

Valorización de Residuos Sólidos Urbanos: Un enfoque integral y sostenible

VALORIZATION OF URBAN SOLID WASTE: AN INTEGRATED AND SUSTAINABLE APPROACH

Ivonne Yazmín Arce García¹ ✉ 
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

María del Carmen Torres Salazar¹ ✉ 
Universidad Autónoma del Estado de Morelos

* Autora corresponsal.

1 Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería, Doctorado en Ingeniería Ambiental y Tecnologías Sustentables, Av. Universidad No. 1001, C.P. 62209, Col Chamilpa, Cuernavaca, MÉXICO.

Resumen

Propósito: Plantear un sistema de recuperación de materiales para el Centro Histórico de Cuernavaca, Morelos, México, cuyo objetivo es mejorar la gestión de los residuos y generar ingresos para el municipio.

Metodología: Se recopiló información de documentos electrónicos, entrevistas con autoridades locales y empresas. Asimismo, se realizó un muestreo de residuos para abordar una estimación de recuperación de materiales objetivo, simulando tres escenarios económicos que incluye la participación de recuperadores de materiales.

Resultados: El sistema propuesto es viable y logra recuperar la inversión inicial en el primer año (escenario base), considerando la donación de activos fijos mediante patrocinadores y un retorno de inversión doble.

Implicaciones: El estudio presenta una muestra de caracterización in situ, que requiere de un análisis más detallado.

Originalidad: Se muestra un sistema económico-inclusivo generador de ingresos y empleo, que contribuye con la gestión responsable de los residuos, el cumplimiento de regulaciones y de objetivos de la Agenda 2030.

INFORMACIÓN ARTÍCULO

Recibido: 11 de Enero 2024
Aceptado: 1 de Abril 2024

Palabras Claves:

Economía local
Modelos de funcionamiento
Potencial de valorización
Residuos como recursos
Valorización de residuos.

Abstract

Purpose: To propose a materials recovery system for the historic Center of Cuernavaca, Morelos, Mexico, with the aim of improving waste management and generating income for the municipality.

Methodology: Information was gathered from electronic documents, interviews with local authorities, and companies. Additionally, a waste sampling was conducted to address an objective material recovery estimate, simulating three economic scenarios (including the participation of material reclaimers).

Findings: The proposed system is viable, managing the recovery of the initial investment in the first year (baseline scenario), considering the donation of fixed assets by sponsors, resulting in a double return on investment.

Practical implications: The study involves an on-site characterization sampling; thus, requires further detailed analysis.

Originality: An inclusive economic system that generates income and employment is demonstrated, contributing to responsible waste management, compliance with regulations, and objectives of the 2030 agenda.

ARTICLE INFO

Received: 11 January 2024

Accepted: 1 April 2024

Keywords:

Local economy
Operating models
Valorization potential
Waste as resources
Waste valorization

INTRODUCCIÓN

La generación de residuos sólidos es una realidad inevitable en la sociedad moderna, debido a que estos subproductos son generados por las actividades diarias. Sin embargo, la sociedad aspira a tener un entorno limpio y saludable, que viene a resaltar la importancia de una gestión eficaz de los residuos. Esta preocupación compartida se relaciona intrínsecamente con la necesidad de mantener el equilibrio del ecosistema natural, asegurar la disponibilidad de recursos renovables y preservar la calidad de vida para las generaciones actuales y futuras (Cruz & Ojeda, 2013).

En este contexto, los gobiernos municipales en México se esfuerzan por ampliar la cobertura de los servicios de recolección de residuos, solo que estos se limitan generalmente a la recolección sin separación previa. Esto se debe en parte a las restricciones económicas que enfrentan las administraciones municipales, que incluyen la falta de personal técnico capacitado, la carencia de programas de inclusión social, la ausencia de infraestructura especializada y la falta de una planificación a largo plazo que trascienda los ciclos de gestión municipal de tres años (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017). A ello se suma la escasa cultura de concientización y educación ambiental de la población sobre este tema, que origina que entregue los residuos de manera mezclada (orgánicos e

inorgánicos), restando la oportunidad de que se puedan valorizar.

En tanto, por el volumen de generación diario y las circunstancias que se presentan en la forma de disposición desde la población generadora, los municipios optan por elegir la opción más económica que consiste en enviar directamente los residuos sólidos urbanos a la disposición final, que en el mejor de los casos es mediante el ingreso a los rellenos sanitarios, porque el costo que representa ingresar una tonelada de residuos municipales es inferior a USD \$12 (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020). Sin embargo, de esta manera se sigue preservando la generación de impactos negativos como la contaminación ambiental, generación de gases de efecto invernadero, desperdicio de recursos naturales y económicos, disminución de espacio en vertederos y afectación a la salud humana.

En contraste, la implementación de una separación de materiales desde la fuente generadora, por mínima que sea, aunada a una recolección diferenciada ofrecería beneficios a largo plazo (Riera & García, 1997) y contribuiría en la sostenibilidad del sistema. Visto desde este enfoque, en México y en otras partes del mundo, existe un mercado de residuos donde se maximiza su utilización como recursos al incorporarlos en procesos productivos para generar nuevos productos, mediante la participación de centros de acopio y Plantas de Aprovechamiento o de

Tratamiento de Residuos. Estas instalaciones tienen por objeto recibir materiales reciclables como papel, cartón, plásticos, metales, vidrio, y

dispositivos eléctricos y electrónicos, entre otros (ver Figura 1) (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020).

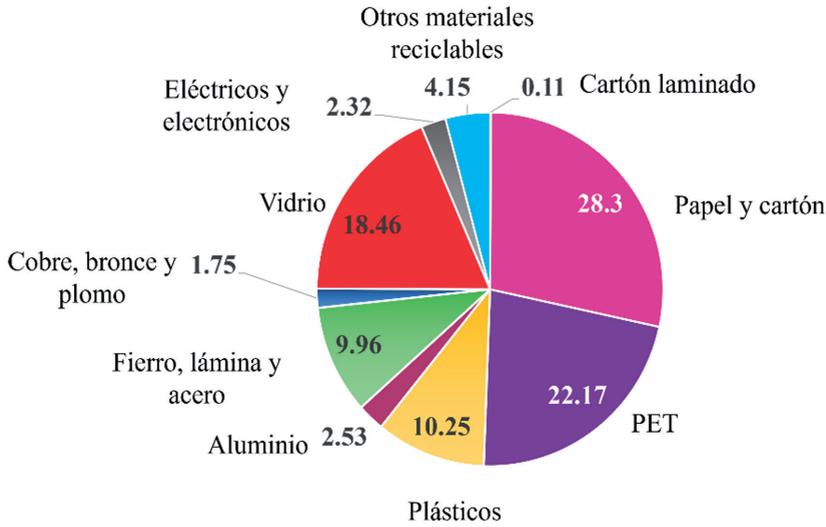


Figura 1. Porcentaje de materiales recibidos en los centros de acopio. Fuente: Elaboración propia a partir de Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020).

De esta forma, los materiales recibidos son clasificados y almacenados temporalmente, y a cambio de esta entrega se ofrece una compensación económica por cada kilogramo de residuo recibido. Estas empresas son privadas, aunque también existen los Organismos Operadores (OO's) cuya estructura es pública. Con ellos se intenta migrar del esquema actual a uno que permita fortalecer institucionalmente a los municipios (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2017).

