

Método de evaluación básica del manejo de residuos sólidos en áreas urbanas turísticas de Nicaragua

Basic evaluation method for solid waste management in urban tourist areas of Nicaragua

Henry L Guevara
Departamento de Biología
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua)
henry.lopez@unan.edu.ni
Orcid: <https://orci.org/0000-0002-2772-3167>

Layo Leets
Departamento de Biología
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua)
layo.leets@unan.edu.ni
Orcid: <https://orci.org/000-0002-2772-1751>

Rubén Ribera
Departamento de Matemática
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua (UNAN-Managua)
rrivera@unan.edu.ni
Orcid: <https://orci.org/0000-0001-8804-6211>

Recibido: 1/8/2024

Aceptado: 12/12/2024

Resumen

Este artículo presenta un método para la evaluación básica del manejo de residuos sólidos en áreas urbanas de interés turístico en Nicaragua, aplicable a calles, parques, malecones y otros sitios públicos. El método se basa en dos variables: la Cantidad Óptima de Depósitos (COD), que se evalúa en relación con el área o longitud del sitio, y el nivel de contaminación presente en el mismo. Estas variables se combinan en un modelo lógico sumativo con el cual se obtiene una interpretación del manejo en la escala de inapropiado, no adecuado, adecuado y eficiente. El método fue aplicado en 35 sitios turísticos de Nicaragua, distribuidos entre las ciudades de Masaya, Granada, San Juan de Oriente y Tola. El método fue validado mediante un análisis de correspondencia simple utilizando el software SPSS. Los resultados muestran que el método es eficaz para evaluar la eficiencia del manejo de residuos sólidos y puede ser una herramienta útil para planificadores urbanos y gestores de residuos en áreas turísticas. Este trabajo propone un enfoque práctico y replicable para mejorar la sostenibilidad del turismo urbano mediante el manejo adecuado de los residuos sólidos.



© Copyright 2024.
Universidad Nacional
Autónoma de Nicaragua,
Managua (UNAN-Managua)

DOI: <https://doi.org/10.5377/recoso.v7i12.19653>

Palabras claves

Manejo de residuos sólidos, turismo sostenible, índice de cantidad óptima de depósitos, evaluación ambiental.

Abstract

This article presents a method for the basic evaluation of solid waste management in urban areas of tourist interest in Nicaragua, applicable to streets, parks, boardwalks, and other public sites. The method is based on two variables: the Optimal Deposit Quantity (COD), which is evaluated in relation to the site's area or length, and the level of contamination present at the site. These variables are combined in a summative logical model, providing an interpretation of waste management on a scale from Inappropriate, Not Adequate, Adequate, to Efficient. The method was applied to 35 tourist sites in Nicaragua, distributed among the cities of Masaya, Granada, San Juan de Oriente, and Tola, and was validated through simple correspondence analysis using SPSS software. The results show that the method is effective for evaluating the efficiency of solid waste management and can be a valuable tool for urban planners and waste managers in tourist areas. This work proposes a practical and replicable approach to improving the sustainability of urban tourism through proper solid waste management.

Keywords

Solid waste management, sustainable tourism, optimal quantity index of deposits, environmental assessment.

Introducción

El manejo adecuado de los residuos sólidos es un componente clave para la sostenibilidad de las áreas urbanas, especialmente en sitios turísticos donde la acumulación de residuos puede afectar tanto la estética como la salud pública, y en consecuencia la calidad del destino para los visitantes.

A pesar de los esfuerzos de diversas ciudades y destinos turísticos para implementar programas de gestión de residuos, existe una carencia de métodos objetivos y estandarizados que permitan evaluar de manera precisa la efectividad de las iniciativas de manejo de residuos en áreas urbanas turísticas. Esta falta de evaluaciones objetivas limita la capacidad de los gestores para realizar diagnósticos fiables, identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas, lo cual es crucial para la sostenibilidad a largo plazo de estos destinos turísticos.

En el año 2022, la UNAN-Managua, en vinculación con distintas instituciones, se realizaron diagnósticos sobre el manejo de residuos sólidos en áreas urbanas turísticas, en donde se identificó la necesidad de contar con un método que permitiera evaluar de forma rápida y objetiva el manejo de los residuos sólidos que se llevan a cabo en sitios como calles, parques, malecones, museos, cementerios u otros espacios públicos. Este trabajo se realizó en Tola, Masaya, Granada y San Juan de Oriente, ciudades de la zona del Pacífico de Nicaragua. Es importante aclarar en este contexto que el término residuos sólidos se utiliza de forma inclusiva, abarcando tanto residuos recuperables como desechos no reutilizables o basura, de acuerdo con el uso común en la literatura técnica (ONU Medio Ambiente, 2018; Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2016). En respuesta a esta necesidad, se desarrolló un método basado en criterios cuantitativos y cualitativos que permite una evaluación básica pero precisa y replicable, que puede ser utilizada tanto para diagnóstico como para monitoreo.



Este trabajo no siguió un protocolo de investigación tradicional, sino que surgió de manera innovadora como una solución práctica para atender los requerimientos específicos de los programas de la Red Nacional de Ciudades Creativas y la Red de Microempresas de Turismo Rural Comunitario de Tola ...

