

Noviembre 2022

WP1-2022-CJG1

N° de serie

DOCUMENTO DE TRABAJO

Gestión de Residuos: Panorama mundial

Autores

Carlos Gallego

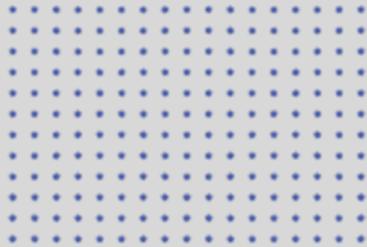
Luisa Alcaraz

Santiago Rojas

Luis Ortiz



ALIANZA EFI
Economía Formal e Inclusiva



Working Paper Series

Gestión de Residuos: panorama mundial

**Carlos J Gallego D, Luisa M Alcaraz L, Santiago S
Rojas & Luis F Ortiz-Clavijo**

WP-01-112022

DOI: 10.5281/zenodo.7336309

Citación:

Gallego D, C. J., Alcaraz L, L. M., Rojas, S. S., & Ortiz-Clavijo, L. F. (2022). Gestión de residuos: panorama mundial (WP-01-112022; Working Paper Series | Grupo INGECO de UNAULA). <https://doi.org/10.5281/zenodo.7336309>

Los documentos de trabajo del Grupo de Investigación INGECO de UNAULA constituyen un documento complementario ya sea de carácter técnico o científico, con el que se busca fundamentalmente, favorecer la transferencia y divulgación de los procesos de investigación adelantados en la Facultad de Ingenierías de la Universidad Autónoma Latinoamericana.

Gestión de residuos: panorama mundial

Carlos J Gallego D*, Luisa M Alcaraz L, Santiago S Rojas & Luis F Ortiz-Clavijo

Resumen

Este documento analiza la gestión de los residuos sólidos en los países en desarrollo. Destaca la importancia de los recicladores informales en el proceso de recuperación de materiales de los residuos sólidos. El documento también analiza los desafíos que enfrentan los recicladores informales, como las malas condiciones de trabajo. Finalmente, el documento recomienda formas de mejorar la eficiencia de los recicladores informales y el sistema de gestión de residuos sólidos en los países en desarrollo.

Palabras Clave: Gestión de Residuos, Residuos Sólidos Urbanos, Separar, Recuperar, Reciclador.

Abstract

This paper analyzes solid waste management in emerging countries. It emphasizes the significance of informal recyclers in the recovery of commodities from solid waste. The document also addresses the issues that informal recyclers confront, such as unsafe working conditions. Finally, the document makes recommendations for ways to increase the efficiency of informal recyclers as well as the solid waste management system in developing nations.

Keywords: Waste Management, Solid Urban Waste, Separate, Recover, Recycler.

JEL: Q05, Q53.

*E-mail: carlosjulian.gallego@unaula.edu.co

Agradecimientos

Esta serie de documentos de trabajo es financiada por el programa “Inclusión productiva y social: programas y políticas para la promoción de una economía formal”, código 60185, que conforma Colombia Científica-Alianza EFI, bajo el Contrato de Recuperación Contingente No.FP44842-220-2018.

Acknowledgments

This working paper series is funded by the Colombia Científica-Alianza EFI Research Program, with code 60185 and contract number FP44842-220-2018, funded by The World Bank through the call Scientific Ecosystems, managed by the Colombian Ministry of Science, Technology and Innovation.