La iniciativa, aunque ha dado buenos resultados, no se ha podido generalizar en todo el país, debido a las características particulares de las localidades que limitan la posibilidad de replicar el modelo. Por lo tanto, es importante destacar la necesidad de abordar las soluciones de gestión de residuos a nivel local, desarrollando estrategias a la medida de las posibilidades reales que se presentan en cada sitio-localidad. Estas estrategias deberán de recaer en una ventaja económica para los ayuntamientos, porque es el principal factor limitante para generar acciones.

Situaciones similares a las que se viven en México, también se observan en otros países. Por lo que, la gestión de los residuos municipales si-

gué siendo un desafío global que requiere atención y acciones coordinadas a nivel mundial. Por ello, la importancia continua de este tema en la comunidad internacional.

Marco conceptual y teórico

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR, 2023) reglamenta las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos sobre la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, y establece que los residuos sólidos urbanos son aquellos elementos generados por las actividades diarias de las casas-habitación, los cuales incluyen el residuo de los productos que se consumen, sus envases, embalajes y/o empaque.

También se incluye a los generados por los establecimientos y los que se encuentran en la vía pública con características domiciliarias, así como los resultantes de la limpieza de vías y lugares públicos, siempre que no sean catalogados como residuos de manejo especial (grandes volúmenes de residuos sólidos urbanos, materiales de construcción, residuos eléctricos-elec-

trónicos, llantas, etc.), o residuos peligrosos que presenten alguna característica CRETIB, es decir, Corrosivo, Reactivo, Explosivo, Tóxico, Inflamable o Biológico-Infecioso (LGPGIR, 2023).

Asimismo, los ayuntamientos son los encargados de realizar la recolección domiciliaria. En el caso de Cuernavaca, Morelos, esta se limita a los residuos provenientes de casas-habitación y de establecimientos comerciales, siempre y cuando no estén considerados como grandes generadores y cuya cuantificación no exceda los 27.39 kilogramos de residuos diarios. También está reglamentada la separación primaria de orgánicos e inorgánicos (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2016). El resto de los generadores (empresas y/o instituciones) deben de elaborar y sujetarse a un plan de manejo privado (LGPGIR, 2023).

En este sentido, la valorización es el principio y el conjunto de acciones asociadas a la recuperación del valor remanente de los materiales que se están desechando. Esta valorización se puede clasificar según la etapa en que se encuentre el manejo de los residuos, a saber: prevención y reducción desde la fuente; reutilización; reciclaje; compostaje; valorización energética; valorización material; valorización biológica, y por el valor económico, ambiental y/o social que se le da (Sistema de Gestión de Calidad, 2024).

Toda valorización genera múltiples beneficios económicos, ambientales y sociales, tales como ingresos adicionales por la venta de materiales reciclables, reducción de costos operativos, creación de empleo inclusivo para los recuperadores de materiales (recolectores/pepenadores, centros de acopio, empresas recicladoras), atracción de inversiones privadas, promoción del turismo, cumplimiento de regulaciones ambientales y la posibilidad de generar nuevos productos, así como el fomento de una cultura ambiental y la minimización de riesgos para la salud. Estos beneficios pueden contribuir al presupuesto municipal y al financiamiento de proyectos, al mismo tiempo que fomentan la sostenibilidad y el desarrollo económico local (Osorio, 2016). Además, por cada tonelada de residuos recuperados para reciclaje se contribuye significativamente a la conservación de recursos naturales, la reducción de desechos y la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.

Reportes de la literatura

Algunas investigaciones previas abordan el tema de la valorización desde distintos enfoques económicos, como el estudio de Quilla (2017) donde se emplearon métodos como la Valoración Contingente (MVC), el Costo de Viaje y el modelo Logit-Probit, en Huancané, Perú, cuyos resultados han revelado que la valorización económica de residuos sólidos urbanos está fuertemente influenciada por factores socioeconómicos y la percepción de la población a su gestión ambiental, resaltando que el 55% de los encuestados (de 382) estaría dispuesto a contribuir económicamente mediante un pago mensual de 3.74 soles (1 sol = USD \$ 0.27) para implementar mejoras ambientales.

Por su parte, la investigación de Martínez (2017) se centró en la gestión de residuos en Pereira, Colombia, con un enfoque de separación de residuos en la fuente y su valorización. Se evaluó la disposición de los residentes a reciclar mediante la aplicación de 400 encuestas en cuatro condominios, y entrevistas con ocho recolectores de materiales reciclables. Los hallazgos destacaron la falta de políticas ambientales efectivas como un obstáculo, y dentro de las estrategias propuestas se encuentran sanciones monetarias y el impulso del apoyo institucional. Además, resalta la necesidad de cooperación entre las autoridades y las políticas ambientales, y se señala el problema del monopolio en la gestión de residuos.

Por otro lado, González (2019) aborda la valorización desde una perspectiva sistémica y sustentable, integrando aspectos políticos, económicos, sociales y ecológicos en el contexto de la ciudad de Mar de Plata, Argentina, proponiendo una estrategia teórico-metodológica de aproximación interdisciplinaria que facilita la comprensión de la gestión de residuos como un sistema abierto con múltiples interacciones. El estudio busca desarrollar indicadores para monitorear la valorización de reciclables y brindar información valiosa para la toma de decisiones en políticas de gestión de residuos.

También se han explorado las dinámicas de valorización de los residuos sólidos urbanos en el Estado de México, como en el caso del estudio de Aguilar et al. (2019) donde se emplearon herramientas de análisis espacial que permitieron mapear las conexiones entre los centros de acopio informales y las empresas de tratamiento de

residuos. En complemento con encuestas para capturar las prácticas y percepciones de estos actores clave. La metodología incluyó la creación de una base de datos geoespaciales validada, respaldando un indicador de conectividad. Los resultados destacan la influencia de factores políticos y económicos en estas relaciones, y proporciona una base para desarrollar políticas económicas destinadas a mejorar la valorización de los residuos sólidos urbanos en la región.

En el caso de Japón, Shan et al. (2024) aplicaron encuestas en línea a 1000 personas para entender su percepción sobre el uso de contenedores inteligentes, los cuales automatizan la separación de los residuos, optimizan los horarios de recolección bajo el monitoreo de llenado, y pueden implementar sistemas de pago por uso (PAYT). De esta manera, capturaron predicciones de comportamiento por grupo etario, el cual complementaron con un estudio piloto que mostró éxito técnico al reducir la mano de obra innecesaria. Asimismo, la valorización de los residuos también ha sido abordada examinando factores socioeconómicos y demográficos mediante análisis econométricos de datos longitudinales con un periodo de 20 años y evidencia empírica, como es el caso de Cataluña que da pauta a la generación de recomendaciones para lograr los objetivos de recuperación establecidos por la legislación de la Unión Europea y la Ley de Residuos Española (Saldivia et al., 2022).

Las investigaciones descritas muestran en conjunto la importancia de implementar políticas y estrategias que promuevan la separación en la fuente, así como la creación de redes de coparticipación, mostrándose como componentes claves para la valorización de los residuos sólidos urbanos. Por ello, la etapa de separación de residuos desde la fuente emerge como el pilar fundamental en la gestión adecuada, porque de ella depende el éxito y viabilidad de las demás fases del proceso de circularidad, tales como reusar, compostar, reciclar y generar energía. Pero ¿Cómo puede el gobierno municipal mejorar la gestión de los residuos sólidos urbanos sin que esto implique un costo extra?