El objetivo principal de este artículo es describir el método utilizado en los diagnósticos sobre el manejo de residuos sólidos y presentar el análisis de su validación. También se discute su potencial para mejorar las estrategias de gestión de residuos en áreas turísticas. Este trabajo surge directamente de los diagnósticos realizados y busca contribuir a la sostenibilidad del turismo urbano mediante una herramienta básica para evaluar el manejo adecuado de los residuos sólidos.

Materiales y métodos

Contextualización al método

Este trabajo no siguió un protocolo de investigación tradicional, sino que surgió de manera innovadora como una solución práctica para atender los requerimientos específicos de los programas de la Red Nacional de Ciudades Creativas y la Red de Microempresas de Turismo Rural Comunitario de Tola (ICES-REMITURCT). Estos programas se escogieron en total 35 sitios de interés turístico en los que uno de los objetivos fue realizar diagnósticos rápidos sobre el manejo de residuos sólidos, por eso demandaban una herramienta ágil y eficaz para evaluar eficientemente el manejo de residuos sólidos en cada uno de estos lugares.

Criterios utilizados en su desarrollo

La revisión bibliográfica permitió identificar los requisitos específicos del manejo de residuos en el contexto de los sitios turísticos. Aunque, el manejo integral de residuos sólidos generalmente incluye cinco componentes (generación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final), en sitios urbanos de interés turístico, solo se llevan a cabo las etapas de generación y recolección, mientras que el transporte, tratamiento y la disposición final se gestionan a nivel municipal o en instalaciones externas (Altamirano, 2017; Brenes et al., 2013; Environmental Protection Agency [EPA], 2020; García, 2020; Herrera-Uchalin, 2023; La Gaceta, 2002; López, 2009; Mora y Molina, 2017; Rondón et al., 2016; Vega, 2020). Esta distinción fue clave para delimitar las variables utilizadas en el método: la cantidad de depósitos adecuados y el nivel de contaminación por residuos sólidos. Se seleccionaron estas variables porque abordan aspectos claves del manejo de residuos en los sitios turísticos, tales como la infraestructura de recolección y la limpieza urbana. Además, son prácticas para la recolección de datos de un tiempo limitado.

Para medir la primera variable, fue necesario formular el índice de COD, el cual se obtiene de la relación entre el número de depósitos de residuos en buen estado en el sitio y el tamaño del área que corresponde al lugar de almacenamiento; esta relación se basó en los criterios de la NTON 05 014-02. La segunda variable se valoró de manera cualitativa por medio de una escala ordinal que indica el nivel de contaminación de residuos en el lugar.

Finalmente, ambas variables se integraron en un modelo lógico basado en el principio de parsimonia, lo que significa que el modelo fue diseñado para que la relación entre las variables (cantidad de depósitos y nivel de contaminación) produjera un resultado final que se ajustara con precisión a la lógica del manejo, eliminando relaciones improbables (por ejemplo, un sitio sucio y con falta de depósitos, no podría calificarse como manejo adecuado). Para relacionar las variables en el modelo, se asignó un valor numérico a cada posible resultado de cada variable mediante una escala de intervalos, de manera que el modelo no solo categorice los sitios, sino que también interprete los resultados de manera cuantitativa. Este enfoque facilita la suma de los valores y genera una evaluación final que refleja de manera clara y cuantificable la situación en el manejo de residuos sólidos en cada uno de estos sitios, que se evalúan en la escala de **Inapropiado, No Adecuado, Adecuado y Eficiente**. Así, los resultados obtenidos muestran una correspondencia directa con las condiciones reales observadas en los sitios evaluados.

Variables del Método

1. Cantidad Óptima de Depósitos (COD)

La primera variable es la cantidad óptima de depósitos de residuos en un sitio particular. Para calcular esta variable, se desarrolló un índice COD, que se define de manera diferente para sitios medidos en longitud (CODL) y para áreas (CODA). Ambos índices se basan en los criterios de la NTON 05 014-02.

- CODL para sitios longitudinales: Este índice se aplica a sitios medidos en longitud, como calles o senderos urbanos. Considera como mínimo de un depósito en buen estado por cada 100 metros. En cambio, se considera adecuado tener 2 o más depósitos de residuos en buen estado por cada 100 m. Para este método un depósito en buen estado se entiende para este método como aquel que está limpio, accesible, funcional y sin daños visibles.

Toma la expresión de la Ecuación 1:

$$COD(L) = N \cdot B / L$$

E1

Donde:

COD(L)= Índice de la cantidad óptima de depósitos para residuos en sitios longitudinales.

N. B= Número de depósitos de residuos en buen estado.

L= Longitud del sitio evaluado.

Interpretación del índice CODL

Cantidad adecuada ≥ 0.02

Cantidad mínimo ≈ 0.01

Insuficiente ≈ 0



La interpretación de estos índices clasifica los sitios en tres categorías: insuficiente, mínimo y adecuado, según el número de depósitos observados en relación con el área o longitud del sitio...

CODA para áreas: Este índice se aplica a sitios medidos en superficie, como parques o malecones. Considera un mínimo de dos depósitos en buen estado por cada 2500 m². Los depósitos deben de estar separados y distribuidos por todo el sitio, dos depósitos juntos en un lugar se interpretan como uno solo.

Toma la expresión de la Ecuación 2:

$$COD(A) = N \cdot B / A$$

E1

COD(A)= Índice de la cantidad óptima de depósitos de residuos en sitios con forma longitudinal.

