

Artículo de revisión

<https://doi.org/10.47460/minerva.v7i20.323>

Horizontes de sostenibilidad: una revisión crítica de la gestión de residuos sólidos

Daniel Samillan Rodríguez*
<https://orcid.org/0000-0002-4645-0475>
dsamillanro@unprg.edu.pe
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Lambayeque, Perú

José Arturo Lopez Galvez
<https://orcid.org/0000-0003-2637-4177>
jlopezg@unprg.edu.pe
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Lambayeque, Perú

Arles Paredes Maldonado
<https://orcid.org/0009-0004-5479-2768>
aparedesm@unprg.edu.pe
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Lambayeque, Perú

Carlos Armando Seclen Ramos
<https://orcid.org/0000-0001-9327-5529>
arqcasr.seclenramos@gmail.com
Universidad César Vallejo
Chiclayo, Perú

Jalmar Isaac Vargas Machuca
<https://orcid.org/0000-0002-1262-6735>
jvargasm@unprg.edu.pe
Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo
Lambayeque, Perú

*Autor de correspondencia: dsamillanro@unprg.edu.pe

Recibido: (08/04/2026), Aceptado: (07/06/2026)

Resumen. El presente artículo se desarrolla con el objetivo de evaluar la trayectoria y madurez cognitiva de la gestión de residuos sólidos municipales. Se aplicó el protocolo PRISMA 2020, consolidando una muestra final de 18 estudios especializados en el dominio de la gobernanza y los negocios. Este análisis cualitativo se integró con un modelado cuantitativo predictivo de crecimiento logístico. Los resultados evidencian que la disciplina experimentó su pico de productividad teórica en el año 2022 y transita actualmente hacia una innegable saturación cognitiva, confirmando que los marcos sobre economía circular, optimización operativa y mitigación de emisiones se encuentran sólidamente establecidos. En conclusión, se advierte que el porvenir de la gestión de residuos sólidos municipales exige viabilizar la ejecución práctica de políticas y tecnologías adaptables que resuelvan las brechas críticas de infraestructura, focalizándose urgentemente en las realidades logísticas de las economías en vías de desarrollo.

Palabras clave: gestión de residuos, urbanismo sostenible, espacio público.

Sustainability Horizons: A Critical Review of Solid Waste Management

Abstract. This article aims to evaluate the trajectory and cognitive maturity of municipal solid waste management. The PRISMA 2020 protocol was applied, resulting in a final sample of 18 studies specializing in the fields of governance and business. This qualitative analysis was integrated with predictive scientometric modeling based on logistic growth. The results show that the discipline reached its peak of theoretical productivity in 2022 and is currently moving toward an undeniable state of cognitive saturation, confirming that the frameworks concerning the circular economy, operational optimization, and emissions mitigation are firmly established. In conclusion, the future of municipal solid waste management requires enabling the practical implementation of adaptable policies and technologies capable of addressing critical infrastructure gaps, with urgent attention to the logistical realities of developing economies.

Keywords: waste management, sustainable urbanism, public space.



I. INTRODUCCIÓN

La configuración del hábitat humano ha experimentado una transformación sin precedentes durante las últimas décadas, impulsada por un crecimiento demográfico exponencial y una urbanización acelerada a escala planetaria. Este fenómeno ha consolidado a las ciudades como los epicentros del desarrollo económico y social, pero, simultáneamente, las ha convertido en los mayores sumideros de recursos y generadores de desechos a nivel global [1]. El modelo económico lineal predominante ha instaurado un metabolismo urbano insostenible que requiere una transición urgente hacia modelos de economía circular [2].

A nivel internacional, el problema de estudio radica en el colapso sistémico de las infraestructuras frente al volumen abrumador y la creciente complejidad de los materiales desechados. Las metrópolis alrededor del mundo enfrentan una saturación inminente de sus capacidades de procesamiento y una disposición masiva que no solo altera la morfología del paisaje urbano, sino que también representa una fuente primaria de emisiones de gases de efecto invernadero [3]. La literatura contemporánea evidencia que el éxito de la sostenibilidad territorial depende de la integración de tecnologías disruptivas y marcos de evaluación multicriterio que transformen los pasivos ambientales en activos valorizables [4].

