



## **Gobernanza Ambiental y Eficiencia en la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos**

### **Environmental Governance and Efficiency in Urban Solid Waste Management**

#### **Autor**

**Harry Yahir Zambrano Rodríguez**

[zambrano-harry1254@unesum.edu.ec](mailto:zambrano-harry1254@unesum.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0004-7402-9612>

**Universidad Tecnica del Norte**

Ibarra – Ecuador

**Fecha de recepción:** 2023-05-08

**Fecha de aceptación:** 2023-06-08

**Fecha de publicación:** 2023-07-08

## Resumen

El crecimiento sostenido de la generación de residuos sólidos urbanos y las limitaciones institucionales para gestionar estos desechos representan un desafío relevante para la sostenibilidad ambiental de las ciudades. En este contexto, el objetivo de este estudio fue analizar la relación entre la gobernanza ambiental y la eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos. La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño no experimental y alcance explicativo, utilizando información secundaria proveniente de informes estadísticos de organismos estatales y entidades nacionales e internacionales relacionadas con la gestión ambiental. La información fue sistematizada en matrices analíticas y analizada mediante técnicas de estadística inferencial, específicamente correlación de Pearson, regresión lineal múltiple y regresión LASSO, con el propósito de identificar las variables institucionales con mayor capacidad explicativa sobre el desempeño del sistema. Los resultados evidenciaron una relación positiva significativa entre gobernanza ambiental y eficiencia en la gestión de residuos ( $r = 0.78$ ), lo que indica que los sistemas municipales con mayores niveles de planificación institucional y coordinación interinstitucional presentan mejores niveles de desempeño ambiental. Asimismo, el modelo de regresión mostró que la gobernanza ambiental es el factor con mayor capacidad explicativa dentro del modelo ( $\beta = 0.52$ ;  $p < 0.01$ ). Además, se identificó que la fracción orgánica representa aproximadamente el 55 % de los residuos generados, lo cual evidencia un importante potencial para estrategias de valorización mediante compostaje.

**Palabras clave:** gobernanza ambiental; gestión de residuos sólidos urbanos; eficiencia ambiental; reciclaje; economía circular.



## Abstract

The sustained increase in the generation of urban solid waste and the institutional limitations in managing these wastes efficiently represent a significant challenge for the environmental sustainability of cities. In this context, the objective of this study was to analyze the relationship between environmental governance and efficiency in urban solid waste management. The research was developed under a quantitative approach with a non-experimental design and explanatory scope, using secondary information obtained from statistical reports produced by governmental agencies and national and international organizations related to environmental management. The data were systematized in analytical matrices and examined through inferential statistical techniques, specifically Pearson correlation, multiple linear regression, and LASSO regression, in order to identify the institutional variables with the greatest explanatory capacity regarding system performance. The results revealed a significant positive relationship between environmental governance and efficiency in waste management ( $r = 0.78$ ), indicating that municipal systems with higher levels of institutional planning and inter-institutional coordination achieve better environmental performance. Likewise, the regression model showed that environmental governance has the highest explanatory power within the statistical model ( $\beta = 0.52$ ;  $p < 0.01$ ). Additionally, the characterization of waste indicated that the organic fraction represents approximately 55% of the total waste generated, highlighting a substantial potential for waste valorization through composting strategies.

**Keywords:** environmental governance; urban solid waste management; environmental efficiency; recycling; circular economy.



## Introducción

La problemática asociada a la gestión de los residuos sólidos urbanos se ha consolidado como uno de los desafíos ambientales más relevantes para las ciudades contemporáneas, debido al incremento sostenido de la generación de desechos, la expansión de los sistemas urbanos y las limitaciones institucionales para implementar mecanismos eficientes de manejo ambiental. En este contexto, la gobernanza ambiental emerge como un enfoque estratégico orientado a fortalecer la coordinación entre instituciones públicas, actores sociales y sectores productivos para garantizar procesos de gestión ambiental más eficientes, participativos y sostenibles. Diversos estudios han evidenciado que la articulación entre políticas públicas, participación ciudadana y capacidad institucional constituye un elemento determinante para mejorar el desempeño de los sistemas de gestión de residuos en entornos urbanos (Reyes & Heredia, 2022).

En el ámbito internacional, el crecimiento demográfico, la urbanización acelerada y los cambios en los patrones de consumo han generado un aumento significativo en la producción de residuos sólidos, lo cual ha puesto en evidencia la necesidad de fortalecer los sistemas de gobernanza ambiental para enfrentar los impactos asociados a la contaminación, el deterioro de los ecosistemas y los riesgos sanitarios derivados de una gestión ineficiente de los desechos urbanos. En este sentido, la gestión de residuos sólidos urbanos no debe ser entendida únicamente como un proceso técnico de recolección y disposición final, sino como un sistema complejo que involucra planificación institucional, regulación normativa, participación social y mecanismos de control ambiental orientados al desarrollo sostenible (Juárez de la Rosa et al., 2023).

