto haría que la solución propuesta recogiese al menos gran parte de aquellas líneas que hacen que las herramientas de negocio estudiadas sean referencia en el mercado actual.

En este sentido, la metodología propuesta recoge 6 de los 11 bloques identificados en común, añadiendo el bloque de financiación, el cual no era mencionado de manera significativa por ninguna de las 9 herramientas de desarrollo de negocio analizadas pero que ha sido incluido por suponer un gran empuje para las empresas y un punto de unión muy fuerte entre estas y las entidades consultoras. Esta última afirmación se ve aún más corroborada al ver como algunas de las líneas propuestas a las empresas partícipes en el proyecto están siendo desarrolladas en la actualidad gracias precisamente a esta colaboración.

Con estos 7 bloques como pilares sobre los que crear la nueva metodología, se ha diseñado un sistema por pasos sencillo y fácil de seguir que cuenta con diferentes medidores ambientales, yendo desde el más genérico hasta el más específico, ofreciendo así un escenario de identificación de mejoras que posteriormente, aunque sea a nivel teórico, pueden volver a incluirse dentro de los medidores para así evaluar el impacto en la mejora ambiental. Este proceso ilustrado en la figura 18 ha sido creado para que cualquier entidad del sector de la consultoría pueda adoptarlo e incluso añadir sus propias herramientas y mejoras, lo que lo transforma en una herramienta con capacidad evolutiva y aun así con una complejidad de implantación moderada.

La metodología creada se ha validado mediante su aplicación en 3 empresas de referencia internacional, las cuales han aportado los datos necesarios para medir y evaluar el grado de circularidad en los procesos y productos medidos. A modo de crítica del modelo propuesto, y con el objetivo de ayudar a las empresas que deseen aplicarlo, debe tenerse en cuenta que dos de las tres empresas partícipes cuentan con sus principales núcleos de producción en terceros

países, por lo que a pesar de que esto no debería afectar al funcionamiento del modelo, sí que podría hacer que en el futuro se encontrasen nuevos retos que requiriesen la adaptación del modelo a este escenario. Además los datos analizados se corresponden con los recogidos durante la anualidad de 2020, por lo que debido al impacto de la pandemia, estos pueden verse alterados de manera significativa en anualidades posteriores. Sin embargo, no se cree que esto pueda afectar a la viabilidad de la metodología propuesta, ya que esta se basa en su mayoría en ratios y porcentajes de datos como la reciclabilidad de los materiales utilizados o la recuperación de recursos.

En relación al tipo de empresas escogidas para su participación en el proyecto, debe mencionarse que se seleccionaron aquellas que pertenecían principalmente al tejido industrial, esto no quiere decir que no sea aplicable a otras empresas, pero esta selección se debió a que se esperaba que estas empresas productoras contasen con un mayor número de procesos de desarrollo de producto y por lo tanto que fueran susceptibles de un mayor rango de mejora.

Se propone, como trabajo a futuro, la aplicación de esta metodología en empresas del sector de las telecomunicaciones o incluso en pequeñas empresas de distintos sectores, para así ver cómo puede adaptarse este modelo a escenarios aún más diferentes.

A modo de conclusión final puede afirmarse que el presente proyecto ha tenido como principal objetivo la mejora ambiental de los procesos internos de las empresas a través de una metodología que fuera a la vez sencilla de entender pero que recogiese aquellos puntos necesarios para obtener resultados reales. Con ello no se pretende decir que se trate de una herramienta definitiva, ya que incluso el propio concepto de economía circular va evolucionando con el paso de los años, por lo que esta metodología puede adaptarse y mejorarse en función de las necesidades de las empresas.

8. Epílogo del autor

En 2019 se publicó el documental *Closing the loop*, considerado como la “opera prima” que abarcaba la temática de la economía circular desde un punto de vista amplio, mostrando numerosos ejemplos de empresas que habían decidido “parar sus motores” de producción para ver si lo que estaban haciendo era correcto y si sus acciones podrían mantenerse a largo plazo o si, por el contrario, su actividad decaería con el tiempo debido a la debacle ambiental a la que se enfrentan. En la obra se muestran muchos testimonios que describen las principales barreras que tuvieron que sortear las empresas hasta llegar al punto de cambio que deseaban, pero a pesar de esta variedad, había un punto que todos tenían en común, y es que cuando conseguían llegar a esta meta, cada uno de los participantes se mostraba feliz y satisfecho por haber afrontado un reto totalmente nuevo que, más allá de desembocar en beneficios económicos, ofrecía un nuevo paradigma adaptado al escenario actual.

Mucho ha cambiado el concepto de economía circular en los últimos años, pasando de ser un término aún muy desconocido para el público en general en 2016, a ser el protagonista en eventos como la feria CONAMA 2019, aparecer en anuncios de televisión o incluso disponer de líneas de financiación propias dentro del Plan de Recuperación. Y es que el mundo ha cambiado también mucho desde entonces, especialmente desde la aparición del COVID-19, evento que hizo cambiar, en parte, nuestro modo de ver la vida hasta ahora.

Algunos idealistas, entre los que me incluyo, vimos con optimismo como la aparición del virus hizo que la fauna y la flora recuperasen muy poco tiempo el espacio robado por las ciudades, haciéndonos ver que, si bien nosotros necesitamos de nuestro entorno, él no nos necesitaba a nosotros. Esta situación trajo consigo cambios estructurales que hasta ahora habían sido impensables, lo que nos demostró que, si de verdad se deseaba aportar una solución, aunque el problema fuese global, era posible si todas las personas, instituciones y entidades empujaban hacia el mismo lado.

Este idealista de verdad llegó a creer que la situación cambiaría, que nos daríamos cuenta de la importancia que tiene mantener los pocos espacios naturales que nos quedan, protegidos y aislados de la actividad humana.

Este virus apenas habría tenido incidencia en un sistema en el que volar de una punta del globo a otra no lo pudiera hacer casi cualquiera en unas pocas horas o el que no fuera posible cargar miles de toneladas de recursos para enviarlos rápidamente a países que se encuentran a miles de kilómetros.

No se me malinterprete, todo el avance tecnológico ha traído consigo una serie de ventajas de las que disfrutamos y que nos han hecho vivir cómodamente, el problema aparece cuando el sistema en el que vivimos se queda si los recursos suficientes para mantener el ritmo de una población global creciente, tanto en número como en el consumo de bienes materiales, simplemente no es posible en un planeta de espacio y recursos limitados.

En la actualidad, en 2022, esta situación límite se ha visto aún más evidenciada que nunca, falta de materiales, aumento de los costes de la energía, fallos en la cadena de suministro y finalmente el conflicto entre Ucrania y Rusia que de manera directa o indirecta afecta a una buena parte de los países.

Parece ser que la crisis que muchos esperaban no tener que vivir o como mucho ver cuando fueran mayores ha llegado ahora, y personalmente creo que nos ha pillado sin un plan b. Sin

ánimo de parecer catastrofista, y según afirman los últimos informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) parece que la sociedad se dirige de manera muy acelerada a un punto de inflexión que obligará a que nos replanteemos procesos tan cotidianos como la cesta de la compra o el uso de vehículos privados, aspectos impensables hasta hace uno o dos años.

El cambio de paradigma parece inevitable, ahora la cuestión es saber cuál será ese nuevo horizonte al que nos dirigiremos, ya que bien podríamos empezar a apostar por conceptos como el decrecimiento, el residuo cero, la igualdad real entre naciones así como muchas otras filosofías que algunos críticos llevan años intentando enseñar. Otro escenario, mucho más gris en mi opinión, es aferrarse al viejo sistema e intentar mantenerlo a flote a cambio de profundos recortes que desemboquen en el aumento de la desigualdad social y el deterioro ambiental.

Me declaro un fan incondicional de aquellos personajes de películas que mantienen una voluntad férrea, que se esfuerzan en ir contracorriente y que entregan en muchos casos sus vidas por una idea que saben que es superior a ellos, y que por lo tanto merece la pena defender, por lo que este trabajo deseo finalizarlo con una frase que creo que no podría ser más adecuada para los tiempos que nos ha tocado vivir y que pertenece al mismísimo Albus Percival Wulfric Brian Dumbledore.

Pronto deberemos elegir entre lo que es correcto y lo que es fácil

9. Agradecimientos

El presente proyecto ha podido llevarse a cabo gracias al soporte del Plan de Doctorados Industriales del Departamento de Investigación y Universidades de la Generalitat de Catalunya.

Además, me gustaría agradecer todo el apoyo y confianza mostrados por la empresa FI Group, quien ha aportado todo el soporte logístico, lo que ha hecho posible el trabajo con las empresas así como el desarrollo de la metodología descrita.

Muchas gracias a la Universitat Autònoma de Barcelona, especialmente a la Escola d'Enginyeria y al Departament d'Enginyeria Química, Biològica i Ambiental, por dar un excelente soporte técnico y aportar su infinito conocimiento dentro del área trabajada.

Finalmente, y no por ello menos importante, me gustaría transmitir mi eterno agradecimiento a los dos directores del proyecto; a Adriana Artola (UAB), por su incansable dedicación y ayuda a la hora de escucharme y guiarme en cada uno de los pasos acometidos. Victor Cruz (FI Group), muchas gracias, no solamente por escuchar mi propuesta de proyecto aquel día que ya nos queda tan lejano, sino también por haber sido un pilar de apoyo diario sin el cual el proyecto no habría salido nunca adelante.

10. Bibliografía

- Aenor, 2021. Verificación de reporte reglamentario de información no financiera [WWW Document]. URL <https://www.aenor.com/certificacion/responsabilidad-social/verificacion-informacion-no-financiera> (accessed 6.29.22).
- Ajuntament de Barcelona, 2016. Acreditado el fraude de FCC en el servicio de limpieza y recogida de residuos [WWW Document]. URL https://ajuntament.barcelona.cat/turisme/es/noticia/acreditado-el-fraude-de-fcc-en-el-servicio-de-limpieza-y-recogida-de-residuos_498732
- Akbulaev, N., Mammadov, I., Aliyev, V., 2021. ECONOMIC IMPACT OF COVID-19. SSRN.
- Aliaga, F.M., Gutiérrez-Braojos, C., Fernández-Cano, A., 2018. Las revistas de investigación en educación : Análisis DAFO 36, 563-579. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.6018/rie.36.2.312461>
- América Retail, 2021. Omnicanalidad: Todo lo que hay que saber para ser digital y conseguir vender más [WWW Document]. URL <https://www.america-retail.com/omnicanalidad/omnicanalidad-todo-lo-que-hay-que-saber-para-ser-digital-y-conseguir-vender-mas/> (accessed 6.8.22).
- Angelopoulos, C.M., Katos, V., Kostoulas, T., Miaoudakis, A., Petroulakis, N., Alexandris, G., Demetriou, G., Morandi, G., Rak, U., Waledzik, K., Panayiotou, M., Tsatsoulis, C.I., 2019. IDEAL-CITIES – A Trustworthy and Sustainable Framework for Circular Smart Cities. 15th Annu. Int. Conf. Distrib. Comput. Sens. Syst. DCOSS 2019 443-450. <https://doi.org/10.1109/DCOSS.2019.00089>
- Ankit, Kumar, A., Jain, V., Deovanshi, A., Lepcha, A., Das, C., Bauddh, K., Srivastava, S., 2021. Environmental impact of COVID-19 pandemic: more negatives than positives. Environ. Sustain. 4, 447-454. <https://doi.org/10.1007/s42398-021-00159-9>
- Ardyanti, P., Wibawa, S., Putra, J.E., 2019. Evaluation and efficient measurement I-Canang digital startup in Bali with questionnaire user experience and lean startup machine validation board. J. Phys. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/2/022070>
- Asociación Española de Empresas de Consultoría, 2021. El compromiso del sector de la consultoría con la Agenda 2030.
- Asociación Española de Empresas de Consultoría, 2020. La consultoría española 2020.
- Bacchetta, V.L., 2013. Geopolítica del fracking Impactos y riesgos ambientales. Nueva Soc. 244, 1-13.
- Bakogianni, D., Skourtanioti, E., Meimaris, D., Xevgenos, D., Loizidou, M., 2019. Online brine platform: A tool for enabling industrial symbiosis in saline wastewater management domain. Proc. - 15th Annu. Int. Conf. Distrib. Comput. Sens. Syst. DCOSS 2019 430-435. <https://doi.org/10.1109/DCOSS.2019.00087>
- Bamberg, S., Ajzen, I., Schmidt, P., 2003. Choice of travel Mode in the Theory of Planned Behavior: The roles of Past Behavior, Habit, and Reasoned Action, ". Basic Applied Soc. Psychol. 25, 175-187.
- Bassan, M., Koné, D., Mbayr, M., Holliger, C., Stande, L., 2015. Success and failure assessment methodology for wastewater and faecal sludge treatment projects in low-

- income countries. *J. Environ. Plan. Manag.* 58.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09640568.2014.943343>
- Basti, J.-F., Clark, E., Elliot, T., Hart, S., van den hoogen, J., Horijk, I., Ma, H., Majumder, S., Manoli, G., Maschler, J., Mo, L., Routh, D., Yu, K., W. Crowther, T., 2019. Understanding climate change from a global analysis of city analogues. *PLoS One* 14 (7).
<https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217592>
- Bezerra, A.P., Seidel, J., Seliger, G., Kohl, H., 2016. Sustainability Factors for PSS Business Models. *Procedia CIRP* 47, 436–441. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.03.021>
- Bianchini, A., Rossi, J., Pellegrini, M., 2019. Overcoming the main barriers of circular economy implementation through a new visualization tool for circular business models. *Sustain.* 11. <https://doi.org/10.3390/su11236614>
- Black, R., 1998. *Refugees, Environment and Development*, 1st ed. Londres.
<https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315840536>
- Blank, S., 2013. Why the Lean Start-Up Changes Everything. *Harv. Bus. Rev.* 91, 63–72.
- Blank, S., 2006. *The Four Steps to the Epiphany: Successful strategies for products that win*, K&S RANCH. ed.
- Boletín Oficial del Estado, 2022. Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Borgman, C.L., Golshan, M.S., Sands, A.E., Wallis, J.C., Cummings, R.L., Darch, P.T., Randles, B.M., 2016. Data Management in the Long Tail: Science, Software, and Service. *Int. J. Digit. Curation* 11, 128–149. <https://doi.org/10.2218/ijdc.v11i1.428>
- Burkart, W., Danesi, P.R., Hendry, J.H., 2005. Properties, use and health effects of depleted uranium. *Int. Congr. Ser.* 1276, 133–136. <https://doi.org/10.1016/j.ics.2004.09.047>
- Cáceres, J.A., 2017. Elaboración de un plan estratégico de Social Media Marketing para obtener mayor visibilidad y Engagement en la Universidad Adventista de Bolivia. *Rev. Enfoques.* <https://doi.org/http://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v1i4.22>
- Calvo, J., 2022. La crisis de Ucrania pone sobre la mesa la necesidad del carbón, con reservas en León para 150 años [WWW Document]. *Leonoticias.* URL <https://www.leonoticias.com/mineria/crisis-ucrania-pone-20220301202843-nt.html> (accessed 6.15.22).
- Casado-Cerviño, A., Sanz-Martínez, J.M., 2013. 200 Años De Patentes. (OEPM).
- Centobelli, P., Cerchione, R., Chiaroni, D., Del Vecchio, P., Urbinati, A., 2020. Designing business models in circular economy: A systematic literature review and research agenda. *Bus. Strateg. Environ.* <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bse.2466>
- Coscieme, L., Pulselli, F.M., Niccolucci, V., Patrizi, N., Sutton, P.C., 2016. Accounting for “land-grabbing” from a biocapacity viewpoint. *Sci. Total Environ.* 539, 551–559.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.09.021>
- COTEC, 2021. Situación y evolución de la economía circular en España.
- Damianou, A., Katos, V., 2019. An Architecture for Blockchain over Edge-enabled IoT for Smart Circular Cities. *15th Int. Conf. Distrib. Comput. Sens. Syst.*
- de Bernardo Ares, J.M., 2015. Nueva Francia y Nueva Inglaterra en el contexto de los tratados

- de Utrecht (1713). Lucha por el imperio e historia transatlántica. *Anu. Estud. Am.* 72, 23–56. <https://doi.org/10.3989/aeamer.2015.1.02>
- de Jong, E., Engelaer, F., Mendoza, M., 2015. Realising opportunities of a circular business model. *DLL Financ. Solut. Partn.* 1–20.
- Diehl, P., 2001. *Environmental Conflict*. New York.
<https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9780429500794>
- Domingo, J., Marquees, M., Maria, M., Schuhmacher, M., 2020. Adverse health effects for populations living near waste incinerators with special attention to hazardous waste incinerators. A review of the scientific literature. *Environ. Res.* 187.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109631>
- Easterlin, R.A., 1995. Industrial revolution and mortality revolution: Two of a kind? *J. Evol. Econ.* 5, 393–408. <https://doi.org/10.1007/BF01194368>
- Einav, L., Farronato, C., Levin, J., 2016. Peer-to-Peer Markets. *Annu. Rev. Econom.* 8:615–635.
<https://doi.org/10.1146/annurev-economics-080315-015334>
- El País, 2019. La polinización de las abejas aporta 400 millones al año a la agricultura valenciana.
- EQA, 2022. Validación de la autoevaluación del cumplimiento del Principio DNSH [WWW Document]. URL https://eqa.es/next-generation-eu-confianza/dnsh-evaluacion-validacion?gclid=EAIaIQobChMIoY-ftcTX-AIVEuN3Ch2TdQtIEAAYASAAEgLCtfD_BwE (accessed 7.1.22).
- Erausquin, N., 2022. La guerra en Ucrania resucita el carbón en Europa, que aumenta su consumo ante la escalada del gas [WWW Document]. *El Comer.* URL <https://www.elcomercio.es/economia/guerra-ucrania-resucita-20220306215938-nt.html> (accessed 6.15.22).
- Fundación Ellen MacArthur, 2019. *Economía circular* [WWW Document]. URL <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/principios>
- Generalitat de Catalunya, 2021. *Zona Franca Economía Circular* [WWW Document]. URL <https://ecocircular.zfbarcelona.es/blog/> (accessed 8.6.22).
- Global Footprint Network, 2022. *National Footprint and Biocapacity Accounts 2022* [WWW Document]. URL https://data.footprintnetwork.org/?_ga=2.34445601.1238893873.1655283038-1876092418.1655283038#/ (accessed 6.15.22).
- Gobierno de España. *Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia*, 2022. *Perte de Economía circular*.
- Gobierno de España, 2021. *Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia* [WWW Document]. URL <https://planderecuperacion.gob.es/> (accessed 6.8.22).
- Gómez, F., Cavalazzi, B., Rodríguez, N., Amils, R., Ori, G.G., Olsson-Francis, K., Escudero, C., Martínez, J.M., Miruts, H., 2019. Ultra-small microorganisms in the polyextreme conditions of the Dallol volcano, Northern Afar, Ethiopia. *Nature* 9, 1–9.
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-44440-8>
- Hatzivasilis, G., Christodoulakis, N., Ioannidis, S., 2019a. The CE-IoT Framework for Green ICT Organizations. The interplay of CE-IoT as an enabler for green innovation and e-waste management in ICT. 15th Annu. Int. Conf. Distrib. Comput. Sens. Syst. DCOSS

2019.

- Hatzivasilis, G., Soultatos, O., Verikoukis, C., 2019b. Review of Security and Privacy for the Internet of Medical Things (IoMT) Resolving the protection concerns for the novel circular economy bioinformatics. 15th Annu. Int. Conf. Distrib. Comput. Sens. Syst. DCOSS 2019.
- Heyes, G., Sharmina, M., Mendoza, J.M.F., Gallego-Schmid, A., Azapagic, A., 2018. Developing and implementing circular economy business models in service-oriented technology companies. *J. Clean. Prod.* 177, 621–632. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.168>
- Howarth, R.W., Ingraffea, A., Engelder, T., 2011. Natural gas: Should fracking stop? *Nat.* 2011 4777364.
- Huffingtonpost, 2017. El primer contenedor de reciclaje se colocó en Barcelona... y otras curiosidades sobre los depósitos [WWW Document]. URL https://www.huffingtonpost.es/2017/05/10/el-primer-contenedor-de-reciclaje-se-coloco-en-barcelona-y-ot_a_22077328/
- Humphreys, A.M., Govaerts, R., Ficinski, S.Z., Nic Lughadha, E., Vorontsova, M.S., 2019. Global dataset shows geography and life form predict modern plant extinction and rediscovery. *Nat. Ecol. Evol.* 3. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0906-2>
- Ionos, D.G., 2019. SaaS: ventajas del software a demanda [WWW Document]. URL <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-saas/>
- Jackson, R.B., Carpenter, S.R., N. Dahm, C., McKight, D.M., Naiman, R.J., Postel, S.L., Running, S.W., 2001. Water in a changing world. *Ecol. Appl.* [https://doi.org/https://doi.org/10.1890/1051-0761\(2001\)011\[1027:WIACW\]2.0.CO;2](https://doi.org/https://doi.org/10.1890/1051-0761(2001)011[1027:WIACW]2.0.CO;2)
- Kanji, G.K., 1990. Total quality management: the second industrial revolution. *Total Qual. Manag. Bus. Excell.* 1, 3–12. <https://doi.org/10.1080/09544129000000001>
- Kiefer, C.P., Del Río, P., Carrillo-Hermosilla, J., 2018. Drivers and barriers of eco-innovation types for sustainable transitions: A quantitative perspective. *Bus. Strateg. Environ.* 28, 155–172. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bse.2246>
- Klein, N., Ramos, T.B., Deutz, P., 2020. Circular economy practices and strategies in public sector organizations: An integrative review. *Sustainability* 12, 1–24. <https://doi.org/10.3390/su12104181>
- LeanStartupMachine, 2020. Lean Startup Machine [WWW Document]. URL <https://www.leanstartupmachine.com/>
- Lewandowski, M., 2016. Designing the Business Models for Circular Economy – Towards the Conceptual Framework. *Sustainability.* <https://doi.org/10.3390/su8010043>
- López-Iturriaga, F.J. and López-de-Foronda, O. (2011) Corporate Social Responsibility and Large Shareholders: An Analysis of European Multinational Enterprises, *Transnational Corporations Review*, 3 (3), 17-33
- Mancini, M.S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M., Marchettini, N., 2016. Ecological Footprint: Refining the carbon Footprint calculation. *Ecol. Indic.* 61, 390–403. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.040>
- Mateus, A., 2014. La comunicación en las teorías de las organizaciones. El cruzar del siglo XX y la revolución de las nuevas tecnologías - una visión histórica. *Hist. y Comun. Soc.* 19,

- 195–210. https://doi.org/10.5209/rev_HICS.2014.v19.45021
- Mendoza, J.M.F., Sharmina, M., Gallego-schmid, A., Heyes, G., 2017. Integrating Backcasting and Eco-Design for the Circular Economy. *J. Ind. Ecol.* 21. <https://doi.org/10.1111/jiec.12590>
- Ministerio de Industria, Comercio y Turismo, 2020. Herramienta DAFO [WWW Document]. URL <https://dafo.ipyme.org/Home>
- Ministerio de Industria Comercio y Turismo, 2022. Informe Cifras PYME. Datos mayo 2022.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2015. Agenda 2030 [WWW Document]. La ONU Present. la Agenda 2030 para el Desarro. Sosten. URL <https://www.miteco.gob.es/es/ceneam/carpeta-informativa-del-ceneam/novedades/onu-agenda2030-desarrollo-sostenible.aspx> (accessed 12.1.20).
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 1996. Biorresiduos [WWW Document]. URL <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/prevencion-y-gestion-residuos/flujos/biorresiduos/Biorresiduos-Cuanto-donde-generan.aspx> (accessed 8.6.22).
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022. Huella de carbono de una organización. Alcance 1+2.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021. Inscripción en el Registro de huella, compensación y proyectos de absorción de CO2 [WWW Document]. URL <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/inscripcion-registro.aspx>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico., 2022. Pacto Economía Circular [WWW Document]. Entidades firmantes del pacto. URL <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/economia-circular/pacto/> (accessed 6.8.22).
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico., 2019. Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 [WWW Document]. URL <https://www.idae.es/informacion-y-publicaciones/plan-nacional-integrado-de-energia-y-clima-pniec-2021-2030>
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021. Resultados de la COP21 [WWW Document]. URL <https://www.miteco.gob.es/en/ceneam/carpeta-informativa-del-ceneam/novedades/finaliza-cop-26-glasgow.aspx> (accessed 6.6.22).
- Mokyr, J., 1998. The Second Industrial Revolution, 1870-1914, in: *The Lever of Riches*. <https://doi.org/10.1016/j.wavemoti.2014.01.006>
- Mota, M.J., Lopes, R.P., Delgadillo, I., Saraiva, J.A., 2013. Microorganisms under high pressure - Adaptation, growth and biotechnological potential. *Biotechnol. Adv.* 31, 1426–1434. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.06.007>
- Niero, M., Kalbar, P.P., 2019. Coupling material circularity indicators and life cycle based indicators: A proposal to advance the assessment of circular economy strategies at the product level. *Resour. Conserv. Recycl.* 140, 305–312.
- Orlins, S., Guan, D., 2016. China’s toxic informal e-waste recycling: Local approaches to a global environmental problem. *J. Clean. Prod.* 114, 71–80. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.090>

- Palacios, J.C., 2004. Desarrollo Tecnológico en la primera Revolución Industrial. *Norba* 17, 17.
- Palmer, A. Filoso, M. S., 2019. Restoration of Ecosystem Services for Environmental Markets. *Science* (80-.). 325, 575–576. <https://doi.org/10.1126/science.1172976>
- Peralta, A., Carrillo-Hermosilla, J., Crecente, F., 2019. Sustainable business model innovation and acceptance of its practices among Spanish entrepreneurs. *Corp. Soc. Responsib. Environ. Manag.* 26, 1119–1134. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/csr.1790>
- Planing, P., 2015. Business Model Innovation in a Circular Economy Reasons for Non-Acceptance of Circular Business Models. *OPEN J. Bus. Model Innov.* 1–11.
- Reim, W., Parida, V., Ortqvist, D., 2015. Product–Service Systems (PSS) business models and tactics: A systematic literature review. *J. Clean. Prod.* 97, 61–75.
- Retorna, 2022. Estrategia Residuo Cero [WWW Document]. URL <https://www.retorna.org/es/elsddr/residuocero.html> (accessed 6.15.22).
- Ries, E., 2011. *The Lean Startup: How Constant Innovation Creates Radically*. Portfolio Penguin.
- Rizos, V., Behrens, A., Gaast, W. Van Der, Hofman, E., Ioannou, A., Hirschnitz-garbers, M., Topi, C., 2016. Implementation of Circular Economy Business Models by Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs): Barriers and Enablers. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su8111212>
- Rodríguez-Anton, J.M., Rubio-Andrada, L., Celemín-Pedroche, M.S., Alonso-Almeida, M.D.M., 2019. Analysis of the relations between circular economy and sustainable development goals. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 26, 708–720. <https://doi.org/10.1080/13504509.2019.1666754>
- Sáiz-González, J.P., 1995. *Propiedad industrial y revolución liberal*. (OEPM).
- Sánchez-Andrea, I., Rodríguez, N., Amils, R., Sanz, J.L., 2011. Microbial diversity in anaerobic sediments at Río Tinto, a naturally acidic environment with a high heavy metal content. *Appl. Environ. Microbiol.* 77, 6085–6093. <https://doi.org/10.1128/AEM.00654-11>
- Sanchez Levoso, A., M. Gasol, C., Martinez-Blanco, J., Gabarell Durany, X., Lehmann, M., Farreny Gaya, R., 2020. Methodological framework for the implementation of circular economy in urban systems. *J. Clean. Prod.* 248. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119227>
- Sarja, M., Onkila, T., Makela, M., 2021. A systematic literature review of the transition to the circular economy in business organizations: Obstacles, catalysts and ambivalences. *J. Clean. Prod.* 286. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125492>
- Seliger, M., 1968. *The Liberal Politics of John Locke*. <https://doi.org/10.4324/9780429318009>
- Símbiosy., 2021. *La Simbiosis Industrial* [WWW Document]. URL <https://www.simbiosy.com/simbiosisindustrial> (accessed 8.6.22).
- Souza, D., Ghezzi, A., Barbosa, R., Nogueira, M., Schwengber, C., 2020. Lean Startup, Agile Methodologies and Customer Development for business model innovation: A systematic review and research agenda. *Int. J. Entrep. Behav. Res.*
- Symeonidis, I., Schroers, J., Mustafa, M.A., Bicz, G., 2019. Towards Systematic Specification of Non-Functional Requirements for Sharing Economy Systems. 15th Annu. Int. Conf.

- Distrib. Comput. Sens. Syst. DCOSS 2019.
- Talens, L., Baiguera, F., Maci, A., Olivieri, M., Villa, P., Colledani, M., Gabarrell I Durany, X., 2021. Digitalization as an enabler of the Circular Economy of electronics. *Procedia Manuf.* 54, 58–63. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2021.07.010>
- The Royal Society of Chemistry, 2014. *Pollution. Causes, Effects and Control*, 5th ed.
- UNESCO, 2019. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. No Dejar a nadie atrás.
- Union Europea, 2020. Nuevo Plan de Acción para la Economía Circular por una Europa más limpia y más competitiva.
- United Nations, 2019a. *World Population Prospects 2019: Highlights*.
- United Nations, 2019b. «Perspectiva de los Recursos Mundiales 2019» [WWW Document]. URL <https://www.resourcepanel.org/report/global-resources-outlook>
- United Nations, 2019c. Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación [WWW Document]. URL https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/26158Final_SG_SDG_Progress_Report_14052020.pdf (accessed 8.6.22).
- Wackernagel, M., Rees, W., 1996. *Our Ecological Footprint. The New Catalyst Bioregional Series*.
- Weißbach, D., Ruprecht, G., Huke, A., Czerski, K., Gottlieb, S., Hussein, A., 2013. Energy intensities, EROIs (energy returned on invested), and energy payback times of electricity generating power plants. *Energy* 52, 210–221. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.01.029>
- Woldometers, 2019. *Woldometers* [WWW Document]. URL <https://www.worldometers.info/>
- Wu, Q., Leung, J.Y.S., Geng, X., Chen, S., Huang, X., Li, H., Huang, Z., Zhu, L., Chen, J., Lu, Y., 2015. Heavy metal contamination of soil and water in the vicinity of an abandoned e-waste recycling site: Implications for dissemination of heavy metals. *Sci. Total Environ.* 506–507, 217–225. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.10.121>
- WWF, 2016. *Informe Planeta Vivo 2016* 76.
- Zhang, C., Wu, J., Long, C., Cheng, M., 2017. Review of Existing Peer-to-Peer Energy Trading Projects. *Energy Procedia* 105, 2563–2568. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.03.737>

Anexos

Anexo I. Cuestionario general para empresas

El presente cuestionario ha sido desarrollado con el objetivo de medir el grado general de circularidad dentro de las empresas. Para ello se han identificado 5 bloques que recogen los principales aspectos que este estudio ha querido incluir a la hora de evaluar el estado ambiental de las empresas. Además, las cuestiones que se recogen han sido planteadas para que puedan responderse de manera rápida y con datos que la mayoría de las empresas deberían poder localizar en poco tiempo. El objetivo de estas preguntas es poder trasladar las respuestas proporcionadas a una escala 0-10, para así poder tener un valor cuantitativo de cada apartado, y por lo tanto obtener una puntuación media de los 5 bloques.

Para entender la fórmula utilizada, puede verse en la columna “calculation form” la ecuación seguida para transformar la respuesta en este valor. A modo de resumen, algunas de las preguntas solo ofrecen respuesta por parte de la empresa en un valor 0-5, por lo que para transformarlo a la escala de valor 0-10, solo ha sido necesario multiplicar por 2 la respuesta indicada. En otros casos la fórmula seguida es más compleja, ya que tiene en cuenta conceptos como el ratio de reciclaje de materiales o la cantidad de recursos reutilizados, por lo que para obtener la puntuación final en la escalada deseada se han aplicado diferentes fórmulas que se detallan dentro de la columna mencionada. Finalmente, para el caso de las respuestas de “Sí” o “No,”, simplemente se han traducido en valores mínimos o máximos, es decir, 0 o 10.

Tabla A1. Cuestionario general para las empresas describiendo el tipo de pregunta, la interpretación para su inclusión y evolución de resultados y la fórmula para la valoración de su respuesta dentro de cada uno de los 5 bloques.

Block 1. General analysis				
Nº	Question	Type	Interpretation	Calculation form
1	Professional sector	Name	Information used to identify the professional sector and carry out the study the associated to environmental impacts	
2	Total number of workers	Number	Data used to calculate the amount of internal waste generated per worker	
3	Are energy efficiency and waste prevention measures applied in the company (systems A++, sustainable materials, bioproducts, etc)?	Scale (0-5)	The use of efficient systems reduces energy consumption	=Result*2
4	Do you have any environmental quality certificate?	Yes/No	If the company has these certificates, it means that it	If Result is "Yes" =10 If Result is "No" =0

			pays attention to aspects related to sustainability	
5	In case affirmative. Which one?	Name	With this information it is possible to know which aspects of sustainability are more developed in the company	
6	Total energy consumed into the installations during last year (MWh)	Number	Data used to estimate the carbon footprint and compare the results with other companies in the sector	
7	Energy supplier	Name	Data associated with estimating the carbon footprint	
8	Do you usually make frequent trips using company cars or rented vehicles?	Yes/No	Data associated with the estimation of the carbon footprint. In the case of a positive answer, it scores very negatively in the final result	If Result is "Yes" = 0 If Result is "No" =10
9	How much was the total expense associated to fuel during the past annuity (€)?	Number	Data used to estimate the carbon footprint	
10	Do workers usually travel by plane?	Yes/No	Data associated with the estimation of the carbon footprint. In the case of a positive answer, it scores very negatively in the final result	If Result is "Yes" = 0 If Result is "No" =10

Block 2. Materials and processes				
Nº	Question	Type	Interpretation	Calculation form
11	Annual input quantity of materials / raw material (t)	Number	Reference data for calculating other values	
12	Annual amount of recycled materials / raw materials purchased (t)	Number	Ratio of recycled materials acquired for new products development	Result=(question 12/question 11)*10
13	Annual amount of recyclable materials produced (t) associated to final product generated	Number	Ratio of recycled materials produced	Result= (question 13/Result question 11)*10
14	Annual amount of surplus material (t)	Number	Ratio of surplus material generated in relation to the resources introduced	Result =0 if (question 14/Result question 11 > 0,1
15	Do you have suppliers of regional products?	Scale (0-5)	Data associated with the promotion of local commerce and short distances transport	=result*2

16	Do you frequently use materials with a sustainability label or other environmental quality certificates?	Scale (0-5)	Data associated with the purchase of sustainable products	=result*2
17	Has the company a resource monitoring and control system (energy, water, waste, etc) that allows their optimization and recovery and reincorporation of part of them into the production chain?	Scale (0-5)	Data associated with the use of ICT tools for the environmental improvement of the company	=result*2

Block 3. Waste management				
N°	Question	Type	Interpretation	Calculation form
18	Annual amount of waste generated (t) by the company	Number	Ratio of waste generated in relation to the resources introduced	If result question 18/Result question 11 > 0,1= 0
19	Does the company own any type of waste management certificate (Zero Waste, Circular Economy...)?	Yes/No	Information associated with quality monitoring of waste management in the company	If result is "Yes" = 10 If result is "No" =0
20	In case affirmative. Which one?	Name	Information to verify the quality of waste management	
21	The company has an adequate system for separating waste from its professional activity.	Scale (0-5)	Data associated with evaluating the waste separation	= result*2
22	Few of the products placed on the market are "throwaway".	Scale (0-5)	Data associated with evaluating the products durability	= result*2
23	The company tries to avoid the production of overplasticized products.	Scale (0-5)	Data associated with evaluating the generation of unnecessary plastics	= result*2

24	Are the products developed against planned obsolescence?	Scale (0-5)	Question associated with evaluating the durability of products sold	= result*2
25	The company has a system for separating waste from its non-productive internal activity (Workers, maintenance, kitchens ...)	Scale (0-5)	This question assesses the waste management from employees.	= result*2
26	How many different types of containers (Blue, yellow, green ...) do you have in your offices?	Number	It considers that a company should has at least five different waste containers.	If result is 1-3= 0 If result is 4=5 If result is 5=10
27	The company carries out the production of advertising and marketing materials of the company on a frequent basis (pens, business cards, posters...).	Yes/No	Information needed to assess the quantity of consumables	If Result is "Yes" = 0 If Result is "No" =10

Block 4. Internal strategy				
N°	Question	Type	Interpretation	Calculation form
28	The company's directors proactively seek new ways of improving the environment impacts and resources use.	Scale (0-5)	Question that seeks to identify the degree of environmental sensitivity in the company's management	= result*2
29	Company tries to contact waste managers who avoid landfill or incineration processes as a waste management strategy.	Scale (0-5)	Question that seeks to identify the degree of environmental sensitivity in the company's management	= result*2
30	The company has a strategy aimed to achieving the Zero Waste objective.	Scale (0-5)	Question that seeks to identify the degree of environmental sensitivity in the company's management	= result*2
31	The company is proactive in promoting new		Question that seeks to identify the degree of	

	measures to improve environmental quality in its facilities and products.	Scale (0-5)	environmental sensitivity in the company's management	= result*2
32	The main barriers that prevent the implementation of the CE model have been identified into the company and resources are dedicated to overcoming them.	Scale (0-5)	Question that seeks to identify the degree of environmental sensitivity in the company's management	= result*2
33	The company has a compensation plan for emissions and impacts.	Scale (0-5)	Data associated with the reduction of CO ₂ emissions due to the activity of the company	= result*2
34	Training on good practices for environmental improvement and resource management is offered to employees	Scale (0-5)	Question that seeks to evaluate the knowledge of the employees in CE	= result*2
35	The company is an active part of a business group whose objective is to promote the application of improvements in the field of Circular Economy.	Scale (0-5)	Data associated with evaluating concepts such as industrial symbiosis or environmental cooperation between different entities	= result*2
36	The company regularly collaborates with local associations or groups that promote environmental improvements.	Scale (0-5)	Data associated with evaluating the degree of cooperation between non-professional entities	= result*2
37	The company allocates a part of its budget to promote environmental improvement projects (outside its professional scope).	Scale (0-5)	Question to evaluate the environmental commitment of the company in different fields	= result*2

Block 5. Innovation and change management				
Nº	Question	Type	Interpretation	Calculation form
38	The company is informed of the most innovative technologies and processes in the sector.	Scale (0-5)	This information is used to evaluate the degree of knowledge of the company in innovative processes	= result*2
39	Innovative practices that help the evolution of the business are almost always applied.	Scale (0-5)	Question that seeks to know the frequency in the application of new tools and solutions in the company	= result*2
40	The company has a responsible / innovation team in charge of carrying out tasks associated to new methodologies implementation.	Scale (0-5)	This information is used to evaluate the degree of involvement of the company in innovation processes.	= result*2
41	Attention is paid to public funding opportunities related to the implementation of circular measures.	Scale (0-5)	Information used to evaluate the knowledge of the company on innovation financing	= result*2

Anexos II-IV

A continuación, se detalla la información recogida en los anexos II, III y IV. Se trata de los documentos entregables hechos llegar a las 3 empresas participantes en el proyecto, por lo que a pesar de que gran parte de la información individual de cada empresa, así como los resultados y la caracterización de los informes, son puntos totalmente personalizados, algunos otros aspectos como las explicaciones generales de la metodología, las certificaciones así como cualquier otro punto menos específico, son muy similares entre los 3 informes presentados.

Para el caso que compete a las ayudas identificadas, también se aporta un listado genérico en el anexo II, ya que muchas de ellas son accesibles para las tres empresas y por temas de confidencialidad no es posible detallar los proyectos y líneas de financiación específicas a las que las empresas se han presentado como consecuencia de su participación en esta investigación.

Anexo II. Caso de estudio de empresa del sector textil

En este anexo se detallan los resultados de la aplicación de la metodología propuesta en el presente proyecto (anexo II.I) así como el ACV realizado al nuevo modelo de *packaging* de la entidad (anexo II.II).

Anexo II.I. Análisis de circularidad de empresa textil

1. Análisis de procesos ambientales internos

En este bloque del presente estudio se lleva a cabo el análisis de la empresa a través de la aplicación de una metodología propia basada en el uso de diferentes medidores de circularidad así como otros medidores que sirven de base de datos sobre los cuales sustentar la propuesta de mejora ambiental para Empresa Textil. El proceso comienza con un análisis interno de la empresa que busca conocer el campo de actividad profesional así como su organización interna o el tipo de recursos utilizados en su día a día. Este primer punto culmina con el envío del cuestionario personalizado.

Posteriormente se prosigue con el análisis interno de la empresa gracias a la aplicación de un medidor de circularidad propio creado exprofeso en el presente proyecto y que busca ofrecer un valor en escala 0-1 del estado de circularidad de toda la empresa, tomando para su cálculo valores relacionados con la reciclabilidad de los materiales producidos, la recuperación de recursos o la capacidad innovadora de la empresa.

Asociado al tercer bloque, como se muestra en el esquema general de la ilustración de la metodología en la Figura 18, se lleva a cabo la propuesta de mejoras de circularidad y gestión de recursos partiendo del principio *Re-Resolve* propuesto por la fundación Ellen MacArthur y que busca a través de diferentes bloques predefinidos ayuda a implantar acciones de reducción y optimización de materiales y recursos.

A continuación, en el presente informe se ofrecerá un análisis de los resultados obtenidos así como un marco teórico donde se expone el aumento de la puntuación obtenida en la aplicación

del cuestionario y del indicador de circularidad en caso de implantar todas aquellas medidas propuestas en el marco *Re-Resolve*, el cual trabaja un paso más allá en la generación de medidas ambientales propuesta por la fundación. Como punto final, y con el objetivo de ayudar al global de las empresas a llevar a cabo las acciones de mejora identificadas, se trabaja en la identificación de líneas de financiación públicas así como de diferentes certificaciones que puedan ayudar a Empresa Textil a dar los pasos propuestos, consiguiendo cerrar el círculo del servicio propuesto.

1.1 Cuestionario general

En este apartado se ofrece un análisis de la situación actual de la empresa Empresa Textil de acuerdo a una metodología propia basada en las respuestas proporcionadas por parte de la entidad al cuestionario general que se hizo llegar y que recogía diferentes cuestiones divididas a su vez en cinco bloques diferentes. Este cuestionario ha buscado medir tanto la capacidad de adaptación profesional como su potencial a la hora de desarrollar un nuevo modelo en torno a la economía circular. Esta metodología se ha basado en el estudio de diferentes citas relacionadas con el mundo de los negocios que tratan el uso y la explotación de diferentes herramientas y productos desarrollados con este fin, y que, por lo tanto, pueden ser útiles a la hora de evaluar el escenario sobre el cual se va a trabajar.

Este cuestionario propuesto se ha planteado en 5 grandes bloques (Estado general, Materiales y procesos, Gestión de residuos, Estrategia interna y Gestión de la innovación y el cambio) y un total de 41 preguntas. Esta selección de bloques se debe a que se busca ofrecer a Empresa Textil un cuestionario dinámico y sintetizado, y por lo tanto más atractivo, pero que, a la vez, desea constituir una fuente de información vital para la evaluación del estado de la empresa en el campo de la Economía circular. Así mismo, las respuestas proporcionadas (las cuales pueden ser numéricas, nominales o simplemente de "sí" o "no") por parte de la entidad, han sido analizadas a través de una algoritmia de fórmulas estricta para finalmente ofrecer una visión global (en escala 0-10) de la empresa en relación a los 5 bloques mencionados. Los resultados globales se muestran a continuación en la Figura 1:

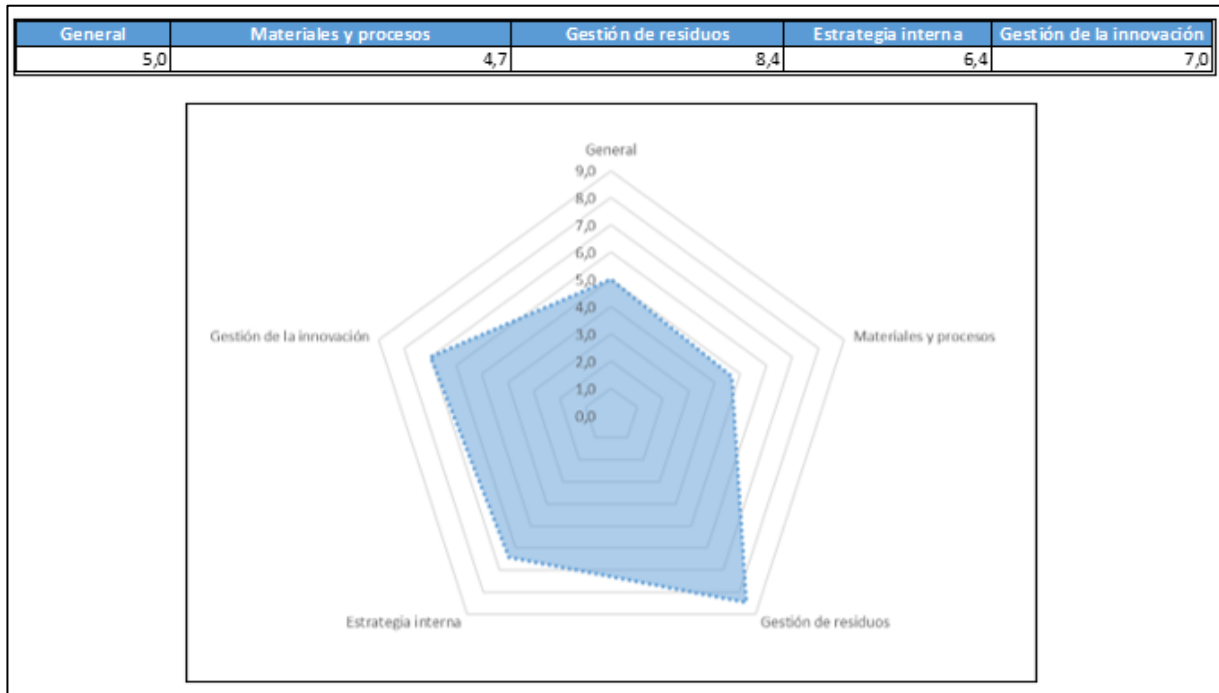


Figura 1. Resultados en escala 0-10 de la valoración de los 5 bloques del cuestionario analizados para Empresa Textil

Desglose de resultados del cuestionario

En este apartado se describen los resultados obtenidos en cada bloque así como una descripción del contenido de cada uno de ellos. Así mismo, se incluyen propuestas de mejora basadas en criterios ambientales y de aplicación de medidas relacionadas con la circularidad. Para llevar a cabo el análisis de resultados y propuesta de mejoras se han tenido en cuenta solamente los datos asociados a la anualidad 2020 en la sede central de Empresa Textil.

- Bloque 1: Estado general de la empresa

El objetivo de este primer Bloque del cuestionario es obtener una visión general del estado en el que se encuentra Empresa Textil con relación al análisis de diferentes puntos generales.

A modo descriptivo, se indica que Empresa Textil es una empresa que se dedica al diseño y venta de prendas de moda dirigidas a un público *target* exigente, que busca compatibilizar el diseño vanguardista, con una vestimenta sobria y elegante de gran calidad.

Para evaluar el estado de la entidad dentro de este primer apartado, se han tenido en cuenta conceptos generales, evaluables a primera vista y relacionados con campos como disponer de certificaciones ambientales específicas, el uso regular de energía renovable en sus instalaciones o la frecuencia en el uso de vehículos y aviones para llevar a cabo los desplazamientos realizados por parte del personal de Empresa Textil. En este punto, se han detectado varias mejoras que ofrecen un campo de desarrollo de alternativas más sostenibles, sobre todo en relación con la capacidad de la entidad de llevar a cabo diferentes acciones que la permitan presentarse como una alternativa verde y real dentro del sector textil a la vez que reduce el consumo de algunos recursos, principalmente combustible.