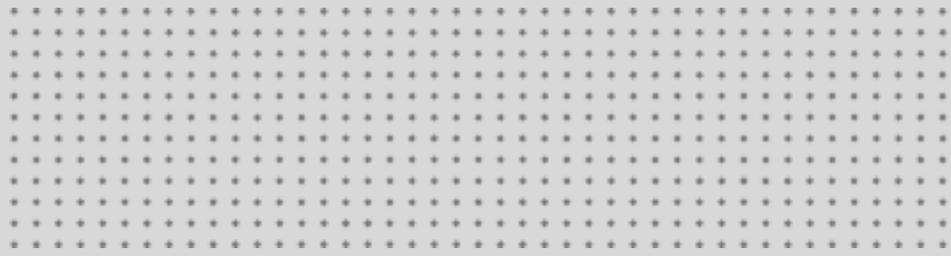
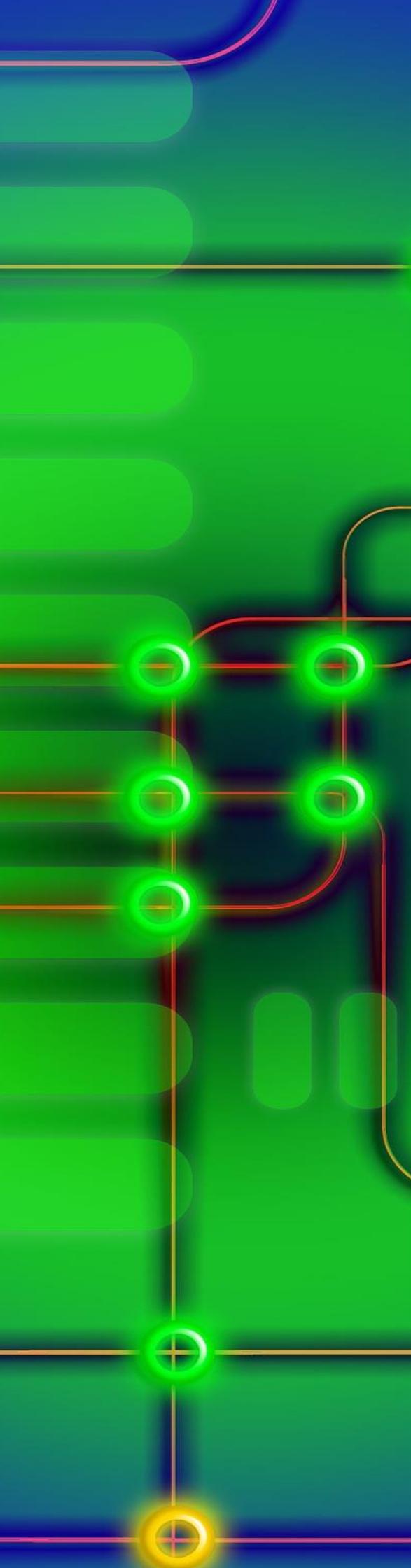
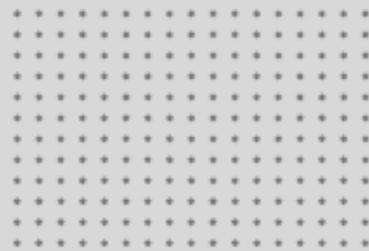


TABLA DE CONTENIDO

Introducción	3
Método	4
Debate	5
Resultados	6

INTRODUCCIÓN

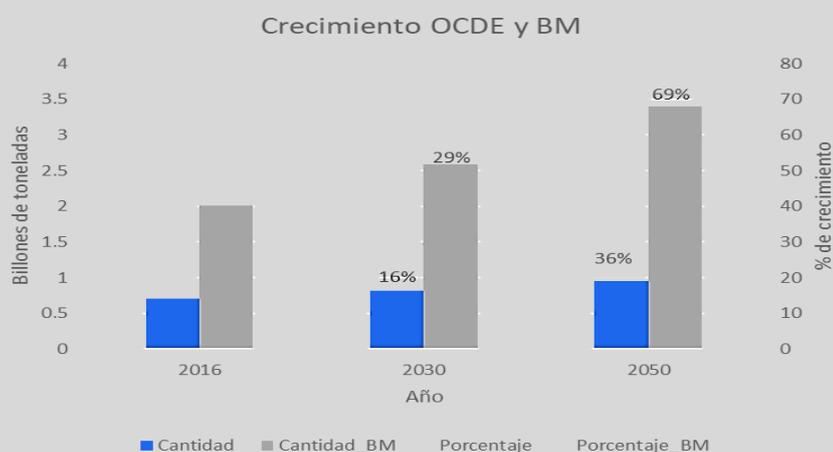


La gestión de los residuos sólidos urbanos (RSU) se ha vuelto un problema serio y omnipresente en las aglomeraciones urbanas. En 2017, la Asociación Internacional de Residuos Sólidos, afirmó que la cantidad de residuos que van a vertederos y rellenos sanitarios en todo el mundo es de alrededor del 70 %, en tanto que el 11 % se utiliza para generación de energía y el 19 % se recicla [1]. Si bien en Colombia no hay cifras unificadas, en 2017 el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) [2], estimó que el 80 % de los RSU van a disposición final (rellenos), 7 % tienen mala disposición (vertederos), el 1 % se emplea para generación de energía y 12 % se recicla.

