

1 The Biologist (Lima), 2025, vol. 23 (2), XX-XX.

2 DOI: <https://doi.org/10.62430/rtb20252322077>

3 Este artículo es publicado por la revista The Biologist (Lima) de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática,
4 Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los
5 términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio,
6 siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.



7

8

9

10 ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

11

12 SOLID WASTE MANAGEMENT AND ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN ALTO
13 PIURA, PERU

14

15 GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL, EN ALTO
16 PIURA, PERÚ

17

18 Oswaldo Velásquez-Hidalgo¹, Guisela Yabar-Torres^{1*}, Manuel Villena-Mavila¹, Juan
19 Carlos Gómez-Avalos¹, María Chirinos-Flores¹, Jennifer Rodríguez-Flores¹ & Zamira
20 Quispe-Cusi¹

21 ¹Universidad Ricardo Palma. Av. Benavides 5440, Santiago de Surco, Apartado postal
22 1801. Lima 33, Perú.

23 * Corresponding author: guisela.yabar@urp.edu.pe

24

25 Velásquez *et al.*

26 Running Head: Solid waste management and environmental sustainability in Alto Piura,
27 Peru

28

29 Oswaldo Velásquez-Hidalgo: <https://orcid.org/0000-0003-4153-8117>

30 Guisela Yábar-Torres: <https://orcid.org/0009-0009-8210-4084>

31 Manuel Villena-Mavila: <https://orcid.org/0000-0001-9359-8379>

32 Juan Gómez-Avalos: <https://orcid.org/0000-0002-8388-9102>

33 María Chirinos-Flores: <https://orcid.org/0000-0001-9451-0527>

34 Jennifer Rodríguez-Flores:  <https://orcid.org/0009-0007-9963-1265>

35 Zamira Quispe-Cusi:  <https://orcid.org/0009-0000-1460-2780>

36

37 **ABSTRACT**

38 The objective of this research was to analyse the relationship between solid waste
39 management and environmental sustainability in Alto Piura, Perú. Solid waste
40 management in rural areas of northern Peru presents structural gaps that limit
41 environmental sustainability and foster informal disposal practices that affect
42 environmental quality in the Hualtacal sub-basin, where the district's dumping site is
43 located. The study employed a quantitative approach, based on the application of
44 surveys during September and October 2025; the sample consisted of 200 residents,
45 selected using statistical criteria of proportional allocation, achieving a 95% confidence
46 level and a ±5% margin of error. The questionnaire was subjected to expert review to
47 ensure its relevance and clarity, and internal consistency was evaluated using
48 Cronbach's alpha coefficient. The results show that 60% of the population consider the
49 waste collection service inadequate and three-quarters perceive deficiencies in
50 municipal infrastructure and equipment. The study also reveals low effectiveness of
51 environmental communication strategies and limited knowledge of regulations and
52 municipal plans (such as PIGARS). There is a clear absence of environmental education
53 and recycling programmes; 80% of respondents state that citizen participation is very
54 low, evidencing a weak connection between institutional strategies and community
55 engagement. In addition, 160 respondents express their disagreement with the final
56 disposal of waste in the Hualtacal ravine and perceive negative effects on water, air, soil
57 and biodiversity. The data reveal a municipal service that operates with structural fragility
58 and without sufficient capacity to prevent environmental impacts. The lack of
59 communication, education and participation not only hinders the adoption of good
60 practices, but also prevents the consolidation of robust environmental governance. The
61 continued use of the Hualtacal ravine as a disposal site confirms the absence of formal
62 alternatives and highlights the role of insufficient infrastructure in sustaining inadequate
63 practices. Taken together, these elements explain why current management contributes
64 to environmental degradation and limits progress towards a sustainable model.

65 **Keywords:** Environmental degradation – user satisfaction – sustainability waste
66 management – waste collection

67 **RESUMEN**

68 El objetivo de esta investigación fue analizar la relación que existe entre la gestión de
69 residuos sólidos y la sostenibilidad ambiental en el distrito de Canchaque, Alto Piura,
70 Perú. La gestión de residuos sólidos en zonas rurales del norte del Perú presenta
71 brechas estructurales que limitan la sostenibilidad ambiental y favorecen prácticas de
72 disposición informal que afectan la calidad ambiental de la subcuenca del Hualtacal,
73 donde se ubicada el botadero del distrito de Canchaque. Para el desarrollo del estudio
74 se empleó un enfoque cuantitativo, centrado en la aplicación de encuestas durante los
75 meses de septiembre y octubre de 2025; la muestra estuvo conformada por 200
76 pobladores, seleccionados mediante criterios estadísticos de afijación proporcional,
77 alcanzando un nivel de confianza del 95% y un margen de error de $\pm 5\%$. El cuestionario
78 utilizado fue sometido a juicio de expertos para garantizar su pertinencia y claridad y la
79 consistencia interna se evaluó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach. Los resultados
80 dan cuenta que un 60% de la población considera inadecuado el servicio de recolección
81 y $\frac{3}{4}$ percibe carencias de infraestructura y equipamiento municipal. Se evidencia baja
82 efectividad de las estrategias de comunicación ambiental y escaso conocimiento de
83 normativas y planes municipales (como los PIGARS, 2024). Existe una evidente
84 ausencia de programas de educación ambiental y reciclaje, un 80% manifiesta que la
85 participación ciudadana es muy baja, dejando evidencia de la débil conexión entre las
86 estrategias institucionales y el compromiso comunitario; 160 encuestados expresan su
87 desacuerdo respecto a la disposición final de los residuos en la quebrada de Hualtacal
88 y perciben efectos negativos sobre el agua, el aire, el suelo y la biodiversidad. Los datos
89 revelan un servicio municipal que opera con fragilidad estructural y sin la capacidad
90 suficiente para prevenir impactos ambientales; también se aprecia que la falta de
91 comunicación, educación y participación no solo dificulta la adopción de buenas
92 prácticas, sino que impide consolidar una gobernanza ambiental sólida. La permanencia
93 de la quebrada Hualtacal como espacio de disposición confirma la ausencia de
94 alternativas formales y el peso que tiene la infraestructura insuficiente en la continuidad
95 de prácticas inadecuadas. Estos elementos, en conjunto, explican por qué la gestión
96 actual contribuye a la degradación ambiental y limita la transición hacia un modelo
97 sostenible.