El presente estudio establece como objetivo analizar y sistematizar de manera crítica la producción científica sobre la gestión de residuos sólidos y su impacto en la sostenibilidad urbana. Mediante esta revisión, que comprende desde los paradigmas emergentes en el ámbito internacional hasta las barreras estructurales existentes en las economías en vías de desarrollo, se pretende consolidar un cuerpo de evidencia que oriente las futuras directrices para el diseño de políticas públicas verdaderamente resilientes.

II. MARCO TEÓRICO

A. Paradigmas globales y evaluación de la sostenibilidad ambiental

El abordaje de la gestión de residuos sólidos ha evolucionado desde enfoques puramente logísticos hacia marcos de Evaluación de la Sostenibilidad Ambiental Absoluta, los cuales buscan medir la carga ambiental generada frente a la capacidad de carga de los ecosistemas globales [4]. Estudios de Análisis del Ciclo de Vida aplicados en macrorregiones europeas, como Moscú, demuestran que la transición de vertederos hacia la producción de combustibles derivados de residuos y el tratamiento anaeróbico puede reducir sustancialmente el potencial de calentamiento global y acercar las emisiones netas del sistema a cero [5]. Asimismo, la creación de bases de datos globales que correlacionan el desarrollo económico y la densidad poblacional con la generación de residuos se ha consolidado como una herramienta predictiva indispensable para la toma de decisiones a escala macro [1].

B. Innovación tecnológica y modelos de optimización

Para materializar los objetivos globales de sostenibilidad, la literatura destaca el rol crítico de la modelación matemática y la optimización multiobjetivo. A nivel de infraestructura, para gestionar la complejidad de estos sistemas, investigaciones recientes proponen modelos de programación lineal y lógica difusa (*fuzzy optimization*) que equilibran la eficiencia económica con la reducción de gases de efecto invernadero bajo condiciones de incertidumbre [6], [7]. Más aún, la integración de marcos de comercio de emisiones en la optimización de residuos ofrece incentivos de mercado sin precedentes, logrando proponer configuraciones de GRS capaces de reducir las emisiones hasta en un 160% en naciones industrializadas y en transición [8].

C. Barreras estructurales en economías en vías de desarrollo

A pesar de los avances tecnológicos a nivel global, la adopción de Sistemas Integrales y Sostenibles de Gestión de Residuos Sólidos en países en vías de desarrollo enfrenta asimetrías estructurales severas. Una revisión crítica revela que las principales barreras no son exclusivamente tecnológicas, sino también de gobernanza: leyes imperfectas, deficiente educación ambiental y falta de financiamiento estatal [9], [10]. En metrópolis asiáticas y latinoamericanas, la expansión del consumo en los hogares ha incrementado la presión sobre sistemas obsoletos, evidenciando que las mejoras en la estructura del consumo y el desarrollo industrial son prerequisites para la ecoeficiencia Jin et al. En este contexto, el establecimiento de Asociaciones Público-Privadas y la superación del síndrome NIMBY (*Not-In-*

My-Backyard) se presentan como mecanismos ineludibles para financiar y legitimar la infraestructura sanitaria [11].

D. Intervenciones a escala local y resiliencia regional

Descendiendo a la microescala, la literatura advierte que las macropolíticas deben decodificarse considerando la geografía y la vulnerabilidad local. En regiones ecológicamente frágiles y de difícil logística, como la Amazonía, los enfoques de ecoeficiencia demuestran que las intervenciones escalonadas, como el compostaje orgánico descentralizado y el transporte fluvial de reciclables, son económicamente superiores a la dependencia de rellenos sanitarios [12]. Paralelamente, en polos urbanos densos y no planificados, desde Teherán hasta Bengaluru, el papel de los recicladores informales y la participación comunitaria son factores determinantes; la modernización exige formalizar estas economías de subsistencia e implementar sistemas de recompensa-penalización para garantizar la segregación en la fuente [13], [14], [15]. Finalmente, la viabilidad financiera de estas intervenciones locales exige un rediseño de las redes de suministro capaz de soportar disrupciones sistémicas, asegurando la resiliencia operativa ante futuros choques sanitarios o climáticos [16].

III. METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un diseño cualitativo de carácter analítico y descriptivo, fundamentado en una revisión sistemática de la literatura orientada a comprender las dinámicas operativas y de gobernanza en la gestión de residuos sólidos municipales. Para garantizar la máxima rigurosidad y transparencia en la conformación del corpus documental, el flujo de trabajo metodológico se estructuró siguiendo los lineamientos internacionales actualizados de la declaración PRISMA [17]. La búsqueda se ejecutó en bases de datos indexadas de alto impacto, específicamente *Scopus*, *Web of Science*, *EBSCO* y *ProQuest*, mediante una ecuación de búsqueda que permitió identificar un total inicial de 121 documentos. Si bien el núcleo del artículo es una revisión cualitativa, la etapa de exploración inicial se apoyó en herramientas de mapeo científico para procesar los metadatos bibliográficos y visualizar las principales redes temáticas y de coocurrencia [18].

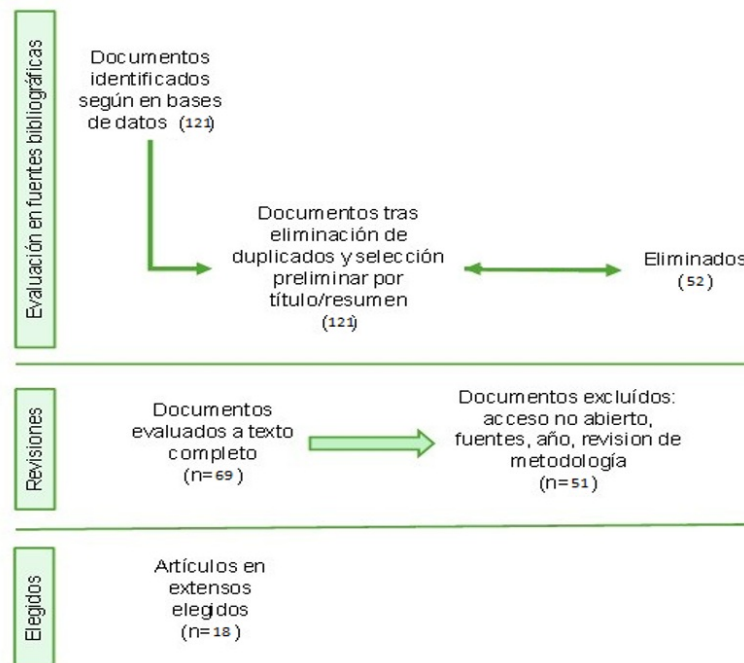


Fig. 1. Diagrama PRISMA de selección de documentos para el análisis bibliométrico.

Para la consolidación final del corpus y su posterior procesamiento, se establecieron criterios de elegibilidad rigurosos. Como criterios de inclusión, se seleccionaron únicamente artículos originales empíricos y revisiones sistemáticas publicados en revistas indexadas entre los años 2022 y 2025, circunscritos estrictamente a la subárea de negocios y gestión, que contaran con acceso al texto completo y abordaran

la problemática desde la gestión municipal. En contraparte, los criterios de exclusión descartaron documentos de distinta tipología, como libros o trabajos de conferencias, estudios publicados fuera del rango temporal establecido y aquellos que no se alinearan directamente con las variables centrales del estudio.

La aplicación sistemática de estos filtros redujo la muestra secuencialmente: primero, a 121 documentos por área y tipo; luego, a 69 al delimitar el periodo; y, finalmente, a un corpus altamente especializado de 18 documentos. Estos artículos fueron analizados en profundidad mediante una categorización de contenido basada en tres variables fundamentales: la eficiencia operativa de los sistemas de recolección y disposición, las estrategias de sostenibilidad enfocadas en la economía circular y la gobernanza frente a las barreras de implementación.