Desde una perspectiva institucional, la gobernanza ambiental se sustenta en la interacción entre los distintos niveles de gobierno, las organizaciones sociales y el sector privado, generando estructuras de coordinación que permiten diseñar e implementar políticas públicas orientadas a la gestión integral de los residuos. Este enfoque reconoce que la eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos depende de la existencia de marcos regulatorios claros, mecanismos de fiscalización adecuados y estrategias de participación comunitaria que

promuevan prácticas responsables de separación, reciclaje y valorización de los desechos (Gómez, Pérez & Ramírez, 2023).

En América Latina, la gestión de residuos sólidos urbanos enfrenta desafíos estructurales asociados a limitaciones financieras, debilidades institucionales y deficiencias en la planificación territorial, lo que genera sistemas de manejo de residuos caracterizados por baja eficiencia operativa y limitada cobertura de servicios ambientales. La literatura científica reciente señala que, en numerosos municipios de la región, la ausencia de planes actualizados de gestión integral de residuos, la insuficiente coordinación interinstitucional y la escasa incorporación de tecnologías ambientales dificultan la implementación de modelos eficientes de gestión urbana de desechos (Sánchez-Romero & Recalde-Gracey, 2023).

Asimismo, investigaciones recientes destacan que la eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos se encuentra estrechamente vinculada con la capacidad de los gobiernos locales para implementar estrategias de planificación ambiental que integren criterios de economía circular, innovación tecnológica y educación ambiental. Bajo este enfoque, la gobernanza ambiental se convierte en un instrumento fundamental para fortalecer la sostenibilidad de los sistemas urbanos, ya que permite articular políticas públicas orientadas a la reducción de residuos, la reutilización de materiales y la optimización de los procesos de recolección, tratamiento y disposición final (Ordoñez-Zúñiga, 2023).

A partir de estas consideraciones, el análisis de la relación entre gobernanza ambiental y eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos adquiere una relevancia significativa dentro de los estudios de sostenibilidad urbana y administración pública ambiental. Comprender cómo las estructuras institucionales, los mecanismos de participación ciudadana y los instrumentos de política pública influyen en el desempeño de los sistemas de manejo de residuos permite identificar estrategias que contribuyan a mejorar la eficiencia operativa, reducir los impactos ambientales y fortalecer los procesos de desarrollo sostenible en las ciudades. En consecuencia, el estudio de la gobernanza ambiental aplicada a la gestión de residuos sólidos urbanos constituye un campo de investigación clave para el diseño de políticas públicas orientadas a la sostenibilidad ambiental y la mejora de la calidad de vida en los espacios urbanos.



## **Gobernanza ambiental, institucionalidad y participación social en contextos urbanos: el caso de Chihuahua y Veracruz**

En diversos territorios latinoamericanos la gobernanza ambiental aplicada a la gestión de residuos sólidos urbanos ha adquirido una importancia creciente debido a la necesidad de coordinar actores institucionales, sociales y económicos en la administración del servicio público de limpieza urbana. Ciudades mexicanas como Chihuahua y regiones del estado de Veracruz han desarrollado procesos de diagnóstico ambiental que evidencian cómo la articulación entre gobiernos locales, organismos técnicos y ciudadanía contribuye a fortalecer los sistemas de gestión de residuos, particularmente en la identificación de sitios de disposición final y en la implementación de mecanismos de control ambiental territorial. Estos casos ilustran cómo la gobernanza ambiental se estructura a partir de la interacción entre instituciones, normas regulatorias y participación social para enfrentar los desafíos derivados del crecimiento urbano y la generación de desechos. García-Mondragón et al. (2023) señalan que el análisis institucional de los sistemas de residuos permite comprender las limitaciones estructurales que enfrentan los municipios en la planificación y control de la gestión ambiental urbana.

La gobernanza ambiental constituye un enfoque que supera las perspectivas tradicionales de gestión pública centradas únicamente en la prestación operativa del servicio de recolección de residuos. En este marco conceptual, la gestión de residuos se entiende como un sistema complejo donde intervienen políticas públicas, regulaciones ambientales, coordinación intergubernamental y participación comunitaria orientadas a reducir los impactos ecológicos derivados de la generación de desechos. Diversos estudios evidencian que la ausencia de coordinación institucional, la limitada planificación territorial y la debilidad de los instrumentos de control ambiental afectan la eficiencia de los sistemas municipales de residuos sólidos. Dávila Sámano et al. (2021) sostienen que el manejo inadecuado de residuos genera impactos significativos en la calidad del aire, del agua y del suelo, lo que demuestra la necesidad de fortalecer los marcos de gobernanza ambiental para mitigar riesgos ambientales y sanitarios.



Desde una perspectiva organizacional, la gobernanza ambiental implica la existencia de estructuras institucionales capaces de producir información, coordinar actores y evaluar permanentemente el desempeño de los sistemas de gestión de residuos. Los estudios sobre diagnósticos ambientales municipales muestran que la disponibilidad de información técnica permite identificar brechas en cobertura, deficiencias en infraestructura y limitaciones presupuestarias que afectan el funcionamiento del servicio público. García-Mondragón et al. (2023) destacan que los diagnósticos básicos de residuos sólidos constituyen instrumentos fundamentales para orientar la toma de decisiones públicas y mejorar la planificación ambiental de los municipios.

