REVISTA INVECOM
ISSN en línea: 2739-0063

Implicancias sociales y socioeconómicas de la contaminación hídrica fluvial: desafíos para la gestión pública

Social and Socioeconomic Implications of River Water Pollution: Challenges for Public Management

Recibido: 22/06/2026 - **Aceptado:** 10/09/2026

Víctor Elías Chávez Montenegro
https://orcid.org/0000-0003-3554-6292
vichavezmo@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Gloria Milagros Tello Suárez
https://orcid.org/0009-0006-0738-3149
gloria.tello@unica.edu.pe
Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Pisco, Perú

José Alejandro Mauricio Olivera
https://orcid.org/0000-0001-8651-8588
jmauriciool@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Juan Pablo Huarachi Valencia
https://orcid.org/0000-0002-9527-6952
jhuarachi@unap.edu.pe
Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú

Neri Viviana Cusipuma Rebatta
https://orcid.org/0009-0006-0523-369X
viviana.cusipuma@unica.edu.pe
Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, Perú

Resumen

El objetivo fue analizar las implicancias sociales y socioeconómicas asociadas con la contaminación de un tramo urbano del río Piura, Perú, considerando los desafíos que esta problemática plantea para la gestión pública de los recursos hídricos. Se desarrolló un estudio de enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con diseño no experimental y carácter observacional. El componente ambiental comprendió el análisis de 20 muestras de agua superficial recolectadas en diez puntos de monitoreo durante las épocas lluviosa y seca, mientras que el componente social consideró una base simulada de 384 participantes. Los resultados integraron las mediciones microbiológicas con la información social considerada para el análisis. Se evidenció un incremento de la contaminación microbiológica hacia los sectores finales del tramo evaluado, alcanzándose una concentración máxima de $1,4 \times 10^7$ NMP/100 mL en el punto P9 durante la época seca. Asimismo, 14 de las 20 determinaciones superaron el valor de referencia considerado. Estos resultados permitieron identificar zonas prioritarias para fortalecer las acciones de monitoreo, control y prevención de la contaminación. Desde la perspectiva de la gestión pública, los hallazgos evidenciaron la necesidad de fortalecer la vigilancia de los recursos hídricos, focalizar las intervenciones en áreas críticas, mejorar el control de las potenciales fuentes contaminantes y fortalecer la comunicación institucional con las poblaciones vinculadas al recurso. Se concluyó que una gestión preventiva, focalizada y sustentada en información territorial constituye un elemento relevante para la protección sostenible de los recursos hídricos urbanos y del bienestar de las poblaciones vinculadas al río Piura.

Palabras clave: calidad del agua, contaminación hídrica, vigilancia ambiental.

SciELO Venezuela latindex LatinREV CC BY

Abstract
The objective was to analyze the social and socioeconomic implications associated with pollution in an urban stretch of the Piura River in Peru, taking into account the challenges this issue poses for public water resource management. A quantitative, applied study was conducted using a non-experimental, observational design. The environmental component involved the analysis of 20 surface water samples collected at ten monitoring points during the rainy and dry seasons, while the social component utilized a simulated sample of 384 participants. The results integrated microbiological measurements with the social data considered in the analysis. An increase in microbiological contamination was observed toward the end of the evaluated stretch, reaching a maximum concentration of 1.4×10^7 MPN/100 mL at point P9 during the dry season. Furthermore, 14 of the 20 samples exceeded the established reference value. These results made it possible to identify priority areas for strengthening monitoring, control, and pollution prevention measures. From a public management perspective, the findings highlighted the need to strengthen water resource monitoring, focus interventions on critical areas, improve control of potential pollution sources, and strengthen institutional communication with communities dependent on the resource. It was concluded that preventive, targeted management based on territorial data is a key element for the sustainable protection of urban water resources and the well-being of communities connected to the Piura River.

Keywords: water quality, water pollution, environmental monitoring.

Introducción
La calidad de los recursos hídricos influye en las condiciones de vida, el bienestar y las oportunidades socioeconómicas de las comunidades, debido a que puede comprometer los usos recreativos, agrícolas y potencialmente domésticos del agua. El acceso seguro al recurso continúa siendo una brecha mundial: entre 2015 y 2024, la cobertura de agua potable gestionada de manera segura aumentó de 68 % a 74 %; sin embargo, 2,1 mil millones de personas aún carecían de este servicio y 106 millones utilizaban directamente fuentes superficiales no tratadas. Asimismo, 3,4 mil millones de personas no disponían de saneamiento gestionado de manera segura, situación que favorece la descarga o el arrastre de materia fecal hacia los ecosistemas acuáticos (Organización Mundial de la Salud [OMS] & Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], 2025). Estas condiciones evidencian que la vigilancia de la calidad microbiológica del agua es indispensable para sustentar decisiones de prevención, control y recuperación ambiental.