98 **Palabras clave:** Degrado ambiental – gestión de residuos – recolección de residuos
99 – satisfacción de los usuarios – sostenibilidad

100

101 **INTRODUCCIÓN**

102 La gestión de residuos sólidos se ha consolidado como uno de los problemas
103 ambientales más persistentes en territorios urbanos y periurbanos de baja densidad,
104 especialmente en regiones de ingresos medios y bajos (Iacobaea et al., 2025). A
105 escala global, menos del 40 por ciento de los residuos generados reciben servicios
106 adecuados de recolección, reflejando un desfase estructural entre el crecimiento urbano
107 y la provisión de infraestructura ambiental esencial (UNEP, 2024). En este marco,
108 comprender la relación entre la gestión de residuos y la sostenibilidad ambiental resulta
109 especialmente relevante para territorios rurales, donde las brechas de infraestructura y
110 gobernanza condicionan las prácticas de disposición y sus impactos socioambientales,
111 tal como se evidencia en distritos del norte del Perú como Canchaque.

112 En este sentido, Kaza et al. (2018) enfatizan la magnitud del reto al señalar que “la
113 gestión inadecuada de los residuos sólidos urbanos no solo compromete la salud pública
114 y el ambiente, sino que también genera presiones económicas y sociales que desbordan
115 la capacidad de respuesta institucional en países de ingresos medios y bajos” (p. 19).
116 Esta afirmación permite dimensionar la urgencia de transformar los sistemas de gestión
117 existentes.

118 Asimismo, este problema se intensifica en América Latina, donde la dependencia de
119 vertederos y las bajas tasas de reciclaje limitan la transición hacia modelos sostenibles
120 (Gutberlet et al., 2020). A ello se suman coberturas desiguales y capacidades logísticas
121 insuficientes, especialmente en municipios pequeños, donde la dispersión territorial y la
122 escasa infraestructura favorecen la disposición informal. Además, investigaciones como
123 las de Cervantes (2022) y Del Carmen-Niño et al. (2023) evidencian que la falta de
124 planificación ambiental profundiza estas prácticas inadecuadas.

125 En este contexto, los Objetivos de Desarrollo Sostenible adquieren especial relevancia,
126 ya que el ODS 12 promueve la “gestión ambientalmente racional de productos químicos
127 y residuos a lo largo de su ciclo de vida”, mientras que el ODS 11 insta a reducir el
128 impacto ambiental de los asentamientos mediante una gestión adecuada de los residuos
129 municipales (ONU, 2015). Asimismo, estudios recientes señalan que sistemas de
130 gestión de residuos bien diseñados son esenciales para avanzar hacia las metas de la
131 Agenda 2030 y fortalecer la salud ambiental y territorial (Ahmed et al., 2023).

132 En el caso peruano, la problemática adquiere características particulares. Por un lado,
133 la generación per cápita de residuos se ha incrementado con el crecimiento económico.
134 Por otro, los sistemas de valorización y tratamiento no han evolucionado al mismo ritmo,
135 generando impactos negativos sobre suelos, cuerpos de agua y salud pública,
136 especialmente en ciudades intermedias y distritos rurales (Vázquez-Rowe & Pilar,

137 2020). Asimismo, las evaluaciones oficiales en la región Piura muestran acumulaciones
138 críticas de residuos en cauces y márgenes ribereños, lo cual aumenta la vulnerabilidad
139 frente a eventos hidrometeorológicos intensos (ANA, 2023; INGEMMET, 2024).

140 A esto se suma que la eficiencia del manejo municipal depende fuertemente de factores
141 territoriales como la localización geográfica, la conectividad vial y la disponibilidad de
142 infraestructura, más que de actitudes individuales (Izquierdo-Horna & Camacho-
143 Castañeda, 2022). De igual modo, la literatura subraya la necesidad de replantear los
144 sistemas actuales bajo el marco de la economía circular. Kirchherr *et al.* (2023)
145 sostienen que este paradigma busca desacoplar el crecimiento económico de la
146 generación de residuos mediante estrategias de valorización.

147 Ghisellini *et al.* (2021) refuerzan esta perspectiva al afirmar que “la economía circular
148 solo puede consolidarse mediante una gestión de residuos que priorice la prevención,
149 la reutilización y el reciclaje, permitiendo cerrar ciclos de materiales y garantizando un
150 uso más racional de los recursos naturales en contextos urbanos y rurales” (p. 415).
151 Esta visión destaca la importancia de integrar procesos de recuperación con políticas
152 de sostenibilidad ambiental.

153 A la vez, Velis & Brunner (2021) advierten que el modelo lineal de tomar, hacer y
154 desechar ha alcanzado sus límites, mientras que Kurniawan *et al.* (2022) subrayan que
155 el sector de residuos contribuye significativamente a las emisiones de metano, por lo
156 que medidas como la digestión anaeróbica y el compostaje son fundamentales para la
157 mitigación climática. Por otra parte, Borrelle *et al.* (2020) muestran que la contaminación
158 por plásticos en suelos y cuerpos de agua evidencia la necesidad urgente de adoptar
159 enfoques sistémicos en la gestión de residuos.

160 Sin embargo, la implementación de estos enfoques depende de estructuras de
161 gobernanza sólidas. En Perú, la aplicación del Reglamento de la Ley de Gestión Integral
162 de Residuos Sólidos enfrenta múltiples barreras relacionadas con la disponibilidad
163 presupuestaria, la capacidad técnica y la articulación interinstitucional, lo cual reduce su
164 efectividad (Márquez *et al.*, 2021). Esta realidad condiciona la aplicación de
165 instrumentos nacionales como la Política Nacional del Ambiente al 2030 y el Plan
166 Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (MINAM, 2016; 2021).

167 En este contexto, el distrito de Canchaque representa un caso emblemático de las
168 brechas estructurales que enfrentan los territorios rurales; donde existen serios
169 problemas de gestión referidos a la disposición final de los residuos sólidos en la sub-
170 cuenca del Hualtacal, que es rechaza por algo mas de las de las ¾ de la población por
171 constituir fuente de contaminación, situación que se genera debido a la ausencia de

172 infraestructura adecuada, limitada capacidad operativa municipal y la falta de
173 planificación ambiental. Como resultado, la quebrada funciona como una infraestructura

174 Por otra parte existe un vacío de conocimientos sobre cómo las dinámicas espaciales,
175 la dispersión de asentamientos, la accesibilidad y la localización de equipamientos
176 inciden en la persistencia de la disposición informal en microcuencas rurales. Por ello,
177 esta investigación adopta desde un enfoque territorial urbanístico el análisis de la
178 relación entre la gestión de residuos sólidos y la sostenibilidad ambiental en Canchaque,
179 en razón a que los resultados expresan que más de la mitad de la población considera
180 inadecuado el servicio de recolección, 3/4 partes perciben carencias de infraestructura
181 municipal, el 80% identifica baja participación ciudadana y similar porcentaje afirma
182 disponer sus residuos directamente en la quebrada, señalando impactos sobre el agua,
183 el aire, el suelo y la biodiversidad.