Causas de generación de residuos

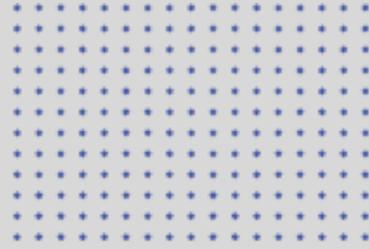
Existen diferentes causas para la generación de RSU como: *Diseño*, los productos desde su origen fueron diseñados para ser basura como es el caso de las envolturas y empaques. *Fenómenos de consumismo*, a medida que el ser humano ha evolucionado ha tenido la posibilidad de adquirir bienes, productos y servicios lo que ha incrementado los residuos. *Malos hábitos*, estos también han contribuido en la acumulación de basuras en diferentes lugares del mundo trayendo consigo otras problemáticas como contaminación de aguas, malos olores y gases de efecto invernadero por la descomposición, plagas, enfermedades, entre otras. Otra causa importante es la *migración campo-ciudad* de las últimas décadas, haciendo que cada vez vivan más personas en las grandes urbes, ocasionado un incremento en la generación de RSU. La Organización para la Cooperación y el desarrollo Económico (OCDE), estimó que en 2010 solo en los países miembros se generaron 0.7 [billions_tons] de desechos y se espera un aumento del 16 % para el 2030 y el 36 % en el 2050 [3]. Así mismo, el Banco mundial estimó que a nivel global se incrementará la generación de residuos para 2030 en un 29 % y al 2050 un 69 % (un valor cercano de las 3.5 [billions_tons]) [4].

Figura 1. Crecimiento en generación de desechos. OCDE y Banco Mundial.



Fuente. Elaboración propia (2022)