Este proceso permitió extraer las reflexiones teóricas, las barreras operativas y las propuestas de metabolismo circular que impactan directamente en la configuración y salubridad del entorno construido municipal.

IV. RESULTADOS

Los resultados de la Tabla 1 muestran que una parte significativa del corpus de literatura revisado se enfoca en el desarrollo y la aplicación de modelos matemáticos y estrategias de optimización para el diseño y la planificación territorial de la infraestructura de gestión de residuos a escala urbana y nacional. Eghbali et al. [13] proponen un modelo multiperíodo multiobjetivo aplicado en Kermanshah, Irán, enfocado en el diseño de una red de suministro integrada que incluye la separación en la fuente y mecanismos de recompensa-penalización para minimizar simultáneamente los costos y las emisiones. En una línea similar que aborda la incertidumbre, Li et al. [6] presentan modelos de optimización nítidos y difusos aplicados en Qingdao, China, para gestionar las incertidumbres en los factores de costo y emisión dentro del diseño óptimo de la cadena de suministro.

El diseño de la red logística también es abordado por Kale et al. [2], quienes introducen un modelo biobjetivo de ubicación-asignación de instalaciones jerárquicas enfocado en mitigar la “indeseabilidad” de la infraestructura y el problema NIMBY (*Not-In-My-Backyard*), demostrando su aplicabilidad en Faridabad, India. Adicionalmente, se introducen marcos para la asignación óptima de tecnologías y el comercio de emisiones [7], [8], así como enfoques orientados a garantizar la confiabilidad y la resiliencia urbana frente a desastres naturales o humanos [16].

La evaluación del desempeño ambiental y la mitigación de gases de efecto invernadero constituyen un eje de investigación en el que predominan el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y el desarrollo de modelos analíticos. En esta línea, Vinitskaia et al. [5] utilizan el ACV en Moscú para demostrar el alto potencial de reducción de emisiones derivado de la producción de combustibles alternativos y la digestión anaeróbica de biorresiduos. A nivel metodológico, estos enfoques se expanden con Rodrigues et al. [4], quienes aplican la Evaluación de la Sostenibilidad Ambiental Absoluta en Lyon, comparando los impactos con las capacidades de carga globales, y con He et al. [1], que, a escala macroglobal, emplean modelos de regresión para vincular la generación de residuos con variables socioeconómicas y demográficas.

Desde una perspectiva de mitigación focalizada, Gu et al. [3] aplican modelos LMDI en China para comprobar que el reciclaje y la separación en la fuente reducen drásticamente las emisiones, mientras que Oliveira et al. [12] integran el ACV con evaluaciones de desempeño económico en la Amazonía brasileña para respaldar decisiones de ecoeficiencia, confirmando la viabilidad del compostaje y la separación de plásticos en contextos vulnerables.

Una tercera vertiente de la literatura aborda las dimensiones sociopolíticas e institucionales de la gestión de residuos. Batista et al. [9] desarrollan un marco teórico sobre los factores de éxito y las barreras de implementación en países en desarrollo, mientras que Mishra y Das [11] proponen estrategias para optimizar la sostenibilidad de las asociaciones público-privadas en la India. En cuanto al análisis de los obstáculos sistémicos, Wang et al. [6] emplean un enfoque híbrido en Beijing para identificar las deficiencias regulatorias y la falta de apoyo económico gubernamental como barreras críticas.

Para superar estos retos de gobernanza, Franceschi et al. [19] demuestran en Colombia la eficacia de los talleres participativos para alinear la planificación local con las políticas nacionales, mientras que Golzary et al. [14] enfatizan en Irán la necesidad ineludible de formalizar a los recolectores informales

e incentivar la participación pública. Finalmente, esta dimensión institucional se complementa con el estudio de Rebehy et al. [2], quienes, mediante un análisis comparativo en Brasil, evidencian las profundas brechas regulatorias que persisten entre las prácticas locales y los avanzados estándares de sostenibilidad exigidos a nivel internacional.