Partiendo de esta premisa, se presenta un estudio realizado en el Centro Histórico de Cuernavaca, Morelos, México, con el propósito de evaluar la viabilidad financiera de un modelo económico inclusivo de recuperación de materiales. En él se estiman los beneficios que

podrían derivarse de la valorización de los residuos sólidos urbanos en consonancia con los objetivos de la Agenda 2030.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica y un análisis detallado de la problemática asociada a la gestión de los residuos sólidos urbanos en Cuernavaca, Morelos, y específicamente de su Centro Histórico. Para la recopilación de datos primarios se aplicó una encuesta exploratoria validada mediante pilotaje y revisión por expertos. La encuesta involucró la participación de una muestra de 326 negocios de un universo de 2154 unidades económicas (negocios/empresas) ubicadas en el Centro Histórico de Cuernavaca, Morelos, México. El universo se obtuvo de la base de datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2024), y datos del censo económico del año 2020. Los parámetros de fiabilidad y estadística de la encuesta están basados en un nivel de confianza del 95%, un margen de error del 5% y un coeficiente alfa de Cronbach de 0.727.

Para la aplicación del instrumento se utilizó el muestreo probabilístico por conveniencia. La encuesta se aplicó a los negocios para identificar los residuos que se generan, si realizan algún tipo de separación de materiales, cuáles son las prácticas de manejo, disposición y su frecuencia de generación, así como el periodo de entrega al sistema de recolección municipal. Además, se entrevistó a funcionarios municipales para ampliar la perspectiva de la problemática en torno a la gestión de los residuos de Cuernavaca, así como las estrategias que han abordado. De esta forma, se compartió información de las rutas de recolección asignadas al Centro Histórico. También se tuvieron entrevistas con algunos recolectores/pepenadores y centros de acopio.

Para complementar el estudio, se realizaron observaciones *in situ* y se caracterizaron los residuos, tomando como referencia las muestras de bolsas de basura dispuestas en la vía pública del polígono de estudio, calculando una cantidad estimada de 234.53 Kilogramos. A partir de esta caracterización se identificaron cuatro tipos de residuos con un alto potencial de valorización, los cuales son: botellas de PET (tereftalato de polietileno), cartón, papel y aluminio.

El porcentaje de generación *in situ* fue de 0.29% para las botellas de PET, cartón 3.49%, papel 1.71%, y aluminio 0.43%. Es importante comprender que no es posible recuperar el porcentaje registrado en su totalidad, debido a que intervienen factores de diferencia entre la cantidad del residuo generado y la carencia de información sobre los programas de recuperación. Por ello, de estos porcentajes se ha fijado una tasa interna de recuperación (estimada empíricamente) del 70%, 80%, 70%, y 50%, para cada uno de los materiales enunciados anteriormente.

En la extrapolación con relación a la generación de residuos sólidos urbanos de las rutas de recolección en el Centro Histórico, se optó por excluir el 35% de los residuos generados en su totalidad, referenciados de las avenidas principales debido a que se ubican fuera del polígono de estudio (Centro Histórico), por lo tanto, el análisis es abordado sobre 29,575 Kilogramos de residuos por día. Sobre estos datos se formula el escenario base (ver Tabla 1), el cual se amplía a la proyección de dos escenarios más: el desfavorable (reducción del 10% de los residuos proyectados) y el optimista (aumento del 5% de los residuos proyectados).

Tabla 1. Proyección de recuperación de residuos objetivo en Kg, en un periodo de 5 años (escenario base).

Residuo	PG	ER		A11	A12	A13	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	Kg	TI	Kg	25%	50%	70%	78%	81%	83%	85%
Botellas de PET (Polietileno tereftalato)	85.18	0.7	59.63	14.91	29.82	41.74	46.51	48.30	49.49	50.69
Cartón	1019.57	0.8	815.66	203.92	407.83	570.96	636.21	660.68	677.00	693.31
Papel	501.37	0.7	350.96	87.74	175.48	245.67	273.75	284.28	291.30	298.32
Aluminio	124.72	0.5	62.36	15.59	7.80	5.46	4.26	3.45	2.86	2.43

Nota: PG (Potencial de generación total en Kilogramos); ER (Estimación de recuperación diaria); TI (Tasa interna de recuperación); Kg (Kilogramos); A11 (primer trimestre del año 1); A12 (Segundo trimestre del año 1); y A13 (Último semestre del año 1). Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo.

Los modelos se analizaron con un horizonte de cinco años (2023-2027). Estos modelos integran el porcentaje de generación de cada residuo y su extrapolación, así como el precio por kilogramo de residuo vendido en los centros de acopio de la Ciudad de Cuernavaca (año 2023: botellas de PET USD \$ 0.44; cartón USD \$0.059; papel USD \$0.27; y aluminio USD \$1.45. Proyección 2024: USD \$0.40; USD \$0.10; USD \$ 0.20; y USD \$ 1.50, respectivamente. Proyección años subsiguientes: promedio de los dos años anteriores hasta llegar al año 2027).

En el desarrollo de los modelos se toman en consideración los costos asociados a la inclusión de los recolectores/pepenadores mediante una estimación de salarios mínimos vigentes en México (año 2022: USD \$10.24, 2023: USD \$12.29), 2024: USD \$15.40, para los años subsiguientes se considera un incremento del 10% hasta llegar al año 2027, con sus debidas prestaciones: aguinaldo (15 días / 365 días), vacaciones (6 días * 25% /

365 días); deducciones: Impuesto Sobre la Renta (ISR) y Seguro Social. El costo de la inversión requerida integra al Capital de Trabajo donde se cubren al menos dos mensualidades de salarios y comisiones; el costo de los Activos Fijos (maquinaria, equipo, vehículos, muebles); y los Gastos Preoperativos de la puesta en marcha del sistema (capacitaciones, publicidad, uniformes, material de trabajo y otros gastos imprevistos).

Para evaluar la viabilidad de los modelos operativos (escenario base, pesimista y optimista), se empleó una Tasa Mínima Aceptable de Retorno (TMAR) del 0.17535 = 0.18 considerando una inflación (2023) del 0.07, un riesgo de 0.1. Los indicadores de rentabilidad clave abordados son el Valor Presente Neto (VPN) (Ecuación 1) y el Retorno de la Inversión (ROI) (Ecuación 2). El Valor Presente Neto evalúa la rentabilidad de inversiones al considerar el valor temporal del dinero, mientras que el Retorno de la Inversión mide el rendimiento en relación con la inver-

sión inicial. Estas métricas son fundamentales para tomar decisiones financieras informadas y asegurar la viabilidad de los modelos operativos en diferentes escenarios.

$$\text{Valor Presente Neto} = \text{Sumatoria } (CF_t / (1+r)^t) - C_0 \quad (1)$$

La fórmula para calcular el Valor presente Neto de una inversión se representa como la sumatoria de los flujos de efectivo (CF) en cada periodo (t), descontados a una tasa de interés (r). Donde C_0 es el costo inicial de la inversión.

$$\text{Retorno de la inversión} = ((\text{GananciaNeta} - \text{Inversión Inicial}) / \text{Inversión Inicial}) \times 100 \quad (2)$$

El Retorno de la Inversión se calcula como el porcentaje de la diferencia entre Ganancia Neta y la Inversión Inicial.