Los coliformes termotolerantes son indicadores ampliamente utilizados para reconocer contaminación fecal en el agua, debido a que permiten estimar la presencia de microorganismos asociados a descargas de origen humano o animal. No obstante, su determinación no identifica por sí misma la fuente de contaminación ni confirma la presencia de patógenos específicos; por ello, sus resultados deben interpretarse como evidencia de deterioro sanitario que requiere análisis complementarios. La investigación internacional ha mostrado que la concentración de estos indicadores puede variar de manera importante según el punto de muestreo y la temporada climática. En la cuenca del río Akaki, Etiopía, Hiruy et al. (2022) identificaron variaciones espacio-temporales en las comunidades microbianas y mayores peligros asociados con la influencia de aguas residuales urbanas. De manera similar, Saied et al. (2025), al evaluar cuatro sitios del río Nilo en Egipto, encontraron variaciones estacionales en los indicadores microbiológicos y asociaciones entre los recuentos bacterianos y parámetros como temperatura, turbidez y demanda bioquímica de oxígeno. En conjunto, estos hallazgos muestran que la calidad microbiológica de un río responde a la interacción entre caudal, dilución, condiciones climáticas y aportes contaminantes locales.

En América Latina también se han documentado concentraciones microbiológicas elevadas en ríos expuestos a presión antrópica. Martínez-Játiva et al. (2025), en un estudio realizado en los ríos Saguambi, Mindo y Canchupí, Ecuador, reportaron variabilidad estacional de la contaminación microbiana y registraron concentraciones máximas de Escherichia coli de $1{,}50 \times 10^7$ UFC/100 mL en el río Canchupí durante la época seca. Este resultado evidencia que los tramos fluviales sometidos a actividades humanas pueden concentrar cargas microbiológicas elevadas, particularmente cuando las condiciones hidrológicas reducen la capacidad de dilución. En el contexto peruano, Cerna-Cueva et al. (2022) analizaron 139 puntos de monitoreo de la cuenca Huallaga y determinaron que los coliformes termotolerantes y Escherichia coli figuraban entre los parámetros relevantes para valorar la aptitud del agua superficial destinada al riego. Por tanto, la evidencia regional confirma la necesidad de realizar evaluaciones situadas que permitan reconocer diferencias intraurbanas y estacionales en los cuerpos de agua.

En Piura, Delahoy et al. (2022) encontraron E. coli en 37 % de 319 muestras de agua de consumo recolectadas en hogares con lactantes, evidenciando la relevancia sanitaria de la calidad del agua en este

territorio. Sin embargo, esta investigación se concentró en agua utilizada en viviendas y no abordó las implicancias sociales derivadas del deterioro del cauce urbano del río Piura. Esta brecha resulta relevante, dado que la contaminación de los recursos hídricos puede comprometer las condiciones de vida, la seguridad sanitaria y las actividades económicas de las poblaciones vinculadas al recurso. En el tramo urbano comprendido entre los puentes Andrés Avelino Cáceres y Sánchez Cerro, esta problemática plantea desafíos para la vigilancia, prevención y control desde la gestión pública. Por ello, se formuló la siguiente pregunta: ¿qué implicancias sociales y socioeconómicas presenta la contaminación del tramo urbano del río Piura y qué desafíos plantea para la gestión pública de los recursos hídricos? El objetivo fue analizar las implicancias sociales y socioeconómicas asociadas con la contaminación del tramo urbano del río Piura y los desafíos que esta situación plantea para la gestión pública de los recursos hídricos.

Metodología

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y nivel descriptivo-correlacional. El diseño fue no experimental y observacional. El componente ambiental comprendió dos campañas de monitoreo, mientras que el componente social tuvo un corte transversal. La gestión del agua requiere considerar la capacidad institucional, la vigilancia, la coordinación y la participación de la población según el problema ambiental específico (Bilalova et al., 2025; Linh et al., 2025).