El proveedor de energía identificado en las instalaciones objeto de estudio ha sido Iberdrola, una gran compañía eléctrica y de gran fiabilidad que aporta como energía un 90% de corriente renovable, por lo que su consumo es relativamente bajo en cuanto a huella de carbono se refiere, aumentando además la circularidad al provenir de una fuente renovable. Con los datos aportados por la entidad en relación al consumo energético de sus instalaciones, se ha aplicado el factor de conversión ofrecido por el MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico., 2022) para el proveedor energético señalado, dando como resultado una huella de carbono anual de 82.345 kg de CO₂ durante 2020, anualidad objeto de estudio del presente informe.

Este dato se ve amplificado al analizar las emisiones asociadas al transporte de empleados a través del uso elevado de aviones como medio de desplazamiento así como el de vehículos de empresa, el cual suma un total aproximado de 42.307 kg adicionales de CO₂ debido a la quema de combustible.

La puntuación global obtenida en este apartado de aspectos generales es de un 5 sobre 10, debido a la puntuación obtenida en base a los algoritmos de cálculo que muestran los siguientes resultados:

Aspectos positivos

- Se dispone de algunas medidas de eficiencia energética y prevención de residuos que hacen que se optimice el uso de recursos dentro de las instalaciones de Empresa Textil.
- Se cuenta con un proveedor energético que aporta una gran cantidad de energía renovable a las instalaciones de Empresa Textil.

Aspectos a mejorar

- Obtener la certificación de las diferentes ISOs y certificados ambientales (14001, Residuo Zero, etc) que favorecen la optimización de procesos y gestión de residuos.
- Disponer de un proveedor energético local cuya trazabilidad energética sea más fácil de realizar.

Reducir significativamente (al menos un 80%) el uso de vehículos propios, así como los viajes en avión. Este punto puede verse favorecido por el fomento del teletrabajo así como del uso de las herramientas digitales para llevar a cabo reuniones con proveedores y clientes.

- Bloque 2: Materiales y procesos

A lo largo de este segundo bloque se estudian y analizan los procesos y cantidades asociadas al consumo de recursos, la producción, el tipo de materiales utilizados así como los porcentajes de reciclabilidad, tanto de los recursos utilizados como materia prima como de los residuos generados como consecuencia del proceso de desarrollo de los productos de la entidad. A la

hora de interpretar estos resultados debe tenerse en cuenta que prácticamente toda la producción de los productos textiles que la entidad pone en el mercado es creada y desarrollada en terceros países por lo que su trazabilidad se escapa parcialmente del objeto de estudio del presente informe. Por esta razón, este apartado recoge principalmente la entrada y gestión de materiales asociados al día a día de la sede operativa de Empresa Textil.

De esta manera, con los datos proporcionados por parte de la entidad, se ha calculado un total de 835.000 kg de entrada de materia prima y producto ya tratado, siendo su totalidad de procedencia virgen, presentando por lo tanto un 0% de entrada de materiales reciclados/recuperados. Además de ello, del total de la materia primera de entrada a la entidad, se ha indicado que el porcentaje de material reciclable producido también es del 0%, ya que el producto que se pone a la venta en la actualidad no está sujeto a ningún tipo de proceso de recuperación y reciclaje.

Continuando con el análisis asociado a la gestión de materiales, se ha identificado un total de 2.360 kg de residuos asociados directamente a los excedentes del producto. En este caso se trata principalmente de elementos asociados al *packaging*, cartonaje y restos textiles procedentes de los productos importados. Esta cifra asociada a la generación de residuos supone tan solo el 0,2% respecto de los *inputs* del producto, por lo que sugiere que el departamento logístico encargado de la manipulación y tratamiento de los materiales entrantes lleva a cabo un adecuado uso y gestión del producto textil, minimizando las pérdidas por anomalías o roturas.

En relación con los proveedores con los que Empresa Textil mantiene relaciones profesionales, destaca la obligatoriedad de estos de adherirse al Código de Conducta de Fabricantes y Proveedores que ha sido desarrollado por la propia entidad. En este código, como se ha mencionado anteriormente, se marca la obligatoriedad de desarrollar la actividad profesional de la manera más ética y responsable posible, incluyendo este punto el respeto por el medioambiente. En esta misma línea, la entidad intenta apostar en la medida de lo posible y viable por la elección de proveedores de productos más o menos locales, así como en la reducción en el número de empresas de servicios, aunando puntos de compra y por lo tanto disminuyendo las emisiones asociadas al transporte de materiales al proceder estos de un menor número de puntos geográficos.

Como último punto dentro de este bloque, se ha estudiado la presencia o no de sistemas y herramientas de monitorización y control de procesos de desarrollo empresarial basados en el uso de las tecnologías informáticas. Estas resultan una enorme ventaja, sobre todo para empresas de gran tamaño, ya que ayudan a identificar anomalías de funcionamiento, fallos de producción, así como visualizar y controlar los consumos de recursos necesarios para el producto, como el agua y la energía. De forma adicional colaboran a la hora de implementar nuevos procesos de mejora ambiental ya que permiten cuantificar el impacto de las medidas adoptadas. En este sentido la empresa cuenta con diferentes herramientas de control y monitorización de los procesos de producción, pero tiene aún un amplio margen de evolución en procesos de control de sistemas y consumo energético, disminución de residuos y reutilización de materiales.

La puntuación global obtenida en este apartado de materiales y procesos es de un 4,7 sobre 10, debido a la puntuación obtenida en base a los algoritmos de cálculo que muestran los siguientes resultados:

Aspectos positivos

- El total de residuos generados respecto al total de producto final supone un % relativamente pequeño (9%), sobre todo teniendo en cuenta las dificultades asociadas a la manipulación, control de stock y envío de prendas textiles.
- Disponer de una cantidad significativa de proveedores locales así como de una política y guía de buenas prácticas ambientales.
- Utilizar de manera frecuente materiales de producción que cuentan con etiquetas de sostenibilidad u otros certificados de calidad ambiental.

Aspectos a mejorar

- El % de materiales reciclados adquiridos para el desarrollo de productos es muy bajo, por lo que la entidad debería aumentar en la medida de lo posible las cantidades actuales para aumentar el grado de circularidad de sus procesos.
- Al tratarse de productos cuya recuperación se hace difícil debido a que su devolución depende del usuario final, disponer de un sistema de recuperación y tratamiento de prendas para la generación de nuevos productos textiles ayudaría a aumentar el grado de circularidad en este bloque.
- Disponer de diferentes herramientas de control y monitorización avanzadas de los procesos de producción que permitan un aumento de la visualización en tiempo real.

- **Bloque 3: Gestión de residuos**

Este apartado se centra en los procesos de gestión de residuos procedentes de áreas diferentes. Por un lado, los residuos procedentes de la actividad empresarial y por otro, los residuos procedentes del personal propio. A diferencia del bloque anterior, este se centra más en aspectos cualitativos de todo el proceso de gestión como el hecho de contar con certificados de gestión de residuos o la durabilidad de los productos.

De esta manera se ha identificado una cantidad total de 81 toneladas anuales de residuos, procedentes en mayoría de la actividad diaria y profesional de la entidad, es decir, asociadas al uso y asistencia diaria de los trabajadores al centro objeto de estudio. Haciendo el reparto medio por trabajador, y eliminando la parte asociada a la generación de residuos textiles procedentes de mermas y su manipulación logística, se obtiene el dato que indica que la media de generación de residuos por cada trabajador (tomando de referencia el dato de 940 trabajadores) asociado al centro es de 83,6 kg a lo largo de toda la anualidad.

Este dato indica por lo tanto que la masa de residuos generada por cada trabajador y día (dato calculado sobre la anualidad 2020 y teniendo en cuenta un total de 220 días laborales) es de 0,38 kg.

Según el informe España en Cifras del INE, en 2019 se generaron un total de 1,29 kg de residuos por persona y día, por lo que teniendo en cuenta el tiempo que dedica a la jornada laboral (8

horas), este dato se encuentra dentro de la media nacional. Estos datos así como su seguimiento exhaustivo se verían reforzados y analizados en profundidad en caso de que la entidad dispusiera de algún certificado ambiental como el de Residuo Cero o el de Economía circular, ya que ambos persiguen la implantación de sistemas de control y reducción de residuos dentro de las empresas.

No obstante, a pesar de contar con estas certificaciones, la entidad cuenta con un sistema muy completo y avanzado de separación de residuos procedentes de su actividad industrial, lo que le permite gestionar de manera adecuada los residuos, excedentes y mermas producidos, llevando a cabo su correcta separación. Este punto es positivamente soportado por el hecho de que la entidad también dedica grandes esfuerzos a reducir los envoltorios plásticos de los productos creados, lo que optimiza el uso de recursos y cumple con el principio de reducción de materiales utilizados.

También asociada a la gestión de los residuos procedentes de la actividad del personal propio dentro de la empresa, se debe indicar que Empresa Textil cuenta con un sistema completo de separación de residuos por tipología, ofreciendo a sus trabajadores la separación de los mismos en envases, cartones, vidrio, residuos orgánicos y fracción resto, lo que hace que se cubra prácticamente toda la totalidad de los residuos generados por los trabajadores.

Además, como punto valorado muy positivamente dentro de este bloque, la entidad evita la generación innecesaria de fungibles publicitarios, como las tarjetas de presentación u otros materiales corporativos, lo que reduce los recursos utilizados a la vez que supone un concepto educativo a nivel interno.

Por todo ello, los cálculos realizados marcan una puntuación de 8,4 sobre 10 en este bloque, identificando a su vez los siguientes conceptos:

Aspectos positivos

- Disponen de diferentes sistemas de separación de residuos, tanto los procedentes de su actividad profesional, como de los asociados al personal interno.
- No se generan materiales publicitarios fungibles innecesarios para su desarrollo profesional.
- Se trabajan en la implantación de políticas internas para la reducción de plásticos asociada a la actividad empresarial de Empresa Textil.
- Los productos ofrecidos por la entidad son de alta calidad y de uso prolongado, lo que evita la generación de residuos a corto plazo, aumenta la vida útil del textil y además evita la compra y consumo de productos adicionales debido a deterioro.

Aspectos a mejorar

- Disponer de certificados de gestión de residuos y de implantación de sistemas de circularidad que no son obligatorios para su actividad (Residuo Cero, Economía

Circular, ISO 14001, etc) pero que denotarían el compromiso de la entidad con el cuidado del medio ambiente en la realización de sus procesos diarios.

- Bloque 4: Estrategia interna

En este apartado se definen y analizan de manera cualitativa las mejoras que tiene o puede hacer la empresa desde su filosofía de trabajo para fomentar el modelo circular. Se analiza por lo tanto la visión interna de la empresa así como la identificación de los cambios que, de una manera u otra, afectan a todos los elementos que constituyen una entidad, logrando así una concienciación tanto en la directiva como en los trabajadores que desemboque en un cambio global de cada una de las unidades. En este contexto, se han evaluado por lo tanto las relaciones existentes dentro de la empresa y con su directiva, el contacto con centros tecnológicos o universidades así como la identificación de gestores de residuos específicos. Se busca, por lo tanto, identificar la intensidad de estas relaciones que muestran si de verdad una empresa busca dentro de su estrategia interna mejorar sus procesos a medio-corto plazo.

En este sentido, se ha visto como la empresa colabora de manera proactiva en la búsqueda de nuevas vías de mejora ambiental a través del establecimiento de estrategias internas, el estudio de las principales barreras que impiden la mejora de procesos, así como en la implantación de sistemas de calidad. La certificación Residuo Cero ayuda a Empresa Textil a que toda su organización se preocupe por la buena gestión de aquello que fabrican, favoreciendo el reciclado de cada una de las piezas y evitando lo máximo posible que acaben en vertederos. La palabra cero, implica que se esfuerzan por gestionar y reciclar todo lo posible sus residuos inorgánicos y residuos orgánicos, lo cual hace que desde el punto de la estrategia interna de la empresa sea más fácil mejorar la calidad ambiental de sus instalaciones y productos.

De forma paralela, y también asociado a la atención que la estrategia interna presta a la implantación del modelo de economía circular en su día a día, Empresa Textil dispone de una pequeña red de entidades empresariales externa con la cual colabora de manera regular en el intercambio de conocimientos que favorezcan estos cambios, lo que hace que la entidad sea relativamente proactiva a la hora de llevar a cabo los cambios internos que sean necesarios para este fin. Este estudio del análisis interno de las redes empresariales también debe trasladarse al conocimiento y trato con los gestores de residuos con los cuales la entidad tiene acuerdos de colaboración. Ello es debido a que es imprescindible conocer el tratamiento que estos gestores le dan a los residuos recogidos, prestando especial atención a las fracciones orgánica y resto, las cuales generalmente acaban en instalaciones de depósito abierto o en incineradoras, opciones que deberían descartarse en toda aquella empresa que desee implantar un modelo de circularidad en sus instalaciones.

El último de los indicadores con los que cuenta este apartado evalúa la estrategia de la empresa asociada a la presentación de un plan de compensación de emisiones e impactos asociados a su actividad. Es decir, se ha evaluado si la entidad cuenta con inversiones en restauración de ecosistemas o mitigación de impactos como la huella de carbono. Se trata de un medidor crítico que pone de manifiesto si existe o no un interés real que permita reducir los impactos asociados a la actividad de cualquier empresa.

En el caso de Empresa Textil, se ha visto que la entidad cuenta con algunas medidas de reducción de huella de carbono, pero no dispone de iniciativas internas que busquen mitigar

parte de sus impactos a través de la financiación de proyectos de captura de carbono o la reforestación y recuperación de zonas forestales que pudieran servir como sumidero de CO₂.

En función de los campos evaluados, así como de la información asociada, la entidad ha obtenido en este bloque una puntuación de 6,4 sobre 10, mostrando además los siguientes campos de actuación:

Aspectos positivos:

- La directiva de la entidad se encuentra sensibilizada en relación con la adopción de nuevas medidas de carácter ambiental, lo que sirve de motor de cambio.
- Se evita en la medida de lo posible la deposición en vertedero o incineración de los residuos, tratamientos finalistas que impiden la circularidad de los materiales.
- Se tienen identificadas cuales son las principales barreras que dificultan la adopción de estas medidas y por lo tanto es más fácil adaptarse según las necesidades. Se trata de una entidad abierta y proactiva a la hora de adoptar nuevas medidas.

Aspectos a mejorar:

- Con el objetivo de contar con el aporte de ideas de mejora por parte de toda la plantilla para aumentar la concienciación de los trabajadores, se deberían ofrecer formaciones específicas y participativas donde aprender y aportar nuevos enfoques.
- Implementar un sistema de compensación que permita a la empresa ser neutra o negativa en emisiones de carbono emitidas, priorizando en ellas los procesos de reforestación de espacios degradados.

- Bloque 5: Gestión de la innovación

En la actualidad, todas las empresas están sometidas a un proceso obligatorio de cambio constante, todas aquellas que se estancan y que optan por la estrategia de no innovar, acaban siendo desplazadas por la competencia a un segundo plano que en numerosas ocasiones acaba con la propia actividad de la entidad.

Desde el punto de vista de la innovación Empresa Textil cuenta con un proceso de cambio continuo basado en las necesidades del mercado y de la estrategia de la empresa. Esta estrategia es consecuencia de muchos años de reinversión y adaptación del modelo de negocio, lo que ha desembocado en un profundo conocimiento interno que parece dotar a la empresa de personalidad propia y por lo tanto de la capacidad de responder a los cambios externos.

Con el objetivo de medir el grado de innovación de la entidad, así como el nivel de actualización de los responsables de esta, se han tomado datos referentes a la aplicación de nuevas prácticas de negocio y a la asignación e identificación de responsables de I+D encargados de ofrecer nuevas soluciones adaptadas, así como mantenerse informados de las tendencias del mercado. Además, dentro de este apartado se ha tenido muy en cuenta el hecho

de que la empresa tenga una filosofía de identificación y acceso a las diferentes fuentes de financiación pública existentes asociadas a convocatorias de I+D+i, ya que estas suelen ofrecer a las empresas los fondos económicos que son necesarios para acometer los cambios, en campos como la digitalización avanzada, el desarrollo de proyectos de investigación en Economía circular o la creación de nuevos productos.

Tras analizar los resultados de este último bloque, en el cual se ha obtenido una puntuación de 7 sobre 10, se puede concluir que Empresa Textil es una empresa bastante innovadora que intenta gestionar correctamente las oportunidades de innovación asociadas a su bloque profesional disponibles y que dedica los recursos necesarios para mantenerse a la vanguardia del cambio.

Con el objetivo de estar actualizados totalmente en oportunidades como los fondos europeos asociados al Plan de Recuperación “España Puede”, se recomienda dedicar a Empresa Textil un plus de atención a las líneas de este bloque relacionadas con la creación de nuevos modelos de negocio sostenibles así como fomentar la implantación de procesos complejos de digitalización y eficiencia energética en grandes empresas. Finalmente, para lograr alcanzar una puntuación más alta en este apartado sería de gran utilidad que la entidad dispusiera de un responsable de I+D+i específico que desarrollase funciones de gestión tecnológica interna así como de fiscalidad y gestión de proyectos de I+D+i así como de instalaciones donde llevar a cabo pruebas a escala de laboratorio de aquellos nuevos productos a desarrollar por parte de la marca.

1.2 Aplicación de medidores de circularidad (V1)

Una vez definidos los parámetros que componen el medidor CIAI, se introducen y calculan los valores de Empresa Textil con el objetivo de medir el grado de circularidad de la empresa, obteniéndose el siguiente resultado (escala 0-1):

CIAI= 0,157

Al tratarse de un resultado en escala 0-1, el valor obtenido es relativamente bajo. Esto se debe a varios factores que se indican a continuación:

- La metodología seguida para evaluar este dato consiste en evaluar desde un punto de vista crítico y real el grado de circularidad de la empresa, es decir, busca ofrecer resultados y puntos de mejora que vayan más allá del “greenwashing”, por lo que obtener una puntuación alta es relativamente complicado.
- Por otro lado, Empresa Textil es una empresa cuyo producto principal tiene una tasa de recuperación prácticamente nula, ya que ninguna de las prendas textiles que pone a la venta son recuperadas o recicladas. Además, para la creación en terceros países de estas prendas se utiliza exclusivamente material de nueva creación.
- Este medidor no solamente tiene en cuenta los valores asociados a la gestión de recursos y residuos, si no que mide también otros conceptos como el uso frecuente de vuelos comerciales asociados a la actividad de la empresa. Si bien es cierto que este

parámetro podría escapar de un análisis de circularidad normal, los combustibles necesarios para el empleo de este tipo de transporte no dejan de ser un recurso natural explotado cuyo residuo principal (las emisiones de CO₂) tiene un impacto global más que demostrado.

- Como complemento a estos valores, este medidor también propone la inclusión de otras variables ya medidas durante la fase anterior, como es el caso de los valores obtenidos en los campos de la gestión de la innovación y la estrategia interna de la empresa. Una vez más, se trata de parámetros difíciles de medir y sobre todo de incluir dentro de un indicador de circularidad. En este caso, a pesar de tener un valor relativamente modesto (10% del total), se considera que su inclusión debe ser de carácter obligatorio, ya que, a la hora de crear nuevos modelos de producción más sostenibles, contar una estrategia y capacidad de cambio eficientes es un punto clave y crítico para cualquier empresa que desee transformar su modelo siguiendo la filosofía propuesta por el modelo circular.

1.3 Análisis de Ciclo de vida

El análisis de ciclo de vida se presenta al final del presente Anexo II.II del presente documento.

2. Propuestas y puntos de mejora

2.1 Aplicación del concepto *Re-Resolve*

En este punto se van a identificar una serie de medidas que intentarán aumentar el grado de circularidad obtenido, buscando un modelo de desarrollo de negocio a través de la mejora ambiental. Para ello, se va a aplicar el concepto autodenominado como *Re-Resolve* en aquellos puntos del proceso susceptibles de la mejora ambiental de Empresa Textil. De esta manera, cada uno de ellos será analizado de una forma exhaustiva, para así poder identificar qué puntos de la cadena de producción pueden verse optimizados desde un punto de vista de producción más sostenible.

A continuación en la Tabla 1 se presentarán las medidas, autodenominadas como E-Action, a tomar dentro del ámbito empresarial y su interrelación con la aplicación del modelo de economía circular en su día a día.

Tabla 1. Identificación de medidas de mejora ambiental (E-action) a aplicar dentro del concepto *Re-Resolve*

E-action	<i>Reduce</i>	<i>Regenerate</i>	<i>Share</i>	<i>Optimise</i>	<i>Loop</i>	<i>Virtualise</i>	<i>Exchange</i>
<i>Promover la circularidad de los productos</i>	X			X			

<i>Estrategias corporativas circulares</i>	X	X	X	X			X
<i>Vida útil del producto</i>	X	X					
<i>Diseño para cerrar el círculo</i>	X	X		X	X		
<i>Nuevos modelos de negocio</i>	X			X	X	X	X
<i>Nueva cultura empresarial</i>	X			X			
<i>Oportunidades de financiación</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acciones de compensación</i>		X					
<i>Imagen corporativa</i>	X	X		X		X	

A continuación, se detallan las medidas identificadas dentro de cada uno de estos bloques para la Empresa Textil.

Promover la circularidad de los recursos

Promover la circularidad de los recursos, directos e indirectos para el desarrollo del producto final es uno de los principales objetivos en la estrategia para instaurar la economía circular, cuyo objetivo es que el valor de los recursos utilizados se mantenga en el ciclo de vida útil durante el mayor tiempo posible, reduciendo así al mínimo la generación de residuos no aprovechables. Se actúa así a favor de la durabilidad y aumento de la vida útil de los materiales y productos, de la reparación, reutilización de recursos y del reciclado de los residuos. Cuando se habla de recursos, se hace en un sentido amplio, siendo todo aquello que permita generar valor y satisfacer ciertas necesidades dentro del proceso productivo, la actividad comercial o industrial de una empresa, por ejemplo. Se está refiriendo entonces, tanto a recursos materiales como inmateriales tipo la energía, las personas, la información o el territorio. De esta manera, lograr aumentar la mejora en el uso de los recursos empleados en la producción llevada a cabo por parte de Empresa Textil tendría efectos directos en el incremento de la circularidad de la empresa, ya que reduciría la cantidad de residuos generados como consecuencia de su

actividad, ello favorecería su reintroducción dentro del ciclo de producción y optimizaría los gastos asociados a toda la creación del producto textil de la entidad.

Este proceso podría llevarse a cabo a través del estudio e introducción de un nuevo sistema que permitiese identificar potenciales materiales más sostenibles en su producción (*Reduce*) cuya producción en origen se llevase a cabo de manera responsable y con el menor impacto ambiental posible (*Optimise*).

Estrategias corporativas circulares

La implementación de la economía circular en las empresas busca la reducción en el uso de materiales, sustituyéndolos con productos fácilmente actualizables y duraderos o productos hechos con recursos renovables y/o a través de procesos de recuperación de recursos.

Para adoptar la estrategia de economía circular, las empresas deben involucrar e integrar dentro de su modelo estratégico y en todas las funciones comerciales esta filosofía mediante la implementación de cadenas de suministro circulares y coordinar tanto el flujo de material como de información, además de los enfoques de diseño de productos hacia su reaprovechamiento. También deberán considerar la Directiva Marco de Residuos de la UE y su jerarquía de residuos, lo que permite identificar las principales prácticas genéricas que las empresas deben implementar en sus estrategias corporativas circulares:

- Establecer nuevas redes de contacto con otras entidades o empresas que permitan compartir productos y residuos con potencial de transformarse en recursos a través de procesos de simbiosis empresarial (*Share*).
- Reutilizar/redistribuir: Promover estrategias internas y de desarrollo de negocio que busquen utilizar varias veces a través de procesos de recuperación (*Regenerate*) o también redistribuir a nuevos usuarios aquellos subproductos que aún pudieran ser reutilizados (*Reduce, Optimise*).
- Nuevas tecnologías: Apostar por tecnologías limpias y novedosas creadas por terceros que optimicen el proceso de producción (*Exchange*).

Vida útil del producto

Uno de los puntos principales de la EC es prolongar la vida útil del producto para así evitar generar más residuos a la par que se reducen los impactos asociados a los puntos de extracción. Para conseguir que estos materiales permanezcan el máximo tiempo posible dentro del ciclo de vida de uso, se debe tener en cuenta una serie de factores, principalmente los asociados al ecodiseño. Este concepto puede definirse como las “acciones orientadas a la mejora ambiental del producto en la etapa inicial de diseño, mediante la mejora de la función, selección de materiales menos impactantes, aplicación de procesos alternativos, mejora en el transporte y en el uso, y minimización de los impactos en la etapa final de tratamiento”.

Una vez que se ha visto que el núcleo de negocio de la empresa es poner en el mercado productos que cuya vida útil es larga, debido a su apuesta por la calidad de los tejidos, las principales acciones que se proponen este campo irían dirigidas a :

- Reacondicionamiento/remanufactura: Implementar un "proceso estético" de reacondicionamiento (*Regenerate*) que permita a determinadas prendas el cambio de componentes individuales, prologando así la vida útil de estos productos.
- Estudio de nuevos tejidos: Identificación de materiales más sostenibles que aumenten la durabilidad y uso de todas las prendas, logrando así no solamente un aumento de la vida útil del producto sino también un menor impacto ambiental en la extracción de recursos (*Reduce*).

Diseño para cerrar el círculo

En la actualidad, una vez un producto llega al fin de su vida útil, de manera casi inevitable este es desechado. Nace ahí la importancia de aunar todos los conceptos anteriormente explicados para así lograr un fin de vida que permita recuperar los materiales que constituyen el producto final. En este punto, una vez más, tiene importancia los procesos de ecodiseño realizados al inicio del planteamiento del producto, ya que procesos como hacerlo desmontable o permitir mecánica o químicamente recuperar los materiales utilizados, haría completar el círculo que se pretende lograr en la implantación del modelo de economía circular.

- Reciclar: Reducir los materiales básicos necesarios y reutilizar la mayor parte de ellos para generar nuevos productos (*Reduce, Optimice, Loop*).
- Cascadas: Implementar procesos que fomenten el cierre del ciclo biológico para que el material/recurso orgánico utilizado regrese como nutriente al suelo (*Regenerate*).
- Procesos inversos: Pueden implicar sistemas de circuito cerrado, donde los materiales o productos se devuelven a los fabricantes originales, o sistemas de circuito abierto cuando los bienes al final de su vida útil son recuperados por otras partes (*Loop*).

Para el caso de Empresa Textil abordar esta solución en la actualidad, con los productos analizados, es una tarea difícil, ya que para ello se debería implantar un sistema que permitiera el retorno de las prendas puestas en el mercado a sus instalaciones, donde recuperar los materiales.

Nuevos modelos de negocio

Los nuevos modelos de negocio basados en la economía circular deben garantizar que los materiales se retengan dentro del uso productivo, en un estado de alto valor, durante el mayor tiempo posible. La economía circular busca remodelar los sistemas económicos y empresariales para que los productos se "diseñen" a partir de las necesidades humanas reales y su adaptación a los recursos disponibles.

Para crear un nuevo modelo de negocio basado en la economía circular Empresa Textil debería tener en cuenta los puntos siguientes:

- Obtener productos y materiales ya puestos en el mercado, para evitar su extracción de fuentes naturales (*Reduce, Optimise*).

- Crear valor para los clientes agregando más soluciones sostenibles a los productos y materiales existentes (*Loop*).
- Fomentar la durabilidad de los productos y hacer conocer a los clientes de que la compra del producto se asocia a un menor impacto ambiental (*Optimise*).
- Ser responsables con los procesos de producción, lo que conlleva la implantación de directrices de responsabilidad a la hora de desarrollar los planes de negocio de la entidad, así como dirigir los procesos de producción a un nivel más local, en lugar de producirse en terceros países, reduciendo así las emisiones asociadas al transporte a la vez que se cumple con una normativa ambiental más estricta (*Reduce*).
- Establecer redes que permitan optimizar y compartir recursos así como el intercambio de conocimientos (*Exchange*).
- Creación de nuevos negocios virtuales (*Virtualise*) que fomenten el préstamo/alquiler de ropa por un periodo temporal, evitando así su compra y ayudando a que una sola prenda tenga muchos más usos por parte de un número mayor de usuarios.

Nueva cultura empresarial

La falta de conocimiento en las empresas es uno de los problemas más importantes a la hora de implantar el modelo de economía circular. Los principales problemas a nivel empresarial, derivados de una baja concienciación ambiental del personal pueden suponer:

- Un incremento de los costes energéticos, de materiales y de recursos derivados de consumos innecesarios.
- Incremento de la probabilidad de accidente ambiental por vertidos, incendios u otros desastres ambientales.
- Baja optimización de los procesos productivos en relación al uso de recursos.
- Ratios de generación de residuos elevados y aumento de los costes de gestión.

Por esta razón, se hace necesario fomentar la sensibilización ambiental del personal. Este cambio puede llevarse a cabo a través de diferentes procesos formativos en los que se informa a las personas que forman parte de la empresa, de conceptos como las problemáticas ambientales actuales o aquellas más relacionadas con su puesto de trabajo. Para ello, podrían establecerse diferentes sesiones participativas en las que se identifiquen los impactos ambientales derivados de la actividad de cada departamento de Empresa Textil. Con el objetivo de instaurar mejores prácticas en el día a día del puesto de trabajo estas sesiones podrían acompañarse de la creación de grupos de trabajo interno que velasen por el cumplimiento de las normativas ambientales y que por lo tanto desembocasen en una reducción de los efectos negativos anteriormente mencionados (*Reduce, Optimice*) así como en el aumento del bienestar general al saberse partícipes de iniciativas de cuidado y mejora ambiental en la empresa.

Finalmente, estas reuniones podrían también utilizarse como taller de ideas de negocio que ofreciesen a la entidad otras oportunidades pendientes de explorar y que a la vez ayudase a los colaboradores a sentirse aún más integrados en su día a día al verse tenidos en cuenta.

Oportunidades de financiación

Según la fundación Ellen MacArthur, desde 2016, se ha multiplicado por diez el número de fondos de mercado privados, incluyendo el capital riesgo, el capital privado y la deuda privada, que se invierten en actividades de economía circular. Una tendencia similar se observa en los préstamos bancarios, la financiación de proyectos y los seguros. Por ejemplo, entidades bancarias como Intesa Sanpaolo han lanzado un instrumento de crédito de 5 mil millones de euros (6 mil millones de dólares) asociados a la aplicación del modelo de EC, mientras que el Banco Europeo de Inversiones se ha asociado con cinco de los mayores bancos e instituciones nacionales de fomento de Europa para lanzar una iniciativa de préstamo e inversión de 1 mil millón de euros (11,8 mil millones de dólares) dedicada a la economía circular.

Además, no debe olvidarse que la implementación y apoyo de puestos de trabajo relacionados con la economía verde es uno de los pilares asociados a los fondos de recuperación procedentes de Europa como consecuencia de la crisis producida por el COVID-19, los cuales suponen un total de 140.000 millones de euros, de los cuales, el 39% irán dirigidos a fomentar nuevas políticas verdes en todo el tejido administrativo e industrial de España, cantidad en la cual todos los aspectos relacionados con la economía circular así como los proyectos asociados, tendrán un partida de gasto asociada muy importante que se reflejará en la publicación de diferentes convocatorias. En el apartado de seguimiento y financiación de este documento, se ofrecen diferentes líneas de ayudas, tanto nacionales como europeas, destinadas a proyectos de transformación verde y desarrollo de nuevos modelos de negocio más sostenibles que pueden afectar a cualquiera de los bloques que componen el concepto *Re-Resolve*.

Acciones de compensación

La legislación española hace tiempo que exige la reparación de los daños que causan proyectos que son plenamente lícitos y que deben ser autorizados. En el caso de las actividades diarias de carácter empresarial, a nivel estatal, no es obligatorio el desarrollo de medidas de puntos y acciones de compensación de estas actividades, así como de las emisiones de GEIs asociadas a las mismas. Esta tendencia está siendo evaluada por algunas de las administraciones de las diferentes comunidades autónomas, lo que está desembocando en algunos casos, como en Baleares, en la creación de normativas específicas que obligan a las empresas a presentar de manera anual informes relacionados con su huella de carbono así como un plan de reducción y compensación de emisiones de gases de efecto invernadero. Se trata de una medida que ha tenido una buena aceptación, y que además ha desembocado en la creación de pequeñas microempresas que ayudan al resto de tejido empresarial a adaptarse a esta nueva situación. Se trata de una medida legislativa que debía de haberse implantado hace mucho tiempo, pero que ahora ayudará a controlar y reducir los impactos de las empresas en el medio ambiente.

En la actualidad, el MITECO ya tiene habilitado un sistema de registro de huella de carbono en su página web, donde las entidades que lo deseen pueden registrar sus datos de manera totalmente voluntaria (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021).

Se espera por lo tanto que, a lo largo de un par de años, esta norma sea de carácter obligatorio para todo el territorio nacional, por lo que adelantarse a los requisitos de este procedimiento ayudaría a Empresa Textil a ir un paso por delante del resto de entidades del sector nacional. En este sentido, implantar las propuestas descritas en este documento, ayudaría a la entidad, ya sea de manera directa o indirecta, a reducir su huella de carbono procedente de su actividad. Así mismo, sería muy interesante llevar a cabo un estudio interno donde se analizaran las cantidades exactas de GEIs procedentes de los centros administrativos y de producción de la entidad, para posteriormente llevar a cabo las medidas de compensación.

Existen varias vías para alcanzar el estado de neutralidad o incluso de negatividad en cuanto a la emisión de gases por parte de una empresa. Una de ellas, quizá la más conocida, es invertir en el emprendimiento de acciones climáticas a través de la financiación y apoyo a proyectos sostenibles. Esta opción puede resumirse en el hecho de que una empresa privada, ofrece un aporte económico para que se ejecuten diferentes proyectos que desemboquen en una reducción de emisiones.

Como alternativa a esta solución, también pueden llevarse a cabo otras acciones que también ayudan a reducir y minimizar este impacto, por ejemplo, a través de reforestaciones llevadas a cabo en zonas devastadas, se puede conseguir una reducción anual muy considerable, ya que los propios árboles actúan como sumidero de carbono durante decenas de años. A modo de ejemplo de entidades con las que se puede contactar, se encuentra el grupo de Bosques sostenibles, cuya actividad se centra en recuperar diferentes espacios seriamente dañados a lo largo de toda España, lo que permite ver los efectos de esta acción a nivel local. Teniendo en cuenta que la actividad principal de Empresa Textil utiliza como materia prima recursos naturales procedentes de plantaciones (algodón, lino...), sería muy interesante establecer planes de reforestación y explotación sostenible de aquellas áreas de extracción de recursos (*Regenerate*).

Imagen corporativa

La preocupación de la sociedad actual por el medioambiente y la sostenibilidad cada vez es mayor y esto se ve reflejado en la actitud de los clientes, quienes son más conscientes y tienen en cuenta criterios relacionados con la sostenibilidad a la hora de llevar a cabo elecciones de clientes y proveedores. Esta nueva consciencia no debería pasar desapercibida por las grandes empresas ya que contar con valores sociales y sostenibles adecuados puede llegar a generar muchos beneficios, tanto económicos como ambientales.

De esta manera, dentro del modelo de negocio llevado a cabo por Empresa Textil se ha visto como la entidad cuida de manera general muchos de los aspectos relacionados con el mantenimiento del medio ambiente a nivel interno, especialmente a través de las acciones realizadas en el aprovechamiento de recursos internos, la gestión de los residuos y la búsqueda de la meta Residuo Cero. Además, la entidad promueve buenas prácticas como la supresión de material publicitario innecesario (*Reduce*) o la digitalización de procesos realizados hasta ahora de manera manual (*Virtualize*).

A modo de recomendación final dentro de este apartado, y con el objetivo de llegar a más clientes, se le propone a la entidad dedicar algunos esfuerzos más que le permitan mostrarse aún más como empresa que apuesta por la sostenibilidad como estrategia principal, ya que no todos los consumidores son conocedores de este aspecto de la marca.

2.2 Resultados de la aplicación de medidas *Re-Resolve* en los indicadores de circularidad

En este último punto del tercer apartado, se busca llevar a cabo una simulación que permita evaluar el grado de avance en la aplicación de medidas relacionadas con la economía circular que Empresa Textil podría obtener en el caso de aplicar todas las medidas de mejora propuestas. Para evaluar este avance, se han trasladado estos nuevos “valores teóricos” tanto a las fórmulas de cálculo utilizadas tanto en el cuestionario inicial (Anexo I), como al medidor CIAI. Estos nuevos valores se añaden teniendo en cuenta un escenario real, es decir, se proponen teniendo en cuenta el modelo de negocio de la empresa, los costes que estas medidas podrían conllevar, así como la capacidad técnica real de llevar a cabo su ejecución.

A continuación, se estudia la potencialidad en los dos escenarios indicados.

Efectos y resultados de la aplicación de medidas en el cuestionario inicial

- Estado general de la empresa. Como se ha comentado anteriormente, los principales puntos de mejora que se han identificado en este primer bloque están relacionados con el desarrollo de medidas de eficiencia energética y monitorización de procesos, el cambio de proveedor energético así como el uso regular de medios de transporte para la asistencia a eventos por una parte significativa de los trabajadores. Para mejorar los datos, se propone llevar a cabo las siguientes acciones:
 1. Contratar proveedores de energía 100% renovable, a poder ser cooperativas de consumo energética o similar, ya que su impacto en el medio es menor, mientras que el soporte técnico es el mismo que el ofrecido por las grandes empresas.
 2. Reducir un 90% los viajes de empresa y fomentar el uso de herramientas digitales para llevar a cabo reuniones con clientes y proveedores.
 3. Disponer de alguna de las certificaciones ambientales actuales que mejor regulan el estado ambiental de una empresa y que denotan mayor compromiso en el uso de recursos, como la ISO 14001 o el certificado Residuo Cero.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

9,5

- Materiales y procesos. En este apartado se evaluó el grado de circularidad asociado al tipo de recursos requeridos por Empresa Textil para el desarrollo de su negocio así como los porcentajes de reciclabilidad de los productos desarrollados. Como se indicó en el apartado 2.1, en este bloque se detectaron mejoras potenciales sobre el origen de los materiales adquiridos, el porcentaje de reciclabilidad de los productos finales así como en la localización de sus proveedores habituales. Se proponen por lo tanto las siguientes medidas de mejora:

1. Crear una nueva línea de producto textil desarrollada a nivel local y con productos procedentes de residuos de empresas compatibles (cultivos u otras explotaciones agrícolas). Esta línea debería suponer al menos el 30% del negocio.
2. Contactar con proveedores de cercanía que favorezcan una reducción en los impactos asociados al transporte de materiales, aportando estos al menos el 80% de los recursos asociados a la producción de Empresa Textil.
3. Diseñar un sistema de control de planta que ayude en los procesos de gestión logística y que sirva de control de consumo y eficiencia energética.
4. Aumentar el % de materiales reciclables producidos hasta suponer al menos el 40% del total producido.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

6,8

- Gestión de residuos. En este tercer aspecto del cuestionario, se llevó a cabo la evaluación de los procesos internos de gestión y producción de residuos, tanto de aquellos procedentes de la actividad profesional y puesta en el mercado de producto como de aquellos generados de manera indirecta por los trabajadores de Empresa Textil. Tras el análisis de resultados iniciales, los cuales tuvieron una puntuación muy elevada, se propone la implantación de las siguientes medidas a tomar por parte de la empresa:
 1. Disponer de alguna de las certificaciones asociadas a la gestión de residuos como el certificado de "Economía circular" o el de "Residuo Cero".

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

9,6

- Estrategia interna. En este bloque se han evaluado todos aquellos aspectos que relacionan la estrategia de negocio establecido en la entidad y su relación e implicación a la hora de apostar por la implantación de medidas circulares en Empresa Textil. A pesar de no haber obtenido una puntuación inicial baja (6,4 sobre 10) en este baremo,

se han identificado algunas acciones a emprender por la empresa que la ayudarían a incrementar este valor:

1. Ofrecer formaciones de carácter ambiental a los empleados donde estos puedan participar y ofrecer sus ideas de mejora a la empresa. Esta actividad puede ir acompañada de un plan de reducción de residuos.
2. Desarrollar un plan de reducción y compensación de emisiones anual en colaboración con pequeñas empresas que ofrezcan soluciones de restauración y recuperación de ecosistemas. La entidad debería intentar ser neutra en carbono a partir de 2025.
3. Llevar a cabo acciones de concienciación ambiental en colaboración con entidades y grupos locales que busquen llevar a cabo acciones relacionadas con el cuidado de la biodiversidad local y la restauración de entornos cercanos.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

7,8

- Gestión de la innovación y el cambio. Entendiendo la innovación como un motor que favorezca el cambio hacia lo positivo y que, en este caso, ayude en la transformación y evolución de los procesos que definen la actividad de Empresa Textil, la entidad ha obtenido una puntuación inicial relativamente alta (7 sobre 10) en este campo. No obstante, con el objetivo de mejorar esta ratio, se ofrecen las siguientes soluciones que podría adoptarse dentro de la estrategia de innovación de la entidad:
 1. Crear y fomentar la figura de un responsable de innovación que se encargue de gestionar y fomentar los procesos de cambio, ofrecer nuevas alternativas de producción más sostenible y ayudar a la dirección en el establecimiento de nuevas políticas verdes.
 2. Prestar atención, en colaboración con la consultora, a todas las convocatorias asociadas a la línea verde de los fondos europeos asociados al Plan de Recuperación por el COVID-19, especialmente a aquellas relacionadas con la mejora energética y el desarrollo de nuevos procesos de producción más sostenibles.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

8,5

A continuación, en la Tabla 2 se muestra la comparativa entre los resultados obtenidos inicialmente y el valor obtenido con la potencial aplicación de las medidas propuestas:

Tabla 2. Comparación de resultados iniciales y potenciales tras la aplicación del método Re-Resuelve en Empresa Textil

COMPARACIÓN DE RESULTADOS ASOCIADOS AL CUESTIONARIO GENERAL DE LA EMPRESA		
Bloque	Puntuación inicial	Puntuación potencial
B1. Estado general de la empresa	5,0	9,5
B2. Materiales y procesos	4,7	6,8
B3. Gestión de residuos	8,4	9,6
B4. Estrategia interna	6,4	7,8
B5. Gestión de la innovación y el cambio	7	8,5
Puntuación media	6,3	8,4

Analizando esta comparativa de resultados, se puede ver como la media potencial de mejora es de 2,1 puntos superior a los datos obtenidos. Se han encontrado muchas opciones de mejora que cuentan con un gran impacto, sobre todo en los apartados 1,2, y 5, por lo que se recomienda prestar especial atención a los mismos en el caso de desear obtener una mejora sustancial de la empresa en el presente ámbito de estudio.

Efectos y resultados de la aplicación de medidas en el indicador de circularidad CIAI

Como ya se ha indicado en apartados anteriores, los indicadores o medidores de circularidad son fórmulas matemáticas que recogen diferentes datos asociados a los procesos de una entidad o lugar determinado y que buscan ofrecer información sobre el grado de aplicación de medidas circulares.

En base a la fórmula ya descrita en el medidor CIAI, se han aplicado los valores de potencial mejora anteriormente descritos y que a su vez se encuentran relacionados de manera directa o indirecta con el concepto de *Re-Resolve*, por lo que se espera que, con esta propuesta de cambios, Empresa Textil incrementase el valor ofrecido por su medidor.

Con estos resultados de medición, Empresa Textil estaría en disposición de aumentar significativamente el valor ofrecido por el medidor CIAI, obteniendo la siguiente puntuación:

0,454

Si se compara con el resultado obtenido en las condiciones actuales (0,157), se puede ver como el potencial incremento del medidor unas 6 veces mayor. Ello es debido a que la fórmula propuesta es muy sensible a la hora de incluir medidas de impacto real, por lo que adoptar las soluciones propuestas multiplica el grado de circularidad ya calculado. Este resultado potencial no debe verse como un “casi aprobado”, ya que como se ha descrito anteriormente, se trata de una metodología de medición muy crítica que penaliza aquellas actividades que no disponen de tasas de recuperación de materiales o producción de bienes finales que sean reciclables al llegar el fin de su vida útil.

3. Seguimiento y financiación

En este cuarto y último apartado se intenta ofrecer un escenario teórico y completo que ofrezca a la entidad una hoja de ruta para la implantación de nuevos procesos empresariales que desemboquen en un aumento del grado de circularidad y por consiguiente del cuidado del medioambiente.

3.1 Propuesta de proyectos

Desarrollo de propuestas de nuevos proyectos de alta innovación (I+D+i) relacionados con la actividad del cliente y la mejora medioambiental y de innovación.

- Eficiencia energética: Un proyecto de eficiencia energética es un conjunto de medidas bien definidas que buscan una reducción en el consumo de agua y / o energía de una empresa o construcción, el mantenimiento de los niveles de producción y la calidad de producto final. Como propuesta para Empresa Textil se podría implantar un sistema de monitorización energética que diese respuesta a la problemática en la gestión energética de las plantas de producción mediante la implantación de nuevas metodologías de optimización energética con herramientas tipo *Blockchain* o Big Data. Dentro de este bloque, también tendrían cabida otras medidas como el diseño y desarrollo de nuevos procesos más eficientes que generen menos residuos y a la vez tengan un consumo energético menor.
- Nuevos tejidos. Creación de nuevos productos que sigan las líneas de la empresa, pero cuya producción se base en el uso de materiales reutilizados (telas, cáñamo, residuos vegetales, etc) y cuyo uso de pueda prolongar en el tiempo.
- Aplicación de procesos de nanotecnología que permitan aumentar la durabilidad del material textil a la vez que lo dotan de un mayor grado de durabilidad y resistencia ante elementos como el agua y otro tipo de sustancias químicas.
- Reaprovechamiento de residuos internos. Crear nuevos procesos que permitan reutilizar toda los componentes fisicoquímicos necesarios para el proceso de producción y que en la actualidad computan como residuos debido a la incapacidad de reaprovecharlos.

3.2 Certificaciones

A continuación, se indican algunas de las certificaciones existentes y que se encuentran al alcance de la empresa en materia medioambiental.

A nivel gestión de ambiental:

- ISO 14001 Gestión ambiental.
- EMAS Reglamento CE 1221/2009 → El modelo de sistema de gestión ambiental de este Reglamento está basado en la norma ISO 14001, y propone una sistemática eficaz para ayudar a las organizaciones a gestionar y mejorar de manera continua su desempeño ambiental. Sin embargo, EMAS contiene requisitos propios que le convierten en un modelo de excelencia para la gestión ambiental.

A nivel de economía circular:

- Estrategia de Economía circular → Se ha desarrollado el Modelo de gestión de la estrategia de economía circular que facilita a las organizaciones una referencia de certificación para determinar la relevancia de los aspectos sobre economía circular a abordar, permitiendo así emprender el camino, y determinar a qué principios internacionales de economía circular se contribuye.
- Residuo cero → El modelo propuesto por la EC persigue invertir la pirámide actual de la gestión de residuos, maximizando las acciones de prevención y valorización de residuos (*reutilización, reciclado o valorización energética*). La certificación *Residuo Cero*, se enmarca en la línea de actuaciones de la OCDE, PNUMA, G20, PEMAR, Unión Europea y España en lo relativo a Economía circular. Este certificado reconoce a aquellas organizaciones que valorizan las distintas fracciones de residuos que generan, dentro del alcance definido, evitando que tengan como destino final la eliminación en vertedero.
- GlobalEPD. Declaración ambiental de producto → La Norma Internacional ISO 14025, define los requisitos que deben cumplir las declaraciones ambientales de producto (DAP), incluyendo la verificación por tercera parte. Para productos y servicios de construcción, se emplea la Norma Europea EN 15804, que facilita el reconocimiento de la información ambiental de los productos de construcción en Europa, al constituir una referencia armonizada y reconocida.
- ISO 14006 Gestión del ecodiseño → El certificado de Ecodiseño demuestra que la organización ha adoptado un sistema de gestión para identificar, controlar y mejorar de manera continua los aspectos ambientales de sus productos y/o servicios facilitando información a sus clientes sobre los productos que han incorporado mejoras ambientales a través del diseño, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 14006.

A nivel de emisiones:

- ISO 14064 Huella de carbono de organizaciones → La Huella de Carbono de una organización/evento es un instrumento para determinar, evaluar y comunicar el efecto de los productos, servicios y organizaciones en el cambio climático. El objeto de la verificación es asegurar, de forma independiente, que la declaración efectuada relativa

a las emisiones de gases de efecto invernadero, a través del informe de emisiones elaborado, es completa, esto es, exacta, coherente y transparente.

