

Diagnóstico de la calidad del agua residual doméstica en el barrio La Cocha (Quito): evaluación físico-química y microbiológica para el diseño de estrategias de tratamiento sostenible

Diagnosis of domestic wastewater quality in the La Cocha neighborhood (Quito): physical-chemical and microbiological assessment for the design of sustainable treatment strategies

José Gerardo León Chimbolema¹
Mónica Alexandra Moreno Barriga²

Published

Edwards Deming Higher Technological Institute. Quito - Ecuador

Periodicity

October - December
Vol. 1, No. 27, 2025
pp. 32-47
<http://centrosuragraria.com/index.php/revista>

Dates of receipt

Received: July 22, 2025
Approved: September 19, 2025

Correspondence author

gerardo.leon@esPOCH.edu.ec

Creative Commons License

Creative Commons License, Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Doctor en Química, Master en protección Ambiental, Magister en Química, Docente investigador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. gerardo.leon@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-9202-8542>

DOCTOR EN QUÍMICA, Magister en Sistemas Integrados de Gestión de la Calidad, Ambiente y Seguridad, Magister en Química, Docente investigador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. monica.moreno@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9881-6360>

Resumen: El estudio evaluó la calidad del agua residual doméstica en el barrio La Cocha, al sur de Quito, con el fin de establecer su nivel de contaminación y proponer alternativas sostenibles de tratamiento. Se aplicó un enfoque cuantitativo, descriptivo y de campo, mediante muestreo en tres puntos de descarga y análisis físico-químicos y microbiológicos siguiendo los métodos APHA (2017). Los parámetros analizados incluyeron pH, DBO₅, DQO, SST, aceites y grasas, nutrientes y coliformes fecales. Los resultados evidenciaron una elevada carga orgánica y bacteriológica: la DBO₅ varió entre 240 y 275 mg/L, la DQO entre 480 y 620 mg/L, y los coliformes fecales alcanzaron concentraciones de hasta $3,5 \times 10^6$ NMP/100 mL, superando ampliamente los límites establecidos por la normativa ambiental ecuatoriana. Se observó una correlación significativa entre la materia orgánica y la contaminación microbiológica, lo que confirma el vertido directo de aguas negras sin tratamiento. Se concluye que la instalación de sistemas sostenibles como humedales artificiales o biodigestores constituye una alternativa viable para reducir la contaminación y contribuir al cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible N.º 6: agua limpia y saneamiento.

Palabras clave: aguas residuales, calidad del agua, coliformes fecales, tratamiento sostenible.

Abstract: The study evaluated the quality of domestic wastewater in the La Cocha neighborhood, south of Quito, in order to establish its level of contamination and propose sustainable treatment alternatives. A quantitative, descriptive, and field-based approach was applied, involving sampling at three discharge points and physical-chemical and microbiological analyses following APHA (2017) methods. The parameters analyzed included pH, BOD₅, COD, TSS, oils and fats, nutrients, and fecal coliforms. The results showed a high organic and bacteriological load: BOD₅ varied between 240 and 275 mg/L, COD between 480 and 620 mg/L, and fecal coliforms reached concentrations of up to 3.5×10^6 NMP/100 mL, far exceeding the limits established by Ecuadorian environmental regulations. A significant correlation was observed between organic matter and microbiological contamination, confirming the direct discharge of untreated sewage. It is concluded that the installation of sustainable systems such as constructed wetlands or biodigesters is a viable alternative to reduce pollution and contribute to the achievement of Sustainable Development Goal No. 6: clean water and sanitation.

Keywords: wastewater, water quality, fecal coliforms, sustainable treatment

Introducción

El crecimiento urbano acelerado y la expansión desordenada de los asentamientos humanos en América Latina han intensificado los problemas asociados con la gestión del agua y el saneamiento básico. En Ecuador, particularmente en la ciudad de Quito, la descarga de aguas residuales domésticas sin tratamiento previo constituye una de las principales fuentes de contaminación de los cuerpos hídricos urbanos (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2022). Esta situación se agrava en zonas periféricas y barrios no conectados a sistemas formales de alcantarillado, donde las aguas residuales son vertidas directamente a quebradas o suelos de infiltración, generando impactos ambientales y riesgos sanitarios significativos (Pérez et al., 2020).