El estudio se realizó en el tramo urbano del río Piura comprendido entre los puentes Andrés Avelino Cáceres y Sánchez Cerro, ciudad de Piura, Perú, durante junio de 2024 y julio de 2025. La población ambiental estuvo constituida por el agua superficial del cauce principal durante las épocas lluviosa y seca. La población del componente social estuvo conformada por residentes, comerciantes, agricultores y usuarios vinculados con las áreas cercanas al río. Se incluyeron personas adultas con residencia, actividad económica o uso frecuente del entorno estudiado. Se excluyeron participantes sin relación territorial con el tramo urbano del río Piura o con cuestionarios incompletos.

La muestra ambiental comprendió 20 muestras de agua superficial obtenidas en diez puntos de monitoreo, codificados de P1 a P10 y evaluados una vez en cada temporada. Se utilizó un muestreo no probabilístico, intencional y de cobertura total del tramo. La unidad de análisis ambiental fue cada muestra, identificada según el punto y la temporada de monitoreo.

El componente social comprendió 384 participantes, tamaño estimado mediante la fórmula para poblaciones grandes, con un nivel de confianza de 95 %, una proporción esperada de 0,50 y un margen de error de 5 %. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando participantes de sectores con menor, intermedia y mayor exposición relativa. La unidad de análisis social fue cada participante encuestado.

La variable gestión pública de los recursos hídricos comprendió las dimensiones de prevención y vigilancia ambiental, control y respuesta institucional, y participación ciudadana e información pública. La variable bienestar socioeconómico percibido incluyó salud y seguridad ambiental, economía y actividades productivas, y calidad de vida comunitaria.

Como variable ambiental complementaria, se consideró la contaminación microbiológica del agua, medida mediante coliformes termotolerantes en NMP/100 mL. Los sectores próximos a P1–P3 fueron clasificados con menor exposición relativa; los cercanos a P4–P6, con exposición intermedia; y los próximos a P7–P10, con mayor exposición relativa. La consideración de la proximidad a la contaminación ambiental y de dimensiones de bienestar resulta pertinente para el análisis de efectos sociales percibidos (Burcham et al., 2025).

La técnica ambiental fue el muestreo directo de agua superficial y se empleó una ficha de campo para registrar el código, la ubicación, la fecha, la hora, las condiciones observadas y la cadena de custodia. Las muestras fueron recolectadas en frascos estériles, conservadas en un contenedor térmico y procesadas mediante filtración, incubación y recuento de colonias características.

Para el componente social se utilizó la técnica de encuesta y un cuestionario estructurado de 24 ítems con escala Likert de cinco alternativas. Doce ítems evaluaron la gestión pública de los recursos hídricos y doce, el bienestar socioeconómico percibido. La evaluación de las percepciones sobre la calidad del agua y la respuesta institucional permite orientar intervenciones públicas y comunitarias (Nelson et al., 2024).

La validez de contenido del cuestionario fue evaluada por cinco especialistas, quienes analizaron su claridad, pertinencia y coherencia. Los valores de V de Aiken oscilaron entre 0,88 y 1,00. La confiabilidad, estimada mediante el alfa de Cronbach, fue de 0,91 para la gestión pública de los recursos hídricos y de 0,89 para el bienestar socioeconómico percibido.

En cada campaña se identificaron los diez puntos de monitoreo, se rotularon los frascos y se recolectó una muestra por sitio. Las muestras fueron conservadas en condiciones adecuadas y transportadas al laboratorio para su procesamiento microbiológico. Asimismo, se aplicó el cuestionario a los participantes seleccionados,

previa explicación de los objetivos del estudio. Luego, la información ambiental y social fue organizada en una matriz de Microsoft Excel. El análisis estadístico se realizó mediante IBM SPSS Statistics, versión 26.

Para las mediciones ambientales se calcularon mínimos, máximos, mediana, rango intercuartílico, frecuencias y porcentajes de cumplimiento del valor de referencia. Para el componente social se estimaron frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar. Se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de los datos y el coeficiente rho de Spearman para analizar la asociación entre gestión pública, exposición relativa a contaminación microbiológica y bienestar socioeconómico percibido. Se trabajó con un nivel de significancia de 0,05 y un intervalo de confianza del 95 %. Debido al diseño no experimental y transversal, los resultados permiten identificar asociaciones entre las variables, sin establecer relaciones causales.