La proyección de recuperación durante el primer año está basada en tres periodos: de 1-3 meses, representa el 25% de la meta estimada, de 4-6 meses, llega al 50%, de 7-12 meses, alcanza el 70%. El análisis estimado proyecta una recuperación constante en la valorización de residuos para los próximos cuatro años, con tasas previstas del 0.78, 0.81, 0.83, y 0.85, respectivamente. Este enfoque se basa en la información documentada de la literatura, donde se ha observado que los sistemas de gestión integral de residuos suelen comenzar con una recuperación cercana al 29%. A medida que se implementan acciones de difusión y concientización sobre el sistema, se experimenta un aumento significativo en la recuperación de residuos, llegando al 82% en el segundo año. Posteriormente, se mantienen tasas de recuperación consistentes registrando porcentajes superiores (GAIA, 2020).

Finalmente, se aborda de manera general una evaluación sobre los impactos económicos, sociales y ambientales por cada tonelada de residuos enviados a los centros de acopio para su posterior reciclaje, mediante los reportes de literatura, los cuales son contrastados con las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

Los resultados de la investigación se exponen de manera descriptiva y correlacional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuernavaca es la capital del Estado de Morelos en México, y su Centro Histórico tiene una notable importancia en términos económicos, sociales y ambientales. En contraposición a otras zonas cercanas, exhibe tres características distintivas:

En primer lugar, se destaca por la presencia significativa del sector comercial que se dedica tanto a la oferta de bienes y servicios como al comercio minorista. Hay presencia de actividad gubernamental y el sector habitacional es mínimo, localizándose geográficamente en la periferia del polígono de estudio;

En segundo lugar, es un destacado destino turístico en el Estado de Morelos, debido a su patrimonio cultural, material como intangible. Esta distinción se ve reflejada en las declaratorias de Zona de Monumentos y Ecozona, que le confieren una singular relevancia en términos de regulaciones ambientales y preservación del patrimonio cultural. Por ello, se le ha destinado una zona de amortiguamiento (área que ayuda a reducir los impactos negativos) que se extiende más allá del polígono de estudio (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2012; Consejería del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2018);

Y, en tercer lugar, cuenta con un servicio municipal de recolección de residuos sólidos urbanos que opera de manera diaria en dos turnos, a diferencia de otras colonias, donde la recolección se realiza tres veces por semana. Generalmente, en la recolección domiciliaria de Cuernavaca se emplean camiones compactadores para reducir el volumen de basura.

Rutas de recolección

El servicio de recolección de Cuernavaca está concesionado a una empresa privada, la cual es supervisada por el Ayuntamiento Municipal. Se tienen 916 rutas establecidas para la recolección domiciliaria en la ciudad, y dos de estas están asignadas al Centro Histórico, las cuales trabajan en dos turnos (dos rutas matutinas y dos vespertinas/nocturnas). Estas dos rutas de recolección se encuentran interconectadas con las avenidas principales de Cuernavaca (ver Figura 2).

En las avenidas principales es común encontrar corporaciones y negocios cuyo tamaño por ley los sujeta a un plan de manejo privado de residuos. Debido a esta normatividad, la prestación del servicio de recolección domiciliaria no cu-

bre a estos negocios. El servicio se limita a recoger las bolsas de basura expuestas en calles y avenidas, provenientes de las casas-habitación, y directamente de los micronegocios cuya generación no exceda los 27.39 Kilogramos/día.

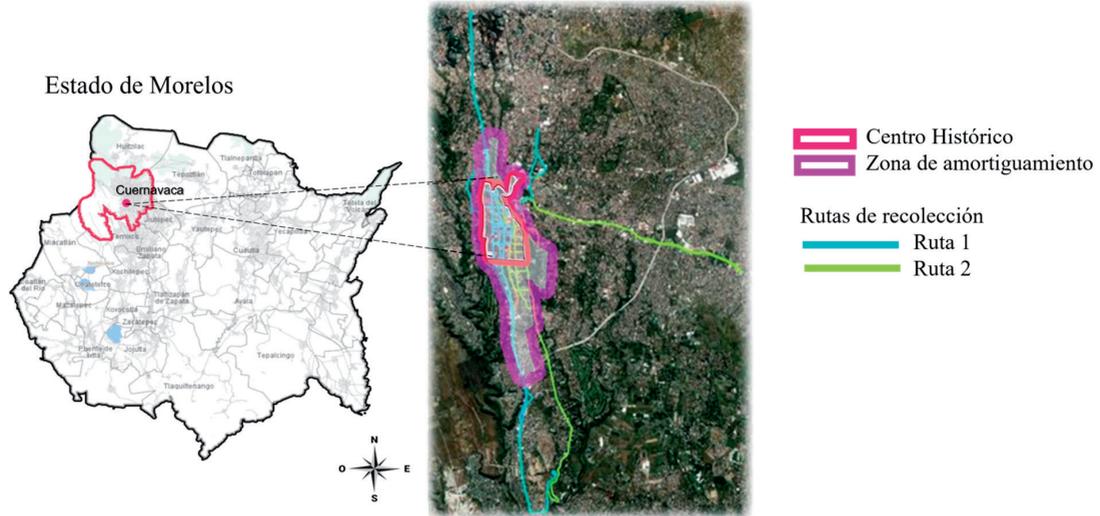


Figura 2. Representación gráfica del sitio de estudio (Centro Histórico) y trayecto de sus rutas de recolección de residuos. Fuente: *Elaboración propia a partir de trabajo de campo y de información proporcionada por la Dirección de Aseo Urbano de Cuernavaca (García, 2023).*

Estos residuos son transportados hacia el Centro de Transferencia municipal donde los recolectores/pepenadores ayudan con la separación de los residuos reciclables, pero por el volumen de generación y las condiciones de compactación que estos presentan, no se logra recuperar la mayoría de los materiales reciclables, y terminan siendo trasladados al relleno sanitario, donde hay un segundo bloque de recolectores/pepenadores. En tanto, las dos rutas aproximadamente recolectan 45.5 toneladas de residuos mezclados en un día típico, con incrementos significativos en días festivos, eventos y vacaciones (García, 2023). Esta generación representa el 9.1% de la basura total de Cuernavaca. Del total de estas rutas, aproximadamente el 60% del tiempo del trayecto está destinado al Centro Histórico, con 21 interacciones de recolección intermedia.

Aunque no se ha cuantificado el porcentaje exacto de residuos en esta área, se presume que es la de mayor generación. La literatura señala que los lugares turísticos, como en este caso,

suelen tener una mayor concentración de población flotante, lo que aumenta la generación de residuos (Zeng et al., 2023; Díaz et al., 2020). Esta situación se ve influenciada además por la actividad comercial y gubernamental en la zona.

Composición de los RSU

En la composición de los residuos municipales de Cuernavaca prevalece una mayor generación de residuos orgánicos, representando el 55% del total, seguido por materiales inorgánicos valorizables que constituyen el 29%, y residuos misceláneos, con el 16% (Jiménez, 2019).

Forma de disposición y entrega de los residuos sólidos urbanos al sistema municipal

Una práctica común en el contexto urbano de Cuernavaca y en la mayoría de las unidades económicas (54%) del Centro Histórico, es la colocación de bolsas de basura en las esquinas de las calles, no necesariamente cerca de los

horarios de recolección. En el lapso de llegada del camión recolector es común ver la presencia de los recolectores/pepenadores en los puntos de acumulación de basura. Estos recolectores informales, que en muchas ocasiones se encuentran en situación de calle, buscan materiales que pueden vender directamente en los centros de acopio. Los materiales que recuperan son especialmente botellas de PET (tereftalato

de polietileno) y latas de aluminio de jugos/refrescos/agua, porque en términos económicos están mejor pagados, son más ligeros y menos voluminosos para transportar. Esta práctica está denominada como “pepena”, y está prohibida por reglamento (Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos, 2016). Solo el 33% de los negocios entrega sus residuos directamente a los trabajadores de limpia (Figura 3).