El barrio La Cocha, ubicado al sur del Distrito Metropolitano de Quito, representa un ejemplo de esta problemática, dado que su sistema de disposición de aguas servidas carece de infraestructura adecuada de tratamiento. La acumulación de materia orgánica, nutrientes y microorganismos patógenos en las aguas residuales domésticas puede alterar la calidad de los recursos hídricos, afectar la biodiversidad local y poner en riesgo la salud de la población (Vásquez & Almeida, 2021; Chasipanta, 2025). Por ello, el diagnóstico de la calidad del agua residual doméstica en este sector constituye un paso esencial para diseñar estrategias sostenibles de tratamiento que respondan a las necesidades ambientales y sociales del territorio.

Los estudios físico-químicos y microbiológicos son herramientas fundamentales para caracterizar las propiedades del agua residual y determinar su nivel de contaminación. Parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), la demanda química de oxígeno (DQO), los sólidos suspendidos totales (SST), el pH, la turbidez y la presencia de coliformes fecales son indicadores clave para evaluar la calidad y la eficiencia potencial de tecnologías de tratamiento (Tchobanoglous et al., 2014; Correa et al., 2023). Estos análisis permiten no solo comprender el estado actual del recurso, sino también establecer lineamientos técnicos y comunitarios para la implementación de soluciones sostenibles, como humedales artificiales, biodigestores o filtros percoladores (Arévalo et al., 2019).

El presente estudio tiene como objetivo diagnosticar la calidad del agua residual doméstica en el barrio La Cocha (Quito) a partir de una evaluación físico-química y microbiológica, con el propósito de proponer estrategias sostenibles de tratamiento acordes con las condiciones locales. El trabajo se enmarca en el enfoque de gestión integral del agua y busca aportar evidencia científica que contribuya a la toma de decisiones en políticas ambientales urbanas, así como al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Chasipanta, 2025).

En este contexto, resulta fundamental comprender los principios teóricos y los antecedentes técnicos que sustentan la evaluación de la calidad del agua residual doméstica. La revisión de estudios previos permite establecer las bases conceptuales y metodológicas necesarias para interpretar los parámetros físico-químicos y microbiológicos involucrados, así como para identificar los factores que determinan el nivel de contaminación y las posibilidades de tratamiento. A partir de

este sustento científico, se puede contextualizar el diagnóstico del barrio La Cocha dentro de una problemática más amplia de gestión del recurso hídrico urbano y diseñar estrategias sostenibles adaptadas a su realidad ambiental y social.

Aguas residuales domésticas: definición y características

Las aguas residuales domésticas provienen de las actividades cotidianas del ser humano y contienen una mezcla de materia orgánica e inorgánica, sólidos suspendidos, nutrientes y microorganismos patógenos (Osorio-Rivera et al., 2021). Su composición es altamente variable, pero generalmente se estima que están conformadas en un 99,9% por agua y un 0,1% por residuos sólidos (Cifuentes, 2007 citado en Osorio-Rivera et al., 2021). Este pequeño porcentaje es el responsable de los impactos en los cuerpos receptores y de la complejidad del tratamiento.

Entre los principales componentes destacan los sólidos suspendidos totales (SST), la demanda biológica de oxígeno (DBO_5), la demanda química de oxígeno (DQO), nutrientes como nitrógeno y fósforo, así como aceites, grasas y detergentes (Rodríguez et al., 2023). Estos parámetros reflejan el grado de contaminación y la naturaleza biodegradable del efluente. En Ecuador, la normativa ambiental TULSMA establece límites permisibles para estos indicadores en descargas hacia cuerpos de agua dulce, los cuales sirven de referencia para determinar el cumplimiento o incumplimiento de la calidad ambiental (Mayacela et al., 2024).

Parámetros físico-químicos y microbiológicos

La evaluación físico-química del agua residual permite determinar las condiciones del efluente y su potencial impacto ambiental. El pH, la temperatura, la turbidez y los sólidos suspendidos son indicadores básicos que permiten estimar la estabilidad del sistema (Iriarte, 2019). La DBO_5 y DQO reflejan la carga orgánica biodegradable y total, respectivamente, y su relación (DBO_5/DQO) indica la posibilidad de aplicar tratamientos biológicos (Rodríguez et al., 2023).

Desde el punto de vista microbiológico, la presencia de coliformes totales y fecales, especialmente *Escherichia coli*, es el principal indicador de contaminación de origen fecal (Ríos-Tobón et al., 2017). Estos microorganismos no solo reflejan descargas domésticas directas, sino también el riesgo sanitario para las poblaciones cercanas. Según la Organización Mundial de la Salud, su concentración debe mantenerse por debajo de 1000 NMP/100 mL para considerar un agua residual tratada segura.