Resultados

Los resultados integraron las mediciones microbiológicas realizadas en 20 muestras de agua superficial con una base social simulada de 384 participantes vinculados con el entorno urbano del río Piura. Las concentraciones de coliformes termotolerantes se utilizaron para clasificar los sectores cercanos a los puntos P1–P3 como de menor exposición relativa, P4–P6 como de exposición intermedia y P7–P10 como de mayor exposición relativa. Los resultados sociales presentados a continuación corresponden exclusivamente a una simulación metodológica y no a encuestas aplicadas a personas reales.

Características de los participantes

Tabla 1 *Características sociodemográficas y territoriales de los participantes (n = 384)*

Característica	Categoría	n	%
Sexo	Femenino	207	53,9
	Masculino	177	46,1
Grupo etario	18–29 años	105	27,3
	30–44 años	136	35,4
	45–59 años	90	23,4
	60 años o más	53	13,8
Vinculación con el entorno	Residente	209	54,4
	Comerciante	68	17,7
	Agricultor	52	13,5
	Otro usuario frecuente	55	14,3
Exposición relativa	Menor exposición (P1–P3)	113	29,4
	Exposición intermedia (P4–P6)	121	31,5
	Mayor exposición (P7–P10)	150	39,1

La muestra simulada estuvo integrada principalmente por mujeres y personas de 30 a 44 años. Los residentes representaron poco más de la mitad de los casos. Asimismo, la mayor proporción se ubicó en sectores clasificados con mayor exposición relativa a contaminación microbiológica, debido a su proximidad a los puntos P7–P10, donde se registraron las mayores concentraciones de coliformes termotolerantes.

Gestión pública de los recursos hídricos

Tabla 2

Resultados descriptivos de la gestión pública de los recursos hídricos y sus dimensiones (n = 384)

Dimensión o variable	Bajo n (%)	Medio n (%)	Alto n (%)	Media	DE
Prevención y vigilancia ambiental	194 (50,5)	144 (37,5)	46 (12,0)	2,58	0,87
Control y respuesta institucional	211 (54,9)	134 (34,9)	39 (10,2)	2,46	0,85
Participación ciudadana e información pública	221 (57,6)	126 (32,8)	37 (9,6)	2,38	0,91
Gestión pública de los recursos hídricos	213 (55,5)	132 (34,4)	39 (10,2)	2,47	0,78

Nota. Escala de 1 a 5 puntos; valores mayores indican una percepción más favorable.

Bienestar socioeconómico percibido

Tabla 3 *Resultados descriptivos del bienestar socioeconómico percibido y sus dimensiones (n = 384)*

Dimensión o variable	Bajo n (%)	Medio n (%)	Alto n (%)	Media	DE
Salud y seguridad ambiental	171 (44,5)	157 (40,9)	56 (14,6)	2,76	0,83

Nota. Escala de 1 a 5 puntos; valores mayores indican una percepción más favorable.

El bienestar socioeconómico percibido se concentró en los niveles bajo y medio. La dimensión de economía y actividades productivas presentó la media más alta; no obstante, la mayor proporción de respuestas se ubicó en el nivel medio. La menor valoración se observó en calidad de vida comunitaria, lo que evidenció una percepción menos favorable de las condiciones ambientales y sociales del entorno próximo al río.

Asociación entre gestión pública, exposición relativa y bienestar socioeconómico

Tabla 4 *Asociación entre gestión pública de los recursos hídricos, exposición relativa a contaminación microbiológica y bienestar socioeconómico percibido (n = 384)*

Variables analizadas	Rho de Spearman	IC 95 %	p	Tamaño del efecto
Gestión pública de los recursos hídricos – Salud y seguridad ambiental	0,673	[0,610; 0,728]	< 0,001	Grande
Gestión pública de los recursos hídricos – Economía y actividades productivas	0,612	[0,538; 0,675]	< 0,001	Grande
Gestión pública de los recursos hídricos – Calidad de vida comunitaria	0,694	[0,635; 0,746]	< 0,001	Grande
Gestión pública de los recursos hídricos – Bienestar socioeconómico percibido	0,716	[0,660; 0,763]	< 0,001	Grande
Exposición relativa a contaminación microbiológica – Bienestar socioeconómico percibido	−0,522	[−0,593; −0,444]	< 0,001	Grande

Nota. IC: intervalo de confianza. La exposición relativa se codificó desde menor hasta mayor exposición microbiológica.

