

Propuesta metodológica para la valoración de la red hídrica menor: Aplicación en orillas de quebradas urbanas de Cuenca-Ecuador

Methodological proposal for the assessment of the minor water network: Application to the banks of urban streams in Cuenca, Ecuador

Natasha Cabrera¹, Kelly Fernández², Emilia Creamer³

Resumen

Los cuerpos de agua menores cumplen funciones básicas en los ecosistemas urbanos, contribuyendo a la regulación hídrica y del microclima, la mitigación de inundaciones, la biodiversidad y la creación de espacios recreativos y educativos con valor paisajístico. Sin embargo, su manejo suele verse relegado incluso en ciudades con políticas destacadas de manejo fluvial, por lo que constituyen uno de los ecosistemas acuáticos más degradados del mundo. En este contexto, se presenta una herramienta que permite sistematizar información clave sobre las quebradas urbanas y visibilizar su estado actual, mediante una metodología replicable y de acceso abierto. La herramienta posibilita la recolección, sistematización y visualización de datos de manera semiautomatizada, mediante un formulario georreferenciado y mapas interactivos. Se abordan como aspecto principal de las quebradas urbanas la integración de sus orillas al espacio público de la ciudad, mediante el levantamiento de información sobre cuatro componentes: cuerpo de agua, borde de ribera, orilla y primera línea edificada. A través de preguntas de opción múltiple, capturas fotográficas y de audio, se recopilan datos cuantitativos y cualitativos para documentar 14 variables, proporcionando un diagnóstico integral de cada tramo, quebrada y de la red hídrica en general. Los resultados se registran en una base de datos, de la que se derivan un inventario y un dashboard interactivo dirigidos a la ciudadanía. Esta herramienta tiene como objetivo contribuir al manejo sostenible de las quebradas urbanas, su reintegración en la política pública y en la conciencia colectiva, reafirmando su rol como elemento fundamental de la red hídrica de las ciudades.

Palabras-clave: urbanismo sostenible, red hídrica urbana, manejo de quebradas, espacio público

Abstract

Smaller bodies of water perform essential functions in urban ecosystems, contributing to water and microclimate regulation, flood mitigation, biodiversity, and the creation of recreational and educational spaces with landscape value. However, their management is often neglected even in cities with significant river management policies, making them one of the most degraded aquatic ecosystems in the world. In this context, we present a tool that systematizes key information on urban streams and visualizes their current state using a replicable and open-access methodology. The tool enables the semi-automated collection, systematization, and display of data using a georeferenced form and interactive maps. The main aspect of urban streams is the integration of their banks into the city's public space, gathering information on four components: watercourse, riverbank edge, bank, and first line built. Through multiple-choice questions and photographic and audio recordings, quantitative and qualitative data are collected to document 14 variables, providing a comprehensive assessment of each section, stream, and the whole water network. The results are recorded in a database, which generates an inventory and an interactive dashboard for citizens. This tool aims to contribute to the sustainable management of urban streams, their reintegration into public policy and the collective consciousness, reaffirming their role as a fundamental element of the urban water network.

Keywords: sustainable urban planning, urban water network, stream management, public space

¹ Universidad de Cuenca; Universidad de Azuay, Ecuador, [natasha.cabrera \[at\] ucuenca.edu.ec](mailto:natasha.cabrera@ucuenca.edu.ec)

² Universidad de Cuenca, Ecuador, [kelly.fernandez \[at\] ucuenca.edu.ec](mailto:kelly.fernandez@ucuenca.edu.ec)

³ Universidad de Cuenca, Ecuador, [emilia.creamer \[at\] ucuenca.edu.ec](mailto:emilia.creamer@ucuenca.edu.ec)

Introducción

La red hídrica constituye un subsistema esencial dentro del entramado ecológico de las ciudades, que a lo largo de la historia ha sido determinante en la obtención de recursos vitales como el agua para consumo humano, tierras fértiles para la agricultura y vías naturales de transporte y comercio (Binti, et al., 2015; Illes, et al., 2024). En diversas regiones existen ejemplos emblemáticos de esta estrecha relación entre asentamientos humanos y red hídrica. En el caso particular de América Latina, ha sido un factor clave en la configuración y evolución de los tejidos urbanos, influyendo en su localización, estructura vial y distribución de actividades económicas (Walteros y Ramírez, 2020). Desde las antiguas civilizaciones prehispánicas hasta las ciudades coloniales, el agua constituyó un eje estructurador de lo urbano en la región. No obstante, durante el acelerado crecimiento urbano del siglo XX muchas de las redes hídricas fueron transformadas en drenajes o entubadas, priorizando el desarrollo inmobiliario, la construcción de infraestructura vial y la expansión de ciertos usos (Ahern, et al., 2014). Las grandes urbes latinoamericanas como México DF, Caracas, Bogotá, Quito, Lima, São Paulo y Buenos Aires han crecido de espaldas a sus ríos, generando procesos de fragmentación urbana y pérdida de espacios verdes ribereños, fenómeno que ha ocurrido con distintos matices en diversas latitudes (Rojas, et al., 2015).