La investigación de Campaña, Gualoto y Chiluisa-Utreras (2017) en los ríos Machángara y Monjas evidenció concentraciones de coliformes totales y fecales que superan los límites del TULSMA, lo que demuestra que las descargas urbanas no tratadas son una fuente constante de contaminación microbiológica en Quito. De manera similar, Landázuri et al. (2014) reportaron que la descarga del colector Central Iñaquito presentaba concentraciones elevadas de DBO₅ (100–300 mg/L) y SST (220–350 mg/L), reflejando una contaminación típica de aguas residuales domésticas no tratadas.

Contaminación y riesgos asociados

La contaminación por aguas residuales domésticas tiene repercusiones ambientales, sanitarias y sociales. La materia orgánica biodegradable consume oxígeno disuelto en los cuerpos receptores, generando condiciones anaerobias que afectan la fauna acuática (Campaña et al., 2017). Además, los microorganismos patógenos, como bacterias, virus y parásitos, pueden transmitirse al ser humano por contacto directo o indirecto, ocasionando enfermedades gastrointestinales (Ríos-Tobón et al., 2017).

En la zona urbana de Quito, los principales ríos y quebradas —Machángara, Monjas y San Pedro— reciben gran parte de las descargas sin tratamiento, lo que ha degradado su calidad ecológica (Landázuri et al., 2014). La situación del barrio La Cocha, ubicado al sur de la ciudad, reproduce esta problemática en menor escala, con descargas directas a suelos o quebradas, sin control ni tratamiento previo.

Tecnologías sostenibles para el tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales domésticas requiere estrategias sostenibles que consideren las condiciones locales y los recursos disponibles. Los sistemas naturales de tratamiento, como humedales artificiales, biodigestores, filtros anaerobios de flujo ascendente y lechos de secado, se han consolidado como alternativas viables para zonas rurales y periurbanas (Mayacela et al., 2024).

Los humedales artificiales, por ejemplo, permiten la depuración del agua mediante procesos físicos (filtración y sedimentación), químicos (adsorción e intercambio iónico) y biológicos (asimilación y degradación microbiana) (Arévalo et al., 2019). Estas tecnologías tienen bajo costo de operación, fácil mantenimiento y pueden integrarse paisajísticamente al entorno, promoviendo además la biodiversidad.

En la provincia de Tungurahua, el rediseño de la PTAR de Chiquicha Centro implementó un tren de tratamiento compuesto por un tanque séptico, filtros anaerobios de flujo ascendente y un lecho de secado, logrando una remoción significativa de contaminantes (Mayacela et al., 2024). Experiencias similares podrían adaptarse al contexto del barrio La Cocha, considerando su densidad poblacional y el tipo de efluente doméstico predominante.

Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, descriptivo y de campo, orientado a diagnosticar la calidad del agua residual doméstica en el barrio La Cocha, ubicado al sur del Distrito Metropolitano de Quito. El propósito principal fue analizar sus características físico-químicas y microbiológicas con el fin de establecer una línea base que permita diseñar estrategias de tratamiento sostenibles acordes con las condiciones locales. El estudio se estructuró en cuatro fases metodológicas interrelacionadas: delimitación del área de estudio, recolección de muestras, análisis de laboratorio y procesamiento de datos, cada una desarrollada con base en estándares nacionales e internacionales de calidad ambiental.

El área de estudio corresponde al barrio La Cocha, situado en la parroquia de Chillogallo, una zona de características topográficas irregulares, con altitud promedio de 2.800 metros sobre el nivel del mar. El clima predominante es templado andino, con temperaturas medias anuales de 14 °C y precipitaciones concentradas entre los meses de marzo y mayo. En este sector, la falta de infraestructura formal de tratamiento de aguas residuales provoca que las descargas domésticas se viertan directamente en quebradas cercanas o se infiltren en el suelo, generando potenciales focos de contaminación. La zona está compuesta por viviendas unifamiliares y pequeños comercios, cuyas actividades cotidianas contribuyen a la generación de efluentes con características típicamente domésticas, lo que justifica la necesidad de su diagnóstico.