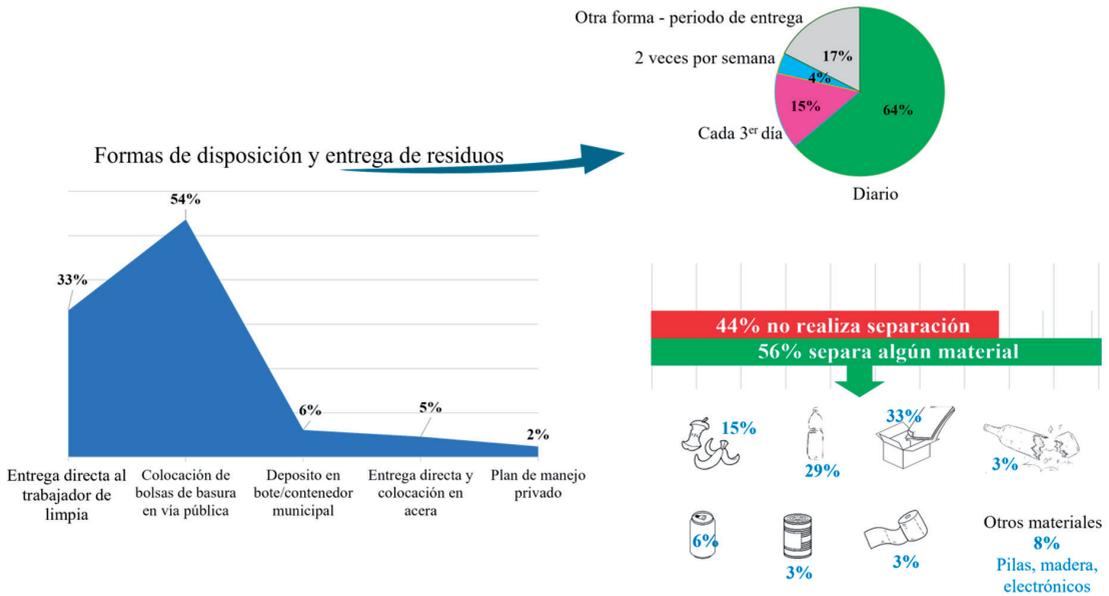


Figura 3. Estadísticos de la muestra (resultados de la encuesta a 326 unidades económicas). Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo.

Estrategias abordadas

A pesar de que el Reglamento de Aseo Urbano establece la separación primaria, en la práctica no se realiza. Desde abril del año 2023 se ha implementado una campaña de separación de orgánicos e inorgánicos (Ayuntamiento de Cuernavaca, 2023) y se está haciendo un esfuerzo por eliminar la colocación de bolsas de basura en la vía pública, mediante llamadas de apercibimiento hacia los locales hasta llegar a las sanciones económicas y puestas a disposición con el juez cívico, promoviendo de esta forma la entrega directa de los desechos al camión reco-

lector, tratando de mejorar la imagen urbana de la ciudad, así como disminuir la generación de impactos sociales y ambientales negativos. Sin embargo, aún no se ha logrado en su totalidad.

En esta ocasión, la presencia de bolsas de basura en la vía pública del Centro Histórico contribuyó de alguna manera a obtener información preliminar sobre la naturaleza y la cantidad de residuos que se están generando en el área de estudio (ver Tabla 2, sección de caracterización *in situ*). Estos datos son fundamentales en el análisis económico y en la creación del modelo inclusivo.

Tabla 2. Caracterización de residuos in situ y promedio de materiales recuperados en CA y PA.

Residuo	% de generación del residuo en la muestra estadística (326 Unidades Económicas)	Caracterización in situ kilogramos/muestreo	%	Promedio de Materiales recibidos en Centros de Acopio		Materiales recuperados en Plantas de Aprovechamiento	
				kilogramos/día	%	toneladas/día	%
Orgánicos vegetales (comida)	64	66	28.14	-	-	-	-
Residuos arbóreos	6	64	27.29	-	-	-	-
Papel Cartón	58 60	4.05 8.17	1.71 3.48	10 874	28.3	63.97	23.02
Botellas de PET (Polietileno tereftalato)	74	0.68	0.29	8521	22.17	86.52	31.14
Aluminio	23	1	0.43	974	2.53	12.76	4.59
Fierro, lámina y acero	16	-	-	3827	9.96	23.04	8.29
Cobre, bronce, plomo	0	-	-	672	1.75	1.50	0.53
Vidrio	13	3	1.28	7094	18.46	21.74	7.82
Eléctricos y electrónicos	-	-	-	893	2.32	7.19	2.58
Otros plásticos	36	-	-	3940	10.25	47.62	17.14
Cartón laminado	19	-	-	43	0.11	-	-
Otros materiales		0.35	0.15	1593	4.15	13.46	4.84
Basura	90	87.3	37.22	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de caracterización in situ y de Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (2020:50).

Caracterización

Los datos de la encuesta fueron contrastados con la caracterización de los residuos, evidenciando que las botellas de PET, cartón, papel y los botes o latas de aluminio, se pueden recuperar de manera efectiva, evitando que estos sean mezclados con otros residuos y terminen convirtiéndose en basura. Estos elementos presentan un índice medio-alto de generación en comparación con otros materiales y exhiben mejores prácticas de separación y disposición desde las unidades económicas (ver Tabla 2). El 56% de ellas realizar la separación de estos elementos. En tanto, del total de materiales separados, el 29% corresponde a las botellas de PET; cartón y

papel un 33%, y las latas de aluminio un 6%, el resto (32%) corresponde a otros materiales.

Modelo de funcionamiento

El modelo propuesto integra formalmente la participación de los recolectores/pepenadores y centros de acopio. Se pretende que desde los generadores de residuos (unidades económicas excluidas viviendas), entreguen directamente estos cuatro residuos a los recolectores/pepenadores, quienes los colocarían adecuadamente en los contenedores clasificados del sistema. En virtud de que los establecimientos operan 8 horas como mínimo, se permite la entrega directa.

Los recolectores/pepenadores realizarían un seguimiento constante de la capacidad de almacenamiento de los contenedores y notifica-

rían cuando alcancen el 90% de su capacidad, solicitando así a los supervisores municipales el traslado de los residuos hacia el centro de acopio. Esta supervisión del municipio se realizaría mediante comisiones a los trabajadores del área operativa, como recurso económico producto de la comercialización de los residuos.

Traslado de los residuos hacia el Centro de Acopio

Los centros de acopio además de recibir residuos a granel (pocos kilogramos), también brindan el servicio de recolección domiciliaria, siempre y cuando este sea para recuperar grandes volúmenes de residuos valorizables. Este servicio no tiene un costo adicional y algunos centros de acopio lo ofrecen gratuitamente, mientras que otros lo manejan descontando una proporción sobre el precio por kilogramo de residuo entregado. Es importante destacar que, hasta abril de 2023, la Secretaría de Desarrollo Sustentable ha documentado la existencia de cinco centros de acopio en Cuernavaca (Secretaría de Desarrollo Sustentable, 2023) y mediante Google maps se observa una mayor presencia de estos, incluso dentro del polígono se encuentra uno con el cual se podría trabajar en la recolección de los

Colocación de infraestructura para acopiar los residuos objetivo

Se han identificado 26 lugares estratégicos dentro del sitio de estudio (Figura 4), los cuales tienen potencial para poder colocar infraestructura diferenciada (islas de contenedores clasificados). Estos lugares incluyen algunos puntos turísticos como el Jardín Borda y Catedral, así como oficinas gubernamentales (Secretaría de Turismo y Fomento Económico de Cuernavaca, la sede del ayuntamiento y plaza de armas), espacios públicos como pasajes, plazas, plazuelas, mercados de artesanías, entre otros.