- ISO 14067 Huella de carbono de producto → La Huella de Carbono de producto es la cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que se generan en cada una de las fases del ciclo de vida del producto (desde la extracción de las materias primas que lo componen hasta el destino al abandono del producto). Esta verificación, por tercera parte, de las emisiones calculadas de Gases de Efecto Invernadero de producto, es el primer paso hacia otras posteriores con mayor beneficio medioambiental, como la reducción de las emisiones –vía proyectos de reducción– o la compensación de las mismas (que también implica indirectamente reducción, a través de proyectos que generan reducciones con las que compensar las emisiones).

A nivel gestión de recursos:

- ISO 14046 Huella hídrica (*Water Foot Print Network*) → La verificación de la Huella Hídrica por un tercero independiente, conforme a referenciales mundialmente aceptados, permite calcular con precisión cuánta agua es necesaria para producir un producto o prestar un servicio, asegurando que la información es exacta, coherente y transparente. Existen distintos esquemas de referencia para el cálculo y gestión de la Huella Hídrica (ISO 14046, Water Footprint Network, etc). Mientras el primero se centra en la cuantificación del agua consumida, el segundo de los indicados, de manera adicional, evalúan también los impactos ambientales asociados.
- ISO 50001 Gestión de la eficiencia energética → Constituye la norma de gestión de la energía empresarial más utilizada en el mundo. La certificación de un Sistema de Gestión de Energía según la ISO 50001, ayuda a las organizaciones a implantar una política energética y a gestionar adecuadamente los aspectos energéticos derivados de su actividad, como son los servicios, instalaciones, productos, etc., lo que se traduce en un ahorro real y cuantificable del coste energético en las organizaciones.

3.3 Líneas de financiación

En este último apartado se busca identificar y explicar brevemente algunas de las diferentes vías y escenarios de financiación, tanto nacionales como europeos, que faciliten el desarrollo de los futuros proyectos de la empresa en campos como la sostenibilidad, la EC, la innovación o la I+D+i.

Fondos Europeos Next Generation EU

Con el objetivo de apoyar la inversión y las reformas de los estados europeos para lograr una recuperación sostenible y resiliente, al mismo tiempo que se promueven las prioridades digitales y verdes de la Unión Europea, nace el escenario para la recuperación y resiliencia en España.

Del total de los fondos, 1.415 millones de euros tienen un claro objetivo medioambiental y quedan distribuidos de la siguiente manera:

- 601 millones de euros irán destinados a implementar la conservación y restauración de ecosistemas marinos y terrestres y su biodiversidad.
- 500 millones a economía circular.
- 149 millones a preservación de los recursos hídricos.
- 144 millones a preservación del litoral.
- 21 millones a reforzar los recursos y capacidades en meteorología.

Los 500 millones de euros aprobados para proyectos de economía circular se focalizarán en:

- Inversiones para incentivar modelos de negocio más limpios y circulares, así como capacidades, tecnologías inteligentes, orientados a producción eficiente en recursos, modelos de logística inversa, modelos de consumo de servicios en lugar de productos y modelos de retorno para la reutilización y reacondicionado en cadenas de valor clave (por ejemplo: plásticos, textiles, tecnologías de la información y la comunicación, sector de la construcción, baterías, biorresiduos, etc.).
- Inversiones en actividades de remanufactura en los sectores del automóvil, aeroespacial, de equipamiento médico, muebles y otros.
- Apoyo a proyectos de PYMEs y entidades de economía social para:
 - Incrementar el contenido en reciclado de productos.
 - Desarrollar diseño de productos circulares seguros que incrementen la durabilidad, reparabilidad, reciclabilidad, luchen contra la obsolescencia prematura, permitan el recambio de piezas y mejoren su comportamiento ambiental a lo largo del ciclo de vida
 - Invertir en actividades de reparación y remanufactura, y consumo de servicios
 - Sustituir productos de un solo uso y reducción /sustitución del contenido de sustancias peligrosas en materiales y productos.
- Proyectos entre empresas relacionados con la simbiosis industrial para favorecer la circularidad de las materias primas secundarias, desarrollo de redes comerciales que permitan fomentar la simbiosis industrial de materiales, etc.

Vías de financiación Europeas

El objetivo del European Green Deal es luchar contra el cambio climático y lograr que Europa sea climáticamente neutra para 2050. En apoyo de esta prioridad, la Comisión está reforzando la investigación y la innovación relacionadas con el Pacto Verde con esta convocatoria de propuestas específica en el marco del actual programa de investigación e innovación: Horizonte 2020.

Esta convocatoria cerró en enero del 2021 pero es una ayuda anual recurrente, por lo que merece la pena estar pendiente de las novedades que trae cada año para las entidades que deseen participar.

Tipologías de proyectos:

- Aplicaciones piloto, proyectos de demostración y productos innovadores.

- Innovación para una mayor gobernanza de la transición verde y digital.
- Innovación social y de la cadena de valor.

Programa LIFE + Clima y Medio Ambiente

Iniciativa que busca apoyar proyectos tecnológicos que ofrecen importantes beneficios ambientales. Esta parte de LIFE + también ayuda a proyectos que mejoren la aplicación de la legislación medioambiental de la UE, que construyen la base de conocimientos de política medioambiental, y que desarrollen fuentes de información ambiental a través de la monitorización.

El porcentaje máximo de cofinanciación a fondo perdido irá en función de la tipología de los proyectos, de forma general, el 55% de los costes subvencionables.

Eurogia Green Transition Call

Línea que pretende impulsar el desarrollo de proyectos de colaboración tecnológica de I+D+i, para avanzar en la competitividad y productividad de la industria europea, a través del desarrollo de soluciones tecnológicas que respalden la denominada "Green Transition", en línea con el nuevo paradigma que se desea para el desarrollo económico, productivo, social y medioambiental en toda Europa.

Vías de financiación nacionales

CDTI -PID → Proyectos de investigación y desarrollo

El objetivo de estas ayudas es subvencionar proyectos empresariales de carácter aplicado para la creación y mejora significativa de un proceso productivo, producto o servicio. Los proyectos deben demostrar un aspecto tecnológico diferencial sobre las tecnologías existentes en el mercado. Pueden ser presentados por una única empresa o por un consorcio de empresas.

Estas ayudas son parcialmente reembolsable, hasta un máximo del 85% del presupuesto total con un tramo reembolsable y un tramo no reembolsable. El tramo no reembolsable podrá llegar hasta el 33% de los costes subvencionables.

IDAE- Eficiencia energética en la industria

El objetivo de estas subvenciones es facilitar la implementación de medidas de ahorro y eficiencia energética, bien mediante la sustitución de equipos, bien mediante sistemas de gestión.

La intensidad de ayuda puede llegar hasta el 30% de los costes subvencionables a fondo perdido con concurrencia competitiva.

Anexo II.II. Análisis de ciclo de vida de nuevo modelo de *packaging* de empresa textil

A continuación, se resumen el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) realizado por una consultora externa en el que se han estudiado los impactos ambientales de diferentes productos de *packaging* propensos a ser utilizados por Empresa. Se han estudiado los impactos y efectos de cuatro tamaños de bolsas, dos tamaños de cajas y dos tipos de sobres, de envíos y de tickets. Posteriormente, en los próximos meses se compararán estos resultados con el sistema de embalaje actual para evaluar los beneficios de uno u otro.

1. Información relativa a los productos

1.1 Especificación del producto

- Bolsa de papel (Artículo NID00).
 - Tamaño XS: 20 cm x 15,5 cm x 6,5 cm. Longitud asa visible: 34 cm.
 - Tamaño S: 26 cm x 20 cm x 9 cm. Longitud asa visible: 34 cm.
 - Tamaño M: 34 cm x 26 cm x 12 cm. Longitud asa visible: 34 cm.
 - Tamaño XL: 56 cm x 43 cm x 17 cm. Longitud asa visible: 50 cm.

- Cajas de papel (Artículo NID01).
 - Pequeña: 17 cm x 12,5 cm x 5,8 cm
 - Grande: 25 cm x 12 cm x 4,8 cm

- Sobre envío (Artículo NID02)
 - Tamaño: 37 cm x 29 cm x 7 cm + 14 cm (solapa de cierre).

- Sobre ticket (Artículo NID03)
 - Tamaño: 11,5 cm x 8,5 cm + 4,3 (solapa cierre).

Todos los productos son fabricados en Guangdong (China).

1.2 Composición de los productos.

Tabla 3. Composición de los productos a analizar en el ACV de Empresa Textil

	Bolsa tamaño XS	Bolsa tamaño S	Bolsa tamaño M	Bolsa tamaño XL
Papel	82,58 %	81,93 %	82,81 %	79,08 %
Cartón	11,98 %	13,39 %	13,56 %	18,66 %
Cinta	4,54 %	3,90 %	3,02 %	1,88 %

	Caja grande	Caja pequeña
Papel	80,21 %	67,89 %
Cartulina	19,18 %	31,12

	Sobre envío	Sobre ticket
Papel	95,17 %	93,37 %
Material adhesivo	4,08 %	5,60 %

2. Objetivo del análisis del ciclo de vida

El objetivo de este ACV es proporcionar a los promotores del estudio información de valor, a partir de los resultados del análisis, para la identificación de los puntos críticos y la toma de decisiones encaminadas a mejoras ambientales.

3. Normas, métodos y manuales de referencia considerados en el estudio

- Norma UNE-EN ISO 14040:2006/A1:2021. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia. Modificación 1. (ISO 14040:2006/Amd 1:2020).
- Norma UNE-EN ISO 14044:2006/A1:2021. Gestión Ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices. Modificación 2. (ISO 14044:2006/Amd 2:2020).
- *RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN, de 15 de diciembre de 2021, sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida* (Publicada en DOUE el 30/12/2021).
- Product Category Rules 2019:13 *Packaging*, version 1.1. UN CPC 3219 (Paper and paperboard). Fecha de publicación: 2020-12-17. Válido hasta 2022-11-08.

4. Información sobre el análisis del ciclo de vida

4.1 Alcance del Análisis del Ciclo de Vida

El alcance de este ACV es la producción de los diferentes formatos de embalaje utilizados por Empresa Textil y fabricados por el proveedor en su planta de Guangdong, incluyendo las operaciones necesarias para su producción y los materiales necesarios para los distintos formatos. Los datos específicos del proceso productivo de los productos estudiados en el ACV corresponden a los datos de producción facilitados y los datos reflejados en las especificaciones de producto del año 2021.

En el ACV se ha estudiado más del 99% en peso de los materiales empleados en la producción de los cuatro formatos de bolsas, los dos formatos de cajas y los dos formatos de sobres.

4.2 Diagrama del sistema

En el ACV se ha considerado la fabricación de los embalajes y de las materias primas y auxiliares utilizadas. Además, se ha incluido aguas abajo el transporte de todos los formatos de *packaging* hasta la fábrica de Empresa Textil, considerando la parte correspondiente de los embalajes secundarios y terciarios.

4.3 Unidades y cantidades

Se utilizan las unidades requeridas en la RCP. Los decimales se indican con comas, en el SI style (Frenchversión); por ejemplo, 2.156,234.

4.4 Unidad funcional

La unidad declarada para los productos de *packaging* incluidos en este estudio es de 1 unidad de producto de embalaje:

- Bolsa con asa: 1 unidad de bolsa incluyendo el embalaje para el transporte.
- Caja: 1 unidad de caja incluyendo el embalaje para el transporte.
- Sobre de envío: 1 sobre de envío incluyendo el embalaje para el transporte.
- Sobre de ticket: 1 sobre de ticket incluyendo el embalaje para el transporte.

4.5 Regla de corte

Como regla general en el ACV se ha incluido el peso/volumen bruto de todos los materiales utilizados en el proceso de fabricación de los ocho productos estudiados, de manera que se obtenga al menos el 99% del peso de la unidad de producto.

4.6 Limitaciones del ACV

No se han incluido en el ACV:

- Actividades de diseño y desarrollo de productos.
- Gestión de residuos de envases de transporte.
- Producción y mantenimiento de equipos de fabricación y mantenimiento relacionado.
- Actividades del personal.
- Viajes de negocios del personal.
- Viaje hacia y desde el trabajo por parte del personal.
- Actividades de investigación y desarrollo.

4.7 Representatividad, calidad y selección de los datos

Para modelar el proceso de fabricación de los cuatro formatos de cajas, los dos formatos de cajas y los dos formatos de sobres se han empleado los datos de producción facilitados y los datos reflejados en las especificaciones de producto del año 2021.

Para la producción de electricidad se ha utilizado el mix eléctrico de la provincia de Guangdong (China).

Cuando ha sido necesario se ha recurrido a la base de datos Ecoinvent 3.8 (diciembre de 2021), que es la versión más actualizada disponible en el momento de realizar el ACV. Para

la elección de los procesos más representativos se han aplicado los siguientes criterios:

- Que sean datos representativos del desarrollo tecnológico realmente aplicado en los procesos de fabricación. En caso de no disponerse de información se ha elegido un dato representativo de una tecnología media.
- Que sean datos mundiales medios.
- Que sean datos los más actuales posibles.

Todos los datos del ACV se han tratado con el software SimaPro 9.3.0.3., que es la versión más actualizada disponible en el momento de realizar el ACV. Con este software se ha modelado el ACV y se han calculado las categorías de impacto ambiental indicadas.

4.8 Metodologías de evaluación de impacto aplicadas

Para la evaluación de los impactos ambientales, el uso de recursos y las categorías de residuos se han empleado las siguientes metodologías de cálculo:

- EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set, para los potenciales de calentamiento global (fósil, biogénico y de cambio de uso del suelo), de agotamiento de la capa de ozono, de acidificación y de eutrofización.
- CML-IA baseline V3.07 / EU25+3 para los potenciales de agotamiento de los recursos abióticos (recursos fósiles y recursos no fósiles).
- ReCiPe Midpoint (E) V1.13 / Europe Recipe E para el potencial de formación de oxidantes fotoquímicos.
- AWARE V1.04 para el potencial de escasez de agua.
- Cumulative Energy Demand (LHV) V1.00 para el cálculo de los recursos energéticos.
- EDIP 2003 V1.07 para el cálculo de los residuos.

Los impactos ambientales potenciales asociados con los distintos tipos de uso de los recursos y de emisiones contaminantes se informan agrupándolos en las siguientes categorías de impacto ambiental:

Tabla 416. Impactos ambientales potenciales asociados a los usos de los recursos y de las emisiones por categoría de impacto

Categoría de impacto	Indicador	Unidad expresada por unidad declarada
Potencial de Calentamiento Global	Potencial de calentamiento global, GWP-total Potencial de calentamiento de fuentes fósiles, GWP-fósil Potencial de calentamiento de fuentes biogénicas, GWP-biogénico Potencial de calentamiento de uso y cambio de uso del suelo, GWP-luluc	kg CO ₂ eq

Agotamiento de la capa de ozono estratosférico.	Potencial de agotamiento de la capa de ozonoestratosférico, ODP.	kg CFC 11 eq.
Acidificación	Potencial de acidificación, AP	kg mol H+ eq
Eutrofización	Potencial de eutrofización, EP	Kg P eq.
Formación de oxidantes fotoquímicos	Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos, POFP	kg NMVOC eq
Agotamiento de recursos abióticos-elementos Agotamiento de recursos abióticos-combustibles fósiles	Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles (ADP-elementos). Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles (ADP-combustibles fósiles).	kg Sb eq MJ, valor calorífico neto
Escasez de agua	Potencial de escasez de agua, WSP	m ³ eq.

Además, con carácter adicional, se muestran los resultados las 16 categorías de impacto ambiental obtenidas mediante la aplicación de la metodología EF 3.0 Method. La información obtenida se incorpora en la DAP en el apartado de información opcional.

Tabla 5. Categorías de impacto adicionales asociadas a la metodología EF 3.0 Method de Simapro

Categoría de impacto	Unidad
Climate change	kg CO ₂ eq
Ozone depletion	kg CFC11 eq
Ionising radiation	kBq U-235 eq
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq
Particulate matter	disease inc.
Human toxicity, non-cancer	CTUh
Human toxicity, cancer	CTUh
Acidification	mol H+ eq
Eutrophication, freshwater	kg P eq
Eutrophication, marine	kg N eq
Eutrophication, terrestrial	mol N eq
Ecotoxicity, freshwater	CTUe
Land use	Pt
Water use	m ³ depriv.
Resource use, fossils	MJ
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq

5. Análisis del inventario del ciclo de vida

En el ACV se ha estudiado más del 99% en peso de los materiales empleados en la

obtención de los ocho productos: cuatro formatos de bolsas, dos formatos de cajas y dos formatos de sobres, fabricados en la planta de Shenzhen XinHui environmental and Technology Co.,Ltd, en la provincia de Guangdong(China).

Los productos finales evaluados son:

Tabla 6. Selección de productos a evaluar en el ACV

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	IDENTIFICADOR	PAPEL
Bolsa	Tamaños: XS, S, M y XL	NID00	Papel 100% reciclado sincloro
Caja	Tamaños: grande y pequeña	NID01	Papel 100% reciclado sin cloro
Sobre	Tamaños: envío y ticket	NID03	Papel 100% reciclado sincloro

En el estudio realizado se han analizado los procesos de fabricación de diferentes formatos de embalaje primario de Empresa Textil: cuatro formatos de bolsas, 2 formatos de cajas y dos formatos de sobres. Para la realización de este estudio se ha contado con datos específicos del consumo de materiales y energía y las emisiones de la fabricación de 1 unidad de cada tipo de formato de embalaje.

A partir de los datos obtenidos se han modelizado los diferentes productos de embalaje.

5.1 Datos del inventario del Ciclo de Vida

A continuación, se detallan los procesos cargados en el software SimaPro 9.3.0.3. Los procesos elegidos pertenecen a la base de datos Ecoinvent 3.8.

5.2.1 Bolsas NID00

Bolsa de papel NID00- XS

Tabla 7. Análisis de materiales, uso de energía y tratamiento de residuos asociados a la producción de Bolsa de papel NID00-XS

Producto	Cantidad	Unidad	Comentarios
Bolsa tamaño XS	1	p	
<i>Materials/fuels</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Paper, woodfree, uncoated {RoW} paper production, woodfree, uncoated, at integrated mill Cut-off, U	91	g	papel 100% reciclado sin cloro
Core board {RoW} production Cut-off, U	8	g	cartón de refuerzo de arriba y de abajo
Textile, nonwoven polyester {RoW} textile production, nonwoven polyester, needle-punched Cut-off, U	5	g	Cinta grossgrain = 100 % polyester

Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Cut-off, U	1	g	Hot foil, que es aluminio, estampación por calor
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	5,51	kg/km	Transporte proveedores
Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} transport, freight, lorry, all sizes, EURO4 to generic market for Cut-off, U	0,04	kg/km	Transporte residuos
Core board {RoW} production Cut-off, U	43	g	Cartón embalaje
Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Cut-off, U	0,005	g	Poly bag embalaje
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	2,15	kg/km	Transporte hasta empresa
Transport, freight, sea, container ship {GLO} transport, freight, sea, container ship Cut-off, U	2470,35	kg/km	Transporte hasta empresa
<i>Electricity/heat</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Electricity, high voltage {CN-GD} electricity, high voltage, production mix Cut-off, U	0,001	kWh	Guangdong Province
<i>Waste treatment</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Waste paperboard {RoW} treatment of, inert material landfill Cut-off, U	0,04	g	Residuo cartón
Waste aluminium {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,005	g	Residuo hot foil
Mixed plastics (waste treatment) {GLO} recycling of mixed plastics Cut-off, U	0,002	g	Residuo cinta
Paper (waste treatment) {GLO} recycling of paper Cut-off, U	4	g	Residuo papel

Bolsa de papel NID00- S

Tabla 8. Análisis de materiales, uso de energía y tratamiento de residuos asociados a la producción de Bolsa de papel NID00-S

<i>Producto</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Bolsa tamaño S	1	p	
<i>Materials/fuels</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Paper, woodfree, uncoated {RoW} paper production, woodfree, uncoated, at integrated mill Cut-off, U	105	g	papel 100% reciclado sin cloro
Core board {RoW} production Cut-off, U	10,4+6,76	g	cartón de refuerzo de arriba y de abajo
Textile, nonwoven polyester {RoW} textile production, nonwoven polyester, needle-punched Cut-off, U	5	g	Cinta grossgrain = 100 %polyester
Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Cut-off, U	1	g	Hot foil, que es aluminio, estampación por calor

Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton,EURO4 Cut-off, U	6,408	kg/km	Transporte proveedores
Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} transport, freight, lorry, all sizes, EURO4 to genericmarket for Cut-off, U	0,07	kg/km	Transporte residuos
Core board {RoW} production Cut-off, U	62	g	Cartón embalaje
Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Cut-off, U	0,007	g	Poly bag embalaje
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	3,1	kg/km	Transporte proveedores embalajes
Transport, freight, sea, container ship {GLO} transport, freight, sea, container ship Cut-off, U	3032,47	kg/km	Transporte hasta empresa
<i>Electricity/heat</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Electricity, high voltage {CN-GD} electricity, highvoltage, production mix Cut-off, U	0,001	kWh	Guangdong Province
<i>Waste treatment</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Waste paperboard {RoW} treatment of, inert material landfill Cut-off, U	0,06	g	Residuo cartón
Waste aluminium {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,007	g	Residuo hot foil
Mixed plastics (waste treatment) {GLO} recycling of mixed plastics Cut-off, U	0,002	g	Residuo cinta
Paper (waste treatment) {GLO} recycling of paper	7	g	Residuo papel

Bolsa de papel NID00- M

Tabla 9. Análisis de materiales, uso de energía y tratamiento de residuos asociados a la producción de Bolsa de papel NID00-M

Producto	Cantidad	Unidad	Comentarios
Bolsa tamaño M	1	p	
<i>Materials/fuels</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Paper, woodfree, uncoated {RoW} paper production, woodfree, uncoated, at integrated mill Cut-off, U	137	g	papel 100% reciclado sin cloro
Core board {RoW} production Cut-off, U	13,6+8,84	g	cartón de refuerzo de arriba y de abajo
Textile, nonwoven polyester {RoW} textile production, nonwoven polyester, needle-punched Cut-off, U	5	g	Cinta grossgrain = 100 %polyester
Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Cut-off, U	1	g	Hot foil, que es aluminio, estampación por calor
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	8,272	kg/km	Transporte proveedores

Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} transport, freight, lorry, all sizes, EURO4 to genericmarket for Cut-off, U	0,09	kg/km	Transporte residuos
Core board {RoW} production Cut-off, U	94	g	Cartón embalaje
Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Cut-off, U	0,009	g	Poly bag embalaje
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton,EURO4 Cut-off, U	4,7	kg/km	Transporte proveedores embalajes
Transport, freight, sea, container ship {GLO} transport, freight, sea, container ship Cut-off, U	4146,79	kg/km	Transporte hasta empresa
<i>Electricity/heat</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Electricity, high voltage {CN-GD} electricity, highvoltage, production mix Cut-off, U	0,001	kWh	Guangdong Province
<i>Waste treatment</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Waste paperboard {RoW} treatment of, inert material landfill Cut-off, U	0,06	g	Residuo cartón
Waste aluminium {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,007	g	Residuo hot foil
Mixed plastics (waste treatment) {GLO} recycling ofmixed plastics Cut-off, U	0,002	g	Residuo cinta
Paper (waste treatment) {GLO} recycling of paper Cut-off, U	9	g	Residuo papel

Bolsa de papel NID00 - XL

Tabla 10. Análisis de materiales, uso de energía y tratamiento de residuos asociados a la producción de Bolsa de papel NID00-XL

Producto	Cantidad	Unidad	Comentarios
Bolsa tamaño XL	1	p	
<i>Materials/fuels</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Paper, woodfree, uncoated {RoW} paper production, woodfree, uncoated, at integrated mill Cut-off, U	210	g	Papel 100% reciclado sin cloro
Core board {RoW} production Cut-off, U	31,36+18,2	g	Cartón de refuerzo de arriba y de abajo
Textile, nonwoven polyester {RoW} textile production, nonwoven polyester, needle-punched Cut-off, U	5	g	Cinta grossgrain = 100 %polyester
Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Cut-off, U	1	g	Hot foil, que es aluminio, estampación por calor
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton,EURO4 Cut-off, U	13,278	kg/km	Transporte proveedores
Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} transport, freight, lorry, all sizes, EURO4 to generic market for Cut-off, U	0,131	kg/km	Transporte residuos
Core board {RoW} production Cut-off, U	224	g	Cartón embalaje

Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Cut-off, U	0,019	g	Poly bag embalaje
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	11,2	kg/km	Transporte proveedores embalajes
Transport, freight, sea, container ship {GLO} transport, freight, sea, container ship Cut-off, U	7891,25	kg/km	Transporte hasta empresa
<i>Electricity/heat</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Electricity, high voltage {CN-GD} electricity, highvoltage, production mix Cut-off, U	0,001	kWh	Guangdong Province
<i>Waste treatment</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Waste paperboard {RoW} treatment of, inertmaterial landfill Cut-off, U	0,1	g	Residuo cartón
Waste aluminium {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,01	g	Residuo hot foil
Mixed plastics (waste treatment) {GLO} recycling of mixed plastics Cut-off, U	0,002	g	Residuo cinta
Paper (waste treatment) {GLO} recycling of paper Cut-off, U	13	g	Residuo papel

5.2.2 Cajas NID01

Caja cartón NID01 - Caja cartón grande

Tabla 11. Análisis de materiales, consumo eléctrico y tratamiento de residuos de Caja de cartón grande NID01

Producto	Cantidad	Unidad	Comentarios
Caja carton grande	1	p	
<i>Materials/fuels</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Paper, woodfree, uncoated {RoW} paper production, woodfree, uncoated, at integrated mill Cut-off, U	92	g	papel 100% reciclado sin cloro
Core board {RoW} production Cut-off, U	22	g	cartón de refuerzo de arriba y de abajo
Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Cut-off, U	0,7	g	Hot foil, que es aluminio, estampación por calor
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	5,735	kg/km	Transporte proveedores
Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} transport, freight, lorry, all sizes, EURO4 to generic market for Cut-off, U	0,00006	kg/km	Transporte residuos
Core board {RoW} production Cut-off, U	182,5	g	Cartón embalaje
Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Cut-off, U	0,04	g	Poly bag embalaje
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	9,127	kg/km	Transporte hasta empresa

Transport, freight, sea, container ship {GLO} transport, freight, sea, container ship Cut-off, U	4922,79	kg/km	Transporte hasta empresa
<i>Electricity/heat</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Electricity, high voltage {CN-GD} electricity, high voltage, production mix Cut-off, U	0,005	kWh	Guangdong Province
<i>Waste treatment</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Waste aluminium {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,006	g	Residuo hot foil

Caja cartón NID01 - Caja cartón pequeña

Tabla 12. Análisis de materiales, consumo eléctrico y tratamiento de residuos de Caja de cartón pequeña NID01

Producto	Cantidad	Unidad	Comentarios
Caja cartón pequeña	1	p	
<i>Materials/fuels</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Paper, woodfree, uncoated {RoW} paper production, woodfree, uncoated, at integrated mill Cut-off, U	48	g	papel 100% reciclado sin cloro
Core board {RoW} production Cut-off, U	22	g	cartón de refuerzo de arriba y de abajo
Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Cut-off, U	0,7	g	Hot foil, que es aluminio, estampación por calor
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	3,535	kg/km	Transporte proveedores
Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} transport, freight, lorry, all sizes, EURO4 to generic market for Cut-off, U	0,00005	kg/km	Transporte residuos
Core board {RoW} production Cut-off, U	228	g	Cartón embalaje
Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Cut-off, U	0,03	g	Poly bag embalaje
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	11,4	kg/km	Transporte hasta empresa
Transport, freight, sea, container ship {GLO} transport, freight, sea, container ship Cut-off, U	4947,48	kg/km	Transporte hasta empresa
<i>Electricity/heat</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Electricity, high voltage {CN-GD} electricity, high voltage, production mix Cut-off, U	0,005	kWh	Guangdong Province
<i>Waste treatment</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Waste aluminium {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,005	g	Residuo hot foil

5.2.3 Sobres NID03

Sobres NID03 - sobres de papel envíos

Tabla 13. Análisis de materiales, consumo eléctrico y tratamiento de residuos de sobres de papel envíos NID03

Producto	Cantidad	Unidad	Comentarios
Sobre de papel envíos	1	p	
<i>Materials/fuels</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Paper, woodfree, uncoated {RoW} paper production, woodfree, uncoated, at integrated mill Cut-off, U	70	g	papel 100% reciclado sin cloro
Polyurethane adhesive {GLO} polyurethane adhesive production Cut-off, U	3	g	Material adhesivo
Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Cut-off, U	0,55	g	Hot foil, que es aluminio, estampación por calor
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	3,67	kg/km	Transporte proveedores
Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} transport, freight, lorry, all sizes, EURO4 to generic market for Cut-off, U	0,000003	kg/km	Transporte residuos
Core board {RoW} production Cut-off, U	61	g	Cartón embalaje
Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Cut-off, U	0,009	g	Poly bag embalaje
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	3,05	kg/km	Transporte hasta empresa
Transport, freight, sea, container ship {GLO} transport, freight, sea, container ship Cut-off, U	2228,56	kg/km	Transporte hasta empresa
<i>Electricity/heat</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Electricity, high voltage {CN-GD} electricity, high voltage, production mix Cut-off, U	0,0007	kWh	Guangdong Province
<i>Waste treatment</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>
Waste aluminium {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,003	g	Residuo hot foil

Sobres NID03 - sobres de papel tickets

Tabla 14. Análisis de materiales, consumo eléctrico y tratamiento de residuos de sobres de papel tickets NID03

Producto	Cantidad	Unidad	Comentarios
Sobre de papel tickets	1	p	
<i>Materials/fuels</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Comentarios</i>

Paper, woodfree, uncoated {RoW} paper production, woodfree, uncoated, at integrated mill Cut-off, U	50	g	papel 100% reciclado sin cloro
Polyurethane adhesive {GLO} polyurethane adhesive production Cut-off, U	3	g	Material adhesivo
Sheet rolling, aluminium {GLO} market for Cut-off, U	0,55	g	Hot foil, que es aluminio, estampación por calor
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	2,677	kg/km	Transporte proveedores
Transport, freight, lorry, unspecified {RoW} transport, freight, lorry, all sizes, EURO4 to genericmarket for Cut-off, U	0,00001	kg/km	Transporte residuos
Core board {RoW} production Cut-off, U	0,009	g	Cartón embalaje
Polyethylene, high density, granulate {RoW} production Cut-off, U	3,3	g	Poly bag embalaje
Transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 {RoW} transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO4 Cut-off, U	0,165	kg/km	Transporte hasta empresa
Transport, freight, sea, container ship {GLO} transport, freight, sea, container ship Cut-off, U	941,68	kg/km	Transporte hasta empresa
<i>Electricity/heat</i>			
Electricity, high voltage {CN-GD} electricity, high voltage, production mix Cut-off, U	0,0007	kWh	Guangdong Province
<i>Waste treatment</i>			
Waste aluminium {RoW} treatment of, sanitary landfill Cut-off, U	0,003	g	Residuo hot foil

6. Resultados de la evaluación de impactos del ACV

La RCP define los indicadores a medir para evaluar los impactos ambientales de la producción de los productos estudiados. La evaluación de impactos se ha realizado con el software SimaPro 9.3.0.3., que es la versión más actualizada disponible en el momento de realizar el ACV. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los ocho productos:

- Bolsas de papel, tamaños XS, S, M y XL.
- Cajas de papel: tamaño grande y pequeño.
- Sobres de papel: envío y ticket.

Se declara el impacto ambiental por unidad de producto terminado para las siguientes categorías de impacto ambiental pedidas en la RCP:

- Potencial de calentamiento global (GWP) procedente de fuentes fósiles (expresadas en kg de CO₂ equivalente, para 100 años).

- Potencial de calentamiento global (GWP) procedente de fuentes biogénicas (expresadas en kg de CO₂ equivalente, para 100 años).
- Potencial de calentamiento global (GWP) procedente de uso del suelo y cambios de uso del suelo (expresadas en kg de CO₂ equivalente, para 100 años).
- Potencial de acidificación (AP) (expresados en kg SO₂ equivalente).
- Potencial de eutrofización (EP) (expresado en kg PO₄³⁻ equivalente).
- Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos (POFP) (expresados en kg NMVOC equivalente).
- Potencial de disminución de recursos abióticos – Elementos (expresados en kg Sb eq).
- Potencial de disminución de recursos abióticos - Combustibles fósiles (expresados en MJ, poder calorífico neto).
- Huella de escasez de agua (expresado en m³ eq).

Los resultados se expresan referidos a 1 unidad de producto.

6.1 Impactos ambientales potenciales

Los resultados obtenidos para producir 1 unidad de producto terminado se muestran a continuación en las siguientes tablas:

1 unidad de producto. Bolsa de papel

Tabla 15. Impactos ambientales asociados a la producción de una unidad de cada una de las bolsas estudiadas

Parámetro	Unidades	Bolsa tamaño XS	Bolsa tamaño S	Bolsa tamaño M	Bolsa tamaño XL
GWP-total	kg CO ₂ eq.	0,186081161	0,231389377	0,32936366	0,561504077
GWP-fossil	kg CO ₂ eq.	0,004682183	0,006021541	0,008280353	0,015548412
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq.	0,179398689	0,2226364	0,317243926	0,538093945
GWP-luluc	kg CO ₂ eq.	0,002000288	0,002731437	0,00383938	0,00786172
ODP	kg CFC 11 eq.	9,58081E-08	1,00071E-07	1,07852E-07	1,32E-07
AP	mol H ⁺ eq	0,001809828	0,002271875	0,0031632	0,005813722
EP	kg P eq	1,68913E-05	2,30308E-05	3,25186E-05	6,6027E-05
POFP	kg NMVOC eq	0,001284451	0,001594994	0,002217304	0,003985812
ADP-elements	kg Sb eq	3,74902E-07	4,59577E-07	6,18393E-07	1,07021E-06
ADP-fossil	MJ, p.c. neto	2,105616037	2,581032777	4,016458075	6,057787199
WDP	m ³ eq	0,205310526	0,259610889	0,359461004	0,646638735

GWP - total: Potencial de calentamiento global; **GWP - fossil:** Potencial de calentamiento global de los combustibles fósiles; **GWP - biogenic:** Potencial de calentamiento global biogénico; **GWP - luluc:** Potencial de calentamiento global del uso y cambio del uso del suelo; **ODP:** Potencial de agotamiento de la capa de ozono; **AP:** Potencial de acidificación, excedente acumulado; **EP:** Potencial de eutrofización; **POFP:** Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos; **ADP-elements:** Potencial de agotamiento de recursos abióticos para los recursos no fósiles; **ADP-fossil:** Potencial de agotamiento de recursos abióticos para los recursos fósiles; **WDP:** Potencial de privación de agua (usuario), consumo de privación ponderada de agua.

1 unidad de producto. Caja.

Tabla 16. Impactos ambientales asociados a la producción de una unidad de cada una de las cajas estudiadas

Parámetro	Unidades	Caja tamaño grande	Caja tamaño pequeño
GWP-total	kg CO ₂ eq.	0,331468726	0,397454507
GWP-fossil	kg CO ₂ eq.	0,009408097	0,00944837
GWP-biogenic	kg CO ₂ eq.	0,316844387	0,382246568
GWP-luluc	kg CO ₂ eq.	0,005216242	0,005759568
ODP	kg CFC 11 eq.	3,17598E-08	3,26946E-08
AP	mol H ⁺ eq	0,003572682	0,003866865
EP	kg P eq	4,39975E-05	5,03354E-05
POFP	kg NMVOC eq	0,002400988	0,002619642
ADP-elements	kg Sb eq	5,85618E-07	5,31041E-07
ADP-fossil	MJ, p.c. neto	3,497861722	5,609727647
WDP	m ³ eq	0,380945468	0,399268765

GWP - total: Potencial de calentamiento global; **GWP - fossil:** Potencial de calentamiento global de los combustibles fósiles; **GWP - biogenic:** Potencial de calentamiento global biogénico; **GWP - luluc:** Potencial de calentamiento global del uso y cambio del uso del suelo; **ODP:** Potencial de agotamiento de la capa de ozono; **AP:** Potencial de acidificación, excedente acumulado; **EP:** Potencial de eutrofización; **POFP:** Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos; **ADP-elements:** Potencial de agotamiento de recursos abióticos para los recursos no fósiles; **ADP-fossil:** Potencial de agotamiento de recursos abióticos para los recursos fósiles; **WDP:** Potencial de privación de agua (usuario), consumo de privación ponderada de agua.

1 unidad de producto. Sobre de papel

Tabla 17. Impactos ambientales asociados a la producción de una unidad de cada una de los sobres estudiados

Parámetro	Unidades	Sobre de papel envío	Sobre de papel ticket	
GWP	GWP-total	kg CO ₂ eq.	0,165019611	0,084545686
	GWP-fossil	kg CO ₂ eq.	0,004333339	0,001791129
	GWP-biogenic	kg CO ₂ eq.	0,158698645	0,082245871
	GWP-luluc	kg CO ₂ eq.	0,001987627	0,000508687
ODP	kg CFC 11 eq.	1,63936E-08	8,00812E-09	
AP	mol H ⁺ eq	0,001659559	0,000735067	
EP	kg P eq	1,71198E-05	4,71097E-06	
POFP	kg NMVOC eq	0,001139276	0,000526903	
ADP-elements	kg Sb eq	4,21605E-07	2,72068E-07	
ADP-fossil	MJ, p.c. neto	1,817562939	1,112910808	
WDP	m ³ eq	0,189222651	0,089723387	

GWP - total: Potencial de calentamiento global; **GWP - fossil:** Potencial de calentamiento global de los combustibles fósiles; **GWP - biogenic:** Potencial de calentamiento global biogénico; **GWP - luluc:** Potencial de calentamiento global del uso y cambio del uso del suelo; **ODP:** Potencial de agotamiento de la capa de ozono; **AP:** Potencial de acidificación, excedente acumulado; **EP:** Potencial de eutrofización; **POFP:** Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos; **ADP-elements.**

6.2 Uso de recursos

Los resultados obtenidos para producir 1 unidad de producto terminado se muestran a continuación en las siguientes tablas:

1 unidad de producto: Bolsa de papel

Tabla 18. Recursos necesarios para la producción de las bolsas objeto de estudio

Parámetro	Unidad	Bolsa tamaño XS	Bolsa tamaño XS	Bolsa tamaño M	Bolsa tamaño XL
PERE	MJ, v.c.n.	3,68714551	4,42881417	5,89415764	9,84485594
PERM	MJ, v.c.n.	0	0	0	0
PERT	MJ, v.c.n.	3,68714551	4,42881417	5,89415764	9,84485594
PENRE	MJ, v.c.n.	2,22812861	2,7347239	4,23771192	6,43094146
PENRM	MJ, v.c.n.	0	0	0	0
PENRT	MJ, v.c.n.	2,22812861	2,7347239	4,23771192	6,43094146
SM	kg	0,091	0,105	0,137	0,210
RSF	MJ, v.c.n.	0	0	0	0
NRSF	MJ, v.c.n.	0	0	0	0
FW	m3	0,009702155	0,012242755	0,016621537	0,030388466

PERE: Uso de energía primaria renovable excluyendo los recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima; **PERM:** Uso de energía primaria renovable utilizada como materia prima; **PERT:** Uso total de la energía primaria renovable; **PENRE:** Uso de energía primaria no renovable, excluyendo los recursos de energía primaria no renovable utilizada como materia prima; **PENRM:** Uso de la energía primaria no renovable utilizada como materia prima; **PENRT:** Uso total de la energía primaria no renovable; **SM:** Uso de materiales secundarios; **RSF:** Uso de combustibles secundarios renovables; **NRSF:** Uso de combustibles secundarios no renovables; **FW:** Uso neto de recursos de agua corriente.

1 unidad de producto: Caja

Tabla 19. Recursos necesarios para la producción de las bolsas objeto de estudio

Parámetro	Unidad	Caja tamaño grande	Caja tamaño pequeño
PERE	MJ, v.c.n.	5,04605373	3,90590306
PERM	MJ, v.c.n.	0	0
PERT	MJ, v.c.n.	5,04605373	3,90590306
PENRE	MJ, v.c.n.	3,72902491	5,923999
PENRM	MJ, v.c.n.	0	0
PENRT	MJ, v.c.n.	3,72902491	5,923999
SM	kg	0,092	0,048
RSF	MJ, v.c.n.	0	0
NRSF	MJ, v.c.n.	0	0
FW	m3	0,017780349	0,017224035

PERE: Uso de energía primaria renovable excluyendo los recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima; **PERM:** Uso de energía primaria renovable utilizada como materia prima; **PERT:** Uso total de la energía primaria renovable; **PENRE:** Uso de energía primaria no renovable, excluyendo los recursos de energía primaria no renovable utilizada como materia prima; **PENRM:** Uso de la energía primaria no renovable utilizada como materia prima; **PENRT:** Uso total de la energía primaria no renovable; **SM:** Uso de materiales secundarios; **RSF:** Uso de combustibles secundarios renovables; **NRSF:** Uso de combustibles secundarios no renovables; **FW:** Uso neto de recursos de agua corriente.

1 unidad de producto: Sobre de papel

Tabla 20. Recursos necesarios para la producción de los sobres de papel

Parámetro	Unidad	Sobre de papel envío	Sobre de papel ticket
PERE	MJ, v.c.n.	3,02543075	1,78704863
PERM	MJ, v.c.n.	0	0
PERT	MJ, v.c.n.	3,02543075	1,78704863
PENRE	MJ, v.c.n.	1,93283228	1,17289238
PENRM	MJ, v.c.n.	0	0
PENRT	MJ, v.c.n.	1,93283228	1,17289238
SM	kg	0,07	0,05
RSF	MJ, v.c.n.	0	0
NRSF	MJ, v.c.n.	0	0
FW	m3	0,008493	0,00374963

PERE: Uso de energía primaria renovable excluyendo los recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima; **PERM:** Uso de energía primaria renovable utilizada como materia prima; **PERT:** Uso total de la energía primaria renovable; **PENRE:** Uso de energía primaria no renovable, excluyendo los recursos de energía primaria no renovable utilizada como materia prima; **PENRM:** Uso de la energía primaria no renovable utilizada como materia prima; **PENRT:** Uso total de la energía primaria no renovable; **SM:** Uso de materiales secundarios; **RSF:** Uso de combustibles secundarios renovables; **NRSF:** Uso de combustibles secundarios no renovables; **FW:** Uso neto de recursos de agua corriente.

6.3 Categorías de residuos y flujos de salida.

A continuación, se muestra la cantidad de residuos generados en la fabricación de 1 unidad de cada uno de los ocho productos, obtenida del análisis en SimaPro mediante la metodología EDIP 2003 V1.07.

1 unidad de producto: Bolsa de papel

Tabla 21. Residuos y flujos de salida asociados a las bolsas de papel

Parámetro	Unidad	Bolsa tamaño XS	Bolsa tamaño S	Bolsa tamaño M	Bolsa tamaño XL
HWD	kg	5,0145E-05	5,3591E-05	6,0779E-05	7,9032E-05
NHWD	kg	0,00991384	0,01250954	0,01740071	0,03088476
RWD	kg	7,2887E-06	9,2902E-06	1,2783E-05	2,4145E-05
CRU	kg	0,004002	0,007002	0,009002	0,013002
MFR	kg	0	0	0	0
MER	kg	0	0	0	0
EE	MJ	0	0	0	0

HWD: Residuos peligrosos eliminados; **NHWD:** Residuos no peligrosos eliminados; **RWD:** Residuos radiactivos eliminados; **CRU:** Componentes para su reutilización; **MFR:** Materiales para el reciclaje; **MER:** Materiales para valorización energética; **EE:** Energía exportada.

Nota: Los materiales generados durante el proceso productivo que se consideran residuos son los enviados a vertedero para su disposición final (materiales no reutilizados, reciclados y/o valorizados).

1 unidad de producto: Caja

Tabla 22. Residuos y flujos de salida asociados a las cajas estudiadas

Parámetro	Unidad	Caja de tamaño grande	Caja de tamaño pequeño
HWD	kg	2,6627E-05	1,9671E-05
NHWD	kg	0,01840394	0,02003663
RWD	kg	1,5098E-05	1,6367E-05

HWD: Residuos peligrosos eliminados; **NHWD:** Residuos no peligrosos eliminados; **RWD:** Residuos radiactivos eliminados; **CRU:** Componentes para su reutilización.

Nota: Los materiales generados durante el proceso productivo que se consideran residuos son los enviados a vertedero para su disposición final (materiales no reutilizados, reciclados y/o valorizados).

1 unidad de producto: Sobre de papel

Tabla 23. Residuos y flujos de salida asociados a los sobres

Parámetro	Unidad	Sobre de papel envío	Sobre de papel ticket
HWD	kg	1,786E-05	1,2366E-05
NHWD	kg	0,00879648	0,00412502
RWD	kg	6,6259E-06	2,5768E-06

HWD: Residuos peligrosos eliminados; **NHWD:** Residuos no peligrosos eliminados; **RWD:** Residuos radiactivos eliminados; **CRU:** Componentes para su reutilización; **MFR:** Materiales para el reciclaje; **MER:** Materiales para valorización energética; **EE:** Energía exportada.

Nota: Los materiales generados durante el proceso productivo que se consideran residuos son los enviados a vertedero para su disposición final (materiales no reutilizados, reciclados y/o valorizados).

7. Información ambiental adicional

7.1 Resultados de la metodología EF 3.0 Method (adapted) V1.02

Como información adicional, se han calculado los resultados de aplicar la metodología EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set, definida en la Recomendación de la Comisión(2013/179/UE), de 15 de diciembre de 2021, sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida, a los productos estudiados.

Los resultados están referidos a 1 unidad de producto final de cada uno de los formatos de embalaje.

Se muestran los valores para las categorías de impacto ambiental consideradas en la metodología aplicada. Los resultados de impacto estimados son relativos y no indican el valor final de las categorías de impacto, ni hacen referencia a valores umbral, márgenes de seguridad o riesgos.