184 El objetivo central del estudio, es analizar la relación entre la gestión de residuos sólidos
185 y la sostenibilidad ambiental en Canchaque, Alto Piura, Perú considerando las brechas
186 de infraestructura, la calidad del servicio, la participación ciudadana y los patrones
187 territoriales que explican la persistencia de la disposición informal.

188

189 **MATERIALES Y MÉTODOS**

190 La investigación se desarrolló en el distrito de Canchaque, provincia de Huancabamba,
191 cuyas coordenadas son 5°24'1.97" S de latitud y 79°36'18.71" W de longitud, Alto Piura,
192 Perú.

193 El estudio empleó un enfoque cuantitativo con un diseño transversal de nivel
194 descriptivo-explicativo. La muestra estuvo conformada por 200 participantes,
195 seleccionados mediante criterios estadísticos de afijación proporcional, considerando un
196 nivel de confianza del 95% y un margen de error de ±5%, a partir de una población total
197 de 7 757 habitantes del Censo del 2017 (INEI, 2018).

198 Para la recolección de datos se aplicaron cuestionarios estandarizados, previamente
199 validados a través de juicio de expertos. La consistencia interna del instrumento se
200 verificó mediante el coeficiente Alfa de Cronbach ($\alpha = 0,80$), lo que garantizó la fiabilidad
201 de los ítems referidos a las variables, dimensiones e indicadores del estudio.

202 Las encuestas fueron administradas a personas entre 18 y 70 años, contando en todos
203 los casos con consentimiento informado. La aplicación se realizó durante septiembre y
204 octubre de 2025.

205 **Aspectos éticos**

206 La investigación en su conjunto se rigió por principios éticos orientados a garantizar el
207 respeto y la protección de las personas participantes. Se aseguró la transparencia
208 metodológica y se gestionaron los posibles conflictos de interés. El diálogo con cada
209 participante se llevó a cabo respetando sus opiniones, previo consentimiento informado,
210 y se salvaguardó el anonimato y la confidencialidad de los datos recopilados. Durante
211 el trabajo de campo, se mantuvo un trato respetuoso hacia los habitantes de
212 Canchaque, Alto Piura, Perú, y de los centros poblados aledaños. Asimismo, el equipo
213 de investigación asume su responsabilidad social y el compromiso de contribuir con
214 soluciones viables y equitativas a los problemas identificados, particularmente en la
215 subcuenca del Hualtacal. Para ello, se planea una futura intervención basada en los
216 criterios teóricos y metodológicos del urbanismo regenerativo para la resiliencia hídrica,
217 con el fin de fortalecer tanto la credibilidad científica como la relevancia social del
218 estudio.

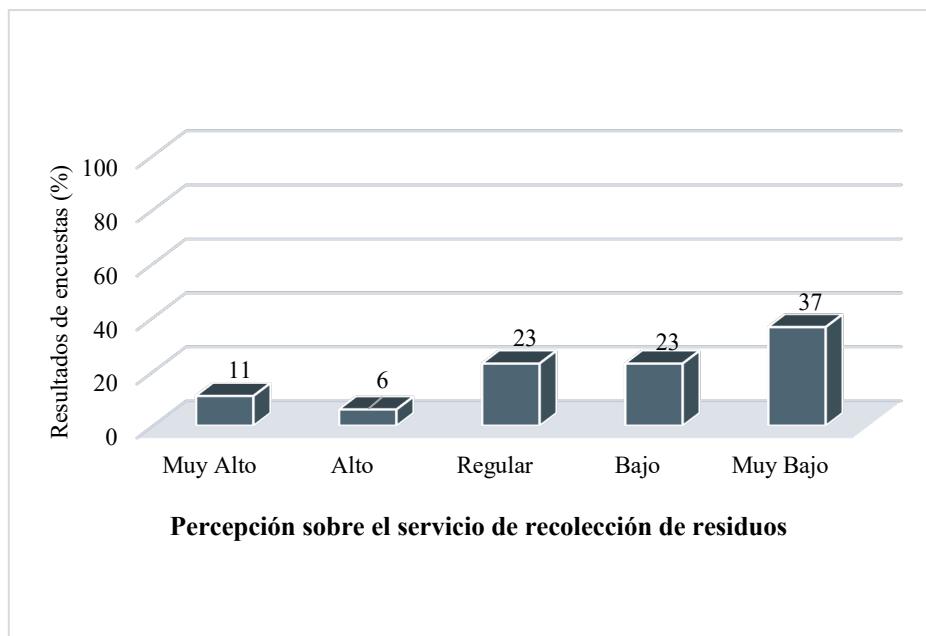
219

220 **RESULTADOS**

221 En la Figura 1 se observa que más de la mitad de los encuestados percibe que la
222 recolección de residuos sólidos en Canchaque no se realiza de forma adecuada ni
223 siguiendo los horarios establecidos. Asimismo, una pequeña minoría expresó una
224 opinión moderadamente favorable, lo que demuestra que la satisfacción general
225 respecto al cumplimiento del sistema de recolección es reducida. En conjunto, los datos
226 reflejan una tendencia predominante hacia la percepción negativa del servicio, lo cual
227 permite advertir un bajo nivel de confianza ciudadana en la gestión municipal de los
228 residuos.

