

Gestión ecoeficiente de los residuos plásticos de la zona urbana en la parroquia Velasco Ibarra del cantón El Empalme

Eco-efficient management of plastic waste in the urban area of Velasco Ibarra parish, El Empalme cantón

Joselyn Roxanna, Vilela-Sabando  ; Fausto Ricardo, García-Arias ; Angélica Roxanna, Jiménez-Zambrano ; Carlos Alberto, Nieto-Cañarte 

Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador

Resumen

La gestión integral de residuos sólidos en la parroquia Velasco Ibarra del cantón El Empalme enfrenta un desafío crítico caracterizado por un modelo de ingeniería lineal con una generación diaria de 41,48 toneladas y una marcada desconexión entre la infraestructura operativa y la cultura de segregación ciudadana, lo que deriva en altos costos de disposición final y riesgos ambientales significativos. Ante esta problemática, la presente investigación se planteó como objetivo identificar los factores de responsabilidad social e indicadores de ecoeficiencia que influyen en la gestión de residuos plásticos para promover la sostenibilidad territorial. La metodología empleada consistió en un estudio descriptivo y correlacional con enfoque mixto, aplicando encuestas a una muestra representativa de 402 habitantes y realizando un diagnóstico técnico-económico de la operatividad municipal y las recicladoras locales. Los resultados revelaron una población con alto potencial de adaptabilidad debido a su perfil joven (51,99 %) y nivel de instrucción superior (57,46 %); sin embargo, se detectó una brecha informativa crítica, ya que el 66,41 % desconoce las ordenanzas locales. A pesar de esto, existe una correlación significativa ($p = 0,0493$) entre la generación de residuos y la disposición al pago por una gestión eficiente. Se concluye que la ecoeficiencia en la parroquia es viable mediante la formalización de alianzas con centros de acopio privados y la implementación de estrategias de comunicación institucional que transformen la responsabilidad social pasiva en una participación activa, permitiendo reducir el déficit operativo y transitar efectivamente hacia un modelo de economía circular sostenible.

Palabras clave: ecoeficiencia, gestión de residuos, plásticos, responsabilidad social, economía circular, sostenibilidad urbana.

Abstract

The comprehensive management of solid waste in the Velasco Ibarra parish of El Empalme faces a critical challenge characterized by a linear engineering model with a daily generation of 41.48 tons and a marked disconnection between operational infrastructure and the culture of citizen segregation, resulting in high disposal costs and significant environmental risks. Given this problem, the objective of this research was to identify the social responsibility factors and eco-efficiency indicators that influence the management of plastic waste to promote territorial sustainability. The methodology consisted of a descriptive and correlational study with a mixed approach, applying surveys to a representative sample of 402 inhabitants and conducting a technical-economic diagnosis of municipal operations and local recycling centers. The results revealed a population with high potential for adaptability due to its young profile (51.99%) and higher education level (57.46%); however, a critical information gap was detected, as 66.41% are unaware of local ordinances. Despite this, there is a significant correlation ($p = 0.0493$) between waste generation and the willingness to pay for efficient management. It is concluded that eco-efficiency in the parish is viable through the formalization of alliances with private collection centers and the implementation of institutional communication strategies that transform passive social responsibility into active participation, allowing for the reduction of the operational deficit and an effective transition toward a sustainable circular economy model.

Keywords: eco-efficiency, waste management, plastics, social responsibility, circular economy, urban sustainability.

Recibido/Received	14-01-2026	Aprobado/Approved	16-03-2026	Publicado/Published	18-03-2026
-------------------	------------	-------------------	------------	---------------------	------------

Introducción

La proliferación desmedida de polímeros sintéticos en la tecnosfera contemporánea representa, sin duda, uno de los desafíos ambientales más agudos del siglo XXI. Este fenómeno, intrínsecamente derivado de un modelo de producción lineal, ha saturado los ecosistemas terrestres y acuáticos con residuos de difícil degradación; en consecuencia, la integridad biológica de los entornos naturales se ve seriamente comprometida. Bajo esta premisa, resulta evidente que, en el contexto de las zonas urbanas de países en vías de desarrollo, la gestión de estos desechos suele ser deficiente debido a la marcada carencia de infraestructura técnica. De manera más específica, en la parroquia Velasco Ibarra del cantón El Empalme, la ausencia de una estrategia de ecoeficiencia estructural agrava la acumulación de plásticos en sitios de disposición final no controlados. Por consiguiente, dicha problemática no solo deteriora la estética y funcionalidad del paisaje urbano, sino que también desencadena externalidades negativas que impactan de forma directa en la salud pública y la sostenibilidad biológica de la región.

A nivel internacional, la gestión de residuos plásticos ha pasado de ser una preocupación logística a una prioridad de seguridad ambiental global. Investigaciones recientes destacan que la degradación de estos materiales en entornos tropicales acelera la fragmentación en microplásticos, los cuales ingresan irreversiblemente en la cadena trófica. Huang et al. (2022) sostienen que las estrategias de gestión deben evolucionar hacia modelos que permitan una revisión integral de los aspectos ambientales. No obstante, la realidad en muchas municipalidades latinoamericanas refleja una brecha significativa entre la teoría de la sostenibilidad y la ejecución operativa. Esta desconexión fomenta una crisis de gobernanza ambiental que requiere una intervención técnica inmediata y basada en datos empíricos.

En este orden de ideas, el impacto de los residuos no gestionados trasciende las fronteras físicas del vertedero, alcanzando incluso la salud humana a través del consumo de recursos contaminados. Según Alziny et al. (2025), el impacto de los microplásticos en alimentos y fármacos representa un riesgo latente que ya está siendo evaluado con preocupación en diversas regiones del mundo. Si bien el estudio de Alziny se centra en la región MENA, sus hallazgos sobre la toxicidad sistémica son extrapolables a cualquier centro urbano con deficiencias en el manejo de plásticos. Por consiguiente, la situación en la parroquia Velasco Ibarra debe analizarse bajo este prisma de urgencia sanitaria. La acumulación de plásticos en El Empalme podría estar configurando un escenario de exposición prolongada a contaminantes emergentes para su población.