7.2 Impactos ambientales potenciales – bolsas de papel.

Se muestran a continuación las fases de caracterización, ponderación y puntuación única para la fabricación de 1 unidad de cada uno de los ocho tipos de productos:

A) Caracterización. Bolsas

Tabla 24. Impactos potenciales adicionales asociados a las bolsas de papel

Categoría de impacto	Unidad	Bolsa tamaño XS	Bolsa tamaño S	Bolsa tamaño M	Bolsa tamaño XL
Climate change	kg CO ₂ eq	0,186081161	0,231389377	0,32936366	0,561504077
Ozone depletion	kg CFC11 eq	9,58081E-08	1,00071E-07	1,07852E-07	1,32E-07
Ionising radiation	kBq U-235 eq	0,006188803	0,007908605	0,010890183	0,020470325
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,001274183	0,001580487	0,00219647	0,003941722
Particulate matter	disease inc.	2,6344E-08	3,22746E-08	4,3893E-08	7,52733E-08
Human toxicity, non-cancer	CTUh	4,41729E-09	5,47599E-09	7,44733E-09	1,31069E-08
Human toxicity, cancer	CTUh	1,41442E-10	1,78102E-10	2,4369E-10	4,40942E-10
Acidification	mol H+ eq	0,001809828	0,002271875	0,0031632	0,005813722
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,68913E-05	2,30308E-05	3,25186E-05	6,6027E-05
Eutrophication, marine	kg N eq	0,000540012	0,000688644	0,000956266	0,0018059
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	0,005286606	0,006716967	0,009338347	0,017569335
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	10,90112322	13,2324327	17,79755409	30,16145211
Land use	Pt	15,77437073	18,96592515	25,24572068	42,26810417
Water use	m ³ depriv.	0,205560283	0,259951982	0,359973158	0,647620952
Resource use, fossils	MJ	2,225856165	2,731616172	4,23335253	6,421973735
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	2,95727E-07	3,50186E-07	4,63953E-07	7,49125E-07

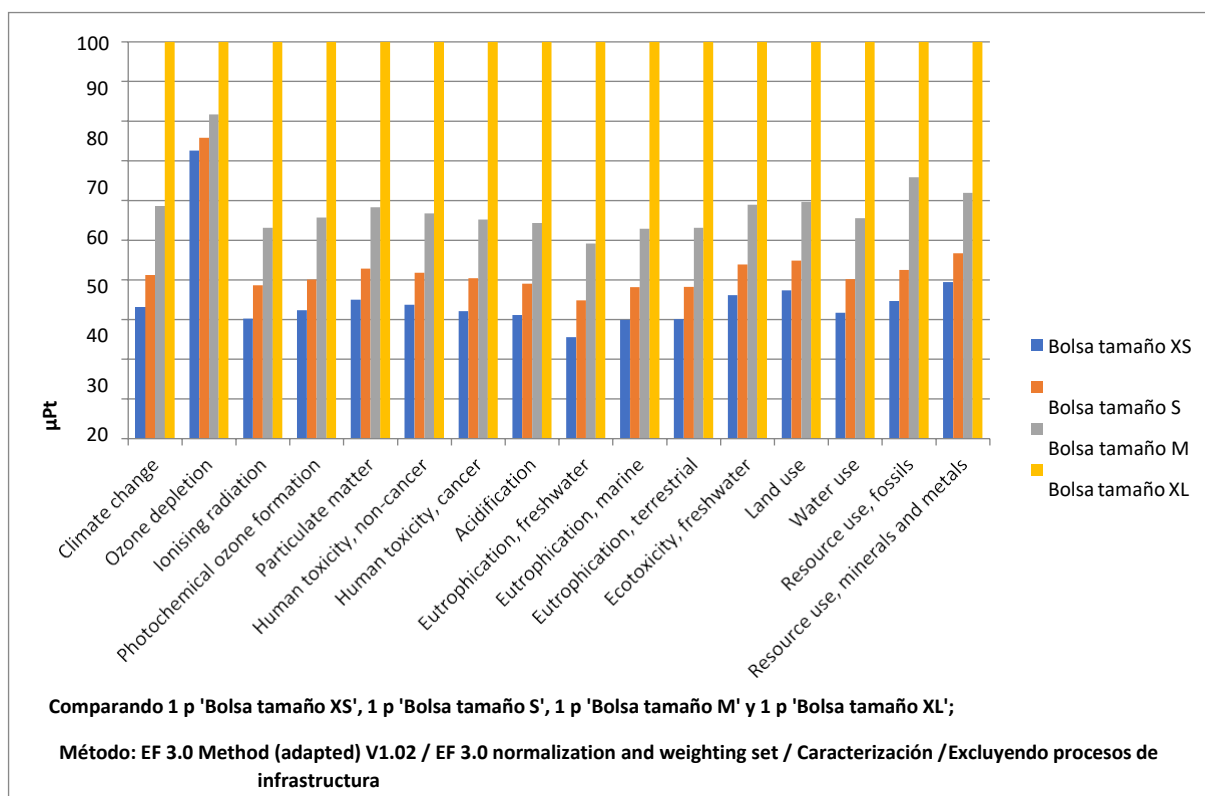


Figura 2. Representación gráfica de los impactos potenciales adicionales asociados a la producción de bolsas de papel

B) Ponderación. Bolsas

En este apartado se ordenan los impactos en función de la importancia identificada para la creación de las bolsas de papel.

Tabla 25. Categorización y suma por impactos asociados a la producción de bolsas

Categoría de impacto	Bolsa tamaño XS	Bolsa tamaño S	Bolsa tamaño M	Bolsa tamaño XL
Climate change	4,8398	6,0182	8,5665	14,6042
Ozone depletion	0,1127	0,1177	0,1269	0,1553
Ionising radiation	0,0735	0,0939	0,1293	0,243
Photochemical ozone formation	1,5001	1,8607	2,5859	4,6406
Particulate matter	3,9655	4,8582	6,6071	11,3307
Human toxicity, non-cancer	0,3539	0,4387	0,5966	1,05
Human toxicity, cancer	0,1783	0,2245	0,3071	0,5558
Acidification	2,0198	2,5354	3,5301	6,4881
Eutrophication, freshwater	0,2943	0,4013	0,5666	1,1505
Eutrophication, marine	0,8178	1,0428	1,4481	2,7347
Eutrophication, terrestrial	1,1097	1,41	1,9602	3,688
Ecotoxicity, freshwater	4,9039	5,9527	8,0063	13,5683
Land use	1,528	1,8372	2,4455	4,0944
Water use	1,5252	1,9288	2,671	4,8053
Resource use, fossils	2,8482	3,4954	5,417	8,2177
Resource use, minerals and metals	0,3508	0,4154	0,5503	0,8885

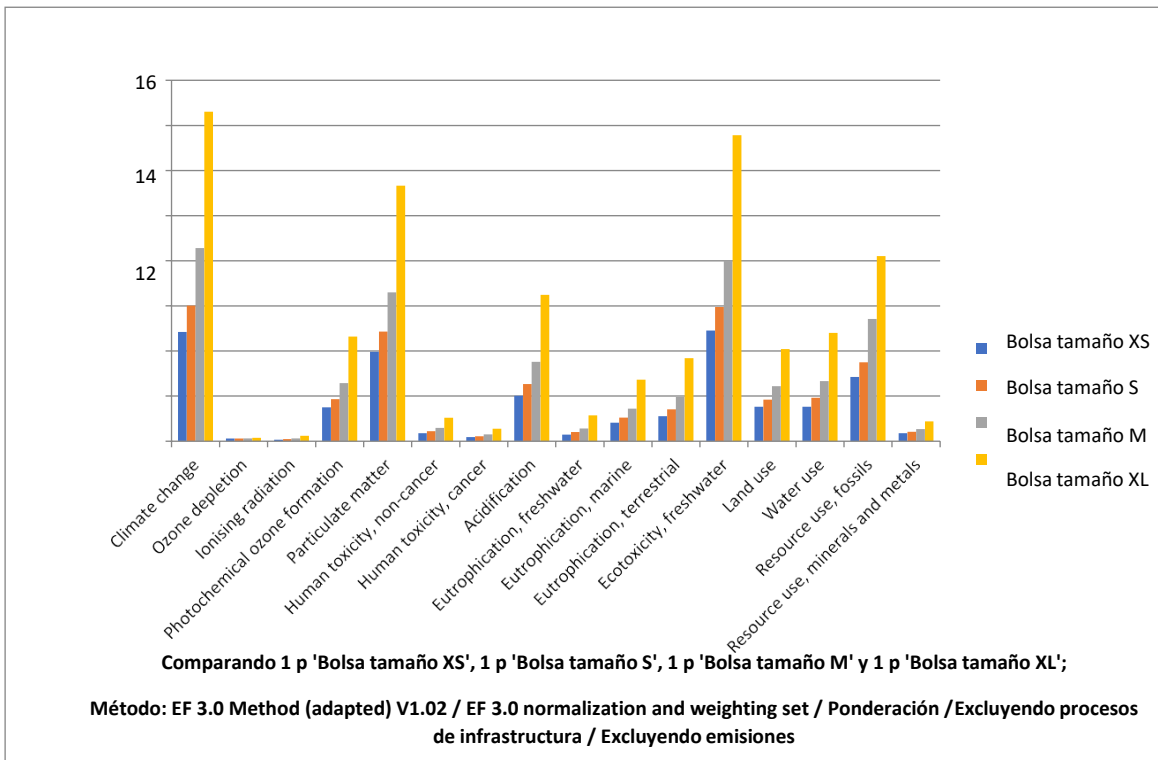


Figura 3. Representación gráfica de los impactos por categoría asociados a la producción de bolsas

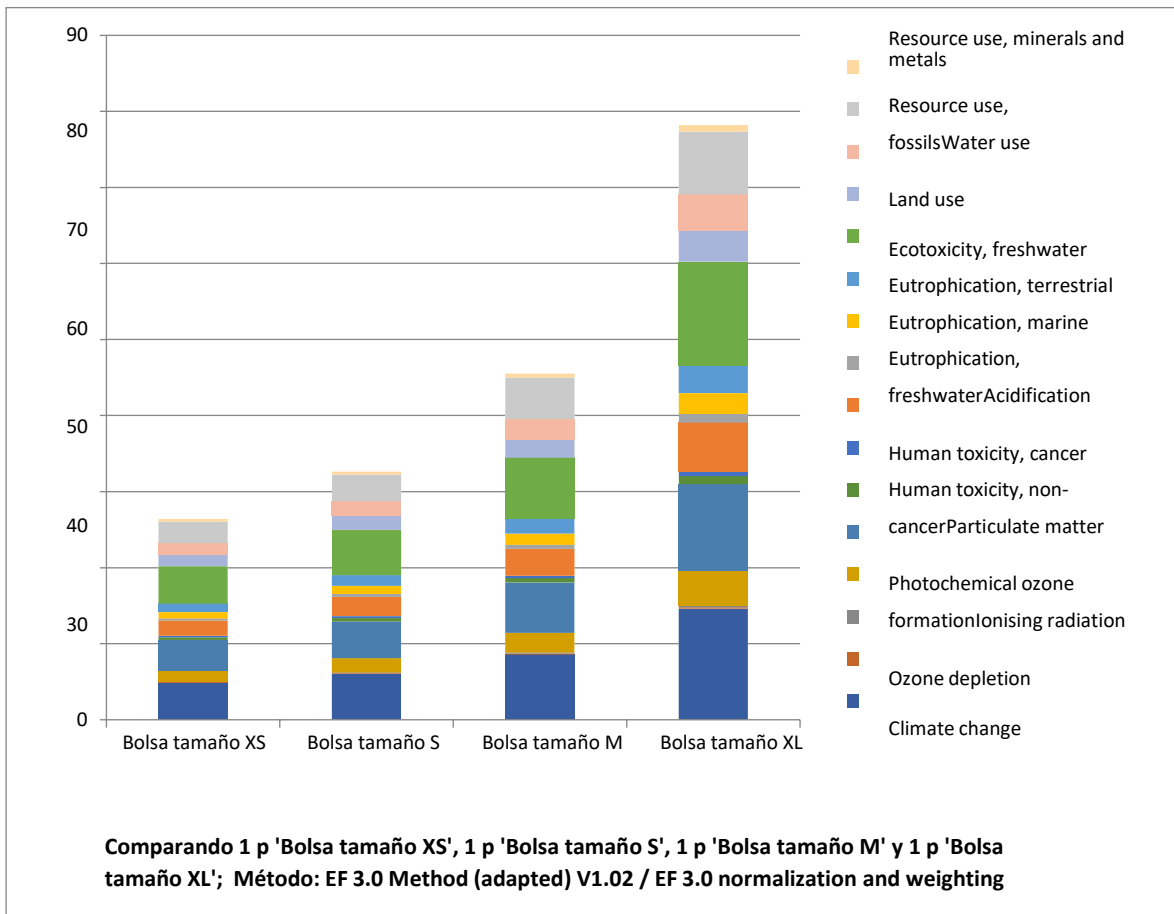


Figura 4. Gráfica de sumatorio total de impactos por bolsa

La categoría de impacto más importante es la de cambio climático, seguida de las categorías de ecotoxicidad de las aguas superficiales, la formación de partículas y el uso de recursos fósiles. En la puntuación única se observa que el impacto ambiental está asociado al tamaño de la bolsa.

Si se analiza de manera individual cada uno de los formatos de bolsa, se puede comprobar que la producción del papel es el proceso con mayor contribución a la carga ambiental total, seguido del proceso de fabricación del cartón.

Para una mayor facilidad de interpretación, se muestran a continuación los resultados de la red generada en el análisis del proceso de fabricación de los cuatro formatos de bolsas de papel.

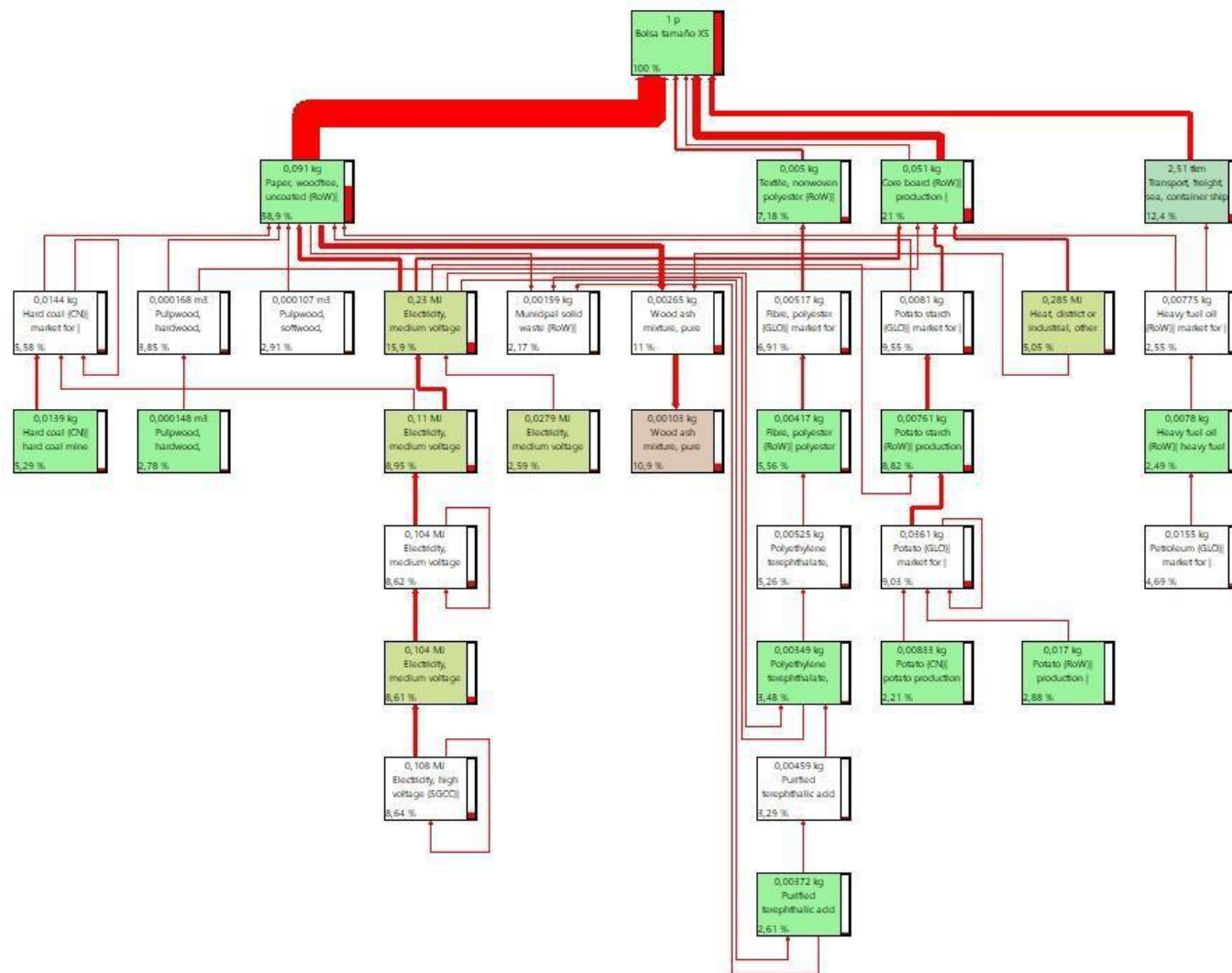


Figura 5. Diagrama de red de impactos ambientales. Bolsa de papel XS

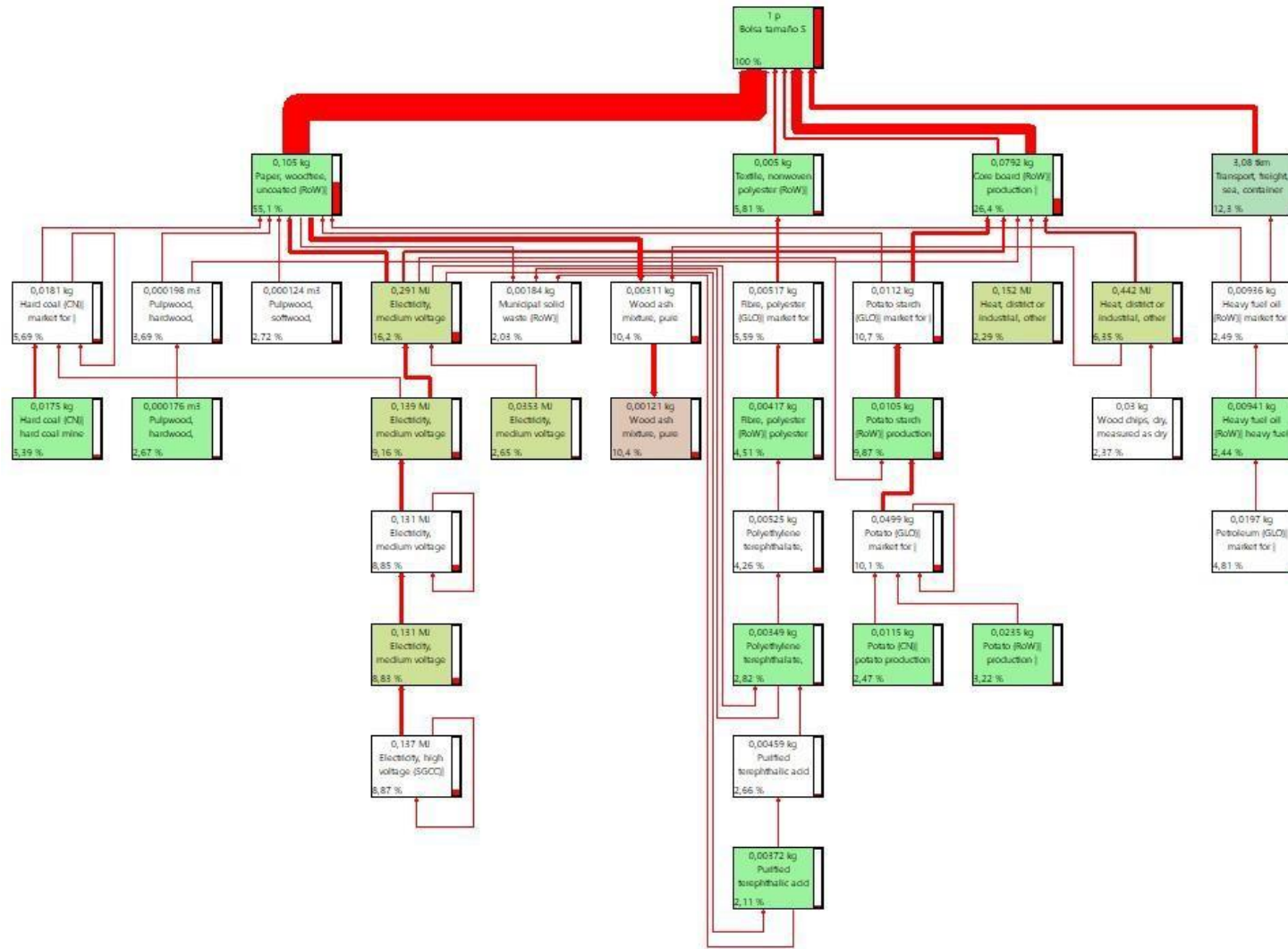


Figura 6. Diagrama de red de impactos ambientales. Bolsa de papel S

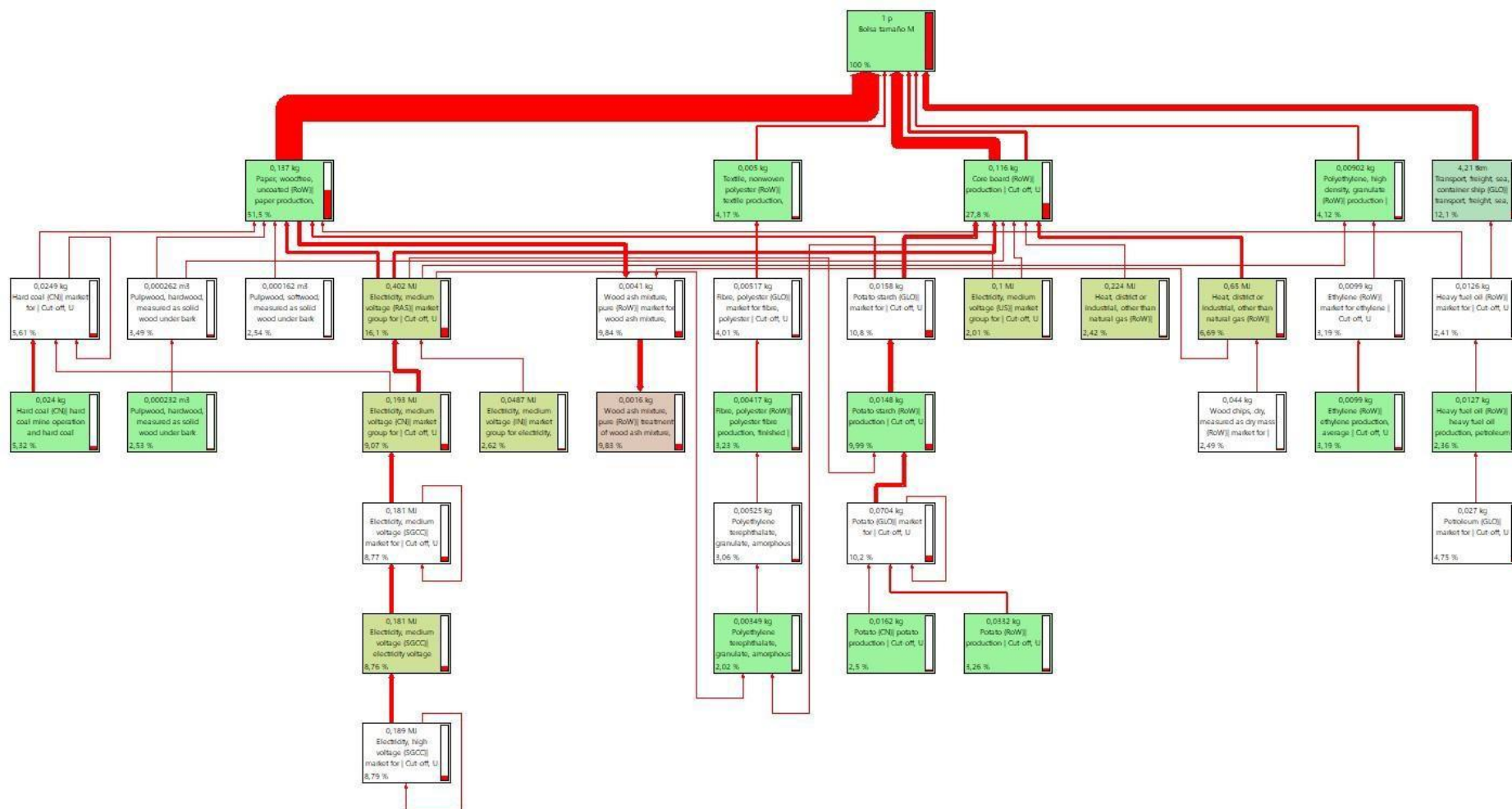


Figura 7. Diagrama de red de impactos ambientales. Bolsa de papel M

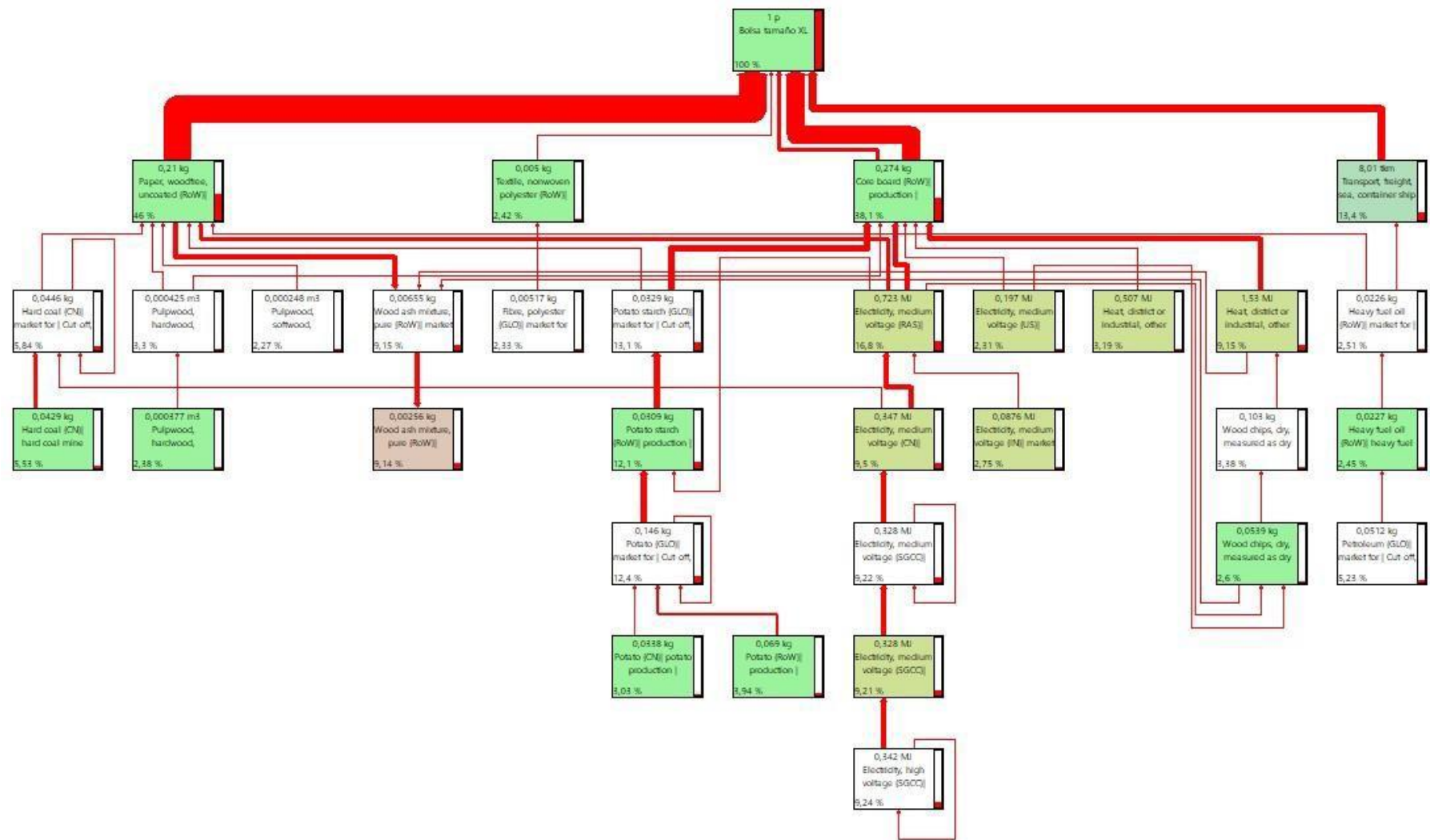


Figura 8. Diagrama de red de impactos ambientales. Bolsa de papel XL

7.3 Impactos ambientales potenciales - cajas

A continuación, se muestran los gráficos que se obtienen en el análisis comparativo de los dos formatos de cajas, tamaño grande y tamaño pequeño, en sus fases de caracterización, ponderación y puntuación única.

A) Caracterización. Cajas

Tabla 26. Categorización y medición de impactos asociados a las cajas analizadas

Categoría de impacto	Unidad	Caja tamaño grande	Caja tamaño pequeño
Climate change	kg CO ₂ eq	0,33146873	0,39745451
Ozone depletion	kg CFC11 eq	3,176E-08	3,2695E-08
Ionising radiation	kBq U-235 eq	0,01284232	0,01427608
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,00237056	0,0025842
Particulate matter	disease inc.	4,1508E-08	3,8825E-08
Human toxicity, non-cancer	CTUh	7,424E-09	7,077E-09
Human toxicity, cancer	CTUh	2,5874E-10	2,6031E-10
Acidification	mol H ⁺ eq	0,00357268	0,00386687
Eutrophication, freshwater	kg P eq	4,3998E-05	5,0335E-05
Eutrophication, marine	kg N eq	0,00112627	0,00120239
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	0,01094966	0,01171722
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	16,138927	14,0045239
Land use	Pt	21,7132216	16,7725112
Water use	m ³ depriv.	0,38148852	0,39988353
Resource use, fossils	MJ	3,72306686	5,9174523
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	3,6975E-07	2,9091E-07

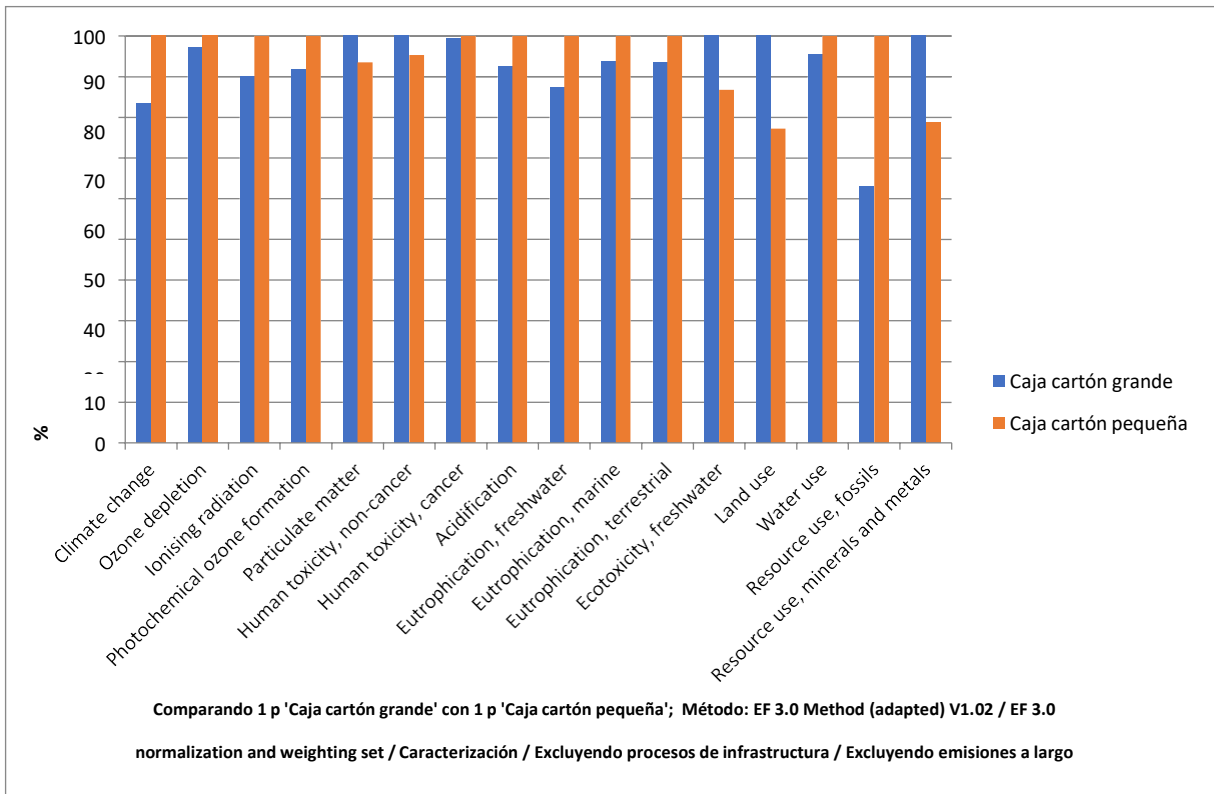


Figura 9. Grafica de impactos ambientales asociados a la producción de los dos tipos de cajas estudiadas

B) Ponderación. Cajas

Tabla 27. Categorización y suma por impactos asociados a la producción de cajas

Categoría de impacto	Caja tamaño grande	Caja tamaño pequeño
Climate change	8,62120323	10,337434
Ozone depletion	0,03735536	0,03845485
Ionising radiation	0,15248588	0,16950984
Photochemical ozone formation	2,7908964	3,04242061
Particulate matter	6,24817782	5,84418198
Human toxicity, non-cancer	0,5947658	0,56696601
Human toxicity, cancer	0,32611024	0,3280885
Acidification	3,98711342	4,3154219
Eutrophication, freshwater	0,76663066	0,87706435
Eutrophication, marine	1,70554538	1,82082273
Eutrophication, terrestrial	2,29846319	2,45958182
Ecotoxicity, freshwater	7,26019314	6,30001909
Land use	2,10331635	1,62471962
Water use	2,83059482	2,96708341
Resource use, fossils	4,76409592	7,57206664
Resource use, minerals and metals	0,43856329	0,34505193

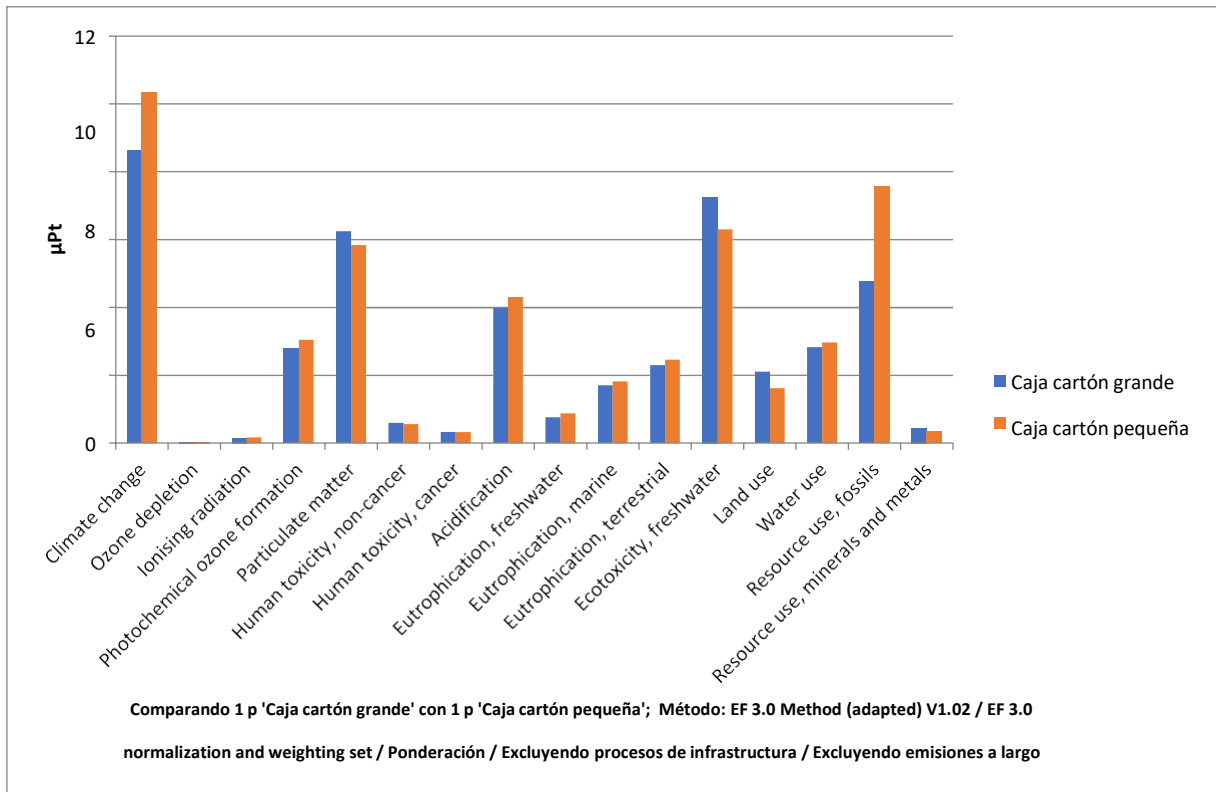


Figura 10. Grafica de suma de impactos por tipología en las cajas

Se observa que, en todas las categorías de impacto salvo en las de emisión de partículas, ecotoxicidad del agua dulce y uso del suelo, la carga ambiental de la caja pequeña es superior a la de la caja de mayor tamaño. Destaca, en primer lugar, la categoría de cambio climático, seguida del uso de recursos fósiles y ecotoxicidad del agua dulce.

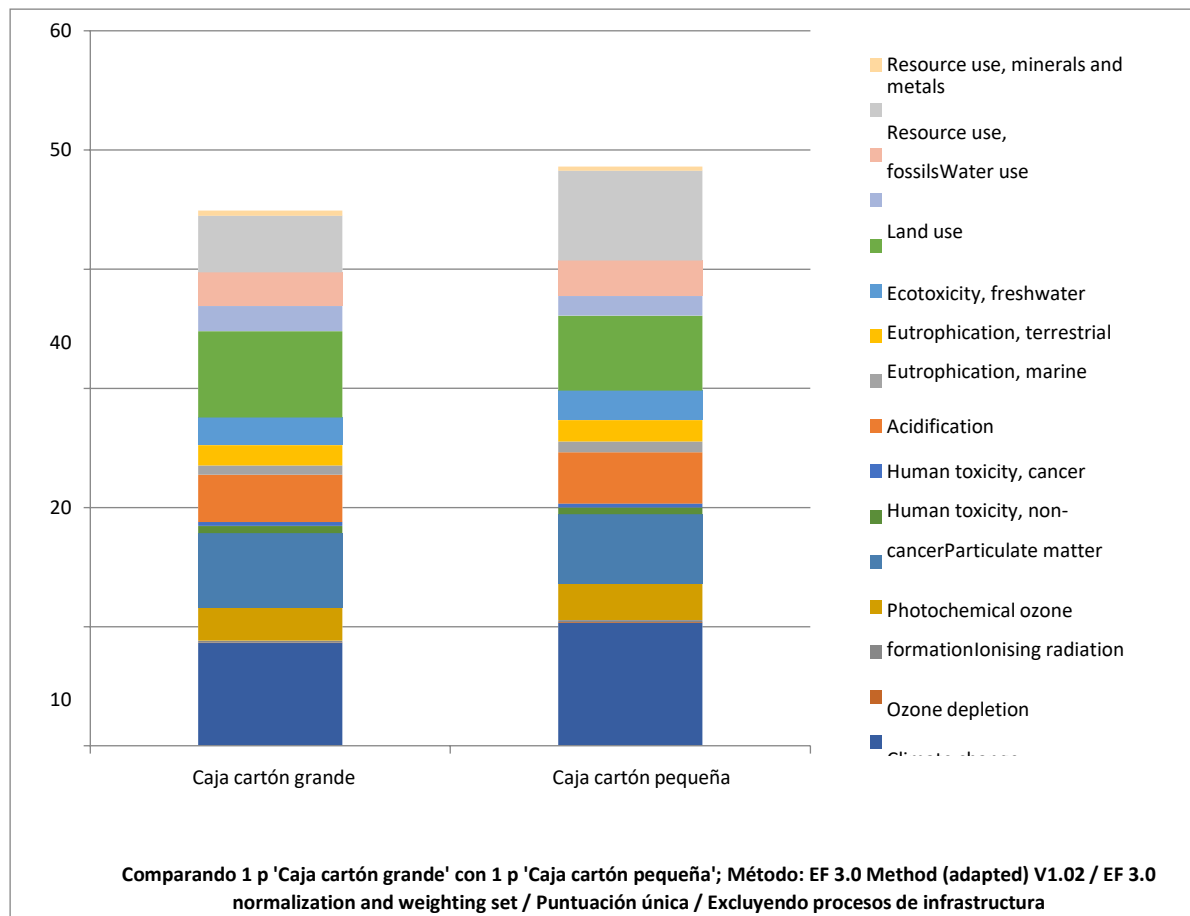


Figura 11. Gráfica de representación del total de impactos en cada una de las dos cajas estudiadas

La etapa de puntuación única confirma que la caja cartón pequeña tiene una mayor carga ambiental total. Analizando de manera independiente los productos, se puede comprobar que la producción del cartón en primer lugar, y del papel en segundo lugar, son los procesos con mayor contribución a la carga ambiental total de cada tipo de caja. Para una mayor facilidad de interpretación, se muestran a continuación los resultados de la Red generada en el análisis del proceso de fabricación de los dos formatos de cajas de cartón. Aplicando una regla de corte del 2% se obtiene que, en la fabricación de la caja grande, la producción del cartón y del papel utilizados son los procesos que mayor carga ambiental aportan al total; mientras que para la caja pequeña el proceso que mayor carga aporta, con diferencia sobre el resto, es la producción de papel:

- El 49,6% y el 35% de la carga total está determinada por los procesos de producción del cartón y el papel, respectivamente, en la fabricación de la caja de cartón grande.
- El 56% de la carga total es consecuencia del proceso de producción del cartón para la fabricación de la caja pequeña.

A continuación, se muestran los diagramas de red representativos de estos impactos:

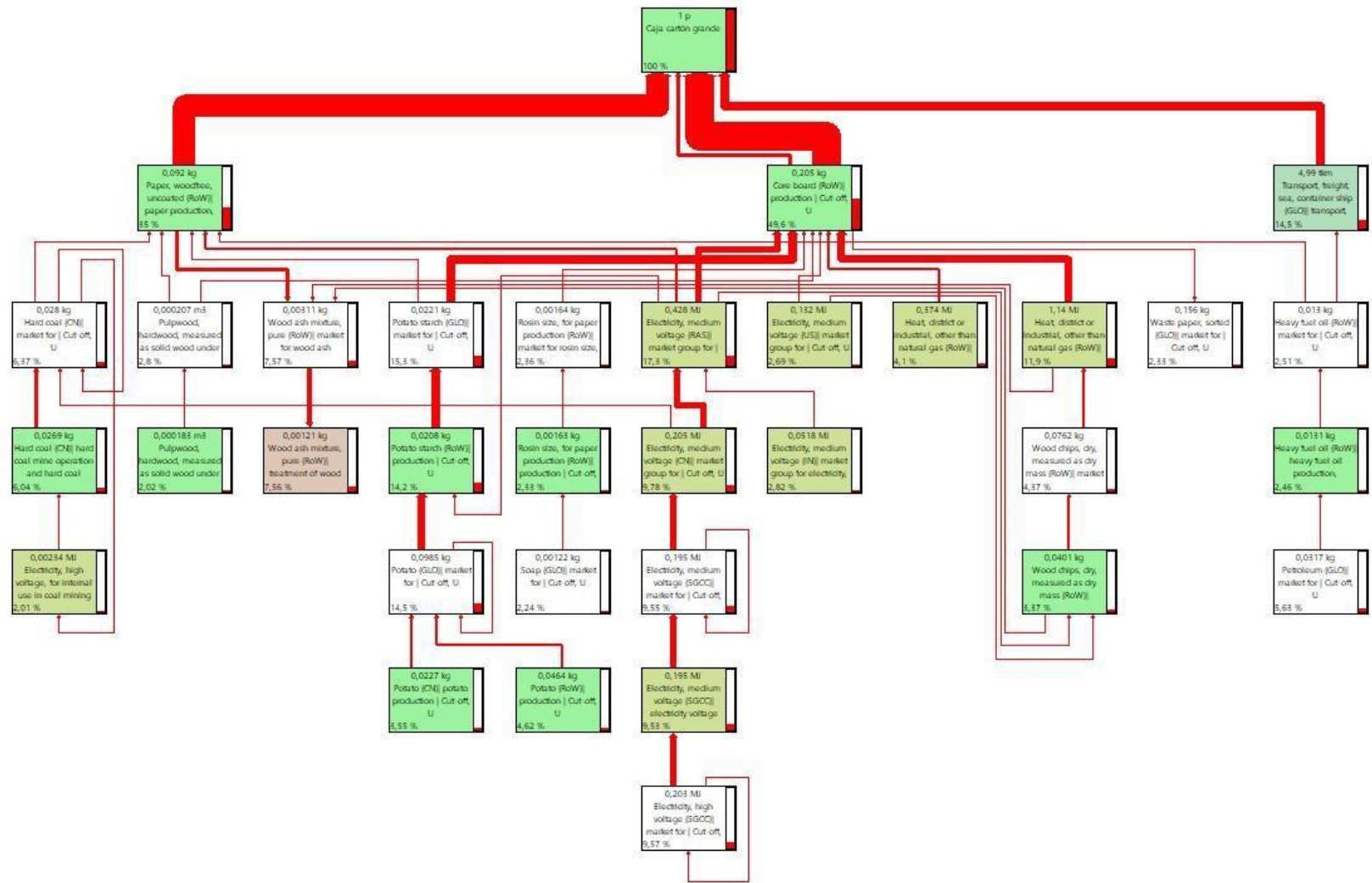


Figura 12. Diagrama de red. Caja grande

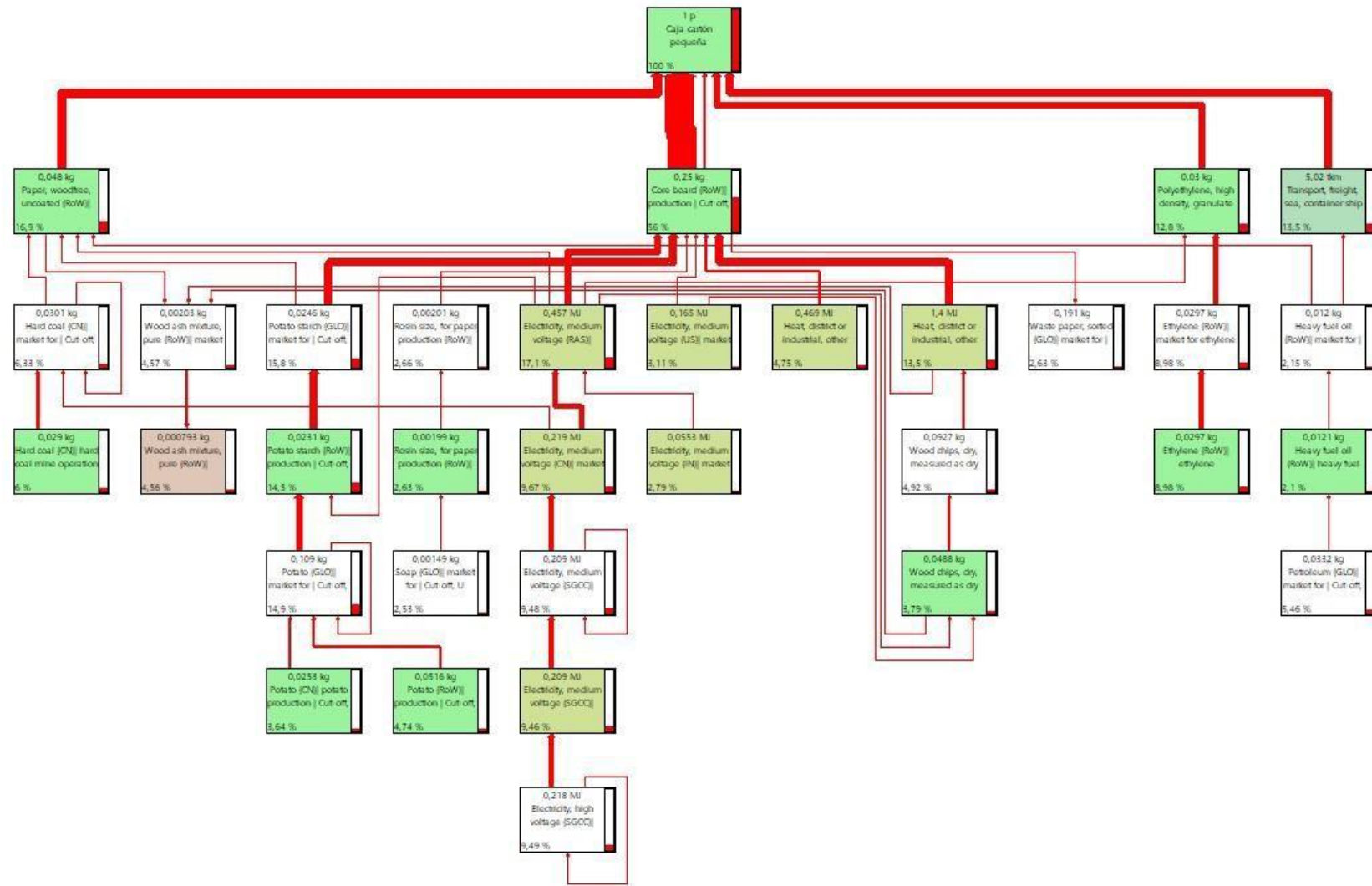


Figura 13. Diagrama de red. Caja pequeña.

7.4 Impactos ambientales potenciales - sobres.

A continuación, se muestran los gráficos que se obtienen en el análisis comparativo de los dos formatos de sobres de papel, envío y ticket, en sus fases de caracterización, ponderación y puntuación única.