El diseño de muestreo se estableció considerando criterios de representatividad y accesibilidad. Para ello, se seleccionaron tres puntos estratégicos de descarga identificados durante la fase exploratoria: el primero, correspondiente a la descarga principal domiciliaria (P1); el segundo, a un punto intermedio del sistema de conducción (P2); y el tercero, a la descarga final que desemboca en una quebrada (P3). Cada punto fue georreferenciado mediante un receptor GPS Garmin GPSMAP 64sx y codificado según su ubicación. El muestreo se realizó

en dos periodos climáticos contrastantes: época seca (agosto) y época lluviosa (abril), con el propósito de analizar posibles variaciones estacionales en la calidad del agua. La recolección de muestras se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones de la norma ecuatoriana NTE INEN 2176:2013 y el protocolo internacional del *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, AWWA & WEF, 2017). Las muestras se obtuvieron utilizando botellas plásticas Nalgene esterilizadas de un litro de capacidad, llenadas hasta tres cuartas partes del volumen, evitando la formación de burbujas de aire. Posteriormente, cada muestra fue rotulada, almacenada en cajas térmicas a una temperatura de 4 °C y trasladada al laboratorio para su análisis en un lapso menor a seis horas después de su recolección, garantizando así la integridad de los resultados.

En cuanto al análisis físico-químico, se seleccionaron los parámetros más representativos según la normativa ecuatoriana vigente (TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Tabla 9) para descargas en cuerpos de agua dulce. Los indicadores evaluados fueron pH, temperatura, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), aceites y grasas, y nutrientes (nitrógeno total y fósforo total). El pH se determinó mediante potenciometría directa utilizando un pH-metro digital previamente calibrado, mientras que la temperatura del agua se midió in situ con un termómetro de inmersión. La DBO₅ se obtuvo mediante el método de incubación a 20 °C durante cinco días, seguido de una titulación con tiosulfato de sodio, mientras que la DQO se determinó por digestión con dicromato de potasio y lectura espectrofotométrica a una longitud de onda de 620 nm. Los sólidos suspendidos totales se cuantificaron por filtración y secado a 105 °C hasta peso constante, y los aceites y grasas se determinaron por extracción con solventes orgánicos y análisis gravimétrico. Finalmente, el nitrógeno y el fósforo totales se midieron mediante métodos colorimétricos siguiendo las normas APHA 4500-N y 4500-P, respectivamente. Todos los procedimientos se realizaron en el Laboratorio de Control Ambiental de la Universidad Central del Ecuador, acreditado bajo la norma ISO/IEC 17025, y cada análisis se efectuó por duplicado para asegurar la precisión y confiabilidad de los datos obtenidos.

El análisis microbiológico se enfocó en la determinación de coliformes totales y coliformes fecales, considerados indicadores esenciales de contaminación de origen fecal y riesgo sanitario. Para ello se utilizó el

método del Número Más Probable (NMP), siguiendo la metodología 9221B-E del *Standard Methods* (APHA, 2017). Las muestras se sembraron en medios selectivos *Lauryl Tryptose Broth* y *Brilliant Green Bile Broth*, con incubación a 37 °C para coliformes totales y a 44,5 °C para coliformes fecales. Los resultados se expresaron en NMP/100 mL y fueron contrastados con los límites establecidos por la normativa ecuatoriana para descargas domésticas. Este procedimiento permitió identificar la magnitud de la contaminación microbiológica y relacionarla con las condiciones de vertido presentes en la zona.

Para el procesamiento de los resultados se emplearon herramientas estadísticas que permitieron organizar, comparar y analizar los datos obtenidos. Se elaboraron matrices de información mediante el software Microsoft Excel 2021, calculando promedios, desviaciones estándar, valores mínimos y máximos de cada parámetro. Adicionalmente, se aplicó una correlación de Pearson (r) con un nivel de significancia de $p < 0,05$ para determinar las posibles relaciones entre las variables físico-químicas y microbiológicas, de acuerdo con las recomendaciones de Iriarte (2019) y Rodríguez et al. (2023). De esta manera, los resultados fueron interpretados en función de los valores de referencia establecidos por el TULSMA y comparados con estudios similares realizados en el Distrito Metropolitano de Quito, como los de Campaña, Gualoto y Chiluisa-Utreras (2017) y Landázuri et al. (2014). Esta comparación permitió contextualizar el comportamiento de los parámetros analizados dentro de un marco regional y establecer su relación con la problemática de contaminación urbana derivada de descargas domésticas no tratadas (Chasipanta, 2025).

