

# Ingeniería de la economía circular mediante un análisis sistemático desde la ciencia abierta

## Circular Economy engineering through a systematic analysis from open science

Recibido: setiembre 24 de 2023 | Revisado: octubre 20 de 2023 | Aceptado: noviembre 15 de 2023

DENISSE MILAGROS PAREDES COTOHUANZA<sup>1</sup>  
GEORGE ARGOTA PÉREZ<sup>2</sup>

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue describir la ingeniería economía circular mediante un análisis sistemático desde la ciencia abierta. El estudio se realizó en octubre de 2023. Mediante la base de datos ScienceDirect se introdujo la ecuación de búsqueda con signos booleanos siguiente: “circular economy model” AND “technological innovation” AND “development”. Se filtraron los años 2021, 2022 y 2023. Los artículos seleccionados correspondieron al tipo de revisión con acceso abierto. El análisis de la información fue con la metodología PRISMA. Se identificaron 32 artículos donde se analizaron finalmente, cuatro que correspondieron dos al 2022 y 2023. La EC con base en la innovación tecnológica considera, una trazabilidad que inicia con un pensamiento de gestión de procesos ecoeficientes mediante el saneamiento y uso de recursos tratados, distribución de uso marcado, consumo y depósito y reciclaje óptimo. Después del 2018 ninguno de los cuatro artículos mostró citas referenciales de coincidencia. Se concluye, que la EC se describe desde una variedad de análisis que permiten el uso eficiente y sostenible de recursos.

**Palabras clave:** capacidad responsable, diferenciación, economía circular, modelo de competencia, sostenibilidad

### ABSTRACT

The objective of the study was to describe circular economic engineering by means of a systematic analysis from open science. The study was conducted in October 2023. Using the ScienceDirect database, the following search equation with Boolean signs was entered: “circular economy model” AND “technological innovation” AND “development”. The years 2021, 2022 and 2023 were filtered. The selected articles corresponded to the type of review with open access. The information was analyzed using the PRISMA methodology. Thirty-two articles were identified and four were finally analyzed, corresponding to 2022 and 2023. The CE based on technological innovation considers, a traceability that starts with a management thinking of eco-efficient processes through sanitation and use of treated resources, distribution of marked use, consumption and optimal deposit and recycling. After 2018 none of the four articles showed matching referential citations. It is concluded, that CE is described from a variety of analyses that enable efficient and sustainable use of resources.

**Keywords:** circular economy, competition model, differentiation, responsible capacity, sustainability

- 1 Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú
- 2 Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio Ambiente “AMTAWI”. Puno, Perú

Autor de correspondencia:  
milagros.paredesc@pucp.pe

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres. Este artículo se distribuye en los términos de la Licencia Creative Commons Atribución No-Comercial – Compartir-Igual 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea debidamente citada. Para uso comercial contactar a: [revistacampus@usmp.pe](mailto:revistacampus@usmp.pe).

<https://doi.org/10.24265/campus.2023.v28n36.11>

## Introducción

La innovación tecnológica constituye el pilar fundamental de la sostenibilidad (Kristoffersen *et al.*, 2020). Un factor viable que impulsa la innovación tecnológica, es el sistema de producción de servicios (González *et al.*, 2019), blockchain, Industria 4.0 (Patil *et al.*, 2023), y la Industria 5.0 (Dwivedi *et al.*, 2023). En este sentido, se considera para la sostenibilidad toda fabricación sustentada en la digitalización, pero no siempre existe la preparación hacia el uso de innovaciones tecnológicas en todos los procesos y la heterogeneidad de servicios (Sassanelli & Terzi, 2022). Para ello, se necesita la adecuación de modelos tecnológicos (Lamperti *et al.*, 2023), que orienten al alcance de capacidades y ampliación de competencias sociales (Chiappetta Jabbour *et al.*, 2020).