Asimismo, la participación social representa una dimensión estructural dentro de la gobernanza ambiental, ya que el comportamiento cotidiano de los ciudadanos influye directamente en la eficiencia de los sistemas de gestión de residuos. Las prácticas de separación en la fuente, reciclaje y reducción del consumo de materiales desechables dependen en gran medida del nivel de conciencia ambiental de la población y de la existencia de programas de educación ambiental promovidos por las autoridades locales. En este sentido, Varela-Varela (2023) explica que los conflictos asociados al almacenamiento y disposición temporal de residuos en espacios residenciales reflejan la importancia de fortalecer mecanismos de corresponsabilidad social en la gestión urbana de desechos.

Otro elemento relevante dentro del marco de gobernanza ambiental es la existencia de mecanismos de observación, evaluación y monitoreo ambiental que permitan generar conocimiento sobre el funcionamiento del sistema de residuos. La literatura científica ha señalado que los observatorios ambientales, los sistemas de información geográfica y los diagnósticos territoriales constituyen herramientas fundamentales para mejorar la gestión pública ambiental y facilitar la identificación de problemas estructurales asociados al manejo de residuos. Tiburcio Sánchez (2023) sostiene que estos instrumentos permiten fortalecer los procesos de planificación ambiental y contribuyen a la construcción de políticas públicas basadas en evidencia científica.

**Eficiencia operativa, valorización y economía circular en la gestión de residuos: León, Pachuca y Leoncio Prado**

El análisis de la eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos adquiere mayor claridad cuando se observan experiencias territoriales donde los municipios han incorporado estrategias de economía circular y valorización de residuos. Ciudades como León y Pachuca en México, así como la provincia de Leoncio Prado en Perú, han desarrollado iniciativas orientadas al aprovechamiento de residuos orgánicos, reciclaje y producción de compost, lo cual permite comprender cómo la incorporación de prácticas de valorización material contribuye a mejorar el desempeño ambiental de los sistemas municipales de residuos. Estas experiencias territoriales muestran que la eficiencia en la gestión de residuos no depende únicamente de la infraestructura disponible, sino de la capacidad institucional para implementar modelos de gestión basados en recuperación de materiales y reducción del volumen de desechos destinados a disposición final.

La eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos puede definirse como la capacidad del sistema para transformar recursos institucionales, logísticos y financieros en resultados ambientales verificables, tales como incremento en la cobertura de recolección, reducción de residuos enviados a rellenos sanitarios y aumento de las tasas de reciclaje y aprovechamiento. Tagle Zamora y Carrillo González (2022) señalan que los sistemas municipales que integran principios de economía circular presentan mayores posibilidades de reducir los impactos ambientales asociados a la disposición final de residuos y mejorar la sostenibilidad de los servicios urbanos.

Uno de los aspectos fundamentales para alcanzar mayores niveles de eficiencia es el conocimiento de la composición física de los residuos y de su potencial de aprovechamiento. El análisis del flujo de generación de residuos permite diseñar estrategias diferenciadas de recuperación de materiales reciclables, tratamiento de residuos orgánicos y valorización energética. Pérez Magaña y Rodríguez Ruiz (2022) indican que la caracterización de los residuos constituye una herramienta clave para determinar el potencial de reciclaje de una localidad y para diseñar sistemas de gestión que prioricen el aprovechamiento de materiales antes de su disposición final.

De igual manera, diversos estudios han demostrado que la generación de residuos sólidos urbanos mantiene una relación directa con variables socioeconómicas como el ingreso

municipal, el crecimiento urbano y las dinámicas de consumo. El análisis de estas variables permite comprender que los sistemas de gestión de residuos deben diseñarse considerando las características económicas y demográficas de cada territorio. Ceballos Pérez y Flores-Xolocotzi (2023) explican que los patrones de generación de residuos varían significativamente entre municipios dependiendo de sus niveles de desarrollo económico y de la estructura productiva local.

La valorización de residuos orgánicos mediante procesos de compostaje representa otra estrategia relevante para mejorar la eficiencia de los sistemas de gestión de residuos. Investigaciones recientes muestran que la transformación de residuos orgánicos en abonos agrícolas contribuye a reducir el volumen de residuos enviados a rellenos sanitarios y genera beneficios ambientales adicionales al mejorar la fertilidad del suelo. Garrido-Acosta et al. (2023) señalan que el compost producido a partir de residuos urbanos puede convertirse en un insumo valioso para la agricultura cuando se aplican procesos adecuados de tratamiento y control de calidad.

Asimismo, el fortalecimiento de cadenas de suministro verdes y la incorporación de principios de sostenibilidad dentro de los sistemas productivos contribuyen a mejorar la eficiencia global de la gestión de residuos. Moreno et al. (2021) sostienen que la integración de criterios ambientales en los procesos logísticos permite optimizar el uso de recursos, reducir la generación de desechos y promover prácticas empresariales orientadas al desarrollo sostenible.