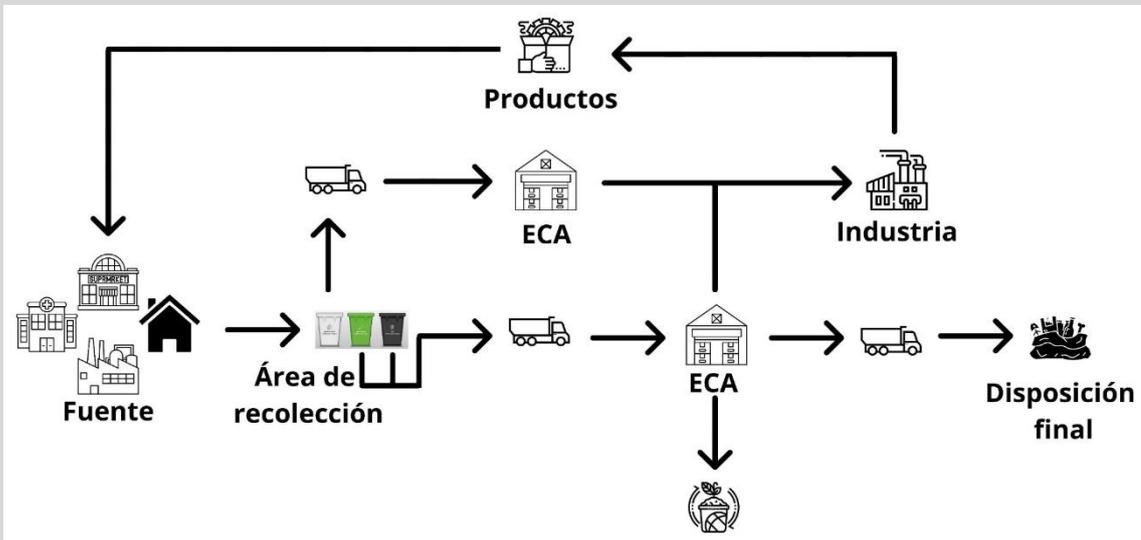
MÉTODO



Esquema general

Los RSU pueden clasificarse de manera general en orgánicos e inorgánicos, los cuales son generados en diferentes fuentes como residenciales, industriales, hospitalarios, comerciales, entre otros y su gestión depende del grado de desarrollo industrial y tecnológico de cada país. En el siguiente esquema (Figura 2) se muestra cómo se realiza la gestión en los países desarrollados. El proceso comienza cuando el residuo es generado en la fuente por los usuarios, estos se encargan de la separación y disposición del residuo en puntos de acopio. El prestador del servicio programa la recolección y los materiales previamente separados y clasificados son transportados según el caso: aprovechables, se llevan a estaciones de clasificación y almacenamiento (ECA) donde el material es clasificado, separado y almacenado para la posterior reincorporación a la industria. Así mismo, los materiales orgánicos y no aprovechables son transportados a otras ECAs, allí son clasificados y separados para hacer un aprovechamiento como en el caso de los orgánicos los cuales son utilizados para generación de energía y compostaje y lo que se descarta es transportado a disposición final [5].

Figura 2. Ciclo de gestión de residuos en países desarrollados.

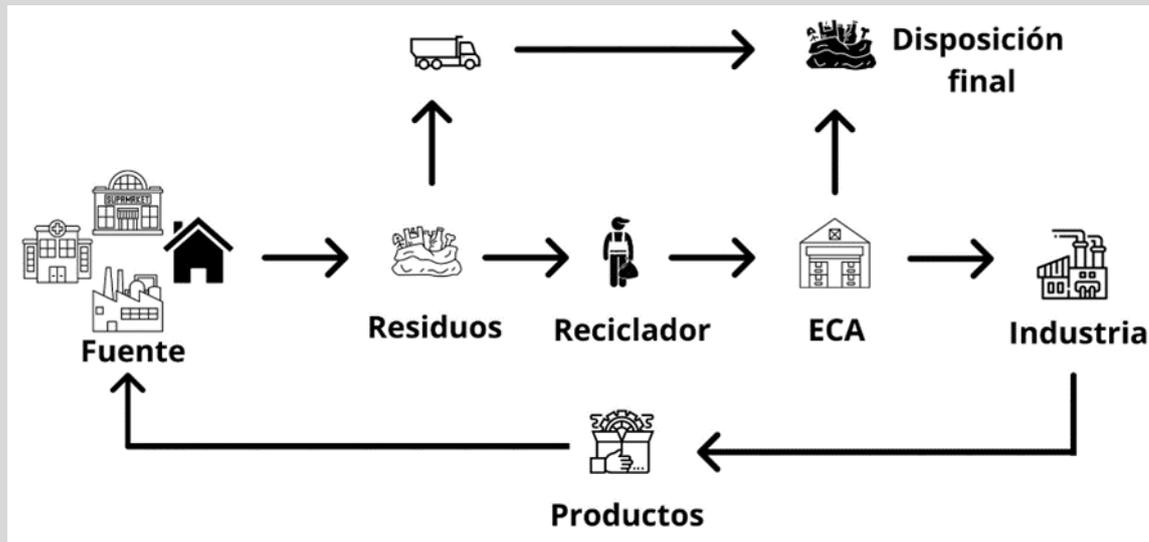


Fuente. Elaboración propia (2022)

Sin embargo, las cifras no son alentadoras en estos países, a pesar de contar con políticas claras, infraestructura y procedimientos definidos, el 70 % de los RSU son llevados a disposición final, el 11 % se emplea para generación de energía y el 19 % se recupera [6]. Por otra parte, en los países en vía de desarrollo donde no se cuenta con las condiciones antes mencionadas, las cifras son las siguientes: el 87 % de los RSU son llevados a disposición final, el 1 % se emplea para generación de energía y el 12 % se recupera gracias a la actividad informal de los recicladores, estos realizan el proceso de recuperación que consta de dos etapas, la primera es la recolección y la segunda el alistamiento del material para comercializarlo en las ECA

donde es separado, clasificado y almacenado para la reincorporación al ciclo productivo como se muestra en el siguiente esquema (Figura 3) [7].