Entre los retos de prioridad en la sostenibilidad se encuentra la mitigación de la huella ecológica (Nayak *et al.*, 2019), y cada vez más se espera que sea una tendencia relevante para las próximas décadas. Por tal motivo, los nuevos modelos tecnológicos se basan en la Economía Circular (EC), pues permiten aprovechar las oportunidades durante la transformación de fabricaciones, además de posibilitar una respuesta eficiente ante el cambio climático (Matlin *et al.*, 2020; Papamichael *et al.*, 2023). Existe

la responsabilidad que se comprenda que la tecnología representa la vía de solución innovativa dentro de los modelos de la EC (Issaoui *et al.*, 2022).

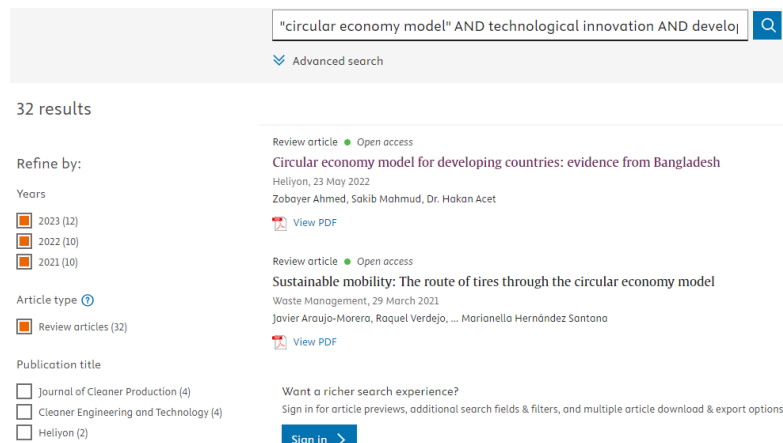
La Economía Circular se basa en indicadores socioeconómicos y ambientales orientados a la tendencia de la sostenibilidad (Alhawari *et al.*, 2021). Se procura que los sistemas, no solo incorporan flujos circulares limitados (Pieroni *et al.*, 2019; Alarcón *et al.*, 2020), sino que se extienda el reconocimiento económico desde una base social (Hutchins *et al.*, 2019, Padilla *et al.*, 2021). El diseño de procesos, productos y/o servicios parece ser fundamental en la sostenibilidad y lo esencial en la EC refiere a la innovación (Rauter *et al.*, 2019). El objetivo del estudio fue describir la economía circular mediante un análisis sistemático desde la ciencia abierta.

## Método

El estudio se realizó en octubre de 2023. Mediante la base de datos ScienceDirect se introdujo la ecuación de búsqueda con signos booleanos siguiente: “circular economy model” AND “technological innovation” AND “development”. Se filtraron los años 2021, 2022 y 2023. Los artículos seleccionados correspondieron al tipo de revisión con acceso abierto (Figura 1). El análisis de la información fue con la metodología PRISMA (Pagea *et al.*, 2021).

**Figura 1**

*Selección de los artículos de revisión en la base de datos ScienceDirect*



Luego de la selección de los artículos de revisión, entonces se generó un mapa semilla para su análisis.

Aspectos éticos: el parafraseo de la información científica fue adecuado donde se cumplió con los derechos de autoría. El análisis para la selección y lectura de los artículos de revisión se ajusta al cumplimiento de crítico

