



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Evaluación del desempeño ambiental en la economía circular:  
revisión sistemática.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

**AUTORES:**

Cahuata Mamani, Sharmely Yosanira (orcid.org/0000-0001-9472-6803)

Uska Marquez, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-7649-7119)

**ASESOR:**

Mgtr. Garzon Flores, Alcides (orcid.org/0000-0002-0218-8743)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Este trabajo se lo dedico a mis familiares y amistades cercanas que de alguna manera participaron en mi formación académica y me mostraron el camino para ser mejor persona cada día.

Uska Marquez, Jorge Luis

Este trabajo se lo dedico a mi Madre quien me motivo constantemente a lograr mis objetivos y con mucho sacrificio logro mi formación académica y profesional.

Cahuata Mamani, Sharmely Yosanira

## **Agradecimiento**

A mis padres, hermanos por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera profesional.

A mi asesor: Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfán, quien me brindo su valioso tiempo, orientación y guía para la consecución del presente trabajo.

A la Universidad Cesar Vallejo, quien me dio la oportunidad de consolidarme como profesional.

Uska Marquez, Jorge Luis

Primeramente, agradezco a la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, por haberme aceptado ser parte de ella y así poder concluir con la obtención de mi título profesional.

Agradezco también a mi asesor: Dr. Eduardo Ronald Espinoza Farfan, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad, conocimiento científico y la paciencia que me brindo para guiarme durante todo el desarrollo de este proyecto.

Cahuata Mamani, Sharmely Yosanira

## Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de Contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	13
3.3. Escenario de estudio	14
3.4. Participantes	15
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.6. Procedimientos	16
3.7. Rigor científico	17
3.8. Método de análisis de información	17
3.9. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
V. CONCLUSIONES	38
VI. RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS	40

## Índice de tablas

Tabla Nº 1. Matriz de categorización apriorística

13

## Índice de figuras

Figura N° 1. El proceso de revisión siguiendo las directrices PRISMA (Moher et al., 2009)	15
--	----

## Resumen

Respecto a la Economía Circular (EC), han surgido numerosos “indicadores de circularidad” que miden el flujo de material o el valor reciclado de un sistema (por ejemplo, producto o nación). Sin embargo, si su implementación es para mejorar el desempeño ambiental de la sociedad, la acción debe basarse en evidencia científica y cuantificación o puede correr el riesgo de impulsar la "*circularidad por el bien de la circularidad*". Esta investigación tuvo como objetivo revisar la literatura reciente sobre economía circular que se centra en evaluar las implicaciones ambientales de la circularidad de productos y servicios. Para ello se dividieron los niveles del sistema en micro (nivel de producto), meso (polígono industrial/simbiosis) y macro (nivel nacional o de ciudad). Una revisión de la literatura de alcance explora los métodos de evaluación y los indicadores en cada nivel. Los resultados sugieren que pocos estudios comparan los indicadores de circularidad con el desempeño ambiental o vinculan los indicadores de circularidad entre los niveles de la sociedad. Sin embargo, existen herramientas adecuadas en cada nivel (por ejemplo, evaluación del ciclo de vida (ECV) a nivel micro y análisis de entrada y salida multirregional (AESM) a nivel macro) para proporcionar la capacidad de evaluar y rastrear adecuadamente el desempeño de EC si se coloca dentro de un marco adecuado. A nivel meso, la simbiosis industrial continúa creciendo en potencial, pero es necesario seguir investigando sobre la evaluación de su contribución a la mejora ambiental. El marco de necesidades/funciones de la sociedad ofrece un vínculo prometedor de nivel meso para unir los niveles micro y macro para la evaluación, el seguimiento y el establecimiento de umbrales.

**Palabras clave:** Economía circular, evaluación ambiental, evaluación del ciclo de vida, indicadores de circularidad

## Abstract

With respect to the Circular Economy, numerous "circularity indicators" have emerged that measure the flow of material or the recirculated value of a system (e.g., product or nation). However, if its implementation is to improve the environmental performance of society, the action must be based on scientific evidence and quantification, or it may run the risk of promoting "circularity for the sake of circularity". This research aimed to review the recent literature on circular economy that focuses on assessing the environmental implications of the circularity of products and services. For this, the system levels were divided into micro (product level), meso (industrial polygon/symbiosis) and macro (national or city level). A review of the scope literature explores evaluation methods and indicators at each level. The results suggest that few studies compare circularity indicators with environmental performance or link circularity indicators between levels of society. However, appropriate tools are available at each level (e.g., micro-level life cycle assessment and multi-regional input and output analysis (macro level)) to provide the ability to properly assess and track circular economy performance if placed within an appropriate framework. At the meso level, industrial symbiosis continues to grow in potential, but further research is needed on assessing its contribution to environmental improvement. The society's needs/functions framework provides a promising meso-level link to link the micro and macro levels for assessment, monitoring and threshold setting.

**Keywords:** Circular economy, life cycle assessment, environmental assessment, circularity indicators



## I. INTRODUCCIÓN

La idea de la economía circular está ganando cada vez más atención a escala mundial y ha captado el interés de muchos ámbitos académicos, como la sostenibilidad, la empresa y la economía. Tanto los gobiernos como el mundo académico y las empresas sienten ahora interés por implantar la EC.

En la actualidad, las empresas, el mundo académico y los gobiernos están realizando importantes esfuerzos para implantar la EC.

China ha incorporado los principios de la EC a la constitución nacional (a través de la Ley de Promoción de la Economía Circular de 2008) y ha publicado objetivos de EC (Geng et al. 2012). La idea de la EC también se ha impulsado en Europa como medio para mejorar el rendimiento económico y medioambiental de las sociedades industrializadas (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Los académicos, los responsables políticos y la comunidad empresarial le han prestado mucha atención (Fundación Ellen MacArthur, 2015; Comisión Europea, 2018). La EC está ganando terreno en muchos países, y la Unión Europea (UE) tiene la visión de ser una economía circular y ofrece una solución al típico modelo de "fabricar para fabricar" (Lazarevic y Valve 2017).

Se puede promover una innovación sostenible eficaz cuando las actividades de una empresa se dirigen a abordar problemas sociales y medioambientales (Helander et al. 2019). La innovación orientada a la sostenibilidad ha evolucionado desde las ecoinnovaciones, que tienen en cuenta principalmente las preocupaciones medioambientales, hasta la necesidad de orientar las actividades empresariales hacia la sostenibilidad a través de la innovación (Merli, Preziosi y Acampora 2018). La innovación centrada en la sostenibilidad implica cambiar las organizaciones, los procesos y los productos para generar valor tanto económico como social (Lazarevic y Valve 2017). Para lograr un crecimiento sostenible, promueve

el cambio de procedimientos y métodos de funcionamiento (Saidani et al. 2019).

Aunque poner en práctica los principios circulares por sí solos tiene ventajas, Kirchherr, Reike y Hekkert (2017) sostienen que las verdaderas ventajas de la circularidad provienen de su interacción con la innovación centrada en la sostenibilidad. Según Kirchherr, Reike y Hekkert (2017), adoptar determinados principios circulares -como hacen algunas empresas- no siempre supone un cambio de paradigma para la empresa. Por el contrario, les impide beneficiarse de la circularidad. Sin embargo, al utilizar un proceso continuo para mejorar el uso eficiente y eficaz de los recursos, la EC puede ofrecer la base para aplicar plenamente la innovación orientada a la sostenibilidad (Helander et al. 2019). Esto se debe al hecho de que la combinación de prácticas basadas en la sostenibilidad con las prácticas de innovación utilizadas actualmente fomenta la innovación centrada en la sostenibilidad (Saidani et al. 2019).

55 indicadores cíclicos y 63 indicadores cíclicos (tanto a nivel de producto como a nivel macro) han aumentado recientemente. Según Sayani et al., la mayoría evalúa el valor material o duplicado como indicador del impacto ambiental (2019). El peligro de tales métricas, a las que nos referimos como "circularidad por la circularidad", es que pueden fomentar acciones que aumenten la circularidad sin mejorar necesariamente el rendimiento medioambiental. Además, en la actualidad hay escasas pruebas de que las decisiones a nivel de empresa (por ejemplo, crear sistemas para bienes y servicios) y los elementos realizados para promover la circularidad (por ejemplo, alargar la vida útil del producto o hacerlo más reciclable) hayan mejorado el rendimiento medioambiental, especialmente si se consideran en los términos más amplios (Tukker 2015).

Esto incluye los efectos cíclicos de los bienes y servicios, así como los posibles macroefectos, como los efectos de retroalimentación (una mayor productividad de los productos conduce a efectos más fuertes a nivel macro).

En los distintos niveles del sistema, existen numerosas metodologías de evaluación medioambiental que pueden utilizarse, pero no está claro cuáles son las mejores ni cómo pueden emplearse conjuntamente. De hecho, como ya se ha mencionado, un análisis reciente de la literatura económica no encontró ninguna relación entre la profundidad de análisis o de observación (Saidani et al. Ghisellini, Cialani, y Ulgiati 2016, 2019).

Teniendo en cuenta estos antecedentes, el problema general y los problemas específicos de la investigación se formularon a partir de la realidad problemática presentada. El problema general de investigación fue: ¿Cuáles son los métodos de evaluación ambiental de la AE en los niveles micro, medio y macrosistema? Los problemas específicos de la investigación fueron:

- PE1: ¿Se tiene en cuenta el impacto medioambiental de la CE a todos los niveles?
- PE2: ¿Qué conexiones existen entre el impacto ambiental y los indicadores de transición?
- PE3: ¿Pueden ser coherentes las técnicas de evaluación ambiental utilizadas en los distintos niveles del sistema?
- PE4: ¿Qué efectos tendrá la evaluación de la transición de la CE?

Revisar la bibliografía sobre la evaluación ambiental de la CE a nivel micro, meso y macrosistema, así como la forma de incorporarla al proceso de seguimiento y evaluación, fueron los principales objetivos del estudio. Después, los objetivos específicos:

- OE1: Evaluar el impacto ambiental de la CE a todos los niveles.
- OE2: Relacionar los síntomas menstruales con las influencias medioambientales.
- OE3: Integrar los métodos de evaluación medioambiental utilizados en los distintos niveles del sistema.
- OE4: Revisar los resultados de la evaluación de la transición de la EC.

## II. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan los principales antecedentes en respuesta a la revisión bibliográfica sobre la evaluación medioambiental de la CE a nivel de microsistema, mesosistema y macrosistema, así como el modo en que puede incorporarse al proceso de seguimiento y evaluación.

Bjorn et al. (2020) cuyo estudio es la primera revisión sistemática de los métodos de evaluación de la sostenibilidad ambiental absoluta basados en la evaluación del ciclo de vida y sus aplicaciones. Tras desarrollar un marco para los métodos de evaluación de la sostenibilidad ambiental absoluta basados en la evaluación del ciclo de vida, identificaron 45 estudios pertinentes mediante una encuesta inicial, búsquedas en bases de datos y análisis de citas. Caracterizaron estos estudios según la aplicación prevista, las categorías de impacto, la base para las estimaciones de la capacidad de carga, la diferenciación espacial del modelo medioambiental y los principios para asignar la capacidad de carga. A continuación, caracterizaron todas las aplicaciones del método y sintetizaron sus resultados. Basándose en esta evaluación, presentaron recomendaciones a los profesionales sobre la selección y el uso de los métodos existentes de evaluación de la sostenibilidad ambiental absoluta basados en la evaluación del ciclo de vida, así como sobre las formas de realizar las evaluaciones y comunicar los resultados a los responsables de la toma de decisiones.

Corrado et al. (2020) cuyo trabajo tenía un triple objetivo. En primer lugar, evaluó los impactos ambientales de los bienes objeto de comercio con un enfoque ascendente, adoptando una ECV e identificando los puntos críticos relacionados con el consumo de la UE. En segundo lugar, se analizó en qué medida el comercio de bienes contribuye a los impactos ambientales del consumo aparente de la UE. Por último, se comparó la contribución del impacto ambiental de los bienes comercializados en la UE con los impactos globales generales. Se seleccionaron 40 productos representativos importados o exportados por la UE en función de su relevancia en masa y

valor económico según las estadísticas comerciales oficiales. Se aplicó el ACV a estos productos utilizando el método de la Huella Ambiental de la UE. En general, el consumo en la UE causó impactos ambientales considerables fuera de las fronteras de la UE y los impactos de las importaciones y exportaciones se asociaron principalmente con pocos grupos de productos, que se comercializaban en grandes cantidades o tenían un impacto o intensidad elevados en comparación con los demás.

Harris et al. (2020) compararon el método de contabilidad de GEI basado en la producción con el método basado en el consumo para diez ciudades europeas. Esto se hizo para un año base (2010) y dos escenarios futuros divergentes para 2050, un escenario sin cambios (BAU) y un escenario post-carbono (PC 2050). Las emisiones basadas en el consumo se calcularon utilizando el modelo multirregional de insumo-producto EXIOBASE. En comparación con 2010, los escenarios BAU y PC2050 mostraron descensos significativos de las emisiones basadas en la producción, con caídas del 31 % y el 68 %, respectivamente. Sin embargo, durante este periodo, las emisiones basadas en el consumo aumentaron en ocho ciudades, un 33 % y un 35 % respectivamente. Esto ocurrió a pesar de las mejoras modelizadas en la eficiencia de la producción mundial para 2050 y de las importantes reducciones basadas en la producción en los escenarios PC2050. El aumento de las emisiones basadas en el consumo estuvo relacionado principalmente con el aumento del PIB.