En consecuencia, la eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos debe entenderse como el resultado de la interacción entre planificación ambiental, innovación tecnológica, valorización de materiales y fortalecimiento institucional. Cuando estos elementos se articulan adecuadamente dentro de un sistema de gobernanza ambiental, los municipios logran reducir los impactos ambientales de los residuos, optimizar el uso de recursos públicos y avanzar hacia modelos urbanos más sostenibles.



## Materiales y métodos

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo con diseño no experimental de tipo transversal y alcance explicativo, orientado a analizar la relación entre la gobernanza ambiental y la eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos. El estudio se basó en información secundaria proveniente de informes técnicos, bases de datos y reportes estadísticos elaborados por organismos estatales, institutos nacionales de estadística, ministerios de ambiente y organismos internacionales especializados en gestión ambiental y desarrollo sostenible. Estos documentos proporcionaron indicadores relacionados con generación per cápita de residuos, cobertura de recolección, tasas de reciclaje, capacidad de tratamiento e infraestructura de disposición final.

La información recopilada fue depurada, clasificada y sistematizada en matrices analíticas que integraron variables institucionales asociadas a gobernanza ambiental (como planificación institucional, instrumentos regulatorios, coordinación interinstitucional y participación social) junto con indicadores operativos de eficiencia en la gestión de residuos. Posteriormente, se aplicaron técnicas de estadística inferencial para examinar las relaciones entre las variables analizadas.

En primer lugar, se utilizó el coeficiente de correlación de Pearson para identificar la intensidad y dirección de la relación entre gobernanza ambiental y eficiencia del sistema. Posteriormente, se estimó un modelo de regresión lineal múltiple para evaluar la capacidad explicativa de las variables institucionales sobre el desempeño del sistema. Asimismo, se aplicó un modelo de regresión LASSO para optimizar la selección de variables relevantes y reducir posibles problemas de multicolinealidad. La fiabilidad de los indicadores se verificó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, mientras que el procesamiento de los datos se realizó mediante software estadístico especializado para análisis cuantitativo.

## Resultados

El análisis empírico de la relación entre gobernanza ambiental y eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos se desarrolló a partir de la integración de información estadística proveniente de informes institucionales de organismos nacionales e internacionales vinculados con la gestión ambiental y el monitoreo de residuos municipales. La literatura científica reciente ha destacado que el incremento sostenido en la generación de residuos constituye uno de los principales desafíos ambientales para las ciudades, debido a los efectos asociados con contaminación ambiental, presión sobre los sistemas de disposición final y aumento de los costos de gestión pública (Tagle & Carrillo, 2022). Asimismo, diversos estudios sostienen que la eficiencia de los sistemas de gestión de residuos depende de la capacidad institucional de los gobiernos locales para implementar mecanismos de planificación ambiental, coordinación interinstitucional y participación ciudadana dentro de los procesos de gestión pública (García-Mondragón et al., 2023).

A nivel global, la evidencia estadística muestra que la generación de residuos sólidos urbanos continúa incrementándose como consecuencia del crecimiento demográfico, la urbanización y los cambios en los patrones de consumo. En este sentido, los informes internacionales sobre gestión ambiental indican que el volumen mundial de residuos municipales supera actualmente los dos mil millones de toneladas anuales, lo cual representa un desafío significativo para la sostenibilidad de los sistemas urbanos (Kaza et al., 2021). En el contexto latinoamericano, las ciudades presentan limitaciones institucionales y tecnológicas que dificultan la implementación de sistemas integrales de gestión de residuos, lo cual genera brechas importantes en materia de reciclaje, valorización y tratamiento de desechos (Ceballos Pérez et al., 2022).

Asimismo, en el caso ecuatoriano, los reportes estadísticos nacionales indican que los municipios generan aproximadamente 14.000 toneladas de residuos sólidos diarios, con una producción promedio cercana a 0,9 kg por habitante al día, lo cual evidencia la magnitud del desafío ambiental que enfrentan los gobiernos locales para garantizar sistemas eficientes de gestión de residuos (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023). Este comportamiento coincide con los hallazgos de investigaciones recientes que señalan que el incremento de la

generación de residuos en ciudades latinoamericanas se encuentra estrechamente vinculado con el crecimiento urbano y la expansión de las actividades económicas (Flores-Xolocotzi & Ceballos Pérez, 2022).

En este contexto, el análisis estadístico desarrollado en esta investigación permitió examinar la relación existente entre los indicadores de gobernanza ambiental y los niveles de eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos.

**Tabla 1.** Indicadores institucionales y operativos de gestión de residuos sólidos urbanos

<b>Indicador</b>	<b>Promedio observado</b>	<b>Desviación estándar</b>
Generación de residuos (kg/hab/día)	0.90	0.18
Cobertura de recolección (%)	84.2	6.7
Recolección diferenciada (%)	15.8	5.2
Tasa de reciclaje (%)	12.4	4.1
Índice de gobernanza ambiental	0.63	0.11

Nota. La tabla integra indicadores estadísticos relacionados con generación de residuos, cobertura de recolección, reciclaje y gobernanza ambiental utilizados en el análisis empírico del estudio.