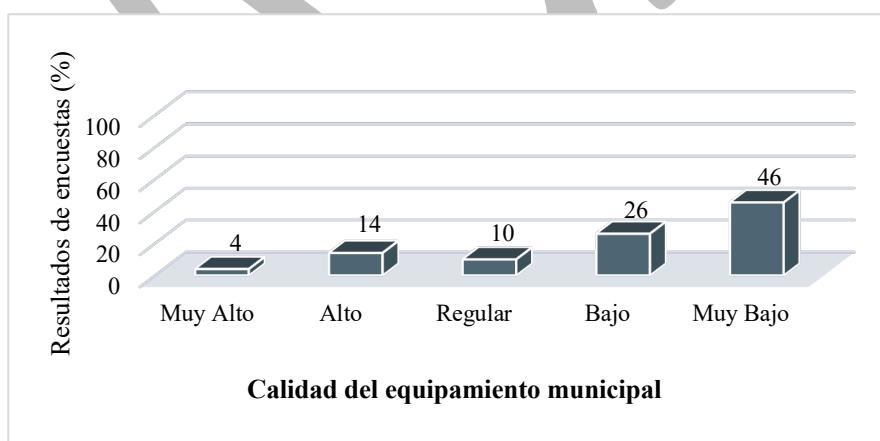
229

230



231 **Figura 1.** Satisfacción con el servicio de recolección de residuos sólidos en Canchaque,
 232 Alto Piura, Perú.

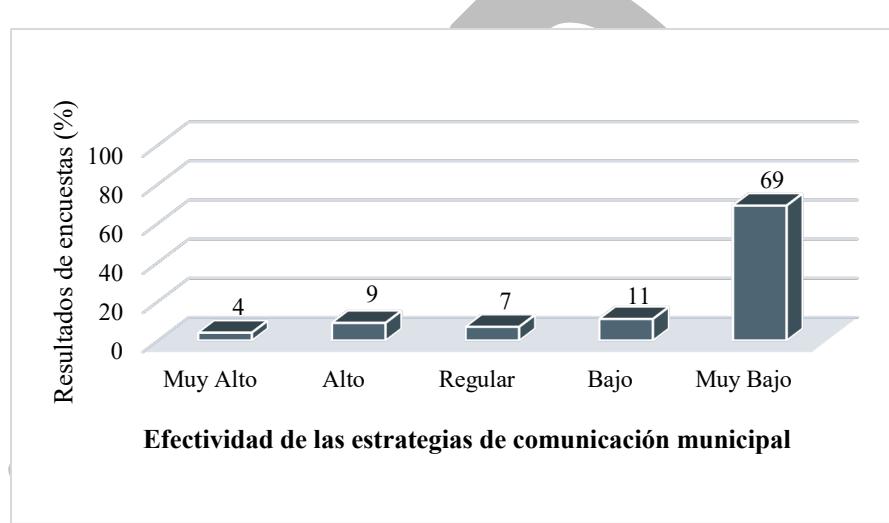
233 En relación con la infraestructura y el equipamiento destinados a la recolección de
 234 residuos, la Figura 2 muestra que casi 3/4 partes de los encuestados considera que la
 235 municipalidad carece de los medios necesarios para realizar adecuadamente esta labor.
 236 Este resultado revela un consenso amplio respecto a la falta de recursos materiales para
 237 atender de forma eficiente el servicio de limpieza pública. En conjunto, los datos
 238 evidencian una concentración de respuestas en los niveles bajos de la escala, lo que
 239 refleja una percepción generalizada de deficiencia en la capacidad operativa de la
 240 entidad municipal.



241

242 **Figura 2.** Calidad de la infraestructura y equipamiento municipal en Canchaque, Alto
 243 Piura, Perú.

244 Por otro lado, en la Figura 3 se observa que las $\frac{3}{4}$ partes de la población encuestada
245 opina que la efectividad de las estrategias se ubica entre bajo y muy bajo, por tanto se
246 percibe ineeficacia en los mensajes y medios de comunicación empleados por la
247 municipalidad para informar sobre la gestión de residuos sólidos. Asimismo, las
248 opiniones de una pequeña fracción se situó en el nivel intermedio, mientras que
249 aproximadamente una décima parte y una proporción aún menor opina que es alto y
250 muy alto. En conjunto, los resultados evidencian una marcada concentración de
251 respuestas en los valores inferiores de la escala, lo que denota una percepción
252 generalizada de deficiencia en los mecanismos de comunicación ambiental.



253 **Figura 3.** Efectividad de las estrategias de comunicación municipal en Canchaque, Alto
254 Piura, Perú.

255 Asimismo, en la Figura 4 se muestra que más de la mitad de los encuestados expresó
256 un nivel muy bajo de conocimiento sobre las normas y planes de gestión integral de
257 residuos sólidos, mientras que solo un mínimo porcentaje manifestó poseer un
258 conocimiento alto. En consecuencia, se puede afirmar que la población encuestada
259 presenta limitada familiaridad con los marcos normativos relacionados con la gestión de
260 residuos, lo que se traduce en una baja presencia de valores elevados en la distribución
261 total de respuestas.