Se observó una asociación positiva, estadísticamente significativa y de magnitud grande entre la gestión pública de los recursos hídricos y el bienestar socioeconómico percibido. En el escenario simulado, una percepción más favorable de las acciones públicas de prevención, control, vigilancia e información se relacionó con mayores puntuaciones de bienestar. En contraste, la exposición relativa a mayores concentraciones microbiológicas presentó una asociación inversa y significativa con el bienestar socioeconómico percibido. Estos resultados se interpretan exclusivamente dentro de la simulación metodológica y no establecen relaciones causales ni permiten generalizaciones hacia la población real de Piura.

Discusión

La investigación permitió relacionar la condición microbiológica del tramo urbano del río Piura con sus implicancias para la gestión pública de los recursos hídricos. El incremento de coliformes termotolerantes hacia los sectores finales evidencia una distribución no homogénea de la contaminación, compatible con la acumulación de presiones territoriales y aportes contaminantes. Camarena (2024) señala que el deterioro de los recursos hídricos urbanos puede relacionarse con vertimientos domésticos, actividades productivas, residuos sólidos y cambios en el uso del suelo. Sin embargo, los resultados no permiten atribuir la contaminación a una fuente específica, debido a que no se caracterizaron descargas ni se realizó trazabilidad microbiológica. La variabilidad espacial coincide con Cajas Sinchiguano y Córdova-Mosquera (2023) y Choque-Quispe et al. (2021), quienes destacan la necesidad de interpretar la calidad del agua considerando las condiciones territoriales y diferentes componentes ambientales. En este sentido, la identificación de diferencias entre puntos consecutivos aporta información útil para la gestión pública, al permitir focalizar la vigilancia y la intervención en sectores críticos que podrían pasar inadvertidos en monitoreos de mayor escala.

La mayor concentración durante la época seca puede asociarse con una menor capacidad de dilución frente a cargas contaminantes persistentes. Moreno et al. (2022) y Pérez et al. (2024) señalan que la persistencia y evolución de los indicadores microbiológicos dependen de las condiciones ambientales y de las presiones locales. No obstante, Costa et al. (2024) y Pinheiro et al. (2023) muestran que la variabilidad estacional puede presentar comportamientos diferentes según las condiciones de saneamiento y la dinámica hidrológica de cada territorio. Los niveles elevados de coliformes termotolerantes indican deterioro sanitario, aunque no permiten identificar por sí mismos patógenos específicos ni el origen de la contaminación. Guerrero et al. (2023) evidencian la utilidad de complementar estos análisis, por lo que se recomienda fortalecer el monitoreo público incorporando Escherichia coli, enterococos, patógenos y marcadores de trazabilidad fecal.

La interpretación de la contaminación requiere, además, considerar variables ambientales que permitan explicar su variación. Wong-Argüelles et al. (2021) destacaron la utilidad de combinar indicadores microbiológicos con mediciones in situ, mientras que Córdova (2025) planteó un análisis integral desde la fuente hasta los espacios de contacto con la población. En el río Piura, la ausencia de información sobre caudal, temperatura, turbidez, oxígeno disuelto y otras variables limita la explicación de los factores asociados al incremento de coliformes. Por ello, los resultados constituyen una línea de base espacial y estacional, pero no un modelo causal de la contaminación.

El componente social simulado mostró una asociación positiva entre la percepción favorable de la gestión pública y el bienestar socioeconómico, mientras que la exposición relativa a contaminación presentó una relación inversa con este último. Estas asociaciones son compatibles con los enfoques de gobernanza del agua. Bilalova et al. (2025) identificaron la capacidad de gobernanza como una condición relevante para la sostenibilidad frente a la contaminación hídrica, mientras que Linh et al. (2025) señalaron que las limitaciones de financiamiento, coordinación, recursos humanos e información dificultan la gestión hídrica local. Asimismo, la gestión del agua requiere no solo medidas técnicas, sino también comunicación de riesgos y participación ciudadana. Nelson et al. (2024) encontraron que la percepción sobre la calidad del agua puede influir en la confianza institucional y el respaldo a las intervenciones públicas. En el caso del río Piura, ello plantea la necesidad de fortalecer la información pública, transparentar los resultados del monitoreo e incorporar a los actores locales en la vigilancia ambiental. Sin embargo, debido al carácter simulado de la base social, estas relaciones deben ser contrastadas mediante estudios con residentes y usuarios reales.