Por último, la literatura revisada vincula estrechamente los modelos de optimización y evaluación con la implementación práctica de la economía circular y las tecnologías de valorización energética e industrial que redefinen la logística urbana y el metabolismo territorial. Estudios como el de Majhi y Muhammad [15] evalúan parámetros específicos en Bengaluru, India, y concluyen que existe una necesidad urgente de implementar soluciones tecnológicas descentralizadas, como biodigestores y plantas de reciclaje.

Los modelos de Ooi [7], Li [6], Vinitaskaia [5], Zarrinpoor [16] y Oliveira [12] incorporan escenarios de valorización de residuos mediante incineración, gasificación por plasma, compostaje o recuperación de materiales como parte de las soluciones óptimas. Estos enfoques permiten transitar de una recolección pasiva hacia una gestión predictiva, circular y resiliente que impacta directamente en la configuración, salubridad y resiliencia del entorno construido y del territorio municipal.

Tabla 1. Matriz de análisis temático: impactos de la gestión de residuos sólidos en el planeamiento territorial y el entorno construido.

Temas de interés (eje urbano/territorial)	Impacto (dimensión urbana y territorial)
Optimización matemática y diseño de redes logísticas urbanas [8], [20], [7], [6], [16], [13]	Optimiza la configuración espacial de la infraestructura urbana, incluidas las estaciones de transferencia y los vertederos. Facilita el diseño de sistemas resilientes capaces de soportar interrupciones aleatorias, naturales o humanas, a escala de ciudad o país, reduciendo el impacto vial y operativo.
Evaluación del desempeño ambiental y mitigación (ACV) [1], [8], [4], [5], [12], [3]	Provee evidencia cuantitativa para orientar la planificación territorial hacia la neutralidad de carbono. Permite definir capacidades de carga ambiental asignadas a los sistemas urbanos para evitar la degradación de ecosistemas funcionales.
Gobernanza, marco legal y análisis de barreras [11], [10], [2], [14], [19], [9]	Moldea las políticas de gestión urbana. Requiere la formalización del sector informal del reciclaje (<i>rag-pickers</i>) y una reestructuración legal que permita implementaciones sostenibles e integradas en metrópolis de países en desarrollo.
Transición hacia la economía circular y valorización tecnológica [7], [5], [16], [12], [9], [15]	Transforma los pasivos ambientales urbanos en activos productivos. Fomenta el metabolismo territorial descentralizado mediante la integración de tecnologías que reducen la dependencia de los vertederos y fortalecen la resiliencia energética local.

La Figura 2 presenta un modelo de crecimiento logístico aplicado, validado estadísticamente como excelente, que revela una trayectoria de maduración acelerada dentro del ámbito de los negocios y la gestión municipal, correspondiente a la subárea BUSI. El estado actual expone el comportamiento característico de un campo que ha alcanzado su madurez cognitiva en un lapso breve. El intenso *bursting* de publicaciones, que culminó alrededor del año 2022, representó un periodo histórico de movimiento académico durante el cual se establecieron, debatieron y consensuaron los principios rectores de la sostenibilidad crítica en la gestión de residuos sólidos municipales. La subsiguiente y drástica desaceleración confirma que el periodo de descubrimiento de nuevos paradigmas básicos y principios fundacionales ha concluido dentro de la subárea observada.



Fig. 2. Análisis cienciométrico y modelado de crecimiento predictivo de la gestión crítica de residuos sólidos municipales.

La Figura 2 confirma el fin de un ciclo de investigación exploratoria fundamental. Al demostrar cienciométricamente que el campo se aproxima con rapidez a su límite cognitivo, con proyecciones

para este contexto, pero cuyos hallazgos y metodologías aún no se han integrado transversalmente en el panorama investigativo global.