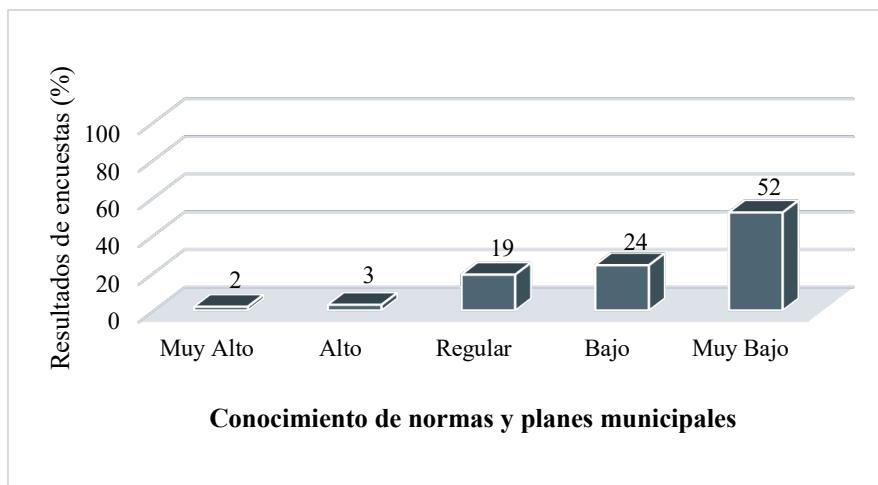
262

263

264

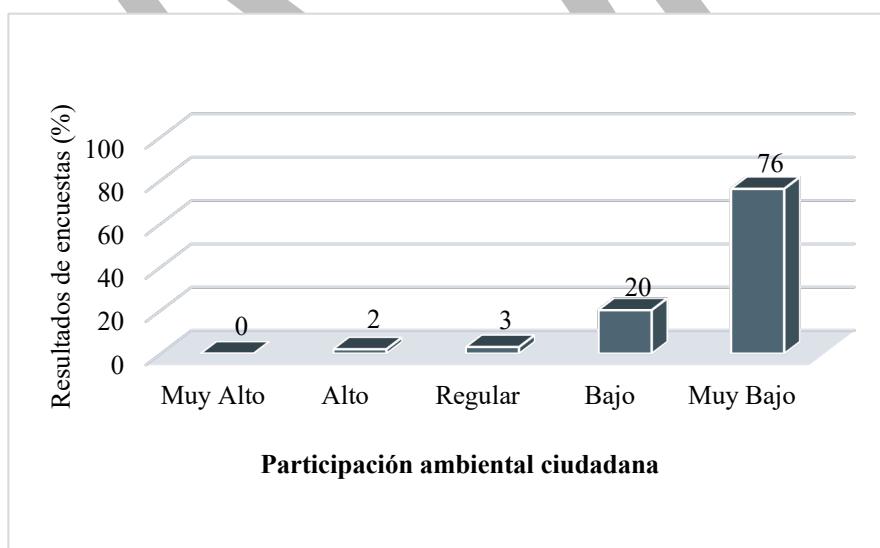
265

266



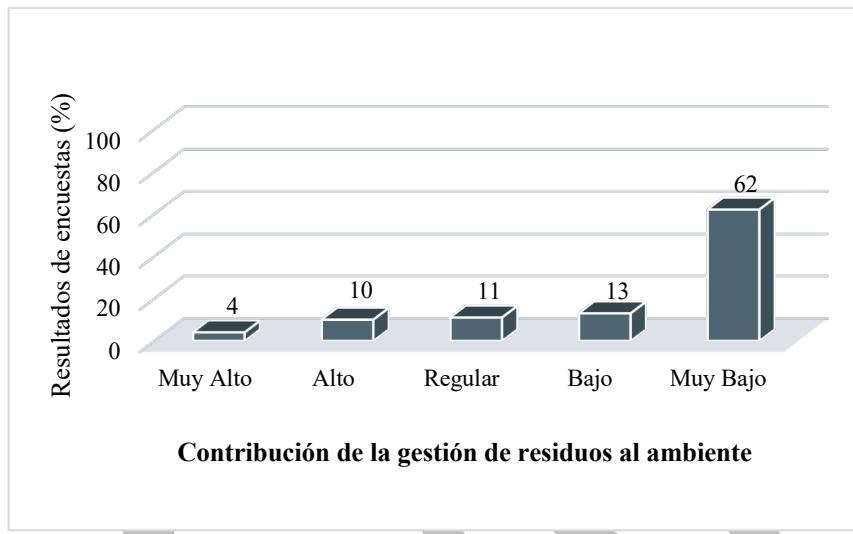
267 **Figura 4.** Conocimiento sobre la existencia y contenido de normas y planes municipales
268 como Ordenanzas, PIGARS (2024), en Canchaque, Alto Piura, Perú.

269 En la Figura 5, correspondiente a la pregunta sobre la existencia de programas de
270 educación ambiental o campañas de reciclaje, se observa que las respuestas de mas
271 de $\frac{3}{4}$ partes de los encuestados se ubicó en el nivel más bajo de la escala, lo que
272 evidencia una percepción generalizada de ausencia de iniciativas municipales en este
273 ámbito. Asimismo, una quinta parte manifestó una valoración baja, mientras que solo
274 una mínima fracción alcanzó el nivel más alto, reflejando una proporción casi inexistente
275 de opiniones favorables. En conjunto, los resultados exponen una percepción negativa
276 respecto a la implementación de estrategias ambientales locales, lo que pone de
277 manifiesto una limitada intervención institucional orientada a la promoción del reciclaje
278 y la educación ambiental dentro de la comunidad.



279 **Figura 5.** Participación ciudadana en acciones sostenibles clasificación, reciclaje,
280 compostaje, limpiezas públicas en la subcuenca del Hualtacal Alto Piura, Perú.

282 En la Figura 6 se observa que las opiniones de más de la mitad de los encuestados se
283 ubicó en el nivel más bajo de la escala, lo que pone en evidencia una reducida
284 participación ciudadana en las acciones municipales orientadas a la gestión de residuos
285 sólidos. Este resultado revela a su vez una limitada implicación de la población en las
286 iniciativas promovidas por la autoridad local, lo cual sugiere una débil conexión entre las
287 estrategias institucionales y el compromiso comunitario.



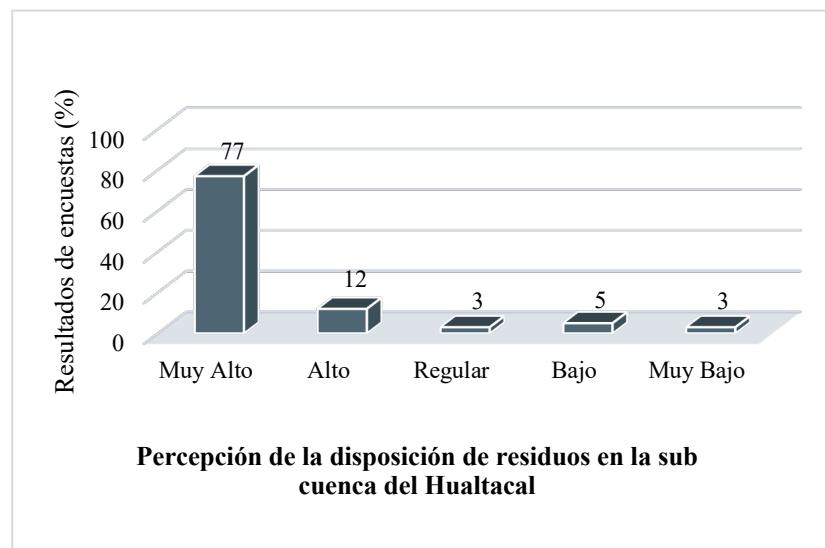
288 **Figura 6.** Contribución de la gestión actual de residuos a la protección del medio
289 ambiente en Canchaque, Alto Piura, Perú.

290 Según los resultados presentados en la Figura 7, se observa que las respuestas de más
291 de $\frac{3}{4}$ partes de los encuestados se ubicaron en el nivel más alto de la escala, lo que
292 evidencia un amplio desacuerdo respecto a la disposición de residuos en la quebrada
293 del Hualtacal, en razón a que se genera contaminación del agua, suelo, aire y
294 biodiversidad. Además, está marcada concentración de respuestas en los niveles
295 superiores revela una tendencia predominante hacia una valoración negativa de la
296 gestión actual de los residuos sólidos en dicho sector. Asimismo, los datos muestran
297 una notable homogeneidad en las percepciones ciudadanas, lo que refuerza la idea de
298 un consenso generalizado acerca de la necesidad de fortalecer las acciones municipales
299 orientadas al control y tratamiento adecuado de los desechos.