Continuando con el análisis de los antecedentes, es fundamental observar las experiencias en otros continentes que enfrentan retos climáticos y sociales similares. Akan et al. (2021) han documentado que la gestión microbiana y las opciones de degradación en África ofrecen lecciones valiosas para el sur global. En su estudio, resaltan que el estado actual de los desechos plásticos requiere soluciones que combinen la ingeniería ambiental con la biotecnología. Esta perspectiva sugiere que El Empalme no puede limitarse únicamente a la recolección y enterramiento de desechos en celdas emergentes. Por el contrario, la gestión ecoeficiente debe considerar la revalorización de los polímeros mediante procesos químicos o biológicos avanzados.

En el ámbito regional, Ecuador presenta desafíos específicos relacionados con el crecimiento urbano desordenado y la vulnerabilidad ante el cambio climático. Villavicencio-Ordóñez et al. (2024) argumentan que la expansión de zonas como Calderón en Quito evidencia una falta de resiliencia metropolitana que se repite en otras ciudades ecuatorianas. El cantón El Empalme, al ser un nodo de conexión agrícola y urbana, experimenta una presión similar sobre sus servicios básicos de limpieza. La gestión de residuos sólidos reciclables se presenta, entonces, como una herramienta indispensable para promover la sostenibilidad ambiental en la provincia de Los Ríos. Según Barragan Monrroy et al. (2024), la ecoeficiencia en esta provincia es aún incipiente y requiere marcos de acción locales más robustos.

Asimismo, la literatura académica subraya que la transición hacia entornos metropolitanos resilientes exige una visión biorregional que integre el ciclo de vida de los materiales. Sánchez-Fuentes et al. (2023) proponen que estas transiciones son necesarias para mitigar el impacto ambiental de las concentraciones urbanas modernas. En la parroquia Velasco Ibarra, esta transición se ve obstaculizada por una cultura ciudadana que, aunque dispuesta al cambio, carece de guías técnicas claras. La gestión integral

no es solo un proceso mecánico, sino una dinámica de territorialización que involucra la relación del ciudadano con su basura. Campos-Medina y Sandoval-Pavez (2020) exploran cómo el uso de la escritura y la dinámica territorial influyen en la resistencia o aceptación de sistemas de limpieza.

Por otra parte, la justificación de esta investigación radica en la necesidad imperante de mitigar los efectos de la contaminación química y biológica derivada del plástico. Dávila Morán et al. (2022) advierten que el manejo inadecuado de desechos peligrosos y plásticos tiene un impacto directo y cuantificable en la salud pública. En el caso de El Empalme, la disposición de plásticos en la mancomunidad "Mundo Verde" sin una segregación previa aumenta el riesgo de lixiviación de metales pesados. Al respecto, Schutten et al. (2024) han demostrado cómo la ingestión de plásticos y la acumulación de metales pesados afectan incluso a la fauna silvestre en vertederos costeros. Aunque El Empalme es una zona interior, el principio de bioacumulación de contaminantes por mala gestión de residuos permanece como una amenaza constante.

Adicionalmente, la implementación de un sistema ecoeficiente responde a la urgencia de adoptar modelos de economía circular que superen el simple reciclaje convencional. Sakthipriya (2022) señala que la pirólisis y otras innovaciones químicas representan una hoja de ruta viable para alcanzar una economía circular real en el manejo de plásticos. Si bien estas tecnologías parecen distantes para una parroquia pequeña, la planificación estratégica debe contemplar la escalabilidad de las soluciones propuestas. La valorización de residuos no homogéneos es posible mediante procesos de licuefacción en solventes donadores de hidrógeno, como sugieren Azman et al. (2024). Estas alternativas tecnológicas refuerzan la justificación económica del proyecto, transformando un gasto operativo municipal en una oportunidad de generación de materias primas.

Desde una perspectiva educativa y social, la gestión de residuos sólidos es un pilar para el desarrollo sostenible de las comunidades locales. Beltrán Hernández y Pérez Gil (2022) enfatizan que la educación ambiental y la gestión institucional deben ir de la mano para lograr resultados duraderos. En la parroquia Velasco Ibarra, se ha detectado que una gran parte de la población desconoce las ordenanzas municipales vigentes sobre el manejo de desechos. Por tanto, esta investigación se justifica al proponer un modelo que no solo es técnico, sino también socialmente integrador. Tineo Machado y Valiente Saldaña (2022) corroboran en su revisión sistemática que la reducción de la contaminación depende directamente de la eficiencia en el manejo operativo de los sólidos.

Bajo este contexto, la presente investigación se fundamenta en la evaluación técnica de la generación per cápita y las características físicas de los residuos en El Empalme. Los datos obtenidos en el estudio de campo revelan una producción de 0,77 kg de plástico por hogar a la semana, lo cual es una cifra significativa para la densidad poblacional de la parroquia. Lozano-Mendoza et al. (2024) han documentado casos similares de gestión ecoeficiente en parroquias cercanas como San Cristóbal en el cantón Quevedo. Estas comparativas permiten establecer una línea base sólida para proponer mejoras en la recolección y disposición final de polímeros. La viabilidad del proyecto se sustenta en el alto porcentaje de ciudadanos dispuestos a colaborar en procesos de segregación en la fuente.

Finalmente, tras analizar el panorama global, los antecedentes regionales y las necesidades técnicas locales, se define el propósito central de este trabajo académico. La investigación busca proponer estrategias que optimicen los recursos municipales y reduzcan el impacto ambiental derivado de la disposición final inadecuada de polímeros sintéticos. Es imperativo que las autoridades locales y la academia colaboren en la creación de una infraestructura que soporte la economía circular en el sector. La gestión ecoeficiente no es una opción estética, sino una necesidad ética y técnica para garantizar la habitabilidad futura del territorio. Por todo lo expuesto, se presenta este estudio como una contribución al desarrollo sostenible del litoral ecuatoriano.

En consecuencia, se establece el siguiente objetivo para la presente publicación: Evaluar la gestión ecoeficiente de los residuos plásticos en la zona urbana de la parroquia Velasco Ibarra del cantón El Empalme, mediante la caracterización de los desechos y el análisis de los costos operativos, con el fin de proponer alternativas sostenibles que minimicen el impacto ambiental y promuevan la salud pública en la región.

Materiales y métodos

Área de estudio y contexto geográfico

La investigación se desarrolló en la parroquia urbana Velasco Ibarra, cabecera del cantón El Empalme, provincia del Guayas, Ecuador. Esta zona se localiza en las coordenadas geográficas Latitud -1,05 y Longitud -79,6167, a una altitud promedio de 71 msnm y bajo un clima tropical con oscilaciones térmicas entre 20°C y 35°C. Para la delimitación espacial, se utilizó el software ArcGIS, herramienta que permitió la zonificación por manzanas y la generación de cartografía base para el trabajo de campo. Bajo esta configuración, se identificó una población proyectada de 57,015 habitantes, considerando que el censo oficial de 2010 (47,667 hab.) fue afectado por la suspensión del censo 2020 debido a la pandemia de COVID-19.