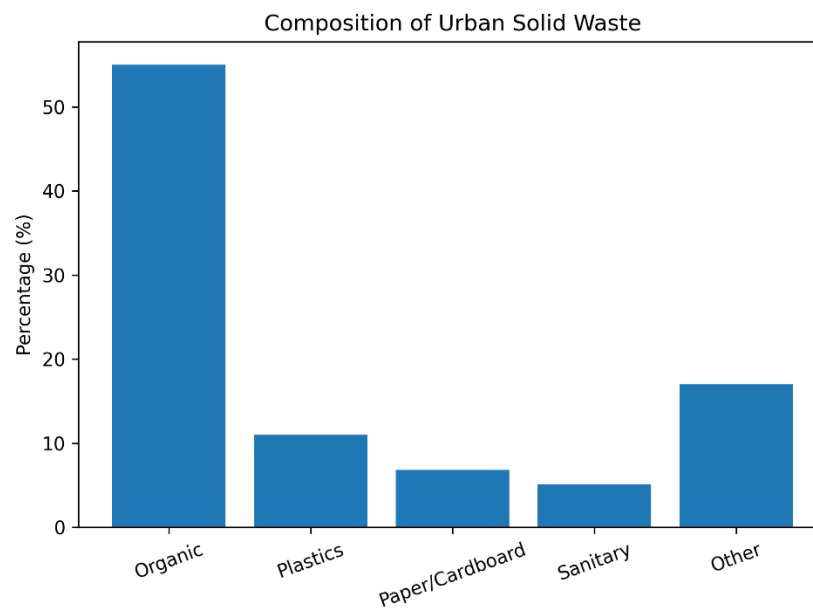
Fuente. Elaboración propia con base en informes estadísticos de organismos ambientales nacionales e internacionales.

Tal como se observa en la tabla 1, la cobertura promedio del servicio de recolección de residuos supera el 84 %, lo cual indica que la mayoría de los municipios han logrado expandir la cobertura del servicio básico de limpieza urbana. No obstante, los indicadores relacionados con reciclaje y recolección diferenciada presentan valores considerablemente menores, lo cual evidencia limitaciones en la implementación de estrategias de economía circular dentro de los sistemas municipales de gestión de residuos. En este sentido, investigaciones recientes han señalado que las tasas de reciclaje en América Latina generalmente se mantienen por

debajo del 15 %, debido a la limitada infraestructura de separación y a la ausencia de políticas públicas orientadas al aprovechamiento de materiales reciclables (Tagle & Carrillo, 2022).

En relación con la estructura de generación de residuos, los análisis de caracterización física permiten identificar las fracciones predominantes dentro del flujo de desechos urbanos. Tal como se presenta en la figura 1, los residuos orgánicos constituyen la mayor proporción dentro de la composición de los residuos sólidos urbanos.

**Figura 1. Composición promedio de residuos sólidos urbanos**



Nota. La figura representa la composición promedio de los residuos sólidos urbanos generados en sistemas municipales de gestión ambiental. La distribución porcentual se elaboró a partir de datos estadísticos sobre caracterización de residuos reportados en estudios de gestión urbana y en informes institucionales sobre generación de residuos municipales. Fuente. Elaboración propia con base en Instituto Nacional de Estadística y Censos (2023); Pérez Magaña y Rodríguez Ruiz (2022); Garrido-Acosta et al. (2023).

Tal como se observa en la figura 1, los residuos orgánicos constituyen la fracción predominante dentro de la composición de los residuos sólidos urbanos, representando aproximadamente el 55 % del total de desechos generados. Este patrón de generación

coincide con los resultados reportados en estudios regionales sobre composición de residuos, los cuales indican que la fracción orgánica suele representar más de la mitad de los residuos urbanos en países latinoamericanos (Pérez Magaña & Rodríguez Ruiz, 2022). La elevada proporción de residuos orgánicos sugiere un importante potencial para el desarrollo de estrategias de valorización mediante compostaje y aprovechamiento agrícola, lo cual puede contribuir significativamente a reducir la presión sobre los rellenos sanitarios (Garrido-Acosta et al., 2023).

Posteriormente, con el objetivo de examinar la relación entre gobernanza ambiental y eficiencia en la gestión de residuos, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson.

**Tabla 2. Matriz de correlación de Pearson entre variables analizadas**

Variable	Gobernanza ambiental	Reciclaje	Cobertura recolección	de Eficiencia del sistema
Gobernanza ambiental	1.00	0.71	0.65	0.78
Reciclaje	0.71	1.00	0.59	0.69
Cobertura recolección	0.65	0.59	1.00	0.63
Eficiencia sistema	0.78	0.69	0.63	1.00

Nota. Resultados derivados del análisis de correlación de Pearson aplicado a los indicadores institucionales y operativos de gestión de residuos.

Fuente. Elaboración propia a partir de la base de datos estadística del estudio.