N. B= Número de depósitos de residuos en buen estado.

A= Área

Interpretación del índice cantidad óptima de deposititos COD(A).

Cantidad adecuada ≥ 0.0012

Cantidad mínimo ≈ 0.0008

Insuficiente ≈ 0.0004

La interpretación de estos índices clasifica los sitios en tres categorías: insuficiente, mínimo y adecuado, según el número de depósitos observados en relación con el área o longitud del sitio. En la tabla 1, se muestra el valor asignado según su categoría, siendo el valor 0 para aquellos sitios con depósitos insuficientes; el valor 1 para aquellos sitios con la cantidad mínima de depósitos; y el valor 2 para los sitios con la cantidad adecuada de depósitos.

Para relacionar las variables en el modelo, se asignó un valor numérico a cada posible resultado de cada variable mediante una escala de intervalos

Tabla 1.

Valoración de la cantidad óptima de depósitos

Opciones	Valor asignado
Cantidad de depósitos adecuada	2
Cantidad mínima de depósitos	1
Insuficientes depósitos	0

Nota: Elaboración propia

2. Nivel de contaminación por residuos sólidos

La segunda variable, el nivel de contaminación por residuos sólidos en el sitio, se evaluó utilizando una escala ordinal que clasifica los sitios en cuatro categorías: altamente contaminados, medianamente contaminados, con baja contaminación o sin residuos visibles. A cada categoría se le asignó un valor numérico del 0 al 3, donde el 0 representa sitios con alta contaminación, el

1 representa sitios con contaminación media, el 2 representa sitios con baja contaminación, y el 3 representa sitios sin contaminación evidente, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2.

Valoración del nivel de contaminación por residuos sólidos

Opciones	Valor asignado
Alta: Focos de botaderos, presencia de abundantes residuos dispersa.	0
Media: presencia abúndate de residuos dispersos, pero no hay focos de botaderos.	1
Baja: algunos residuos dispersos, pero no abundantes.	2
Ninguna: sitio limpio, residuos imperceptibles.	3

Nota: Elaboración propia

Esta clasificación se realiza in situ, observando la dispersión y concentración de residuos en el área evaluada.

Obtención de la evaluación final

Una vez obtenidas las variables y asignados sus valores, se procede a sumar los puntajes obtenidos en cada una y se determina la eficiencia del manejo de residuos sólidos, con base a los intervalos establecidos que se presentan a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3.

Calificación del manejo de residuos sólidos

Evaluación final	
De 0 a 1	Inapropiado
De 2 a 3	Manejo no adecuado
4	Adecuado
5	Eficiente.

Nota: Elaboración propia

Procedimiento para la aplicación del método

A continuación, se explican los pasos para aplicar el método en campo. Las herramientas mínimas necesarias incluyen: GPS, cámara fotográfica, tabla de valoración del nivel de contaminación de residuos sólidos en el sitio (Tabla 2) y libreta de campo.

- 1. Identificación del tipo de sitio:** Al llegar al sitio, se debe identificar si corresponde a un sitio longitudinal (como calles o senderos urbanos) o a un área (como parques, malecones o museos). En este paso, es importante registrar el nombre del lugar.
- 2. Georreferenciar del sitio:** Con apoyo del GPS, se toman las coordenadas según el tipo de sitio. Para sitios longitudinales, se recomienda georreferenciar el punto de inicio y el punto final. Para áreas, es necesario georreferenciar los puntos del perímetro.
- 3. Registro de los depósitos de residuos:** Se registran datos básicos de los depósitos de residuos sólidos, como la cantidad de depósitos en buen estado, en mal estado y el total. Si dos depósitos están localizados juntos, se registran como uno solo. También se recomienda georreferenciar cada depósito, lo que permite interpretar la distribución espacial de los depósitos en todos los sitios.
- 4. Valoración del nivel de contaminación:** Usando la tabla de valoración del nivel de contaminación (Tabla 2), se seleccionó una categoría (alta, media, baja o ninguna contaminación) que mejor represente la situación observada en el sitio. La selección debe realizarse de manera consensuada con el equipo de trabajo. Es importante realizar registro fotográfico como evidencia de la situación observada.
- 5. Digitalización y cálculo del índice COD:** Después de la visita de campo, los datos recolectados se digitalizan en un archivo de Excel. A continuación, se calcula el área de cada sitio utilizando software como Google Earth o herramientas similares. Con el área o la longitud del sitio evaluado y la cantidad de depósitos en buen estado, se determina el índice COD.
- 6. Evaluación final del método:** Se procede a clasificar cada sitio según los resultados obtenidos y categorizarlos según los siguientes criterios: inapropiado, manejo no adecuado, adecuado o eficiente.

Método de análisis para su validación estadística

La validación del método se llevó a cabo mediante un Análisis de Correspondencia Simple (ACS) utilizando el software SPSS. Este análisis estadístico permitió explorar la relación entre el índice COD, el nivel de contaminación y la evaluación final de cada sitio. Mediante el ACS, se evaluó la correspondencia entre las categorías asignadas a cada variable, comprobando la capacidad del método para diagnosticar de manera precisa, el nivel de manejo de residuos sólidos en áreas urbanas de interés turístico.