Donati et al. (2020) señalan que, aunque se han realizado varios estudios sobre los posibles beneficios e inconvenientes de las políticas de aplicación del nuevo paradigma, actualmente no existe un modelo teórico ni un programa informático estandarizado para realizar dicha evaluación. Para llenar este vacío, los autores muestran cómo realizar estos análisis utilizando el Análisis Input-Output Ampliado Ambientalmente. También describen un paquete Python (pycirk) para modelar escenarios de economía circular en el contexto de la base de datos multirregional de insumo-producto ambientalmente extendido EXIOBASE V3.3, para el año 2011. Ejemplifican

los métodos y el software a través de un estudio de caso hipotético de coste cero sobre dos estrategias de economía circular (eficiencia de los recursos y extensión de la vida útil de los productos), cuatro presiones medioambientales y dos factores socioeconómicos.

Wiebe et al. (2019) proyectaron la base de datos MRIO EXIOBASE para 2030 basándose en los parámetros exógenos del escenario de 6 grados de la Perspectiva Tecnológica Energética (PTE) de la Agencia Internacional de la Energía. Los autores compararon este escenario sin cambios con un escenario alternativo de economía circular. El escenario de economía circular considera más reciclaje, reducción (mayor eficiencia de los materiales), reparación y reutilización en relación con el escenario BAU. La adopción de medidas de economía circular tiene diversas repercusiones sobre la economía y las presiones medioambientales. La extracción global de materiales se reduce en torno a un 10% en comparación con la situación de referencia, mientras que el impacto sobre el empleo es pequeño pero positivo. En particular, el paso de los sectores de extracción de recursos al sector servicios ofrecerá más oportunidades a los trabajadores altamente cualificados y a las mujeres.

Kerdlap et al. (2020) presentan en su estudio M3 -IS-ECV, una metodología para la modelización y el análisis basados en matrices multinivel de los impactos ambientales del ciclo de vida de las RSI. Se describe un formalismo para construir el modelo y analizarlo, de modo que puedan proporcionarse resultados de ACV a nivel de red, de empresa individual y de flujos de recursos específicos. METRO 3 -IS-ECV se pone a prueba mediante un estudio de caso de ACV que evalúa una posible ISN de valorización de residuos alimentarios en Singapur. El estudio de caso demostró que la metodología puede analizar el comportamiento medioambiental de una ISN completa. Mediante la manipulación del vector de demanda en el modelo, los resultados a nivel de red pueden desagregarse a los niveles de empresas individuales y flujos de recursos. En el análisis a nivel de flujo, M3 -IS-ECV puede aislar los impactos ambientales de los procesos de reciclaje para

determinar su contribución a los impactos ambientales de empresas específicas o de la red. M3 -IS-ECV puede aplicarse a plataformas de colaboración de simbiosis industrial para evaluar el rendimiento medioambiental de los intercambios de residuos por recursos existentes o futuros.

Palm et al. (2019) presentan los impactos del consumo de los hogares, el consumo del gobierno y la formación de capital, que cubren las emisiones de gases de efecto invernadero, el dióxido de azufre, los óxidos de nitrógeno y las partículas de menos de 2,5  $\mu\text{m}$  (PM<sub>2,5</sub>), el uso de la tierra, el consumo de materiales y el consumo de agua azul. Excepto en el caso del uso del suelo, la mayoría (el 60 % o más) de las presiones ambientales debidas al consumo se produjeron fuera de Suecia en 2014; más del 90 % de las emisiones de azufre y más del 80 % del consumo de agua se produjeron fuera. Las presiones medioambientales derivadas del consumo disminuyeron durante este periodo en todos los indicadores (excepto en el consumo de materiales). Esto sugiere una disociación absoluta entre la presión medioambiental debida al consumo y el crecimiento económico, que aumentó durante el periodo. Sin embargo, es demasiado pronto para determinar si se trata de una tendencia real o de una estabilización temporal.

Aissani et al. (2019) destacan en su artículo los métodos y parámetros utilizados para definir y diseñar un escenario de referencia para compararlo con un escenario de simbiosis industrial (SI) utilizando la metodología de evaluación del ciclo de vida (ECV). Para ello, se realizó una revisión crítica de 26 artículos revisados por pares que utilizaban el ACV en el campo de la SI. El análisis se centró en la definición y el diseño de escenarios de referencia a través de cinco análisis cruzados para determinar las correlaciones entre el tipo y el número de escenarios de referencia y el tipo de escenarios de SI estudiados y también algunas características de la ECV como la unidad funcional, el tipo de datos utilizados y el uso del análisis de sensibilidad. Los resultados muestran que la definición de escenarios de referencia depende principalmente del tipo de escenario de SI considerado.

Para un SI actual desarrollado a escala industrial, el escenario de referencia apropiado es principalmente un escenario de referencia hipotético no simbiótico. Para un SI prospectivo, el escenario de referencia apropiado es principalmente un escenario de referencia actual no simbiótico.

Continuamos explicando los conceptos básicos y teóricos relacionados con la Integración de Indicadores Periódicos e Impactos Ambientales y la Integración del análisis de CE a niveles de sistema para aclarar los conceptos y facilitar la comprensión de los resultados.

Integrar indicadores circulares y de impacto ambiental

Aunque la bibliografía ofrece una comparación a nivel de producto de los indicadores ambientales y los impactos ambientales (Niero y Hauschild 2017), no existe una investigación comparable a nivel micro (incluida la industria) o macro. Dicho de otro modo, se han utilizado o descrito muchos indicadores de flujo a nivel micro y macro, pero no ha habido mucha investigación (o datos) sobre cómo estos indicadores se relacionan con los impactos ambientales.

Para supervisar mejor los avances hacia la AE, es necesario determinar la relación entre la población que utiliza indicadores ambientales y de protección del medio ambiente que pueden cambiar la carga. Por ejemplo, medir únicamente el valor o la cantidad no indica el impacto ambiental, ya que pequeñas cantidades de sustancias de productos no implican reducciones ambientales ni nuevas sustancias tóxicas o nocivas a lo largo de la vida.

La bibliografía también demuestra que los indicadores y evaluaciones actuales no logran captar con precisión la eficacia de la EC o el impacto potencial de la mejora (Zink y Geyer 2017), y se requiere un conjunto de indicadores para realizar un seguimiento de los cambios en la EC (Moraga et al. 2019). Makov y Vivanko (2018) es el único estudio que supervisa y mide el efecto rebote potencial del uso repetido de teléfonos inteligentes



entre los numerosos estudios que han examinado o medido el efecto rebote potencial. Basándose en los datos de los clientes, se planteó la hipótesis de que la reutilización podría producir retornos cercanos al 100 %.

Esto repercute en la metodología de evaluación medioambiental, lo que lleva a que la mayoría de los estudios informen de las presiones (punto medio) utilizando únicamente modelos de ACV, huellas o AESM. Esto se debe al aumento de la incertidumbre que aportan los indicadores finales del análisis. Con el fin de maximizar el cambio para la EC, es evidente que se requiere más investigación para continuar con el análisis medioambiental. La EC también puede incluir impactos ambientales y umbrales (establecer los límites de uso dentro de los cuales debemos operar, 2019).

Por lo tanto, es posible utilizar la evaluación comparativa (el "cuadro de indicadores" de seguimiento de la CE, como se recomienda en la hoja de ruta de la UE sobre el rendimiento de los recursos). Sin embargo, el seguimiento de estos factores sólo arroja resultados relativos, similares a los del ACV. Un paso posterior consiste en definir los límites o umbrales que no deben traspasarse, como hacemos a escala mundial en el caso de las emisiones de GEI, aunque todavía se carece en gran medida de requisitos absolutos para un producto, región, sector o país.

El sistema sugerido por Límites Planetarios, desarrollado por Steffen et al., que ilustra el espacio seguro a emplear (2015), ofrece un remedio potencial para ello. Los procedimientos necesarios para mantener el sistema terrestre en su estado actual del Holoceno se describen en el marco de Límites Planetarios (Steffen et al. 2015). Si se sobrepasa alguno de los límites, el estado de la Tierra cambiará significativamente, lo que repercutirá, por ejemplo, en la biodiversidad. La integración de los límites planetarios con técnicas como la ECV puede plantear numerosas dificultades que requieren una amplia investigación para su resolución (Steffen et al. 2015). Según el ACT, los límites planetarios representan la etapa final de la jerarquía de especies antes del Holoceno (conservación) y el fin del mundo.

Otro método intrigante es el trabajo del Centro Común de Investigación (CCI) de la Unión Europea, que conecta el volumen de datos de ventas en la economía europea con una base de datos EMA de productos representativos (Corado et al. 2020). Se trata de una posible alternativa física basada en la masa a los modelos AESM basados en la economía, ya que se basa en la masa del producto y en los impactos del consumo.

Integrar la evaluación de la EC en los niveles institucionales.

Se reconoce la necesidad de integrar y comprender las interacciones cíclicas de la economía a niveles sistémicos, donde la literatura está aún en pañales, como se ha comentado anteriormente (Saidani et al. 2017). Entre los niveles micro y macro, en particular, existe un abismo. Aunque el rendimiento del producto se mide a nivel micro, no existe absolutamente ningún método para comprender o realizar un seguimiento de los resultados medioambientales a nivel macro o social.

Aunque el nivel meso tiene el potencial de servir de enlace entre los dos niveles, actualmente se considera una simbiosis industrial que no permite vincular el análisis o el seguimiento de micro a macro. Un análisis preliminar también mostró que pocas investigaciones han estudiado la conexión entre las redes de SI y los resultados a nivel micro o macro. Sin embargo, muchos artículos de la bibliografía amplían el nivel macro a partir de los indicadores de nivel medio. Entre ellos hay casos de China (Su et al. 2013) que utilizan indicadores tanto a nivel macro como micro para seguir los avances hacia la CE, así como estudios realizados en toda la industria (van Ewijk, Park y Chertow, para calibrar el desarrollo en 2018). Sin embargo, hay que pagar una pequeña tasa por la gama de sistemas de la gama (es decir, la definición de (micro), red analítica.

Tal vez esté trabajando para comprender cómo interactúan el programa del sistema y la presión externa. Procedimientos similares ya se han debatido en la literatura sobre producción y consumo sostenibles (CU 2018). Vivienda,

alimentación, viajes, comer, servicios, salud y comunicación son las siete principales necesidades en la UE, según un marco utilizado por Warnings y otros (2019). Sin dejar de ofrecer un servicio de calidad, el objetivo es minimizar el impacto medioambiental. Por último, el sistema puede ayudar a establecer límites o, como mínimo, a reducir el impacto medioambiental de cualquier actividad social (como las iniciativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y el Acuerdo de París de 2015).

Y lo que es más importante, permite que el método funcione a todos los niveles del sistema, lo que es fundamental para garantizar la coherencia de las metodologías de evaluación. A pequeña escala, por ejemplo, puede ser útil pasar de una perspectiva de producto (propiedad) a una perspectiva práctica, algo que la ECV ya hace con su función. Los objetivos de los modelos de ciclo económico también son coherentes con un enfoque centrado en las necesidades del sistema social, que muestra una naturaleza interfuncional (Alaerts et al. 2019). Esto puede servir de base para la supervisión y el seguimiento de la EC, que se trata en la sección siguiente.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de la investigación**

Una revisión sistemática implica un resumen crítico y reproducible de los resultados de las publicaciones disponibles sobre un mismo tema o pregunta clínica específica (Linares-Espinós et al. 2018). El carácter sistemático de la investigación permite asegurar que se ha basado en una disciplina y que el análisis se ha basado en procedimientos estrictos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p.34).

Un estudio de enfoque cualitativo está representado por el análisis sistemático de los fenómenos, contrario a lo que comúnmente sucede, no se parte de una teoría marcada para confirmar si ésta se sustenta en los datos y resultados, sino que el proceso inicia examinando los propios hechos y revisando estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, con el fin de generar una teoría que sea congruente con lo que se está observando que sucede. (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018, p.46).

Hay lugares, ojos y líneas microsíquicas y líneas alrededor de los libros; Y qué tipo de camino se puede tomar con un plan sólido y el trabajo; En este caso, esto también significa cómo estos puntos se llevan a la nueva explicación (Herenen-Samophha y Mendoza, 2018, S)

Que el diseño cualitativo sea sistemático implica que existe una disciplina para realizar la investigación científica y que los hechos no se dejan al azar (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p.34).

Este estudio satisface el objetivo fundamental de la investigación básica, que es producir conocimientos y teorías (Hernández Sampieri y Mendoza Torres, 2018, p. 29), ya que responde a la pregunta de qué técnicas se utilizan para evaluar el entorno de CE en los niveles micro, meso y macrosistema.