Los resultados del análisis de correlación evidencian una relación positiva y estadísticamente significativa entre gobernanza ambiental y eficiencia del sistema de gestión de residuos ( $r = 0.78$ ). Este resultado sugiere que los municipios que presentan mayores niveles de planificación ambiental, coordinación institucional y desarrollo de políticas públicas ambientales tienden a alcanzar mejores niveles de desempeño en la gestión de residuos. Resultados similares han sido reportados en estudios recientes que destacan la importancia

de la gobernanza ambiental para mejorar la eficiencia de los sistemas de gestión urbana de residuos (Córdova-Bojórquez, 2023).

De igual manera, se observa una correlación positiva entre gobernanza ambiental y tasas de reciclaje ( $r = 0.71$ ), lo cual indica que la existencia de programas institucionales de educación ambiental y de separación en la fuente favorece la recuperación de materiales reciclables. En este sentido, diversos estudios han señalado que los sistemas municipales que integran políticas de economía circular presentan mayores tasas de recuperación de residuos y menores niveles de disposición final en rellenos sanitarios (Raza-Carrillo & Acosta, 2022).

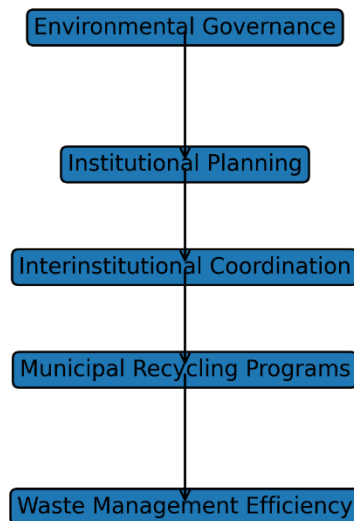
Posteriormente, se estimó un modelo de regresión lineal múltiple con el propósito de identificar el peso explicativo de las variables institucionales sobre la eficiencia del sistema de gestión de residuos. Los resultados del modelo muestran que la gobernanza ambiental presenta el mayor coeficiente explicativo dentro del modelo estadístico ( $\beta = 0.52$ ;  $p < 0.01$ ), seguida por la tasa de reciclaje ( $\beta = 0.41$ ;  $p < 0.05$ ), mientras que la cobertura de recolección presenta un efecto moderado ( $\beta = 0.28$ ;  $p < 0.05$ ). Estos resultados indican que la eficiencia del sistema de gestión de residuos depende no solo de la cobertura del servicio, sino también de la calidad de las estructuras institucionales que regulan el funcionamiento del sistema de gestión ambiental. Hallazgos similares han sido reportados por Moreno et al. (2021), quienes señalan que la implementación de estrategias de gestión ambiental y logística verde contribuye significativamente a mejorar el desempeño de los sistemas de manejo de residuos.

Con el propósito de optimizar la selección de variables dentro del modelo multivariado se aplicó adicionalmente un modelo de regresión LASSO. Los resultados obtenidos muestran que las variables con mayor capacidad explicativa dentro del modelo fueron la planificación institucional, la coordinación interinstitucional y la implementación de programas municipales de reciclaje.

Los resultados del modelo estimado se sintetizan conceptualmente en la figura 2, donde se representa la relación estructural entre gobernanza ambiental y eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos.

**Figura 2. Modelo explicativo de eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos**

Conceptual Model of Waste Management Efficiency



Nota. La figura representa el modelo analítico derivado de los resultados de correlación de Pearson, regresión lineal múltiple y regresión LASSO aplicados en el estudio. El modelo sintetiza las variables institucionales que presentan mayor capacidad explicativa sobre la eficiencia de los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos. Fuente. Elaboración propia con base en resultados estadísticos del estudio y en los enfoques de gobernanza ambiental desarrollados por Tagle y Carrillo (2022); García-Mondragón et al. (2023); Córdova-Bojórquez (2023).

Los resultados obtenidos permiten sostener que la eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos se encuentra estrechamente vinculada con el desarrollo de estructuras institucionales de gobernanza ambiental. En particular, los municipios que presentan mayores niveles de planificación ambiental, coordinación interinstitucional y participación social tienden a desarrollar sistemas de gestión de residuos más eficientes, con mayores tasas de recuperación de materiales y menores impactos ambientales asociados a la disposición final de residuos. Este comportamiento ha sido señalado en diversos estudios recientes que destacan la

importancia de la gobernanza ambiental para mejorar el desempeño de los sistemas urbanos de gestión de residuos (García-Mondragón et al., 2023).

## Discusión

Los resultados obtenidos evidencian la existencia de una relación positiva y estadísticamente significativa entre la gobernanza ambiental y la eficiencia en la gestión de residuos sólidos urbanos, lo cual confirma que la calidad de las estructuras institucionales constituye un factor determinante en el desempeño de los sistemas municipales de manejo de residuos. En este sentido, los municipios que presentan mayores niveles de planificación ambiental, coordinación interinstitucional y desarrollo de instrumentos de política pública orientados a la gestión de residuos tienden a alcanzar mayores niveles de eficiencia operativa, lo cual coincide con los planteamientos que destacan la importancia de la gobernanza ambiental para mejorar la gestión pública y fortalecer los procesos de planificación ambiental.