300

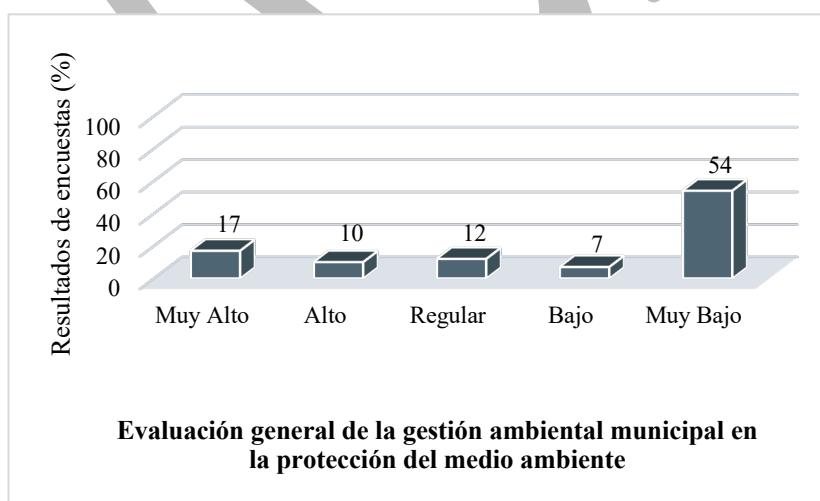
301

302



304 **Figura 7.** Grado de percepción sobre la disposición final de residuos en Canchaque,
305 Alto Piura, Perú.

306 Finalmente, la Figura 8 evidencia que las respuestas de más de la mitad de los
307 encuestados se ubicaron en el nivel más bajo de la escala, como expresión de que una
308 parte considerable de la población percibe la gestión municipal de residuos como
309 inadecuada. Además, algo más de una décima parte mostró una valoración intermedia,
310 mientras que los niveles superiores alcanzaron únicamente una proporción reducida. En
311 conjunto, estos resultados revelan una tendencia predominante hacia percepciones
312 negativas, lo que pone de manifiesto la necesidad de fortalecer las estrategias locales
313 de gestión y educación ambiental.



315 **Figura 8.** La gestión actual de los residuos sólidos afecta la calidad del agua, aire suelo
316 y la biodiversidad en Canchaque, Alto Piura, Perú.

317 **DISCUSIÓN**

318 El análisis integrado de los resultados cuantitativos evidencia que la gestión de residuos
319 sólidos en Canchaque se desarrolla en condiciones que vulneran los principios
320 esenciales de la sostenibilidad ambiental. La información recolectada permite identificar
321 limitaciones significativas en el sistema actual, así como sus implicancias territoriales y
322 los indicadores ambientales y sociales más afectados por la inadecuada gestión
323 municipal. Los hallazgos demuestran que el proceso de manejo de residuos no solo
324 presenta deficiencias operativas, sino también vacíos en materia de eficiencia,
325 resiliencia, prevención de impactos y gobernanza, dimensiones fundamentales para la
326 consolidación de un sistema sostenible.

327 Bajo este enfoque, es indispensable considerar que la sostenibilidad ambiental exige
328 que las intervenciones públicas reduzcan los impactos sobre el agua, el aire, el suelo,
329 la biodiversidad y la salud humana, además de promover procesos participativos y
330 asegurar la existencia de infraestructura adecuada que prevenga daños ecológicos
331 (Pérez-Sánchez *et al.*, 2023). Sin embargo, los resultados muestran que estos
332 elementos no se encuentran plenamente garantizados en Canchaque, lo que repercute
333 directamente en la calidad ambiental del territorio.

334 En cuanto a la eficiencia del sistema, la percepción predominantemente negativa
335 respecto a la recolección (Figura 1) constituye un primer indicador crítico. Los
336 encuestados señalan incumplimientos en horarios y fallas en la prestación del servicio,
337 un patrón que coincide con lo reportado en contextos rurales donde la cobertura es
338 limitada y la recolección intermitente, favoreciendo acumulaciones de residuos y
339 prácticas informales (UNEP, 2024). Esta deficiencia operativa incrementa el riesgo de
340 focos de contaminación, afecta la calidad del aire y facilita la proliferación de vectores,
341 debilitando además la confianza ciudadana en las instituciones locales (Ali *et al.*, 2024).

342 Esta percepción se vincula estrechamente con la insuficiencia de infraestructura y
343 equipamiento municipal (Figura 2). La mayoría de la población considera que el
344 municipio carece de los recursos necesarios para asegurar un servicio eficiente. Este
345 resultado coincide con estudios en municipios de menor escala que muestran que las
346 limitaciones técnicas y presupuestales dificultan la sostenibilidad del sistema de gestión
347 de residuos (Cervantes, 2022; Del Carmen-Niño *et al.*, 2023). En el caso de Canchaque,
348 estas carencias impactan el transporte de residuos, los tiempos de recolección y el
349 control de rutas, generando presión sobre los ecosistemas al incentivar el uso de
350 quebradas y cauces como espacios de vertido.

351 En el ámbito social y de gobernanza, las encuestas evidencian que la ciudadanía
352 percibe como ineficaces las estrategias de comunicación ambiental (Figura 3). La
353 literatura sostiene que la comunicación clara y continua es indispensable para promover
354 conductas sostenibles y fortalecer la educación ambiental (Castro-Berrios, 2023;
355 Montoya, 2024). La falta de mensajes estratégicos dificulta que la población conozca
356 rutas, horarios, campañas y obligaciones normativas, reduciendo la adherencia a
357 prácticas adecuadas de manejo.

358 Esta deficiencia se refleja también en el bajo conocimiento de normas, planes y
359 ordenanzas relacionadas con la gestión de residuos (Figura 4). La escasa apropiación
360 de documentos como el Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos
361 Municipales (PIGARS) (MINAM, 2019) indica que la gobernanza ambiental no se
362 consolida a nivel comunitario. Investigaciones en microcuencas andinas demuestran
363 que el desconocimiento normativo contribuye significativamente a la persistencia de
364 prácticas de disposición informal, incluso cuando existe rechazo social hacia estas
365 conductas (Vélez-Azañero *et al.*, 2022; Leiva-Tafur *et al.*, 2024). Esto afecta indicadores
366 clave como la participación informada, la segregación en fuente y la reducción de
367 residuos.