Estos sitios se presentan como espacios parcialmente cerrados, lo que contribuye a que haya mayor vigilancia sobre lo que ocurre en el entorno, de tal forma que se disminuye el riesgo de que la infraestructura sea vandalizada o sustraída. Asimismo, contribuyen a que se tengan prácticas correctas de colocación de los materiales objetivo. Es importante mencionar que estos espacios cuentan con áreas disponibles para la colocación de infraestructura, sin que interfiera la operatividad de los lugares y de las unidades

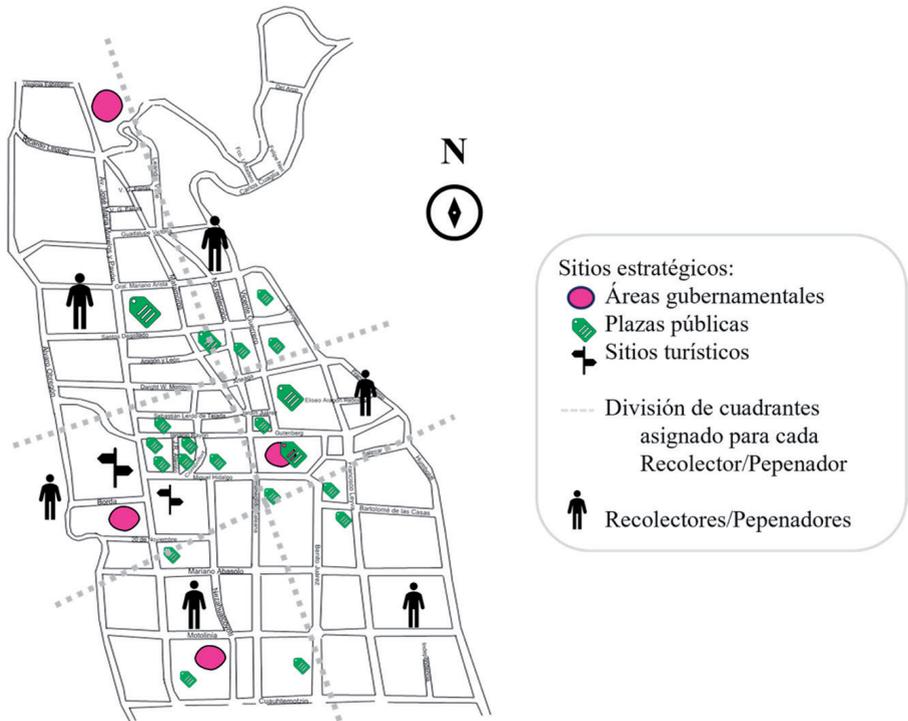


Figura 4. Sitios estratégicos para acopio de materiales *Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo.*

económicas.

Inversión requerida y gastos corrientes anuales estimados para la operatividad del modelo propuesto

En la recuperación de materiales es necesario tomar en cuenta que existen costos asociados que van enfocados a la logística, capacitación y seguridad para los trabajadores, requiriendo también un recurso económico primario para

poder operar, por lo tanto, la inversión inicial del proyecto se estimó en USD \$26 110.62, cuyos rubros se desglosan en la Tabla 3. Con respecto a los gastos corrientes, se estimó una erogación de USD \$35 199.68 (año 1); \$47 753.64 (año 2); \$54 569.63 (año 3); \$62 530.42 (año 4); y \$71 847.76 (año 5) en donde se contemplan los salarios mensuales de seis recolectores, el ISR (se aplica a los ingresos de las personas físicas y morales por concepto de sueldos/salarios/ actividades empresariales, etc.), seguro social,

Tabla 3. Rubros que contemplan la inversión requerida.

Rubros	Requerimientos	Costo (\$ US)	Cantidad	Total (\$ USD)
Capital de Trabajo	Dos mensualidades de sueldo bruto de Recolectores/Pepeñadores (USD \$465.95/mes ¹)	931.91	6	5591.44
	Comisiones de los supervisores (\$30.00/día)	53.47	2	106.93
Activos Fijos	Contenedores clasificados	594.07	26	15 445.82
	Equipo de traslado (canastillas para personal)	297.04	6	1782.21
Gastos Preoperatorios	Capacitación	5.94	6	35.64
	Publicidad	1188.14	1	1188.14
	Uniformes y credenciales	297.04	6	1782.21
	Material de trabajo	29.70	6	178.22
			Total	\$26 110.62

Nota: ¹Jornada laboral de 6h, considerando el salario mínimo de USD \$12.32 (año 2023). El transporte/recolección de los residuos sólidos urbanos en volumen, estarían a cargo del (los) centro(s) de acopio de residuos inorgánicos del Centro Histórico y calles aledañas. Tipo de cambio al 18 de marzo de 2024: USD \$ 1 igual a \$16.83 MXN.

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo.

comisiones y papelería.

Evaluación económica de los escenarios

La evaluación económica se realiza tomando en cuenta la inversión, los gastos, los ingresos, el Valor Presente Neto y el Retorno de la Inversión (Tabla 4). En el primer y tercer escenario, el Valor Presente Neto es positivo, lo que significa que la inversión genera más dinero del invertido, recuperándose en el 19º y 14º mes, y por cada dólar invertido se obtendrá una ganancia de USD \$2.60 y \$4.26, respectivamente. En contraste, el segundo escenario es desfavorable requiriendo replanteamiento financiero para adquirir los Activos Fijos.

La inversión en Activos Fijos incluye la adquisición de contenedores y canastillas recolectoras. Este gasto se puede financiar a través de tres es-

quemas: i) Financiamiento Municipal Directo: donde el municipio asume la inversión total en Activos Fijos; ii) Participación de la Iniciativa Privada: donde la mitad de los Activos Fijos son financiados/patrocinados por la iniciativa privada y la otra mitad por el municipio; iii) Donación total de los Activos Fijos: la totalidad de los Activos Fijos es donada por patrocinadores/ fuentes externas al municipio. La Tabla 5 complementa los esquemas de inversión, junto con el período estimado de retorno.

Los escenarios hipotéticos muestran información sobre los costos de implementación del sistema, destacando la relevancia de considerar diferentes estrategias de financiamiento para optimizar la inversión en Activos Fijos y garantizar su sostenibilidad a lo largo del tiempo. De esta manera, se facilita la orientación de la toma de

Tabla 4. Evaluación económica y de retorno de inversión de los escenarios hipotéticos.

Concepto	Escenario 1 (proyectado) (USD\$)	Escenario 2 (pesimista) (USD\$)	Escenario 3 (optimista) (USD\$)
Inversión (esquema 1)	\$ 26 110.62	\$ 26 110.62	\$ 26 110.62
Gasto por el periodo de 5 años	\$ 271 901.14	\$ 271 901.14	\$ 271 901.14
Ingreso por el periodo de 5 años	\$ 365 943.89	\$ 286 436.85	\$ 409 569.73
Valor Presente Neto (VPN)	\$ 34 430.98	-\$ 11 633.14	\$ 87 499.15
Retorno de la inversión (ROI) (%)	260.17	-44.33	427.25
Periodo de retorno de inversión (mes)	19	Requiere replantear el esquema de financiamiento	14

Notas: Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento= 0.18 (inflación2023= 0.07, riesgo 0.1). Tipo de cambio al 18 de marzo de 2024: USD \$ 1 igual a \$16.83 MXN (Moneda de México). Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo.