A) Caracterización. Sobres

Tabla 28. Identificación de impactos ambientales en los sobres de papel

Categoría de impacto	Unidad	Sobre de papel envío	Sobre de papel ticket
Climate change	kg CO ₂ eq	0,16501961	0,08454569
Ozone depletion	kg CFC11 eq	1,6394E-08	8,0081E-09
Ionising radiation	kBq U-235 eq	0,00554761	0,00210537
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	0,00112855	0,00052489
Particulate matter	disease inc.	2,3228E-08	1,2889E-08
Human toxicity, non-cancer	CTUh	5,4311E-09	3,5284E-09
Human toxicity, cancer	CTUh	2,8563E-10	2,1757E-10
Acidification	mol H ⁺ eq	0,00165956	0,00073507
Eutrophication, freshwater	kg P eq	1,712E-05	4,711E-06
Eutrophication, marine	kg N eq	0,0005082	0,00020864
Eutrophication, terrestrial	mol N eq	0,0048959	0,00200132
Ecotoxicity, freshwater	CTUe	10,1298493	6,13784312
Land use	Pt	12,9525774	7,61168223
Water use	m ³ depriv.	0,18970363	0,0900395
Resource use, fossils	MJ	1,93056521	1,17232082
Resource use, minerals and metals	kg Sb eq	3,4135E-07	2,5341E-07

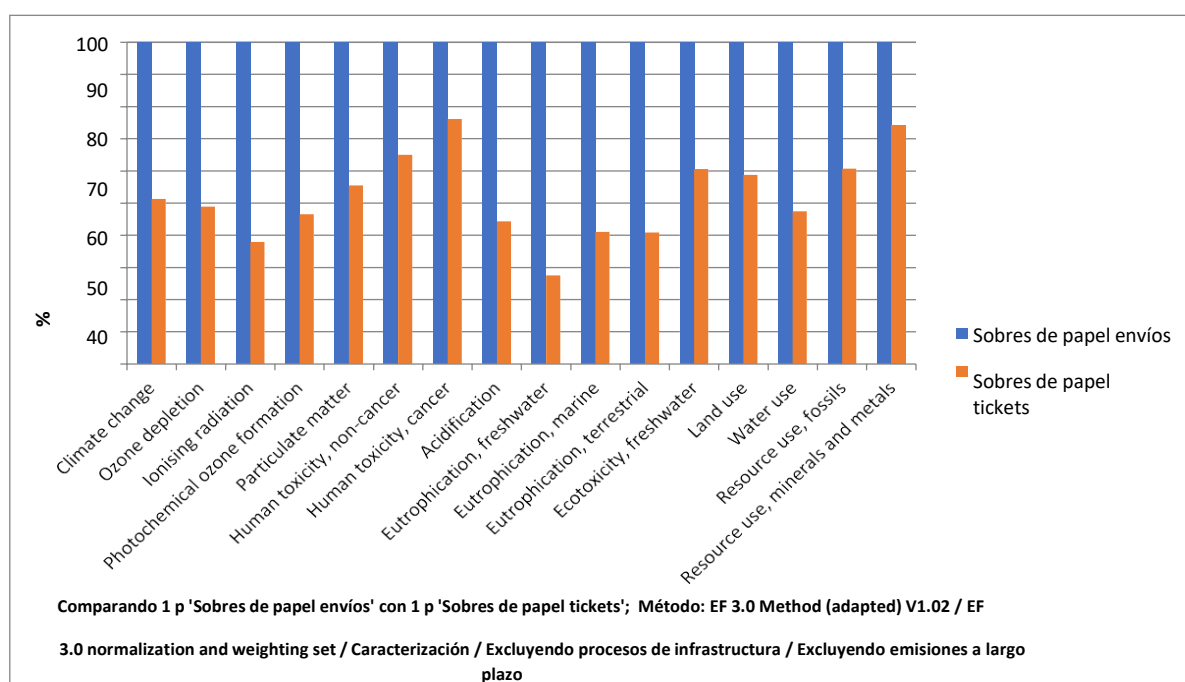


Figura 14. Grafica de visualización de impactos porcentuales en cada uno de los dos sobres objeto de estudio

B) Ponderación. Sobres

Tabla 29. Ponderación para la cuantificación de impactos de los dos sobres de papel analizados

Categoría de impacto	Sobre de papel envío	Sobre de papel ticket
Climate change	4,29201156	2,19895721
Ozone depletion	0,01928185	0,00941903
Ionising radiation	0,06587063	0,02499849
Photochemical ozone formation	1,32865382	0,61796025
Particulate matter	3,49644797	1,94021336
Human toxicity, non-cancer	0,43510155	0,28267455
Human toxicity, cancer	0,36000309	0,27421912
Acidification	1,85206752	0,82033455
Eutrophication, freshwater	0,29830208	0,0820859
Eutrophication, marine	0,76958455	0,31595629
Eutrophication, terrestrial	1,02770656	0,42010149
Ecotoxicity, freshwater	4,55697348	2,76114555
Land use	1,25469027	0,73732843
Water use	1,40757608	0,6680813
Resource use, fossils	2,47038213	1,50012048
Resource use, minerals and metals	0,40488172	0,30057463

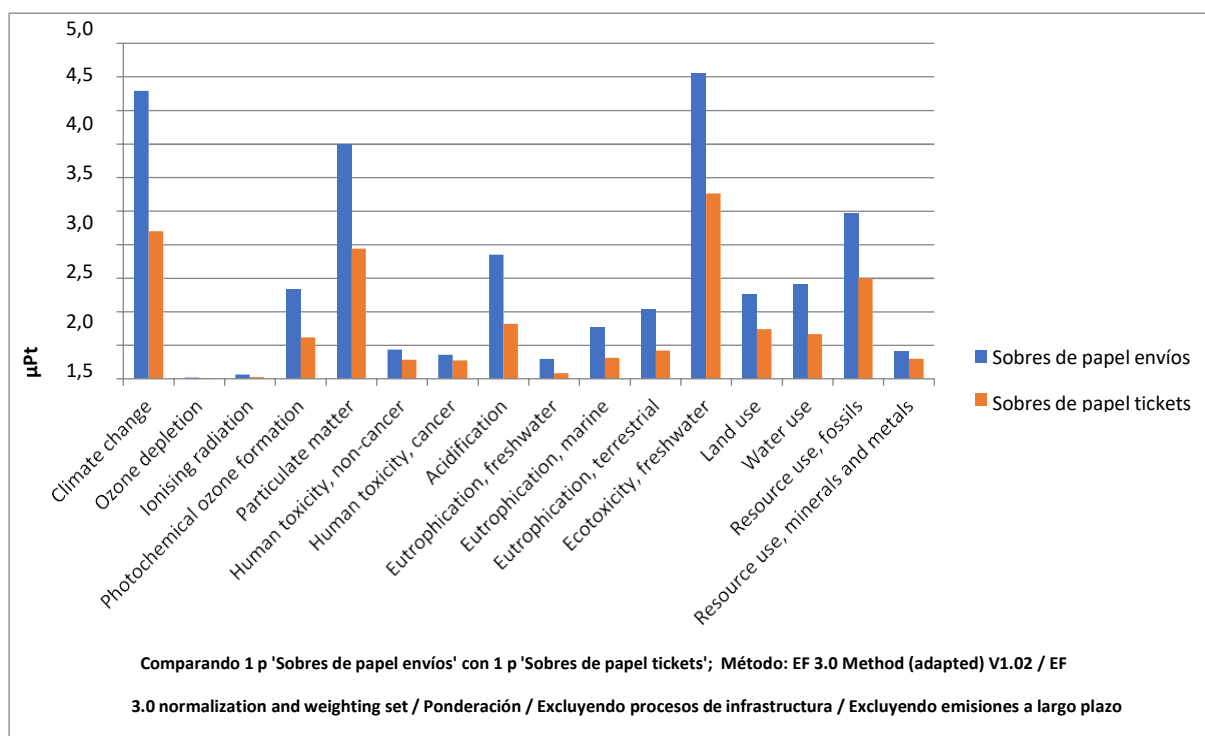


Figura 15. Gráfica de ponderación de valores de impactos ambientales de los sobres analizados

De la fase de ponderación se obtiene que, para todas las categorías de impacto, la fabricación del sobre para envíos tiene una carga ambiental considerablemente superior a la del sobre para

tickets. Las categorías de impacto más importantes son la ecotoxicidad del agua dulce y el cambio climático, seguidas de la emisión de partículas.

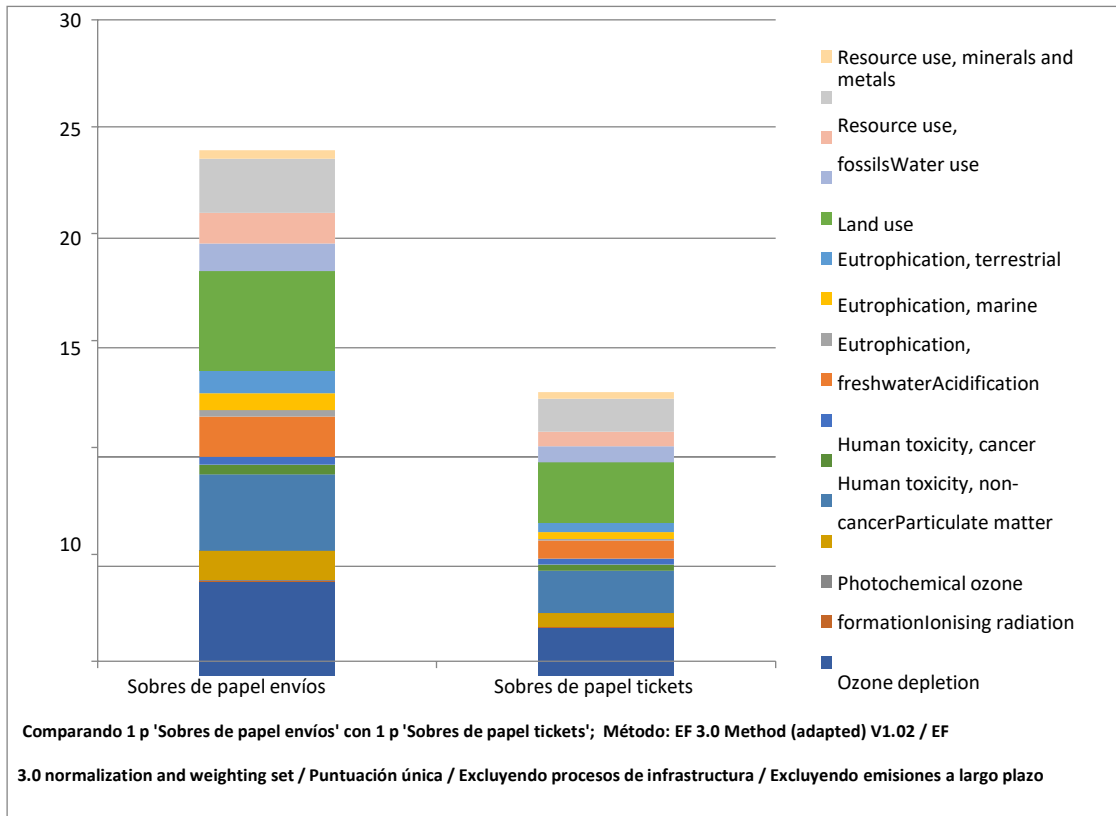


Figura 16. Grafica de reparto único de impactos en cada uno de los sobres analizados

Estos datos confirman que, a mayor tamaño del sobre, mayor es la carga ambiental del proceso de fabricación.

Analizando por separado la etapa de puntuación única para cada tamaño de sobre, se obtiene que la producción del papel es el proceso que mayor carga ambiental aporta al total:

Para una mayor facilidad de interpretación, se muestran a continuación los resultados de la Red generada en el análisis del proceso de fabricación de los dos formatos de sobre. Aplicando una regla de corte del 2% se obtiene, en ambos casos, que la producción del papel utilizado es el proceso que mayor carga ambiental aporta al total:

- Un 49,8% de la carga total en la producción del sobre para envíos.
- Un 66,1% de la carga total en la producción sobre de papel para tickets.

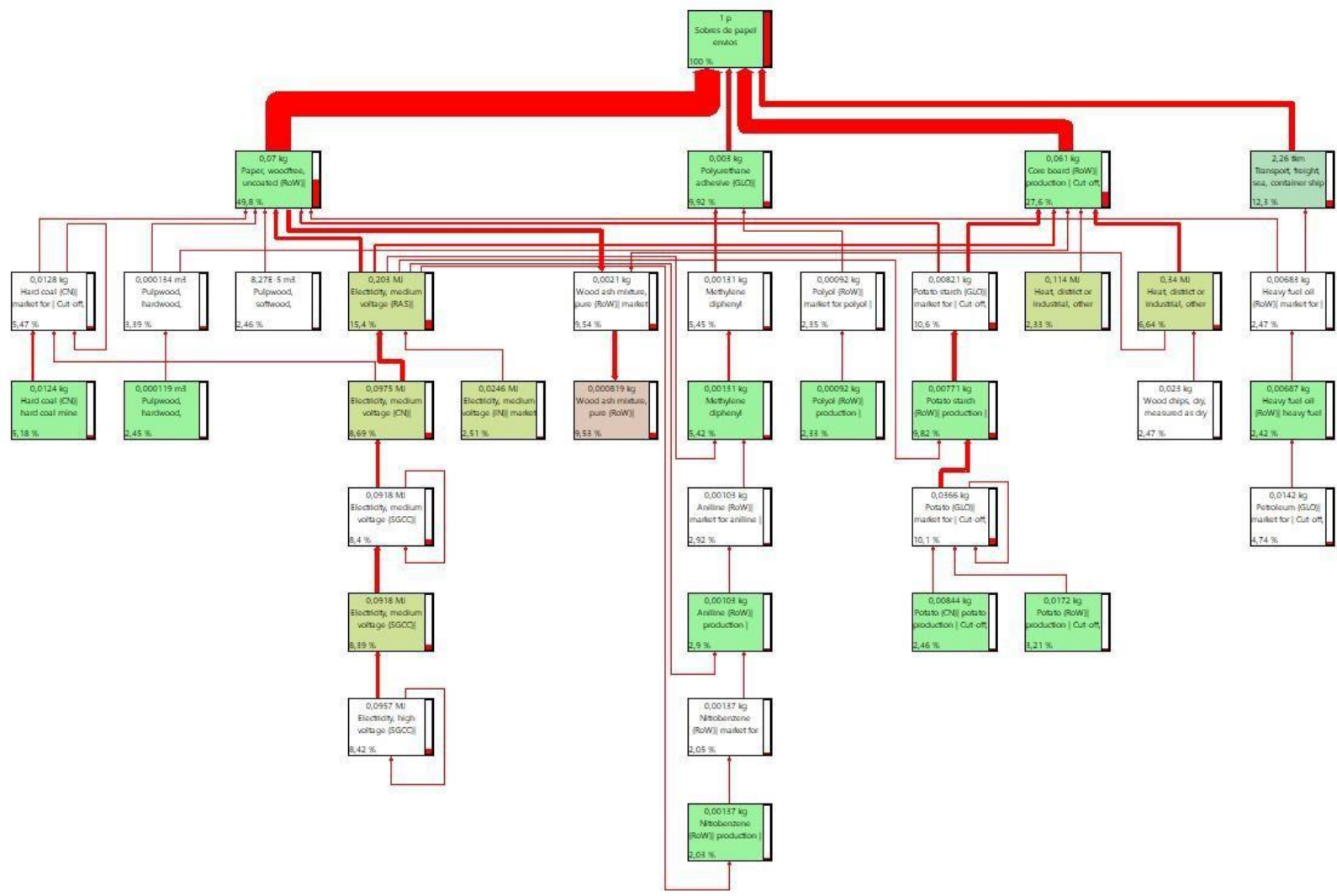


Figura 17. Diagrama de Red. Sobre de papel para envíos.

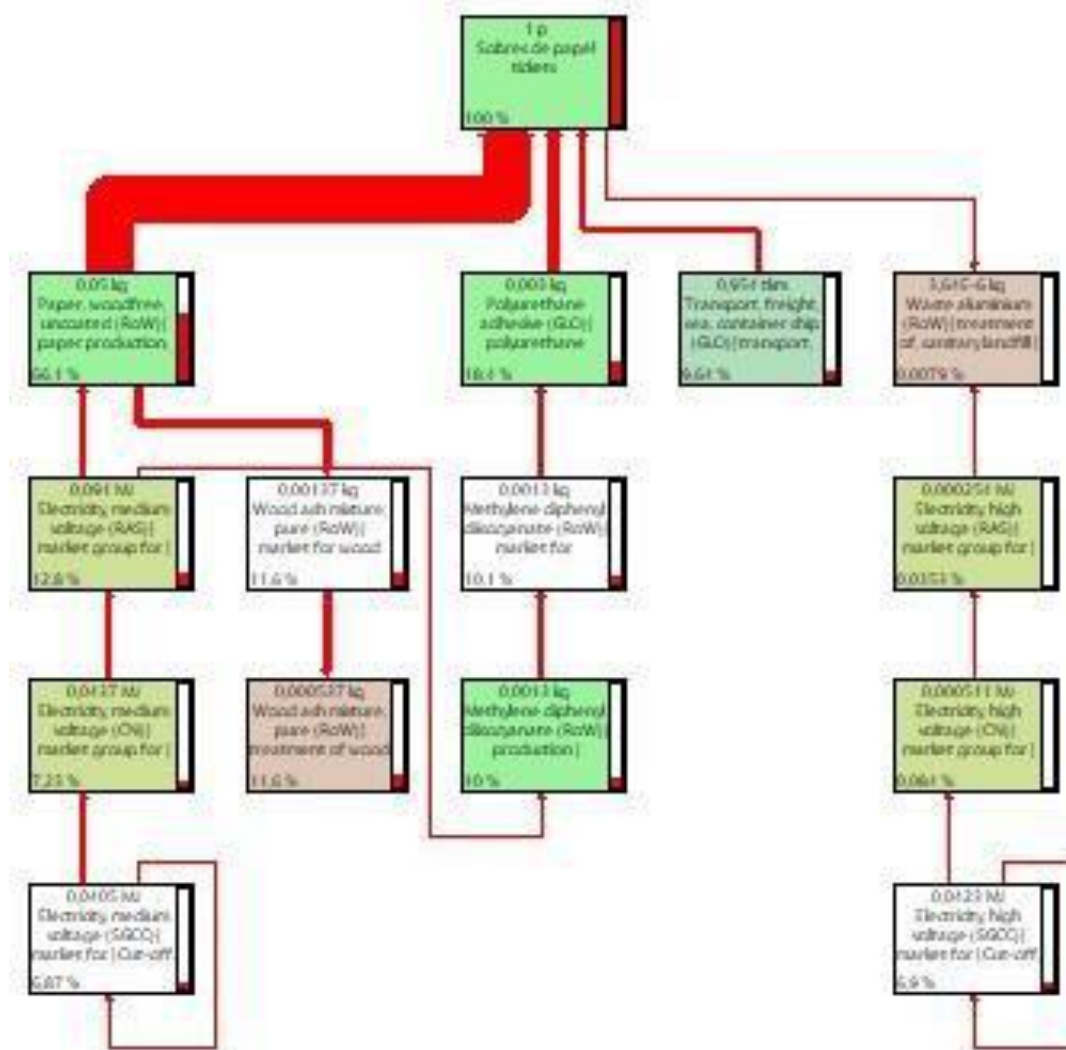


Figura 18. Diagrama de Red de impacto de los tickets

8. Conclusiones y recomendaciones

A partir de los resultados de las fases de la evaluación de impactos del ACV se han identificado los puntos críticos del proceso. Además, se han identificado los principales contribuyentes a los resultados, es decir, las etapas del ciclo de vida y los procesos que más contribuyen a las categorías de impacto más relevantes. En este caso en todos los formatos de *packaging* lo que más contribuye a los impactos ambientales son los propios materiales, como puede ser el papel y el cartón, seguido del transporte.

Hay que indicar que como el proceso de fabricación se hace íntegramente en China, los procesos seleccionados de la base de datos de SimaPro son procesos promedio del mundo y en el caso de la electricidad consumida en la propia fábrica se ha seleccionado el mix de generación de energía de la provincia de Guangdong.

Según los datos analizados, el mix de electricidad chino es el que más contribuye en casi todas las categorías de impacto. Si se expresan los resultados en la fase de puntuación única, se puede comprobar que el mix de producción de energía chino tiene mayor carga ambiental que el mix español.

Además, los resultados del ACV obtenidos pueden servir para enlazar con los objetivos europeos en materia de cambio climático.

Hay que indicar que en diciembre de 2019 se publicó el Pacto Verde Europeo, que es un plan integral para frenar el avance del cambio climático en diversos ámbitos de actuación, que contempla algunos objetivos muy ambiciosos, como, por ejemplo, la intención de que Europa sea climáticamente neutra en el año 2050. Para hacer posible que esos objetivos se cumplan desde 2020 han salido planes y acuerdos que recogen medidas específicas en distintas áreas. Algunos de ellos son:

- El Plan de Inversiones para el Pacto Verde Europeo y del Mecanismo de Transición Justa: financiación, inversión y apoyo práctico a las autoridades para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos sostenibles.
- La Ley del Clima Europea. Establece el marco legal para llegar a la neutralidad climática en el año 2050, convirtiendo este objetivo en jurídicamente vinculante.
- La Estrategia Industrial Europea.
- El Plan de Acción para una Economía circular.
- Plan de acción de la UE: «Hacia una contaminación cero del aire, el agua y el suelo».

A nivel de España, dentro de la Estrategia Española de Economía circular “España 2030” y su Plan de acción se establecen los siguientes objetivos para el año 2030:

- Reducir en un 30 % el consumo nacional de materiales en relación con el PIB, tomando como año de referencia el 2010.

- Reducir la generación de residuos un 15 % respecto de lo generado en 2010.
- Reducir la generación residuos de alimentos en toda cadena alimentaria: 50 % de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20 % en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020, contribuyendo así al ODS.
- Incrementar la reutilización y preparación para la reutilización, hasta llegar al 10 % de los residuos municipales generados.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO₂eq.
- Mejorar un 10 % la eficiencia en el uso del agua.

Dentro de los ejes de actuación de la Estrategia Española de Economía circular las medidas concretas son las siguientes:

- **Eje de actuación “Producción”**. Promover el diseño/rediseño de procesos y productos para optimizar el uso de recursos naturales no renovables en la producción, fomentando la incorporación de materias primas secundarias y materiales reciclados, y minimizando la incorporación de sustancias nocivas, de cara a obtener productos que sean más fácilmente reciclables y reparables, reconduciendo la economía a modos más sostenibles y eficientes.
- **Eje de actuación “Consumo”**: reducir la huella ecológica mediante una modificación de las pautas hacia un consumo más responsable, que evite el desperdicio y las materias primas no renovables.
- **Eje de actuación “Gestión de los Residuos”**: aplicar de manera efectiva el principio de jerarquía de los residuos, favoreciendo de manera sustancial la prevención (reducción), la preparación para la reutilización y el reciclaje de los residuos.
- **Eje de actuación “Materias primas secundarias”**: garantizar la protección del medio ambiente y la salud humana, reduciendo el uso de recursos naturales no renovables y reincorporando en el ciclo de producción los materiales contenidos en los residuos como materias primas secundarias.
- **Eje de actuación “Reutilización y depuración del agua”**: promover un uso eficiente del recurso agua, que permita conciliar la protección de la calidad y cantidad de las masas acuáticas con un aprovechamiento sostenible e innovador del mismo.

9. Normas, métodos y manuales de referencia considerados en el estudio

- Norma UNE-EN ISO 14040. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia. 2006.
- Norma UNE-EN ISO 14025:2010. Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos. (ISO 14025:2006).
- Norma UNE-EN ISO 14040:2006/A1:2021. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia. Modificación 1. (ISO 14040:2006/ Amd 1:2020).
- Bases de datos: Ecoinvent 3.8 (noviembre 2021) y Environmental Footprint database 3.0.

- Metodologías de evaluación de impacto ambiental aplicadas mediante SimaPro 9.3.0.3:
 - CML-IA baseline V3.07 / EU25+3.
 - EF 3.0 Method (adapted) V1.02 / EF 3.0 normalization and weighting set.
 - AWARE V1.04
 - EDIP 2003 V1.07
 - Cumulative Energy Demand (LHV) V1.00
 - ReCiPe Midpoint (E) V1.13 / Europe Recipe E
- *RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN, de 15 de diciembre de 2021, sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida* (Publicada en DOCE el 4/05/2013).
- Product Category Rules 2011:05 Tissue products, version 3.0. UN CPC 32131 (Toilet or facial tissue stock towel or napkin stock and similar paper; cellulose wadding and webs of cellulose fibres). Fecha de publicación: 2021-03-08. Válido hasta 2025-03-08.
- Estrategia Española de Economía circular “España 2030”.

Anexo III. Caso de estudio de empresa papelera

1. Análisis de procesos ambientales internos

En este bloque del presente estudio se lleva a cabo el análisis de la empresa a través de la aplicación de una metodología propia basada en el uso de diferentes medidores de circularidad así como otros medidores que sirven de base de datos sobre los cuales sustentar la propuesta de mejora ambiental para Empresa Papelera.

El proceso comienza con un análisis interno de la empresa que busca conocer el campo de actividad profesional así como su organización interna o el tipo de recursos utilizados en su día a día. Este primer punto culmina con el envío del cuestionario personalizado. Posteriormente se prosigue con el análisis interno de la empresa gracias a la aplicación de un medidor de circularidad propio creado exprofeso en el presente proyecto y que busca ofrecer un valor en escala 0-1 del estado de circularidad de toda la empresa, tomando para su cálculo valores relacionados con la reciclabilidad de los materiales producidos, la recuperación de recursos o la capacidad innovadora de la empresa.

Asociado al tercer bloque, como se muestra en el esquema general de la ilustración de la metodología en la Figura 18, se lleva a cabo la propuesta de mejoras de circularidad y gestión de recursos partiendo del principio *Re-Resolve* propuesto por la fundación Ellen MacArthur y que busca a través de diferentes bloques predefinidos ayuda a implantar acciones de reducción y optimización de materiales y recursos.

A continuación en el presente informe se ofrecerá un análisis de los resultados obtenidos así como un marco teórico donde se expone el aumento de la puntuación obtenida en la aplicación del cuestionario y del indicador de circularidad en caso de implantar todas aquellas medidas propuestas en el marco *Re-Resolve*, el cual trabaja un paso más allá en la generación de medidas ambientales propuesta por la fundación.

Como punto final, y con el objetivo de ayudar al global de las empresas a llevar a cabo las acciones de mejora identificadas, se trabaja en la identificación de líneas de financiación públicas así como de diferentes certificaciones que puedan ayudar a Empresa Papelera a dar los pasos propuestos, consiguiendo cerrar el círculo del servicio de consultoría propuesto.

1.1 Cuestionario general

En este apartado se ofrece un análisis de la situación actual de la Empresa Papelera de acuerdo a una metodología propia basada en las respuestas proporcionadas por parte de la entidad al cuestionario general. Este cuestionario ha buscado medir tanto la capacidad de adaptación profesional como su potencial a la hora de desarrollar un nuevo modelo en torno a la Economía circular. Esta metodología se ha basado en el estudio de diferentes citas relacionadas con el mundo de los negocios que tratan el uso y la explotación de diferentes herramientas y productos desarrollados con este fin, y que por lo tanto, pueden ser útiles a la hora de evaluar el escenario sobre el cual se va a trabajar.

Este cuestionario propuesto se ha planteado en 5 grandes bloques (Estado general, Materiales y procesos, Gestión de residuos, Estrategia interna y Gestión de la innovación y el cambio) y un total de 41 preguntas. Esta selección de bloques se debe a que se busca ofrecer a Empresa Papelera un cuestionario dinámico y sintetizado, y por lo tanto más atractivo, pero que a la vez, desea constituir una fuente de información vital para la evaluación del estado de la empresa en el campo de la

Economía circular. Así mismo, las respuestas proporcionadas (las cuales pueden ser numéricas, nominales o simplemente de “sí” o “no”) por parte de la entidad, han sido analizadas a través de una algoritmia de fórmulas estricta para finalmente ofrecer una visión global (en escala 0-10) de la empresa en relación a los 5 bloques mencionados. Los resultados globales se muestran a continuación en la Figura 1:

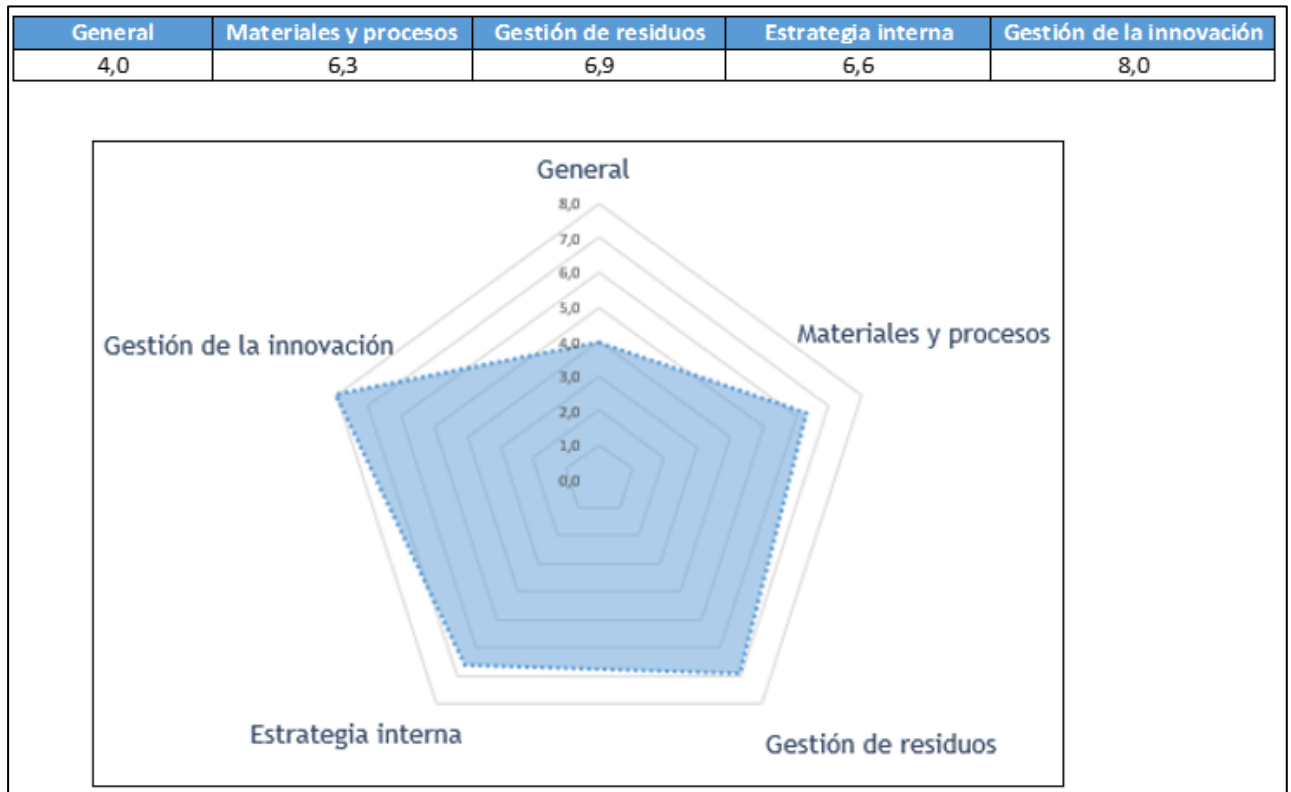


Figura 1. Gráfico de resultados en escala 0-10 de los 5 bloques analizados para Empresa Papelera

Desglose de resultados del cuestionario

En este apartado se describen los resultados obtenidos en cada bloque, así como una descripción del contenido de cada uno de ellos. Así mismo, se incluyen propuestas de mejora basadas en criterios ambientales y de aplicación de medidas relacionadas con la circularidad. Para llevar a cabo el análisis de resultados y propuesta de mejoras se han tenido en cuenta solamente los datos asociados a la anualidad 2020 en la sede central de Empresa Papelera.

- Bloque 1: Estado general de la empresa

El objetivo de este primer punto del cuestionario es obtener una visión general del estado en el que se encuentra Empresa Papelera en relación al análisis de diferentes puntos generales. A modo descriptivo, se indica que Empresa Papelera es una empresa que se dedica a la fabricación del papel y el cartón, el cual tiene un gran papel dentro de la economía circular y la descarbonización.

Dentro de su catálogo de productos, cuenta con soluciones reciclables que se recuperan masivamente, empleando materias primas renovables y locales, valorizando los residuos del proceso industrial y utilizando eficientemente el agua y la energía.

Además, la entidad está sustituyendo crecientemente aquellos materiales que no reúnen los más elevados atributos medioambientales. Por lo que, los papeles higiénicos y sanitarios, los envases y embalajes o los papeles gráficos utilizados para usos muy específicos son productos sostenibles y con un impacto limitado.

Para evaluar el estado de la entidad dentro de este primer apartado, se ha tenido en cuenta además el hecho de contar con sistemas de eficiencia energética, sistemas de control y gestión de residuos adecuados, así como no generar una gran cantidad de productos sobreplastificados. En este punto, se han detectado varias mejoras que ofrecen un campo de desarrollo de alternativas más sostenibles, sobre todo en relación con el embalaje de sus productos y la implantación de nuevas medidas de ahorro energético.

Por otro lado, dentro de este primer bloque, también se han tenido en cuenta las certificaciones tipo ISO medioambiental con las que cuenta, entre las cuales se destacan principalmente las siguientes dos:

- ISO 14001:2015 Aplicada a la fabricación y transformación del papel Tissue para uso domésticos: papel de cocina, papel higiénico, servilletas. La comercialización para usos domésticos e industriales de pañuelos, servilletas, faciales, manteles, secamanos y toallas, con caducidad el 10/08/2022. Esta certificación supone un punto de partida desde el que avanzar hacia otros esquemas ambientales (Ecodiseño, EMAS, Protocolo de Kioto...), proponiendo una estructura similar a los Sistemas de Gestión de Calidad ISO 9001 y ISO 45001) y proporcionando además la posibilidad de integrar los tres sistemas en uno solo, con lo que se consigue una optimización del proceso y la consiguiente reducción de tiempos de auditoría y costes.
- ISO 50001:2015 Fabricación y transformación del papel Tissue para uso domésticos: papel de cocina, papel higiénico y servilletas, con caducidad el 20/08/2021. Esta certificación dota a la empresa de un Sistema de Gestión Energética se basa en el ciclo de mejora continua PDCA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar), siendo compatible con otras medidas de ahorro y eficiencia energética.

El proveedor de energía identificado en las instalaciones de la entidad es Endesa, una gran compañía eléctrica y de gran fiabilidad pero que por el contrario no garantiza que toda la energía proporcionada sea de origen renovable, por lo que su consumo cuenta con un impacto de huella de carbono bastante alto, ya que según la calculadora de carbono ofrecida por el MITECO, este proveedor cuenta con un factor de emisión de 0,2 KG CO₂ por cada kWh consumido (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2022).

No obstante, con los datos ofrecidos por parte de Empresa Papelera, la entidad presenta un consumo anual de 50 mWh en sus instalaciones*, presentando por lo tanto una huella de carbono de entorno a las 10 toneladas de CO₂ anuales. Este dato se ve amplificado al analizar las emisiones asociadas al transporte de empleados a través del uso elevado de aviones como medio de desplazamiento así como el de vehículos de empresa, el cual suma un total aproximado de 50.884 kilogramos adicionales de CO₂ debido a la quema de combustible.

La puntuación global en este apartado asociada a los aspectos generales es de un 4 sobre 10, debido a la puntuación obtenida en base a los algoritmos de cálculo que muestran los siguientes resultados:

Aspectos positivos

- Baja huella de carbono en las instalaciones como consecuencia de su actividad.
- Presentación de diferentes ISOs ambientales que favorecen la optimización de procesos y gestión de residuos.

Aspectos a mejorar

- Disponer de un proveedor que garantice la producción de energía 100% renovable.
 - Reducir el uso de plásticos de un solo uso en productos.
 - Reducir significativamente el uso de vehículos propios así como los viajes en avión. Este punto puede verse favorecido por el fomento del teletrabajo así como del uso de las herramientas digitales para llevar a cabo reuniones con proveedores y clientes.
-
- Materiales y procesos

A lo largo de este segundo bloque se estudian y analizan los procesos y cantidades asociadas al consumo de recursos, la producción, el tipo de materiales utilizados así como los porcentajes de reciclabilidad, tanto de los recursos utilizados como materia prima como de los residuos generados como consecuencia del proceso de desarrollo de los productos de la entidad. De esta manera, con los datos proporcionados por parte de Empresa Papelera se ha calculado un total de 320.000 kg de entrada de materia prima, de los cuales el 16% procede de residuos reciclados o recuperados. A su vez, dentro ya del proceso de creación de producto, la entidad lleva a cabo la generación de 65.000 kg de producto reciclable, lo que supone a su vez un 20,3 % respecto del total de materia prima adquirida. Finalmente, dentro del proceso de producción se han identificado alrededor de 5.000 kilogramos de residuos que son generados pero que no cuentan actualmente con la capacidad de ser reintroducidos en la cadena, no obstante, debido a que se trata de un porcentaje muy pequeño respecto al total producido (0,015%), estas cantidades no penalizan negativamente a la hora de evaluar la circularidad de los procesos.

De forma complementaria, en este apartado también se evalúa la capacidad de Empresa Papelera para disponer de proveedores de materiales y recursos locales o que presenten certificados de sostenibilidad ambiental, ya que estas calificaciones se asocian a una disminución en el uso de recursos así como a un menor impacto en las emisiones generadas. En relación a los resultados obtenidos, se puede ver como la entidad cuenta con algunos proveedores de cercanía, aproximadamente la mitad de ellos. Con relación a la presentación de etiquetas de sostenibilidad de los mismos, se indica que la mayoría de ellos sí disponen de ellas, lo que aumenta el grado de circularidad de los procesos ya que generalmente aquellos productos cercanos, no solamente cuentan con un menor impacto ambiental en el transporte si no que suelen requerir de menor cantidad de embalajes plásticos, reduciendo por lo tanto la cantidad de residuos generados.

A modo de ejemplo, entre los distintivos de calidad ambiental más relevantes se encuentran algunos como el de Ecolabel, un sistema de la Unión Europea para identificar a aquellos productos más respetuosos con el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida y que promueve los productos ambientalmente más eficientes. También merece la pena mencionar el certificado FSC®, el cual garantiza que los productos tienen su origen en bosques bien gestionados y que proporcionan beneficios ambientales, sociales y económicos.

Como último punto dentro de este bloque, se ha estudiado la presencia o no de sistemas y herramientas de monitorización y control de procesos de desarrollo empresarial basados en el uso de las tecnologías informáticas. Estas resultan una enorme ventaja, sobre todo en empresas de gran tamaño, ya que ayudan a identificar anomalías de funcionamiento, fallos de producción así como visualizar y controlar los consumos de recursos necesarios para el producto, como el agua y la energía. De forma adicional colaboran a la hora de implementar nuevos procesos de mejora ambiental ya que permiten medir el impacto de las medidas adoptadas. En este sentido la empresa cuenta con diferentes herramientas de control y monitorización de los procesos de producción, por lo que se evalúa muy positivamente desde el punto de vista de la Economía circular el contar con este tipo de soluciones.

La puntuación global obtenida en este apartado de aspectos generales es de un 6,3 sobre 10, debido a la puntuación obtenida en base a los algoritmos de cálculo que muestran los siguientes resultados:

Aspectos positivos

- El total de residuos generados respecto al total producido supone un % muy pequeño, sobre todo teniendo en cuenta las dificultades de creación que conllevan los productos de papel.
- Disponer de una cantidad significativa de proveedores locales.
- Utilizar de manera frecuente materiales de producción que cuentan con etiquetas de sostenibilidad u otros certificados de calidad ambiental.
- Disponer de diferentes herramientas de control y monitorización de los procesos de producción.

Aspectos a mejorar

- El % de materiales reciclados adquiridos para el desarrollo de productos es relativamente bajo, por lo que la entidad debería aumentar en la medida de lo posible las cantidades actuales para aumentar el grado de circularidad de sus procesos.
- Al tratarse de productos que de manera regular suelen tener un uso limitado y cuya composición es relativamente frágil, los ratios de reciclabilidad de los productos finales también son reducidos. Para mejorar la puntuación obtenida, Empresa Papelera debería estudiar nuevas fibras o tejidos que aumentasen tanto la durabilidad del producto como su % de reciclabilidad.

- Gestión de residuos

Este apartado se centra en los procesos de gestión de residuos procedentes de dos bloques diferentes, por un lado, los residuos procedentes de la actividad empresarial y por otro, los residuos procedentes del personal propio. A diferencia de bloque anterior, este se centra más en aspectos cualitativos de todo el proceso de gestión como la disposición de contar con certificados de gestión de residuos o la durabilidad de los productos.

De esta manera, se ha visto como la entidad cuenta con diferentes certificaciones evaluadas positivamente como el distintivo de residuo Cero, el cual se enmarca en la línea de actuaciones de la OCDE, PNUMA, G20, PEMAR, Unión Europea y España en lo relativo a Economía circular. El certificado Residuo Cero reconoce a aquellas organizaciones que valorizan las distintas fracciones de residuos que generan, dentro del alcance definido, evitando que tengan como destino final la eliminación en vertedero. Este esquema no implica la no generación de residuos sino una gestión organizada de los mismos que permita reducir su generación, prepararlos para ser reutilizados y/o transformar el residuo en materias primas, reintroduciéndolas en la cadena de valor. Además de esta certificación, la entidad cuenta con un sistema muy completo y avanzado de separación de residuos procedentes de su actividad industrial, lo que le permite gestionar de manera adecuada los excedentes producidos llevando a cabo su correcta separación. Este punto es positivamente soportado por el hecho de que la entidad también dedica grandes esfuerzos a reducir los envoltorios plásticos de los productos creados, lo que optimiza el uso de recursos y cumple con el principio de reducción de materiales utilizados.

Por el contrario, también dentro de la sección dedicada a analizar la gestión de residuos procedentes de la actividad empresarial, Empresa Papelera es una empresa dedicada al desarrollo de productos fungibles cuya recuperación es muy dificultosa, haciendo imposible de aplicar el concepto de reparación a sus productos, ya que en su mayoría se trata de productos de papel cuya vida útil es muy limitada.

En relación a la segunda sección de este bloque, la gestión de los residuos procedentes de la actividad del personal propio dentro de la empresa, Empresa Papelera cuenta con un sistema completo de separación de residuos por tipología, ofreciendo a sus trabajadores la separación de los mismos en envases, cartones, vidrio, residuos orgánicos y fracción resto, lo que hace que se cubra prácticamente la totalidad de los residuos generados por los trabajadores. Además, como punto valorado muy positivamente dentro de este bloque, la entidad evita la generación innecesaria de fungibles publicitarios, como las tarjetas de presentación u otros materiales corporativos, lo que reduce los recursos utilizados a la vez que supone un concepto educativo a nivel interno.

Por otro ello, los cálculos realizados marcan una puntuación de 6,9 sobre 10 en este bloque, identificando a su vez los siguientes conceptos:

Aspectos positivos

- La entidad dispone de certificados de gestión de residuos que no son obligatorios para su actividad pero que denotan su compromiso con el cuidado del medio ambiente en la realización de sus procesos diarios.
- Disponen de diferentes sistemas de separación de residuos, tanto los procedentes de su actividad profesional, como de los asociados al personal interno.

- No se generan materiales publicitarios fungibles innecesarios para su desarrollo profesional.

Aspectos a mejorar

- Crear nuevas líneas de papel textil que permita la reutilización mediante lavado o tratamiento de sus productos, favoreciendo la recuperación de los mismos.
- Estrategia interna

En este apartado se definen y analizan de manera cualitativa las mejoras que tiene o puede hacer la empresa desde su filosofía de trabajo para fomentar el modelo circular. Se analiza por lo tanto la visión interna de la empresa así como la identificación de los cambios que, de una manera u otra, afectan a todos los elementos que constituyen una entidad, logrando así una concienciación tanto en la directiva como en los trabajadores que desemboque en un cambio global de cada una de las unidades. En este contexto, se han evaluado por lo tanto las relaciones existentes entre la empresa, su directiva, el contacto con centros tecnológicos o universidades así como la identificación de gestores de residuos específicos. Se busca por lo tanto, identificar la intensidad de estas relaciones que muestran si de verdad una empresa busca dentro de su estrategia interna mejorar sus procesos a medio-corto plazo.

En este escenario, se ha visto como la empresa colabora de manera proactiva en la búsqueda de nuevas vías de mejora ambiental a través del establecimiento de estrategias internas, el estudio de las principales barreras que impiden la mejora de procesos así como en la implantación de sistemas de calidad. Al disponer de la certificación Residuo Cero esta distinción ayuda a Empresa Papelera a que toda su organización se preocupe por el buen reciclado de aquello que fabrican, favoreciendo el reciclado de cada una de las piezas y evitando lo máximo posible que acaben en vertederos. La palabra cero, implica que se esfuercen por gestionar y reciclar todo lo posible sus residuos inorgánicos y residuos orgánicos, lo cual hace que desde el punto de la estrategia interna de la empresa sea más fácil mejorar la calidad Ambiental de sus instalaciones y productos.

De forma paralela, y también asociado a la atención que la estrategia interna presta a la implantación del modelo de economía circular en su día a día, Empresa Papelera cuenta con una red de entidades empresariales externa con la cual colabora de manera regular en el intercambio de conocimientos que favorezcan estos cambios, lo que hace que la entidad sea muy proactiva a la hora de llevar a cabo los cambios internos que sean necesarios para este fin.

Este estudio del análisis interno de las redes empresariales también debe trasladarse al conocimiento y trato con los gestores de residuos con los cuales la entidad tiene acuerdos de colaboración. Ello es debido a que es imprescindible conocer el tratamiento que estos gestores le dan a los residuos recogidos, prestando especial atención a las fracciones orgánica y resto, las cuales generalmente acaban en instalaciones de depósito abierto o en incineradoras, opciones que deberían descartarse en toda aquella empresa que desee implantar un modelo de circularidad en sus instalaciones. El último de los indicadores con los que cuenta este apartado evalúa la estrategia de la empresa asociada a la presentación de un plan de compensación de emisiones e impactos asociados a su actividad. Es decir, se debe evaluar y saber si la entidad cuenta con inversiones en restauración de ecosistema o mitigación de huella de carbono. Si bien, es cierto que Empresa Papelera tiene un gran impulso por fomentar la aplicación de medidas de economía circular tal y

como se muestran las distintas certificaciones con las que cuenta, desde el punto de vista de la aplicabilidad se necesitan terminar de indicar cada una de las líneas de actuación dentro de la empresa así como definir el alcance de cada uno de los actores (trabajadores, entidades externas certificadoras, exportadores...) para que todas las medidas impuestas en las certificaciones se definan completamente y se siga de forma diaria dentro de la empresa.

En función de estos campos evaluados así como de la información asociada, la entidad ha obtenido en este bloque una puntuación de 6,6 sobre 10, mostrando además los siguientes campos de actuación:

Aspectos positivos:

- La directiva de la entidad se encuentra sensibilizada en relación a la adopción de nuevas medidas de carácter ambiental, lo que sirve de motor de cambio.
- Se tienen identificadas cuales son las principales barreras que dificultan la adopción de estas medidas y por lo tanto es más fácil adaptarse según las necesidades.
- Se han establecido redes de intercambio de conocimiento con otras empresas que también buscan la mejora ambiental en sus procesos, lo que facilita el aprendizaje y autoconocimiento.

Aspectos a mejorar:

- Con el objetivo de contar con el aporte de ideas de mejora por parte de toda la plantilla así como para aumentar la concienciación de los trabajadores, se deberían ofrecer formaciones específicas y participativas donde aprender y aportar nuevos enfoques.
- Implementar un sistema de compensación que permita a la empresa ser neutra o negativa en relación a las emisiones de carbono emitidas como parte de su actividad, priorizando en ellas los procesos de reforestación de espacios degradados.
- Gestión de la innovación

En la actualidad, todas las empresas están sometidas a un proceso obligatorio de cambio constante, todas aquellas que se estancan y que optan por la estrategia de no innovar, acaban siendo desplazadas por la competencia a un segundo plano que en numerosas ocasiones acaba con la propia actividad de la entidad.