Diseño, tipo y métodos

El estudio se definió como una investigación de tipo descriptiva y exploratoria con un enfoque mixto, integrando fuentes primarias y secundarias. Asimismo, se aplicó el método deductivo para establecer criterios sobre la incidencia poblacional en la gestión de polímeros, mientras que el método analítico-sintético permitió describir los procesos de ecoeficiencia. En este sentido, la observación directa resultó fundamental para contrastar la información bibliográfica con la realidad operativa de las rutas de recolección municipales. Por consiguiente, se logró un diagnóstico integral que abarca desde la generación del residuo hasta su disposición final. De este modo, la metodología garantiza una visión holística del ciclo de vida de los plásticos en la parroquia.

Cálculo de la muestra y recolección de datos

Para el dimensionamiento estadístico, se aplicó una fórmula para poblaciones finitas con un nivel de confianza del 95% y un error muestral del 5%. Este procedimiento, basado en un universo de 47.667 habitantes, arrojó una muestra inicial de 382 unidades, la cual fue ajustada a 402 encuestados para mitigar posibles pérdidas de información. Posteriormente, debido a las restricciones sanitarias de la pandemia, la encuesta se ejecutó de forma virtual mediante Google Formularios, estructurada en cinco secciones que incluyeron datos morfológicos y responsabilidad social. Dicha técnica permitió recolectar datos sobre el nivel de satisfacción del servicio y los hábitos de consumo de plásticos. En última instancia, esta base informativa sustenta la caracterización socioambiental de la zona.

Caracterización física y pesaje de residuos

Respecto a la fase operativa de campo, se realizó un pesaje directo de los residuos plásticos ante la ausencia de datos oficiales diferenciados en el GADM de El Empalme. Para ello, se emplearon materiales de precisión como balanzas digitales y protocolos de bioseguridad (mascarillas y guantes) durante los recorridos por las rutas establecidas. Consecuentemente, se aplicó el método de cuarteo para determinar la generación per cápita, permitiendo identificar la producción semanal por hogar. Tras la recolección, se clasificaron los materiales en polímeros específicos (PET, PEAD, PEBD) para establecer la línea base de ecoeficiencia. Finalmente, este levantamiento empírico permitió calcular indicadores de generación real que no figuraban en los registros administrativos previos.

Análisis de los datos

Para el procesamiento de la información, se utilizó una arquitectura tecnológica compuesta por Microsoft Excel para la tabulación de datos y R Studio para el análisis avanzado. En este orden de ideas, se aplicaron pruebas de Chi-cuadrado y análisis de correlación para determinar la relación entre la responsabilidad social y las actitudes ambientales de los habitantes. Simultáneamente, se realizó un contraste de información con informes históricos de los años 2016 y 2017 para validar la evolución de la gestión. Este rigor analítico asegura que los indicadores de ecoeficiencia propuestos posean validez

estadística y científica. Por lo tanto, las conclusiones se fundamentan en una interpretación cuantitativa robusta de los factores que influyen en la sostenibilidad local.

Auditoría institucional y ecoeficiencia

Complementariamente, se ejecutaron entrevistas semiestructuradas a tomadores de decisiones, incluyendo al Jefe de Gestión Integral de Desechos y al Supervisor de limpieza del GADM. En este contexto, se auditó el estado de la celda emergente en la mancomunidad "Mundo Verde" y la capacidad operativa de recicladoras locales como EMMY y El Empalme. Gracias a estos instrumentos, se identificaron las brechas entre el costo operativo municipal (gastos en combustible y personal) y el potencial de mercado de los plásticos recuperados. Aunado a esto, se evaluó el cumplimiento de las ordenanzas locales frente al desconocimiento ciudadano detectado. En conclusión, la metodología integró exitosamente el análisis técnico de ingeniería con la evaluación financiera y social para proponer un modelo de gestión sostenible.

Resultados

La operatividad actual de la Gestión Integral de Desechos y Residuos Sólidos se fundamenta en un flujo de recolección aproximado de 41,48 toneladas diarias, cuya composición se distribuye técnicamente en un 60,0% de materia orgánica y un 40,0% de residuos inorgánicos. Este balance volumétrico, aunque representativo, se basa en estimaciones institucionales debido a la carencia de pesajes sistemáticos para la totalidad de la flota recolectora en sus jornadas habituales. Bajo esta dinámica, el modelo de gestión local se estructura de manera secuencial a través de las fases de barrido, recolección, transporte y disposición final en celdas externas. En consecuencia, el sistema operativo.

La infraestructura logística para el manejo de desechos en la parroquia Velasco Ibarra se articula mediante un sistema de ocho rutas estratégicas que cubren el casco comercial, el área central y la zona rural. Este despliegue operativo, sustentado por seis unidades de recolección activas, garantiza una frecuencia diaria en la mayoría de sus sectores dentro de una franja horaria de 07:00 a 14:00. Bajo esta configuración, el municipio destinó una inversión aproximada de 1.208.602,00 USD durante el ejercicio fiscal 2019; no obstante, a pesar de la existencia de ordenanzas que incluyen regímenes sancionatorios para la clasificación en la fuente, el cumplimiento ciudadano sigue siendo deficiente. Por consiguiente, se evidencia una brecha significativa entre la capacidad instalada de recolección y la cultura de segregación de residuos de la población local.

Respecto a la fase de disposición final, el cantón ha transitado de un modelo de vertedero local a una integración regional mediante la mancomunidad "Mundo Verde", ubicada en el cantón Quevedo. En este sentido, los residuos de siete cantones son depositados en una celda emergente con un costo operativo de 10,11 USD por tonelada, un proceso que, según informes técnicos, ha generado impactos ambientales críticos en los ecosistemas circundantes. A pesar de estas externalidades, el Ministerio del Ambiente (MAE) autorizó una extensión operativa hasta mayo de 2021, condicionada a un cierre técnico ya planificado en el portal de compras públicas. De este modo, la gestión actual se encuentra en una etapa de transición urgente hacia modelos de confinamiento más sostenibles y técnicamente rigurosos.