Asimismo, el análisis empírico mostró que la gobernanza ambiental mantiene una relación significativa con las tasas de reciclaje municipal, lo que indica que la implementación de programas de educación ambiental, separación en la fuente y aprovechamiento de materiales reciclables contribuye a mejorar el desempeño de los sistemas urbanos de gestión de residuos. De manera complementaria, los resultados del modelo de regresión evidenciaron que la gobernanza ambiental presenta el mayor peso explicativo dentro del modelo analítico, lo cual demuestra que la eficiencia del sistema no depende únicamente de la cobertura del servicio de recolección o de la infraestructura disponible, sino del nivel de desarrollo institucional que estructura los procesos de gestión ambiental.

Finalmente, la caracterización de los residuos sólidos urbanos permitió identificar que la fracción orgánica constituye el componente predominante dentro del flujo de residuos municipales, lo cual revela un amplio potencial para el desarrollo de estrategias de valorización mediante compostaje. En este contexto, la implementación de políticas orientadas al aprovechamiento de residuos orgánicos y al fortalecimiento de programas de reciclaje se configura como una alternativa estratégica para mejorar la eficiencia ambiental de los sistemas de gestión de residuos y promover modelos de desarrollo urbano más sostenibles.

## Conclusiones

Los resultados obtenidos en la investigación permiten establecer que la gobernanza ambiental constituye un elemento estructural dentro del funcionamiento de los sistemas urbanos de gestión de residuos sólidos. El análisis estadístico evidenció que los municipios que presentan mayores niveles de planificación institucional, coordinación interinstitucional y desarrollo de instrumentos de política pública orientados a la gestión ambiental tienden a alcanzar mayores niveles de eficiencia en el manejo de residuos. Este comportamiento indica que la eficiencia del sistema no depende exclusivamente de variables operativas asociadas a la cobertura del servicio de recolección o a la disponibilidad de infraestructura, sino principalmente del grado de desarrollo institucional que poseen los sistemas de gobernanza ambiental. En consecuencia, el fortalecimiento de las capacidades institucionales y de los mecanismos de coordinación entre actores públicos y sociales se configura como un factor determinante para mejorar el desempeño de los sistemas de gestión ambiental en los territorios urbanos.

De manera complementaria, los resultados del análisis empírico permitieron identificar que las estrategias de reciclaje y valorización de residuos constituyen componentes relevantes dentro del desempeño de los sistemas municipales de gestión de residuos. En particular, se evidenció que la implementación de programas de reciclaje, la promoción de prácticas de separación en la fuente y el desarrollo de procesos de educación ambiental contribuyen significativamente a mejorar la eficiencia operativa del sistema, al incrementar la recuperación de materiales reutilizables y reducir el volumen de residuos destinados a disposición final. En este contexto, la incorporación de enfoques de economía circular dentro de los sistemas de gestión municipal representa una alternativa estratégica para optimizar el uso de recursos, fortalecer los procesos de aprovechamiento de materiales y reducir los impactos ambientales derivados de la acumulación de desechos urbanos.

Como resultado, la caracterización de los residuos sólidos urbanos permitió identificar que la fracción orgánica constituye el componente predominante dentro del flujo de residuos generados en los sistemas municipales. Este resultado revela la existencia de un amplio

potencial para el desarrollo de estrategias de valorización de residuos mediante procesos de compostaje y aprovechamiento orgánico. La incorporación de estas estrategias dentro de los sistemas de gestión municipal permitiría reducir significativamente el volumen de residuos destinados a rellenos sanitarios, optimizar el uso de recursos naturales y fortalecer la sostenibilidad ambiental de los sistemas urbanos. En consecuencia, la promoción de políticas públicas orientadas al aprovechamiento de residuos orgánicos se configura como una estrategia fundamental para mejorar la eficiencia ambiental de los sistemas de gestión de residuos sólidos urbanos y avanzar hacia modelos de gestión más sostenibles.

### Referencias bibliográficas

Ceballos Pérez, S. G. (2022). Una prueba de hipótesis de la curva ambiental de Kuznets para residuos sólidos urbanos en México, 1992-2018. *Revista de Economía*, 39(99), 54–82. <https://doi.org/10.33937/reveco.2022.275>

Ceballos Pérez, S. G., & Flores-Xolocotzi, R. (2023). Generación de residuos sólidos urbanos municipales y su relación con un indicador de ingreso municipal en México. *Revista de Ciencias Ambientales*, 57(1), 1–22. <https://doi.org/10.15359/rca.57-1.7>

Ceballos Pérez, S. G., Brambila Paz, J. de J., & Pérez Cerecedo, V. (2022). Residuos sólidos urbanos y economía circular en Pachuca, Hidalgo, México. *Acta Universitaria*, 32, e3437. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3437>

Chancafe Rodríguez, J. G. (2023). Análisis medioambiental del manejo de residuos sólidos de los mercados abiertos en Perú, una revisión narrativa. *Revista de Ciencias*, 25(2), e12514. <https://doi.org/10.25100/rc.v25i2.12514>