368 La ausencia percibida de programas de educación ambiental o iniciativas de reciclaje
369 (Figura 5) profundiza estas brechas. La literatura sobre sostenibilidad urbana resalta la
370 importancia de procesos educativos continuos que fomenten la conexión entre
371 comunidad y entorno natural, la adopción de prácticas de reciclaje y la reducción de
372 presión sobre los ecosistemas (Kellert, 2018). En este sentido, la falta de programas
373 ambientales afecta indicadores como tasas de reciclaje, generación de residuos
374 orgánicos, participación ciudadana y valoración del paisaje (Chen & Müller, 2023).

375 Además, la baja participación comunitaria en acciones municipales vinculadas a la
376 gestión de residuos (Figura 6) constituye un obstáculo para la sostenibilidad social del
377 sistema. La participación es uno de los indicadores más relevantes para evaluar la
378 solidez de la gobernanza ambiental, y su debilidad evidencia la falta de estrategias que
379 promuevan corresponsabilidad y cohesión entre la ciudadanía y las autoridades locales
380 (Fernández & Kovács, 2024).

381 Uno de los hallazgos más significativos es el amplio rechazo al depósito de residuos en
382 la quebrada Hualtacal (Figura 7). Pese a que más de las ¾ de los encuestados expresa
383 su desacuerdo con esta práctica, la disposición informal persiste. Esta contradicción
384 evidencia un fenómeno estructural: la quebrada funciona como infraestructura sustituta
385 ante la ausencia de alternativas formales. Esta situación coincide con lo reportado en

386 Lima (Vélez-Azañero *et al.*, 2022) y en Amazonía (Leiva-Tafur *et al.*, 2024), donde
387 territorios sin infraestructura suficiente terminan transformando cauces naturales en
388 espacios de vertido. Los indicadores directamente afectados incluyen calidad del agua,
389 erosión de suelos, riesgo hídrico, pérdida de biodiversidad y salud pública Santos *et al.*
390 (2023)

391 Finalmente, la percepción sobre el impacto ambiental negativo de la gestión municipal
392 (Figura 8) confirma la relación entre un sistema deficiente y la degradación ambiental.
393 Los habitantes reconocen afectaciones al agua, aire, suelo y fauna, lo que coincide con
394 diagnósticos de ANA (2023) e INGEMMET (2024) sobre vulnerabilidad de microcuencas
395 en Piura. Desde una perspectiva técnica, esta afectación incide directamente sobre los
396 indicadores de contaminación ambiental, vulnerabilidad territorial, resiliencia ante
397 eventos extremos y protección de la biodiversidad.

398 En conjunto, los resultados demuestran que la gestión de residuos sólidos en
399 Canchaque enfrenta limitaciones estructurales que impiden avanzar hacia un modelo
400 ambientalmente sostenible. Las percepciones ciudadanas, la evidencia cualitativa y los
401 indicadores evaluados revelan un sistema marcado por deficiencias operativas, falta de
402 infraestructura, débil gobernanza y prácticas territoriales que perpetúan la disposición
403 informal, a pesar del rechazo social existente. Esta combinación de factores afecta
404 dimensiones críticas de la sostenibilidad, comprometiendo el equilibrio ecológico de la
405 subcuenca del Hualtacal. Los hallazgos ponen de manifiesto la necesidad de reorientar
406 la gestión municipal a partir de un enfoque urbanístico integral que incorpore la
407 planificación territorial, la participación comunitaria y el fortalecimiento institucional para
408 mitigar los impactos actuales y promover un desarrollo sostenible a mediano y largo
409 plazo.

410 AGRADECIMIENTOS

411 Agradecemos a la Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú por la oportunidad de
412 desarrollar esta investigación, al equipo de investigación por su denodado esfuerzo y
413 compromiso.

414 Author contributions: CRediT (Contributor Roles Taxonomy)

415 **OVH** = Oswaldo Velásquez-Hidalgo

416 **GYT** = Guisela Yábar-Torres

417 **MVM** = Manuel Villena-Mavila

418 **JGA** = Juan Gómez-Avalos

- 419 **MCF**= María Chirinos-Flores
- 420 **JRF** = Jennifer Rodríguez-Flores
- 421 **ZQC** = Zamira Quispe-Cusi
- 422
- 423 **Conceptualization**: OVH, GYT, MCF, JRF, ZQC
- 424 **Data curation**: JRF, ZQC, MCF
- 425 **Formal analysis**: GYT, JRF, MCF, ZQC
- 426 **Funding acquisition**: OVH, GYT, MVM, MCF
- 427 **Investigation**: GYT, JRF, ZQC, MCF
- 428 **Methodology**: JCGA, ZQC
- 429 **Project administration**: GYT
- 430 **Resources**: OVH, GYT, MVM
- 431 **Software**: JRF, JCGA
- 432 **Supervision**: OVH, GYT
- 433 **Validation**: OVH, GYT, MVM, JCGA
- 434 **Visualization**: JRF
- 435 **Writing-original draft**: OVH, GYT
- 436 **Writing-review & editing**: GYT, JRF, MCF, ZQC
- 437
- 438 **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**
- 439
- 440 Ahmed, T., Kabir, G., & Ghosh, A. (2023). Municipal solid waste management and its
441 link to SDGs: A systems perspective. *Sustainability Review*, 3, 45–60.
- 442
- 443 Ali, S. M., Anwar, S., & Majeed, F. (2024). Ineffective waste collection worsens public
444 health and erodes trust in local government: A longitudinal study in urban Pakistan.
445 *Scientific Reports*, 14, 12859.