### 3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Tabla Nº 1. Matriz de categorización apriorística

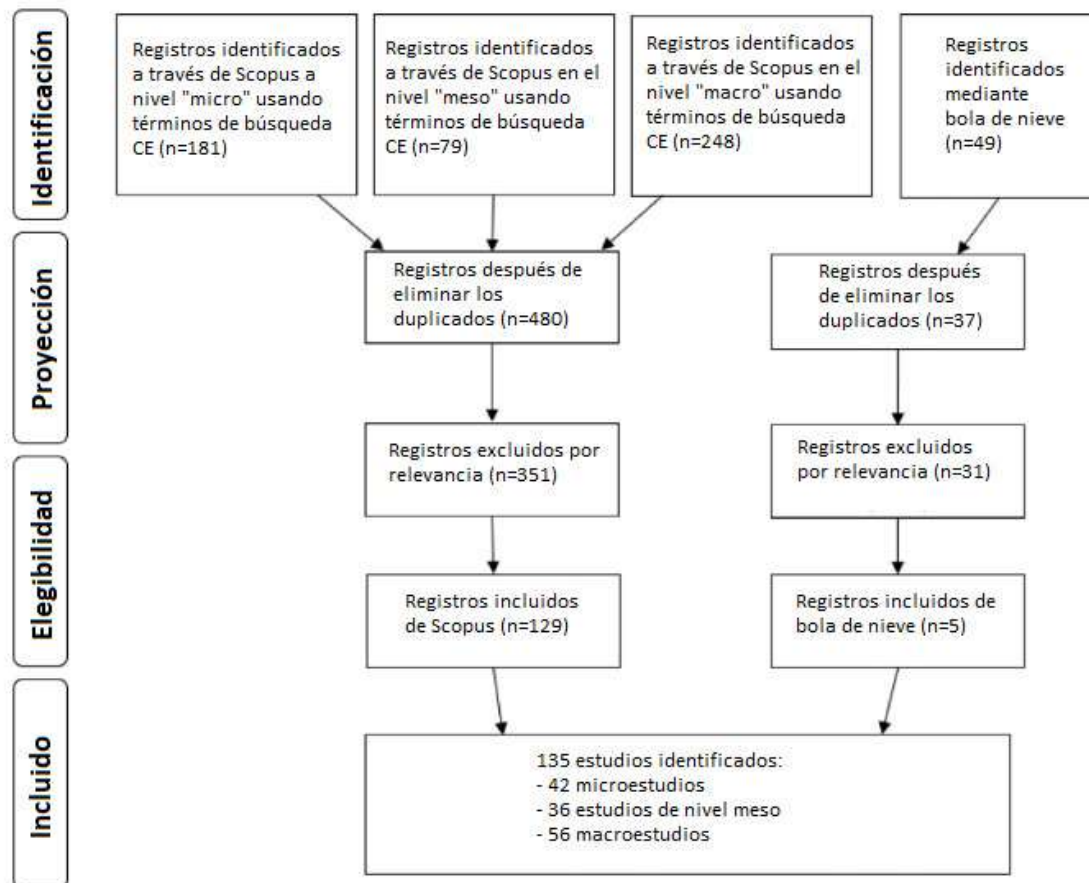
OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA
Revisar los documentos de evaluación medioambiental de la CE a nivel micro, medio y macrosistema; y cómo puede integrarse en el proceso de seguimiento y evaluación.	Determinar los efectos medioambientales precisos de la CE en cada nivel.	¿Cómo se calcula el impacto medioambiental de la CE a todos los niveles?	Impacto medioambiental de la CE a todos los niveles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impactos medioambientales a nivel micro.</li> <li>• Impactos medioambientales a nivel meso.</li> <li>• Impactos medioambientales a nivel macro.</li> </ul>
	Relacionar los indicadores de circularidad con los impactos medioambientales.	¿Cómo se relacionan los indicadores de circularidad con el impacto medioambiental?	Relación entre los indicadores de circularidad y los impactos medioambientales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión o debate de la bibliografía.</li> <li>• Evaluación del ciclo de vida.</li> <li>• Análisis del flujo de materiales.</li> <li>• MRIO.</li> <li>• Modelización analítica.</li> <li>• Otros.</li> </ul>
	Relacionar las distintas técnicas de evaluación medioambiental utilizadas en los distintos niveles del sistema.	¿Puede haber una conexión entre las técnicas de evaluación medioambiental utilizadas en los distintos niveles del sistema?	Relación entre las técnicas de evaluación medioambiental utilizadas en los distintos niveles del sistema.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interrelación entre los métodos de evaluación.</li> </ul>
	Considere los efectos sobre el seguimiento de la transición de la CE.	¿Qué efectos tendrá esto en la evaluación de la transición de la CE?	Efectos sobre la vigilancia de la transición de la CE.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfoque retrospectivo.</li> <li>• Enfoque futuro.</li> </ul>

### **3.3. Escenario del estudio**

Para crear una matriz booleana y buscar una coincidencia con nuestra elección, se utilizó un proceso iterativo para crear los datos. Una búsqueda preliminar en Google Scholar de términos como "economía circular", "EMA" y "evaluación medioambiental" arrojó más de 6.000 artículos, muchos de los cuales tenían poca relación con nuestra selección. Con el fin de buscar por título-resumen y palabras clave desde 2010 hasta 2019, se desarrollaron secuencias de búsqueda.

Se utilizaron los 508 artículos de 136 estudios que se enviaron a Scopus y cumplían nuestros requisitos de elegibilidad para el análisis. Por último, pero no menos importante, se empleó el enfoque de bola de nieve, mediante el cual se identificó parte de la literatura examinando las referencias y los artículos de estos artículos utilizando artículos clave (Elia, Gnoni y Tornese 2017). Solo cinco de las 49 entradas que se produjeron como resultado fueron significativas.

**Figura Nº 1. Procedimientos de revisión de acuerdo con las directrices PRISMA (Moher et al., 2009).**



### 3.4. Participantes

Según nuestros criterios de búsqueda, solo se publicaron hasta tres artículos anuales entre 2010 y 2014, pero el número de artículos ha aumentado desde 2015. En 2019, hubo 45 artículos que se centraron en todos los niveles del sistema, con un aumento significativo en los niveles micro y macro desde 2015 y un aumento moderado en el nivel meso. 46 revistas diferentes publicaron artículos, con 4 revistas que representan el 55% del total. Journal of Industrial Ecology (9) y Journal of Clean Production (32), junto con Resources, Conservation and Recycling (21), Sustainability (13) y Sustainability (Fig. 1).

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recogida de datos**

Para ayudar en la selección de artículos, se han elaborado criterios de elegibilidad. Sólo se considerarán para su inclusión los estudios que cumplan los siguientes criterios: 1) los que midan o midan indicadores o métodos medioambientales de la CE; 2) los que examinen productos de consumo interesantes o integrados (desde el nivel micro); 3) los que examinen el ciclo de vida de un producto, pieza o material y no se centren en un único conjunto de ciclos de vida, como los residuos únicamente; y 4) los que se hayan realizado entre 2010 y 2019. Por tanto, las actividades relacionadas con la silvicultura, la agricultura, la construcción o las infraestructuras no se incluyen en el criterio 2. Se consideran problemas importantes que requieren soluciones económicas globales.

Además, aunque también se excluyeron los artículos que contenían estos términos, el estudio se centró principalmente en la bibliografía ya existente sobre la economía circular y no incluyó los términos de búsqueda reciclaje. Esta distinción se hace porque, aunque existe una larga historia de estudios de EMA que analizan estos problemas, con frecuencia se concentran en una etapa concreta del ciclo de vida o en un aspecto del problema de análisis de la EMA y no en todo el sistema.

### **3.6. Procedimientos**

De acuerdo con las directrices PRISMA (Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis para Informes Prioritarios), se realizaron búsquedas en la literatura científica (Moher et al. 2010) y se empleó una metodología iterativa. Nos referimos a esta revisión como una revisión detallada en lugar de una revisión sistemática debido a algunas limitaciones significativas que se discuten a continuación.



### **3.7. Rigor científico**

Las revisiones actuales de la bibliografía sobre la CE no son numerosas, pero pretenden abarcar todos estos aspectos en la medida de nuestros conocimientos. Mientras que la mayoría se centran sólo en los indicadores, este artículo se centra en la investigación sobre la evaluación ambiental de la CE en todos los niveles del sistema y en cómo pueden integrarse. Los destinatarios de la tesis son la comunidad científica, los profesionales, los responsables de la toma de decisiones y los políticos interesados en saber más sobre cómo evaluar los impactos ambientales y las ventajas de la economía circular.

La importancia de los tres niveles del sistema y la importancia de su integración (comprensión y seguimiento de los impactos ambientales) es un punto de partida importante para este análisis. Por ello, los documentos se dividen en tres categorías diferentes: micro (producción), meso (organización y coordinación industrial) y macro (nacional e internacional).

### **3.8. Método de análisis de la información**

La estructura está pensada para simplificar el análisis y ofrecer un enfoque abierto y transparente del mismo. Una vez elegidos los artículos pertinentes para el análisis, los datos maestros de cada artículo se compilaron en matrices para cada componente del sistema. En primer lugar se evaluaron la finalidad, los procedimientos y los valores de los artículos. Esto condujo al desarrollo de un sistema de evaluación con cuatro áreas principales y subvariaciones. Para trazar los criterios que se utilizaron para cada artículo, se revisó cada uno de ellos. Para comprender la muestra bibliográfica presentada, se realizó un análisis.

### **3.9. Aspectos éticos**

CE a nivel de microsistemas, mesosistemas y macrosistemas; y cómo puede incorporarse al proceso de seguimiento y evaluación. Mostrar interés en el análisis sistemático de los hechos para resolver los problemas ambientales. Por lo tanto, se describe lo siguiente sobre esta investigación:

- A. Respeto a la autoría de las fuentes de información. Esto se logra citando adecuadamente con estilos internacionales.
- B. Cumplimiento de los principios éticos del colegio profesional al que pertenecen los autores.
- C. Cumplimiento de los aspectos relevantes del código ético de investigación de la universidad o institución que autoriza la investigación.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Esta sección está dedicada a los niveles micro, medio y macro del sistema, que se dividen a su vez en artículos centrados en las señales de tráfico y el análisis medioambiental.

### **4.1. Nivel micro**

Para el análisis de esta sección se examinaron 42 de los 102 artículos a texto completo de la búsqueda a nivel de microproducto/producto.

#### **4.1.1. Método de rotación y finalidad**

Numerosos artículos utilizaron indicadores medioambientales para el análisis del ciclo, y un total de 20 artículos utilizaron el ACV para identificar los impactos. De ellos, 9 también consideraron los viajes. El análisis del flujo de materiales (AFM) se utilizó en otros cuatro artículos que analizaban el flujo de materiales de los productos. Cuatro de las revisiones bibliográficas o artículos de debate (14), que eran numerosos, trataban sobre indicadores y métricas del volumen de negocio que han aumentado significativamente en los últimos años. La mayoría no tiene en cuenta la circularidad económica ni los métodos comparativos, como la comparación y correlación entre el uso de medidas cíclicas basadas en herramientas y los impactos medioambientales determinados por el ACV.

Este hallazgo contrasta con la revisión bibliográfica centrada en las medidas circulatorias (Parchomenko et al., 2008), en la que muchos trabajos de investigación se centran en los aspectos medioambientales de la circulación y la cuantificación mediante el ACV. 2019). Esto demuestra que, a pesar de la abundancia de normas medioambientales, se ha actuado poco y no hay pruebas de que exista una relación con los indicadores medioambientales.

Se presentan dos opciones de fin de vida para piezas metálicas (Diener y Tillman, 2016) y ordenadores personales (Tecchio et al., 2016) en cuatro artículos que examinan el ciclo de vida de los materiales sin utilizar EMA. Tanzer y Rechberger (2019) crean un modelo de AFM que puede ayudar a dar forma a los materiales para determinar los sistemas de medición rotacional (a la luz del trabajo de Tanzer y Rechberger de 2018) para la reutilización y el reciclaje parcial.

Esto puede ser crucial para mejorar la comparabilidad de los análisis de CE entre regiones, niveles de sistemas y productos en varios niveles de sistemas. En respuesta, hacen hincapié en la importancia de la dinámica del mercado, los efectos y los mecanismos económicos para comprender plenamente el sistema. Para investigar cómo calcular la "tasa de desplazamiento" real del reciclaje, Zinc Hand (2018) utiliza un enfoque de aluminio y mercado.

El valor económico de los bienes o servicios fue objeto de tres artículos (analizados más adelante), y uno (Linder et al.) propuso un indicador que reflejaba el reciclaje de bienes, sus categorías y el valor del producto, 2017). Solo dos de los cinco artículos que compararon métodos utilizaron análisis cuantitativos para comparar métodos, y tres de ellos eran revisiones.

Lonca y otros (2018) utilizan un estudio de caso sobre sedimentos para evaluar la capacidad de 16 métodos de indicadores de la EC y 14 métodos de evaluación ambiental para realizar un seguimiento del progreso de la EC. Esto se basa en los cinco requisitos de la UE planteados por la AEMA (2016): (1) disminuir la importación y el uso de recursos; (2) aumentar la proporción de recursos renovables y reciclados; (3) reducir los residuos; (4) disminuir la pérdida de recursos valiosos; y (5) aumentar el valor de sostenibilidad de los productos. Llegaron a la conclusión de que sólo tres métodos cumplen los requisitos de la CE a nivel microeconómico.

El Índice de Ciclicidad de los Materiales (ICM) de la Fundación Ellen MacArthur, el Índice de Economía Circular (IEC) (Francesco y Rem 2015) y el Índice de Potencial de Reciclaje (IPR) (Park y Chertow 2014) se limitan a medir las necesidades de otras personas. Walker y asociados (2018) examinaron cómo el método de cálculo de la huella de carbono basado en el EMA y el ciclo de vida del producto se relacionaban con el aumento de la eficiencia material en el ciclo de vida de las energías renovables.