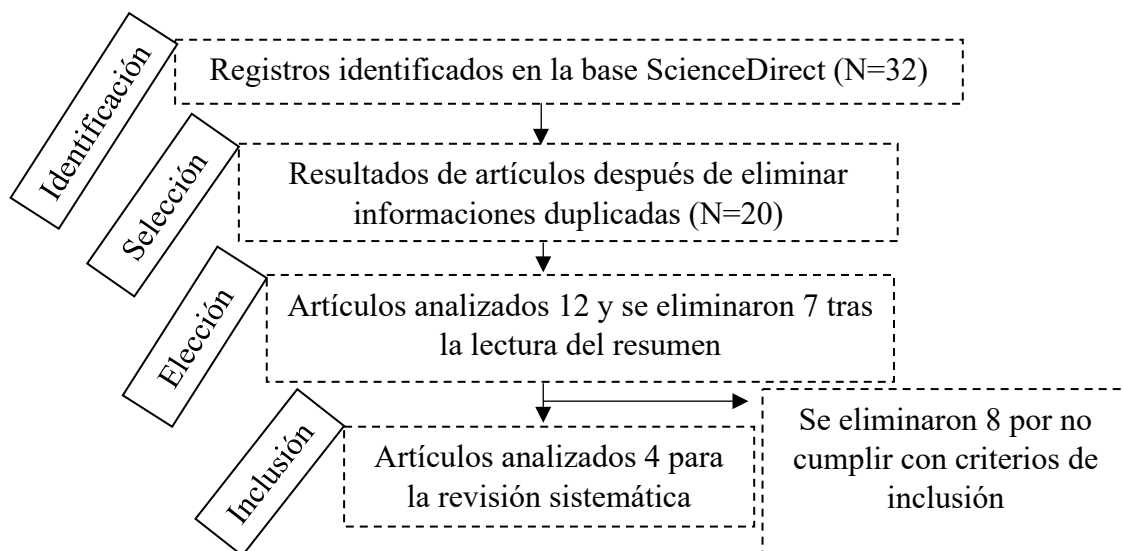
sobre la verificación de los criterios metodológicos.

## RESULTADOS

Se identificaron 32 artículos donde eliminaron 20 después de existir informaciones duplicadas. Posteriormente, otros siete se eliminaron tras la lectura del resumen donde quedaron para su análisis solo cuatro artículos de revisión (Figura 2).

**Figura 2**

*Metodología PRISMA para la revisión sistemática*



Los artículos de revisión que se incluyeron para su análisis se identifican

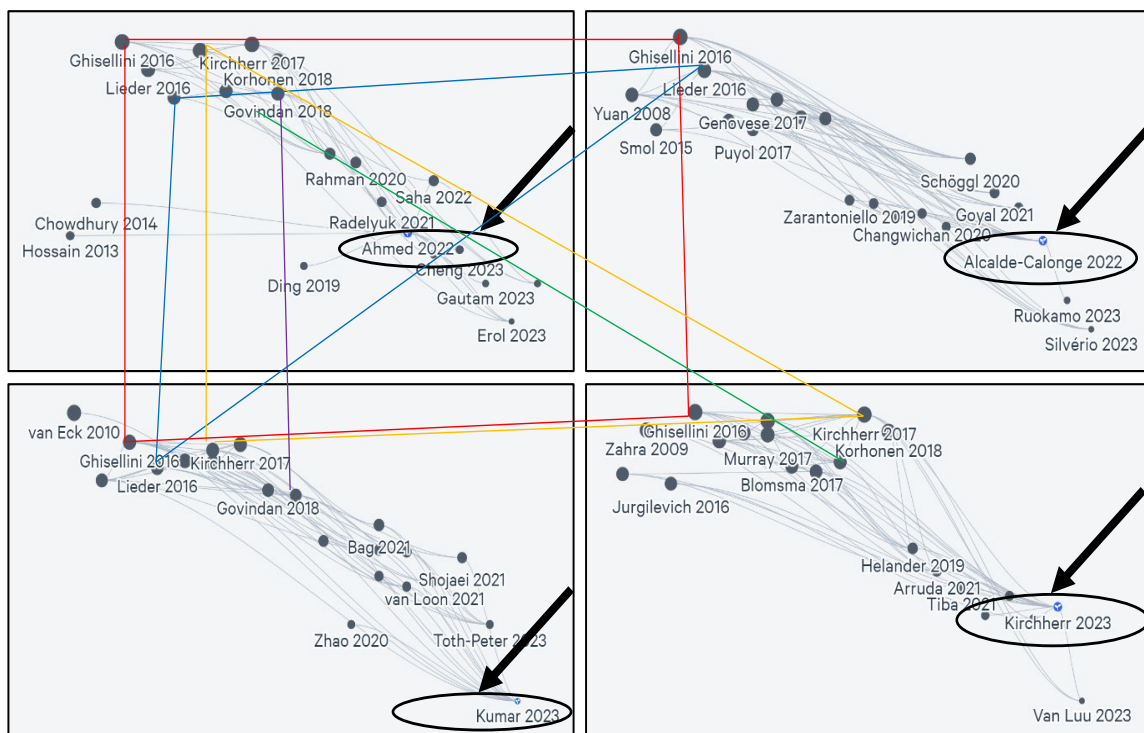
en la Tabla 1. Dos correspondieron al 2022 y otros dos en el 2023.