El cuadrante inferior izquierdo agrupa los temas emergentes o en declive, caracterizados por su baja densidad y centralidad, entre los que se incluyen la toma de decisiones en países en desarrollo, la eficiencia y los factores de éxito, así como los sistemas de gestión de residuos sólidos. Esta ubicación evidencia que la investigación sobre la gobernanza institucional, las políticas de gestión y los factores críticos de éxito en las economías emergentes se encuentra en una fase formativa incipiente o de integración periférica. Por otro lado, los nodos de gestión de residuos, ciclo de vida y evaluación del ciclo de vida, situados en el origen de las coordenadas, actúan como un puente metodológico estratégico que transita hacia su consolidación como tema motor para cuantificar los impactos del sector.

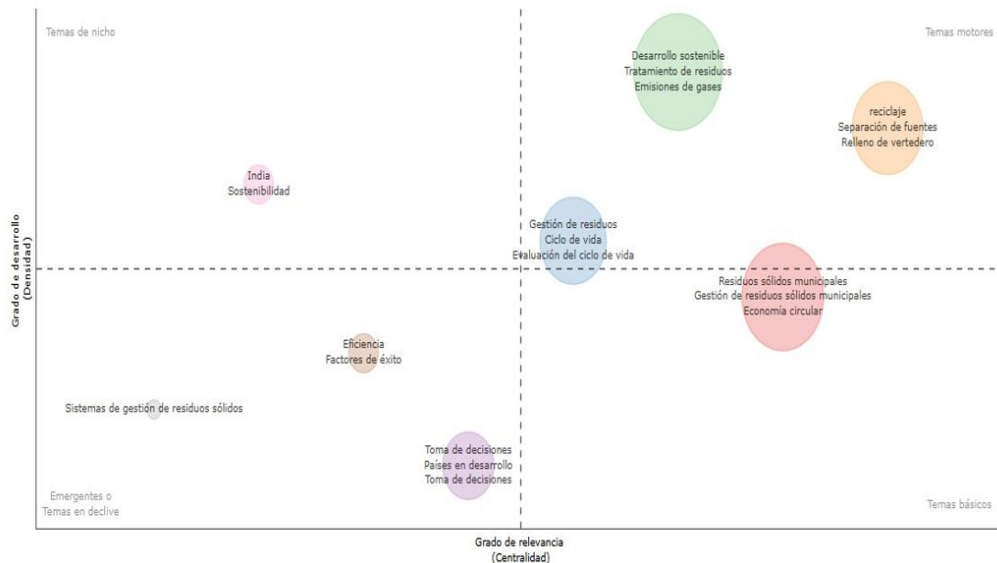


Fig. 4. Mapa temático de la estructura conceptual sobre gestión de residuos sólidos.

CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra que la investigación exploratoria fundamental sobre la gestión de residuos sólidos municipales, desde la perspectiva de los negocios y la gestión, ha alcanzado un punto de saturación cognitiva. En consecuencia, el futuro de la disciplina exige un viraje estratégico hacia la investigación traslacional, donde el valor científico radicará en la adaptación y ejecución operativa de los principios de economía circular ya establecidos en la literatura, en lugar de la búsqueda de nuevos paradigmas teóricos.

La integración de la modelación predictiva y la ciencimetría trasciende la mera revisión documental y se consolida como una herramienta directiva para la administración pública. Este enfoque permite a los tomadores de decisiones y a las agencias de financiamiento identificar con precisión los vacíos reales de aplicabilidad, evitando la redundancia académica y canalizando los recursos hacia la resolución de brechas territoriales e infraestructurales específicas.

Se evidencia la necesidad apremiante de territorializar los marcos globales de sostenibilidad. Las futuras líneas de investigación y aplicaciones prácticas deben enfocarse en cómo descentralizar el metabolismo urbano mediante tecnologías de valorización, como *Waste-to-Energy* y biogás, y en cómo estructurar asociaciones público-privadas resilientes que se adapten a las severas limitaciones logísticas y presupuestarias de los municipios de países en vías de desarrollo.

Finalmente, este trabajo establece una línea base concluyente que proporciona a los gestores municipales un corpus de conocimiento depurado y altamente especializado. La extensión natural de este estudio será la formulación empírica de políticas públicas locales basadas estrictamente en la evidencia metodológica de los modelos de optimización multiobjetivo y del Análisis del Ciclo de Vida aquí consolidados.