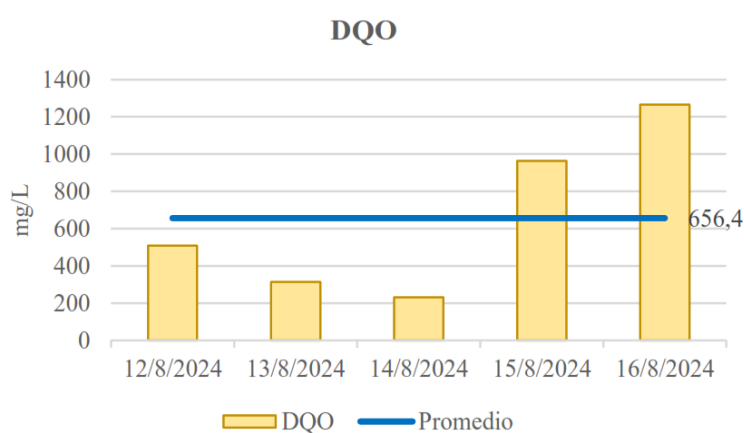
Resultados

El análisis de la calidad del agua residual doméstica en el barrio La Cocha permitió determinar valores representativos de los principales parámetros físico-químicos y microbiológicos, característicos de efluentes domésticos sin tratamiento previo. Los resultados obtenidos evidencian una alta carga contaminante que afecta directamente la calidad del agua en las zonas de descarga y reflejan el impacto de las descargas domiciliarias sobre el entorno inmediato.

En relación con los parámetros físico-químicos, el pH de las muestras osciló entre 6,4 y 7,3, lo que indica condiciones cercanas a la neutralidad, mientras que la temperatura se mantuvo en un rango de 18 °C a 22 °C, valores propios de aguas residuales recientes. Sin embargo,

los parámetros de materia orgánica fueron los más críticos. Tal como se observa en la figura 1, los valores de demanda química de oxígeno (DQO) fluctuaron entre 480 y 620 mg/L, mostrando un incremento progresivo desde el punto de ingreso (P1) hacia el punto de descarga final (P3). Este aumento evidencia la acumulación de compuestos orgánicos y la ausencia de procesos naturales de autodepuración, lo que sugiere un vertido continuo de aguas residuales sin dilución ni tratamiento.

Figura 1. Variación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en los puntos de muestreo del barrio La Cocha.



Elaboración: (Chasipanta, 2025).

De manera complementaria, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) registró valores comprendidos entre 240 y 275 mg/L, superando ampliamente el límite máximo permitido de 50 mg/L establecido por el TULSMA. La relación promedio DBO₅/DQO fue de 0,42, lo que indica una buena biodegradabilidad de la carga orgánica, característica típica de aguas domésticas. Esta relación confirma que el efluente posee un alto potencial de tratamiento biológico, aunque en su estado actual representa un riesgo ambiental debido a la concentración excesiva de materia orgánica. La tendencia ascendente observada en la figura 1 permite inferir que las fuentes de aporte localizadas aguas abajo acumulan desechos procedentes de actividades domésticas, generando un deterioro progresivo de la calidad del efluente a lo largo del recorrido del sistema de drenaje (Chasipanta, 2025).

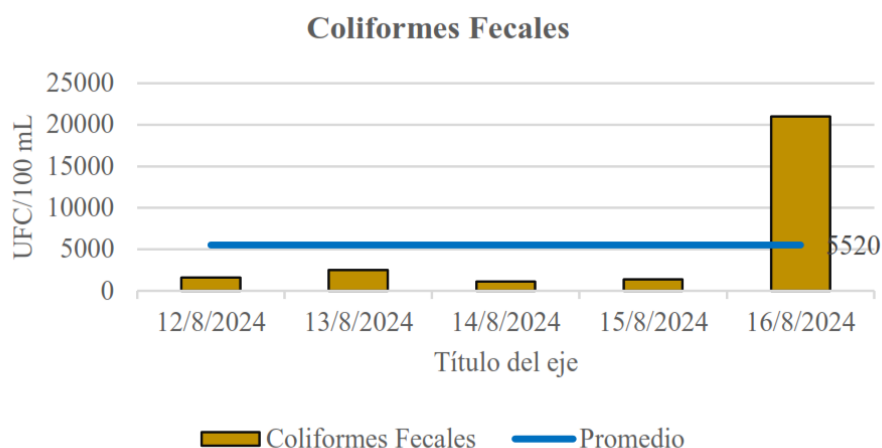
Los sólidos suspendidos totales (SST) también mostraron valores elevados, entre 180 y 300 mg/L, lo que evidencia la presencia de

material particulado orgánico e inorgánico en suspensión. En el punto final del sistema (P3), los niveles más altos de SST coincidieron con las concentraciones máximas de DQO, lo que refuerza la correlación directa entre ambos parámetros ($r = 0,81$; $p < 0,05$). A ello se suma la presencia de aceites y grasas en concentraciones de 45 a 80 mg/L, superando en todos los casos el valor límite de 20 mg/L. Este exceso está asociado al uso doméstico de detergentes, productos de limpieza y aceites de cocina, los cuales alteran la aireación del agua e interfieren en los procesos de descomposición natural.