**Tabla 1***Inclusión de artículos de revisión*

TÍTULO	AÑO	AUTOR(ES)
Circular economy model for developing countries: evidence from Bangladesh. <a href="https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09530">https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09530</a>	2022	Zobayer <i>et al.</i>
Evolution of research on circular economy and related trends and topics. A thirteen-year review. <a href="https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101716">https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101716</a>	2022	Alcalde <i>et al.</i>
A review of literature on the integration of green energy and circular economy. <a href="https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21091">https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21091</a>	2023	Sarvesh <i>et al.</i>
Conceptualizing the circular economy (revisited): An analysis of 221 definitions. <a href="https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001">https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001</a>	2023	Kirchherr <i>et al.</i>

Un aspecto común en la lectura de los artículos es que refieren a la EC como una herramienta para el desarrollo sostenible

donde la similitud de cita solo fue hasta el 2018 (Figura 3).

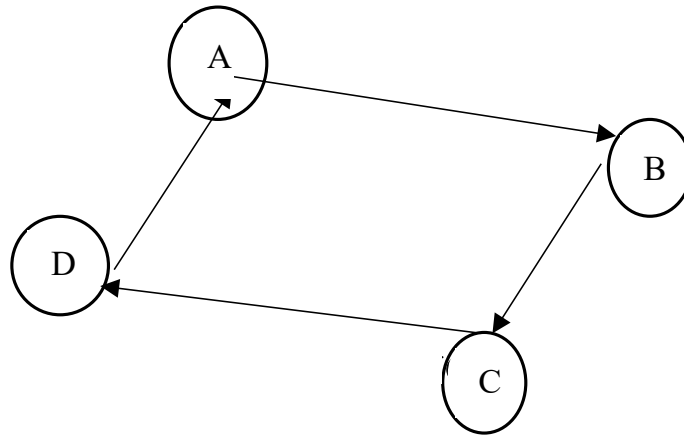
**Figura 3***Conexión de informaciones científica con el artículo de revisión como semilla*

A partir, de la interpretación de la información científica puede mostrarse una propuesta de la EC con base en la innovación tecnológica donde se considera, una trazabilidad que se inicia

con un pensamiento de gestión de procesos ecoeficientes mediante el saneamiento y uso de recursos tratados: A, distribución de uso marcado: B, consumo y depósito: C, reciclaje óptimo: D (Figura 4).

**Figura 4**

*Modelo tecnológico de la economía circular*



**Discusión**

En este estudio se observó, que después del 2018 ninguno de los cuatro artículos mostró citas referenciales de coincidencia. Esta descripción de podría indicar, la diversificación conceptual sobre la Economía Circular. Por tanto, la probabilidad que existan múltiples modelos con base en la innovación tecnológica para el desarrollo y la visibilidad sostenible es elevada. El modelo tecnológico de la EC describe una práctica que justifica los objetivos de desarrollo del milenio: saneamiento, energía limpia, productividad y consumo razonable y soberanía de vida en el planeta (Schroeder *et al.*, 2019). Por tanto, la visibilidad social se ofrece desde la competencia de los servicios (Biswas *et al.*, 2019). Asimismo, el modelo tecnológico hace conocer, la implementación de prácticas limpias durante todo el proceso (Dulia *et al.*, 2021).