Tabla 5. Periodo de recuperación de inversión (escenario y esquema).

Esquema de financiamiento	Inversión (USD \$)	Escenario 1 base	Escenario 2 pesimista	Escenario 3 optimista
1 (100% inversión del municipio)	\$26 110.62	19º mes	No se recupera inversión	14º mes
2 (50% del Activo Fijo donado)	\$18 387.71	16º mes	33º mes	11º mes
3 (100% del Activo Fijo donado)	\$7991.48	12º mes	19º mes	8º mes

Notas: Tipo de cambio al 18 de marzo de 2024: USD \$ 1 igual a \$16.83 MXN.

Fuente: Elaboración propia a partir de trabajo de campo.

decisiones al seleccionar la opción más adecuada y rentable para la administración municipal.

Contribución del modelo con las metas de los objetivos de la Agenda 2030

El proyecto contribuye en múltiples ODS (ONU México, 2015), lo que refleja su enfoque integral en la sostenibilidad económica, social y ambiental. Por citar algunos de ellos, se impacta en:

Fin de la pobreza (1º), trabajo decente y crecimiento económico (8º): Se involucra la participación de los recolectores/pepenadores en la gestión de residuos, proporcionándoles empleo y generación de ingresos fijos a personas de bajos recursos o que se encuentran en situación de calle, cambiando la realidad de sus vidas con una jornada laboral de seis horas y un salario digno. De esta manera, se promueve el empleo y oportunidades económicas sostenibles a través de la valorización de residuos, contribuyendo al crecimiento económico inclusivo.

Ciudades y comunidades sostenibles (11º): Al reducir la cantidad de residuos en vertederos

se promueve el reusar/reciclar, mejorando la gestión de residuos y forjando una comunidad sostenible.

Producción y consumo responsable (12º): Al acopiar los residuos y trasladarlos a los centros de acopio para su posterior valorización material, se promueve la producción y el consumo responsable, reduciendo el desperdicio y fomentando la reutilización de materiales/recursos.

Acción por el clima (13º): Al reducir la cantidad de residuos en los vertederos se mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero, y se contribuye a la lucha contra el cambio climático y a la preservación de los recursos naturales (ver Tabla 6).

Alianzas para lograr los objetivos (17º): Se logra generar una colaboración entre las autoridades locales, los recolectores/pepenadores, centros de acopio, unidades económicas y otros actores clave, con los cuales se abordan los desafíos de la gestión de residuos.

También, indirectamente, se genera un impacto positivo con las metas 6.6, 14.1, 15.a y 15.b, mediante la conservación del agua, la protección de

Tabla 6. Beneficios ambientales por cada tonelada de residuos reciclados.

Residuo	Relleno (m3)	Agua (L)	Energía (KWh)	Recursos maderables (árboles)	Petróleo (barriles)	Extracción minera	Emisiones de CO ₂ eq (toneladas)
PET	25 a 35	-	5774	-	4.44 (705.56 l)	-	3.32
Cartón y papel	2.5	26 498 a 50 000	-	17	0.879 (140 l)	-	0.9 a 1
Aluminio	-	-	13 000	-	-	8 toneladas de bauxita	-

Fuente: *Elaboración propia a partir de ECOCE (2012), Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2020), Clarín (2021), Lallana & Evans (2022) y Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA, 2014).*

la vida submarina y los ecosistemas terrestres al reducir la contaminación, y promover prácticas más sostenibles de gestión de recursos naturales.

Discusión general del modelo propuesto

La separación de residuos en su origen es crucial para su posterior recuperación. En este sentido, los recolectores/pepenadores desempeñan un papel vital en los materiales que son trasladados a los centros de acopio, transferencia y disposición final (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2020). Esta contribución respalda la gestión sostenible de residuos y es reconocida por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) como fundamental para mejorar el entorno ambiental y promover un progreso económico, equitativo y sostenible (Padilla et al., 2016). Sin embargo, esta actividad la realizan de una manera informal y desarticulada con el sistema municipal.

Haciendo una comparativa, y a la vez una similitud, sobre el enfoque tecnológico de Japón (Shan et al., 2024) *versus* Cuernavaca, se muestran recursos disponibles donde las propuestas de investigación van enfocadas a aprovecharlos y adaptarlos a los entornos locales, en este caso, en el Centro Histórico se vuelve necesario incluir la participación de los recolectores/pepenadores y centros de acopio, porque son parte de los recuperadores.

Aunque el modelo propuesto se centra únicamente en la recolección, acopio y comercialización de cuatro materiales, representa una oportunidad de generación de ingresos para el municipio, ayudando a contribuir en mejoras para la gestión de los residuos, más aún cuando solo en la recolección se invierten tres cuartas

partes del presupuesto asignado para esa área. Se tiene documentado el caso de éxito de Orizaba Veracruz, México, donde estos ingresos también son empleados para mejorar los servicios públicos y la imagen urbana de la Ciudad (Bautista et al., 2021). Por lo tanto, el modelo no solo generaría ingresos y empleo, también impulsaría el desarrollo económico local y la conservación de recursos naturales, dando cumplimiento a las regulaciones.

CONCLUSIONES

Se presenta un modelo inclusivo de recuperación de cuatro residuos objetivo, cuyo fin es valorizarlos económicamente mediante su comercialización en centros de acopio. Entre los beneficios sociales prospectados, se promueve la participación comunitaria (gobierno municipal, unidades económicas, recolectores/pepenadores, centros de acopio), la generación de una conciencia colectiva, y se promueve el empleo inclusivo, beneficiando a un sector desfavorecido representado por los recolectores/pepenadores. Estos trabajadores tendrían la oportunidad de acceder a empleos formales con salarios mínimos mensuales y prestaciones sociales, lo que mejora significativamente sus condiciones de vida.

En la esfera ambiental se realiza la reducción sustancial en la cantidad de residuos sólidos urbanos que se destinan al camión recolector y, en última instancia, al relleno sanitario. Esta reducción beneficia la vida útil de los sitios de disposición final, aliviando la presión sobre estos y prolongando su uso de manera sostenible. Asimismo, se reducen significativamente los impactos negativos en el uso de recursos y en

las emisiones ambientales, contribuyendo de manera efectiva a la protección y conservación del entorno natural, y alineándose a diversos objetivos de la Agenda 2030. Desde una perspectiva económica, el sistema genera un flujo financiero positivo a través de la comercialización de residuos objetivo-recuperados, disminuyendo costos operativos municipales asociados, volviéndose un modelo autosostenible.

Sin embargo, para mejorar la precisión del modelo se requiere de una caracterización más detallada de los residuos sólidos urbanos en el Centro de Transferencia municipal, con la recolección real del Centro Histórico y una consideración de la fluctuación de precios en el mercado de residuos. Estas limitaciones deben abordarse en futuras investigaciones para garantizar la eficacia y la sostenibilidad a largo plazo del sistema propuesto. Dependiendo de los resultados obtenidos, existe el potencial de poder ampliar el número de empleos inclusivos y de poderlo replicar en otros escenarios (zonas industriales, áreas turísticas, otros centros históricos).

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan el agradecimiento al gobierno municipal de Cuernavaca, a las unidades económicas, recolectores/pepenadores, centros de acopio y demás colaboradores por su invaluable participación y apoyo en la realización de esta investigación, así como a los revisores de la revista para mejorar la redacción del trabajo.