Desde el punto de vista de la innovación Empresa Papelera cuenta con un proceso de cambio continuo basado en las necesidades del mercado y de la empresa. Esta estrategia es consecuencia de muchos años de investigación y desarrollo del mercado que han desembocado en un conocimiento sobre las últimas tecnologías para los procesos de la fabricación de papel y cartón muy potente. Las prácticas innovadoras se han ido aplicando a lo largo del negocio y en la actualidad ha llegado a tener un gran potencial que se puede comprobar, por ejemplo, en la nueva solución sostenible de los productos de tisú en los que se aplicó el concepto del ecodiseño a través del cual se ha conseguido reducir el plástico de los productos finales así como lograr contar con envases compuestos al 98% de material reciclado.

Para medir por lo tanto el grado de innovación así como el nivel de actualización de los responsables de la entidad, se han tomado datos referentes a la aplicación de nuevas prácticas de negocio y a la asignación e identificación de responsables de I+D encargados de ofrecer nuevas soluciones adaptadas así como mantenerse informados de las tendencias del mercado. De forma complementaria a esto, este apartado ha tenido muy en cuenta si la empresa suele acceder a diferentes fuentes de financiación pública en convocatorias de I+D+i, ya que estas suelen ofrecer a las empresas los fondos económicos que son necesarios para acometer los cambios, en este caso en el marco de la economía circular.

Tras analizar los resultados de este último bloque, en el cual se ha obtenido una puntuación de 8 sobre 10, se puede concluir que Empresa Papelera es una empresa altamente innovadora que gestiona correctamente todas las oportunidades de innovación de negocio disponibles y que dedica los recursos necesarios para mantenerse a la vanguardia del cambio. Simplemente a modo de recomendación, se le aconseja a la entidad mantenerse informada de las convocatorias asociadas al Plan de Recuperación asociado a los fondos europeos asociados a paliar los efectos económicos provocados por el COVID-19, ya que estos se centrarán fuertemente en crear nuevos modelos de negocio sostenibles así como fomentar la implantación de buenas prácticas ambientales en las empresas.

1.2 Aplicación de medidores de circularidad (V1)

Una vez definidos los parámetros que componen el medidor CIAI, se introducen y calculan los valores de Empresa Papelera con el objetivo de medir el grado de circularidad de la empresa, obteniéndose el siguiente resultado (escala 0-1):

CIAI= 0,203

Al tratarse de un resultado en escala 0-1, el valor obtenido es relativamente bajo. Esto se debe a varios factores que se indican a continuación:

- La metodología seguida para evaluar este dato consiste en evaluar desde un punto de vista crítico y real el grado de circularidad de la empresa, es decir, busca ofrecer resultados y puntos de mejora que vayan más allá del “greenwashing”, por lo que obtener una puntuación alta es relativamente complicado.
- Por otro lado, Empresa Papelera es una empresa cuyo producto principal tiene una tasa de recuperación extremadamente baja, al trabajar con productos de papel y servilletas, estos difícilmente pueden ser recuperados o reciclados, por lo que su circularidad final es muy baja.
- Este medidor no solamente tiene en cuenta los valores asociados a la gestión de recursos y residuos, si no que mide también otros conceptos como el uso frecuente de vuelos comerciales asociados a la actividad de la empresa. Si bien es cierto que este parámetro podría escapar de un análisis de circularidad normal, los combustibles necesarios para el empleo de este tipo de transporte no dejan de ser un recurso natural explotado cuyo residuo principal (las emisiones de CO₂) tiene un impacto global más que demostrado.

- Como complemento a estos valores, este medidor también propone la inclusión de otras variables ya medidas durante la fase anterior, como es el caso de los valores obtenidos en los campos de la gestión de la innovación y la estrategia interna de la empresa. Una vez más, se trata de parámetros difíciles de medir y sobre todo de incluir dentro de un indicador de circularidad. En este caso, a pesar de tener un valor relativamente modesto (10% del total), se considera que su inclusión debe ser de carácter obligatorio, ya que a la hora de crear nuevos modelos de producción más sostenibles, contar una estrategia y capacidad de cambio eficientes es un punto clave y crítico para cualquier empresa que desee transformar su modelo siguiendo la filosofía propuesta por el modelo circular.

1.3 Análisis de Ciclo de vida

Los resultados del ACV correspondientes a Empresa Papelera se presentan en el anexo III.II.

2. Propuestas y puntos de mejora

2.1 Aplicación del concepto *Re-Resolve*

En este punto se van a identificar una serie de medidas que intentarán aumentar el grado de circularidad obtenido, buscando un modelo de desarrollo de negocio a través de la mejora ambiental. Para ello, se va a aplicar el concepto autodenominado como *Re-Resolve* en aquellos puntos del proceso susceptibles de la mejora ambiental de Empresa Papelera. De esta manera, cada uno de ellos será analizado de una forma exhaustiva, para así poder identificar qué puntos de la cadena de producción pueden verse optimizados desde un punto de vista de producción más sostenible.

A continuación, en la Tabla 1, se presentarán las medidas, autodenominadas como E-Action, a tomar dentro del ámbito empresarial y su interrelación con la aplicación del modelo de economía circular en su día a día.

Tabla 1. Puntos de impacto entre las medidas E-action propuestas y el marco *Re-Resolve*

E-action	<i>Reduce</i>	<i>Regenerate</i>	<i>Share</i>	<i>Optimise</i>	<i>Loop</i>	<i>Virtualise</i>	<i>Exchange</i>
<i>Promover la circularidad de los productos</i>	X	X		X	X		
<i>Estrategias corporativas circulares</i>	X	X	X	X	X		X
<i>Vida útil del producto</i>	X						
<i>Diseño para cerrar el círculo</i>							

<i>Nuevos modelos de negocio</i>	X			X	X		X
<i>Nueva cultura empresarial</i>	X			X			
<i>Oportunidades de financiación</i>	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acciones de compensación</i>		X					
<i>Imagen corporativa</i>	X					X	

Promover la circularidad de los recursos

Promover la circularidad de los recursos, directos e indirectos para el desarrollo del producto final es uno de los principales objetivos en la estrategia para instaurar la Economía circular, cuyo objetivo es que el valor de los recursos utilizados se mantenga en el ciclo de vida útil durante el mayor tiempo posible, reduciendo así al mínimo la generación de residuos no aprovechables. Se actúa así a favor de la durabilidad y aumento de la vida útil de los materiales y productos, de la reparación, reutilización de recursos y del reciclado de los residuos. Cuando se habla de recursos, se hace en un sentido amplio, siendo todo aquello que permita generar valor y satisfacer ciertas necesidades dentro del proceso productivo, la actividad comercial o industrial de una empresa, por ejemplo. Se está refiriendo entonces, tanto a recursos materiales como inmateriales tipo la energía, las personas, la información o el territorio.

De esta manera, lograr aumentar la circularidad de los recursos empleados en la producción llevada a cabo por parte de Empresa Papelera tendría efectos directos en el incremento de la circularidad de la empresa, ya que reduciría la cantidad de residuos generados como consecuencia de su actividad, ello favorecería su reintroducción dentro del ciclo de producción y optimizaría los gastos asociados a toda la creación de papel. Este proceso podría llevarse a cabo a través del estudio e introducción de nuevos materiales en el ciclo de producción que permitiesen recuperar los recursos iniciales, tanto de celulosa, como de agua, por ejemplo.

Estrategias corporativas circulares

La implementación de la economía circular en las empresas busca la reducción del uso de materiales, sustituyéndolos con productos fácilmente actualizables y duraderos o productos hechos con recursos renovables y/o a través de procesos de recuperación de recursos. Para adoptar la estrategia de Economía circular, las empresas deben involucrar e integrar dentro de su modelo estratégico y en todas las funciones comerciales esta filosofía mediante la implementación de cadenas de suministro circulares y coordinar tanto el flujo de material como de información, además de los enfoques de diseño de productos hacia su reaprovechamiento. También deberán considerar la Directiva Marco de Residuos de la UE y su jerarquía de residuos, lo que permite

identificar las principales prácticas genéricas que las empresas deben implementar en sus estrategias corporativas circulares:

- Prolongar la vida útil del producto/material mediante un diseño y mantenimiento adecuados para poder reducir el consumo de materia prima (*Reduce, Optimise*); compartir productos para proporcionar acceso a los servicios relacionados, así como a otros clientes o empresas a través de procesos de simbiosis empresarial (*Share*).
- Reutilizar/redistribuir: Utilizar varias veces o también redistribuir a nuevos usuarios aquellos subproductos que aún pudieran ser reutilizados (*Regenerate, Reduce, Optimise*).
- Reacondicionamiento/remanufactura: Implementar un "proceso estético" para reparar generalmente sin desmontaje así como reemplazar componentes defectuosos para llevar el producto a un estado de producto nuevo. En el caso de Empresa Papelera esta opción solamente sería posible en caso de apostar por el desarrollo de productos que no fueran de un solo uso.
- Reciclar: Reducir los materiales básicos necesarios y reutilizar la mayor parte de ellos para generar nuevos productos (*Reduce, Optimise, Loop*).
- Cascadas: Implementar procesos que fomente el cierre del ciclo biológico para que el material (principalmente la celulosa) regrese como nutriente al suelo (*Regenerate*).
- Procesos inversos: Pueden implicar sistemas de circuito cerrado, donde los materiales o productos se devuelven a los fabricantes originales, o sistemas de circuito abierto cuando los bienes al final de su vida útil son recuperados por otras partes (*Loop*).
- Nuevas tecnologías: Apostar por tecnologías limpias y novedosas que optimicen el proceso de producción (*Exchange*).

De forma específica, con el objetivo de aumentar el grado de circularidad así como los resultados obtenidos en las pruebas anteriores, Empresa Papelera tendría la potencialidad de llevar a cabo nuevas estrategias internas y a nivel de estrategia que le permitiesen lograr este objetivo, como por ejemplo:

- Identificar y contratar gestores de residuos que maximicen la estrategia de recuperación y reciclaje, descartando aquellos que optan por la incineración y depósito en vertedero (*Reduce, Loop*).
- Ofrecer un espacio de aporte de ideas y formación activa que busque implicar a todos los trabajadores de la entidad en la toma de decisiones relacionadas con la mejora de procesos ambientales (*Regenerate, Reduce*).
- Desarrollar y promocionar proyectos e iniciativas externas que busquen compensar las emisiones emitidas como consecuencia de su actividad, principalmente en el campo de la restauración de ecosistemas (*Regenerate*).
- Establecer nuevas relaciones de simbiosis empresarial que favorezcan el intercambio de materiales sobrantes para darles a estos una nueva vida útil (*Share, Exchange*).

Vida útil del producto

Uno de los puntos principales de la EC es prolongar la vida útil del producto para así evitar generar más residuos. Para conseguir que estos materiales permanezcan el máximo tiempo posible dentro del ciclo de vida de uso, se debe tener en cuenta una serie de factores, principalmente los asociados al ecodiseño. Este concepto puede definirse como las “acciones orientadas a la mejora ambiental del producto en la etapa inicial de diseño, mediante la mejora de la función, selección de materiales menos impactantes, aplicación de procesos alternativos, mejora en el transporte y en el uso, y minimización de los impactos en la etapa final de tratamiento”.

Una vez se ha visto como debido a que el núcleo de negocio de la empresa es poner en el mercado productos que tienden a ser de un solo uso, con el objetivo de aumentar los marcadores obtenidos en este campo, y como se ha resaltado con anterioridad, la entidad debería apostar por la producción de productos cuya vida útil fuera más larga, reduciendo así tantos los recursos necesarios como los residuos generados a largo plazo (*reduce*). Este proceso de creación de nuevos productos puede ir a su vez acompañado de un análisis de tejidos y materiales sostenibles que haga de estas nuevas soluciones una propuesta más duradera que la que disponen otras entidades de la competencia, consiguiendo además fomentar la imagen verde de Empresa Papelera.

Diseño para cerrar el círculo

Una vez un producto llega al fin de su vida útil, de manera inevitable este es desechado. Nace ahí la importancia de aunar todos los conceptos anteriormente explicados para así lograr un fin de vida que permita recuperar los materiales que constituyen el producto final. En este punto, una vez más, tiene importancia los procesos de ecodiseño realizados al inicio del planteamiento del producto, ya que procesos como hacerlo desmontable o permitir mecánica o químicamente recuperar los materiales utilizados, haría completar el círculo que se pretende lograr en la implantación del modelo de economía circular.

Para el caso de Empresa Papelera abordar esta solución en la actualidad, con los productos analizados, es una tarea difícil, ya que para ello se debería implantar un sistema que permitiese el retorno de las servilletas puestas en el mercado a sus instalaciones, donde recuperar los materiales. Además, en la mayoría de los casos los productos estarían alterados y mezclados con otros residuos tras su uso por los usuarios.

Nuevos modelos de negocio

Los nuevos modelos de negocio basados en la economía circular deben garantizar que los materiales se retengan dentro del uso productivo, en un estado de alto valor, durante el mayor tiempo posible.

La economía circular busca remodelar los sistemas económicos y empresariales para que los productos se "diseñen" a partir de las necesidades humanas reales y su adaptación a los recursos disponibles.

Para crear un nuevo modelo de negocio basado en la economía circular Empresa Papelera debería tener en cuenta los puntos siguientes:

- Obtener productos y materiales ya puestos en el mercado, para evitar su extracción de fuentes naturales (*Reduce, Optimise*).

- Crear valor para los clientes agregando más soluciones sostenibles a los productos y materiales existentes (*Loop*).
- Fomentar la durabilidad de los productos y hacer conocer a los clientes de que la compra del producto se asocia a un menor impacto ambiental (*Optimise*).
- Ser responsables con los procesos de producción, lo que conlleva la implantación de directrices de responsabilidad a la hora de desarrollar los planes de negocio de la entidad.
- Establecer redes que permitan optimizar y compartir recursos así como el intercambio de conocimientos (*Exchange*).

Nueva cultura empresarial

La falta de conocimiento en las empresas es uno de los problemas más importantes a la hora de implantar el modelo de economía circular. Los principales problemas a nivel empresarial, derivados de una baja concienciación ambiental del personal pueden suponer:

- Un incremento de los costes energéticos, de materiales y de recursos derivados de consumos innecesarios.
- Incremento de la probabilidad de accidente ambiental por vertidos, incendios u otros desastres ambientales.
- Baja optimización de los procesos productivos en relación al uso de recursos.
- Ratios de generación de residuos elevados y aumento de los costes de gestión.

Por esta razón, se hace necesario fomentar la sensibilización ambiental del personal. Este cambio puede llevarse a cabo a través de diferentes procesos formativos en los que se informa a las personas que forman parte de la empresa, de conceptos como las problemáticas ambientales actuales o aquellas más relacionadas con su puesto de trabajo. Para ello, podrían establecerse diferentes sesiones participativas en las que se identifiquen los impactos ambientales derivados de la actividad de cada departamento de Empresa Papelera, con el objetivo de instaurar mejores prácticas en el día a día del puesto de trabajo. Estas sesiones podrían acompañarse de la creación de grupos de trabajo interno que velasen por el cumplimiento de las normativas ambientales y que por lo tanto desembocasen en una reducción de los efectos negativos anteriormente mencionados (*Reduce, Optimice*) así como en el aumento del bienestar general al saberse partícipes de iniciativas de cuidado y mejora ambiental en la empresa.

Oportunidades de financiación

Según la fundación Ellen MacArthur, desde 2016, se ha multiplicado por diez el número de fondos de mercado privados, incluyendo el capital riesgo, el capital privado y la deuda privada, que se invierten en actividades de economía circular. Una tendencia similar se observa en los préstamos bancarios, la financiación de proyectos y los seguros. Por ejemplo, entidades como Intesa Sanpaolo han lanzado un instrumento de crédito de 5 mil millones de euros (6 mil millones de dólares) asociados a la aplicación del modelo de EC, mientras que el Banco Europeo de Inversiones se ha asociado con cinco de los mayores bancos e instituciones nacionales de fomento de Europa para

lanzar una iniciativa de préstamo e inversión de casi 12 mil millones de dólares dedicada a la economía circular. Además, no debe olvidarse que la implementación y apoyo de puestos de trabajo relacionados con la economía verde es uno de los pilares asociados a los fondos de recuperación procedentes de Europa como consecuencia de la crisis producida por el COVID-19, los cuales suponen un total de 140.000 millones de euros, de los cuales, el 39% irán dirigidos a fomentar nuevas políticas verdes en todo el tejido administrativo e industrial de España, cantidad en la cual todos los aspectos relacionados con la economía circular así como los proyectos asociados, tendrán un partida de gasto asociada muy importante que se reflejará en la publicación de diferentes convocatorias. En el apartado de seguimiento y financiación de este documento, se ofrecen diferentes líneas de ayudas, tanto nacionales como europeas, destinadas a proyectos de transformación verde y desarrollo de nuevos modelos de negocio más sostenibles que pueden afectar a cualquiera de los bloques que componen el concepto Re-Resolve.

Acciones de compensación

La legislación española hace tiempo que exige la reparación de los daños que causan proyectos que son plenamente lícitos y que deben ser autorizados. En el caso de las actividades diarias de carácter empresarial, a nivel estatal, no es obligatorio el desarrollo de medidas de puntos y acciones de compensación de estas actividades, así como de las emisiones de GEI asociadas a las mismas. Esta tendencia está siendo evaluada por algunas de las administraciones de las diferentes comunidades autónomas, lo que está desembocando en algunos casos, como en Baleares, en la creación de normativas específicas que obligan a las empresas a presentar de manera anual informes relacionados con su huella de carbono así como un plan de reducción y compensación de emisiones de gases de efecto invernadero. Se trata de una medida que ha tenido una buena aceptación, y que además ha desembocado en la creación de pequeñas micro empresas que ayudan al resto de tejido empresarial a adaptarse a esta nueva situación. Se trata de una medida legislativa que debía de haberse implantado hace mucho tiempo, pero que ahora ayudará a controlar y reducir los impactos de las empresas en el medio ambiente.

En la actualidad, el MITECO ya tiene habilitado un sistema de registro de huella de carbono en su página web, donde las entidades que lo deseen pueden registrar sus datos de manera totalmente voluntaria (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021) . Se espera por lo tanto que, a lo largo de un par de años, esta norma sea de carácter obligatorio para todo el territorio nacional, por lo que adelantarse a los requisitos de este procedimiento ayudaría a Empresa Papelera a ir un paso por delante del resto de entidades del sector nacional. En este sentido, implantar las propuestas descritas en este documento, ayudaría a la entidad, ya sea de manera directa o indirecta, a reducir su huella de carbono procedente de su actividad. Así mismo, sería muy interesante llevar a cabo un estudio interno donde se analizaran las cantidades exactas de GEI procedentes de los centros administrativos y de producción de la entidad, para posteriormente llevar a cabo las medidas de compensación.

Existen varias vías para alcanzar el estado de neutralidad o incluso de negatividad en cuanto a la emisión de gases por parte de una empresa. Una de ellas, quizá la más conocida, es invertir en el emprendimiento de acciones climáticas a través de la financiación y apoyo a proyectos sostenibles. Esta opción puede resumirse en el hecho de que una empresa privada, ofrece un aporte económico para que se ejecuten diferentes proyectos que desemboquen en una reducción de emisiones.

Como alternativa a esta solución, también pueden llevarse a cabo otras acciones que también ayudan a reducir y minimizar este impacto, por ejemplo, a través de reforestaciones llevadas a cabo en zonas devastadas, se puede conseguir una reducción anual muy considerable, ya que los propios árboles actúan como sumidero de carbono durante decenas de años. A modo de ejemplo de entidades con las que se puede contactar, se encuentra el grupo de Bosques sostenibles, cuya actividad se centra en recuperar diferentes espacios seriamente dañados a lo largo de toda España, lo que permite ver los efectos de esta acción a nivel local. Teniendo en cuenta que la actividad principal de Empresa Papelera utiliza como materia prima la celulosa procedente de plantaciones arbóreas, sería muy interesante establecer planes de reforestación y explotación sostenible de aquellas áreas de extracción de recursos (*Regenerate*).

Imagen corporativa

La preocupación de la sociedad actual por el medioambiente y la sostenibilidad cada vez es mayor y esto se ve reflejado en la actitud de los clientes, quienes son más conscientes y tienen en cuenta criterios relacionados con la sostenibilidad a la hora de llevar a cabo elecciones de clientes y proveedores. Esta nueva consciencia no debería pasar desapercibida por las grandes empresas ya que contar con valores sociales y sostenibles adecuados puede llegar a generar muchos beneficios, tanto económicos como ambientales. De esta manera, dentro del negocio de Empresa Papelera así como a través del análisis de las respuestas ofrecidas en el cuestionario anterior, se ve como la entidad tiene puntos de mejora en algunos aspectos de imagen corporativa interna, principalmente en su apuesta por el desarrollo frecuente de material publicitario y corporativo. La mayoría de estos consumibles suelen acabar de manera rápida en la basura, ya que objetos como las tarjetas de visita o la cartelería, entre otros, tienen un uso y calidad muy limitados, presentando en ocasiones elevados costes internos así como la generación innecesaria de residuos. Se propone por lo tanto suprimir la generación de este tipo de materiales (*Reduce*) así como optar por el aumento del marketing digital (*Virtualize*) y los procesos online como medio de publicidad y captación de clientes.

2.2 Resultados de la aplicación de medidas *Re-Resolve* en los indicadores de circularidad

En este último punto del tercer apartado, se busca llevar a cabo una simulación que permita evaluar el grado de avance en la aplicación de medidas relacionadas con la economía circular que Empresa Papelera podría obtener en el caso de aplicar todas las medidas de mejora propuestas.

Para evaluar este avance, se han trasladado estos nuevos “valores teóricos” tanto a las fórmulas de cálculo utilizadas tanto en el cuestionario inicial (Anexo I), como al medidor CIAI. Estos nuevos valores se añaden teniendo en cuenta un escenario real, es decir, se proponen teniendo en cuenta el modelo de negocio de la empresa, los costes que estas medidas podrían conllevar, así como la capacidad técnica real de llevar a cabo su ejecución.

A continuación se estudia la potencialidad en los dos escenarios indicados.

Efectos y resultados de la aplicación de medidas en el cuestionario inicial

- Estado general de la empresa. Como se ha comentado anteriormente, los principales puntos de mejora que se han identificado en este primer bloque están relacionados con el cambio de proveedor energético, la optimización de los procesos de embalaje de producto final así

como el uso regular de vehículos y aviones. Para mejorar los datos, se propone llevar a cabo las siguientes acciones:

1. Reducir al máximo las cantidades de recursos asociados al embalaje y priorizar aquellos materiales no plásticos y reciclables.
2. Contratar proveedores de energía 100% renovable, a poder ser cooperativas de consumo energética o similar, ya que su impacto en el medio es menor, mientras que el soporte técnico es el mismo que el ofrecido por las grandes empresas.
3. Reducir un 90% los viajes de empresa y fomentar el uso de herramientas digitales para llevar a cabo reuniones con clientes y proveedores.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

9,5

- Materiales y procesos. En este apartado se evaluó el grado de circularidad asociado al tipo de recursos requeridos por Empresa Papelera para desarrollo de su negocio así como los porcentajes de reciclabilidad de los productos desarrollados. Como se indicó en el apartado 2.1, en este bloque se detectaron mejoras potenciales sobre el origen de los materiales adquiridos, el porcentaje de reciclabilidad de los productos finales así como en la localización de sus proveedores habituales. Se proponen por lo tanto las siguientes medidas de mejora:
 1. Crear una nueva línea de producto textil que sustituya a las servilletas de un solo uso, reduciendo así los residuos generados a la vez que se incrementan las posibilidades de reutilización y reciclaje del material. Esta línea debería suponer al menos el 40% del negocio.
 2. Contactar con proveedores de cercanía que favorezcan una reducción en los impactos asociados al transporte de materiales.
 3. Aumentar el % de materiales reciclados adquiridos hasta suponer al menos el 50% del total.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

7,5

- Gestión de residuos. En este tercer aspecto del cuestionario, se llevó a cabo la evaluación de los procesos internos de gestión y producción de residuos, tanto de aquellos procedentes de la actividad profesional y puesta en el mercado de producto como de aquellos generados de manera indirecta por los trabajadores de Empresa Papelera. Tras el análisis de resultados, se propone la implantación de las siguientes medidas a tomar por parte de la empresa:
 1. Desarrollo de nuevos procesos que permitan optimizar el uso de los recursos naturales utilizados para la creación de producto que reduzca al menos el 85% de las mermas generadas.
 2. Crear una nueva línea de producto textil que sustituya a las servilletas de un solo uso, reduciendo así los residuos generados a la vez que se incrementan las posibilidades de reutilización y reciclaje del material. Esta línea debería suponer al menos el 40% del negocio.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

8,4

- Estrategia interna. En este bloque se han evaluado todos aquellos aspectos que relacionan la estrategia de negocio establecido en la entidad y su relación e implicación a la hora de apostar por la implantación de medidas circulares en Empresa Papelera. A pesar de no haber obtenido una puntuación baja (6,6 sobre 10) en este baremo, se han identificado algunas acciones a emprender por la empresa que la ayudarían a incrementar este valor:
 1. Contactar con gestores de residuos que prioricen la recuperación de materiales, intentando evitar aquellos que de forma genérica depositan todo en vertedero o en incineradoras. Además, también se puede contratar a gestores de residuos que traten la materia orgánica a través de procesos de compostaje, evitando procesos de bioestabilizado.
 2. Ofrecer formaciones de carácter ambiental a los empleados donde estos puedan participar y ofrecer sus ideas de mejora a la empresa. Esta actividad puede ir acompañada de un plan de reducción de residuos.
 3. Desarrollar un plan de reducción y compensación de emisiones anual en colaboración con pequeñas empresas que ofrezcan soluciones de restauración y recuperación de ecosistemas.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

7,8

- Gestión de la innovación y el cambio. Entendiendo la innovación como un motor que favorezca el cambio hacia lo positivo y que en este caso, ayude en la transformación y evolución de los procesos que definen la actividad de Empresa Papelera, la entidad ha obtenido una puntuación inicial muy alta (8 sobre 10) en este campo. No obstante, con el objetivo de mejorar esta ratio, se ofrecen las siguientes soluciones que podría adoptarse dentro de la estrategia de innovación de la entidad:
 3. Crear y fomentar la figura de un responsable de innovación que se encargue de gestionar y fomentar los procesos de cambio, ofrecer nuevas alternativas de producción más sostenible y ayudar a la dirección en el establecimiento de nuevas políticas verdes.
 4. Prestar atención, en colaboración con la consultora, a todas las convocatorias asociadas a la línea verde de los fondos europeos asociados al Plan de Recuperación por el COVID-19, especialmente a aquellas relacionadas con la mejora energética y el desarrollo de nuevos procesos de producción más sostenibles.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

9,0

A continuación se ofrece en la Tabla 2 una comparativa entre los resultados obtenidos inicialmente y el valor obtenido con la potencial aplicación de las medidas propuestas:

Tabla 2. Comparativa de resultados obtenidos en el cuestionario inicial por Empresa Papelera tras y el potencial de crecimiento tras las medidas propuestas en el marco Re-Resolve

COMPARACIÓN DE RESULTADOS ASOCIADOS AL CUESTIONARIO GENERAL DE LA EMPRESA		
Bloque	Puntuación inicial	Puntuación potencial
B1. Estado general de la empresa	4,0	9,5
B2. Materiales y procesos	6,3	7,5
B3. Gestión de residuos	6,9	8,4
B4. Estrategia interna	6,6	7,8
B5. Gestión de la innovación y el cambio	8,0	9,0
Puntuación media	6,4	8,4

Analizando esta comparativa de resultados, se puede ver como la media potencial de mejora es de 2 puntos superior a los datos obtenidos. Se han encontrado muchas opciones de mejora que cuentan con un gran impacto, sobre todo en los apartados 1 y 3, por lo que se recomienda prestar especial atención a los mismos en el caso de desear obtener una mejora sustancial de la empresa en el presente ámbito de estudio.

Efectos y resultados de la aplicación de medidas en el indicador de circularidad CIAI

Como ya se ha indicado en apartados anteriores, los indicadores o medidores de circularidad son fórmulas matemáticas que recogen diferentes datos asociados a los procesos de una entidad o lugar determinado y que buscan ofrecer información sobre el grado de aplicación de medidas circulares.

En base a la fórmula ya descrita en el medidor CIAI, se han aplicado los valores de potencial mejora anteriormente descritos y que a su vez se encuentran relacionados de manera directa o indirecta con el concepto de *Re-Resolve*, por lo que se espera que, con esta propuesta de cambios, Empresa Papelera incrementase el valor ofrecido por su medidor.

Con estos resultados de medición, Empresa Papelera estaría en disposición de aumentar significativamente el valor ofrecido por el medidor CIAI, obteniendo la siguiente puntuación:

0,599

Si se compara con el resultado obtenido en las condiciones actuales (0,203), se puede ver como el potencial incremento del medidor es casi 3 veces mayor. Ello es debido a que la fórmula propuesta es muy sensible a la hora de incluir medidas de impacto real, por lo que adoptar las soluciones propuestas multiplica el grado de circularidad ya calculado.

3. Seguimiento y financiación

En este cuarto y último apartado se intenta ofrecer un escenario teórico y completo que ofrezca a la entidad una hoja de ruta para la implantación de nuevos procesos empresariales que desemboquen en un aumento del grado de circularidad y por consiguiente del cuidado del medioambiente.

Tras el estudio de la empresa, se han detectado prácticamente las mismas coincidencias mostradas en el Anexo II asociadas a los apartados de propuesta de proyectos, líneas de financiación y certificación.

Anexo III.II ACV de los productos de Empresa Papelera

1. Introducción

El presente estudio refleja el proceso de realización del Análisis del Ciclo de Vida (ACV) de cuatro productos elaborados a partir de pasta de papel virgen y pasta de papel reciclado: dos productos de papel higiénico y dos productos secamanos.

2. Información relativa a los productos

2.1 Especificación del producto.

- Papel higiénico paquete de 12 rollos de pasta virgen con certificación FSC (Artículo H000253.0).
 - 2 capas.
 - 300 servicios.
 - Peso bruto por rollo: 120,44 gramos.

- Papel higiénico paquete de 12 rollos de pasta reciclada con certificación FSC y ecolabel (Artículo H000205.0).
 - 2 capas.
 - 300 servicios.
 - Peso bruto por rollo: 113,6 gramos.

- Secamanos paquete de 6 rollos de pasta virgen con certificación FSC (Artículo J888462.1)
 - 2 capas.
 - 443 servicios.
 - Peso bruto por rollo: 826 gramos.

- Secamanos paquete de 6 rollos de pasta reciclada con certificación FSC (Artículo J888450.3)
 - 2 capas.
 - 443 servicios.
 - Peso bruto por rollo: 849 gramos.

Todos son producidos por Empresa Papelera en España.

2.2 Composición de los productos.

La composición de los productos es la siguiente:

Tabla 3. Composición de los 4 productos analizados

	Papel higiénico pasta virgen	Papel higiénico pasta reciclada	Secamanos pasta virgen	Secamanos pasta reciclada
Papel tisú	94,21%	93,90%	93,55%	93,52%
Cartón	3,87%	4,10%	4,14%	4,03%
Film	1,58%	1,65%	0,78%	0,96%
Otros	0,34%	0,36%	1,53%	1,49%

3. Objetivo del análisis del ciclo de vida.

El objetivo de este ACV es proporcionar a los promotores del estudio información de valor, a partir de los resultados del análisis, para la identificación de los puntos críticos y la toma de decisiones encaminadas a mejoras ambientales, comparando los impactos entre el papel reciclado y el virgen con el fin de establecer nuevas estrategias de negocio.

4. Normas, métodos y manuales de referencia considerados en el estudio.

- Norma UNE-EN ISO 14040. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia. 2006.
- Norma UNE-EN ISO 14044. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y directrices. 2006.
- *RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN, de 9 de abril de 2013, sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida* (Publicada en DOCE el 4/05/2013).
- Manual ILCD (sistema internacional de datos de referencia sobre el ciclo de vida). 2011
- Product Category Rules 2011:05 Tissue products, version 3.0. UN CPC 32131 (Toilet or facial tissue stock towel or napkin stock and similar paper; cellulose wadding and webs of cellulose fibres). Fecha de publicación: 2021-03-08. Válido hasta 2025-03-08.

5. Información sobre el análisis del ciclo de vida.

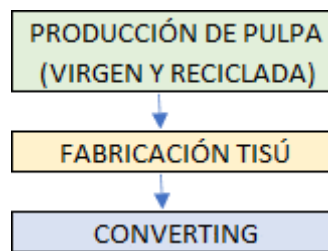
5.1 Alcance del Análisis del Ciclo de Vida.

El alcance de este ACV es la producción de la pasta de papel virgen y reciclado, así como de la fase de *converting* de dos formatos de papel higiénico y dos formatos de secamanos, fabricados por Empresa Papelera en sus plantas de España, incluyendo las operaciones necesarias para su producción y los materiales necesarios para los distintos formatos de expedición. Los datos específicos del proceso productivo de los productos estudiados en el ACV proceden de las instalaciones de Empresa Papelera y de los datos reflejados en los proyectos de solicitud de la etiqueta Ecolabel del año 2019.

En el ACV se ha estudiado más del 99% en peso de los materiales empleados en la producción de los dos formatos de papel higiénico y los dos formatos de secamanos.

5.2 Diagrama del sistema.

En el ACV se han considerado las etapas de producción de la pulpa, de fabricación del papel tisú y de *converting*.



Además, se ha considerado la fabricación de los embalajes y de las materias primas y auxiliares utilizadas en las distintas etapas del proceso productivo.

5.3 Unidades y cantidades.

Se utilizan las unidades requeridas en la RCP. Los decimales se indican con comas, en el SI style (French versión); por ejemplo, 2.156,234.

5.4 Unidad funcional.

La unidad declarada para los productos de papel tisú incluidos en este estudio es 1.000 kg. De manera adicional se presentan los resultados para 1 unidad de producto:

- Papel higiénico pasta: 1 saco con 96 rollos (8 paquetes) incluyendo el embalaje - 11,09 kg de peso bruto.
- Papel higiénico reciclado: 1 saco con 96 rollos (8 paquetes) incluyendo el embalaje - 11,749 kg de peso bruto.
- Papel secamanos pasta: 1 saco con 6 rollos incluyendo el embalaje - 4,891 kg de peso bruto.
- Papel secamanos pasta: 1 saco con 6 rollos incluyendo el embalaje - 5,02 kg de peso bruto.

5.5 Regla de corte

Como regla general en el ACV se ha incluido el peso/volumen bruto de todos los materiales utilizados en el proceso de fabricación de los cuatro productos estudiados, de manera que se obtenga al menos el 99% del peso de la unidad de producto.

5.6 Limitaciones del ACV.

No se han incluido en el ACV:

- Algunas materias primas como: productos químicos del proceso de fabricación de pasta, cintas ribbon y etiquetas.
- Volúmenes de agua consumida y tratada.
- Transportes de materias primas.
- Transporte de residuos y tratamiento de residuos generados durante la fabricación.
- Transporte del producto al cliente.
- Eliminación de productos aguas abajo.
- Gestión de residuos de envases de transporte
- Producción de electricidad y combustibles utilizados aguas abajo.
- La construcción y mantenimiento de edificios e infraestructura de fábricas, y mantenimientorelacionado
- Producción y mantenimiento de equipos de fabricación y mantenimiento relacionado.
- Envasado de materias primas.
- Actividades del personal.
- Viajes de negocios del personal.
- Viaje hacia y desde el trabajo por parte del personal.
- Actividades de investigación y desarrollo.

5.7 Representatividad, calidad y selección de los datos.

Para modelar el proceso de fabricación de los dos formatos de papel higiénico y de secamanos se han empleado los datos de costes de producción y los datos especificados en los proyectos de solicitud de la ecolabel del año 2019.

Para la producción de electricidad se ha utilizado el mix eléctrico de España del año 2019. En el Anexo I se detalla la manera en que se ha actualizado el proceso de producción de electricidad de España en 2019.

Cuando ha sido necesario se ha recurrido a la base de datos Ecoinvent 3.6 (diciembre de 2019), que es la versión más actualizada disponible en el momento de realizar el ACV. Para la elección de los procesos más representativos se han aplicado los siguientes criterios:

- Que sean datos representativos del desarrollo tecnológico realmente aplicado en los procesos de fabricación. En caso de no disponerse de información se ha elegido un dato representativo de una tecnología media.

- Que sean datos europeos medios.
- Que sean datos los más actuales posibles.

Todos los datos del ACV se han tratado con el software SimaPro 9.1.1, que es la versión más actualizada disponible en el momento de realizar el ACV. Con este software se ha modelado el ACV y se han calculado las categorías de impacto ambiental indicadas en la RCP.

5.8 Tipo de revisión crítica.

Este informe de ACV no se va a someter a revisión crítica por tercera parte independiente.

5.9 Metodologías de evaluación de impacto aplicadas.

La elección de las metodologías de evaluación de impacto y de las categorías de impacto ambiental a evaluar ha seguido los criterios aplicados en la RCP.

Los factores de caracterización utilizados para convertir los datos del análisis de inventario de ciclo de vida en categorías de impacto son los indicados en la RCP.

Para la evaluación de los impactos ambientales, el uso de recursos y las categorías de residuos se han empleado las siguientes metodologías de cálculo:

- CML-IA baseline V3.06 / EU25+3 para las categorías de impacto de eutrofización, acidificación y agotamiento de recursos abióticos (fósiles y minerales).
- AWARE V1.03 para la categoría de impacto de escasez de agua.
- EF 3.0 Method (adapted) V1.00 / EF 3.0 normalization and weighting set, la categoría de calentamiento global y de formación de oxidantes fotoquímicos.
- Cumulative Energy Demand (LVH) V1.00 para el cálculo de los recursos energéticos.
- EDIP2003 V1.07 para el cálculo de los residuos.

Los impactos ambientales potenciales asociados con los distintos tipos de uso de los recursos y de emisiones contaminantes se informan agrupándolos en las siguientes categorías de impacto ambiental:

Tabla 4. Categorías de impacto ambiental medidas en el ACV

Categoría de impacto	Indicador	Unidad expresada por unidad declarada
Potencial de Calentamiento Global	Potencial de calentamiento global, GWP-total Potencial de calentamiento de fuentes fósiles, GWP-fósil Potencial de calentamiento de fuentes biogénicas, GWP-biogénico	Kg CO ₂ eq
Acidificación	Potencial de acidificación, AP	kg SO ₂ eq
Eutrofización	Potencial de eutrofización, EP	kg PO ₄ ³⁻ eq
Formación de oxidantes fotoquímicos	Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos, POFP	kg NMVOC eq
Agotamiento de recursos abióticos elementos Agotamiento de recursos abióticos y combustibles fósiles	Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos no fósiles (ADP-elementos). Potencial de agotamiento de recursos abióticos para recursos fósiles (ADP-combustibles fósiles).	Kg Sb eq MJ, valor calorífico neto
Escasez de agua	Potencial de escasez de agua, WSP	m ³ H ₂ O eq

6. Análisis del inventario del ciclo de vida.

En el ACV se ha estudiado más del 99% en peso de los materiales empleados en la obtención de los cuatro productos: dos formatos de papel higiénico y dos formatos de secanos, fabricados en las plantas de Empresa Papelera. Los productos finales evaluados, en los que se incluye la pasta de papel a partir de la que se elaboran, son:

Tabla 5. Productos incluidos en el ACV

PRODUCTO	IDENTIFICADOR	PAPEL
Higiénico pasta	MLP00	VAC00 - TP PP ECF SO 16,8g
Higiénico reciclado	MLP01	VAC01 - HIG RCL 1C18,8G ECOLABEL FSC RECYCLED CREDIT
Secamanos reciclado	MLP02	VAC02 - IND RCL 1C19,5g ECOLABEL FSC RECYCLED CREDIT
Secamanos pasta	MLP03	VAC03 - TISU CEL.IND.WS 19g 285cms 20%

En el estudio realizado se han analizado los procesos de fabricación de dos modelos

de papel higiénico y dos modelos de papel secamanos de cocina. Para la realización de este estudio se ha contado con datos específicos del consumo de materiales y energía y las emisiones de la fabricación de 1 kilogramo de cada pasta que forma el producto final; y los consumos de los materiales empleados en la producción de una unidad de cada tipo de papel.

A partir de los datos obtenidos se han modelizado la pasta y los productos finales obtenidos.

A continuación, se detallan los procesos cargados en el software SimaPro 9.1.1.

Los procesos elegidos pertenecen a la base de datos Ecoinvent 3.6.

Papel higiénico de pasta virgen MLPL00.

Pasta de papel

Tabla 6. Composición y uso de energía para el desarrollo del producto VAC00

Producto			
VAC00 - TP PP ECF SO 16,8g	1	kg	
<i>Materials/fuels</i>			
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,0011	kg	L800110 - Film estirable 20micras 500mm (VILAVERD)
Sulfate pulp, bleached {RER} sulfate pulp production, from softwood, bleached Cut-off, U	0,0002	ton	M800010 - Pasta kraft al sulfato fibra larga
Sulfate pulp, unbleached {RoW} sulfate pulp production, from eucalyptus ssp. from sustainable forest management, unbleached Cut-off, U	0,0009	ton	M800050 - Pasta eucalipto fibracorta FSC mix credit
	0,000175	ud	E353275 - MANDRIL GCC (QSP7)
	0,0007	ud	E401001.1 - ETIQ. 210x148mm ANONIMA (ROLLOS 1000UDS)
	0,00000035	rollo	O800001 - CINTA RIBBON 152X450M OUT
	0,001	ud	Q888888 - QUIMICOS NALCOMP7
<i>Electricity/heat</i>			
Electricity, medium voltage {ES} electricity voltage transformation from high to medium voltage Cut-off, U 2019	0,93	kWh	

Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace low-NOx >100kW Cut-off, U	1,7	kWh	
--	-----	-----	--

Nota: en gris los datos que no se han incluido en el ACV.

Producto final

Tabla 7. Composición del producto final

Producto			
HIG 2C FR 36,6/300 PST P12 SACO 96R FSCMIX	1	p	
<i>Materials/fuels</i>			
VAC00 - TP PP ECF SO 16,8g	11,6876	kg	
Core board {RER} production Cut-off, U	0,2403	kg	E800009 - Gris cuero 170grs90mm
Core board {RER} production Cut-off, U	0,2403	kg	E800010 - Gris cuero 170grs85mm
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,0076	kg	L000000 - Film estirable consigna
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,1334	kg	L800451 - Hig. 12x300 2C FSC
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,0099	kg	L800120 - Film asas coex - 30mm50 micras blanca
Polyethylene, high density, granulate, recycled {Europe without Switzerland} polyethylene production, high density, granulate, recycled Cut-off, U	0,045	kg	L800574 - Lam. saco 50% rec 2350mm 30 micras
EUR-flat pallet {RER} production Cut-off, U	0,0833	p	ES11080 - Palets chep 800x1200
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,0017	kg	Q511031 - Cola Henkel Zellura MC60s
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,0152	kg	Q511044 - Cola Adhesin tak 1025
Latex {RER} production Cut-off, U	0,0176	kg	Q511045 - Cola Europanol 8550
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,0076	kg	Q800002 - Cola Tissuecol 274
	1	ud	E401019.0 - ETIQ. 100x100mm ANONIMA BLANCA (ROLLOS DE 3900)

	0,1666667	ud	E401001 - ETIQ. 210x148mm ANONIMAS
	0,0000833	rollo	O800001 - CINTA RIBBON 152X450M OUT

Nota: en gris los datos que no se han incluido en el ACV.

Papel higiénico de pasta reciclada MLP01.

Pasta de papel

Tabla 8. Materiales y uso de energía para la producción del producto VAC01.

Producto			
VAC01 - HIG RCL 1C 16,8G ECOLABEL FSCRECYCLED CREDIT	1	kg	
<i>Materials/fuels</i>			
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,0011	kg	L733076 - Film estirable 23micras 500mm
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,0003	ton	M408017 - Archivo continuo
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,0003	ton	M408019 - Archivo blanco
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00003	ton	M408021 - Cartoncillo sueco
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,0004	ton	M408030 - Archivo color
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00004	ton	M408037 - Recorte selectiva 1.11
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00012	ton	M408060 - Recorte mezcla vilaverd
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,0002	ton	M408065 - Recorte mezcla
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00004	ton	M408066 - Recorte mezclablanc consumer
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,000016	ton	M408091 - Autocopiatioblanco
Sulfite {RER} production Cut-off, U	0,00003	kg	Q401001 - Sulfitos activexEO209
Phosphoric acid, industrial grade, without water, in 85% solution state {RER} purification of wet- process phosphoric acid to industrial grade, product in 85% solution state Cut-off, U	0,00002	kg	Q401002 - Antiincrustantecaldera activex SFA223
Sodium chloride, powder {RER} production Cut-off, U	0,0004	kg	Q401003 - Sal
Morpholine {GLO} morpholine production Cut-off, U	0,0001	kg	Q401004 - Aminas neutralizantes

Adipic acid {RER} production Cut-off, U	0,0009	kg	Q403001 - Flocculante K y P Nalco 9908 Plus
Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {RER} market for hydrogen peroxide, withoutwater, in 50% solution state Cut-off, U	0,0004	kg	Q403004 - Decolorante pulper A(borino)
Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {RER} market for hydrogen peroxide, withoutwater, in 50% solution state Cut-off, U	0,003	kg	Q403005 - Decolorante pulper B(bisulfito)
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {RER} chlor-alkali electrolysis, membrane cell Cut-off, U	0,0073	kg	Q403006 - Sosa líquida PP3(sosa 25%)
Coating powder {RER} production Cut-off, U	0,0014	kg	Q405601 - Capa secador(Crepetrol 9258)
Lubricating oil {RER} production Cut-off, U	0,0007	kg	Q405602 - Aceite secadorrelease (Rezsol 6430)
Silica sand {RoW} production Cut-off, U	0,0018	kg	Q406005 - Sílice
Ethylenediamine {RER} production Cut-off, U	0,0001	kg	Q408002 - Coagulante (tefloc B100)
Urea, as N {RER} production Cut-off, U	0,0009	kg	Q408805 - Urea 40%
Phosphoric acid, industrial grade, without water, in 85% solution state {RER} purification of wet- process phosphoric acid to industrial grade, productin 85% solution state Cut-off,	0,0001	kg	Q408807 - Acido fosfórico
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {RER} chlor-alkali electrolysis, membrane cell Cut-off, U	0,0004	kg	Q410002 - Sosa solida (sosapearls)
Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {RER} sodium hypochlorite production, product in 15% solution state Cut-off,U	0,0002	kg	Q450009 - Hipoclorito sódico15%
<i>Electricity/heat</i>			
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas,at industrial furnace low-NOx >100kW Cut-off, U	1,83	kWh	
Electricity, medium voltage {ES} electricity voltage transformation from high to medium voltage Cut-off, U 2019	1,25	kWh	
<i>Emissions to air</i>			
Nitrogen monoxide	0,00000092	kg	high. pop.
Carbon dioxide	0,65682	kg	high. pop.
<i>Emissions to water</i>			
COD, Chemical Oxygen Demand	0,00022	kg	
Phosphorus	0,00000301	kg	

Producto final

Tabla 9. Composición del producto final VAC01.

Producto			
HIG 2C MY TISSUE 36/300 RCL ECOLABEL P12 SACO96R FSC RECYCLED	1	p	
<i>Materials/fuels</i>			
VAC01 - HIG RCL 1C 16,8G ECOLABEL FSC RECYCLED CREDIT	11,017	kg	
Core board {RER} production Cut-off, U	0,2403	kg	E800009 - Gris cuero 170grs90mm
Core board {RER} production Cut-off, U	0,2403	kg	E800010 - Gris cuero 170grs85mm
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,0076	kg	L000000 - Film estirableconsigna
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,1407	kg	L800536 - Lam. compost hig my tissue ecologic + paq 112x300 2cFSC rec.
Polyethylene, high density, granulate, recycled {Europe without Switzerland} polyethylene production, high density, granulate, recycled Cut-off, U	0,045	kg	L800574 - Lam. saco 50% rec2350mm 30 micras
EUR-flat pallet {RER} production Cut-off, U	0,0833	p	ES11080 - Palets chep 800x1200
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,0015	kg	Q511031 - Cola Henkel Zellura MC60s
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,0152	kg	Q511044 - Cola Adhesin tak1025
Latex {RER} production Cut-off, U	0,0176	kg	Q511045 - Cola Europanol 8550
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,0076	kg	Q800002 - Cola Tissuecol 274
	1	ud	E401019.0 - ETIQ. 100x100mm ANONIMA BLANCA (ROLLOS DE 3900)
	0,1666666	ud	E401001 - ETIQ. 210x148mm ANONIMAS
	0,0000833	rollo	O800001 - CINTA RIBBON152X450M OUT
	0,000286	rollo	O800002 - CINTA RIBBON110X300 OUT

Nota: en gris los datos que no se han incluido en el ACV.