Una razón que justifica la sostenibilidad sobre la EC para la mayoría de los países en vía de desarrollo estaría en la aplicación de tecnologías sofisticadas y rentables,

pues ello implicaría que la facilitación transformable durante la gestión de residuos (Serrano *et al.*, 2021). La barrera tecnológica imposibilita que la EC sea sostenible (Ding *et al.*, 2019). A pesar, de cualquier esfuerzo hacia la EC mediante la innovación tecnológica, igualmente es necesarios un enfoque colaborativo e inclusión entre las partes sociales (Gunarathne *et al.*, 2019; Radelyuk *et al.*, 2021).

**Conclusiones**

LA EC se describe desde una variedad de análisis que permiten el uso eficiente y sostenible de recursos. Se reconoce, que cualquier propuesta de modelo tiene su base en la innovación tecnológica donde existe un ciclo de procesos que muestran lo sostenible para cualquier gestión. A pesar, que la literatura científica refiere diversas comunicaciones y formas de entender la EC siendo justificada desde la falta de coincidencia en los hallazgos después del año 2018. No obstante, puede interpretarse que la EC como perspectiva de desarrollo contribuye a la sostenibilidad.

## Referencias

- Alarcón, F., Cortés, P.P., Pérez, P.D., & Sanchis, R. (2020). Sustainability vs. circular economy from a disposition decision perspective: A proposal of a methodology and an applied example in SMEs. *Sustainability*; 12, 1-26. <https://doi.org/10.3390/su122310109>
- Alcalde, C.A., Sáez, M.F.J., & Ruiz, P.P. (2022). Evolution of research on circular economy and related trends and topics. A thirteen-year review. *Ecological Informatics*; 70, 101716. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2022.101716>
- Alhawari, O., Awan, U., Bhutta, K.S.B, & Ülkü, M.A. (2021). Insights from circular economy literature: A review of extant definitions and unravelling paths to future research. *Sustainability*; 13(2), 859. <https://doi.org/10.3390/su13020859>
- Biswas, R.K., Kabir, E., & Khan, H.T. (2019). Causes of urban migration in Bangladesh: evidence from the urban health survey. *Journal Population Research and Policy Review*; 38(4), 593-614. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11113-019-09532-3>
- Chiappetta, J., Charbel, J., Fiorini, P.C., Ndubisi, N.O., Queiroz, M.M., & Piato, E.L. (2020). Digitally-enabled sustainable supply chains in the 21st century: A review and a research agenda. *Science of The Total Environment*, 725, 138177. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138177>
- Ding, X., Zhou, C., Zhong, W., & Tang, P. (2019). Addressing uncertainty of environmental governance in environmentally sensitive areas in developing countries: a precisestrike and spatial-targeting adaptive governance framework. *Sustainability*; 11(16), 4510. <https://doi.org/10.3390/su11164510>
- Dulia, E.F., Ali, S.M., Garshasbi, M., & Kabir, G. (2021). Admitting risks towards circular economy practices and strategies: an empirical test from supply chain perspective. *Journal Cleaner Production*; 317, 128420. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128420>
- Dwivedi, A., Agrawal, D.A., Jha, A., & Mathiyazhagan, K. (2023). Studying the interactions among Industry 5.0 and circular supply chain: Towards attaining sustainable development. *Computers & Industrial Engineering*; 176, 108927. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108927>
- González, C.C.A., Romero, D., Rossi, M., Luglietti, R., & Johansson, B. (2019). Circular lean product-service systems design: A literature review, framework proposal and case studies. *Procedia CIRP*, 83, 419-424. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.109>
- Gunarathne, A.D.N., Tennakoon, T.P.Y.C., & Weragoda, J.R. (2019). Challenges and opportunities for the recycling industry in developing countries: the case of Sri Lanka. *Journal of Material Cycles and Waste*