- 446 Autoridad Nacional del Agua - ANA. (2023). *Diagnóstico de la calidad de los recursos*
447 *hídricos superficiales en la unidad hidrográfica Chira–Piura*. Autoridad Nacional
448 del Agua.
- 449 Borrelle, S. B., Ringma, J., Law, K. L., Monnahan, C. C., Lebreton, L., McGivern, A.,
450 Murphy, E., Jambeck, J., Leonard, G., Hilleary, M. A., Eriksen, M., Possingham,
451 H. P., De Frond, H., Gerber, L. R., Polidoro, B., Tahir, A., Bernard, M., Mallos, N.,
452 Barnes, M., & Rochman, C. M. (2020). Predicted growth in plastic waste exceeds
453 efforts to mitigate plastic pollution. *Science*, 369(6510), 151–156.
- 454 Castro-Berrios, L.T. (2023). *Optimización de rutas para la recolección de los residuos*
455 *sólidos domiciliarios utilizando herramientas SIG en la localidad de Huarín (2022)*
456 [Tesis de licenciatura]. Universidad San Ignacio de Loyola.
- 457 Cervantes, L. (2022). Gestión de residuos sólidos urbanos y gobernanza ambiental en
458 México. *Revista de Gestión Ambiental y Sostenibilidad*, 11, 45–58.
- 459 Chen, L., & Müller, N. (2023). The role of municipal environmental programs in driving
460 sustainable community outcomes: Assessing recycling rates, organic waste
461 diversion, citizen engagement, and landscape quality. *Sustainability*, 15, 14145.
- 462 Del Carmen-Niño, V., Herrera-Navarrete, R., Juárez-López, A. L., Sampedro-Rosas, M.
463 L., & Reyes-Umaña, M. (2023). Municipal solid waste collection: Challenges,
464 strategies and perspectives in the optimization of a municipal route in a southern
465 Mexican town. *Sustainability*, 15, 1083.
- 466 Fernández, R. V., & Kovács, E. (2024). Citizen participation as a cornerstone of robust
467 environmental governance: Measuring its role in building social cohesion and
468 shared responsibility. *Journal of Environmental Management*, 351, 119845.
- 469 Ghisellini, P., Ulgiati, S., & Ripa, M. (2021). Circular economy transitions: A review.
470 *Journal of Cleaner Production*, 286, 124–415.
- 471 Gutberlet, J., Carenzo, S., Kain, J.H., & de Azevedo, A.M.M. (2020). Waste picker
472 organizations and their contribution to the circular economy: Two case studies
473 from the Global South. *Environment and Urbanization*, 32, 841–858.
- 474 Iacoboaea, C., Damian, A., Nenciu, I., Aldea, M., Luca, O., Sercaianu, M., Neagu, A., &
475 Rauta, E. (2025). Towards inclusive waste management in marginalized urban
476 areas: An expert-guided framework and its pilot in Resita, Romania.
477 *Sustainability*, 17, 5070.
- 478

- 479 Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET (2024). *Evaluación de zonas*
480 *críticas por peligros geológicos ante Fenómeno El Niño 2023–2024 en el*
481 *departamento de Piura* (Informe Técnico A7462). INGEMMET.
- 482 INEI. (2018). Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de
483 Comunidades Indígenas.
484 https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib154
485 4/
- 486 Izquierdo-Horna, L., & Camacho-Castañeda, D. (2022). Municipal solid waste
487 generation: An exploratory analysis of consumption patterns in Peru. *WIT*
488 *Transactions on Ecology and the Environment*, 260, 405–413.
- 489 Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van Woerden, F. (2018). *What a waste 2.0: A global*
490 *snapshot of solid waste management to 2050*. World Bank.
- 491 Kellert, S.R. (2018). *Naturaleza por diseño: La práctica del diseño biofílico*. Yale
492 University Press.
- 493 Kirchherr, J., Pruyt, E., & Hekkert, M. (2023). Moving towards a circular economy:
494 Transformative approaches and barriers. *Resources, Conservation and*
495 *Recycling*, 196, 154–168.
- 496 Kurniawan, T. A., Othman, M., Sillanpää, M., Albadarin, A. B., & Gupta, V. K. (2022). Solid
497 waste management and greenhouse gas emissions reduction strategies. *Journal*
498 *of Environmental Management*, 320, 115–103
- 499 Leiva-Tafur, D., Rascón-Barrios, J., Corroto-de la Fuente, F., Goñas-Goñas, M.,
500 Gamarra-Torres, O. A., & Oliva-Cruz, S. M. (2024). Spatio-temporal evaluation of
501 metals and metalloids in the water of high-Andean livestock micro-watersheds,
502 Amazonas, Peru. *Helijon*, 10, 33013.
- 503 Márquez, P., Cortez, J. L., & Sanguinetti, P. (2021). Challenges in municipal solid waste
504 management: Evidence from the implementation of Peru's waste law. *Journal of*
505 *Environmental Management*, 299, 113563.
- 506 Ministerio del Ambiente - MINAM. (2019). Guía para elaborar el plan provincial de
507 gestión integral de residuos sólidos municipales. MINAM.
- 508 Ministerio del Ambiente - MINAM. (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos*
509 *Sólidos 2016–2024*. MINAM.

- 510 Ministerio del Ambiente - MINAM. (2021). *Política Nacional del Ambiente al 2030.*
511 MINAM.
- 512 Montoya, P. M. A. (2024). Un modelo de rutas para la recolección de residuos sólidos
513 domiciliarios: Un caso de estudio. *Revista Metodologías Cuantitativas para la*
514 *Economía y la Empresa*, 32, 1–20.
- 515 Organización de las Naciones Unidas - ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la*
516 *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- 517 Pérez-Sánchez, L. A., Gómez-Bagethun, E., & Ruiz-Mallén, I. (2023). A comprehensive
518 review of methodologies for sustainability assessment of urban systems.
519 *Sustainability*, 15, 11205.
- 520 Santos, P., Zhang, W., & Moreno, J. L. (2023). Integrated assessment of land use change
521 impacts on multiple ecosystem services: Water quality, soil erosion, hydrological
522 risk, biodiversity, and public health. *Science of The Total Environment*, 856,
523 158961.
- 524 United Nations Environment Programme - UNEP. (2024). *Global Waste Management*
525 *Outlook 2024*. UNEP.
- 526 Vázquez-Rowe, I., & Pilar, G. (2020). Waste management in Peru: A systemic review of
527 the literature and opportunities for a circular economy. *Waste Management and*
528 *Research*, 38, 1–14.
- 529 Vélez-Azañero, A., Luque Sandoval, N., & Vílchez Aguilar, D. (2022). Residuos sólidos
530 de la cuenca del río Lurín, Lima, Perú. *Ciencia Amazónica*, 9, 81–92.
- 531 Velis, C., & Brunner, P. (2021). A critique of the circular economy. *Waste Management*,
532 120, 2–12.
- 533 Received December 5, 2025.
- 534 Accepted December 20, 2025.