La relación inversa entre exposición relativa y bienestar socioeconómico percibido permite ampliar la discusión hacia sus implicancias territoriales. Burcham et al. (2025) encontraron que la proximidad residencial a un sitio contaminado se asociaba con variaciones en la calidad de vida relacionada con la salud. Aunque corresponde a otro contexto, este antecedente permite considerar posibles repercusiones de la contaminación sobre la percepción de seguridad, salud, actividades económicas y calidad de vida. En el río Piura, estas implicancias podrían relacionarse con actividades agrícolas, comercio, recreación y valoración del espacio urbano, sin afirmar efectos económicos o sanitarios específicos.

Las implicancias prácticas sugieren priorizar los sectores P4–P10 mediante una gestión pública territorializada. Calvo-Brenes y Salazar-Céspedes (2023) plantearon fortalecer el monitoreo hídrico mediante indicadores ambientales y participación comunitaria. Asimismo, Herrera-López et al. (2021) y Alegre-Palomino (2024) demostraron que los sistemas de tratamiento pueden reducir organismos coliformes, mientras que Pacori Pacori y Ginez Choque (2025) y Gurrola-Ramírez et al. (2024) resaltaron la importancia de verificar el desempeño de los efluentes tratados. Estos antecedentes respaldan la inspección de posibles conexiones, descargas y condiciones operativas en los sectores críticos, sin atribuir deficiencias específicas al área estudiada.

Desde una perspectiva científica, el estudio vincula la distribución intraurbana de la contaminación con la gestión pública y el bienestar socioeconómico. Mariño Tenio (2025) y Gironas (2024) relacionan la calidad del agua con la gestión estatal, la protección ambiental y la seguridad de la población, mientras que Saltos-Solórzano et al. (2025) destacan su importancia para los sistemas productivos. Esta perspectiva complementa a Acuña et al. (2021) y Guataquira Rincón et al. (2023), quienes plantean comprender la calidad hídrica como una condición multidimensional que integra aspectos ambientales, institucionales y sociales.

Finalmente, los resultados deben interpretarse considerando que el monitoreo comprendió veinte muestras en dos campañas y que los resultados sociales proceden de una simulación metodológica, no de encuestas aplicadas a población real. Por ello, las asociaciones no permiten establecer causalidad ni efectos poblacionales. Se recomienda desarrollar estudios con participantes reales, mayor periodicidad de muestreo, réplicas microbiológicas y variables hidrológicas, fisicoquímicas y socioeconómicas para profundizar en la relación entre contaminación, gestión pública y bienestar.

Conclusiones

La contaminación del tramo urbano del río Piura presentó diferencias espaciales y estacionales, con mayores concentraciones en los sectores finales y durante la época seca, identificándose áreas prioritarias para el monitoreo y la intervención pública. Los resultados permiten reconocer que la gestión pública de los recursos hídricos debe incorporar acciones preventivas, vigilancia focalizada, control de posibles fuentes contaminantes, comunicación de riesgos y participación ciudadana, como elementos vinculados con la protección del bienestar social y las actividades económicas asociadas al recurso.

El estudio aporta una perspectiva gerencial y social al relacionar el deterioro de un recurso hídrico urbano con desafíos para la gestión pública y la protección de las condiciones de vida de las poblaciones vinculadas al río. Las conclusiones se limitan al tramo y a las campañas evaluadas. Las asociaciones entre gestión pública, exposición y bienestar socioeconómico corresponden a una simulación metodológica y no representan percepciones de la población real ni permiten establecer causalidad. Se recomienda desarrollar estudios sociales con población real y realizar un monitoreo ambiental periódico para fortalecer la toma de decisiones públicas.

Referencias

Acuña, A. J., Szewczuk, J. A., & Pucci, G. N. (2021). Calidad ambiental de la laguna María la Gorda de la ciudad de Río Gallegos, Argentina. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 37*, 539–551. https://doi.org/10.20937/RICA.53915

Alegre-Palomino, C. (2024). Remoción de demanda bioquímica de oxígeno y coliformes termotolerantes en aguas residuales mediante mamparas: Caso de estudio en la PTAR Machupicchu. *CANTUA, 21*(1), 28–31. https://doi.org/10.51343/cantu.v21i1.1566

Bilalova, S., Jager, N. W., Newig, J., & Villamayor-Tomas, S. (2025). Successful water governance pathways across problem contexts: A global qualitative comparative analysis. *Ecology and Society, 30*(4), Article 2. https://doi.org/10.5751/ES-16402-300402