Finalmente, el diagnóstico institucional revela una disposición favorable hacia la innovación mediante convenios estratégicos con la academia y el sector privado. Aunque actualmente no existe una relación formal entre el GADM y las empresas recicladoras del cantón, la jefatura del área reconoce la necesidad imperante de implementar campañas intensivas de reciclaje para minimizar el volumen de disposición final. En consecuencia, la planificación estratégica post-pandemia busca retomar los programas de separación de polímeros que fueron suspendidos en 2020. Bajo esta perspectiva, la integración de centros de acopio y universidades se presenta como la ruta crítica para transformar la gestión de residuos plásticos en un modelo de aprovechamiento económico y ecoeficiencia territorial. Identificar los factores de responsabilidad social de los habitantes del área urbana de la parroquia Velasco Ibarra que influyen en la ecoeficiencia del lugar.

El diagnóstico del sistema de gestión de residuos revela una asimetría entre la generación municipal y la capacidad de captación de las empresas privadas. Mientras el GADM de El Empalme recolecta un promedio de 41,48 toneladas diarias (alcanzando picos de 70 toneladas los lunes), la recuperación de plásticos se atomiza en recicladoras intermedias antes de llegar a la fase de procesamiento mecánico.

A continuación, se presenta una comparativa técnica entre las dos principales unidades de acopio identificadas en el territorio, cuya función es vital para evitar el colapso de la celda emergente "Mundo Verde".

Tabla 1. Comparativa técnica y económica: Recicladora La Casa del Reciclaje vs. Recicladora Mejía

Criterio	Recicladora "La Casa del Reciclaje"	Recicladora "Mejía"
Volumen de captación	1,5 a 2,0 toneladas mensuales.	~ 2,0 toneladas semanales.
Polímero predominante	HDPE (Línea hogar).	PET y HDPE (Línea hogar).
Precio compra PET (kg)	0,40\$	0,45\$ (Liderazgo en precio).
Precio compra HDPE (kg)	0,20\$ (Liderazgo en precio).	0,15\$
Estrategia de acopio	Pasiva (Recepción de independientes y hogares).	Activa (Recorrido puerta a puerta en barrios y zona rural).
Procesos operativos	Acopio, clasificación y venta a terceros.	Recolección, acopio, separación y clasificación.
Rentabilidad percibida	Alta (si fuera exclusiva para plásticos).	Baja (requiere chatarra y cartón para subsistir).
Resiliencia pandemia	Afectación por caída de precios; aumento de volumen post-confinamiento.	Cierre total por 4 meses; implementación estricta de protocolos de bioseguridad.
Visión institucional	Rechazo a convenios con el GADM por falta de garantías.	Reconocimiento de labor social/sanitaria sin apoyo estatal.

Influencia en la ecoeficiencia de los habitantes del área urbana de la parroquia Velasco Ibarra

El estudio revela una población con un perfil predominantemente joven (51,99 %, entre 18 y 25 años) y con un alto nivel de formación académica (57,46 %, con estudios superiores), lo que constituye una base social receptiva para programas de gestión ambiental. A continuación, se detallan los resultados por cada reactivo propuesto (Tabla 2).

La Tabla 3, indica que de acuerdo con las respuesta de la encuesta aplicada a la población de la parroquia Velasco Ibarra el total de personas por vivienda fue una población de 1.611 siendo la media 4 personas por vivienda, además el total de unidades de residuos plásticos generados en una semana por vivienda fue de 10.458 siendo la media 26 unidades de residuos plásticos por vivienda semanalmente, cabe recalcar que estos datos se tomaron con una muestra ajustada y significativa de 402 personas.

El análisis integral de los datos permite concluir que la parroquia Velasco Ibarra posee un capital social con un alto potencial para la transición hacia modelos de economía circular. La convergencia de una población joven, mayoritariamente femenina en la toma de decisiones del hogar y con un nivel de instrucción superior, establece condiciones favorables para la implementación de políticas de segregación en la fuente. Esta disposición se ve respaldada por la media aritmética de 4 personas por vivienda, lo que facilita el control de la generación per cápita, y un volumen promedio de 26,01 unidades de residuos plásticos semanales por hogar, cifra que representa la materia prima disponible para procesos de valorización.

Sin embargo, se identifica una brecha crítica entre la voluntad ciudadana y el conocimiento normativo. A pesar de que el 60,95 % de los encuestados está totalmente de acuerdo con realizar la separación de residuos (P15) y existe una correlación significativa entre la cantidad de residuos generados y la aceptación de un pago adicional por su gestión ($p = 0,0493$), el 66,41 % desconoce las ordenanzas locales. Esta desconexión informativa, sumada a que el 56,96 % ignora el destino final de sus desechos, sugiere que la ecoeficiencia en la parroquia no está limitada por la falta de responsabilidad social la fallas

de oferta de la prestación de servicio, la cual es alta, dado que el 82,34 % guarda sus residuos ante fallas del servicio, sino por la carencia de estrategias de comunicación institucional y canales formales que vinculen al ciudadano con el ciclo de recuperación de polímeros.

Tabla 2. Influencia en la ecoeficiencia de los habitantes del área urbana de la parroquia Velasco Ibarra

Pregunta	Dimensión / Variable	Hallazgo principal (Moda o Tendencia)	Impacto en la ecoeficiencia	χ^2	p	Coefficiente de correlación
1	Edad	18 a 25 años (51,99 %)	Alta adaptabilidad a nuevas tecnologías y procesos digitales.	--	--	--
2	Sexo	Femenino (698,90 %)	Liderazgo femenino en la gestión operativa de residuos del hogar.	--	--	--
3	Instrucción académica	Superior (57,46 %)	Elevada capacidad de comprensión de protocolos de separación.	--	--	--
4	Ocupación	Estudiante (35,32 %)	Potencial para campañas de educación ambiental universitaria.	--	--	--
5	Ingresos mensuales	\$500 a \$1000 (32,33 %)	Estabilidad económica para cubrir tasas de servicio.	--	--	--
6	Personas por hogar	4 habitantes (29,10 %)	Generación de residuos moderada y controlable por vivienda.	--	--	--
7	Satisfacción servicio	De acuerdo (32,33 %)	Percepción positiva del servicio municipal actual.	--	--	--
8	Conocimiento Ordenanzas	No conoce (66,41 %)	Punto crítico: Brecha informativa sobre la normativa local.	60,287	8,198	P8-P10 -0,09273206
9	Valor del plástico	Sí conoce (62,68 %)	Reconocimiento del valor económico del material reciclable.	--	--	--
10	Destino final	No sabe (56,96 %)	Desconexión entre el ciudadano y la disposición final (Mundo Verde).	--	--	--
11	Cantidad semanal	1 a 10 residuos (39,80 %)	Flujo constante de polímeros que requieren desvío del relleno.	26,125	0,0103*	P11 -P12 0,06976235
12	Acción con el plástico	Entrega al recolector (72,39 %)	Alta dependencia del sistema de recolección municipal lineal.	--	--	--
13	Frecuencia de acción	Diariamente (47,76 %)	Hábito consolidado de disposición de residuos.	--	--	--
14	Ausencia de servicio	Lo guarda (82,34 %)	Alta responsabilidad social: El ciudadano evita arrojar basura a la calle.	4,8312	0,1846	P8-P14 -0,005744605
15	Acuerdo separación	Totalmente de acuerdo (60,95 %)	Máxima disposición para iniciar reciclaje en la fuente.	27,154	0,0398*	P11-P15 0,1057378
16	Pago adicional	Totalmente de acuerdo (34,83 %)	Viabilidad financiera para tasas de gestión ecoeficiente.	26,349	0,0493*	P11-P16 0,1110238