Se encontró que el EMA para una huella de carbono estándar se correlacionaba bien con los criterios ambientales para la mayoría de los escenarios. Sin embargo, había poca correlación entre la actividad y el ciclo de vida completo y la reutilización, y los indicadores del ciclo mostraban beneficios inferiores a los calculados por el EMA.

Llegaron a la conclusión de que los métodos de TCA para medir los impactos ambientales deberían normalizarse y las evaluaciones que utilizan criterios ambientales deberían combinarse con las evaluaciones basadas en TCA. A modo de taxonomía (Corona et al. 2019) y Saidani y colegas. De 55 indicadores, (2019) identificaron 20 criterios ambientales. Sin hacer distinción entre niveles organizativos, el análisis de 63 medidas de Parchmenko y colegas (2019) los contempló todos. El gráfico de seguimiento, sin embargo, las divide en 24 categorías principales y muestra una buena cobertura a lo largo de todo el ciclo de vida del producto. Coincidimos plenamente con Corona y otros (2019) cuando destacan la importancia de las señales sociales. Moraga y otros examinaron 20 microindicadores en su análisis. Ninguno de estos indicadores, según (2019), mide la seguridad laboral.

Sadani et al. informaron de este error. En un estudio de caso industrial, Cayzer, Griffiths y Beghetto (2017) probaron el MCI, la Herramienta de Economía Circular (CET) y el Prototipo de Indicador de Economía Circular (CEIP). A pesar de que se constató que las herramientas arrojaban resultados rápidos y sencillos, no tuvieron en cuenta la complejidad del

entorno económico cíclico y, en consecuencia, no proporcionaron a los empresarios orientación suficiente (Saidani et al. 2017). Además, Saidani y asociados (2019) examinaron 55 indicadores y descubrieron que solo cuatro herramientas de indicadores tenían como objetivo principal algún tipo de impacto medioambiental a nivel micro o de producto.

Franklin-Johnson y asociados (2016) sostienen que la mayoría de las técnicas actuales de evaluación de la CE valoran la rendición de cuentas sobre el uso de los recursos. En cambio, proporcionan un índice de sostenibilidad que, si bien mide la sostenibilidad de un producto a lo largo del tiempo, tiene algunas limitaciones, especialmente cuando se trata de evaluar su impacto ambiental.

En consecuencia, numerosas mediciones periódicas tienen diversas restricciones. Dado que con frecuencia sólo se aplican a un pequeño número de productos y a escala limitada, como los métodos de tratamiento de residuos (CEIP), no existen pruebas que respalden su valor o validez. El CEPI se evalúa mediante preguntas imparciales. La métrica CEPI en sus aplicaciones, ratio de valor ecológico (EVR) (Klaassen et al. 2020) incluye mucho trabajo para conseguir datos y cálculos al mismo nivel que el ACT, pero (con la excepción del ECPI) no parece que vaya a centrarse más en los impactos medioambientales.

#### **4.1.2. Metodología de evaluación**

Se emplean varias técnicas de evaluación ambiental en el marco del nivel de producto de la CE, incluidos los métodos de huella (carbono, agua, material y ecológica), energía / análisis, material / sustancia / análisis químico y análisis de indicadores (índice de proceso sostenible). Índice de sostenibilidad del rendimiento medioambiental, ACV e índice de área de distribución (Tanzer y Rechberger, 2019).

Según Elia, Gnoni y Tornese (2017), el ACV se utiliza con frecuencia para analizar los efectos ambientales del diseño de productos o el cambio del sistema. En los documentos de ACV, se han examinado varias categorías de productos en relación con diversas soluciones de CE, como el reciclaje, la ampliación de la vida útil del producto, la reutilización y el reciclaje, y los sistemas de producto como servicio.

Existen estudios sobre los resultados de las modificaciones del diseño de las bicicletas y la aplicación de la EMA. Se han realizado numerosos estudios sobre los efectos de diferentes situaciones de fin de vida de los productos, como el reciclaje fotovoltaico (Gallagher et al. Lammy et al., 2019), el primer Robu Raso, el grado de Pliwood (Jiat et al.). Según Landi, Germani y Marconi (2019), 2019 y el reciclaje o la reutilización de botellas de vino. Estos estudios destacan la importancia de la combinación de materiales y envases como elemento crítico para garantizar el éxito medioambiental.

Las fuentes de energía renovables también han sido objeto de investigación (Gallagher et al. 2019), iluminación (Dzombak, Antonopoulos, y Dillon 2019), materiales de desecho (Willskytt y Tilman 2019), ordenadores portátiles viejos (Andre, Ljunggren Söderman, y Nordelöf 2019), reutilización de baterías de coches eléctricos (Cusenza et al. 2019), Teléfonos móviles en SPS (Bitlenters, 2018), concluyeron que el análisis de flujo de materiales también se utiliza ampliamente además del ACV, como la huella hídrica y el análisis de flujo de materiales.

#### **4.1.3. Modelización y método de retorno**

El producto o servicio actual, así como la conclusión de la frase, son otras muchas cosas que deben leerse y comprenderse. Utilice ocho elementos, equipos o colecciones de sistemas según sea necesario.

El enfoque y la metodología se centran en las opciones para adaptar el ACT a un contexto de EC concreto en los cursos sobre la aplicación del EMA. Por

ejemplo, Walker et al. evaluaron dispositivos de energía radiante y concluyeron que (2018) considera el reciclaje de materiales como un componente del sistema back-end y las piezas reutilizadas del producto durante una vida útil de 100 años como un componente del sistema front-end. Sin embargo, Niero y Olsen (2016) destacan el valor de lograr un equilibrio entre varios aspectos de la vida y fomentar la integración de muchas funciones comunes dentro de la definición de un equipo de trabajo. Esto se corrobora con las conclusiones de Oldfield, White y Holden (2018), quienes descubrieron que los resultados de la gestión de residuos variaban en función de la categoría empresarial seleccionada.

El impacto de los cambios de producto y sus efectos relacionados también se evalúan utilizando el ACT secuencial. Power y col. (2019) añadieron el ACV (evaluación ambiental del producto) a los envases alimentarios basados en PEF para tener en cuenta las pérdidas de alimentos debidas a fallos del envase y al ciclo de envasado (aunque la escala utilizada varía). Kjaer et al. (2018) examinaron los sistemas de productos y servicios (PSS), incluida la entrega de bicicletas, y destacaron la importancia del análisis en el momento de los requisitos de infraestructura y los datos sobre el comportamiento de los consumidores.

Encontrar información sobre estas cuestiones suele ser un reto, y la escasez de datos de alta calidad aumenta la incertidumbre (Kjaer et al. 2019; Kaddoura et al. 2019). La importancia de comprender cómo los productos cíclicos impiden el desarrollo de productos adicionales y relacionados también es destacada por Zink y Geyer (2017). Reafirman la existencia de numerosos productos de diseño o productos de diseño en el marco de las economías económicas. Esto se ve respaldado por un descenso de Mark y Vantage (2018).

La magnitud de este efecto rebote se cuantificó en términos de emisiones de GEI del ciclo de vida combinando el ACV con datos de ventas, encuestas a consumidores, modelos de demanda de los consumidores y análisis de



insumo-producto ampliados desde el punto de vista medioambiental. Se predijo que los efectos rebote serían superiores al 100 %, lo que significaría que las ventajas de la reutilización de smartphones podrían perderse como resultado de un mercado más amplio.

En otros estudios, se recurre a la investigación basada en cuestionarios para modelizar el impacto ambiental y comprender el comportamiento de los consumidores. En su ACV sobre la reutilización de ropa de segunda mano de 2010, Farrant, Olsen y Vangel calcularon que la compra de entre 60 y 85 prendas nuevas era el resultado de la venta de 100 prendas usadas. Thomas (2011) se esfuerza por construir un modelo económico parametrizado del consumidor individual y predice que se conservan 0,7 libros nuevos por cada libro que se reutiliza. Para evaluar la productividad de los recursos y el rendimiento económico y medioambiental, Rieckhof y Guenther (2018) integraron el ACV y la contabilidad de costes del flujo de materiales.

En comparación con Niero y Calbar (2019), que combinan el ACV con la puntuación de repetición de materiales y el MCI, Landi, Germani y Marconi (2019) añaden el análisis coste-beneficio (ACB) al ACV. Niero y Hauschild (2017) presentan un marco que combina la gestión del ciclo de vida, el MCI y el ACV. Todos estos estudios destacan la necesidad de complementar las mismas herramientas periódicas con evaluaciones adicionales y establecen algunas distinciones entre las metodologías de evaluación.

#### **4.2. Nivel meso**

En primer lugar, se realizó un análisis a nivel meso de 79 artículos. Tras una revisión de la bibliografía y el uso de los criterios de exclusión, sólo se incluyeron 36 de ellos.

#### **4.2.1. Relación circular y finalidad**

La mayoría de los estudios de nivel medio se centran en investigar los sistemas simbióticos como técnicas para asignar valor a los materiales y desarrollar procesos empresariales circulares entre organizaciones y sistemas urbanos. Casi todos ellos contribuyen a un desarrollo simbiótico y a una economía circular mediante el intercambio de productos y servicios que caracterizan la relación ampliada con su impacto medioambiental y sus recursos.

#### **4.2.2. Método de evolución**

El método de evaluación ambiental más común fue el ACV, que se utilizó en los 21 estudios revisados. Gran parte de la bibliografía presenta varios métodos de evaluación medioambiental y redes simbióticas industriales utilizando el ACV (Martin, Poulikidou y Molin 2019). Además, unos pocos trabajos solo proporcionan un análisis limitado de la huella de carbono, la huella hídrica y el análisis energético (Kerdlap et al. 2020).

Pero aquí está Ging y, que contrasta con el texto presentado en Creger. Esto parece ser exacto en algunas naciones. Por ejemplo, Zhou et al. (2019) evaluaron empresas siderúrgicas que priorizaban el reciclaje utilizando 13 indicadores.

Del mismo modo, el enfoque de Lee (2012) utiliza 14 indicadores y un análisis de insumo-producto, que no es suficiente para ser aplicado de manera integral en muchas situaciones económicas cíclicas. En relación con el crecimiento de las redes de SI y los parques ecoindustriales, numerosos autores han empleado sistemas de evaluación de redes que hacen uso de sofisticados modelos de interacción e intercambio de materiales, como la evaluación de redes alimentarias (Genc et al.).

La bibliografía intermedia incluye numerosos indicadores cíclicos para medir y comprender el impacto de los cambios del sistema circular en los sectores y redes industriales, (2019) y otras especies. métodos. Para comprender el potencial de desarrollo cíclico, véase por ejemplo (Guo y Zhao 2018). Varios estudios también analizan el flujo de elementos de redes de SI e identifican signos de contenido superpuesto y "ciclicidad" de las redes; Por ejemplo, véase (Sun et al. 2017).

Esto consiste principalmente en indicadores para la eficiencia de los recursos, la eficiencia económica del uso de materiales y varios componentes de nivel meso, además de AFM. Se han realizado esfuerzos para desarrollar y aplicar una serie de diferentes métodos computacionales periódicos para mallas y mallas SG.

Por ejemplo, van Ewijk, Park y Chertow (2018) evalúan el uso de materiales y el rendimiento del reciclaje en la industria papelera mundial utilizando el ratio de entrada revisado (RIR) para evaluar los posibles avances desde el original (2012) y otras circunstancias futuras. Reciclaje de flujos de residuos y materiales. Varias notas chinas sobre el uso de materiales para comprender la CE.

Hu y asociados. Al evaluar el impacto ambiental del uso de recursos, (2017) emplean un índice variable de uso de materias primas (CMPA) para dar cuenta de los altos niveles y el uso de recursos (y la escasez). Investigan la relación entre el consumo de recursos y el crecimiento económico en la red simbiótica industrial de China utilizando también este indicador.

Wen y Meng (2015) utilizan un índice de eficiencia de recursos (RP) junto con el análisis de flujo de materiales (SFA) para evaluar la contribución de la red de SI a las medidas de eficiencia de recursos para varios flujos de materiales y energía para la red de fabricación, específicamente cobre, agua y energía. Asimismo, Geng et al.

(2015), muchos dolores azules están relacionados con caracteres económicos, sociales y ecológicos. Aunque exhaustivos y útiles para el análisis, la aplicación de los indicadores se consideró necesaria debido a la exigencia de sistemas normalizados de recopilación, análisis e información en las dimensiones y dimensiones pertinentes. Su et al. (2013) crearon indicadores de productividad, medioambientales, económicos y sociales para seguir el progreso de China hacia la AE. Aunque descubrieron posibles problemas, consideraron no obstante que este enfoque era prometedor y lo utilizaron en otras situaciones.

#### **4.2.3. Modelización y método de retorno**

La mayoría de los exámenes se consideran como un descubrimiento completo de las condiciones meteorológicas y la Red Simfer. En general, esto se compara en un modo de modelo para el sistema opuesto o sistema simitotic; Véase, por ejemplo (Martin, Escalas y Moli 2019; Matthia y otros, 2012). Muchos de estos ejemplos de investigación; Tanto reales como teóricos. Sin embargo, los pocos estudios que desarrollan sistemas y métodos para analizar redes simbióticas de nivel meso no desarrollan estudios de casos específicos; por ejemplo, véase (Mattila y otros, 2012; Kerdlap y otros, 2020). Solo un estudio miraba hacia el futuro y tenía en cuenta las circunstancias futuras; la mayoría eran relatos retrospectivos de la evolución simbiótica (Martin, Poulikidou y Molin 2019).