Esta problemática ha sido ampliamente documentada por distintos autores como Walteros y Ramírez (2020), quienes destacan cómo la política de urbanización ha priorizado el crecimiento de la ciudad sobre la conservación de los ecosistemas. Por ejemplo, en Lima, la urbanización ha llevado a la ocupación de cauces naturales de ríos secos, intensificando problemas de inundaciones en temporadas de lluvias extremas (Santiváñez, M., y Núñez, A., 2024). En São Paulo, la canalización del río Tietê ha tenido impactos negativos en la biodiversidad y en la capacidad de absorción de agua (Martínez y Rubio, 2022). En Bogotá, Medellín y Quito, muchas quebradas han sido relegadas a funciones de drenaje pluvial o incluso usadas como vertederos de desechos industriales y urbanos (Rojas, et al., 2015; Montoya et al., 2022).

En los últimos años, sin embargo, ha surgido una creciente conciencia a escala global sobre la importancia de restaurar y proteger estos ecosistemas urbanos (Binti, et al., 2015; Sretovic y Djukic, 2024). Diversas ciudades han comenzado a implementar estrategias de renaturalización de ríos, recuperando su función ecológica y social. Ejemplos exitosos de este cambio de paradigma incluyen la renaturalización del río Cheonggyecheon en Seúl, que pasó de ser una vía rápida de concreto sobre el cauce del río, a un parque lineal con un ecosistema restaurado (Kim, 2020), y el proyecto en el río Isar en Múnich, donde se ampliaron los cauces y se recuperaron hábitats (Mota, 2024). En Latinoamérica, la recuperación del río Medellín en Colombia (Rojas, et al., 2015) o la intervención en parte del río Mapocho en Chile (Iturriaga, 2024), han demostrado que es posible transformar estos espacios degradados en corredores ecológicos y espacios públicos de calidad.

Los beneficios ecosistémicos de este tipo de actuaciones, que potencian la relación entre agua y espacio público, incluyen la regulación del microclima, la absorción de contaminantes y la generación de corredores biológicos que favorecen la biodiversidad. Pues la red hídrica está intrínsecamente ligada a la red verde, ya que sustentan la vegetación endémica y la fauna local. Por lo que resulta imperativo considerar este tipo de ecosistemas en la planificación urbana, para garantizar ciudades más resilientes. Por otra parte, las orillas de los cuerpos de agua, han sido reconocidas como espacios públicos fundamentales en la configuración del paisaje urbano. Investigaciones como las Darjosanjoto y Nugroho (2015) resaltan la importancia de estos espacios – que constituyen el elemento central de estudio –, para la recreación, la interacción social y el bienestar ciudadano.

A pesar de estos avances, las políticas de gestión hídrica se han centrado mayormente en los cuerpos de agua principales como los ríos de gran caudal, mientras que a los afluentes menores no se les ha prestado la atención necesaria (Rotger y López, 2019; Walteros y Ramírez, 2020), llegando a considerarse por Zerega et al. (2021) como uno de los ecosistemas acuáticos más degradados del mundo. Todos los casos de intervención ya mencionados se muestran como ejemplos de esta tendencia, ya que si bien han mejorado las condiciones de ríos receptores no han considerado a sus afluentes. Esto acarrea un serio conflicto, pues aunque los cuerpos de agua menores, como las quebradas o los arroyos, tienen menor caudal, desempeñan funciones básicas en la red hídrica

urbana (Ghunowa, 2017). Por lo que autoras como Cabrera et al. (2023), enfatizan sobre la urgencia de considerarlos dentro de la gestión hídrica integral.

Frente a este panorama, los cuerpos de agua menores enfrentan tres grandes retos: posicionar la importancia de su papel en la red hídrica urbana; generar estudios que permitan evaluar su estado; y, desarrollar políticas, programas y proyectos que incentiven su restauración (Che et al., 2012). Dichos retos son especialmente difíciles de abordar en América Latina, donde estos componentes hídricos son frecuentemente relegados, lo que deriva en su contaminación y tratamiento inadecuado. Por lo tanto, se vuelve imperativo ampliar el enfoque hacia los cuerpos de agua menores, reconocer su valor ecológico y social, e integrarlos dentro de las estrategias de urbanismo y espacio público. En este contexto, el presente artículo propone una metodología para evaluar y visibilizar las quebradas urbanas, relevando su condición de espacio público, mediante una herramienta que posibilite la recolección de datos georreferenciados para determinar su estado actual, reconocer su papel dentro de la red hídrica, apoyar su integración en las políticas públicas y posicionar su relevancia en la conciencia ciudadana, promoviendo así una gestión integral más sostenible.