Nota: los coeficientes de correlación fueron estimados para preguntas relevantes, identificas como Pn⁹-Pn⁹.

Tabla 3. Factores de responsabilidad social y percepción ciudadana sobre la gestión de residuos plásticos

Variable (Preguntas Relevantes)	Sumatoria Total ($\sum X1 \cdot F1$)	Media aritmética (μ)	Interpretación técnica
P6. Número de personas que habitan su vivienda	1.611	4,00	Densidad poblacional estándar por unidad habitacional
P11. Residuos plásticos generados por semana	10.458,5	26,01	Volumen crítico de polímeros a gestionar por hogar

Indicadores de ecoeficiencia en la gestión de residuos plásticos de la parroquia Velasco Ibarra

• Indicadores económicos de la gestión municipal

La gestión integral de residuos en el cantón El Empalme conlleva una estructura de costos operativa y administrativa significativa (Tabla 4). El gasto mensual en sueldos asciende a 33.105,00 USD para el personal obrero (barrido y recolección) y 3.613,00 USD para el área administrativa. Adicionalmente, el mantenimiento y operación del equipo automotor demanda 15.574,00 USD mensuales, cifra que incluye

combustible diésel, lubricantes y repuestos. Por otro lado, la seguridad industrial representa una inversión considerable, alcanzando un total de 20.480,35 USD para dotar de implementos de protección a los 23 obreros del sistema.

Tabla 4. *Gastos de personal operativo y administrativo (mensual)*

Categoría	Personal / Cargo	Cantidad	Costo Unitario	Total Mensual
Obreros	Personal de Barrido	15	\$800,00	\$12.000,00
	Choferes	11	\$599 - \$963	\$8.409,00
	Ayudantes de recolección	23	\$552,00	\$12.696,00
Administrativos	Jefe de departamento	1	\$1.412,00	\$1.412,00
	Inspector	1	\$919,26	\$919,26
	Supervisor	1	\$527,00	\$527,00
	Secretaria	1	\$755,66	\$755,66
TOTALES		53		\$36.718,00

- **Logística, mantenimiento y equipo de protección**

El sostenimiento de la flota vehicular y la seguridad del personal son ejes críticos para la ecoeficiencia (Tabla 5). El gasto por equipo automotor, que incluye combustible diésel, lubricantes y mantenimiento de 6 camiones, asciende a 15.574,00 USD mensuales.

Tabla 5. *Gastos de equipo automotor y seguridad industrial*

Ítem de Gasto	Detalle / Cantidad	Costo Unitario	Total Mensual / Inversión
Operación Vehicular	Mantenimiento (6 camiones)	\$700,00	\$4.200,00
	Alquiler de camionetas	--	\$3.243,00
	Combustible Diésel	\$1,03	\$2.142,00
	Lubricantes y Llantas	Varios	\$5.989,00
Seguridad (EPP)	Subtotal por obrero	\$890,45	--
	Total por 23 obreros	--	\$20.480,35

Paralelamente, la inversión en Equipos de Protección Personal (EPP) para los 23 obreros de recolección suma 20.480,35 USD, garantizando la mitigación de riesgos biológicos y mecánicos. De este modo, la operatividad técnica del sistema depende directamente de la disponibilidad de estos recursos e insumos básicos.

- **Disposición final e indicadores de generación**

El eslabón final de la cadena de gestión se desarrolla en la mancomunidad "Mundo Verde" en Quevedo. El municipio sufraga 10,18 USD por cada tonelada depositada, lo que, para una generación diaria de 41,48 toneladas, resulta en un costo mensual de 12.668,00 USD. Sin embargo, al contrastar estos egresos con los ingresos por tasa de recolección de CNEL (25.000,00 USD), se identifica un déficit frente a los gastos operativos totales. Por consiguiente, el incremento en el reciclaje de plásticos no solo es una meta ambiental, sino una necesidad financiera para reducir el tonelaje enviado a disposición final.

Tabla 3. *Indicadores de Disposición Final y Flujo de Residuos*

Indicador	Variable	Valor Diario	Valor Mensual
Masa de residuos	Total recolectado	41,48 Ton	1.244,40 Ton
Costo disposición	Pago por tonelada (\$10,18)	\$422,27	\$12.668,00
Combustible por ruta	Gasto en 6 rutas (\$14 c/u)	\$84,00	\$2.520,00
Ingresos previstos	Tasa CNEL (Convenio)	--	\$25.000,00

Discusión

La operatividad de la Gestión Integral de Desechos y Residuos Sólidos (GIDRS) en el cantón El Empalme, sustentada en un flujo de 41,48 toneladas diarias, representa un desafío técnico de magnitud considerable para la sostenibilidad regional. Este volumen, compuesto en un 40,0 % por materiales inorgánicos, sitúa al municipio en una posición de vulnerabilidad operativa si no se transita hacia modelos de bioeconomía circular y regenerativa (Fenoglio, 2024). Al carecer de pesajes sistemáticos, el sistema actual se fundamenta en estimaciones que limitan la capacidad de respuesta institucional ante el incremento de polímeros. Por consiguiente, es imperativo que la ingeniería de residuos local evolucione hacia esquemas de monitoreo de datos precisos que permitan optimizar la ecoeficiencia territorial (Barragan Monrroy et al., 2024).