#### **4.3. El nivel macro**

En este artículo se examinan 56 de los 248 artículos encontrados durante la sesión principal. Entre estos 21 documentos, el análisis a nivel macro de la UE ocupó la mayoría de los temas. Le méthode d'évaluation réciproque a été utilisé dans catorze étapes lorsque 8 fitna, 4 autres voies. D'autres méthodes d'évaluation sont réalisées sans processus existants et différents specimens, différents types et au même temps. La mayoría de los trabajos

vistos en el escenario principal se produjeron en los dos últimos años, 24 en 2019/20 y 17 en 2018.

#### **4.3.1. Enfoque y objetivo de la circularidad**

Con 36 documentos centrados en el flujo y la circulación de mercancías, frente a sólo dos documentos visuales y micro, se hace más hincapié en el nivel macro, 15 documentos abordan el medio ambiente a mayor escala. La documentación incluye análisis de indicadores de flujo o el uso de diferentes datos o indicadores, análisis de calidad multidimensional, sistemas de modelos dinámicos, así como los que calculan el flujo completamente sin AFM. En tres trabajos se examinaron zonas urbanas; dos de ellos, de Wang et al. 2019; Guo et al. Uno en Estados Unidos (Strat, Teodor y Săseanu 2018) y otro en Rumanía. De forma similar, Huang (2015) integró indicadores de ecoempresas para evaluar el crecimiento de las actividades de AE en la provincia de Jiangxi entre 2000 y 2010. El estudio reveló que el desarrollo de la AE sigue las curvas regionales de Kuznets, lo que demuestra un cambio de la economía lineal a la economía circular y la gestión de la tubería final.

Wang et al. (2018) desarrollaron e implementaron el "Índice del Ciclo de Desarrollo Urbano" (UCDI) para 40 ciudades de China. Hierba, agua, basura, milvin, conejos se basan en el trabajo. Al mismo tiempo, también tienen un equilibrio básico que crea equilibrio y compra productos verdes del estado. Esto es muy cansado de pagar el importe de la propina. La combinación de estos símbolos, que son difíciles como dudas y signos como la producción de productos verdes y edificios verdes. Esto sucede en 2012, 2014 y 2016 y el artículo muestra que el desarrollo del indicador en este corto plazo muestra una tendencia hacia AT. Existen algunas asociaciones entre el UDCI, los tipos urbanos y el desarrollo económico, pero pocas con la estructura industrial.

De forma similar, Guo et al. (2017) desarrollaron un índice exhaustivo de 14 indicadores circulares que tenían en cuenta la intensidad del uso de recursos, la generación de residuos, las tasas de residuos y reciclaje y los niveles de eliminación de residuos. Esto es válido para las cuatro megaciudades de China, cada una de las cuales se encuentra en una fase de desarrollo diferente. La CE, Pekín y Urumqi obtienen los mejores resultados en los cuatro indicadores. Las regiones rumanas con alto potencial de CE se identificaron utilizando un índice variable de seis dimensiones creado por Strat, Teodor y Săseanu (2018) basado en 16.

Perteneciente a la provincia de la industria metalúrgica de Wang Ma y otros. (2014) desarrollaron un índice compuesto de eficiencia económica (CEECl) utilizando datos e indicadores de eficiencia energética. Adibi y co. entretanto (2017) Creación del índice de recurso global, un factor de caracterización específico para ACT, y su uso con turbinas eólicas. Helander y cols. (2019) examinaron los diez indicadores medioambientales con mayores conexiones con el nivel micro. Como analizan Veronese et al., destacan la diferencia entre el estrés medioambiental y la medición del impacto o la repercusión en el medio ambiente (2017). Sostienen que las mediciones del estrés, como las marcas de soldadura, son importantes para el seguimiento de la CE, pero insuficientes cuando se utilizan por sí solas.

China, Francia, los Países Bajos y la UE cuentan con sistemas de seguimiento a nivel macro de la CE (Alaerts et al. 2019). No hay muchos intentos de evaluar el sistema de la nación, y no hay muchos estudios críticos. Mientras que los sistemas de indicadores de la CE utilizados en China han sido objeto de los tres artículos anteriores (Geng et al. 2012), ninguna de las publicaciones existentes ha examinado las prácticas holandesas, francesas o europeas.

Todos los sistemas globales incluyen macroindicadores de flujo de materiales, residuos y reciclaje, como el consumo local de materiales (CMD), que mide la cantidad total de materiales utilizados en la economía, y el flujo

directo y total de materiales (TMC) (Morcelletto 2020). Se basa en datos recopilados por varias instituciones estadísticas europeas, incluidas estadísticas sobre la producción de existencias y el volumen de negocios. Los 10 indicadores primarios de economía circular de la Unión Europea que utilizan las estadísticas actuales incluyen la producción y el consumo, los residuos, las materias primas secundarias, la competencia y la innovación (Pacurariu et al. 2021) son comparables en alcance y metodología a los indicadores chinos. en Geng et al. 2012). De hecho, los indicadores basados en materiales europeos presentan algunas limitaciones notables, como (1) datos que pueden ser insuficientes, (2) ponderaciones que no tienen en cuenta el impacto medioambiental y (3) falta de medición para la prevención o la mitigación (Geng et al. 2012; Morcelletto 2020).

Los sistemas nacionales suelen utilizar indicadores de rendimiento amplios y omnicomprensivos que ignoran facetas cruciales de la economía circular como el almacenamiento, la reutilización y el reciclaje. Además, no se realizan cálculos ni se tienen en cuenta los aspectos económicos relativos del uso de los residuos industriales como piezas de repuesto para maquinaria y vehículos.

#### **4.3.2. Metodología de evaluación**

Entre EMA, Fútbol o Multi (ARM): Actualización de los métodos de seguimiento Macro-Sweeting Lisa Pediaclar. Investigación de Tukker et al. sobre Esmer, Enobara. 2011), GTAP (Peters, Andrew y Lennox) y WIOD. Seis de los ocho documentos reconocidos de la CE utilizan la base de datos más potente disponible, denominada EXIOBASE. Según Aguilar-Hernández et al., ésta se empleó para calcular la producción y el tratamiento mundial de residuos, el consumo de recursos y las brechas del ciclo. Tisserant et al. 2019, página 2017). Aguilar-Hernández et al. demuestran la capacidad del análisis AESM para pronosticar los flujos regionales y mundiales para determinar el volumen de material reciclado (2019).

AFM se ha utilizado en todas las escalas, desde las ciudades a los países a la previsión de flujos globales. En el fin del mundo (no - ETT Etchial 2015) y en 2005, 4 GT / año para el producto limitado a eliminar la tierra en GT / YR y 4 GT / Año para el producto limitado. Se estima que los artículos duplicados son sólo el 6% de todos los artículos procesados. El sistema de reciclaje de la UE ya estaba establecido en 2005, con tasas de reciclaje de materiales al final de su vida útil (EoL) del 41% en comparación con la media mundial del 28% (Haas et al. 2015) este bossioffer. (2019). En comparación, la tasa de desempleo estimada del Reino Unido en 2010 fue del 19% (WRAP 2020). Japón para metales de equipos eléctricos (Moej, 2010) 98% Witt para ellos (2019) estima que el país es sólo el 9% cíclico en el consumo.

Sin embargo, Virtanen y otros. Objetos redondos utilizables; objetos locales. Sin embargo, apuntan a la literatura de Haas et al. sobre la importancia de la medición y el seguimiento de la CE. Con 26 GT y 9 GT anuales, respectivamente, en 2015 se registraron las mayores entradas y salidas anuales de existencias mundiales. Afirman que HELANDER et al. Solo se descubrió una señal para explicar las sombras en (2019).

#### **4.3.3. Enfoque de modelización y enfoque temporal**

En la mayoría de los casos, las técnicas de AFM son superiores a las de AESM y se utilizan principalmente para determinar las tasas de flujo actuales en 28 ejecuciones repetidas. Recientemente (2019), la investigación se centró en ocho estudios y utilizó EXIOBASE para modelar y medir las condiciones futuras. Esto incluye los efectos de las estrategias globales de CE para la eficiencia de los recursos y la extensión de la vida útil del producto (Donati et al.) Escenarios de CE para Bélgica (Geerken et al., 2020 y. 2019, Christis, Athanassiadis, y Vercauteren 2019), así como Bruselas.

El análisis de escenarios reveló que, según Donati et al., las estrategias globales de CE podrían reducir las emisiones de material entre un 10 y un 12,5% y el GWP entre un 10,1%. 2020). Sin embargo, según Christis,



Athanasiadis y Verkalsteren (2019), la ciudad de Bruselas puede reducir su huella en un 10-26 por ciento y la huella de carbono en un 7-25 por ciento para la vivienda y el transporte de alimentos. La mayor parte de la atención se centró en tener en cuenta materiales o aspectos específicos del ciclo de vida, como el reciclaje de plástico (Liu et al. 2018) o el estudio de Tisserant et al. sobre las huellas de residuos globales. (2017).

Solo dos estudios han descubierto una conexión entre los niveles de organización. Alertas y otros. Como se ha mencionado anteriormente y por Cheng et al. (2019) ofrece un marco para las necesidades sociales que integra los niveles micro y macro. Para examinar los incrementos anuales de las existencias sociales tanto a nivel micro como macro, (2019) desarrolló una metodología híbrida de análisis del flujo de materiales. El método combinado, que combina datos input-output con datos sobre formación de capital fijo, ha demostrado ser una técnica útil para determinar las variables que contribuyen al crecimiento del stock inmobiliario de construcción en Taiwán y Alemania.

Los libros sobre métodos climáticos analizan el texto de algunas lecciones en el centro del sistema. Definición de las colecciones en el capítulo 4.4.; 4.5 Nos permite combinarnos para discutir cómo combinarnos sobre las condiciones climáticas y medioambientales y el análisis.

#### **4.4. Evaluación medioambiental e indicadores del ciclo a nivel micro, medio y macroeconómico**

En su nivel más básico, el ACV es un enfoque original de la evaluación medioambiental que se utiliza para evaluar el impacto ambiental de un producto. Además, se han puesto en marcha 20 indicadores de vehículos y herramientas desarrolladas a nivel de producto. Sin embargo, hay pocos estudios que comparen la relación entre los indicadores o dispositivos de bucle y el medio ambiente, utilizando, por ejemplo, el EMA. Algunos, como el del Gremio y otros. (2018) demuestran una correlación entre la

reutilización y ejemplos como la extensión de la vida útil del producto, donde los indicadores cíclicos son menos útiles que los indicadores EMA en términos de beneficios cuantificables.

Se necesita una entrada de datos adicional para algunos indicadores de rotación (como PCI, Linder et al., 2017). Muchos dispositivos, como las categorías de residuos y las técnicas de tratamiento (como CEPI, Huysman et al. 2017). Si bien esto arroja resultados que son significativos para el sector de productos, Pauliuk (2018) advierte que si las cuestiones de CE no se abordan desde una perspectiva estratégica, las organizaciones corren el riesgo de seleccionar un conjunto de indicadores de CE para proporcionar apropiado, recompensar sus intereses personales y comercializar.

Estos agravios se recomiendan para crear estructuras que "promuevan la percepción de la vida en función de sus necesidades últimas" (Freidberg 2014, p.179). No cabe duda de que, en algunos casos, los símbolos o las herramientas pueden ser útiles como ayudas de diseño para los no expertos, pero se necesita más investigación para identificar los casos de uso adecuados y determinar las recomendaciones para su utilización. Estudios anteriores también han demostrado que, aunque los modelos de negocio circulares muestran potencial, pocas personas examinan sus puntos fuertes (Bocken et al. 2018).

Hay algunos libros para resolver los entornos originales a simple vista. Los resultados de los artículos revisados demuestran que las medidas periódicas derivadas de la evaluación de las redes de simbiosis industriales y sectoriales se utilizan con frecuencia para estudiar los indicadores medioambientales y conservar los recursos (Aissani et al. 2019).

Sin embargo, algunos artículos han investigado los efectos de cambios moderados en otros niveles del sistema (Roin, Berlin y Ringström 2015). La mayoría de los estudios iniciados incluyen varios efectos ambientales para abarcar una gama más amplia de efectos ambientales. Es necesario realizar

más estudios para comprender plenamente la eficacia operativa y las ventajas medioambientales de una red de SI, a pesar de que la mayor parte de la literatura a nivel micro que circula actualmente se concentra en la red de SI como componente de análisis.

Sin embargo, los resultados del progreso son necesarios para algunos estudios en este campo. Van Ewijk, Gard y Cherwov (2018) ofrecen una opción para la transición a una economía periódica. También se ofrecen ejemplos de seguimiento de parques o zonas industriales en China (Geng et al. 2012) están relacionados con iniciativas nacionales para seguir los resultados de procesos cíclicos como la coordinación industrial.

Sobre la base de los indicadores de recopilación, se presta atención principalmente a la mejora de la circulación de mercancías y la producción de recursos, pero el método no elimina el daño ambiental. Parece que no se comprende bien el estado actual de la UE dentro de los países y los sistemas nacionales no incluyen las acciones ni el sector social/empresarial. Esto se destaca en varios trabajos, y se recomienda incluir indicadores para determinados aspectos de la misma, como las existencias (Aguilar-Hernández et al. 2019), la longevidad (Franklin-Johnson, Figge y Canning 2016), el crecimiento de las existencias activas y la vida útil de los materiales (Pauliuk 2018).