PARTICIPACIÓN DE LOS AUTORES

De acuerdo con la taxonomía CRediT, las contribuciones de los autores al presente estudio se detallan a continuación:

- **Conceptualización:** Daniel Samillán Rodríguez, José Arturo López Gálvez.
- **Metodología:** Carlos Armando Seclén Ramos.
- **Software:** Carlos Armando Seclén Ramos.
- **Validación:** Arles Paredes Maldonado, Jalmar Isaac Vargas Machuca Acevedo.
- **Análisis formal:** Carlos Armando Seclén Ramos.
- **Investigación:** Daniel Samillán Rodríguez, José Arturo López Gálvez.
- **Recursos:** José Arturo López Gálvez, Jalmar Isaac Vargas Machuca Acevedo.
- **Curación de datos:** Carlos Armando Seclén Ramos, Daniel Samillán Rodríguez.
- **Redacción – borrador original:** Daniel Samillán Rodríguez.
- **Redacción – revisión y edición:** Arles Paredes Maldonado, Carlos Armando Seclén Ramos.
- **Visualización:** Jalmar Isaac Vargas Machuca Acevedo.
- **Supervisión:** Arles Paredes Maldonado.
- **Administración del proyecto:** Daniel Samillán Rodríguez.
- **Adquisición de financiamiento:** José Arturo López Gálvez, Arles Paredes Maldonado.

RECONOCIMIENTO

Los autores agradecen a la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo por el acceso institucional a las bases de datos bibliográficas de alto impacto, *Scopus* y *Web of Science*, las cuales fueron indispensables para la extracción y estructuración del corpus documental analizado.

REFERENCIAS

- [1] R. He, M. Sandoval-Reyes, I. Scott, R. Semeano, P. Ferrão, S. Matthews, and M. J. Small, "Global knowledge base for municipal solid waste management: Framework development and application in waste generation prediction," *Journal of Cleaner Production*, vol. 377, p. 134501, 2022.
- [2] P. C. P. W. Rebehy, A. P. Salgado Junior, A. R. Ometto, D. d. F. Espinoza, E. Rossi, and J. C. Novi, "Municipal solid waste management (MSWM) in Brazil: Drivers and best practices towards to circular economy based on European Union and BSI," *Journal of Cleaner Production*, vol. 401, p. 136591, 2023.
- [3] B. Gu, H. Ling, M. Zhang, H. Hang, Q. Hu, Z. Wang, X. Tang, X. Bu, and Y. Bai, "Greenhouse gas emissions mitigation potential of municipal solid waste management: A case study of 13 prefecture-level cities in Jiangsu Province, China," *Journal of Cleaner Production*, vol. 429, p. 139582, 2023.
- [4] J. Rodrigues, N. Gondran, A. Beziat, and V. Laforest, "Application of the absolute environmental sustainability assessment framework to multifunctional systems: The case of municipal solid waste management," *Journal of Cleaner Production*, vol. 322, p. 129034, 2021.
- [5] N. Vinitkaia, A. Zaikova, I. Deviatkin, O. Bachina, and M. Horttanainen, "Life cycle assessment of the existing and proposed municipal solid waste management system in Moscow, Russia," *Journal of Cleaner Production*, vol. 328, p. 129407, 2021.
- [6] Z. Li, T. Huang, J.-Y. Lee, T.-H. Wang, S. Wang, X. Jia, C.-L. Chen, and D. Zhang, "Crisp and fuzzy optimization models for sustainable municipal solid waste management," *Journal of Cleaner Production*, vol. 370, p. 133536, 2022.