Bajo esta perspectiva, la gestión de plásticos en contextos en desarrollo no debe limitarse a la recolección, sino que debe explorar opciones de degradación y gestión microbiana avanzada (Akan et al., 2021). La infraestructura logística actual, articulada mediante ocho rutas estratégicas, garantiza una cobertura espacial amplia, pero falla en la dimensión cultural de la segregación en la fuente. Esta asimetría entre la capacidad instalada y la participación ciudadana refleja una crisis de gobernanza ambiental que trasciende las fronteras locales. Como señalan Tineo Machado y Valiente Saldaña (2022), el manejo de residuos sólidos requiere una revisión sistemática que priorice la reducción de la contaminación mediante la educación y el cumplimiento normativo estricto.

La transición del vertedero local hacia la mancomunidad "Mundo Verde" en Quevedo ha introducido nuevas variables de riesgo geoambiental que no han sido plenamente mitigadas. El costo de 10,11 USD por tonelada depositada representa una solución económica inmediata, pero el impacto ambiental en los ecosistemas circundantes sugiere una externalidad negativa de largo alcance. Las evidencias de contaminación en sitios de disposición final urbana subrayan la necesidad de realizar investigaciones profundas sobre la dispersión de lixiviados y riesgos químicos (Khan et al., 2025). De este modo, la gestión actual se encuentra en una etapa crítica donde la extensión operativa otorgada por el Ministerio del Ambiente debe ser el preámbulo de un cierre técnico riguroso.

La problemática de los microplásticos, presentes incluso en alimentos y fármacos, añade una dimensión de salud pública que el municipio de El Empalme no puede ignorar (Alziny et al., 2025). La ingestión de polímeros por parte de la fauna silvestre en entornos de vertederos, como se ha documentado en especies de gaviotas, sirve como indicador biológico de la degradación ambiental sistémica (Schutten et al., 2024). Estos hallazgos refuerzan la urgencia de implementar estrategias de confinamiento que impidan la migración de contaminantes hacia las cadenas tróficas locales. Por lo tanto, la ecoeficiencia no es solo un indicador financiero, sino una medida de protección biológica para la población de la parroquia Velasco Ibarra (Dávila Morán et al., 2022).

En este escenario, el diagnóstico institucional revela una disposición favorable hacia la innovación mediante convenios estratégicos con la academia y el sector privado. La integración de tecnologías emergentes, como la pirólisis y la licuefacción en solventes donantes de hidrógeno, se presenta como una hoja de ruta viable para valorizar el residuo plástico (Azman et al., 2024; N, 2022). Estas soluciones tecnológicas permiten transformar materiales no homogéneos y no reciclables en recursos energéticos o materias primas industriales (Gazzotti et al., 2022). Sin embargo, para que estas innovaciones tengan éxito, es fundamental que el GADM establezca un marco de garantías que atraiga la inversión de empresas recicladoras locales.

El análisis comparativo entre las recicladoras "La Casa del Reciclaje" y "Mejía" demuestra que existe un mercado latente con capacidades de captación que oscilan entre 1,5 y 2 toneladas. No obstante, la falta de una relación formal con el gobierno local genera una atomización del esfuerzo recuperador que impide alcanzar economías de escala. Como indican Ferronato et al. (2021), la mejora de la tasa de reciclaje en contextos latinoamericanos depende directamente de la sensibilidad del análisis del ciclo de vida y la

inclusión de los recicladores de base. Por consiguiente, la formalización de estas unidades de acopio es el primer paso para consolidar una biorregión resiliente y productiva (Sánchez-Fuentes et al., 2023).

Respecto al perfil demográfico, el hecho de que el 51,99 % de la población sea joven y el 57,46 % posea instrucción superior constituye un motor de cambio sin precedentes. Este segmento poblacional posee una elevada capacidad de comprensión de protocolos de separación y adaptabilidad a procesos digitales (Beltrán Hernández & Pérez Gil, 2022). Además, el liderazgo femenino identificado en la gestión del hogar sitúa a la mujer como el actor central en la operatividad de la ecoeficiencia domiciliaria. De este modo, las campañas de educación ambiental deben diseñarse con un enfoque de género que reconozca y potencie estas dinámicas de territorialización (Campos-Medina & Sandoval-Pavez, 2020).

No obstante, el desconocimiento de las ordenanzas por parte del 66,41 % de los habitantes revela una fractura en la comunicación institucional que debe ser atendida con prioridad. Esta brecha informativa es la principal causa de la desconexión entre el ciudadano y el destino final de los desechos plásticos (Lozano-Mendoza et al., 2024). Resulta contradictorio que exista una alta responsabilidad social —donde el 82,34 % guarda sus residuos ante fallas del servicio— pero una nula participación en la clasificación normativa. Esta "resistencia a la basura" debe ser canalizada mediante estrategias de gobernanza urbana que vinculen la acción individual con el beneficio ambiental colectivo (Villavicencio-Ordóñez et al., 2024).

Desde el punto de vista económico, la estructura de costos mensuales de 36.718,00 USD en personal y 15.574,00 USD en logística automotriz presiona las finanzas municipales. El déficit identificado al contrastar los ingresos por tasa de recolección (25.000,00 USD) con los gastos totales subraya la insostenibilidad del modelo lineal actual. En este sentido, el aprovechamiento de residuos agroindustriales locales para la generación de biocombustibles podría representar una fuente de ahorro y diversificación energética (Delgado Alvarado et al., 2023). Por lo tanto, la reducción del tonelaje enviado a disposición final no es solo un objetivo ecológico, sino una estrategia de supervivencia financiera para el cantón.

La experiencia internacional en ciudades como Singapur e India sugiere que el reciclaje de PET para la producción de nanogeneradores triboeléctricos es una vía de alta tecnología para el manejo de polímeros (Lai et al., 2022). Aunque estas tecnologías parecen distantes para el contexto de El Empalme, el principio de valorización del plástico es universal y aplicable mediante centros de acopio tecnificados. La transición hacia una economía circular requiere que el municipio deje de ser un simple recolector y se convierta en un gestor de recursos (Huang et al., 2022). Este cambio de paradigma permitiría que el flujo constante de 26,01 unidades de plástico semanales por hogar se transforme en un activo económico tangible.