Limitaciones del Método

Este método está diseñado para su aplicación en sitios urbanos de interés turístico, enfocándose en las etapas de generación y recolección de los residuos sólidos, sin abordar el transporte, tratamiento o disposición final. El modelo se basa en variables fáciles de medir en campo y utiliza equipos de bajo costos; sin embargo, esta simplicidad también implica que la valoración del manejo de los residuos sólidos es de carácter básico. Otra limitación es que el índice COD ha sido ajustado de acuerdo con la normativa nicaragüense, por lo que su aplicación en otros contextos puede requerir adaptaciones específicas. A futuro, se recomienda mejorar el método mediante la incorporación de nuevas variables y tecnologías para incrementar su precisión y adaptabilidad en distintos escenarios.

Aplicación del método

Como se mencionó anteriormente, el método se aplicó en 35 sitios seleccionados en los programas ICES-REMITURCT, abarcando una longitud total de 10.9 km de calles y un área de 165340 m². En el caso de Ciudades Creativas, el programa escogió 31 sitios distribuidos entre las ciudades de Masaya, Granada y San Juan de Oriente, con el objetivo de desarrollar circuitos creativos basados en la cultura y el arte. Estos sitios fueron evaluados los días 14, 16 y 17 de marzo de 2022. Por su parte, ICES-REMITURCT seleccionó 4 lugares específicos con el objetivo de realizar prácticas para el taller de capacitación en manejo de residuos sólidos en el contexto de turismo rural comunitario; estos sitios fueron visitados el 25 de marzo de 2022.

En total los sitios incluyeron 21 calles, 1 cementerio, 1 malecón, 1 mercado, 1 museo y 10 parques, estos se detallan en la Tabla 4. Es importante destacar que la aplicación del método se hizo en días ordinarios, no en festividades que pudieran influir en los resultados, garantizando una evaluación representativa de las condiciones normales en cada sitio.

Tabla 4.

Sitios turísticos seleccionados por los programas Ciudades Creativas e ICES-REMITURCT donde se elaboraron diagnósticos sobre el manejo de residuos sólidos en el año 2022

Ciudad	Lugar	Tipo
Granada	Cementerio	cementerio
	Placita del Cementerio	parque
	Calle del cementerio	calle
	Plaza La Pólvora	parque
	Fortín La Pólvora	museo
	Calle Xalteba	calle

	Parque Xalteba	parque
	Parque Central	parque
	Calle La Calzada	calle
	Parque de la iglesia Guadalupe	parque
	Malecón de Granada	malecón
Masaya	El Calvario	calle
	Avenida San Jerónimo	calle
	7 esquina	calle
	Calle Humberto Cerda (Estadio)	calle
	Calle Cristal (Malecón)	calle
	Asilo de ancianos	calle
	Parque Infantil	parque
	Calle San Juan	calle
	Parque San Juan (parque central)	parque
	Mercado de Artesanías	mercado
San Juan de Oriente	Calle Cardenal zona 4	calle
	Entrada al Sendero El Caballito	calle
	Zona 2	calle
	Porozo	calle
	Calle central Escuela Bautista	calle
	Zona 3 del cementerio	calle
	Costado sur del centro de salud, casa taller don Ángel	calle
	Reparto Zalazar	calle
	Parque Central	parque
	Zona 1	calle
Tola	Parque Central	parque
	Calle Principal de Tola urbana	calle
	Parque de la entrada de Playa Gigante	parque
	Calle principal de Playa Gigante	calle

Nota: Elaboración propia

”

Los índices

COD, para sitios longitudinales CODL y de áreas CODA, resultaron ser muy efectivos para clasificar los sitios evaluados, destacando las tres categorías: Insuficiente, Mínima y Adecuada...

Los datos recolectados corresponden a las variables descritas del método, para la primera variable la cantidad óptima de depósitos se utilizó un GPS para georreferenciar cada uno de los depósitos ya sea que estuvieran en buen o mal estado. Para la segunda variable el nivel de contaminación por residuos sólidos se realizó registro fotográfico con una cámara para evidenciar la situación de los residuos sólidos en los sitios evaluados.

Figura 1.

Ejemplo de la aplicación de la segunda variable, nivel de contaminación por residuos sólidos



Nota: A: Alta presencia de residuos sólidos en el cauce de Plaza La Pólvora en Granada, puntuación 0. B: Presencia abundante de residuos sólidos dispersos, pero no hay focos de botaderos, en la Calle del Calvario Masaya, puntuación 1. C: Algunos residuos sólidos dispersos, pero no abundantes, en la entrada del sendero el Caballito, San Juan de Oriente; puntuación 2. D: sitio limpio, no se percibe presencia de residuos sólidos, en Calle Calzada, Granada, puntuación 4.

Resultados y discusión

A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes del Análisis de Correspondencia Simple para la validación del método, no se incluye detalles de los diagnósticos por ciudad ya que no es parte de los objetivos de este documento.

Validación del índice COD a través de su correspondencia con la evaluación final

Los índices COD, para sitios longitudinales CODL y de áreas CODA, resultaron ser muy efectivos para clasificar los sitios evaluados, destacando las tres categorías: Insuficiente, Mínima y Adecuada.

La tabla 5 permite identificar de manera directa las relaciones más comunes entre las categorías de las variables. Las frecuencias indican las combinaciones más comunes, por ejemplo, la categoría insuficiente se asocia 15 veces con la categoría Manejo No Adecuado del sitio (círculo color rojo) y en el caso de la valoración Adecuado corresponde 6 veces a Manejo Eficiente.