- [7] J. K. Ooi, K. S. Woon, and H. Hashim, "A multi-objective model to optimize country-scale municipal solid waste management with economic and environmental objectives: A case study in Malaysia," *Journal of Cleaner Production*, vol. 316, p. 128366, 2021.
- [8] J. K. Ooi, Z. X. Hoy, M. U. Hossain, Z. Zhang, M. Khan, and K. S. Woon, "An integrated multi-objective optimisation framework for municipal solid waste management and emissions trading scheme," *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 26, no. 5, pp. 1383–1397, 2024.
- [9] M. Batista, R. G. G. Caiado, O. L. G. Quelhas, G. B. A. Lima, W. Leal Filho, and I. T. R. Yparraguirre, "A framework for sustainable and integrated municipal solid waste management: Barriers and critical factors to developing countries," *Journal of Cleaner Production*, vol. 312, p. 127516, 2021.
- [10] C. Wang, Y. Sun, M. K. Lim, P. Ghadimi, and A. H. Azadnia, "An analysis of barriers for successful implementation of municipal solid waste management in Beijing: An integrated DEMATEL-MMDE-ISM approach," *Industrial Management & Data Systems*, vol. 123, no. 3, pp. 931–966, 2023.
- [11] D. Mishra and R. Das, "Enhancing sustainability and efficiency in PPP-based municipal solid waste management: A comprehensive framework integrating success factors and barriers," *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 28, no. 4, 2026.
- [12] B. O. S. de Oliveira, G. A. de Medeiros, S. D. Mancini, M. X. Paes, and B. F. Gianelli, "Eco-efficiency transition applied to municipal solid waste management in the Amazon," *Journal of Cleaner Production*, vol. 373, p. 133807, 2022.
- [13] H. Eghbali, J. Arkat, and R. Tavakkoli-Moghaddam, "Sustainable supply chain network design for municipal solid waste management: A case study," *Journal of Cleaner Production*, vol. 381, p. 135211, 2022.
- [14] A. Golzary, H. Nematollahi, and M. Tuysserkani, "Assessment and pathways for improving municipal solid waste management in rapidly urbanizing Tehran, Iran," *Clean Technologies and Environmental Policy*, vol. 26, no. 6, pp. 1901–1917, 2024.
- [15] R. Majhi and A. Muhammad, "An assessment of municipal solid waste management in Bengaluru: A case study," *Journal of Environmental Accounting and Management*, vol. 10, no. 4, pp. 375–390, 2022.
- [16] N. Zarrinpoor and M. S. Pishvaei, "Designing a municipal solid waste management system under disruptions using an enhanced L-shaped method," *Journal of Cleaner Production*, vol. 299, p. 126672, 2021.
- [17] M. J. Page, J. E. McKenzie, P. M. Bossuyt, and D. Moher, "The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews," *PLoS Medicine*, vol. 18, no. 3, p. e1003583, 2021.
- [18] M. Aria and C. Cuccurullo, "Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis," *Journal of Informetrics*, vol. 11, no. 4, pp. 959–975, 2017.
- [19] F. F. Franceschi, L. T. Vega, A. Sanches-Pereira, J. A. Cherni, and M. F. Gómez, "A combined approach to improve municipal solid waste management in upper-middle-income countries: The case of Sabana Centro, Colombia," *Clean Technologies and Environmental Policy*, 2022.
- [20] A. Kale, A. Upadhyay, and R. Anbanandam, "A hierarchical facility location-allocation model for sustainable municipal solid waste management in urban cities," *Socio-Economic Planning Sciences*, vol. 101, p. 102259, 2025.

AUTORES



Dr. Daniel Samillan Rodriguez, peruano de profesión arquitecto C.A.P. 16362, administrador C.L.A.D. 27413, docente C.P.Pe 1642357340. Especialista consultor O.C. 58755, verificador común y catastral C.I.V. 10447.



José Arturo López Gálvez, peruano de profesión arquitecto. CAP 3748, proyectista, docente universitario, consultor y ejecutor de obras.



Carlos Armando Seclen Ramos, peruano de profesión arquitecto colegiado CAP 12032, verificador común CIV 023227, proyectista, constructor y docente universitario.



Jalmar Isaac Vargas Machuca, peruano de Profesión Arquitecto CAP 7275, Evaluador de Riesgos EVAR RJ, N° 106-2019-CENEPRED/J, Docente Universitario, y Consultor de obras.



Arles Paredes Maldonado, peruano de profesión arquitecto titulado, consultor independiente.