El conocimiento de los ciclos internos primarios (como la reutilización, la reparación, el mantenimiento y el reciclaje) también es necesario como componente crucial de la CE. Por ejemplo, la CE estima que 3,9 millones de puestos de trabajo están relacionados con las actividades de reciclado y reciclaje, pero excluye los empleos relacionados con el alquiler, el arrendamiento financiero y otras industrias de piezas y procesamiento (Comisión Europea 2018). Existen varios documentos sobre residuos y reciclaje a nivel de ciudad. Sin embargo, cada vez más artículos, como el de Harris et al., ofrecen análisis exhaustivos de los procedimientos y las huellas ecológicas en la bibliografía general (2020).

La relación entre los niveles del sistema, en particular su análisis medioambiental, se discute o examina en varios artículos, lo que nos lleva a nuestro último punto. Téngase en cuenta el artículo de Alaerts et al. Tanzer et al. (2019) y presentan los servicios sociales como un sistema que integra lo micro y lo macro. Con el fin de integrar el análisis AFM en varios niveles del sistema, (2019) desarrollaron un marco conceptual general. En la sección siguiente se tratará este tema.

#### **4.5. Observaciones, investigación y perspectivas futuras**

Siguiendo las secciones anteriores, sugerimos que ya existen procesos para regular la transmisión de la CE y que la rotación y las señales medioambientales son esenciales. LCA ofrece un método más sostenible a nivel micro. En el ínterin, es importante establecer la temperatura de los síntomas y utilizar productos como strats o productos. Esto puede complementarse con indicadores de valor o IC agregados que pueden utilizarse como indicadores fiables de impacto ambiental, o con información sobre el impacto ambiental determinada a través de la ACT.

Los macroniveles pueden comprobarse utilizando bases de datos de la AESM como EXIOBASE para supervisar el uso de las piernas. Este sistema se utiliza, por ejemplo, para supervisar el consumo en Suecia (Palm et al. 2019). A pesar del desfase de los datos económicos y de la antigüedad de la base de datos (por ejemplo, EXIOBASE se actualizó a partir de datos globales en 2011), ofrece una de las formas más potentes de comprender el tráfico total de piernas del país y puede combinarse con otras aplicaciones modernas esos conocimientos del mundo.

El análisis de AESM puede adoptar la forma de huellas, pero los límites planetarios también pueden asociarse a indicadores similares a los de la ILCD que corresponden a ACT a pequeña escala o incluso a huellas de biodiversidad. Sin embargo, debido a que el entorno ampliado AESM aborda el entorno a nivel macro utilizando las tensiones ambientales de los análisis

a pequeña escala que hacen suposiciones directas, actualmente hay muchas incógnitas en este modelo (Stadler et al. 2018); pide mejoras y más claridad en la aplicación de datos climáticos a nivel micro.

Como ya se ha mencionado, el sistema social puede servir de vínculo esencial entre el producto y el macrosistema. Se puede proporcionar un marco oportuno para el seguimiento de la evolución de las políticas y las respuestas por encima del nivel macro concentrándose en esto. Exiobase, por ejemplo, también puede utilizarse para proporcionar un seguimiento por regiones, como muestran De Witt et al, 2019.

Este seguimiento adicional a nivel de los servicios sociales puede, por ejemplo, concentrarse en los bienes representativos significativos relacionados con los servicios sociales que representen lo más importante en términos de cantidad, riqueza o calidad medioambiental. Se debe supervisar y comprender el valor del reciclaje y su contribución a la reducción del uso de materiales y del impacto medioambiental, y esto incluye el reciclaje, con el fin de maximizar la eficiencia. La información sobre la división de productos y recursos, la disponibilidad de materiales y la planificación de materiales para el reciclado, etc.

Dado que la CE y la sociedad necesitan cambiar, este sistema puede gestionar la colaboración interfuncional. Por ejemplo, el trabajo a distancia puede reducir el impacto de la movilidad, pero aumentar el uso de materiales personales y el impacto del uso de energía (Nakanishi 2015). Así, las películas por Internet disminuyen los envíos a los videoclubs, pero representan ya el 1% de las emisiones mundiales (Ferrebœuf 2019). Por lo tanto, los estudios futuros deberían tratar de combinar el enfoque de la economía circular con aspectos medioambientales de resultados como los límites planetarios, 2020. En él se ofrece información anual sobre la evolución de la vivienda dentro de estos límites, así como información sobre qué industrias o servicios sociales deben tenerse en cuenta.

## V. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes

1. A pequeña escala, la ECV ofrece un largo historial de evaluación medioambiental de numerosos productos, pero se requiere más investigación para comparar los productos lineales con los circulares. En el mismo artículo también se exploran las posibles repercusiones a nivel macro de la recuperación de la aplicación de la EC a través del reciclado, lo que indica un aumento de la reutilización.
2. En las normas asiáticas, el signo de los huertos preñados e industriales ha aumentado a partir del crecimiento de la economía footbatent y el aumento de los potenciales. Sin embargo, es necesario investigar más, sobre todo en la evaluación de su participación en el medio ambiente, especialmente en relación con el producto.
3. En general, la diferencia de medición de haces más significativa que vimos fue en la sección de existencias y uso (aunque la documentación de AFM sugiere varios métodos). Está casi totalmente ausente de las publicaciones periódicas nacionales. Se ha sugerido que un marco que divide los bienes y servicios en siete funciones sociales para representar el nivel meso es una forma prometedora de conectar la evaluación de la CE micro con la macro. Al vincular la clave del producto y la comunidad a la base de datos, puede incluso integrarse en las herramientas AESM para que los usuarios dispongan de más tiempo para utilizar sus aplicaciones.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes

1. En los últimos diez años, la bibliografía sobre la Unión Europea ha aumentado considerablemente. Sin embargo, los resultados de esta revisión mostraron que no ha habido muchas investigaciones que comparen los indicadores de radiación (uso o valor cuantitativo) con los indicadores medioambientales o los sistemas integrados. Se aconseja ampliar el corpus de investigación científica sobre este tema.
2. El corpus de investigación sobre la CE está creciendo, con una atención cada vez mayor a los indicadores de intensidad que a menudo miden la importancia o el tamaño. Cuando se produjeron tales acciones, no hubo síntomas ni movimientos locales. La encuesta de investigación no se puede dar a una pequeña industria industrial que promueve la transferencia a la transferencia a través de productos y accesorios de productos.
3. Por último, urge seguir investigando para recopilar información precisa y general sobre el uso de los productos y el comportamiento de los consumidores; se recomienda ampliar estos criterios para evaluar con mayor precisión la comparación entre las variaciones lineales y cíclicas de los productos.

## REFERENCIAS

- ADIBI, N., LAFHAJ, Z., YEHYA, M. y PAYET, J., 2017. Global Resource Indicator for life cycle impact assessment: Applied in wind turbine case study. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 165, pp. 1517-1528. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.07.226. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.226>.
- AGUILAR-HERNANDEZ, G.A., SIGÜENZA-SANCHEZ, C.P., DONATI, F., MERCIAI, S., SCHMIDT, J., RODRIGUES, J.F.D. y TUKKER, A., 2019. The circularity gap of nations: A multiregional analysis of waste generation, recovery, and stock depletion in 2011. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 151, no. November 2018, pp. 104452. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2019.104452. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104452>.
- AISSANI, L., LACASSAGNE, A., BAHERS, J.B. y FÉON, S. Le, 2019. Life cycle assessment of industrial symbiosis: A critical review of relevant reference scenarios. *Journal of Industrial Ecology* [en línea], vol. 23, no. 4, pp. 972-985. ISSN 15309290. DOI 10.1111/jiec.12842. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jiec.12842>.
- ALAERTS, L., VAN ACKER, K., ROUSSEAU, S., DE JAEGER, S., MORAGA, G., DEWULF, J., DE MEESTER, S., VAN PASSEL, S., COMPERNOLLE, T., BACHUS, K., VRANCKEN, K. y EYCKMANS, J., 2019. Towards a more direct policy feedback in circular economy monitoring via a societal needs perspective. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 149, no. February, pp. 363-371. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2019.06.004. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.06.004>.
- ANDRÉ, H., LJUNGGREN SÖDERMAN, M. y NORDELÖF, A., 2019. Resource and environmental impacts of using second-hand laptop computers: A case study of commercial reuse. *Waste Management* [en línea], vol. 88, pp. 268-279. ISSN 18792456. DOI 10.1016/j.wasman.2019.03.050. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.03.050>.



- BARLETTA, I., DESPEISSE, M. y JOHANSSON, B., 2018. The Proposal of an Environmental Break-Even Point as Assessment Method of Product-Service Systems for Circular Economy. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 72, pp. 720-725. ISSN 22128271. DOI 10.1016/j.procir.2018.03.257. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.257>.
- BJORN, A., CHANDRAKUMAR, C., BOULAY, A.M., DOKA, G., FANG, K., GONDRAN, N., HAUSCHILD, M.Z., KERKHOF, A., KING, H., MARGNI, M., MCLAREN, S., MUELLER, C., OWSIANIAK, M., PETERS, G., ROOS, S., SALA, S., SANDIN, G., SIM, S., VARGAS-GONZALEZ, M. y RYBERG, M., 2020. Review of life-cycle based methods for absolute environmental sustainability assessment and their applications. *Environmental Research Letters* [en línea], vol. 15, no. 8. ISSN 17489326. DOI 10.1088/1748-9326/ab89d7. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab89d7/meta>.
- BOCKEN, N.M.P., MUGGE, R., BOM, C.A. y LEMSTRA, H.J., 2018. Pay-per-use business models as a driver for sustainable consumption: Evidence from the case of HOMIE. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 198, pp. 498-510. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.07.043. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.043>.
- CAYZER, S., GRIFFITHS, P. y BEGHETTO, V., 2017. Design of indicators for measuring product performance in the circular economy. *International Journal of Sustainable Engineering* [en línea], vol. 10, no. 4-5, pp. 289-298. ISSN 19397046. DOI 10.1080/19397038.2017.1333543. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1333543>.
- CHENG, K.L., HSU, S.C., HUNG, C.C.W., CHEN, P.C. y MA, H. wen, 2019. A hybrid material flow analysis for quantifying multilevel anthropogenic resources. *Journal of Industrial Ecology* [en línea], vol. 23, no. 6, pp. 1456-1469. ISSN 15309290. DOI 10.1111/jiec.12940. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jiec.12940>.

- CHRISTIS, M., ATHANASSIADIS, A. y VERCALSTEREN, A., 2019. Implementation at a city level of circular economy strategies and climate change mitigation – the case of Brussels. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 218, pp. 511-520. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.01.180. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.180>.
- CORONA, B., SHEN, L., REIKE, D., ROSALES CARREÓN, J. y WORRELL, E., 2019. Towards sustainable development through the circular economy—A review and critical assessment on current circularity metrics. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 151, no. May, pp. 104498. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2019.104498. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104498>.
- CORRADO, S., RYDBERG, T., OLIVEIRA, F., CERUTTI, A. y SALA, S., 2020. Out of sight out of mind? A life cycle-based environmental assessment of goods traded by the European Union. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 246, pp. 118954. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.118954. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118954>.
- CUSENZA, M.A., GUARINO, F., LONGO, S., MISTRETTA, M. y CELLURA, M., 2019. Reuse of electric vehicle batteries in buildings: An integrated load match analysis and life cycle assessment approach. *Energy and Buildings* [en línea], vol. 186, pp. 339-354. ISSN 03787788. DOI 10.1016/j.enbuild.2019.01.032. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2019.01.032>.
- DONATI, F., AGUILAR-HERNANDEZ, G.A., SIGÜENZA-SÁNCHEZ, C.P., DE KONING, A., RODRIGUES, J.F.D. y TUKKER, A., 2020. Modeling the circular economy in environmentally extended input-output tables: Methods, software and case study. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 152, no. November 2018. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2019.104508. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104508>.
- DZOMBAK, R., ANTONOPOULOS, C. y DILLON, H.E., 2019. Balancing technological innovation with waste burden minimization: An examination of the global lighting industry. *Waste Management* [en línea], vol. 92, pp. 68-74. ISSN 18792456. DOI 10.1016/j.wasman.2019.04.037. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.04.037>.