Figura 3. Proceso de recuperación de RSU.



Fuente. Elaboración propia (2022)

Los recicladores juegan un papel importante en las economías en desarrollo, ya que recuperan y reciclan materiales valiosos de los flujos de desechos y reducen la gran cantidad de (RSU) que terminan en vertederos o rellenos sanitarios; no obstante, las condiciones de vida y laborales de los recicladores son deplorables en todo el mundo [7:11].

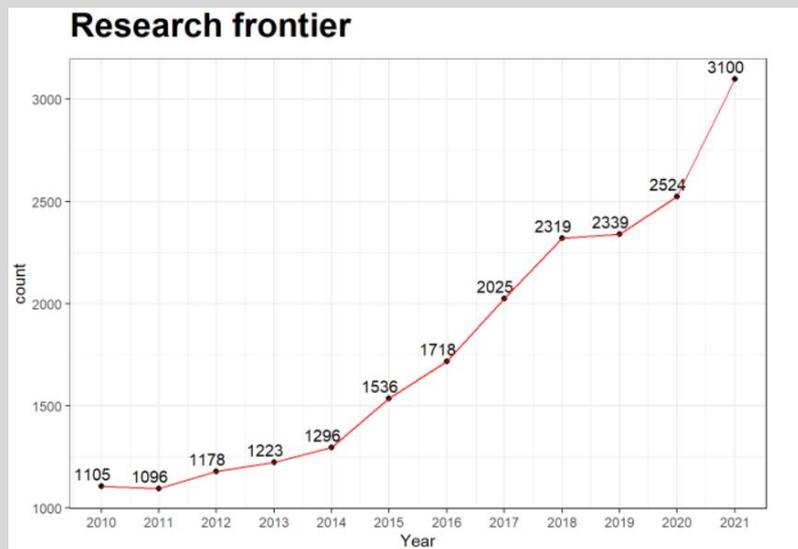
Panorama

La Gestión de la cadena de residuos es un problema complejo que involucra diferentes actores, procesos e interacciones en el sistema y normalmente se han centrado en flujos directos. Estudios recientes muestran que analizar los flujos inversos (logística inversa) contribuyen a la sostenibilidad de las cadenas de suministro [12]. Sin embargo, ese tipo de flujos siempre enfrentará a la incertidumbre [13] debido a los costos, demanda, transporte, entre otros [14]. Por otra parte, se estima que en los países en vía de desarrollo el 57.8 % de los RSU corresponden a desechos industriales y el 41.2 % hogares con una composición de 61.5 % orgánicos y 38.5 % inorgánicos, de los cuales se recupera alrededor del 12 %. En el año 2020 en Colombia se recuperaron 0.97 millones de toneladas [2] gracias a la labor realizada por los recicladores.

Maapeo sistemático de literatura

La gestión de RSU es un tema que viene siendo investigado desde hace tiempo y que en los últimos años ha cobra un interés particular. En la figura se muestran las investigaciones realizadas desde 2010 hasta el 2021 utilizando una ecuación de búsqueda genérica y seleccionando solamente paper en el área de ingeniería para las BD: IEEE Xplore, Wed of Science, ScienceDiret y ACM.