Asimismo, la gestión de residuos sólidos urbanos e industriales en España ofrece lecciones valiosas sobre la evolución de las políticas de confinamiento y tratamiento (Mulero Mendigorri, 1998). La comparación con modelos europeos resalta la importancia de contar con indicadores de generación precisos y una normativa que incentive la minimización en el origen. En el caso de Velasco Ibarra, la correlación significativa entre el volumen generado y la disposición al pago adicional ($\$p = 0,0493\$$) valida la viabilidad de implementar nuevas tasas de ecoeficiencia. Sin embargo, estas medidas económicas deben ir acompañadas de una mejora sustancial en la transparencia y calidad de la prestación del servicio.

Las fragilidades y potencialidades detectadas en la gestión de residuos urbanos en la región sudamericana, particularmente en Brasil, coinciden con los hallazgos de este estudio (Freitas et al., 2024). La falta de apoyo estatal y la precariedad de las condiciones laborales de los recicladores independientes son barreras comunes que deben ser derribadas. En la parroquia Velasco Ibarra, la integración de las recicladoras "La Casa del Reciclaje" y "Mejía" dentro de un plan maestro municipal podría triplicar las tasas actuales de recuperación. Al consolidar esta red, el municipio no solo protege el medio ambiente, sino que fomenta la creación de empleos verdes y fortalece el tejido social.

La necesidad de reiniciar los monitoreos y procesos de limpieza tras los cierres provocados por la pandemia de COVID-19 es otra lección crítica para la planificación post-crisis (Botero et al., 2023). La interrupción de los programas de separación en 2020 generó un retroceso en los hábitos ciudadanos que ahora

debe ser revertido con campañas intensivas. El diagnóstico de la ecoeficiencia en la parroquia revela que el capital social está listo para este reinicio, siempre que las autoridades garanticen la recolección diferenciada. De este modo, la planificación estratégica debe contemplar la resiliencia del sistema ante futuras contingencias sanitarias o ambientales que puedan alterar los flujos de desechos.

Finalmente, el análisis integral de los datos permite concluir que la ecoeficiencia en la parroquia Velasco Ibarra es un objetivo técnico y socialmente alcanzable. La convergencia de una población instruida, una estructura logística operativa y una clara disposición ciudadana al cambio establece las bases para un modelo de éxito regional. La superación de la brecha informativa y la formalización de las alianzas público-privadas son las piezas faltantes para completar el ciclo de sostenibilidad. Al implementar estas recomendaciones, el cantón El Empalme podrá transformar su actual sistema lineal en un referente de gestión circular, protegiendo así el patrimonio natural y la salud de las futuras generaciones.

Este proceso de transformación requiere un compromiso sostenido en el tiempo y una visión que trascienda los periodos administrativos de turno. La ciencia del reciclaje y la gestión de desechos sólidos ofrece las herramientas necesarias para convertir un problema ambiental en una oportunidad de desarrollo territorial. Por consiguiente, la aplicación rigurosa de los principios de ecoeficiencia aquí discutidos garantizará que la parroquia Velasco Ibarra prospere en armonía con su entorno. La responsabilidad social identificada en este estudio es el cimiento sobre el cual se construirá el futuro sostenible de la región, posicionando al reciclaje de polímeros como el eje central de la nueva economía local.

Consideraciones finales

Tras el análisis exhaustivo de la gestión de residuos en la parroquia Velasco Ibarra, se concluye que el éxito de una transición hacia la ecoeficiencia no depende exclusivamente de la capacidad operativa municipal, sino de la articulación efectiva entre la infraestructura y el capital social disponible. La existencia de una población joven y con alta formación académica constituye un activo estratégico que, hasta el momento, ha sido subutilizado debido a la carencia de canales de comunicación bidireccionales y programas de incentivos claros. Para que el sistema deje de ser una cadena lineal de recolección y se transforme en un modelo de economía circular, es imperativo cerrar la brecha informativa sobre la normativa local y el destino final de los desechos, permitiendo que la responsabilidad social latente del ciudadano se convierta en una participación activa y sistemática en la segregación de origen.

Desde una perspectiva económica y operativa, la sostenibilidad del cantón exige una reingeniería de su estructura de costos que priorice la valorización de los polímeros frente al gasto excesivo en disposición final regional. El déficit financiero identificado entre los ingresos por tasas y los egresos operativos subraya la urgencia de formalizar alianzas estratégicas con el sector de reciclaje privado y las unidades de acopio locales, integrándolos como nodos fundamentales de la red de gestión urbana. Al reducir el volumen de desechos enviados a la mancomunidad, el municipio no solo mitigará los impactos ambientales negativos en los ecosistemas circundantes, sino que también liberará recursos que podrán ser reinvertidos en la tecnificación de las rutas de recolección y en la dotación de mejores implementos de seguridad para el personal operativo.

Finalmente, el horizonte de la gestión de residuos sólidos en El Empalme debe estar marcado por la innovación técnica y la resiliencia territorial frente a los desafíos del cambio climático y la salud pública. Consolidar este cambio de paradigma requiere una voluntad política firme que trascienda la gestión administrativa actual, posicionando a la ecoeficiencia como el eje transversal de las políticas públicas para garantizar un entorno urbano sano, productivo y ambientalmente responsable para las futuras generaciones.

Agradecimientos

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

Conflicto de intereses

No.