- Management*; 21(1), 181-190. <http://dx.doi.org/10.1007/s10163-018-0782-x>
- Hutchins, M.J., Richter, J.S., Henry, M.L., & Sutherland, J.W. (2019). Development of indicators for the social dimension of sustainability in a U.S. business context. *Journal of Cleaner Production*; 212, 687-697. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.199>
- Issaoui, M., Jellali, S., Zorpas, A.A., & Dutournie, P. (2022). Membrane technology for sustainable water resources management: Challenges and future projections. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 25, 100590. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100590>
- Kirchherr, J., Nadja, Y.N.H., Schulze, S.F., Heerink, M.J., & Hartley, K. (2023). Conceptualizing the circular economy (revisited): An analysis of 221 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*; 194, 107001. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107001>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: The concept and its limitations. *ecological economics*; 143, 37-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>
- Kristoffersen, E., Blomsma, F., Mikalef, P., & Li, J. (2020). The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies. *Journal of Business Research*, 120, 241-261. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.044>
- Lamperti, S., Cavallo, A., & Sassanelli, C. (2023). Digital servitization and business model innovation in SMEs: A model to escape from market disruption. *IEEE Transactions on Engineering Management*; 99, 1-15. <http://dx.doi.org/10.1109/TEM.2022.3233132>
- Matlin, S.A., Mehta, G., Hopf, H., Krief, A., Keßler, L., & Kümmerer, K. (2020). Material circularity and the role of the chemical sciences as a key enabler of a sustainable post-trash age. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 17, 100312. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2020.100312>
- Nayak, R., Akbari, M., & Maleki, F.M. (2019). Recent sustainable trends in Vietnam's fashion supply chain. *Journal of Cleaner Production*; 25, 291-303. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.239>
- Padilla, R.A., do Carmo, B.B.T., Arcese, G., & Merveille, N. (2021). Social circular economy indicators: Selection through fuzzy delphi method. *Sustainable Production and Consumption*; 26, 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.015>
- Pagea, M.J., McKenzie, J.E., Bossuyt, P.M., Boutron, I., Hoffmann, T.C., Mulrow, C.D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akh, E.A., *et al.* (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Española de Cardiología*; 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

- Papamichael, I., Voukkali, I., Loizia, P., Pappas, G., & Zorpas, A.A. (2023). Existing tools used in the framework of environmental performance. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*; 32, 101026. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101026>
- Patil, A., Dwivedi, A., & Moktadir, A. (2023). Big data-Industry 4.0 readiness factors for sustainable supply chain management: Towards circularity. *Computers & Industrial Engineering*; 178, 109109. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2023.109109>
- Pieroni, M.P.; McAloone, T., & Pigosso, D.A.C. (2019). Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. *Journal of Cleaner Production*; 215, 198-216. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.036>
- Radelyuk, I., Tussupova, K., Klemes, J.J., & Persson, K.M. (2021). Oil refinery and water pollution in the context of sustainable development: developing and developed countries. *Journal Cleaning Production*; 302, 126987. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126987>
- Rauter, R., Globocnik, D., Vorbach, E.P., & Baumgartner, R.J. (2018). Open innovation and its effects on economic and sustainability innovation performance. *Journal of Innovation & Knowledge*; 4, 226-233. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2018.03.004>
- Sarvesh, K., Arvind, D., & Deepak, R. (2023). A review of literature on the integration of green energy and circular economy. *Helion*; 9(11), 21091. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21091>
- Sassanelli, C., & Terzi, S. (2022). The D-BEST reference model: A flexible and sustainable support for the digital transformation of small and medium enterprises. *Global Journal of Flexible Systems Management*; 23(2), 1-26. <http://dx.doi.org/10.1007/s40171-022-00307-y>
- Schroeder, P., Anggraeni, K., & Weber, U. (2019). The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. *Journal Industrial Ecological*; 23(1), 77-95. <https://doi.org/10.1111/jiec.12732>
- Serrano, T., Aparcana, S., Bakhtiari, F., & Laurent, A. (2021). Contribution of circular economy strategies to climate change mitigation: generic assessment methodology with focus on developing countries. *Journal of Industrial Ecology*; 25(6), 1382-1397. <https://doi.org/10.1111/jiec.13178>
- Zobayer, A., Sakib, M., & Hakan, A. (2022). Circular economy model for developing countries: evidence from Bangladesh. *Helion*; 8(5), 09530. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09530>