Tabla 5.

Frecuencias de correspondencias entre las variables C.O.D y Evaluación Final

Valoración C.O. D	Evaluación final			
	Inapropiado	Manejo no adecuado	Adecuado	Eficiente
Insuficiente	5	15	0	0
Mínima	2	0	2	0
Adecuado	0	1	0	6

Nota: Elaboración propia

El análisis de correspondencia simple facilitó la validación la relación entre las variables, utilizando estadísticos como la inercia, que mide la contribución de cada categoría a la estructura general del modelo.

En la Figura 2, indica las relaciones entre índice COD y evaluación final del manejo de residuos sólidos. La cercanía de los puntos indica asociaciones entre categorías de ambas variables. Se distinguen tres grupos principales de asociación estos se interpretan de la siguiente manera:

- Grupo A:** Representa las asociaciones entre el índice COD Adecuado y un Manejo Eficiente de los residuos sólidos. La cercanía de estos puntos en el espacio sugiere que, en los sitios donde la cantidad de depósitos es adecuada, se logra un manejo eficiente de los residuos, lo cual implica una infraestructura bien distribuida que satisface las necesidades de limpieza en estos sitios. En la Tabla 6, la categoría “Adecuado” en el Índice COD tiene una puntuación en la dimensión 1 de -1.752, mientras que “Eficiente” en la evaluación final tiene una puntuación en la Dimensión 1 de -1.921. Esto demuestra una fuerte correspondencia entre ambas categorías en esta dimensión. Ambas categorías, COD Adecuado y Eficiente, tienen una inercia alta especialmente en la dimensión 2, lo que sugiere una influencia significativa en la estructura del modelo, respaldando su relación en el Figura 2.
- Grupo B:** Muestra la relación entre un índice COD Mínimo y un Manejo Adecuado. Este grupo indica que, aunque la cantidad de depósitos son valorados como suficientes para cumplir con un nivel básico de recolección, el manejo no alcanza un nivel óptimo de eficiencia. En la Tabla 6, “COD Mínima” tiene una puntuación en la Dimensión 2 de 2.113

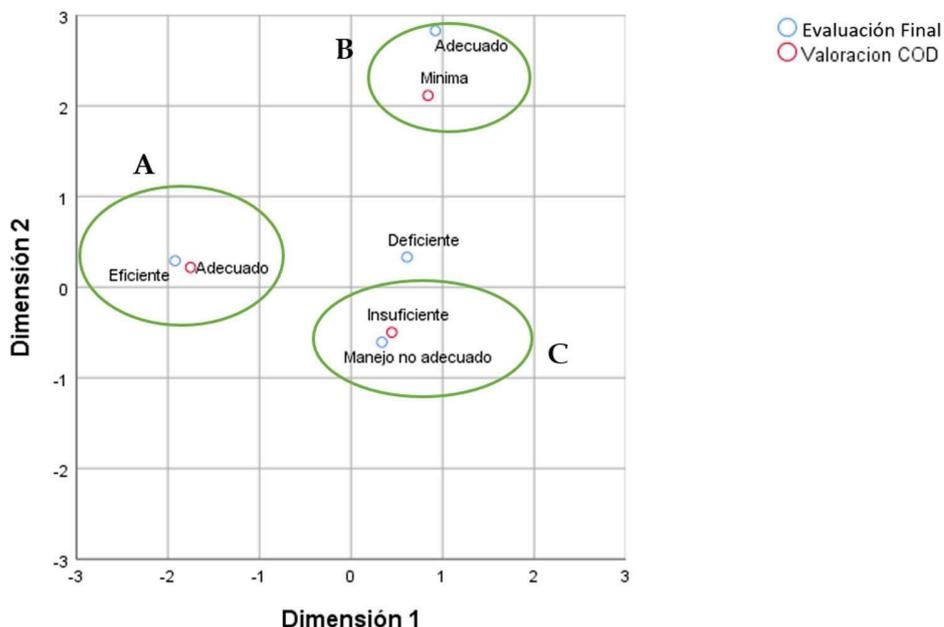
y en la evaluación final “Manejo Adecuado” tiene 2.828, lo que respalda esta relación en la Dimensión 2. La inercia para “Manejo Adecuado” en esta dimensión (0.060) es baja, lo que sugiere que esta relación es menos estable que las otras, pero sigue siendo significativa.

- **Grupo C:** Refleja la asociación del índice COD Insuficiente con la categoría Manejo No Adecuado. Esta asociación sugiere que, en los sitios con depósitos insuficientes, el manejo de los residuos es No Adecuado, probablemente debido a la carencia de infraestructura para mantener el sitio limpio. En la tabla 6, “COD Insuficiente” tiene una puntuación en la dimensión 1 de 0.445, mientras que “Manejo No Adecuado” tiene 0.337, lo cual refuerza esta proximidad en la Figura 2. La inercia de estas categorías en la Dimensión 1 también es significativa (0.237 para la categoría Insuficiente y 0.196 para el Manejo No Adecuado), lo que indica que estas categorías contribuyen a la explicación de esta dimensión.

La categoría Manejo Deficiente (inapropiado) en la evaluación final tiene una relación moderada con el índice COD Insuficiente en la Figura 2, lo que sugiere que sitios clasificados como deficientes en la evaluación final también tienden a presentar un índice COD bajo.