Secamanos de papel de pasta virgen (MLP03).

Pasta de papel

Tabla 10. Composición y uso de la energía para la producción del producto MLP03

Producto			
VAC03 - TISU CEL.IND. WS 19grs 285cm	1	kg	
<i>Materials/fuels</i>			
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,0011	kg	L733076 - Film estirable 23micras 500mm
Sulfate pulp, unbleached {RoW} sulfate pulp production, from eucalyptus ssp. from sustainable forest management, unbleached Cut-off, U	0,00027	ton	M408200 - Pasta eucalipto fibracorta
Sulfate pulp, unbleached {RoW} sulfate pulp production, from eucalyptus ssp. from sustainableforest management, unbleached Cut-off, U	0,00045	ton	M408204 - Pasta eucalipto 1ªfibra corta
Sulfate pulp, bleached {RER} sulfate pulp production, from softwood, bleached Cut-off, U	0,00012	ton	M408216 - Pasta kraft al sulfatofibra larga
Sulfate pulp, bleached {RER} sulfate pulp production, from softwood, bleached Cut-off, U	0,00002	ton	M408222 - Pasta kraft al sulfatofibra larga
Sulfate pulp, unbleached {RoW} sulfate pulp production, from eucalyptus ssp. from sustainable forest management, unbleached Cut-off, U	0,00005	ton	M408204 - Pasta eucalipto 1ªfibra corta
Sulfate pulp, unbleached {RoW} sulfate pulp production, from eucalyptus ssp. from sustainableforest management, unbleached Cut-off, U	0,00018	ton	M408230 - Pasta eucalipto 1ªfibra corta
Sulfite {RER} production Cut-off, U	0,00003	kg	Q401001 - Sulfitos activex EO209
Phosphoric acid, industrial grade, without water, in85% solution state {RER} purification of wet-	0,00002	kg	Q401002 - Antiincrustantecaldera activex FSA 223
process phosphoric acid to industrial grade, productin 85% solution state Cut-off, U			
Sodium chloride, powder {RER} production Cut-off, U	0,000416	kg	Q401003 - Sal
Morpholine {GLO} morpholine production Cut-off, U	0,00008	kg	Q401004 - Aminas neutralizantes
Sodium hydrogen sulfite {RER} production Cut-off, U	0,00001	kg	Q401009 - Reductor cloroosmosis (Acuofos AP)
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {RER} chlor-alkali electrolysis, membrane cell Cut-off, U	0,00134	kg	Q404001 - Sosa líquida PP4 (sosa30%)

Enzymes {RER} enzymes production Cut-off, U	0,00001	kg	Q404301- Enzimas celulasasfibra virgen (serzym 50)
Coating powder {RER} production Cut-off, U	0,0014	kg	Q405601 - Capa secador(Crepetrol 9258)
Lubricating oil {RER} production Cut-off, U	0,00068	kg	Q405602 - Aceite secadorrelease (Rezsol 6430)
Rosin size, for paper production {RER} production Cut-off, U	0,014	kg	Q405606 - Resina RH
Ethylenediamine {RER} production Cut-off, U	0,00005	kg	Q408002 - Coagulante (tefloc B 100)
Urea, as N {RER} production Cut-off, U	0,0002	kg	Q408805 - Urea 40%
Phosphoric acid, industrial grade, without water, in 85% solution state {RER} purification of wet- process phosphoric acid to industrial grade, product in 85% solution state Cut-off, U	0,00004	kg	Q408807 - Acido fosfórico
Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {RER} sodium hypochlorite production, product in 15% solution state Cut-off,U	0,0002	kg	Q450009 - Hipoclorito sódico15%
	0,006	ud	C199998 - ARTICLE RESIDUS PER A COSTOS
	0,00006622	ud	E404009 - MANDRILES CARTON (353x385x2845)/POPE-MP/QSP7
	0,001	kg	F400114 - SERVICIO BIOCIDA +PRUEBAS QUIMICOS
	0,000015	kg	Q401007 - BIOCIDA OSMOSIS-OSMODYL 107
	0,000011	kg	Q401008 - ANTIINCRUSTANTE OSMOSIS-OSMODYL 325
	0,00006	kg	Q401053 - BROMURO AMONICOBIOCIDA (SPECTRUM XD3899)
	0,00011	kg	Q405604 - Floculante MP(PERFORM PC 9985) *
	0,0003	kg	Q405605 - ANTIESPUMANTE MP (PROTOCOL CB 6600)
	0,0015	kg	Q405607 - FIJADOR RESINA RH(SERFIX MA 250)

	0,0002	kg	Q405608 - ANTIINCRUSTANTE BOMBAS VACIO (SERSCALE PA005)
	0,0006	kg	Q408003 - FLOCULANTE EMULSION TASSTER (N-71302)
	0,000001	ud	Q408058 - COLA SICHELLO V6000 (SPRAY) C/ 12 UNID.

	0,000004	kg	Q408401 - FLOCULANTE F°Q°(SERFLOC 1203 ST)
	0,000036	kg	Q408808 - DESAIREANTE DEPU(SERAFOAM C 31)
	0,00001	kg	Q410006 - ESPUMA ACIDACIRCUITO (RENEW 6040)
	0,00001	kg	Q410007 - ESPUMA BASICACIRCUITO (RENEW 7361)
	0,00001	kg	Q450024 - ORILLAS (REZOSOL6235 EU)
<i>Electricity/heat</i>			
Electricity, medium voltage {ES} electricity voltage transformation from high to medium voltage Cut-off, U 2019	0,96	kWh	
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace low-NOx >100kW Cut-off, U	0,0018	kWh	
<i>Emissions to water</i>			
COD, Chemical Oxygen Demand	0,00022	kg	
Phosphorus	0,00000301	kg	

Nota: en gris los datos que no se han incluido en el ACV.

Producto final

Tabla 11. Componentes finales de la producción del producto MLP03.

Producto			
SECAMANOS 2C ADD SYSTEM 450/106 ST PSTSACO 6R *FSC MIX CREDIT*	1	p	
<i>Materials/fuels</i>			
VAC03 - TISU CEL.IND. WS 19grs 285cm	5,0508	kg	
Core board {RER} production Cut-off, U	0,1132	kg	E512025 - Gris cuero 190grs 85mm
Core board {RER} production Cut-off, U	0,1104	kg	E512040 - Gris cuero 350grs90mm

Polyethylene, high density, granulate, recycled {Europe without Switzerland} polyethylene production, high density, granulate, recycled Cut-off, U	0,0374	kg	L733055.3 - Film 70% rec. mat.saco 1850 mm (40 micras)
EUR-flat pallet {RER} production Cut-off, U	0,0227	p	ES11080 - Palets chep 800x1200
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,0048	kg	L733078 - Film estirable neo + 14micras 500 mm
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,0037	kg	Q511041 - Cola Aquence takE0225
Latex {RER} production Cut-off, U	0,0356	kg	Q511045 - Cola Europanol 8550
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,003	kg	Q733015 - Cola Aquence sealE1014
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,0404	kg	Q800004 - Cola Tissuecol 904

Secamanos de pasta reciclada MLP02.

Pasta de papel

Tabla 12. Composición inicial y uso de la energía para la creación del producto VAC02

Producto			
VAC02 - IND RCL 1C 19,5g ECOLABEL FSCRECYCLED CREDIT	1	kg	
<i>Materials/fuels</i>			
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,0011	kg	L733076 - Film estirable 23micras 500mm
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00021	ton	M408017 - Archivo continuo
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00021	ton	M408019 - Archivo blanco
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00013	ton	M408021 - Cartoncillo sueco
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00049	ton	M408030 - Archivo color
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00013	ton	M408037 - Recorte selectiva1.11
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00012	ton	M408060 - Recorte mezcla vilaverd
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00024	ton	M408065 - Recorte mezcla

Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00004	ton	M408066 - Recorte mezclablanc consumer
Waste paper, sorted {GLO} waste paper, sorted, Recycled Content cut-off Cut-off, U	0,00002	ton	M408091 - Autocopiativo blanco
Sulfite {RER} production Cut-off, U	0,00003	kg	Q401001 - Sulfitos activex EO209
Phosphoric acid, industrial grade, without water, in 85% solution state {RER} purification of wet- process phosphoric acid to industrial grade, product in 85% solution state Cut-off, U	0,00002	kg	Q401002 - Antiincrustantecaldera activex SFA223
Sodium chloride, powder {RER} production Cut-off, U	0,000416	kg	Q401003 - Sal
Morpholine {GLO} morpholine production Cut-off, U	0,00008	kg	Q401004 - Aminas neutralizantes
Adipic acid {RER} production Cut-off, U	0,0009	kg	Q403001 - Floculante K y P Nalco9908 Plus
Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {RER} market for hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state Cut-off, U	0,0004	kg	Q403004 - Decolorante pulper A (borino)
Hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state {RER} market for hydrogen peroxide, without water, in 50% solution state Cut-off, U	0,003	kg	Q403005 - Decolorante pulper B (bisulfito)
Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {RER} chlor-alkali electrolysis, membrane cell Cut-off, U	0,0073	kg	Q403006 - Sosa líquida PP3 (sosa 25%)
Coating powder {RER} production Cut-off, U	0,0014	kg	Q405601 - Capa secador (Crepetrol 9258)
Lubricating oil {RER} production Cut-off, U	0,0007	kg	Q405602 - Aceite secador release (Rezsol 6430)
Rosin size, for paper production {RER} production Cut-off, U	0,016	kg	Q405606 - Resina RH
Silica sand {RoW} production Cut-off, U	0,0018	kg	Q406005 - Sílice
Ethylenediamine {RER} production Cut-off, U	0,0001	kg	Q408002 - Coagulante (tefloc B100)
Urea, as N {RER} production Cut-off, U	0,0009	kg	Q408805 - Urea 40%
Phosphoric acid, industrial grade, without water, in 85% solution state {RER} purification of wet- process phosphoric acid to industrial grade, product in 85% solution state Cut-off, U	0,0001	kg	Q408807 - Acido fosforico

Sodium hydroxide, without water, in 50% solution state {RER} chlor-alkali electrolysis, membrane cell Cut-off, U	0,0004	kg	Q410002 - Sosa solida (sosa pearls)
Sodium hypochlorite, without water, in 15% solution state {RER} sodium hypochlorite production, product in 15% solution state Cut-off.	0,0002	kg	Q450009 - Hipoclorito sodico 15%
<i>Electricity/heat</i>			
Heat, district or industrial, natural gas {Europe without Switzerland} heat production, natural gas, at industrial furnace low-NOx >100kW Cut-off, U	1,83	kWh	
Electricity, medium voltage {ES} electricity voltage transformation from high to medium voltage Cut-off, U 2019	1,25	kWh	
<i>Emissions to air</i>			
Nitrogen monoxide	0,00000092	kg	high. pop.
Carbon dioxide	0,65682	kg	high. pop.
<i>Emissions to water</i>			
COD, Chemical Oxygen Demand	0,00022	kg	
Phosphorus	0,00000301	kg	

Producto final.

Tabla 13. Composición final del producto VAC02

Producto			
SECAMANOS 2C ECOLOGIC + ADD SYSTEM450/106 ST RCL SACO 6R*FSC RECYCLED*	1	p	
<i>Materials/fuels</i>			
VAC02 - TISU DESTINT. IND. WS 19,5G 285cm	5,1836	kg	
Core board {RER} production Cut-off, U	0,1132	kg	E512025 - Gris cuero 190grs85mm
Core board {RER} production Cut-off, U	0,1104	kg	E512040 - Gris cuero 350grs90mm
Polyethylene, high density, granulate, recycled {Europe without Switzerland} polyethylene production, high density, granulate, recycled Cut-off, U	0,0466	kg	L733055.3 - Film 70% rec. mat.saco 1850 mm (40 micras)
EUR-flat pallet {RER} production Cut-off, U	0,0227	p	ES11080 - Palets chep 800x1200
Packaging film, low density polyethylene {RER} production Cut-off, U	0,0064	kg	L733078 - Film estirable neo + 14micras 500 mm

Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCResult	0,0037	kg	Q511041 - Cola Aquence takE0225
Latex {RER} production Cut-off, U	0,0356	kg	Q511045 - Cola Europanol 8550
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,003	kg	Q733015 - Cola Aquence sealE1014
Polyvinyl acetate dispersion {GLO} Technology mix Production mix, at plant 51% in water LCI result	0,0404	kg	Q800004 - Cola Tissuecol 904
	0,7875	ud	E766423.0 - ETIQ. 210x148mm SEC/CEL IND ECOLOGIC PRE- IMPRESA DERECHA
	0,2625	ud	E766429.0 - ETIQ. 210x148mm SEC/CEL IND ECOLOGIC PRE- IMPRESA IZQUIERDA
	0,0455	ud	E401001 - ETIQ. 210x148mm ANONIMAS
	0,0227274	ud	K999996 - PLANCHA 1100 x 700mm CANAL MICRO

Nota: en gris los datos que no se han incluido en el ACV.

7. Resultados de la evaluación de impactos del ACV.

La RCP define los indicadores a medir para evaluar los impactos ambientales de la producción de los productos estudiados. La evaluación de impactos se ha realizado con el software SimaPro 9.1.1, que es la versión más actualizada disponible en el momento de realizar el ACV. A continuación, se presentan los resultados obtenidos para los cuatro productos:

- Papel higiénico de pasta virgen.
- Papel higiénico de pasta reciclada.
- Secamanos de pasta virgen.
- Secamanos de pasta reciclada.

Se declara el impacto ambiental por unidad de producto terminado y por 1.000 kg de producto para las siguientes categorías de impacto ambiental pedidas en la RCP:

- Potencial de calentamiento global (GWP) procedente de fuentes fósiles (expresadas en kg de CO₂ equivalente, para 100 años).
- Potencial de calentamiento global (GWP) procedente de fuentes biogénicas (expresadas en kg de CO₂ equivalente, para 100 años).
- Potencial de calentamiento global (GWP) procedente de uso del suelo y cambios de uso del suelo (expresadas en kg de CO₂ equivalente, para 100 años).
- Potencial de acidificación (AP) (expresados en kg SO₂ equivalente).
- Potencial de eutrofización (EP) (expresado en kg PO₄³⁻ equivalente).
- Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos (POFP) (expresados en kg NMVOC equivalente).
- Potencial de disminución de recursos abióticos - Elementos (expresados en kg Sb eq).
- Potencial de disminución de recursos abióticos - Combustibles fósiles (expresados en MJ, poder calorífico neto).
- Huella de escasez de agua (expresado en m³ eq).

Los resultados se expresan referidos a:

- 1 unidad de producto:
 - ✓ Papel higiénico pasta: 1 saco con 96 rollos (8 paquetes) incluyendo el embalaje - 11,09 kg de peso bruto.
 - ✓ Papel higiénico reciclado: 1 saco con 96 rollos (8 paquetes) incluyendo el embalaje - 11,749 kg de peso bruto.
 - ✓ Papel secamanos pasta: 1 saco con 6 rollos incluyendo el embalaje - 4,891 kg de peso bruto.
 - ✓ Papel secamanos pasta: 1 saco con 6 rollos incluyendo el embalaje - 5,02 kg de peso bruto.
- 1.000 kg de producto final

7.1 Impactos ambientales potenciales.

Los resultados obtenidos para producir 1 unidad de producto terminado y 1.000 kg de producto semuestran a continuación en las siguientes tablas:

1 unidad de producto.

Tabla 14. Impactos asociados a la producción de una unidad de producto terminado

Parámetro		Unidades	Higiénico pasta MLP00	Higiénico reciclado MLP01	Secamanos pasta MLP03	Secamanos reciclado MLP02
GWP	GWP-total	kg CO ₂ eq.	1,51E+01	1,74E+01	4,32E+00	8,13E+00
	GWP-fossil	kg CO ₂ eq.	3,38E-01	7,38E-02	1,72E-01	5,83E-02
	GWP-biogenic	kg CO ₂ eq.	5,34E-02	3,79E-02	1,88E-01	2,11E-01
	GWP-luluc	kg CO ₂ eq.	1,55E+01	1,75E+01	4,68E+00	8,40E+00
AP		kg SO ₂ eq.	7,13E-02	2,70E-02	3,07E-02	1,32E-02
EP		kg PO ₄ ³⁻ eq	1,31E-02	4,34E-03	9,49E-03	6,61E-03
POFP		kg NMVOC eq	5,93E-02	2,30E-02	2,39E-02	1,07E-02
ADP-elements		kg Sb eq	4,59E-05	5,62E-06	2,52E-05	7,51E-06
ADP-fossil		MJ, n.c.v.	2,19E+02	1,57E+02	5,79E+01	7,17E+01
WDP		m ³ H ₂ O eq	1,78E+01	4,01E+00	8,57E+00	3,02E+00

GWP - total: Potencial de calentamiento global; **GWP - fossil:** Potencial de calentamiento global de los combustibles fósiles; **GWP - biogenic:** Potencial de calentamiento global biogénico; **GWP - luluc:** Potencial de calentamiento global del uso y cambio del uso del suelo; **AP:** Potencial de acidificación, excedente acumulado; **EP:** Potencial de eutrofización; **POFP:** Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos; **ADP-elements:** Potencial de agotamiento de recursos abióticos para los recursos no fósiles; **ADP-fossil:** Potencial de agotamiento de recursos abióticos para los recursos fósiles; **WDP:** Potencial de privación de agua (usuario), consumo de privación ponderada de agua.

1.000 kg de producto

Tabla 15. Impactos asociados a la producción de mil kgs de producto terminado

Parámetro		Unidades	Higiénico pasta MLP00	Higiénico reciclado MLP01	Secamanos pasta MLP03	Secamanos reciclado MLP02
GWP	GWP-total	kg CO ₂ eq.	1,36E+03	1,48E+03	8,83E+02	1,62E+03
	GWP-fossil	kg CO ₂ eq.	3,04E+01	6,28E+00	3,52E+01	1,16E+01
	GWP-biogenic	kg CO ₂ eq.	4,80E+00	3,23E+00	3,85E+01	4,20E+01
	GWP-luluc	kg CO ₂ eq.	1,39E+03	1,49E+03	9,57E+02	1,67E+03
AP		kg SO ₂ eq.	6,40E+00	2,30E+00	6,27E+00	2,62E+00
EP		kg PO ₄ ³⁻ eq	1,18E+00	3,70E-01	1,94E+00	1,32E+00
POFP		kg NMVOC eq	5,33E+00	1,96E+00	4,88E+00	2,13E+00
ADP-elements		kg Sb eq	4,13E-03	4,78E-04	5,15E-03	1,50E-03
ADP-fossil		MJ, n.c.v.	1,97E+04	1,34E+04	1,18E+04	1,43E+04
WDP		m ³ H ₂ O eq	1,60E+03	3,42E+02	1,75E+03	6,01E+02

GWP - total: Potencial de calentamiento global; **GWP - fossil:** Potencial de calentamiento global de los combustibles fósiles; **GWP - biogenic:** Potencial de calentamiento global biogénico; **GWP - luluc:** Potencial de calentamiento global del uso y cambio del uso del suelo; **AP:** Potencial de acidificación, excedente acumulado; **EP:** Potencial de eutrofización; **POFP:** Potencial de formación de oxidantes fotoquímicos; **ADP-elements:** Potencial de agotamiento de recursos abióticos para los recursos no fósiles; **APD-fossil:** Potencial de agotamiento de recursos abióticos para los recursos fósiles; **WDP:** Potencial de privación de agua (usuario), consumo de privación ponderada de agua.

7.2 Uso de recursos

Los resultados obtenidos para producir 1 unidad de producto terminado y 1.000 kg de producto se muestran a continuación en las siguientes tablas:

1 unidad de producto

Tabla 16. Uso de energía necesaria para la producción de una unidad de producto

Parámetro	Unidad	Higiénico pasta MLP00	Higiénico reciclado MLP01	Secamanos pasta MLP03	Secamanos reciclado MLP02
PERE	MJ	8,86E+02	1,03E+0 2	3,82E+02	4,02E+01
PERM	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00
PERT	MJ	8,86E+02	1,03E+0 2	3,82E+02	4,02E+01
PENRE	MJ	2,68E+02	2,06E+0 2	7,90E+01	9,48E+01
PENRM	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00
PENRT	MJ	2,68E+02	2,06E+0 2	7,90E+01	9,48E+01
SM	kg	0,00	0,00	0,00	0,00
RSF	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00
NRSF	MJ	0,00	1,59E+0 1	0,00	8,24E+00
FW	m3	7,24E-01	5,32E- 02	3,42E-01	6,56E-02

PERE: Uso de energía primaria renovable excluyendo los recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima; **PERM:** Uso de energía primaria renovable utilizada como materia prima; **PERT:** Uso total de la energía primaria renovable; **PENRE:** Uso de energía primaria no renovable, excluyendo los recursos de energía primaria no renovable utilizada como materia prima; **PENRM:** Uso de la energía primaria no renovable utilizada como materia prima; **PENRT:** Uso total de la energía primaria no renovable; **SM:** Uso de materiales secundarios; **RSF:** Uso de combustibles secundarios renovables; **NRSF:** Uso de combustibles secundarios no renovables; **FW:** Uso neto de recursos de agua corriente.

1.000 kg de producto.

Tabla 17. Uso de energía necesaria para la producción de mil kg de producto

Parámetro	Unidad	Higiénico pasta MLP00	Higiénico reciclado MLP01	Secamanos pasta MLP03	Secamanos reciclado MLP02
PERE	MJ, v.c.n.	7,96E+04	8,73E+03	7,81E+04	8,01E+03
PERM	MJ, v.c.n.	0,00	0,00	0,00	0,00
PERT	MJ, v.c.n.	7,96E+04	8,73E+03	7,81E+04	8,01E+03
PENRE	MJ, v.c.n.	2,40E+04	1,75E+04	1,62E+04	1,89E+04
PENRM	MJ, v.c.n.	0,00	0,00	0,00	0,00
PENRT	MJ, v.c.n.	2,40E+04	1,75E+04	1,62E+04	1,89E+04
SM	kg	0,00	0,00	0,00	0,00
RSF	MJ, v.c.n.	0,00	0,00	0,00	0,00
NRSF	MJ, v.c.n.	0,00	1,36E+03	0,00	1,64E+03
FW	m3	6,51E+01	4,53E+00	6,99E+01	1,31E+01

PERE: Uso de energía primaria renovable excluyendo los recursos de energía primaria renovable utilizada como materia prima; **PERM:** Uso de energía primaria renovable utilizada como materia prima; **PERT:** Uso total de la energía primaria renovable; **PENRE:** Uso de energía primaria no renovable, excluyendo los recursos de energía primaria no renovable utilizada como materia prima; **PENRM:** Uso de la energía primaria no renovable utilizada como materia prima; **PENRT:** Uso total de la energía primaria no renovable; **SM:** Uso de materiales secundarios; **RSF:** Uso de combustibles secundarios renovables; **NRSF:** Uso de combustibles secundarios no renovables; **FW:** Uso neto de recursos de agua corriente.

7.3 Categorías de residuos y flujos de salida.

A continuación, se muestra la cantidad de residuos generados en la fabricación de 1 unidad de cada uno de los cuatro productos estudiados y para fabricar 1.000 kg de producto final, obtenida del análisis en SimaPro.

1 unidad de producto.

Tabla 18. Generación de residuos asociados al desarrollo de una unidad de producto

Parámetro	Unidad	Higiénico pasta MLP00	Higiénico reciclado MLP01	Secamanos pasta MLP03	Secamanos reciclado MLP02
HWD	kg	2,54E-04	1,89E-04	2,17E-04	2,60E-04
NHWD	kg	6,69E-01	1,69E-01	3,28E-01	1,16E-01
RWD	kg	9,61E-04	7,93E-04	3,93E-04	3,68E-04
CRU	kg	0,00	0,00	0,00	0,00
MFR	kg	0,00	0,00	0,00	0,00
MER	kg	0,00	0,00	0,00	0,00
EE	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00

HWD: Residuos peligrosos eliminados; **NHWD:** Residuos no peligrosos eliminados; **RWD:** Residuos radiactivos eliminados; **CRU:** Componentes para su reutilización; **MFR:** Materiales para el reciclaje; **MER:** Materiales para valorización energética; **EE:** Energía exportada.

Nota: Los materiales generados durante el proceso productivo que se consideran residuos son los enviados a vertedero para su disposición final (materiales no reutilizados, reciclados y/o valorizados).

1.000 kg de producto.

Tabla 1917. Generación de residuos asociados al desarrollo de 1.000 kgs de producto

Parámetro	Unidad	Higiénico pasta MLP00	Higiénico reciclado MLP01	Secamanos pasta MLP03	Secamanos reciclado MLP02
HWD	kg	2,28E-02	1,61E-02	4,43E-02	5,17E-02
NHWD	kg	6,01E+01	1,44E+01	6,72E+01	2,32E+01
RWD	kg	8,63E-02	6,75E-02	8,03E-02	7,33E-02
CRU	kg	0,00	0,00	0,00	0,00
MFR	kg	0,00	0,00	0,00	0,00
MER	kg	0,00	0,00	0,00	0,00
EE	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00

HWD: Residuos peligrosos eliminados; **NHWD:** Residuos no peligrosos eliminados; **RWD:** Residuos radiactivos eliminados; **CRU:** Componentes para su reutilización; **MFR:** Materiales para el reciclaje; **MER:** Materiales para valorización energética; **EE:** Energía exportada.

Nota: Los materiales generados durante el proceso productivo que se consideran residuos son los enviados a vertedero para su disposición final (materiales no reutilizados, reciclados y/o valorizados).

8. Información ambiental adicional.

8.1 Análisis de la pasta de papel.

A continuación, como información adicional, se muestra el resultado del análisis de impacto de 1.000 kilogramos de cada una de las pastas de papel utilizadas como materia prima para la fabricación de cada uno de los productos estudiados:

- VAC00 - Pasta virgen para papel higiénico.
- VAC01 - Pasta reciclada para papel higiénico.
- VAC03 - Pasta virgen para secamanos.
- VAC02 - Pasta reciclada para secamanos.

Para la energía consumida en el proceso de producción de las diferentes pastas empleadas en la producción de los productos estudiados se ha empleado el mix eléctrico de España, adaptado al año 2019, que es el más reciente para el que se dispone de datos.

9. Resultados de la metodología ILCD 2011 Midpoint+.

Como información adicional, se han calculado los resultados de aplicar la metodología ILCD 2011 Midpoint+, definida en la *Recomendación de la Comisión (2013/179/UE), de 9 de abril de 2013, sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida*, a los productos estudiados.

Los resultados están referidos a:

- 1 kg de producto para la fabricación de cada una de las pastas de papel que se utilizan en cada uno de los productos finales.
- 1 unidad de producto final de cada uno de los formatos de papel higiénico y secamanos.

Se muestran los valores para las categorías de impacto ambiental consideradas en la metodología aplicada. Los resultados de impacto estimados son relativos y no indican el valor final de las categorías de impacto, ni hacen referencia a valores umbral, márgenes de seguridad o riesgos.

9.1 Impactos ambientales potenciales - producción de pasta.

Se muestran a continuación las fases de caracterización, normalización y puntuación única para la fabricación de 1 kilogramo de cada una de las cuatro pastas:

A) Puntuación única

Tabla 20. Identificación de impactos ambientales potenciales para cada uno de los 4 productos analizados

Categoría de impacto	Unidad	VAC00 - Pasta virgen para higiénico	VAC01 - Pasta reciclada para higiénico	VAC03 - Pasta virgen para secamanos	VAC02 - Pasta reciclada para secamanos
Total	μPt	1,63E+02	4,98E+01	1,78E+02	6,93E+01
Climate change	μPt	-1,65E+01	1,05E+01	-1,99E+01	1,10E+01

Ozone depletion	μPt	4,70E-01	3,83E-01	3,22E-01	4,02E-01
Human toxicity, non-cancer effects	μPt	1,97E+01	8,10E+00	1,98E+01	8,32E+00
Human toxicity, cancer effects	μPt	1,76E+01	4,21E+00	1,92E+01	5,29E+00
Particulate matter	μPt	8,05E+01	2,67E+00	8,46E+01	3,61E+00
Ionizing radiation HH	μPt	5,76E+00	5,54E+00	5,71E+00	5,59E+00
Ionizing radiation E (interim)	μPt	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
Photochemical ozone formation	μPt	9,17E+00	2,90E+00	8,74E+00	3,23E+00
Acidification	μPt	9,53E+00	3,19E+00	9,59E+00	3,59E+00
Terrestrial eutrophication	μPt	6,12E+00	2,20E+00	6,05E+00	2,58E+00
Freshwater eutrophication	μPt	2,92E+00	7,33E-01	1,06E+01	9,37E+00
Marine eutrophication	μPt	5,52E+00	1,72E+00	6,21E+00	2,95E+00
Freshwater ecotoxicity	μPt	3,59E+00	9,75E-01	5,26E+00	2,70E+00
Land use	μPt	4,69E+00	7,10E-01	4,17E+00	9,61E-01
Water resource depletion	μPt	6,17E+00	3,55E+00	7,80E+00	5,64E+00
Mineral, fossil & ren resource depletion	μPt	7,43E+00	2,44E+00	1,03E+01	4,09E+00

La categoría de impacto más importante es la de emisión de partículas, seguida muy por detrás de las categorías de toxicidad humana, efectos cancerígenos y efectos no cancerígenos. La categoría de cambio climático para las pastas de material virgen presenta valores negativos por la fijación de CO₂ que produce en el cultivo de los árboles necesarios para la obtención de la materia prima. En la puntuación única se observa que las pastas de material reciclado tienen una carga ambiental muy inferior a la de las dos pastas que emplean materia prima no reciclada.

Analizando la contribución a la puntuación única de la fabricación de los cuatro tipos de pastas se obtiene que:

- En la producción de las pastas fabricadas a partir de materia prima virgen, los procesos que mayor carga ambiental aportan al total son los de obtención de la pulpa.
- En la producción de las pastas fabricadas a partir de materia prima reciclada, los procesos que mayor carga aportan son los relativos al consumo energético, puesto que el uso de material reciclado como materia prima principal no aporta carga ambiental.

9.2 Impactos ambientales potenciales - papel higiénico.

A continuación, se muestran los gráficos que se obtienen en el análisis comparativo de los dos formatos de papel higiénico, a partir de pasta virgen y de pasta reciclada,

en sus fases de caracterización, normalización y puntuación única.

A) Caracterización

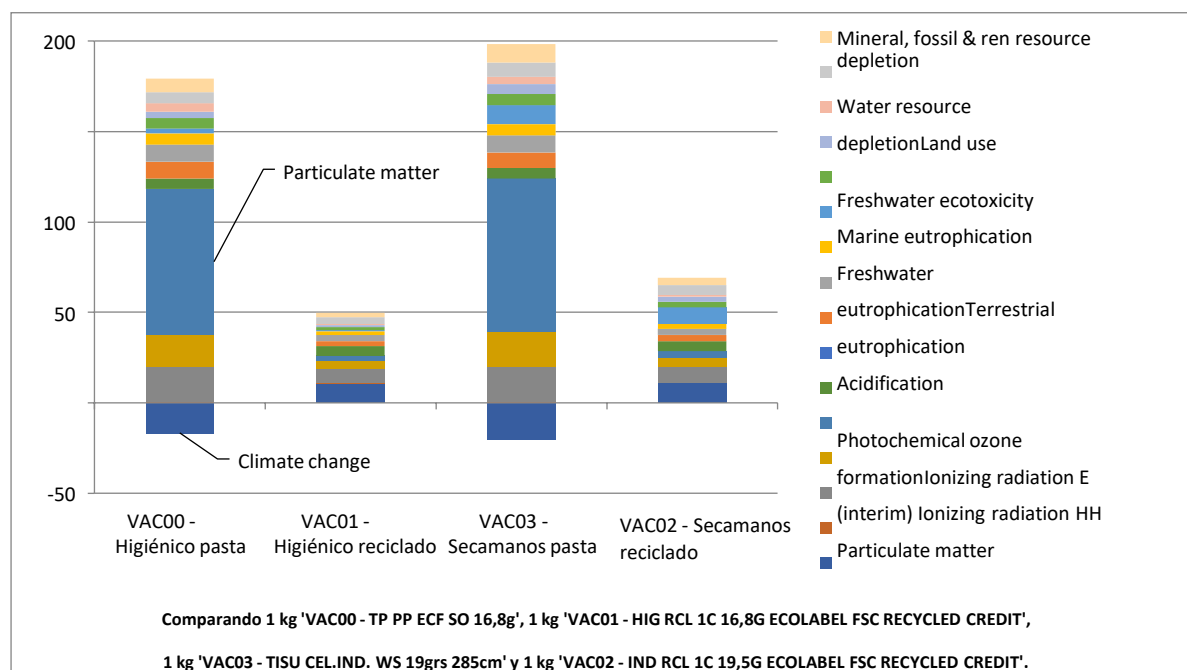


Figura 221. Visualización gráfica de impactos potenciales de los productos de papel higiénico

Tabla 2118. Caracterización de impactos potenciales de los productos de papel higiénico

Categoría de impacto	Unidad	Papel higiénico depasta virgen	Papel higiénico depasta reciclada
Climate change	kg CO ₂ eq	- 2,98E+01	1,28E+01
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	1,88E-06	1,47E-06
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	2,15E-06	1,02E-06
Human toxicity, cancer effects	CTUh	1,34E-07	4,63E-08
Particulate matter	kg PM _{2.5} eq	5,52E-02	3,29E-03
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	1,21E+00	1,11E+00
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	9,35E-06	8,43E-06
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	5,85E-02	2,26E-02
Acidification	molc H ⁺ eq	8,85E-02	3,44E-02
Terrestrial eutrophication	molc N eq	2,13E-01	8,78E-02
Freshwater eutrophication	kg P eq	9,01E-04	3,24E-04
Marine eutrophication	kg N eq	1,87E-02	7,17E-03
Freshwater ecotoxicity	CTUe	7,96E+00	3,86E+00
Land use	kg C deficit	8,93E+01	3,66E+01

Water resource depletion	m3 water eq	1,19E-01	7,89E-02
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	1,39E-04	4,76E-05

9.3 Impactos ambientales potenciales - papel secamanos.

A continuación, se muestran los gráficos que se obtienen en el análisis comparativo de los dos formatos de secamanos, a partir de pasta virgen o de pasta reciclada, en sus fases de caracterización, normalización y puntuación única.

A) Caracterización.

Tabla 22. Identificación de impactos ambientales potenciales para los productos de secamanos

Categoría de impacto	Unidad	Secamanos de pasta virgen	Secamanos de pasta reciclada
Climate change	kg CO ₂ eq	-1,47E+01	7,08E+00
Ozone depletion	kg CFC-11 eq	5,59E-07	7,08E-07
Human toxicity, non-cancer effects	CTUh	9,33E-07	4,78E-07
Human toxicity, cancer effects	CTUh	6,20E-08	2,37E-08
Particulate matter	kg PM _{2.5} eq	2,49E-02	1,62E-03
Ionizing radiation HH	kBq U235 eq	5,15E-01	5,18E-01
Ionizing radiation E (interim)	CTUe	3,98E-06	3,96E-06
Photochemical ozone formation	kg NMVOC eq	2,35E-02	1,05E-02
Acidification	molc H ⁺ eq	3,81E-02	1,70E-02
Terrestrial eutrophication	molc N eq	8,99E-02	4,46E-02
Freshwater eutrophication	kg P eq	1,25E-03	1,14E-03
Marine eutrophication	kg N eq	8,90E-03	4,83E-03
Freshwater ecotoxicity	CTUe	4,51E+00	2,87E+00
Land use	kg C deficit	3,17E+01	1,36E+01
Water resource depletion	m3 water eq	8,46E-02	7,22E-02
Mineral, fossil & ren resource depletion	kg Sb eq	8,31E-05	3,63E-05

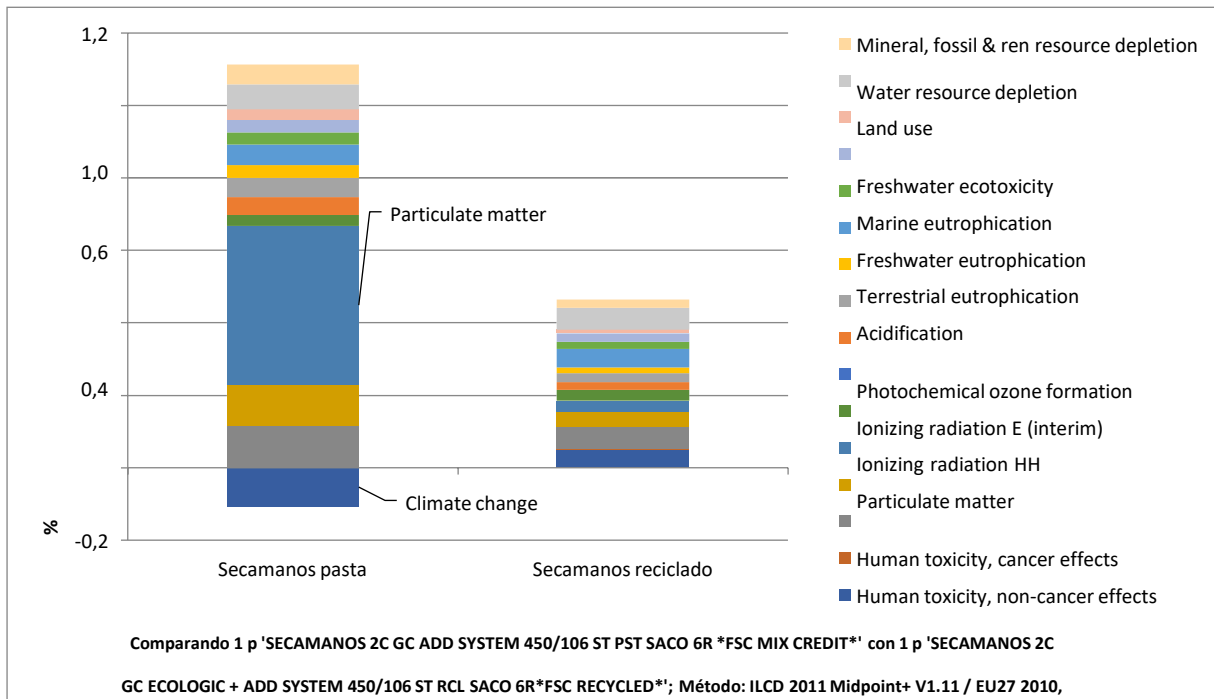


Figura 3. Gráfica de visualización de potenciales impactos ambientales asociados a los productos secamanos

La categoría de impacto más importante en la producción del papel secamanos a partir de pasta vírgenes la de emisión de partículas, destacando en importancia sobre todas las demás. Para el papel secamanos obtenido a partir de materia prima reciclada, no hay ninguna categoría de impacto que destaque tanto, siendo la de agotamiento de recursos hídricos y la de toxicidad humana, efectos no cancerígenos, las que tienen una importancia levemente superior al resto. En todas las categorías de impacto analizadas para este proceso de producción, exceptuando la de cambio climático, destaca la carga ambiental del papel secamanos de pasta virgen sobre la del papel reciclado.

Este análisis muestra que la producción de papel secamanos a partir de papel reciclado genera menor carga ambiental que la producción de papel a partir de pasta virgen.

Analizando de manera independiente los productos, se obtiene que la producción de la pasta de papeles el proceso con mayor contribución a la carga ambiental total de cada tipo de papel secamanos:

- Un 89,5% de la carga total en la producción del secamanos de pasta virgen.
- Un 77,2% de la carga total en la producción del secamanos a partir de reciclado.

10. Conclusiones y recomendaciones.

A partir de los resultados de las fases de la evaluación de impactos del ACV se han identificado los puntos críticos del proceso. Además, se han identificado los principales contribuyentes a los resultados, es decir, las etapas del ciclo de vida y los procesos que más contribuyen a las categorías de impacto más relevantes.

La identificación de “hotspots” sirve para ayudar a la organización a identificar sobre el área en la que deben centrar su atención para mejorar el desempeño ambiental de su producto.

A partir de la identificación de los puntos críticos es posible:

- Centrarse en cuestiones prioritarias (por ejemplo, la generación de residuos, el consumo de agua, o la utilización de ciertos materiales)
- Centrarse en la etapa correcta del ciclo de vida (por ejemplo, en la de adquisición de material, en el propio proceso de fabricación, en el uso, o en el fin de vida)
- Centrarse en los actores adecuados (por ejemplo, productores, fabricantes, proveedores, minoristas, clientes) para evaluar, influir e implementar soluciones.

Además, los resultados del ACV pueden servir para enlazar con los objetivos europeos en materia de cambio climático.

Hay que indicar que en diciembre de 2019 se publicó el Pacto Verde Europeo, que es un plan integral para frenar el avance del cambio climático en diversos ámbitos de actuación, que contempla algunos objetivos muy ambiciosos, como, por ejemplo, la intención de que Europa sea climáticamente neutra en el año 2050.

Para hacer posible que esos objetivos se cumplan, durante los primeros meses de 2020 salieron algunos planes y acuerdos que recogían medidas específicas en distintas áreas. Algunos de ellos son:

- El Plan de Inversiones para el Pacto Verde Europeo y del Mecanismo de Transición Justa: financiación, inversión y apoyo práctico a las autoridades para la planificación, el diseño y la ejecución de proyectos sostenibles.
- La Ley del Clima Europea. Establece el marco legal para llegar a la neutralidad climática en el año 2050, convirtiendo este objetivo en jurídicamente vinculante.
- El Plan de Acción para la Economía circular.

En este año está previsto que salga la Estrategia Industrial Europea, que es un plan para lograr que las empresas y las industrias europeas lleven a cabo su transición ecológica de forma competitiva y que establece un doble objetivo para la industria: la neutralidad climática, pero también el liderazgo digital.

A nivel de España, dentro de la Estrategia Española de Economía circular “España 2030” y su Plan de acción se establecen los siguientes objetivos para el año 2030:

- Reducir en un 30 % el consumo nacional de materiales en relación con el PIB, tomando como año de referencia el 2010.
- Reducir la generación de residuos un 15 % respecto de lo generado en 2010.
- Reducir la generación de residuos de alimentos en toda cadena alimentaria: 50 % de reducción per cápita a nivel de hogar y consumo minorista y un 20 % en las cadenas de producción y suministro a partir del año 2020, contribuyendo así al ODS.
- Incrementar la reutilización y preparación para la reutilización, hasta llegar al 10 % de los residuos municipales generados.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero por debajo de los 10 millones de toneladas de CO₂eq.
- Mejorar un 10 % la eficiencia en el uso del agua.

Dentro de los ejes de actuación de la Estrategia Española de Economía circular las medidas concretas son las siguientes:

- **Eje de actuación “Producción”.** Promover el diseño/rediseño de procesos y productos para optimizar el uso de recursos naturales no renovables en la producción, fomentando la incorporación de materias primas secundarias y materiales reciclados, y minimizando la incorporación de sustancias nocivas, de cara a obtener productos que sean más fácilmente reciclables y reparables, reconduciendo la economía a modos más sostenibles y eficientes.
- **Eje de actuación “Consumo”:** reducir la huella ecológica mediante una modificación de las pautas hacia un consumo más responsable, que evite el desperdicio y las materias primas no renovables.
- **Eje de actuación “Gestión de los Residuos”:** aplicar de manera efectiva el principio de jerarquía de los residuos, favoreciendo de manera sustancial la prevención (reducción), la preparación para la reutilización y el reciclaje de los residuos.
- **Eje de actuación “Materias primas secundarias”:** garantizar la protección del medio ambiente y la salud humana, reduciendo el uso de recursos naturales no renovables y reincorporando en el ciclo de producción los materiales contenidos

en los residuos como materias primas secundarias.

- **Eje de actuación “Reutilización y depuración del agua”:** promover un uso eficiente del recurso agua, que permita conciliar la protección de la calidad y cantidad de las masas acuáticas con un aprovechamiento sostenible e innovador del mismo.

Hay que indicar además que el Plan de Acción para la Economía circular consta de medidas para hacerlos productos más sostenibles.

11. Normas, métodos y manuales de referencia considerados en el estudio.

- Norma UNE-EN ISO 14040. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Principios y marco de referencia. 2006.
- Norma UNE-EN ISO 14044. Gestión Ambiental. Análisis de Ciclo de Vida. Requisitos y directrices. 2006.
- Norma UNE-EN ISO 14025 Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos. 2010.
- Bases de datos: Ecoinvent 3.6 (diciembre 2019) y Environmental Footprint database 2.0.
- Metodologías de evaluación de impacto ambiental aplicadas mediante SimaPro 9.1.0.8:
 - CML-IA baseline V3.06 / EU25+3,2000.
 - EF 3.0 Method (adapted) V1.00 / EF 3.0 normalization and weighting set.
 - AWARE V1.03
 - EDIP 2003 V1.07
 - Cumulative Energy Demand (LHV) V1.00
 - ILCD 2011 Midpoint+ / EU27 2010, equal weighting
 - USEtox2, version 2.02, July 2016, recommended + interim equivalence factors.
 - ReCiPe Endpoint (H) 2016
- *RECOMENDACIÓN DE LA COMISIÓN, de 9 de abril de 2013, sobre el uso de métodos comunes para medir y comunicar el comportamiento ambiental de los productos y las organizaciones a lo largo de su ciclo de vida (Publicada en DOCE el 4/05/2013).*
- Manual ILCD (sistema internacional de datos de referencia sobre el ciclo de vida). 2011.
- Product Category Rules 2011:05 Tissue products, version 3.0. UN CPC 32131 (Toilet or facial tissue stock towel or napkin stock and similar paper; cellulose wadding and webs of cellulose fibres). Fecha de publicación: 2021-03-08. Válido hasta 2025-03-08.
- Estrategia Española de Economía circular “España 2030”.

Anexo IV. Caso de estudio de empresa del sector calzado

1. Análisis de procesos ambientales internos

En este bloque del presente estudio se lleva a cabo el análisis de la empresa a través de la aplicación de una metodología propia basada en el uso de diferentes medidores de circularidad así como otros medidores que sirven de base de datos sobre los cuales sustentar la propuesta de mejora ambiental para Empresa Calzado.

El proceso comienza con un análisis interno de la empresa que busca conocer el campo de actividad profesional así como su organización interna o el tipo de recursos utilizados en su día a día. Este primer punto culmina con el envío del cuestionario personalizado.

Posteriormente se prosigue con el análisis interno de la empresa gracias a la aplicación de un medidor de circularidad propio creado exprofeso en el presente proyecto y que busca ofrecer un valor en escala 0-1 del estado de circularidad de toda la empresa, tomando para su cálculo valores relacionados con la reciclabilidad de los materiales producidos, la recuperación de recursos o la capacidad innovadora de la empresa.

Asociado al tercer bloque, como se muestra en el esquema general de la ilustración de la metodología en la Figura 18, se lleva a cabo la propuesta de mejoras de circularidad y gestión de recursos partiendo del principio *Re-Resolve* propuesto por la fundación Ellen MacArthur y que busca a través de diferentes bloques predefinidos ayuda a implantar acciones de reducción y optimización de materiales y recursos.

A continuación, en el presente informe se ofrecerá un análisis de los resultados obtenidos así como un marco teórico donde se expone el aumento de la puntuación obtenida en la aplicación del cuestionario y del indicador de circularidad en caso de implantar todas aquellas medidas propuestas en el marco *Re-Resolve*, el cual trabaja un paso más allá en la generación de medidas ambientales propuesta por la fundación.

Como punto final, y con el objetivo de ayudar al global de las empresas a llevar a cabo las acciones de mejora identificadas, se trabaja en la identificación de líneas de financiación públicas así como de diferentes certificaciones que puedan ayudar a Empresa Calzado a dar los pasos propuestos, consiguiendo cerrar el círculo del servicio de consultoría propuesto.