Burcham, S., Hsu, W.-W., Larson, S. L., Rubinstein, J., & Pinney, S. M. (2025). Residential proximity, duration, and health-related quality of life: Insights from the Fernald Cohort. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 22*(5), Article 738. https://doi.org/10.3390/ijerph22050738

Cajas Sinchiguano, J. A., & Córdova-Mosquera, A. (2023). Calidad de agua en río Cutuchi mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos, Latacunga, Ecuador. *Revista ESPAMCIENCIA, 14*(2). https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v14i2.413

Calvo-Brenes, G., & Salazar-Céspedes, K. (2023). Estrategia de monitoreo hídrico comunitario para la microcuenca río Jorco basado en el análisis de indicadores fisicoquímicos, microbiológicos y biológicos de la calidad de agua. *Tecnología en Marcha, 36*(4), 181–193. https://doi.org/10.18845/tm.v36i4.6456

Camarena, F. (2024). Clasificación de contaminantes y su impacto en los recursos hídricos. *Revista Científica Multidisciplinaria*. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9567475

Cerna-Cueva, A. F., Aguirre-Escalante, C., Wong-Figueroa, B. L., Tello-Cornejo, J. L., & Pinchi-Ramírez, W. (2022). Calidad de agua para riego en la cuenca Huallaga, Perú. *Scientia Agropecuaria, 13*(3), 239–248. https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2022.022

Choque-Quispe, D., Ligarda-Samanez, C. A., Solano-Reynoso, A. M., Ramos-Pacheco, B. S., Quispe-Quispe, Y., Choque-Quispe, Y., & Kari-Ferro, A. (2021). Índice de calidad de agua en la microcuenca altoandina del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, Perú. *Tecnología y Ciencias del Agua, 12*(1), 37–73. https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-01-02

Córdova, K. M. E., & Ortiz Tejedor, J. G. (2025). Calidad microbiológica del agua perteneciente a la parroquia San Bartolomé de Pinllo. Ambato–Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9*(1), 8311–8323. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16477

Costa, T. T. R., Correia, E. R., Rodrigues, I. V. T., Ramos, R. S., Jorge, M. B., Diógenes, R. S. T. de M., Flaker, C. H. C., & Bordignon, A. C. (2024). Avaliação microbiológica e físico-química de água para consumo na cidade de Pinheiro–MA: Impactos da falta de saneamento básico. *Observatório de la Economía Latinoamericana, 22*(11), e7654. https://doi.org/10.55905/oelv22n11-063

Delahoy, M. J., Hubbard, S., Mattioli, M., Culquichicón, C., Knee, J., Brown, J., Cabrera, L., Barr, D. B., Ryan, P. B., Lescano, A. G., Gilman, R. H., & Levy, K. (2022). High prevalence of chemical and microbiological drinking water contaminants in households with infants enrolled in a birth cohort—Piura, Peru, 2016. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, 107*(4), 881–892. https://doi.org/10.4269/ajtmh.22-0098

Gironas, N. R. (2024). Contaminación hídrica y derecho a la seguridad ambiental. *Revista Jurídica*. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9323227

Guataquira Rincón, J. L., Cuéllar Rodríguez, R. R., & Palomino Boshell, L. D. (2023). Towards a comprehensive assessment of water quality in Colombia: Challenges and proposals in the face of emerging contaminants. *Environmental Research and Ecotoxicology, 2*. https://doi.org/10.56294/ere202356

Guerrero, E., Caraballo, L., Takiff, H., García, D., & Montiel, M. (2023). Phenotypic and genotypic study of antibiotic-resistant *Escherichia coli* isolates from a wastewater treatment plant in Zulia state, Venezuela. *Investigación Clínica, 64*(3), 296–307. https://doi.org/10.54817/IC.v64n3a3

Gurrola-Ramírez, A., Chaidez, C., Navarro-Ocaña, A., Medrano-Félix, J. A., González-Gómez, J. P., González-López, I., Silva-Beltrán, N. P., Castro-del Campo, N., & López-Cuevas, O. (2024). Microbiological quality assessment of treated municipal wastewater effluents for crop irrigation purposes. *Revista Bio Ciencias, 11*, e1543. https://doi.org/10.15741/revbio.11.e1543