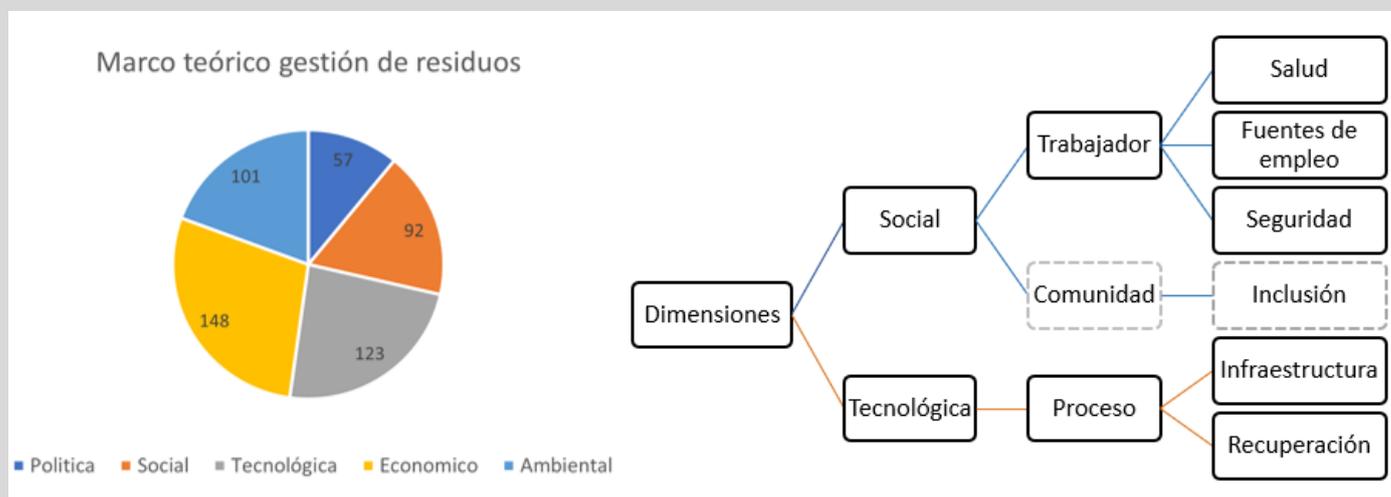
Figura 4. Frontera del conocimiento en temas de RSU entre los años 2010-2021



Fuente. Elaboración propia (2022)

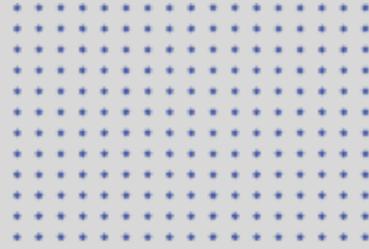
Así mismo, la gestión de RSU se ha abordado desde otras dimensiones como: Política, Social, Tecnológica, Económica y Ambiental con 57, 92, 123, 148 y 101 publicaciones respectivamente. Las problemáticas abordadas van desde propuestas para mejorar la salud de los trabajadores asociados a la gestión de residuos, generar nuevas fuentes de empleo y garantizar las condiciones de seguridad necesarias e incluir los trabajadores informales (recicladores). Las problemáticas abordadas en el proceso van desde mejorar la infraestructura hasta aumentar las tasas de recuperación de RSU [15].

Figura 5. Marco teórico gestión de residuos



Fuente. Elaboración propia (2022)

CONCLUSIONES



Existe una amplia literatura sobre los sistemas formales de recolección de residuos en los países desarrollados. Nuestro enfoque se centró en recopilar información sobre el fenómeno de la recolección de RSU en los países en vía de desarrollo, encontrando estudios que proponen la inclusión de los recicladores en el proceso de recuperación en países en vía de desarrollo. Sin embargo, no se evidencia en la literatura estudios que permitan aumentar su eficiencia.

Los recicladores ejercen su labor cerca a grandes urbes y centros industriales; no obstante, las condiciones de esta población son precarias en diferentes lugares del mundo. Se evidenció que a través de la recuperación de RSU se puede generar nuevas fuentes de empleo formal; no obstante, se pueden derivar actividades informales.

La gestión de la cadena de residuos es un problema complejo que involucra diferentes actores, procesos e interacciones en el sistema, por lo que, analizar los flujos inversos contribuyen a la sostenibilidad de las cadenas de suministro. Se debe considerar la incertidumbre en la fuente.

Las principales barreras encontradas para una buena gestión de los RSU en los países en vía de desarrollo son la aceptación social, educación, infraestructura, economía y tecnología.