Figura 2.

Asociación de las variables índice COD y evaluación final



Nota: Elaboración propia

Tabla 6.

Resumen de estadísticos para las variables del índice COD

Variable	Categoría	Dimensión 1 Puntuación	Dimensión 2 Puntuación	Inercia Dim 1	Inercia Dim 2	Masa
Índice C.O.D	Insuficiente	0.445	-0.499	0.237	0.140	0.645
	Mínima	0.840	2.113	0.514	0.100	0.129
	Adecuado	-1.752	0.217	0.640	0.760	0.226
Evaluación Final	Deficiente	0.612	0.331	0.196	0.064	0.226
	Manejo no adecuado	0.337	-0.607	0.196	0.064	0.516
	Adecuado	0.921	2.828	0.435	0.060	0.065
	Eficiente	-1.921	0.291	0.664	0.783	0.194

Nota: Elaboración propia

Una observación general según la evaluación del método es que la mayoría de los sitios evaluados (65 %) presentó un COD insuficiente, lo que sugiere que la infraestructura para el manejo de residuos sólidos en áreas turísticas tiende a ser deficiente (COD Insuficiente, masa=0.645,).

Correspondencia para las variables nivel de contaminación por residuos en el sitio y evaluación final

El análisis de correspondencia también fue aplicado a las variables de nivel de contaminación por residuos sólidos y la evaluación final. La tabla 7 muestra un nivel de contaminación Alta y Media que se asocia 6 veces a un Manejo Deficiente. Un nivel de contaminación baja se asocia 9 veces a un manejo no adecuado. Por otro lado, la categoría de Manejo Eficiente se asoció 6 veces con Ninguna contaminación por residuos sólidos. Estos resultados sugieren que el método es efectivo para reflejar de manera precisa la calidad del manejo de residuos sólidos en función del estado de limpieza de cada sitio.

Tabla 7.

Frecuencias de correspondencias entre las variables Nivel de Contaminación por Residuos en el sitio y Evaluación Final

Evaluación Final	Nivel de contaminación por residuos sólidos en los sitios			
	Alta	Media	Baja	Ninguna
Deficiente	6	1	0	0
Manejo no adecuado	1	0	9	6
Adecuado	0	0	0	2
Eficiente	0	0	0	6

Nota: Elaboración propia

Al graficar la correspondencia de estas variables por medio de su contribución a la estructura general del modelo (inercia), se obtiene la Figura 3.

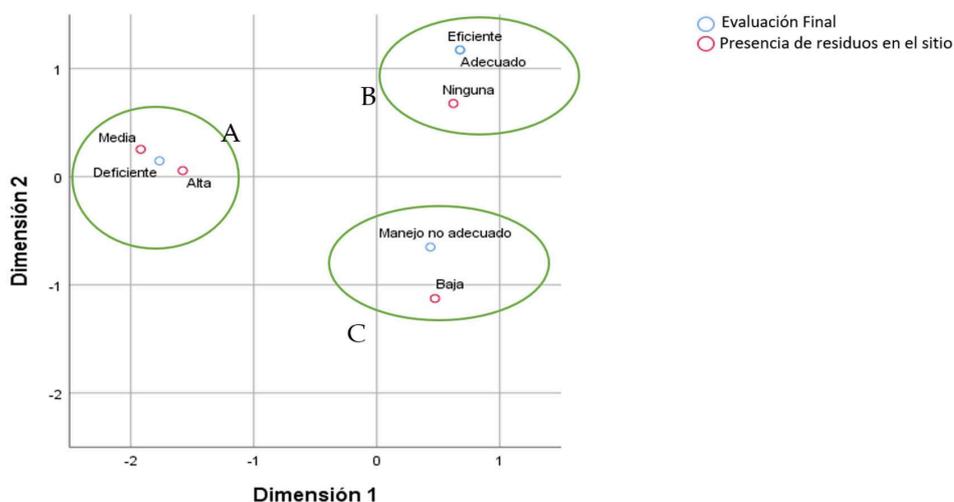
En la Figura 3, las categorías de ambas variables están representadas como puntos en un espacio bidimensional, donde la cercanía de los puntos indica asociaciones entre las categorías. Estas relaciones se pueden visualizar en la Tabla 8, que detalla las puntuaciones en las dimensiones, la inercia y la masa de cada categoría.

Se identifican tres grupos principales que reflejan la relación entre estas variables:

- **Grupo A:** Representa la asociación entre un Nivel de Contaminación Alto o Medio y un Manejo Deficiente. La proximidad de estos puntos en la Figura 3 indica una relación clara entre la acumulación de residuos y la falta de efectividad en el manejo de residuos sólidos. En la Tabla 8, la categoría “Deficiente” tiene una puntuación alta en la dimensión 1 (-1.767), similar a la categoría de Alta Contaminación (-1.578). Además, la inercia de ambas categorías es significativa en la dimensión 1 (0.652 y 0.518, respectivamente), lo que respalda su relevancia en esta dimensión.
- **Grupo B:** Refleja la relación entre las categorías de Ninguna Contaminación y un Manejo Adecuado o Eficiente. Esto sugiere que la ausencia de residuos sólidos está relacionada con una gestión eficiente de dichos residuos. En la Tabla 8, la categoría “Ninguna Contaminación” tiene una puntuación alta en la dimensión 2 (0.677), igual que “Manejo Eficiente” (1.172), indicando que en esta dimensión se explica bien su relación. La inercia de la categoría de Ninguna Contaminación es significativa en Dimensión 2 (0.190), lo que respalda su relevancia en esta dimensión.
- **Grupo C:** Indica la relación entre un Nivel de Contaminación Bajo y un Manejo No Adecuado. Este grupo muestra que, aunque la cantidad de residuos sólidos es relativamente baja, el manejo de residuos no alcanza los estándares adecuados. En la Tabla 8, la categoría de “Baja Contaminación” tiene una puntuación moderada en la dimensión 1 (0.473) y 2 (-1.126), similar a la categoría de “Manejo No Adecuado” (0.435 y -0.650). Su masa respectiva (0.516 y 0.290) también indica que estas categorías tienen relevancia en la interpretación global.

Figura 3.

Correspondencias entre nivel de contaminación por residuos en el sitio y evaluación final



Nota: Elaboración propia

Tabla 8.

Puntuaciones y contribuciones en dimensiones para categorías de Nivel de Contaminación y Evaluación Final.

Variable	Categoría	Dimensión 1 Puntuación	Dimensión 2 Puntuación	Inercia Dim 1	Inercia Dim 2	Masa
Evaluación final	Deficiente	-1.767	0.146	0.652	0.766	0.226
	Manejo no adecuado	0.435	-0.650	0.216	0.106	0.516
	Adecuado	0.676	1.172	0.078	0.032	0.065
	Eficiente	0.676	1.172	0.235	0.096	0.194
Nivel de contaminación por residuos sólidos en el sitio	Alta Contaminación	-1.578	0.056	0.518	0.611	0.226
	Media Contaminación	-1.919	0.253	0.111	0.129	0.032
	Baja Contaminación	0.473	-1.126	0.272	0.070	0.290
	Ninguna Contaminación	0.622	0.677	0.281	0.190	0.452

Nota. Elaboración propia



El 65% de los sitios estudiados presentaron una infraestructura insuficiente para el manejo de residuos sólidos es un hallazgo clave, ya que sugiere que la mayoría de las áreas urbanas turísticas evaluadas no cuentan con un número adecuado de recipientes o infraestructura para almacenar los residuos sólidos...

Los resultados validan la eficacia del método propuesto para la evaluación básica del manejo de residuos sólidos en áreas urbanas turísticas. El Análisis de Correspondencia Simple reveló que tanto el índice como el Nivel de Contaminación por Residuos Sólidos se correlacionan significativamente con la evaluación final. Esto respalda el uso del método como una herramienta objetiva y práctica, capaz de ofrecer resultados cuantificables y comparables.

El hecho de que aproximadamente el 65% de los sitios estudiados presentaran una infraestructura insuficiente para el manejo de residuos sólidos es un hallazgo clave, ya que sugiere que la mayoría de las áreas urbanas turísticas evaluadas no cuentan con un número adecuado de recipientes o infraestructura para almacenar los residuos sólidos, lo cual es fundamental para un manejo efectivo de los mismos. Estos resultados coinciden con estudios previos que resaltan las afectaciones estéticas y los problemas sanitarios derivados del manejo inadecuado de residuos sólidos en espacios públicos y turísticos, como los señalados en investigaciones de Regidor (2011), Hernández et al. (2014) y Vega (2020).

Además, los hallazgos en el Grupo A en la Figura 1, muestran una fuerte asociación entre un índice COD adecuado y un manejo eficiente, sugieren que, al lograr una infraestructura bien distribuida de depósitos, se incrementa la efectividad de las acciones de limpieza en estos sitios. Este resultado es fundamental, ya que establece una relación directa entre la disponibilidad de depósitos y la eficiencia en el manejo, validando así la relevancia de la infraestructura en la limpieza urbana.

El método propuesto presenta un enfoque innovador al combinar variables cuantitativas y cualitativas, lo que mejora los enfoques tradicionales que suelen basarse en entrevistas, listas de chequeo o simples observaciones in situ. Estos enfoques previos, comunes en diagnósticos tanto en Nicaragua como en otros países de la región (Hernández, 2014; Pérez, 2017; Mora y Molina, 2017; CEPAL et al 2021), tienden a depender de criterios subjetivos y no siempre permiten una comparación precisa entre sitios. En cambio, el presente método proporciona una medida objetiva que facilita la identificación de áreas donde la infraestructura de manejo de residuos sólidos requiere mejoras. Este enfoque permite sugerir la cantidad óptima de depósitos en función de las normativas locales, como la normativa nicaragüense NTON 05 014-02, lo que incrementa su aplicabilidad y pertinencia en el contexto local.

La aplicación de este método en sitios turísticos resulta relevante, ya que la imagen y limpieza de estos espacios impactan directamente en su capacidad para atraer y mantener visitantes. Su implementación podría tener aplicaciones prácticas para municipalidades, administradores de sitios turísticos y otros organismos encargados de la gestión urbana, permitiendo realizar diagnósticos y monitoreos continuos de la eficiencia de las acciones de manejo, en especial aquellas relacionadas con la limpieza urbana y la recolección de residuos en áreas de alta presencia de visitantes.