Córdova-Bojórquez, G. (2023). Actores sociales y gestión de la economía circular en el estado de Chihuahua, México. *Frontera Norte*, 35. <https://doi.org/10.33679/rfn.v1i1.2345>

Coronel-Sarmiento, A. F., & Ramón-Poma, G. M. (2022). Planta de compostaje y reciclaje para la gestión de residuos sólidos en Río Blanco, Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 8(1), 222–247. <https://doi.org/10.23857/dc.v8i1.2487>



Dávila Sámano, A. R., Linares Hernández, I., Castillo Suárez, L. A., & Martínez Miranda, V. (2021). Gestión de los residuos sólidos urbanos y su efecto en el aire, agua y suelo. *Revista Alfa*, 5(15), 428–452. <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i15.128>

Flores-Xolocotzi, R., & Ceballos Pérez, S. G. (2022). Prueba de hipótesis de la curva ambiental de Kuznets para residuos sólidos urbanos en municipios del Estado de México e Hidalgo 2010-2018. *Acta Universitaria*, 32, e3161. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3161>

Flores-Xolocotzi, R., & Ceballos Pérez, S. G. (2023). Desacoplamiento económico y generación de residuos sólidos en municipios turísticos de México. *Sociedad y Economía*, 49, e10412245. <https://doi.org/10.25100/sye.v0i49.12245>

García-Mondragón, D., Cervantes-Zepeda, I., Gómez-Demetrio, W., Gallego-Alarcón, I., García-Pulido, D., & González-Blanco, G. (2023). Gestión de los residuos sólidos en México: análisis cualitativo de los diagnósticos básicos. *Inter Disciplina*, 11(30), 215–242. <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2023.30.81788>

Garrido-Acosta, L. R., Florida-Rofner, N., Nazar-Cipriano, J., & Rengifo-Rojas, A. (2023). Calidad del compost a base de residuos orgánicos urbanos en Leoncio Prado, Perú. *Producción + Limpia*, 18(1), 118–137. <https://doi.org/10.22507/pml.v18n1a8>

Gómez, L. A., Pérez, M., & Ramírez, J. (2023). Participación ciudadana en la gestión de residuos sólidos urbanos: avances y desafíos en América Latina. *Revista Latinoamericana de Estudios Ambientales*, 11(2), 88–104.

Juárez de la Rosa, J. A., et al. (2023). Gobernanza ambiental en la gestión de residuos sólidos de los municipios en Oaxaca. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 14(75), 111–132. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v14i75.1103>

Moreno, K., Freire, G., Caisa, D., & Moreno, A. (2021). Cadena de suministros verde: análisis estratégico de la gestión de residuos sólidos en Pelileo-Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, 27, 293–308. <https://doi.org/10.31876/rcs.v27i.36512>

Ordoñez-Zúñiga, N. (2023). Gestión de residuos sólidos urbanos basada en los principios de sostenibilidad y economía circular. *Revista de Ciencias Ambientales*, 60(1), 1–18. <https://doi.org/10.15359/rca.60-1.3>



Pérez Magaña, A., & Rodríguez Ruiz, F. (2022). Flujo, clasificación y potencial de reciclaje de residuos sólidos urbanos en una localidad cuya principal actividad es la agricultura. *Acta Universitaria*, 32, e3202. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3202>

Raza-Carrillo, D., & Acosta, J. (2022). Planificación ambiental y el reciclaje de desechos sólidos urbanos. *Economía, Sociedad y Territorio*, 22(69), 519–544. <https://doi.org/10.22136/est20221696>

Reyes Castillo, E. A., & Heredia Escobar, W. J. (2022). La gobernanza ambiental y la gestión de los residuos sólidos en las municipalidades. *International Journal of Latest Research in Humanities and Social Science*, 5(10), 37–45.

Ríos-Velasquez, E. A., Florida-Rofner, N., & Lama-Isminio, D. A. (2023). Caracterización de compost de residuos sólidos orgánicos urbanos de seis distritos de la provincia Leoncio Prado, Perú. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 26(1), e2371. <https://doi.org/10.31910/rudca.v26.n1.2023.2371>

Sánchez-Romero, F. E., & Recalde-Gracey, A. E. (2023). Gestión de residuos sólidos municipales 2021-2023: revisión sistemática. *Instituto de Investigación y Estudios Avanzados Koinonia*. <https://doi.org/10.35381/e.k.v9i2.187>

Susunaga-Miranda, M. A., Cruz-Ávila, F., Tejeda-Cruz, A., Velázquez-Ramírez, A. D., Morales-Cortés, M. B., & Lagunes-Espinoza, L. C. (2022). Sitios de disposición final de residuos sólidos abandonados en la Región de Sotavento del estado de Veracruz, México, utilizando herramientas SIG. *Enfoque UTE*, 13(4), 11–28. <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.853>

Tagle Zamora, D., & Carrillo González, G. (2022). Gestión de residuos sólidos en León, Guanajuato: indicios de economía circular y de los objetivos del desarrollo sostenible. *Región y Sociedad*, 34, e1583. <https://doi.org/10.22198/rys2022/34/1583>

**Conflicto de intereses:**

Los autores declaran que no existe conflicto de interés