REFERENCIAS

- [1] O Hope, A. Martin and H. Goen, "Socio-technical systems analysis of waste to energy from MUNICIPAL solid waste in developing economies: a case for Nigeria", *Renew. Energy Environ. Sustain.* 2, 21 (2017), DOI: 10.1051/rees/2017027.
- [2] DANE, «<https://www.dane.gov.co/>,» Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales – residuos sólidos, 05 08 2020. [En línea]. Available: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/pib/ambientales/cuentas_ambientales/cuentas-residuos/Bt-Cuenta-residuos-2018p.pdf. [Último acceso: 31 05 2021].
- [3] OCDE, "Municipal waste, Generation and Treatment," 10.1787/89d5679a-en, 2022. https://www.oecd-ilibrary.org/environment/municipal-waste/indicator/english_89d5679a-en (accessed Apr. 30, 2022).
- [4] Luis and G. Moncayo, Informe del banco mundial: Los desechos a nivel mundial crecerán un 70% para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. Washington: Banco Mundial.
- [5] J. Aleluia and P. Ferrão, "Characterization of urban waste management practices in developing Asian countries: A new analytical framework based on waste characteristics and urban dimension," *Waste Management*, vol. 58, pp. 415-429, 2016.
- [6] S. Shaikh, K. Thomas, S. Zuhair and F. Magalini, "A cost-benefit analysis of the downstream impacts of e-waste recycling in Pakistan," *Waste Management*, vol. 118, pp. 302-312, 26 08 2020.
- [7] C. F. Valderrama, J. D. Ortiz, M. M. Usa and O. I. Borrero, "Analysis of the Recycling Sector in Intermediate Cities. Study Case Neiva, Colombia," *INGENIERIA Y COMPETITIVIDAD*, vol. 22, no. 2, pp. 1-10, 2020.
- [8] M. Fuss, R. T.V. Barros and W.-R. Poganietz, "The role of a socio-integrated recycling system in implementing a circular economy – The case of Belo Horizonte, Brazil," *Waste Management*, no. 121, pp. 215-225, 2020.
- [9] J. A. Gómez-Correa, A. A. Agudelo-Suárez, J. I. Sarmiento-Gutiérrez and E. Ronda-Pérez, "Condiciones de trabajo y salud de los recicladores urbanos de Medellín (Colombia)," *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, vol. 10, no. 4, pp. 181-187, 2007.
- [10] T. CRISANTO PERRAZO, P. QUEZADA MORALES, B. CULQUI CULQUI, J. PEREZ ROSALES and G. VACA VILLAMAR, "Mejoramiento de condiciones laborales del personal de la Asociación de recicladores Romerillos en Ecuador," *Revista Vínculos*, vol. 4, no. 1, pp. 11-20, 2019.
- [11] J. Wittmer, "'We live and we do this work': Women waste pickers' experiences of wellbeing in Ahmedabad, India," *World Development*, vol. 140, pp. 1-11, 2020.
- [12] H. Lee, "Development of sustainable recycling investment framework considering uncertain demand and nonlinear recycling cost," *Sustain.*, vol. 11, no. 14, 2019, doi: 10.3390/su11143891.
- [13] A. Nazari Gooran, H. Rafiei, and M. Rabani, "Modeling risk and uncertainty in designing reverse logistics problem," *Decis. Sci. Lett.*, vol. 7, pp. 13-24, 2017.
- [14] S. Al-Nuaimi, A. A. A. Banawi, and S. G. Al-Ghamdi, "Environmental and economic life cycle analysis of primary construction materials sourcing under geopolitical uncertainties: A case study of Qatar," *Sustain.*, vol. 11, no. 21, 2019, doi: 10.3390/su11216000.

[15] P. Santander, F. A. Cruz Sanchez, H. Boudaoud, and M. Camargo, "Social, political, and technological dimensions of the sustainability evaluation of a recycling network. A literature review," *Clean. Eng. Technol.*, vol. 6, p. 100397, 2022, doi: 10.1016/j.clet.2022.100397.

[16] Ö.F. Yılmaz, G. Özçelik, F.B. Yeni, Ensuring sustainability in the reverse supply chain in case of the ripple effect: A two-stage stochastic optimization model, *J. of Clean. Prod.* 282 (2021) 124548, doi:10.1016/j.jclepro.2020.124548.