- EC-JRC, 2012. Product Environmental Footprint (PEF) Guide. European Commission Joint Research Centre [en línea], pp. 154. Disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/eusssd/pdf/footprint/PEF methodology final draft.pdf](http://ec.europa.eu/environment/eusssd/pdf/footprint/PEF_methodology_final_draft.pdf).
- ELIA, V., GNONI, M.G. y TORNESE, F., 2017. Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 142, pp. 2741-2751. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2016.10.196. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.196>.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015. Growth within: a circular economy vision for a competitive europe. Ellen MacArthur Foundation [en línea], pp. 100. Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar\\_lookup?title=Growth Within%3A A Circular Economy Vision for a Competitive Europe&publication\\_year=2015&author=EMF](https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Growth+Within%3A+A+Circular+Economy+Vision+for+a+Competitive+Europe&publication_year=2015&author=EMF).
- EUROPEAN COMMISSION, 2018. A monitoring framework for the circular economy. COM/2018/29 final [en línea], vol. 29, no. final, pp. 1-11. ISSN 0957-4174. Disponible en: [http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm).
- EUROPEAN COMMISSION - JOINT RESEARCH CENTRE, 2010. ILCD Handbook: Framework and requirements for LCIA models and indicators First edition [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9789279175398. Disponible en: <http://lct.jrc.ec.europa.eu/>.
- FARRANT, L., OLSEN, S.I. y WANGEL, A., 2010. Environmental benefits from reusing clothes. *International Journal of Life Cycle Assessment* [en línea], vol. 15, no. 7, pp. 726-736. ISSN 09483349. DOI 10.1007/s11367-010-0197-y. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11367-010-0197-y>.
- FERREBOEUF, H., 2019. Lean ICT - towards digital sobriety. *The Shift Project* [en línea], no. March, pp. 90. Disponible en: [https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/Lean-ICT-Report\\_The-Shift-Project\\_2019.pdf](https://theshiftproject.org/wp-content/uploads/2019/03/Lean-ICT-Report_The-Shift-Project_2019.pdf).
- FRANCESCO, D.M. y REM, P.C., 2015. A Robust Indicator for Promoting Circular Economy through Recycling. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management* [en línea], vol. 161, no. 1, pp. 3-6. ISSN 17476526. DOI 10.1680/warm.2008.161.1.3. Disponible en: 10.4236 /jep.2015.610096.

- FRANKLIN-JOHNSON, E., FIGGE, F. y CANNING, L., 2016. Resource duration as a managerial indicator for Circular Economy performance. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 133, pp. 589-598. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2016.05.023. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.023>.
- FREIDBERG, S., 2014. Footprint technopolitics. *Geoforum* [en línea], vol. 55, pp. 178-189. ISSN 00167185. DOI 10.1016/j.geoforum.2014.06.009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geoforum.2014.06.009>.
- GALLAGHER, J., BASU, B., BROWNE, M., KENNA, A., MCCORMACK, S., PILLA, F. y STYLES, D., 2019. Adapting Stand-Alone Renewable Energy Technologies for the Circular Economy through Eco-Design and Recycling. *Journal of Industrial Ecology* [en línea], vol. 23, no. 1, pp. 133-140. ISSN 15309290. DOI 10.1111/jiec.12703. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jiec.12703>.
- GEERKEN, T., SCHMIDT, J., BOONEN, K., CHRISTIS, M. y MERCIAI, S., 2019. Assessment of the potential of a circular economy in open economies – Case of Belgium. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 227, pp. 683-699. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.04.120. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.120>.
- GENC, O., VAN CAPELLEVEEN, G., ERDIS, E., YILDIZ, O. y YAZAN, D.M., 2019. A socio-ecological approach to improve industrial zones towards eco-industrial parks. *Journal of Environmental Management* [en línea], vol. 250, no. May, pp. 109507. ISSN 10958630. DOI 10.1016/j.jenvman.2019.109507. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109507>.
- GENG, Y., FU, J., SARKIS, J. y XUE, B., 2012. Towards a national circular economy indicator system in China: An evaluation and critical analysis. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 23, no. 1, pp. 216-224. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2011.07.005. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.005>.
- GHISELLINI, P., CIALANI, C. y ULGIATI, S., 2016. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 114, pp. 11-32. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2015.09.007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

- GUO, B., GENG, Y., REN, J., ZHU, L., LIU, Y. y STERR, T., 2017. Comparative assessment of circular economy development in China's four megacities: The case of Beijing, Chongqing, Shanghai and Urumqi. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 162, pp. 234-246. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.06.061. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.061>.
- HAAS, W., KRAUSMANN, F., WIEDENHOFER, D. y HEINZ, M., 2015. How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology* [en línea], vol. 19, no. 5, pp. 765-777. ISSN 15309290. DOI 10.1111/jiec.12244. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jiec.12244>.
- HARRIS, S., WEINZETTEL, J., BIGANO, A. y KÄLLMÉN, A., 2020. Low carbon cities in 2050? GHG emissions of European cities using production-based and consumption-based emission accounting methods. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 248, pp. 119206. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.119206. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119206>.
- HELANDER, H., PETIT-BOIX, A., LEIPOLD, S. y BRINGEZU, S., 2019. How to monitor environmental pressures of a circular economy: An assessment of indicators. *Journal of Industrial Ecology* [en línea], vol. 23, no. 5, pp. 1278-1291. ISSN 15309290. DOI 10.1111/jiec.12924. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jiec.12924>.
- HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA, C., 2018. Metodología De La Investigación - La ruta cuantitativa, cualitativa y mixta [en línea]. 1°. México D.F.: Mc Graw Hill Education. ISBN 9781456260965. Disponible en: <https://bit.ly/3fA7hEp>.
- HU, Y., WEN, Z., LEE, J.C.K. y LUO, E., 2017. Assessing resource productivity for industrial parks using adjusted raw material consumption (ARMC). *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 124, no. December 2016, pp. 42-49. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2017.04.009. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.04.009>.

- HUANG, H.P., 2015. Eco-efficiency on the circular economy development pattern in Jiangxi province. *Shengtai Xuebao/ Acta Ecologica Sinica* [en línea], vol. 35, no. 9, pp. 2894-2901. ISSN 18722032. DOI 10.5846/stxb201306171725. Disponible en: 10.5846 / stxb201306171725.
- HUYSMAN, S., DE SCHAEPMEESTER, J., RAGAERT, K., DEWULF, J. y DE MEESTER, S., 2017. Performance indicators for a circular economy: A case study on post-industrial plastic waste. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 120, pp. 46-54. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2017.01.013. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.01.013>.
- JIA, L., CHU, J., MA, L., QI, X. y KUMAR, A., 2019. Life cycle assessment of plywood manufacturing process in China. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea], vol. 16, no. 11. ISSN 16604601. DOI 10.3390/ijerph16112037. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph16112037>.
- KADDOURA, M., KAMBANOU, M.L., TILLMAN, A.M. y SAKAO, T., 2019. Is prolonging the lifetime of passive durable products a low-hanging fruit of a circular economy? A multiple case study. *Sustainability (Switzerland)* [en línea], vol. 11, no. 18. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su11184819. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11184819>.
- KERDLAP, P., LOW, J.S.C., TAN, D.Z.L., YEO, Z. y RAMAKRISHNA, S., 2020. M3-IS-LCA: A Methodology for Multi-level Life Cycle Environmental Performance Evaluation of Industrial Symbiosis Networks. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 161, no. May, pp. 104963. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2020.104963. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104963>.
- KIRCHHERR, J., REIKE, D. y HEKKERT, M., 2017. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 127, no. September, pp. 221-232. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2017.09.005. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>.

- KJAER, L.L., PIGOSSO, D.C.A., MCALOONE, T.C. y BIRKVED, M., 2018. Guidelines for evaluating the environmental performance of Product/Service-Systems through life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 190, pp. 666-678. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.04.108. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.108>.
- KJAER, L.L., PIGOSSO, D.C.A., NIERO, M., BECH, N.M. y MCALOONE, T.C., 2019. Product/Service-Systems for a Circular Economy: The Route to Decoupling Economic Growth from Resource Consumption? *Journal of Industrial Ecology* [en línea], vol. 23, no. 1, pp. 22-35. ISSN 15309290. DOI 10.1111/jiec.12747. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jiec.12747>.
- KLAASSEN, N., SCHEEPENS, A., FLIPSEN, B. y VOGTLANDER, J., 2020. Eco-Efficient Value Creation of Residential Street the Value , the Costs and the Eco-Costs during. *energies* [en línea], Disponible en: <https://doi.org/10.3390/en13133351>.
- KRYSTOFIK, M. y GAUSTAD, G., 2018. Tying product reuse into tying arrangements to achieve competitive advantage and environmental improvement. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 135, no. July, pp. 235-245. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2017.08.028. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.028>.
- LANDI, D., GERMANI, M. y MARCONI, M., 2019. Analyzing the environmental sustainability of glass bottles reuse in an Italian wine consortium. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 80, pp. 399-404. ISSN 22128271. DOI 10.1016/j.procir.2019.01.054. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.01.054>.
- LANDI, D., GIGLI, S., GERMANI, M. y MARCONI, M., 2018. Investigating the feasibility of a reuse scenario for textile fibres recovered from end-of-life tyres. *Waste Management* [en línea], vol. 75, pp. 187-204. ISSN 18792456. DOI 10.1016/j.wasman.2018.02.018. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.02.018>.

- LAZAREVIC, D. y VALVE, H., 2017. Narrating expectations for the circular economy: Towards a common and contested European transition. *Energy Research and Social Science* [en línea], vol. 31, no. October 2016, pp. 60-69. ISSN 22146296. DOI 10.1016/j.erss.2017.05.006. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2017.05.006>.
- LI, S., 2012. The Research on Quantitative Evaluation of Circular Economy Based on Waste Input-Output Analysis. *Procedia Environmental Sciences* [en línea], vol. 12, no. Icese 2011, pp. 65-71. ISSN 18780296. DOI 10.1016/j.proenv.2012.01.248. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.248>.
- LINARES-ESPINÓS, E., HERNÁNDEZ, V., DOMÍNGUEZ-ESCRIG, J.L., FERNÁNDEZ-PELLO, S., HEVIA, V., MAYOR, J., PADILLA-FERNÁNDEZ, B. y RIBAL, M.J., 2018. Methodology of a systematic review. *Actas Urológicas Españolas* [en línea], vol. 42, no. 8, pp. 499-506. ISSN 02104806. DOI 10.1016/j.acuro.2018.01.010. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.acuroe.2018.07.002>.
- LIU, Z., ADAMS, M., COTE, R.P., CHEN, Q., WU, R., WEN, Z., LIU, W. y DONG, L., 2018. How does circular economy respond to greenhouse gas emissions reduction: An analysis of Chinese plastic recycling industries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [en línea], vol. 91, no. March 2017, pp. 1162-1169. ISSN 18790690. DOI 10.1016/j.rser.2018.04.038. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.04.038>.
- LONCA, G., MUGGÉO, R., IMBEAULT-TÉTREAU, H., BERNARD, S. y MARGNI, M., 2018. Does material circularity rhyme with environmental efficiency? Case studies on used tires. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 183, pp. 424-435. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.02.108. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.108>.
- MA, S.H., WEN, Z.G., CHEN, J.N. y WEN, Z.C., 2014. Mode of circular economy in China's iron and steel industry: A case study in Wu'an city. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 64, pp. 505-512. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2013.10.008. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.008>.



- MAKOV, T. y VIVANCO, D.F., 2018. Does the circular economy grow the pie? The case of rebound effects from smartphone reuse. *Frontiers in Energy Research* [en línea], vol. 6, no. MAY, pp. 1-11. ISSN 2296598X. DOI 10.3389/fenrg.2018.00039. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2018.00039>.
- MARTIN, M., 2015. Quantifying the environmental performance of an industrial symbiosis network of biofuel producers. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 102, pp. 202-212. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2015.04.063. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.063>.
- MARTIN, M., POULIKIDOU, S. y MOLIN, E., 2019. Exploring the environmental performance of urban symbiosis for vertical hydroponic farming. *Sustainability (Switzerland)* [en línea], vol. 11, no. 23, pp. 10-12. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su11236724. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11236724>.
- MATTILA, T., LEHTORANTA, S., SOKKA, L., MELANEN, M. y NISSINEN, A., 2012. Methodological Aspects of Applying Life Cycle Assessment to Industrial Symbioses. *Journal of Industrial Ecology* [en línea], vol. 16, no. 1, pp. 51-60. ISSN 10881980. DOI 10.1111/j.1530-9290.2011.00443.x. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1530-9290.2011.00443.x>.
- MERLI, R., PREZIOSI, M. y ACAMPORA, A., 2018. How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 178, pp. 703-722. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.12.112. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.112>.
- MOHER, D., LIBERATI, A., TETZLAFF, J. y ALTMAN, D.G., 2010. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *International Journal of Surgery* [en línea], vol. 8, no. 5, pp. 336-341. ISSN 17439191. DOI 10.1016/j.ijisu.2010.02.007. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijisu.2010.02.007>.

- MORAGA, G., HUYSVELD, S., MATHIEUX, F., BLENGINI, G.A., ALAERTS, L., VAN ACKER, K., DE MEESTER, S. y DEWULF, J., 2019. Circular economy indicators: What do they measure? *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 146, no. January, pp. 452-461. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2019.03.045. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.045>.
- MORSELETTO, P., 2020. Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 153, no. October 2018, pp. 104553. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2019.104553. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>.
- NACIONES UNIDAS, 2018. The Asia-Pacific low-carbon lifestyles challenge. Resource efficiency [en línea]. Disponible en: <https://www.unep.org/news-and-stories/news/asia-pacific-low-carbon-lifestyles-challenge>.
- NAKANISHI, H., 2015. Does Telework Really Save Energy? *International Management Review* [en línea], vol. 11, no. 2, pp. 89. ISSN 1551-6849. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Hodaka-Nakanishi-2/publication/280599807\\_Energy\\_Saving\\_Effects\\_of\\_Telework/links/5ec319bca6fdcc90d6825a1b/Energy-Saving-Effects-of-Telework.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Hodaka-Nakanishi-2/publication/280599807_Energy_Saving_Effects_of_Telework/links/5ec319bca6fdcc90d6825a1b/Energy-Saving-Effects-of-Telework.pdf).
- NIERO, M. y HAUSCHILD, M.Z., 2017. Closing the Loop for Packaging: Finding a Framework to Operationalize Circular Economy Strategies. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 61, pp. 685-690. ISSN 22128271. DOI 10.1016/j.procir.2016.11.209. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.209>.
- NIERO, M. y 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. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 140, no. October 2018, pp. 305-312. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2018.10.002. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.002>.
- NIERO, M. y OLSEN, S.I., 2016. Circular economy: To be or not to be in a closed product loop? A Life Cycle Assessment of aluminium cans with inclusion of alloying elements. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 114, pp. 18-31. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2016.06.023. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.023>.