Declaración de conflicto de interés:

Los autores declaran que no presentan conflictos de interés.

Financiamiento:

Los autores no recibieron financiamiento para el desarrollo de esta investigación.

Uso de Inteligencia Artificial (IA):

Los autores declaran que no recibieron asistencia de una IA durante el proceso de investigación, ni durante la escritura de este documento.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, R.A., Cram, S., Sánchez, M.T., Murillo, S.C., & Araiza, J.A. (2019). La valorización de los residuos sólidos urbanos en el Estado de México, una visión geográfica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 693-704. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.14>
- Ayuntamiento de Cuernavaca. (2023). *B869 25/03/23 A partir del 01 de abril del 2023 inicia en Cuernavaca la recolección de basura separada*. <https://cuernavaca.gob.mx/?p=26667>
- Bautista, L.G., Martínez, P., & Vidal, M. (2021). Desempeño urbano sustentable mediante tres indicadores: residuos sólidos, transporte público, áreas verdes. Orizaba, Veracruz, México. *REVISTARQUIS*, 10(1), 61-78. <https://doi.org/10.15517/ra.v10i1.45246>
- Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA). (12 de febrero de 2014). *Reciclación*. <https://www.cemda.org.mx/reciclaton/>
- Clarín. (2021, 14 de octubre). *Reciclaje de papel y cartón: qué es, cómo es el proceso y cuáles son sus beneficios*. https://www.clarin.com/buena-vida/reciclaje-de-papel-y-carton-que-es-como-es-el-proceso-y-cuales-son-sus-beneficios_0_oyONdAtAB.html
- Consejería del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. (2018, 27 de julio). Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos en materia de ecozonas. *Periódico Oficial 5608 segunda sección Tierra y Libertad*. http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/reglamentos_estatales/pdf/RECOZONASMO.pdf
- Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. (2016, 19 de enero). Reglamento de Aseo Urbano del Municipio de Cuernavaca. *Periódico Oficial 5357 Tierra y Libertad*. http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/reglamentos_municipales/pdf/RAURBCVAMO.pdf

- Consejería Jurídica del Poder Ejecutivo del Estado de Morelos. (2012, 26 de diciembre). Reglamento de la Zona de Monumentos denominada Centro Histórico de Cuernavaca, Morelos. *Periódico Oficial 5053 Cuarta sección Tierra y Libertad*. http://marcojuridico.morelos.gob.mx/archivos/reglamentos_municipales/pdf/RegMonumentosCva-5053.pdf
- Cruz, S.E., & Ojeda, S. (2013). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 29(3), 7-8.
- Díaz, E., Díaz, J.J. & Padrón, N. (2020) The contribution of tourism to municipal solid waste generation: A mixed demand-supply approach on the island of Tenerife. *Waste Management*, 102, 587-597. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.11.023>
- ECOCE. (2012). *ECOCE Informe décimo aniversario*. ECOCE. https://www.academia.edu/23343183/ECOCE_Informe_XAniversario
- GAIA. (2020). *Sistema integral de manejo de residuos: la experiencia de Rafaela*. GAIA. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/2021/03/Rafaela.pdf>
- García, H. M. (2 de febrero de 2023). Reporte de entrevista al Dir. de Aseo Urbano de Cuernavaca. (Arce, I.Y. Entrevistador)
- González, M. (2019). La valorización de los residuos reciclables y la sustentabilidad urbana. Una propuesta teórico metodológica para su abordaje. *Revista investigación + acción, investigación más acción*, (122), 108-131. <https://revistasfaud.mdp.edu.ar/ia/article/view/346/229>
- INEGI. (2024). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2020). *Metodología para la identificación de acciones de mitigación por el reciclaje de residuos sólidos urbanos*. En Martínez, A., Octaviano, C. A., & Nieto, J. INECC. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/644839/102_2020_Metodologia_acciones_mitigacion_reciclaje_residuos_solidos_urbanos.pdf
- Jiménez, C.A. (2019). *Caracterización y distribución de los centros de acopio de residuos sólidos urbanos. Análisis de su efectividad en el manejo de residuos en Cuernavaca, Morelos* [Tesis de especialidad]. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. <http://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/2203/CAALJR01T.pdf>
- Lallana, M., & Evans, J. (2022). *Reciclaje de metales: la alternativa a la minería*. Ecologistas en Acción. <https://ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2022/02/informe-reciclaje-de-metales-alternativa-mineria.pdf>
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. (2023, 8 de octubre). Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Última reforma Diario Oficial de la Federación 08-05-2023. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf>
- Martínez, D. (2017). *Análisis del Impacto económico, social y ambiental de la gestión de residuos sólidos urbanos en unidades cerradas de vivienda de la ciudad de Pereira* [Tesis de maestría]. Universidad de Manizales, Colombia. https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/3219/Martinez_Rivera_David_2017.pdf?sequence=1
- ONU México. (2015). *Metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. ONU México.
- Osorio, E. (2016). *Valoración costo-beneficio, del manejo integral de los residuos sólidos, aplicable a conjuntos residenciales en la Ciudad de Cali. Caso de estudio: coofundadores*. [Tesis de licenciatura]. Universidad del Valle de Santiago de Cali, Colombia. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/3b09567f-4443-4f73-970e-626bc56c2903/content>
- Padilla, S., Quintero, M.L., & Castillo, J.L. (2016). Educación ambiental en Nezahualcóyotl, México. Caso de los residuos sólidos urbanos (RSU). En R. Pérez, R., Victoriaño, L., & Quintero, M. L. (Ed), *Educación ambiental y sociedad* (pp. 365-381). Laberinto ediciones. <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/99172>

- Quilla, C.R. (2017). *Valoración económica del tratamiento y gestión del manejo de los residuos sólidos urbanos en la Ciudad de Huancané* [Tesis de licenciatura]. Universidad Nacional del Altiplano. [https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/5090/Quilla_Ordo%
b1o_Cynthia_Roc%
c3%ado.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14082/5090/Quilla_Ordo%c3%b1o_Cynthia_Roc%c3%ado.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Riera, P., & García, L. (1997). Análisis económico de la gestión de residuos urbanos. *Revista Valenciana D'Estudis Autònoms*, 235-248. <https://old.aecr.org/web/congresos/1997/cts/ponen/Riera.pdf>
- Saldivia, I., Jannes, G. & Barreal. (2022). Factors influencing the rate of sorted solid waste collection: An empirical analysis towards local management in Catalonia (NE Spain). *Cities*, 131. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.104038>
- Secretaría de Desarrollo Sustentable. (2023). Empresas autorizadas. <https://sustentable.morelos.mx/rs/empresas-autorizadas-formatos>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2017, 10 de enero). *Apoyo para la gestión integral de los residuos en México*. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/apoyo-para-la-gestion-integral-de-los-residuos-en-mexico>
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. SEMARNAT. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>
- Shan, C., Pandyaswargo, A.H., Ogama, A., Tsubouchi, R. & Onoda, H. (2024). Japanese public perceptions on smart bin potential to support PAYT systems. *Waste Management*, 177, 278-288. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.02.003>
- Sistema de Gestión de Calidad. (2024). *Gestión Integral de Residuos* [Curso]. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
- Zeng, Y., Vialchaslau, F., Wuang, L. & Zhong L. (2023) The impact of tourism on municipal solid waste generation in China. *Journal of Cleaner Production*, 427, 139-255. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139255>