El método constituye una herramienta práctica para diagnosticar y monitorear las acciones de manejo, especialmente en lo relacionado con la limpieza urbana y la recolección de los residuos sólidos, permitiendo identificar necesidades de mejora en infraestructura y operaciones...

Conclusiones

Se desarrolló y validó un método objetivo para evaluar el manejo de residuos sólidos en áreas turísticas urbanas, utilizando una escala de valoración que clasifica el manejo en las categorías de inapropiado, no adecuado, adecuado y eficiente. Su aplicación en 35 lugares que incluyen calles, malecones, parques y otros espacios turísticos, demostró su efectividad para evaluar el manejo de residuos sólidos a partir de dos variables clave: la cantidad de depósitos y el nivel de contaminación.

El método constituye una herramienta práctica para diagnosticar y monitorear las acciones de manejo, especialmente en lo relacionado con la limpieza urbana y la recolección de los residuos sólidos, permitiendo identificar necesidades de mejora en infraestructura y operaciones. Además, establece una base para futuros estudios que integren nuevas tecnologías y amplíen su aplicabilidad en distintos escenarios de manejo, así como en regiones geográficas.

Este método representa una innovación en el manejo de residuos sólidos, ya que utiliza un modelo ajustado con variables cualitativas y cuantitativas fáciles de medir, transformándolas en datos cuantitativos que se suman para obtener un resultado objetivo y replicable. Especialmente, el índice COD que se destaca como un componente novedoso del método, ya que permite evaluar de manera precisa la infraestructura de recolección en diferentes contextos turísticos, cumpliendo con la normativa técnica nacional NTON 05 014-02.

Referencias bibliográficas

- Altamirano, G. (2017): *Evaluación del programa “Manejo Integral de los Residuos Sólidos en los pobladores del barrio Santa Ana” en el año 2014*. UNAN-León. Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades.
- Brenes, A., Arquímedes, F., y Montalván, R. (2013). *Instrumentos económicos para un eficiente manejo de los desechos sólidos en la ciudad de Managua*.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2016). *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. Ministerio de Desarrollo Social, Chile. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40407>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]/Departamento Nacional de Planeación [DNP]/Compromiso Empresarial para el Reciclaje [CEMPRE] (2021). *Encuesta a municipios sobre gestión de residuos sólidos domiciliarios 2019-Colombia*. Documentos de Proyectos (LC/TS.2021/67), Santiago.
- Environmental Protection Agency [EPA]. (2020). *Mejores prácticas para la gestión de residuos sólidos: Una guía para los responsables de la toma de decisiones en los países en vías de desarrollo*. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, Oficina de Conservación y Recuperación de Recursos.

- García, A. (2020). *Propuesta de un plan de manejo de residuos en el Parque Estatal Urbano Barranca de Chapultepec de Cuernavaca Morelos*. Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Hernández Vega, G. M., Castillo Sarmiento, L. A., y Téllez Castro, K. A. (2014). *Plan de manejo de los desechos sólidos en el municipio de Masaya en el periodo de julio a diciembre 2013*. Tesis, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Hernández, J. (2014). *Diagnóstico ambiental de los residuos sólidos en Industrial Comercial San Martín, S.A. UNAN-Managua*. Programa de Maestría en Gestión Ambiental (PMGA).
- Herrera-Uchalin, M. Valiente-Saldaña, Y. Garibay-Castillo, J. y Herrera-Cherres, S. (2023). Manejo de residuos sólidos en la gestión municipal: Revisión sistémica. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 8(16), Julio - Diciembre. <https://doi.org/10.1234/koinonia.2023.16>
- La Gaceta. (2002). *Norma Técnica Ambiental para el Manejo, Tratamiento y Disposición Final de los Desechos Sólidos No-Peligrosos*. NTON 05 014-02.
- López, N. (2009). *Propuesta de un programa para el manejo de los residuos sólidos en la Plaza de Mercado de Cereté - Córdoba*. Universidad Pontificia Javeriana, Maestría en Gestión Ambiental.
- Montoya, C. y Martínez, P. (2013). Diagnóstico del manejo actual de residuos sólidos (empaques) en la Universidad El Bosque. *Producción + Limpia*, 8(1), 80-90.
- Mora, A. y Molina, N. (2017). Diagnóstico del manejo de residuos sólidos en El Parque Histórico Guayaquil. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 26(2), 84-105. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14794>
- ONU Medio Ambiente, (2018). *Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y El Caribe*. Programa de las Naciones Unidas para El Medio Ambiente. Oficina para América Latina y El Caribe. Ciudad de Panamá, Panamá.
- Pérez, C. (2017). *Plan integral de gestión ambiental de residuos sólidos para el Recinto Universitario Rubén Darío, UNAN-Managua, durante el plazo del 2016 al 2022*. Programa de Maestría en Gestión Ambiental (PMGA), UNAN-Managua.
- Regidor, I. (2011). Situación actual de la disposición final de residuos sólidos en los municipios integrados en la Cuenca de la Laguna de Apoyo. *Encuentro*, 88, 48-71.
- Rondón, E., Szanto, M., Pacheco, J., Contreras, E. y Gálvez, A. (2016): *Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios*. CEPAL. Ministerio de Desarrollo Social. Chile.
- Vega, I. (2020). Auditoría ambiental del manejo de residuos sólidos de la ciudad de Granada, Nicaragua. *Torreón Universitario*, 9(24), 84-101. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/18193>.