- OLDFIELD, T.L., WHITE, E. y HOLDEN, N.M., 2018. The implications of stakeholder perspective for LCA of wasted food and green waste. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 170, pp. 1554-1564. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2017.09.239. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.239>.
- PACURARIU, R.L., VATCA, S.D., LAKATOS, E.S., BACALI, L. y VLAD, M., 2021. A critical review of eu key indicators for the transition to the circular economy. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [en línea], vol. 18, no. 16. ISSN 16604601. DOI 10.3390/ijerph18168840. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph18168840>.
- PALM, V., WOOD, R., BERGLUND, M., DAWKINS, E., FINNVEDEN, G., SCHMIDT, S. y STEINBACH, N., 2019. Environmental pressures from Swedish consumption – A hybrid multi-regional input-output approach. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 228, pp. 634-644. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.04.181. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.181>.
- PARCHOMENKO, A., NELEN, D., GILLABEL, J. y RECHBERGER, H., 2019. Measuring the circular economy - A Multiple Correspondence Analysis of 63 metrics. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 210, pp. 200-216. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.10.357. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.357>.
- PARK, J.Y. y CHERTOW, M.R., 2014. Establishing and testing the «reuse potential» indicator for managing wastes as resources. *Journal of Environmental Management* [en línea], vol. 137, pp. 45-53. ISSN 03014797. DOI 10.1016/j.jenvman.2013.11.053. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.053>.
- PAUER, E., WOHNER, B., HEINRICH, V. y TACKER, M., 2019. Assessing the environmental sustainability of food packaging: An extended life cycle assessment including packaging-related food losses and waste and circularity assessment. *Sustainability (Switzerland)* [en línea], vol. 11, no. 3. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su11030925. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su11030925>.

- PAULIUK, S., 2018. Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 129, no. October 2017, pp. 81-92. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2017.10.019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.019>.
- PETERS, G.P., ANDREW, R. y LENNOX, J., 2011. Constructing an environmentally extended multi-regional input-output table using the gtap database. *Economic Systems Research* [en línea], vol. 23, no. 2, pp. 131-152. ISSN 09535314. DOI 10.1080/09535314.2011.563234. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09535314.2011.563234>.
- RIECKHOF, R. y GUENTHER, E., 2018. Integrating life cycle assessment and material flow cost accounting to account for resource productivity and economic-environmental performance. *International Journal of Life Cycle Assessment* [en línea], vol. 23, no. 7, pp. 1491-1506. ISSN 16147502. DOI 10.1007/s11367-018-1447-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11367-018-1447-7>.
- RØYNE, F., BERLIN, J. y RINGSTRÖM, E., 2015. Life cycle perspective in environmental strategy development on the industry cluster level: A case study of five chemical companies. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 86, pp. 125-131. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2014.08.016. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.016>.
- SAIDANI, M., YANNOU, B., LEROY, Y. y CLUZEL, F., 2017. How to assess product performance in the circular economy? Proposed requirements for the design of a circularity measurement framework. *Recycling* [en línea], vol. 2, no. 1. ISSN 23134321. DOI 10.3390/recycling2010006. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/recycling2010006>.
- SAIDANI, M., YANNOU, B., LEROY, Y., CLUZEL, F. y KENDALL, A., 2019. A taxonomy of circular economy indicators. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 207, pp. 542-559. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.10.014. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.014>.

- STADLER, K., WOOD, R., BULAVSKAYA, T., SÖDERSTEN, C.J., SIMAS, M., SCHMIDT, S., USUBIAGA, A., ACOSTA-FERNÁNDEZ, J., KUENEN, J., BRUCKNER, M., GILJUM, S., LUTTER, S., MERCIAI, S., SCHMIDT, J.H., THEURL, M.C., PLUTZAR, C., KASTNER, T., EISENMENGER, N., ERB, K.H., DE KONING, A. y TUKKER, A., 2018. EXIOBASE 3: Developing a Time Series of Detailed Environmentally Extended Multi-Regional Input-Output Tables. *Journal of Industrial Ecology* [en línea], vol. 22, no. 3, pp. 502-515. ISSN 15309290. DOI 10.1111/jiec.12715. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jiec.12715>.
- STEFFEN, W., RICHARDSON, K., ROCKSTRÖM, J., CORNELL, S.E., FETZER, I., BENNETT, E.M., BIGGS, R., CARPENTER, S.R., DE VRIES, W., DE WIT, C.A., FOLKE, C., GERTEN, D., HEINKE, J., MACE, G.M., PERSSON, L.M., RAMANATHAN, V., REYERS, B. y SÖRLIN, S., 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* [en línea], vol. 347, no. 6223. ISSN 10959203. DOI 10.1126/science.1259855. Disponible en: <https://doi.org/10.1126/science.1259855>.
- STEINMANN, Z.J.N., SCHIPPER, A.M., HAUCK, M., GILJUM, S., WERNET, G. y HUIJBREGTS, M.A.J., 2017. Resource Footprints are Good Proxies of Environmental Damage. *Environmental Science and Technology* [en línea], vol. 51, no. 11, pp. 6360-6366. ISSN 15205851. DOI 10.1021/acs.est.7b00698. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00698>.
- STRAT, V.A., TEODOR, C. y SĂSEANU, A.S., 2018. The characterization of the Romanian circular economy's potential, at county level. *Amfiteatru Economic* [en línea], vol. 20, no. 48, pp. 278-293. ISSN 15829146. DOI 10.24818/EA/2018/48/278. Disponible en: [doi:10.24818/EA/2018/48/278](https://doi.org/10.24818/EA/2018/48/278).
- SU, B., HESHMATI, A., GENG, Y. y YU, X., 2013. A review of the circular economy in China: Moving from rhetoric to implementation. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 42, pp. 215-227. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2012.11.020. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.020>.

- SUN, L., LI, H., DONG, L., FANG, K., REN, J., GENG, Y., FUJII, M., ZHANG, W., ZHANG, N. y LIU, Z., 2017. Eco-benefits assessment on urban industrial symbiosis based on material flows analysis and emergy evaluation approach: A case of Liuzhou city, China. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 119, pp. 78-88. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2016.06.007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.06.007>.
- TANZER, J. y RECHBERGER, H., 2019. Setting the common ground: A generic framework for material flow analysis of complex systems. *Recycling* [en línea], vol. 4, no. 2. ISSN 23134321. DOI 10.3390/recycling4020023. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/recycling4020023>.
- TECCHIO, P., ARDENTE, F., MARWEDE, M., CLEMM, C., DIMITROVA, G. y MATHIEUX, F., 2018. Ecodesign of Personal Computers: An Analysis of the Potentials of Material Efficiency Options. *Procedia CIRP* [en línea], vol. 69, no. May, pp. 716-721. ISSN 22128271. DOI 10.1016/j.procir.2017.11.051. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.051>.
- THOMAS, V.M., 2011. The environmental potential of reuse: An application to used books. *Sustainability Science* [en línea], vol. 6, no. 1, pp. 109-116. ISSN 18624057. DOI 10.1007/s11625-010-0115-z. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11625-010-0115-z>.
- TISSERANT, A., PAULIUK, S., MERCIAI, S., SCHMIDT, J., FRY, J., WOOD, R. y TUKKER, A., 2017. Solid Waste and the Circular Economy: A Global Analysis of Waste Treatment and Waste Footprints. *Journal of Industrial Ecology* [en línea], vol. 21, no. 3, pp. 628-640. ISSN 15309290. DOI 10.1111/jiec.12562. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jiec.12562>.
- TUKKER, A., 2015. Product services for a resource-efficient and circular economy - A review. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 97, pp. 76-91. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2013.11.049. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.049>.

- TUKKER, A., DE KONING, A., WOOD, R., HAWKINS, T., LUTTER, S., ACOSTA, J., RUEDA CANTUCHE, J.M., BOUWMEESTER, M., OOSTERHAVEN, J., DROSDOWSKI, T. y KUENEN, J., 2013. Exiopol - Development and Illustrative Analyses of a Detailed Global Mr Ee Sut/lot. Economic Systems Research [en línea], vol. 25, no. 1, pp. 50-70. ISSN 09535314. DOI 10.1080/09535314.2012.761952. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/09535314.2012.761952>.
- VAN EWIJK, S., PARK, J.Y. y CHERTOW, M.R., 2018. Quantifying the system-wide recovery potential of waste in the global paper life cycle. Resources, Conservation and Recycling [en línea], vol. 134, no. November 2017, pp. 48-60. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2018.02.026. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.02.026>.
- VERONES, F., MORAN, D., STADLER, K., KANEMOTO, K. y WOOD, R., 2017. Resource footprints and their ecosystem consequences. Scientific Reports [en línea], vol. 7, no. April 2016, pp. 1-12. ISSN 20452322. DOI 10.1038/srep40743. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/srep40743>.
- VIRTANEN, M., MANSKINEN, K., UUSITALO, V., SYVÄNNE, J. y CURA, K., 2019. Regional material flow tools to promote circular economy. Journal of Cleaner Production [en línea], vol. 235, pp. 1020-1025. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2019.06.326. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.326>.
- WALKER, S., COLEMAN, N., HODGSON, P., COLLINS, N. y BRIMACOMBE, L., 2018. Evaluating the environmental dimension of material efficiency strategies relating to the circular economy. Sustainability (Switzerland) [en línea], vol. 10, no. 3, pp. 1-14. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su10030666. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su10030666>.
- WANG, N., LEE, J.C.K., ZHANG, J., CHEN, H. y LI, H., 2018. Evaluation of Urban circular economy development: An empirical research of 40 cities in China. Journal of Cleaner Production [en línea], vol. 180, pp. 876-887. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2018.01.089. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.089>.

- WEN, Z. y MENG, X., 2015. Quantitative assessment of industrial symbiosis for the promotion of circular economy: A case study of the printed circuit boards industry in China's Suzhou New District. *Journal of Cleaner Production* [en línea], vol. 90, pp. 211-219. ISSN 09596526. DOI 10.1016/j.jclepro.2014.03.041. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.03.041>.
- WIEBE, K.S., HARSDORFF, M., MONTT, G., SIMAS, M.S. y WOOD, R., 2019. Global Circular Economy Scenario in a Multiregional Input-Output Framework. *Environmental Science and Technology* [en línea], vol. 53, no. 11, pp. 6362-6373. ISSN 15205851. DOI 10.1021/acs.est.9b01208. Disponible en: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.est.9b01208>.
- WIEDENHOFER, D., FISHMAN, T., LAUK, C., HAAS, W. y KRAUSMANN, F., 2019. Integrating Material Stock Dynamics Into Economy-Wide Material Flow Accounting: Concepts, Modelling, and Global Application for 1900–2050. *Ecological Economics* [en línea], vol. 156, no. September 2018, pp. 121-133. ISSN 09218009. DOI 10.1016/j.ecolecon.2018.09.010. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.09.010>.
- WILLSKYTT, S. y TILLMAN, A.M., 2019. Resource efficiency of consumables – Life cycle assessment of incontinence products. *Resources, Conservation and Recycling* [en línea], vol. 144, no. December 2018, pp. 13-23. ISSN 18790658. DOI 10.1016/j.resconrec.2018.12.026. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.12.026>.
- WRAP, 2020. WRAP's vision for the UK circular economy. *Climate change* [en línea]. Disponible en: <https://wrap.org.uk/taking-action/climate-change/circular-economy/wraps-vision-uk-circular-economy>.
- ZHAO, Haoran, GUO, S. y ZHAO, Huiru, 2018. Comprehensive benefit evaluation of eco-industrial parks by employing the best-worst method based on circular economy and sustainability. *Environment, Development and Sustainability* [en línea], vol. 20, no. 3, pp. 1229-1253. ISSN 15732975. DOI 10.1007/s10668-017-9936-6. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10668-017-9936-6>.



- ZHOU, Y., STANCHEV, P., KATSOU, E., AWAD, S. y FAN, M., 2019. A circular economy use of recovered sludge cellulose in wood plastic composite production: Recycling and eco-efficiency assessment. Waste Management [en línea], vol. 99, pp. 42-48. ISSN 18792456. DOI 10.1016/j.wasman.2019.08.037. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.037>.
- ZINK, T. y GEYER, R., 2017. Circular Economy Rebound. Journal of Industrial Ecology [en línea], vol. 21, no. 3, pp. 593-602. ISSN 15309290. DOI 10.1111/jiec.12545. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jiec.12545>.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GARZON FLORES ALCIDES, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Evaluación del Desempeño Ambiental en la Economía Circular: Revisión Sistemática", cuyos autores son USKA MARQUEZ JORGE LUIS, CAHUATA MAMANI SHARMELY YOSANIRA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 9.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 05 de Enero del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
GARZON FLORES ALCIDES <b>DNI:</b> 70298997 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0218-8743	Firmado electrónicamente por: AGARZON el 16-01- 2023 19:32:09

Código documento Trilce: TRI - 0510195