1.1 Cuestionario general

En este apartado se ofrece un análisis de la situación actual de la Empresa Calzado de acuerdo a una metodología propia basada en las respuestas proporcionadas por parte de la entidad al cuestionario general que se hizo llegar por parte de la consultora y que recogía diferentes cuestiones divididas a su vez en cinco bloques diferentes. Este cuestionario ha buscado medir tanto la capacidad de adaptación profesional como su potencial a la hora de desarrollar un nuevo modelo en torno a la Economía circular. Esta metodología se ha basado en el estudio de diferentes citas relacionadas con el mundo de

los negocios que tratan el uso y la explotación de diferentes herramientas y productos desarrollados con este fin, y que por lo tanto, pueden ser útiles a la hora de evaluar el escenario sobre el cual se va a trabajar. Este cuestionario propuesto se ha planteado en 5 grandes bloques (Estado general, Materiales y procesos, Gestión de residuos, Estrategia interna y Gestión de la innovación y el cambio) y un total de 41 preguntas. Esta selección de bloques se debe a que se busca ofrecer a Empresa Calzado un cuestionario dinámico y sintetizado, y por lo tanto más atractivo, pero que a la vez, desea constituir una fuente de información vital para la evaluación del estado de la empresa en el campo de la Economía circular.

Así mismo, las respuestas proporcionadas (las cuales pueden ser numéricas, nominales o simplemente de “sí” o “no”) por parte de la entidad, han sido analizadas a través de una algoritmia de fórmulas estricta para finalmente ofrecer una visión global (en escala 0-10) de la empresa en relación a los 5 bloques mencionados. Los resultados globales se muestran a continuación en la Figura 1:

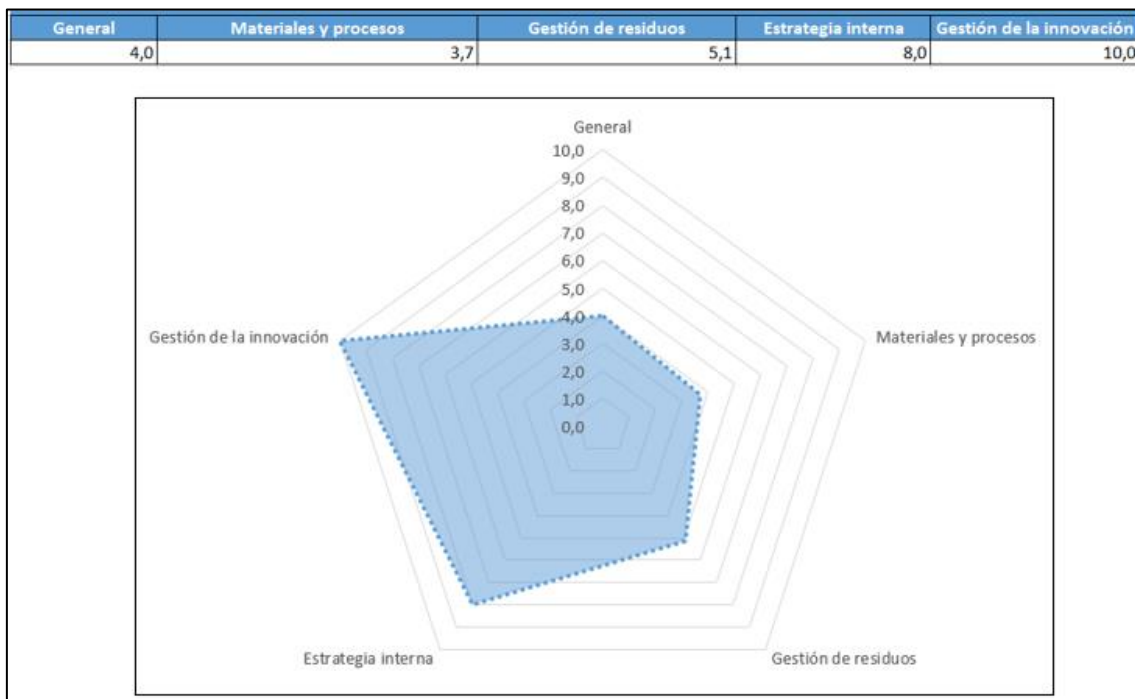


Figura 1. Gráfico de resultados en escala 0-10 de los 5 bloques analizados para Empresa Calzado

Desglose de resultados del cuestionario

En este apartado se describen los resultados obtenidos en cada bloque así como una descripción del contenido de cada uno de ellos. Así mismo, se incluyen propuestas de mejora basadas en criterios ambientales y de aplicación de medidas relacionadas con la circularidad. Para llevar a cabo el análisis de resultados y propuesta de mejoras se han

tenido en cuenta solamente los datos asociados a la anualidad 2020 en la sede central de Empresa Calzado.

1. Estado general de la empresa.

El objetivo de este primer punto del cuestionario es obtener una visión general del estado en el que se encuentra Empresa Calzado en relación al análisis de diferentes puntos generales.

A modo descriptivo, se indica que Empresa Calzado es una empresa que se dedica a la creación y venta de calzado dirigido a un público *target* exigente, que busca compatibilizar el diseño vanguardista, con un producto de alta durabilidad, firmeza y estilo.

Para evaluar el estado de la entidad dentro de este primer apartado, se han tenido en cuenta conceptos generales, evaluables a primera vista y relacionados con campos como disponer de certificaciones ambientales específicas, el uso regular de energía renovable en sus instalaciones o la frecuencia en el uso de vehículos y aviones para llevar a cabo los desplazamientos realizados por parte del personal de Empresa Calzado.

En este punto, se han detectado varias mejoras que ofrecen un campo de desarrollo de alternativas más sostenibles, sobre todo en relación con la capacidad de la entidad de llevar a cabo diferentes acciones que la permitan presentarse como una alternativa verde y real dentro del sector textil a la vez que reduce el consumo de algunos recursos, principalmente combustible.

El proveedor de energía identificado en las instalaciones objeto de estudio ha sido Endesa, una gran compañía eléctrica y de gran fiabilidad pero que dispone de un coeficiente de conversión de 0,20 (según fuentes del MITECO), por lo que con los datos proporcionados por parte de Empresa Calzado esto se traduce en un total de 859,3 toneladas de CO₂ emitidas durante 2020.

Este dato se ve amplificado al analizar las emisiones asociadas al transporte de empleados a través del uso y quema de combustibles fósiles, dando un total de 19,8 (2.112 kg de CO₂ asociado a combustible diésel y 17.738 kg de CO₂ como consecuencia de la quema de propano).

La puntuación global obtenida en este apartado de aspectos generales es de un 4 sobre 10, debido a la puntuación obtenida en base a los algoritmos de cálculo que muestran los siguientes resultados:

Aspectos positivos

- Se dispone de algunas medidas de eficiencia energética y prevención de residuos que hacen que se optimice el uso de recursos dentro de las instalaciones Empresa Calzado.

Aspectos a mejorar

- Obtener la certificación de las diferentes ISOs ambientales que favorecen la optimización de procesos y gestión de residuos.
 - Disponer de un proveedor energético local y totalmente renovable cuya trazabilidad energética sea más fácil de realizar.
 - Reducir significativamente el uso de vehículos propios así como los viajes en avión. Este punto puede verse favorecido por el fomento del teletrabajo así como del uso de las herramientas digitales para llevar a cabo reuniones con proveedores y clientes.
-
- Materiales y procesos

A lo largo de este segundo bloque se estudian y analizan los procesos y cantidades asociadas al consumo de recursos, la producción, el tipo de materiales utilizados así como los porcentajes de reciclabilidad, tanto de los recursos utilizados como materia prima como de los residuos generados como consecuencia del proceso de desarrollo de los productos de la entidad. A la hora de interpretar estos resultados debe tenerse en cuenta que prácticamente toda la producción de los productos textiles que la entidad pone en el mercado es creada y desarrollada en terceros países por lo que su trazabilidad se escapa del objeto de estudio del presente informe. Por esta razón, este apartado recoge principalmente la entrada y gestión de materiales asociados al día a día de la sede operativa de Empresa Calzado.

De esta manera, con los datos proporcionados por parte de la entidad, se ha calculado un total de 2.553.300 kg de entrada de materia prima, siendo en su gran mayoría de procedencia virgen, ya que la adquisición de materiales reciclados adquiridos es de 84600 kilogramos, suponiendo tan solo un 3,3% del total. Además de ello, del total de la materia primera de entrada en la entidad, se ha indicado que el porcentaje de material reciclable producido es de 3.300 kilogramos de producto, constituyéndose también una cantidad pequeña respecto al total de materiales de entrada. Esto es un dato lógico ya que el producto que se pone a la venta en la actualidad en pocas ocasiones está sujeto a algún tipo de proceso de recuperación y reciclaje, siendo esto un proceso difícil para Empresa Calzado así como para cualquier empresa del sector.

Continuando con el análisis asociado a la gestión de materiales, se ha identificado un total de 500 kg de residuos asociados directamente a los excedentes del producto. En este caso se trata posiblemente de elementos asociados al *packaging*, cartón y restos textiles procedentes de los productos importados.

Esta cifra asociada a la generación de residuos supone un porcentaje ínfimo respecto de los *inputs* del producto, por lo que sugiere que el departamento logístico encargado de

la manipulación y tratamiento de los materiales entrantes lleva a cabo un adecuado uso y gestión del producto textil, minimizando las pérdidas por anomalías o roturas.

En relación a los proveedores con los que Empresa Calzado mantiene relaciones profesionales, destaca la obligatoriedad de estos de adherirse Código de Conducta y Ética que ha sido desarrollado por la propia entidad. En este código, como se ha mencionado anteriormente, se marca la obligatoriedad de desarrollar la actividad profesional de la manera más ética y responsable posible, incluyendo este punto el respeto por el medioambiente.

En esta misma línea, resalta que la entidad no dispone de proveedores de productos y materiales más o menos locales, ya que como se ha indicado con anterioridad los puntos de producción son en terceros países, lo que aumenta de manera muy considerable las emisiones asociadas al transporte de materiales al proceder estos de puntos geográficos distantes, tanto de la sede principal así como de los puntos de venta nacional.

Como último punto dentro de este bloque, se ha estudiado la presencia o no de sistemas y herramientas de monitorización y control de procesos de desarrollo empresarial basados en el uso de las tecnologías informáticas. Estas resultan una enorme ventaja, sobre todo en empresas de gran tamaño, ya que ayudan a identificar anomalías de funcionamiento, fallos de producción así como visualizar y controlar los consumos de recursos necesarios para el producto, como el agua y la energía.

De forma adicional colaboran a la hora de implementar nuevos procesos de mejora ambiental ya que permiten medir el impacto de las medidas adoptadas. En este sentido la empresa cuenta con algunas herramientas de control y monitorización de los procesos de producción, pero tiene aún un amplio rango de evolución en procesos de control de sistemas y consumo energético, disminución de residuos y reutilización de materiales, ya que no dispone de herramientas avanzadas de control de procesos y desconoce si sus proveedores las tienen.

La puntuación global obtenida en este apartado de aspectos generales es de un 3,7 sobre 10, debido a la puntuación obtenida en base a los algoritmos de cálculo que muestran los siguientes resultados:

Aspectos positivos

- El total de residuos generados respecto al total producido supone un % muy pequeño, sobre todo teniendo en cuenta las dificultades asociadas a la manipulación, control de stock y envío de calzado.
- Utilizar de manera frecuente materiales de producción que cuentan con etiquetas de sostenibilidad u otros certificados de calidad ambiental.

Aspectos a mejorar

- El % de materiales reciclados adquiridos para el desarrollo de productos es muy bajo, por lo que la entidad debería aumentar en la medida de lo posible las cantidades actuales para aumentar el grado de circularidad de sus procesos.
 - Disponer de una cantidad significativa de proveedores locales así como trasladar una parte importante de la producción a zonas más cercanas a los puntos de venta.
 - Al tratarse de productos cuya recuperación se hace difícil debido a que su devolución depende del usuario final, disponer de un sistema de recuperación y tratamiento de prendas para la generación de nuevos productos de zapatería ayudaría a aumentar el grado de circularidad en este bloque.
 - Disponer de diferentes herramientas de control y monitorización avanzadas de los procesos de producción que permitan un aumento de la visualización en tiempo real.
-
- Gestión de residuos

Este apartado se centra en los procesos de gestión de residuos procedentes de dos bloques diferentes, por un lado los residuos procedentes de la actividad empresarial y por otro, los residuos procedentes del personal propio. A diferencia de bloque anterior, este se centra más en aspectos cualitativos de todo el proceso de gestión como la disposición de contar con certificados de gestión de residuos o la durabilidad de los productos.

De esta manera se ha identificado una cantidad total de 829 toneladas anuales de residuos, procedentes en gran mayoría de la actividad diaria y profesional de la entidad, es decir, asociadas al uso y asistencia diaria de los trabajadores al centro objeto de estudio. Haciendo el reparto medio por trabajador, y eliminando la parte asociada a la generación de residuos textiles procedentes de mermas y su manipulación logística, se obtiene el dato que indica que la media de generación de residuos por cada trabajador (tomando de referencia el dato de 1036 trabajadores dentro de la sede objeto de estudio en 2020) asociado al centro es de 3,3 kg por día laborable a lo largo de toda la anualidad.

Según el informe España en Cifras del INE, en 2019 se generaron un total de 1,29 kg de residuos por persona y día, por lo que teniendo en cuenta el tiempo que dedica a la jornada laboral (8 horas), este dato es muy elevado, por lo que la entidad debería dedicar esfuerzos a identificar las razones asociadas a esta generación tan elevada. Estos datos así como su seguimiento exhaustivo se verían reforzados y analizados en profundidad en caso de que la entidad dispusiera de algún certificado ambiental como el de Residuo Cero o el de Economía circular, ya que ambos persiguen la implantación de sistemas de control y reducción de residuos dentro de las empresas.

No obstante, a pesar de no contar con estas certificaciones, la entidad cuenta con un sistema adaptado para la separación de residuos procedentes de su actividad industrial, lo que le permite gestionar de manera adecuada los residuos, excedentes y mermas producidos, llevando a cabo su correcta separación. Este punto es positivamente soportado por el hecho de que la entidad también dedica grandes esfuerzos a reducir los envoltorios plásticos de los productos creados, lo que optimiza el uso de recursos y cumple con el principio de reducción de materiales utilizados.

También asociada a la gestión de los residuos procedentes de la actividad del personal propio dentro de la empresa, se debe indicar que Empresa Calzado cuenta con un sistema completo de separación de residuos por tipología, ofreciendo a sus trabajadores la separación de los mismos en envases, cartones, vidrio, residuos orgánicos y fracción resto, lo que hace que se cubra prácticamente toda la totalidad de los residuos generados por los trabajadores.

Además, como punto valorado muy negativamente dentro de este bloque, la entidad fomenta la generación innecesaria de fungibles publicitarios, como las tarjetas de presentación u otros materiales corporativos, lo que aumenta los recursos utilizados en una estrategia ya obsoleta.

Finalmente, como punto positivo más importante dentro de este bloque, es que la entidad pone un gran esfuerzo y dedicación en crear productos de alta calidad y durabilidad, oponiéndose frontalmente al concepto de obsolescencia y fomentando su uso a lo largo de muchos años, lo que reduce la cantidad de materiales utilizados a largo plazo.

Por todo ello, los cálculos realizados marcan una puntuación de 5,1 sobre 10 en este bloque, identificando a su vez los siguientes conceptos:

Aspectos positivos

- Disponen de diferentes sistemas de separación de residuos, tanto de los procedentes de su actividad profesional, como de los asociados al personal interno.
- Se trabajan en la implantación de políticas internas para la reducción de plásticos asociada a la actividad empresarial de Empresa Calzado
- Los productos ofrecidos por la entidad son de alta calidad y de uso prolongado, lo que evita la generación de residuos a corto plazo, aumenta la vida útil del textil y además evita la compra y consumo de productos adicionales debido a deterioro.

Aspectos a mejorar

- Disponer de certificados de gestión de residuos y de implantación de sistemas de circularidad que no son obligatorios para su actividad pero que denotarían el

compromiso de la entidad con el cuidado del medio ambiente en la realización de sus procesos diarios.

- Se generan materiales publicitarios fungibles innecesarios para su desarrollo profesional.
 - Mejorar la disposición y número de lugares de separación de residuos dentro de la parte logística de la sede.
-
- Estrategia interna

En este apartado se definen y analizan de manera cualitativa las mejoras que tiene o puede hacer la empresa desde su filosofía de trabajo para fomentar el modelo circular. Se analiza por lo tanto la visión interna de la empresa así como la identificación de los cambios que, de una manera u otra, afectan a todos los elementos que constituyen una entidad, logrando así una concienciación tanto en la directiva como en los trabajadores que desemboque en un cambio global de cada una de las unidades.

En este contexto, se han evaluado por lo tanto las relaciones existentes dentro de la empresa y con su directiva, el contacto con centros tecnológicos o universidades así como la identificación de gestores de residuos específicos. Se busca por lo tanto, identificar la intensidad de estas relaciones que muestran si de verdad una empresa busca dentro de su estrategia interna mejorar sus procesos a medio-corto plazo.

En este sentido, se ha visto como la empresa colabora de manera muy proactiva en la búsqueda de nuevas vías de mejora ambiental a través del establecimiento de estrategias internas, el estudio de las principales barreras que impiden la mejora de procesos así como en la implantación de sistemas de calidad.

Al disponer de una estrategia interna que fomenta las buenas prácticas ambientales, se favorece que la entidad se preocupe por el buen reciclado de los residuos generados favoreciendo el reciclado de todos los materiales y evitando lo máximo posible que estos acaben en vertederos o incineradoras.

De forma paralela, y también asociado a la atención que la estrategia interna presta a la implantación del modelo de economía circular en su día a día, Empresa Calzado dispone de una pequeña red de entidades empresariales externa con la cual colabora de manera regular en el intercambio de conocimientos que favorezcan estos cambios, lo que hace que la entidad sea muy proactiva a la hora de llevar a cabo los cambios internos que sean necesarios para este fin.

Este estudio del análisis interno de las redes empresariales también debe trasladarse al conocimiento y trato con los gestores de residuos con los cuales la entidad tiene acuerdos de colaboración. Ello es debido a que es imprescindible conocer el tratamiento que estos gestores le dan a los residuos recogidos, prestando especial atención a las fracciones orgánica y resto, las cuales generalmente acaban en instalaciones de depósito abierto o

en incineradoras, opciones que deberían descartarse en toda aquella empresa que desee implantar un modelo de circularidad en sus instalaciones.

El último de los indicadores con los que cuenta este apartado evalúa la estrategia de la empresa asociada a la presentación de un plan de compensación de emisiones e impactos asociados a su actividad. Es decir, se ha evaluado si la entidad cuenta con inversiones en restauración de ecosistemas o mitigación de impactos como la huella de carbono. Se trata de un medidor crítico que pone de manifiesto si existe o no un interés real que permita reducir los impactos asociados a la actividad de cualquier empresa.

En función de estos campos evaluados así como de la información asociada, la entidad ha obtenido en este bloque una puntuación de 8 sobre 10, mostrando además los siguientes campos de actuación:

Aspectos positivos:

- La directiva de la entidad se encuentra sensibilizada en relación a la adopción de nuevas medidas de carácter ambiental, lo que sirve de motor de cambio.
- Se evita en la medida de lo posible la deposición en vertedero o incineración de los residuos, tratamientos finalistas que impiden la circularidad de los materiales.
- Empresa Calzado es proactiva a la hora de promover nuevas medidas de mejora de la calidad ambiental en sus instalaciones y productos.
- Se tiene muy en cuenta a los trabajadores de la empresa como parte proactiva a la hora de proponer nuevas soluciones así como la realización de formaciones específicas en materia de medio ambiente.

Aspectos a mejorar:

- Implementar un sistema de compensación que permita a la empresa ser neutra o negativa en relación a las emisiones de carbono emitidas como parte de su actividad, priorizando en ellas los procesos de reforestación de espacios degradados.
- No se tienen identificadas cuales son las principales barreras que dificultan la adopción de estas medidas y por lo tanto es más difícil adaptarse a las necesidades de la empresa así como a la normativa vigente y futura.
- Establecer una estrategia para obtener alguna de las certificaciones ambientales relacionadas con el buen uso en la gestión de recursos y/o residuos.

- Gestión de la innovación

En la actualidad, todas las empresas están sometidas a un proceso obligatorio de cambio constante, todas aquellas que se estancan y que optan por la estrategia de no innovar, acaban siendo desplazadas por la competencia a un segundo plano que en numerosas ocasiones acaba con la propia actividad de la entidad.

Desde el punto de vista de la innovación Empresa Calzado cuenta con un proceso de cambio continuo basado en las necesidades del mercado y de la estrategia de la empresa. Esta estrategia es consecuencia de muchos años de reinversión y adaptación del modelo de negocio, lo que ha desembocado en un profundo conocimiento interno que parece dotar a la empresa de personalidad propia y por lo tanto de la capacidad de responder a los cambios externos.

Con el objetivo de medir por lo tanto el grado de innovación de la entidad así como el nivel de actualización de los responsables de la entidad, se han tomado datos referentes a la aplicación de nuevas prácticas de negocio y a la asignación e identificación de responsables de I+D encargados de ofrecer nuevas soluciones adaptadas así como mantenerse informados de las tendencias del mercado.

Además, dentro de este apartado se ha tenido muy en cuenta el hecho de que la empresa tenga una filosofía de identificación y acceso a las diferentes fuentes de financiación pública existentes asociadas a convocatorias de I+D+i, ya que estas suelen ofrecer a las empresas los fondos económicos que son necesarios para acometer los cambios, en campos como la digitalización avanzada, el desarrollo de proyectos de investigación en Economía circular o la creación de nuevos productos.

Tras analizar los resultados de este último bloque, en el cual se ha obtenido una puntuación de 10 sobre 10, se puede concluir que Empresa Calzado es una empresa muy innovadora y con un carácter altamente disruptivo que intenta gestionar correctamente las oportunidades de innovación asociadas a su bloque profesional disponibles y que dedica los recursos necesarios para mantenerse a la vanguardia del cambio.

Con el objetivo de estar actualizados totalmente en oportunidades como los fondos europeos asociados al Plan de Recuperación “España Puede”, se recomienda dedicar a Empresa Calzado un plus de atención a las líneas de este bloque relacionadas con la creación de nuevos modelos de negocio sostenibles así como fomentar la implantación de procesos complejos de digitalización y eficiencia energética en grandes empresas.

1.2 Aplicación de medidores de circularidad (V1)

Una vez definidos los parámetros que componen el medidor CIAI, se introducen y calculan los valores de Empresa Calzado con el objetivo de medir el grado de circularidad de la empresa, obteniéndose el siguiente resultado (escala 0-1):

CIAI= 0,102

Al tratarse de un resultado en escala 0-1, el valor obtenido es relativamente bajo. Esto se debe a varios factores que se indican a continuación:

- La metodología seguida para evaluar este dato consiste en evaluar desde un punto de vista crítico y real el grado de circularidad de la empresa, es decir, busca ofrecer resultados y puntos de mejora que vayan más allá del “greenwashing”, por lo que obtener una puntuación alta es relativamente complicado.
- Por otro lado, Empresa Calzado es una empresa cuyo producto principal tiene una tasa de recuperación muy baja (solo el 3,3% de los materiales utilizados proceden de recuperación o reciclaje), ya que pocas de las prendas textiles que pone a la venta son recuperadas o recicladas. Además, para la creación en terceros países de estas prendas se utiliza exclusivamente material de nueva creación/extracción.
- Este medidor no solamente tiene en cuenta los valores asociados a la gestión de recursos y residuos, si no que mide también otros conceptos como el uso frecuente de vuelos comerciales asociados a la actividad de la empresa. Si bien es cierto que este parámetro podría escapar de un análisis de circularidad normal, los combustibles necesarios para el empleo de este tipo de transporte no dejan de ser un recurso natural explotado cuyo residuo principal (las emisiones de CO₂) tiene un impacto global más que demostrado.
- Como complemento a estos valores, este medidor también propone la inclusión de otras variables ya medidas durante la fase anterior, como es el caso de los valores obtenidos en los campos de la gestión de la innovación y la estrategia interna de la empresa. Una vez más, se trata de parámetros difíciles de medir y sobre todo de incluir dentro de un indicador de circularidad. En este caso, a pesar de tener un valor relativamente modesto (10% del total), se considera que su inclusión debe ser de carácter obligatorio, ya que, a la hora de crear nuevos modelos de producción más sostenibles, contar una estrategia y capacidad de cambio eficientes es un punto clave y crítico para cualquier empresa que desee transformar su modelo siguiendo la filosofía propuesta por el modelo circular.

1.3 Análisis de Ciclo de vida

Para este caso práctico no se ha llevado a cabo ACV.

2. Propuestas y puntos de mejora

2.1 Aplicación del concepto *Re-Resolve*

En este punto se van a identificar una serie de medidas que intentarán aumentar el grado de circularidad obtenido, buscando un modelo de desarrollo de negocio a través de la mejora ambiental.

Para ello, se va a aplicar el concepto autodenominado como *Re-Resolve* en aquellos puntos del proceso susceptibles de la mejora ambiental de Empresa Calzado. De esta manera, cada uno de ellos será analizado de una forma exhaustiva, para así poder identificar qué puntos de la cadena de producción pueden verse optimizados desde un punto de vista de producción más sostenible.

A continuación, se presentarán las medidas, autodenominadas como E-Action, a tomar dentro del ámbito empresarial y su interrelación con la aplicación del modelo de economía circular en su día a día.

Tabla 1. Puntos de impacto entre las medidas E-action y los bloques Re-Resolve en la Empresa Calzado

E-action	<i>Reduce</i>	<i>Regenerate</i>	<i>Share</i>	<i>Optimise</i>	<i>Loop</i>	<i>Virtualise</i>	<i>Exchange</i>
<i>Promover la circularidad de los productos</i>	X			X			
<i>Estrategias corporativas circulares</i>	X			X	X		
<i>Vida útil del producto</i>	X			X			
<i>Diseño para cerrar el círculo</i>	X	X		X	X		
<i>Nuevos modelos de negocio</i>	X			X	X	X	
<i>Nueva cultura empresarial</i>	X			X			
<i>Oportunidades de financiación</i>	X	X	X	X	X	X	X

<i>Acciones de compensación</i>		X					
<i>Imagen corporativa</i>							

Promover la circularidad de los recursos

Promover la circularidad de los recursos, directos e indirectos para el desarrollo del producto final es uno de los principales objetivos en la estrategia para instaurar la Economía circular, cuyo objetivo es que el valor de los recursos utilizados se mantenga en el ciclo de vida útil durante el mayor tiempo posible, reduciendo así al mínimo la generación de residuos no aprovechables. Se actúa así a favor de la durabilidad y aumento de la vida útil de los materiales y productos, de la reparación, reutilización de recursos y del reciclado de los residuos.

Cuando se habla de recursos, se hace en un sentido amplio, siendo todo aquello que permita generar valor y satisfacer ciertas necesidades dentro del proceso productivo, la actividad comercial o industrial de una empresa, por ejemplo. Se está refiriendo entonces, tanto a recursos materiales como inmateriales tipo la energía, las personas, la información o el territorio.

De esta manera, lograr aumentar la mejora en el uso de los recursos empleados en la producción llevada a cabo por parte de Empresa Calzado tendría efectos directos en el incremento de la circularidad de la empresa, ya que reduciría la cantidad de residuos generados como consecuencia de su actividad, ello favorecería su reintroducción dentro del ciclo de producción y optimizaría los gastos asociados a toda la creación del producto textil de la entidad.

Este proceso podría llevarse a cabo a través del estudio e introducción de un nuevo sistema que permitiese identificar potenciales materiales más sostenibles en su producción (*Reduce*) cuya producción en origen se llevase a cabo de manera responsable y con el menor impacto ambiental posible (*Optimise*).

Estrategias corporativas circulares

La implementación de la economía circular en las empresas busca la reducción en el uso de materiales, sustituyéndolos con productos fácilmente actualizables y duraderos o productos hechos con recursos renovables y/o a través de procesos de recuperación de recursos.

Para adoptar la estrategia de Economía circular, las empresas deben involucrar e integrar dentro de su modelo estratégico y en todas las funciones comerciales esta filosofía

mediante la implementación de cadenas de suministro circulares y coordinar tanto el flujo de material como de información, además de los enfoques de diseño de productos hacia su reaprovechamiento. También deberán considerar la Directiva Marco de Residuos de la UE y su jerarquía de residuos, lo que permite identificar las principales prácticas genéricas que las empresas deben implementar en sus estrategias corporativas circulares:

- Disponer y renovar anualmente alguna de las certificaciones actuales en el marco de la gestión reducción de residuos, poniendo el foco en desarrollar aquellas acciones que acerquen a la empresa al objetivo de maximizar la recuperación de materiales (*Loop*)
- Reutilizar/redistribuir: Promover estrategias internas y de desarrollo de negocio que busquen utilizar varias veces a través de procesos de recuperación) o también redistribuir a nuevos usuarios aquellos subproductos que aún pudieran ser reutilizados (*Reduce, Optimise*).

Vida útil del producto

Uno de los puntos principales de la EC es prolongar la vida útil del producto para así evitar generar más residuos a la par que se reducen los impactos asociados a los puntos de extracción. Para conseguir que estos materiales permanezcan el máximo tiempo posible dentro del ciclo de vida de uso, se debe tener en cuenta una serie de factores, principalmente los asociados al ecodiseño.

Este concepto puede definirse como las “acciones orientadas a la mejora ambiental del producto en la etapa inicial de diseño, mediante la mejora de la función, selección de materiales menos impactantes, aplicación de procesos alternativos, mejora en el transporte y en el uso, y minimización de los impactos en la etapa final de tratamiento”.

Una vez que se ha visto que el núcleo de negocio de la empresa es poner en el mercado productos que cuya vida útil es larga, debido a su apuesta por la calidad de los tejidos utilizados para el calzado, las principales acciones que se proponen este campo irían dirigidas a:

- Reacondicionamiento/remanufactura: Implementar un "proceso estético" de reacondicionamiento (*Optimise*) que permita a determinadas prendas el cambio de componentes individuales, prologando así la vida útil de estos productos. Se tiene constancia que en las siguientes anualidades la entidad ha dado comienzo al proyecto *Recrafted*, el cual busca justamente dar una segunda vida a los materiales utilizados para la creación de calzado.
- Estudio de nuevos tejidos: Identificación de materiales más sostenibles que aumenten la durabilidad y uso de todas las prendas, logrando así no solamente

un aumento de la vida útil del producto sino también un menor impacto ambiental en la extracción de recursos (*Reduce*).

Diseño para cerrar el círculo

En la actualidad, una vez un producto llega al fin de su vida útil, de manera casi inevitable este es desechado. Nace ahí la importancia de aunar todos los conceptos anteriormente explicados para así lograr un fin de vida que permita recuperar los materiales que constituyen el producto final. En este punto, una vez más, tiene importancia los procesos de ecodiseño realizados al inicio del planteamiento del producto, ya que procesos como hacerlo desmontable o permitir mecánica o químicamente recuperar los materiales utilizados, haría completar el círculo que se pretende lograr en la implantación del modelo de economía circular.

- Reciclar: Reducir los materiales básicos necesarios y reutilizar la mayor parte de ellos para generar nuevos productos (*Reduce, Optimice, Loop*).
- Cascadas: Implementar procesos que fomente el cierre del ciclo biológico para que el material/recurso orgánico utilizado regrese como nutriente al suelo (*Regenerate*).
- Procesos inversos: Pueden implicar sistemas de circuito cerrado, donde los materiales o productos se devuelven a los fabricantes originales, o sistemas de circuito abierto cuando los bienes al final de su vida útil son recuperados por otras partes (*Loop*).

Nuevos modelos de negocio

Los nuevos modelos de negocio basados en la economía circular deben garantizar que los materiales se retengan dentro del uso productivo, en un estado de alto valor, durante el mayor tiempo posible.

La economía circular busca remodelar los sistemas económicos y empresariales para que los productos se "diseñen" a partir de las necesidades humanas reales y su adaptación a los recursos disponibles.

Para crear un nuevo modelo de negocio basado en la economía circular Empresa Calzado debería tener en cuenta los puntos siguientes:

- Obtener productos y materiales ya puestos en el mercado, para evitar su extracción de fuentes naturales (*Reduce, Optimise*).
- Crear valor para los clientes agregando más soluciones sostenibles a los productos y materiales existentes (*Loop*).

- Ser responsables con los procesos de producción, lo que conlleva la implantación de directrices de responsabilidad a la hora de desarrollar los planes de negocio de la entidad, así como dirigir los procesos de producción a un nivel más local, en lugar de producirse en terceros países, reduciendo así las emisiones asociadas al transporte a la vez que se cumple con una normativa ambiental más estricta (*Reduce*).
- Creación de nuevos negocios virtuales (*Virtualise*) que fomenten el préstamo/alquiler de calzado por un periodo temporal, evitando así su compra y ayudando a que una sola pieza tenga muchos más usos por parte de un número mayor de usuarios.

Nueva cultura empresarial

La falta de conocimiento en las empresas es uno de los problemas más importantes a la hora de implantar el modelo de economía circular. Los principales problemas a nivel empresarial, derivados de una baja concienciación ambiental del personal pueden suponer:

- Un incremento de los costes energéticos, de materiales y de recursos derivados de consumos innecesarios.
- Incremento de la probabilidad de accidente ambiental por vertidos, incendios u otros desastres ambientales.
- Baja optimización de los procesos productivos en relación al uso de recursos.
- Ratios de generación de residuos elevados y aumento de los costes de gestión.

Por esta razón, se hace necesario fomentar la sensibilización ambiental del personal. Este cambio puede llevarse a cabo a través de diferentes procesos formativos en los que se informa a las personas que forman parte de la empresa, de conceptos como las problemáticas ambientales actuales o aquellas más relacionadas con su puesto de trabajo. Para ello, podrían establecerse diferentes sesiones participativas en las que se identifiquen los impactos ambientales derivados de la actividad de cada departamento de Empresa Calzado. Con el objetivo de instaurar mejores prácticas en el día a día del puesto de trabajo estas sesiones podrían acompañarse de la creación de grupos de trabajo interno que velasen por el cumplimiento de las normativas ambientales y que por lo tanto desembocasen en una reducción de los efectos negativos anteriormente mencionados (*Reduce, Optimice*) así como en el aumento del bienestar general al saberse partícipes de iniciativas de cuidado y mejora ambiental en la empresa.

Finalmente, estas reuniones podrían también utilizarse como taller de ideas de negocio que ofreciesen a la entidad otras oportunidades pendientes de explorar y que a la vez ayudase a los colaboradores a sentirse aún más integrados en su día a día al verse tenidos en cuenta.

Debe señalarse no obstante que Empresa Calzado tiene poco rango de mejora en este punto, ya que como ha indicado la propia empresa, esta es muy proactiva a la hora de contar con la participación del personal propio en este tipo de actividades.

Oportunidades de financiación

Según la fundación Ellen MacArthur, desde 2016, se ha multiplicado por diez el número de fondos de mercado privados, incluyendo el capital riesgo, el capital privado y la deuda privada, que se invierten en actividades de economía circular. Una tendencia similar se observa en los préstamos bancarios, la financiación de proyectos y los seguros.

Por ejemplo, entidades como Intesa Sanpaolo han lanzado un instrumento de crédito de 5 mil millones de euros (6 mil millones de dólares) asociados a la aplicación del modelo de EC, mientras que el Banco Europeo de Inversiones se ha asociado con cinco de los mayores bancos e instituciones nacionales de fomento de Europa para lanzar una iniciativa de préstamo e inversión de casi 12 mil millones de dólares dedicada a la economía circular.

Además, no debe olvidarse que la implementación y apoyo de puestos de trabajo relacionados con la economía verde es uno de los pilares asociados a los fondos de recuperación procedentes de Europa como consecuencia de la crisis producida por el COVID-19, los cuales suponen un total de 140.000 millones de euros, de los cuales, el 39% irán dirigidos a fomentar nuevas políticas verdes en todo el tejido administrativo e industrial de España, cantidad en la cual todos los aspectos relacionados con la economía circular así como los proyectos asociados, tendrán un partida de gasto asociada muy importante que se reflejará en la publicación de diferentes convocatorias. En el apartado de seguimiento y financiación de este documento, se ofrecen diferentes líneas de ayudas, tanto nacionales como europeas, destinadas a proyectos de transformación verde y desarrollo de nuevos modelos de negocio más sostenibles que pueden afectar a cualquiera de los bloques que componen el concepto *RE-RESOLVE*.

Acciones de compensación

La legislación española hace tiempo que exige la reparación de los daños que causan proyectos que son plenamente lícitos y que deben ser autorizados. En el caso de las actividades diarias de carácter empresarial, a nivel estatal, no es obligatorio el desarrollo de medidas de puntos y acciones de compensación de estas actividades, así como de las emisiones de GEI asociadas a las mismas. En la actualidad, el MITECO ya tiene habilitado un sistema de registro de huella de carbono en su página web, donde las entidades que lo deseen pueden registrar sus datos de manera totalmente voluntaria (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2021) . Se espera por lo tanto que, a lo largo de un par de años, esta norma sea de carácter obligatorio para todo el territorio nacional.

Se trata de una medida que ha tenido una buena aceptación, y que además ha desembocado en la creación de pequeñas microempresas que ayudan al resto de tejido empresarial a adaptarse a esta nueva situación. Se trata de una medida legislativa que debía de haberse implantado hace mucho tiempo, pero que ahora ayudará a controlar y reducir los impactos de las empresas en el medio ambiente. En este sentido, implantar las propuestas descritas en este documento, ayudaría a la entidad, ya sea de manera directa o indirecta, a reducir su huella de carbono procedente de su actividad. Así mismo, sería muy interesante llevar a cabo un estudio interno donde se analizaran las cantidades exactas de GEIs procedentes de los centros administrativos y de producción de la entidad, para posteriormente llevar a cabo las medidas de compensación.

Existen varias vías para alcanzar el estado de neutralidad o incluso de negatividad en cuanto a la emisión de gases por parte de una empresa. Una de ellas, quizá la más conocida, es invertir en el emprendimiento de acciones climáticas a través de la financiación y apoyo a proyectos sostenibles. Esta opción puede resumirse en el hecho de que una empresa privada, ofrece un aporte económico para que se ejecuten diferentes proyectos que desemboquen en una reducción de emisiones.

Como alternativa a esta solución, también pueden llevarse a cabo otras acciones que también ayudan a reducir y minimizar este impacto, por ejemplo, a través de reforestaciones llevadas a cabo en zonas devastadas, se puede conseguir una reducción anual muy considerable, ya que los propios árboles actúan como sumidero de carbono durante decenas de años. A modo de ejemplo de entidades con las que se puede contactar, se encuentra el grupo de Bosques sostenibles o *Reforesta*, cuya actividad se centra en recuperar diferentes espacios seriamente dañados a lo largo de toda España, lo que permite ver los efectos de esta acción a nivel local. Teniendo en cuenta que la actividad principal de Empresa Calzado depende de manera directa o indirecta de la existencia de plantaciones que alimenten a los animales de los cuales extraen el cuero para el calzado producido sería muy interesante establecer planes internos enfocados a la reforestación y explotación sostenible de aquellas áreas de extracción de recursos (*Regenerate*).

Imagen corporativa

La preocupación de la sociedad actual por el medioambiente y la sostenibilidad cada vez es mayor y esto se ve reflejado en la actitud de los clientes, quienes son más conscientes y tienen en cuenta criterios relacionados con la sostenibilidad a la hora de llevar a cabo elecciones de clientes y proveedores. Esta nueva consciencia no debería pasar desapercibida por las grandes empresas ya que contar con valores sociales y sostenibles adecuados puede llegar a generar muchos beneficios, tanto económicos como ambientales. De esta manera, dentro del modelo de negocio llevado a cabo por Empresa Calzado se ha visto como la entidad cuida de manera general muchos de los aspectos relacionados con el mantenimiento del medio ambiente a nivel interno, especialmente a través de las acciones como la implantación de políticas internas para la reducción de plásticos asociada a la actividad empresarial o la creación de redes empresariales que

facilitan la puesta en marcha de mejoras ambientales. Además, la entidad cuenta con una directiva muy proactiva e interesada en hacer evolucionar la empresa hacia un modelo de negocio aún más responsable.

No se ha identificado ninguna mejora significativa que pueda resultar de impacto dentro de la imagen corporativa, ya que la entidad plasma de manera clara su filosofía en todas sus comunicaciones y publicaciones.

2.2 Resultados de la aplicación de medidas *Re-Resolve* en los indicadores de circularidad

En este último punto del tercer apartado, se busca llevar a cabo una simulación que permita evaluar el grado de avance en la aplicación de medidas relacionadas con la economía circular que Empresa Calzado podría obtener en el caso de aplicar todas las medidas de mejora propuestas. Para evaluar este avance, se han trasladado estos nuevos “valores teóricos” tanto a las fórmulas de cálculo utilizadas tanto en el cuestionario inicial (Anexo I) , como al medidor CIAI. Estos nuevos valores se añaden teniendo en cuenta un escenario real, es decir, se proponen teniendo en cuenta el modelo de negocio de la empresa, una estimación de los costes que estas medidas podrían conllevar, así como la capacidad técnica real de llevar a cabo su ejecución.

A continuación se estudia la potencialidad en los dos escenarios indicados.

Efectos y resultados de la aplicación de medidas en el cuestionario inicial

- Estado general de la empresa. Como se ha comentado anteriormente, los principales puntos de mejora que se han identificado en este primer bloque están relacionados con el cambio de proveedor energético hacia una entidad local 100% renovable, la obtención de certificados relacionados con el uso de los recursos así como reducir el uso de vehículos y viajes en avión de la empresa. Para mejorar los datos, se propone llevar a cabo las siguientes acciones:
 1. Contratar proveedores de energía 100% renovable, a poder ser cooperativas de consumo energética o similar, ya que su impacto en el medio es menor, mientras que el soporte técnico es el mismo que el ofrecido por las grandes empresas.
 2. Reducir un 90% los viajes de empresa y fomentar el uso de herramientas digitales para llevar a cabo reuniones con clientes y proveedores.
 3. Disponer de alguna de las ISO ambientales actuales que mejor regulan el estado ambiental de una empresa y que denotan mayor compromiso en el uso de recursos, como la ISO 14001.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

9,5

- Materiales y procesos. En este apartado se evaluó el grado de circularidad asociado al tipo de recursos requeridos por Empresa Calzado para el desarrollo de su negocio así como los porcentajes de reciclabilidad de los productos desarrollados. Como se indicó en el apartado 2.1, en este bloque se detectaron mejoras potenciales sobre el origen de los materiales adquiridos, el porcentaje de reciclabilidad de los productos finales así como en la localización de sus proveedores habituales. Se proponen por lo tanto las siguientes medidas de mejora:
 1. Aumentar el % de materiales reciclados adquiridos para el desarrollo de productos hasta el 30% del total de los tejidos.
 2. Incrementar hasta el 20% la cantidad de materiales que puede reciclarse respecto al total producido.
 3. Disponer de al menos un centro de producción local que lleve a cabo el desarrollo de del producto final, consiguiendo así reducir las emisiones asociadas al transporte de materiales y apostando por el empleo local.
 4. Aumentar la compra de materiales procedentes de fuentes con certificado ambiental demostrado.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

6,5

- Gestión de residuos. En este tercer aspecto del cuestionario, se llevó a cabo la evaluación de los procesos internos de gestión y producción de residuos, tanto de aquellos procedentes de la actividad profesional y puesta en el mercado de producto como de aquellos generados de manera indirecta por los trabajadores de Empresa Calzado. Tras el análisis de resultados iniciales se propone la implantación de las siguientes medidas a tomar por parte de la empresa:

1. Disponer de alguna de las certificaciones asociadas a la gestión de residuos como el certificado de “Economía circular” o el de “Residuo Cero”.
2. Ampliar el número y distribución de los contenedores de recogida y separación, ofreciendo a los empleados la posibilidad de separar al menos material orgánico, plásticos, papel y cartón, vidrio y residuos electrónicos. Sería además muy beneficioso que la materia orgánica separada se dedicase a procesos de compostaje en cercanía.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

8,9

- Estrategia interna. En este bloque se han evaluado todos aquellos aspectos que relacionan la estrategia de negocio establecido en la entidad y su relación e implicación a la hora de apostar por la implantación de medidas circulares en Empresa Calzado. A pesar de haber obtenido una puntuación inicial muy alta (8 sobre 10) en este baremo, se han identificado algunas acciones a emprender por la empresa que la ayudarían a incrementar este valor:
 1. Desarrollar un plan de reducción y compensación de emisiones anual en colaboración con pequeñas empresas que ofrezcan soluciones de restauración y recuperación de ecosistemas. La entidad debería intentar ser neutra en carbono en 2025.
 2. Establecer una estrategia para obtener alguna de las certificaciones ambientales relacionadas con el buen uso en la gestión de recursos y/o residuos como el certificado Residuo Cero o el de Economía circular.
 3. Identificar y solventar cuáles son las principales barreras que dificultan la adopción de las medidas propuestas en este informe para adaptarse a las necesidades de la empresa así como a la normativa vigente y futura.

Siguiendo la misma algoritmia ya utilizada en el cuestionario, el resultado obtenido sería el siguiente:

9,4

- Gestión de la innovación y el cambio. Entendiendo la innovación como un motor que favorezca el cambio hacia lo positivo y que en este caso, ayude en la transformación y evolución de los procesos que definen la actividad de Empresa Calzado, la entidad ha obtenido la máxima puntuación posible en este campo por lo que no hay rango para la propuesta de mejoras más allá de animar a la entidad que prosiga en esta estrategia.

A continuación se ofrece en la tabla 2 una comparativa entre los resultados obtenidos inicialmente y el valor obtenido con la potencial aplicación de las medidas propuestas:

Tabla 2. Comparativa de resultados iniciales y potenciales en el cuestionario general de Empresa Calzado

COMPARACIÓN DE RESULTADOS ASOCIADOS AL CUESTIONARIO GENERAL DE LA EMPRESA		
Bloque	Puntuación inicial	Puntuación potencial
B1. Estado general de la empresa	4,0	9,5
B2. Materiales y procesos	3,7	6,5
B3. Gestión de residuos	5,1	8,9
B4. Estrategia interna	8,0	9,4
B5. Gestión de la innovación y el cambio	10	10
Puntuación media	6,2	8,9

Analizando esta comparativa de resultados, se puede ver como la media potencial de mejora es de 2,7 puntos superior a los datos obtenidos. Se han encontrado muchas opciones de mejora que cuentan con una gran impacto, sobre todo en los apartados 1,2 y 3, por lo que se recomienda prestar especial atención a los mismos en el caso de desear obtener una mejora sustancial de la empresa en el presente ámbito de estudio.

Efectos y resultados de la aplicación de medidas en el indicador de circularidad CIAI

Como ya se ha indicado en apartados anteriores, los indicadores o medidores de circularidad son fórmulas matemáticas que recogen diferentes datos asociados a los procesos de una entidad o lugar determinado y que buscan ofrecer información sobre el grado de aplicación de medidas circulares. En base a la fórmula ya descrita en el medidor CIAI, se han aplicado los valores de potencial mejora anteriormente descritos y que a su vez se encuentran relacionados de manera directa o indirecta con el concepto de *Re-Resolve*, por lo que se espera que, con esta propuesta de cambios, Empresa Papelera

incrementase el valor ofrecido por su medidor. Con estos resultados de medición, Empresa Calzado estaría en disposición de aumentar significativamente el valor ofrecido por el medidor CIAI, obteniendo la siguiente puntuación:

0,309

Si se compara con el resultado obtenido en las condiciones actuales (0,102), se puede ver como el potencial incremento del medidor unas 3 veces mayor. Ello es debido a que la fórmula propuesta es muy sensible a la hora de incluir medidas de impacto real, por lo que adoptar las soluciones propuestas multiplica el grado de circularidad ya calculado. De esta manera se anima a las entidades a llevar a cabo todas aquellas mejoras que desemboquen en un aprovechamiento mayor de los recursos así como en una reducción del impacto final asociado a su actividad económica.

3. Seguimiento y financiación

En este cuarto y último apartado se intenta ofrecer un escenario teórico y completo que ofrezca a la entidad una hoja de ruta para la implantación de nuevos procesos empresariales que desemboquen en un aumento del grado de circularidad y por consiguiente del cuidado del medioambiente.

Tras el estudio de la empresa, se han detectado prácticamente las mismas coincidencias mostradas en el Anexo II asociadas a los apartados de propuesta de proyectos, líneas de financiación y certificación.