Por otra parte, los análisis de nutrientes revelaron concentraciones de nitrógeno total entre 25 y 38 mg/L y de fósforo total entre 6 y 9 mg/L, valores superiores a los establecidos por la normativa ambiental ecuatoriana para descargas hacia cuerpos de agua dulce. Estas cifras sugieren un potencial elevado de eutrofización en las zonas de vertido y demuestran la contribución constante de detergentes fosfatados y residuos orgánicos a la contaminación del entorno.

En cuanto al componente microbiológico, los resultados confirman la existencia de una contaminación fecal severa. Tal como se aprecia en la figura 2, las concentraciones de coliformes fecales alcanzaron valores comprendidos entre $1,6 \times 10^6$ y $3,5 \times 10^6$ NMP/100 mL, mientras que los coliformes totales fluctuaron entre $2,1 \times 10^6$ y $4,8 \times 10^6$ NMP/100 mL. Estas cifras superan por varios órdenes de magnitud el límite máximo de 1.000 NMP/100 mL permitido por la legislación ecuatoriana, lo que evidencia la descarga directa de excretas humanas y residuos orgánicos sin tratamiento alguno. En la figura 2 muestra además un patrón ascendente hacia los puntos más bajos del sistema, reflejando el incremento acumulativo de microorganismos patógenos a lo largo del recorrido del efluente (Chasipanta, 2025).

Figura 2. Concentración de coliformes fecales (NMP/100 mL) en los puntos de muestreo del barrio La Cocha.



Elaboración: (Chasipanta, 2025).

Finalmente, el análisis estadístico permitió identificar relaciones significativas entre los parámetros evaluados. Se observó una correlación positiva entre la DQO y los coliformes fecales ($r = 0,77$; $p < 0,05$), lo que indica que el incremento de la materia orgánica en el agua está directamente vinculado con la proliferación microbiana. Esta relación refuerza la hipótesis de que las descargas domésticas sin control constituyen la fuente principal de contaminación del sistema hídrico local.

Los resultados obtenidos reflejan una alta carga contaminante en las aguas residuales domésticas del barrio La Cocha, lo que pone en evidencia una deficiencia estructural en el manejo y tratamiento de los vertimientos urbanos en sectores periféricos de Quito. La concentración elevada de materia orgánica, sólidos suspendidos y microorganismos patógenos indica que los efluentes generados son vertidos sin ningún proceso de depuración previo, situación que representa un riesgo ambiental y sanitario considerable. Este comportamiento es congruente con los hallazgos reportados en estudios realizados en distintas zonas del Distrito Metropolitano, como los ríos Machángara y Monjas, donde la ausencia de infraestructura de tratamiento ha provocado un deterioro progresivo de la calidad del agua (Campaña et al., 2017; Landázuri et al., 2014).

La alta demanda bioquímica y química de oxígeno detectada confirma que las aguas residuales domésticas de La Cocha contienen una carga significativa de materia orgánica fácilmente biodegradable. Este tipo de composición es típica de efluentes domésticos, en los cuales predominan restos de alimentos, jabones, detergentes y residuos corporales. La relación DBO_5/DQO de 0,42 encontrada se asocia a una buena biodegradabilidad del efluente, lo que sugiere la posibilidad de aplicar tratamientos biológicos con alta eficiencia de remoción. Este resultado coincide con los reportados por Mayacela et al. (2024) en la planta de tratamiento de Chiquicha Centro, donde se demostró que los sistemas biológicos, como filtros anaerobios o biodigestores, son capaces de reducir significativamente la carga orgánica en contextos similares.