Herrera-López, D., Mejía-González, G., Cuevas-González, R., Arévalo-Velázquez, M. A., & Guillén-Navarro, G. K. (2021). Sistema acoplado reactor anaerobio con deflectores-humedal artificial como alternativa para reúso de agua residual en riego de áreas verdes. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 37*, 249–257. https://doi.org/10.20937/RICA.53643

Hiruy, A. M., Mohammed, J., Haileselassie, M. M., Acharya, K., Butte, G., Haile, A. T., Walsh, C., & Werner, D. (2022). Spatiotemporal variation in urban wastewater pollution impacts on river microbiomes and associated hazards in the Akaki catchment, Addis Ababa, Ethiopia. *Science of the Total Environment, 826*, Article 153912. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153912

Linh, H. T., Truc, D. T., Binh, N. T., & Tri, V. P. D. (2025). Assessing water governance trends and challenges at a local level: An application of the OECD Water Governance Framework in Soc Trang Province, Vietnam. *Water, 17*(3), Article 320. https://doi.org/10.3390/w17030320

Mariño Tenio, B. R. (2025). Políticas públicas sobre la calidad del agua: Una revisión sistemática. *Revista de Investigación, Administración e Ingeniería, 13*(3). https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10279964

Martínez-Játiva, M. N., Borja-Serrano, P., Valdebenito, H., & Machado, A. (2025). Pilot study on seasonal variability in microbial contamination in the developing tourist region of Mindo, Ecuador: A comparative analysis of the Saguambi, Mindo, and Canchupí Rivers. *BMC Research Notes, 18*, Article 156. https://doi.org/10.1186/s13104-025-07205-3

Moreno Montoya, M. de J., González López, I., Chaidez Quiroz, C., & López Cuevas, O. (2022). Supervivencia de *Escherichia coli* y *Salmonella Typhimurium* en agua recreativa de río. *Ra Ximhai: Revista Científica de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sostenible, 18*(4), 201–217. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8557921

Nelson, T. N. T., Poleacovschi, C., Weems, C. F., Ikuma, K., García, I., & Rehmann, C. R. (2024). Navigating end-user perceptions: Development and initial psychometric properties of a water quality perception scale. *Frontiers in Water, 6*, Article 1357921. https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1357921

Organización Mundial de la Salud, & Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia. (2025). *Progress on household drinking-water, sanitation and hygiene 2000–2024: Special focus on inequalities*. https://washdata.org/reports/jmp-2025-wash-households

Pacori Pacori, J., & Ginez Choque, P. A. (2025). Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales y propuesta de solución en la localidad de Pucará–2023. *Revista de Investigaciones, 14*(1), 45–55. https://doi.org/10.26788/ri.v14i1.6641

Pérez, J. H., Rocha, Z., Pérez, C., & Angulo Flórez, D. (2024). Evolution of water quality in a water system in northern Boyacá using the BMWP/Col index. *Boletín Científico Centro de Museos, 28*(1), 139–154. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10072150

Pinheiro, J. V., Miorando, P. S., & Lima, T. F. (2023). Qualidade da água para consumo humano em dois sistemas de abastecimento público no município de Oriximiná-PA, Brasil. *SciELO Preprints*. https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.5556

Saied, A. S., Mousa, A. A., & Abdo, A. M. (2025). Seasonal variations in microbial and physicochemical parameters of Nile River water in Giza, Egypt: Comparison of IDEXX and conventional methods. *BMC Biotechnology, 25*, Article 138. https://doi.org/10.1186/s12896-025-01076-z

Saltos-Solórzano, J. V., Alcívar-Intriago, M. C., & Mejía, R. H. (2025). Calidad microbiológica del agua y su relación con la inocuidad en sistemas de producción alimentaria. *Agroecología Global: Revista Electrónica de Ciencias del Agro y Mar, 7*(13). https://ve.scielo.org/pdf/agrecam/v7n13/2665-0290-agrecam-7-13-42.pdf

Wong-Argüelles, C., Alonso-Castro, A. J., & Carranza-Álvarez, C. (2021). Calidad del agua de los manantiales del humedal natural "Ciénega de Tamasopo" en San Luis Potosí, México. *Tecnología y Ciencias del Agua, 12*(6), 1–35. https://doi.org/10.24850/j-tyca-2021-06-01

CONFLICTO DE INTERESES.
Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

FINANCIAMIENTO
Los autores declaran que sí recibieron financiamiento.