Referencias

- Akan, O. D., Udofia, G. E., Okeke, E. S., Mgbechidinma, C. L., Okoye, C. O., Zoclanclounon, Y. A. B., Atakpa, E. O., & Adebajo, O. O. (2021). Plastic waste: Status, degradation and microbial management options for Africa. *Journal of Environmental Management*, 292, 112758. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112758>
- Alziny, N., Elgarhy, F. M., Mohamed, A. M., Shalaby, H. Y., Nounou, N., Soliman, O., & Abdelnaser, A. (2025). The impact of microplastics in food and drugs on human health: A review of the MENA region. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(3), 380. <https://doi.org/10.3390/ijerph22030380>
- Azman, D. Q., Wan Daud, W. M. A., Abdul Patah, M. F., Amir, Z., & Saw, P. A. (2024). Plastic waste management through liquefaction in hydrogen donating solvents: A review. *Journal of Environmental Management*, 359, 120961. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120961>
- Barragan Monroy, R. J., Alvarez Perez, S. E., Macas Cobeña, M. M., Cervantes Molina, X. P., & Lozano Mendoza, P. H. (2024). Gestión ecoeficiente de los residuos sólidos reciclables para promover la sostenibilidad ambiental en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ibero-American Journal of Education & Society Research*, 4(S), 46–53. <https://doi.org/10.56183/iberoeds.v4iS.671>
- Beltrán Hernández, E. C., & Pérez Gil, M. de J. (2022). Gestión integral de residuos sólidos para el desarrollo sostenible en la Institución Educativa de Rio Nuevo en el municipio de Achí, departamento de Bolívar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 793-805. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3127
- Botero, C. M., Palacios, M. A., Souza Filho, J. R., & Milanes, C. B. (2023). Beach litter in three South American countries: A baseline for restarting monitoring and cleaning after COVID-19 closure. *Marine Pollution Bulletin*, 191, 114915. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114915>
- Campos-Medina, L. A., & Sandoval-Pavez, J. L. (2020). Resistencia a la basura y dinámicas de territorialización a través del uso de la escritura expuesta. *Urbano*, 23(42), 44–55. <https://doi.org/10.22320/07183607.2020.23.42.04>
- Dávila Morán, R. C., Agüero Corzo, E. del C., Zapata Díaz, D., Palomino Quispe, J. F., Velarde Dávila, L., Vásquez Perdomo, F., & Ruiz Nizama, J. L. (2022). Impacto en la salud pública por el manejo inadecuado de los desechos peligrosos. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 62(1), 63-71. <https://doi.org/10.52808/bmsa.7e6.621.009>
- Delgado Alvarado, S. J., Zambrano Maldonado, G. J., Burgos Briones, G. A., & Moreira-Mendoza, C. A. (2023). Evaluación de los residuos agroindustriales con potencial para biocombustibles. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*, 10(2), 53–73. <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v10n2.a4140>
- Fenoglio, V. (2024). Hacia una bioeconomía, circular, regenerativa y nuevas formas de producción. Estudio de caso: Proyecto Siempre Monte, provincia de Córdoba, Argentina. *Hábitat y Sociedad*, (17), 241–262. <https://doi.org/10.12795/HabitatySociedad.2024.i17.11>
- Ferronato, N., Moresco, L., Guisbert Lizarazu, G. E., Gorritty Portillo, M. A., Conti, F., & Torretta, V. (2021). Sensitivity analysis and improvements of the recycling rate in municipal solid waste life cycle assessment: Focus on a Latin American developing context. *Waste Management*, 128, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.043>

Vilela-Sabando, J. R., García-Arias, F. R., Jiménez-Zambrano, A. R., & Nieto-Cañarte, C. A. (2026). Gestión ecoeficiente de los residuos plásticos de la zona urbana en la parroquia Velasco Ibarra del cantón El Empalme. *e-Revista Multidisciplinaria Del Saber*, 4, e-RMS05032026. <https://doi.org/10.61286/e-rms.v4i.366>

Freitas, M. F., Pires, M. M., & Benincá, D. (2024). Fragilidades e potencialidades na gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 16, e20230271. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.016.e20230271>

Gazzotti, S., De Felice, B., Ortenzi, M. A., & Parolini, M. (2022). Approaches for management and valorization of non-homogeneous, non-recyclable plastic waste. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(16), 10088. <https://doi.org/10.3390/ijerph191610088>

Huang, S., Wang, H., Ahmad, W., Ahmad, A., Ivanovich Vatin, N., Mohamed, A. M., Deifalla, A. F., & Mehmood, I. (2022). Plastic waste management strategies and their environmental aspects: A scientometric analysis and comprehensive review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4556. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084556>

Kataki, S., Nityanand, K., Chatterjee, S., Dwivedi, S. K., & Kamboj, D. V. (2022). Plastic waste management practices pertaining to India with particular focus on emerging technologies. *Environmental Science and Pollution Research International*, 29(17), 24478–24503. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17974-6>

Khan, M. A., Khan, A., Ur Rahman, Z., Rashid, A., & Latif, K. (2025). Investigation of geoenvironmental contamination and risks of municipal solid waste disposal sites in urban Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Environmental Geochemistry and Health*, 47(8), 293. <https://doi.org/10.1007/s10653-025-02603-9>

Lai, W. L., Sharma, S., Roy, S., Maji, P. K., Sharma, B., Ramakrishna, S., & Goh, K. L. (2022). Roadmap to sustainable plastic waste management: a focused study on recycling PET for triboelectric nanogenerator production in Singapore and India. *Environmental Science and Pollution Research International*, 29(34), 51234–51268. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-20854-2>

Lozano-Mendoza, P. H., Nieto-Cañarte, C. A., Jiménez-Icaza, M. G., Vélez-Ruiz, M. C., Guamán-Sarango, V. M., & Álvarez-Pérez, S. E. (2024). Gestión ecoeficiente de residuos plásticos domiciliarios en la parroquia San Cristóbal, cantón Quevedo, Ecuador. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(3), e73225. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n3-102>

Mulero Mendigorri, A. (1998). Residuos solidos urbanos e industriales: situación y gestión en España. *Estudios Geográficos*, 59(232), 473–504. <https://doi.org/10.3989/eggeogr.1998.i232.612>

Sakthipriya, N. (2022). Plastic waste management: A road map to achieve circular economy and recent innovations in pyrolysis. *The Science of the Total Environment*, 809, 151160. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151160>

Sánchez-Fuentes, D., Mascort-Albea, E. J., & Salazar-Galán, S. (2023). Transiciones necesarias hacia entornos metropolitanos resilientes a través de la biorregión. *Estudios Geográficos*, 84(294), e132. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.2023.132>

Schutten, K., Morrill, A., Chandrashekar, A., Stevens, B., Parmley, E. J., Cunningham, J. T., Robertson, G. J., Mallory, M. L., Jardine, C., & Provencher, J. F. (2024). Plastic ingestion, accumulated heavy metals, and health metrics of four *Larus* gull species feeding at a coastal landfill in eastern Canada. *Journal of Hazardous Materials*, 476, 135107. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2024.135107>

Tineo Machado, J., & Valiente Saldaña, Y. M. (2022). Manejo de residuos sólidos para reducir la contaminación del medio ambiente: Revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 578-601. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2605

Villavicencio-Ordóñez, J. E., López-Guzmán, D. R., & Velásquez-Cajas, Á. P. (2024). Crecimiento urbano y vulnerabilidad al cambio climático de Calderón en el distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *Urbano*, 27(49), 94–107. <https://doi.org/10.22320/07183607.2024.27.49.07>