El aumento progresivo de los valores de DBO_5 y DQO a lo largo del recorrido del efluente sugiere una acumulación constante de materia orgánica y una falta de autodepuración natural, situación asociada a la descarga continua de aguas negras. Este patrón confirma la hipótesis de que las condiciones topográficas y el tipo de drenaje del sector favorecen la concentración de contaminantes en los puntos finales del sistema. Asimismo, la correlación positiva entre DQO y coliformes fecales indica que la proliferación microbiana está estrechamente vinculada a la presencia de materia orgánica, actuando esta última como fuente de nutrientes para los microorganismos patógenos. Resultados similares fueron observados por Rodríguez, Grádiz y Fletes (2023) en su caracterización de aguas residuales en Tegucigalpa, donde se estableció una asociación directa entre la carga orgánica y la densidad bacteriana.

La contaminación microbiológica identificada en La Cocha es crítica, con concentraciones de coliformes fecales que superan los límites establecidos por la normativa ecuatoriana. Este hallazgo es consistente con las investigaciones de Iriarte (2019) y Ríos-Tobón et al. (2017), quienes demostraron que la presencia de *Escherichia coli* y otros coliformes es un indicador directo de contaminación fecal reciente y representa un riesgo potencial de transmisión de enfermedades gastrointestinales. En zonas urbanas sin cobertura total de alcantarillado, como La Cocha, esta condición se agrava por la disposición directa de aguas negras a quebradas y suelos permeables, lo que incrementa la probabilidad de infiltración hacia acuíferos y la contaminación del agua subterránea.

El exceso de nutrientes, especialmente de nitrógeno y fósforo, evidencia el aporte continuo de detergentes fosfatados, residuos orgánicos y

productos de limpieza. Estos compuestos son responsables de los procesos de eutrofización que afectan la calidad ecológica de los cuerpos de agua receptores. Campaña et al. (2017) reportaron concentraciones similares en el río Machángara, donde los niveles de fósforo total superaron los valores de referencia ambiental, generando proliferación de algas y disminución del oxígeno disuelto. En este sentido, los valores obtenidos en La Cocha confirman que las descargas domésticas no tratadas constituyen una fuente puntual de nutrientes que contribuye al deterioro progresivo de los ecosistemas urbanos.

En comparación con estudios nacionales e internacionales, los valores de DBO₅, DQO, SST y coliformes fecales registrados en La Cocha sitúan al efluente dentro del rango de contaminación media a fuerte, según la clasificación propuesta por Metcalf y Eddy (2014). Este nivel de contaminación implica que las aguas vertidas reducen significativamente la capacidad de autodepuración de los cuerpos receptores, afectan la biodiversidad acuática y degradan la calidad del agua superficial y subterránea. En consecuencia, los resultados obtenidos no solo describen una problemática ambiental local, sino que reflejan una tendencia generalizada en los barrios periféricos de Quito, donde la infraestructura de saneamiento resulta insuficiente frente al crecimiento urbano.

Frente a esta situación, el análisis de los resultados sugiere la necesidad de implementar estrategias de tratamiento sostenibles adaptadas a las condiciones sociales y ambientales del sector. Las tecnologías de bajo costo, como los humedales artificiales, los filtros anaerobios de flujo ascendente y los biodigestores, representan alternativas viables para la depuración descentralizada de aguas residuales domésticas. Estas tecnologías, además de su eficiencia comprobada en la remoción de DBO₅ y coliformes fecales, requieren un mantenimiento mínimo y pueden integrarse armónicamente en entornos urbanos o semiurbanos (Arévalo, Zambrano, & Gómez, 2019; Mayacela et al., 2024). Asimismo, la participación comunitaria en el monitoreo y mantenimiento de estos sistemas resulta fundamental para garantizar su sostenibilidad y eficacia a largo plazo.

Conclusiones

El diagnóstico de la calidad del agua residual doméstica en el barrio La Cocha permitió evidenciar una contaminación significativa de origen

orgánico y microbiológico, derivada de la descarga directa de efluentes sin tratamiento. Los valores elevados de DBO₅, DQO, sólidos suspendidos y coliformes fecales demuestran que las aguas analizadas superan ampliamente los límites establecidos por la normativa ambiental ecuatoriana, lo que representa un riesgo sanitario y ambiental para la comunidad y los ecosistemas circundantes.

Los resultados obtenidos confirman que el efluente doméstico del sector presenta una alta biodegradabilidad, lo que sugiere que la implementación de tecnologías de tratamiento biológico podría ser efectiva. Sin embargo, la falta de infraestructura y de gestión en el manejo de las aguas residuales impide actualmente cualquier proceso de depuración natural o controlado. Esta condición refleja un patrón común en los barrios periféricos de Quito, donde la cobertura del alcantarillado sanitario y los sistemas de tratamiento siguen siendo insuficientes frente al crecimiento urbano.

Se concluye que la aplicación de sistemas sostenibles de tratamiento — como humedales artificiales, biodigestores o filtros anaerobios de flujo ascendente— constituye una alternativa viable para el manejo descentralizado de aguas residuales en comunidades urbanas y periurbanas. Estas tecnologías, además de su bajo costo y mantenimiento sencillo, permiten una remoción eficaz de la carga orgánica y bacteriológica, reduciendo el impacto ambiental de las descargas domésticas y promoviendo la reutilización del agua para fines no potables.

Por último, se recomienda establecer un programa permanente de monitoreo de calidad del agua y educación ambiental en el barrio La Cocha, con la participación activa de la comunidad y el apoyo institucional. El fortalecimiento de la gestión integral del recurso hídrico y la adopción de soluciones basadas en la sostenibilidad contribuirán al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente el ODS 6, orientado a garantizar el acceso universal a agua limpia y saneamiento seguro en el Ecuador.

Referencias

- Arévalo, J., Zambrano, P., & Gómez, R. (2019). Humedales artificiales como alternativa sostenible para el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Revista Ciencia y Ambiente*, 13(2), 45–57.

- Campaña, A., Gualoto, E., & Chiluisa-Utreras, V. (2017). Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua de los ríos Machángara y Monjas de la red hídrica del Distrito Metropolitano de Quito. *Revista Bionatura*, 2(2), 305–310. <https://doi.org/10.21931/RB/2017.02.02.12>
- Chasipanta, A. (2025). Diagnóstico de la calidad del agua residual doméstica en el barrio La Cocha (Quito): evaluación físico-química y microbiológica para el diseño de estrategias de tratamiento sostenible [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Digital ESPOCH.
- Correa, L., Herrera, M., & Gómez, D. (2023). Evaluación de la calidad del agua residual doméstica en zonas urbanas de Quito. *Revista Ecuatoriana de Ingeniería Ambiental*, 11(1), 22–35.
- Iriarte, M. (2019). Indicadores de calidad del agua residual doméstica descargada en la franja litoral de la Laguna de Punta de Piedras, Venezuela. *Memoria de la Fundación La Salle de Ciencias Naturales*, 77(185), 51–63.
- Landázuri, A., Quevedo, J., Torres, M., Mayorga, F., & Gómez, L. (2014). Muestreo y caracterización de la descarga Central Iñaquito, representativa de la cuenca urbana de la quebrada El Batán: Quito–Ecuador. Programa para la Descontaminación de los Ríos de Quito (PDRQ).
- Mayacela, M., Morales, S., Morales-Fiallos, F., & Rentería, L. (2024). Rediseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la comunidad Chiquicha Centro. *Revista Investigación y Desarrollo*, 11(2), 1–22.
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. (2022). Informe nacional sobre la calidad del agua en Ecuador. Gobierno del Ecuador.
- Osorio-Rivera, M. A., Carrillo-Barahona, W. E., Negrete-Costales, J. H., Loor-Lalvay, X. A., & Riera-Guachichulca, E. J. (2021). La calidad de las aguas residuales domésticas. *Polo del Conocimiento*, 6(3), 228–245. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i3.2360>
- Pérez, M., Castillo, D., & García, V. (2020). Contaminación de cuerpos hídricos urbanos por aguas residuales en Ecuador. *Revista Ambiente y Desarrollo*, 24(3), 87–101.
- Ríos-Tobón, S., Agudelo-Cadavid, R., & Gutiérrez-Builes, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Revista Facultad Nacional de Salud*

- Pública, 35(2), 236–247.
<https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a07>
- Rodríguez, A., Grádiz, M., & Fletes, Y. (2023). Caracterización física, química y microbiológica de aguas residuales de la Ciudad Universitaria, UNAH, Honduras. *Revista Bionatura*, 8(2), 36–47. <https://doi.org/10.21931/RB/2023.08.02.36>
- Tchobanoglous, G., Stensel, H. D., & Tsuchihashi, R. (2014). *Wastewater engineering: Treatment and resource recovery* (5th ed.). McGraw-Hill Education.
- Vásquez, R., & Almeida, C. (2021). Gestión comunitaria del saneamiento básico en barrios periféricos de Quito. *Revista de Desarrollo Territorial*, 8(2), 56–69.