Metodología

Si bien la herramienta que se presenta a continuación se ha generado con el fin de valorar y visibilizar el estado y la importancia de los cuerpos de agua menores - con énfasis en la condición de espacio público de sus orillas -, su grado de flexibilidad y replicabilidad permite su aplicación a nivel de todo el sistema hídrico. Por otra parte, se buscó simplificar el uso de los datos levantados para generar productos de difusión rápida y amigable, de acceso abierto y que viabilicen la interacción de la ciudadanía con la información. Bajo estas premisas, se planteó el levantamiento de todos los cuerpos de agua menores, dentro del área de estudio. Esto demandó tanto la identificación de dichos elementos y su representación cartográfica precisa, como la construcción de un marco conceptual que guíe el estudio y el reconocimiento de las variables de valoración requeridas. A esto siguió la construcción de un formulario de levantamiento que fuera capaz de recoger dichas variables, previendo la validación de la información y su posterior ajuste. Con la base de datos ya validada se propuso la construcción de un inventario y un dashboard interactivo de acceso abierto.

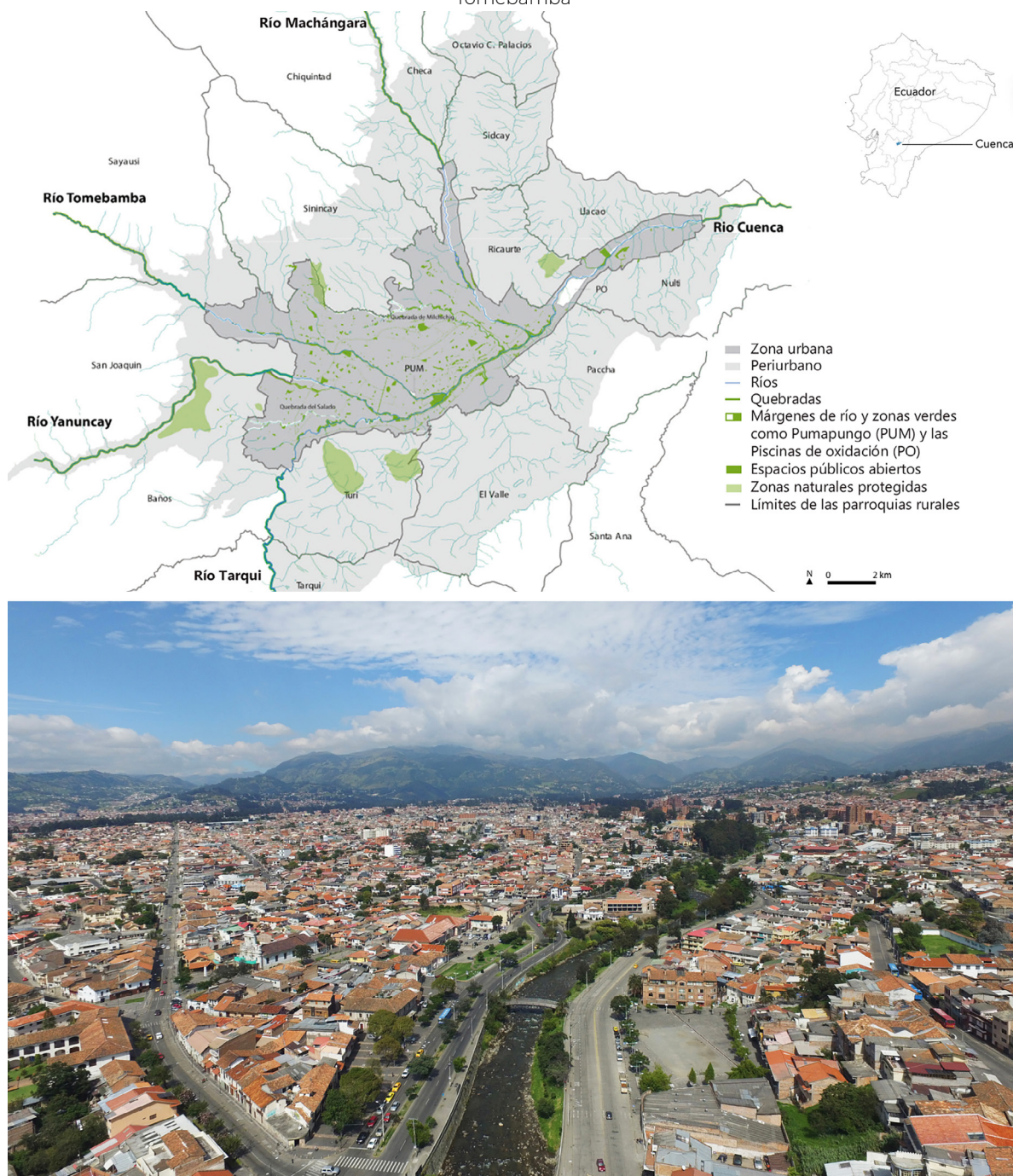
En tal sentido, la metodología propuesta se desarrolló en las siguientes fases:

1. Selección del caso de estudio

Se eligió como caso representativo del contexto de alta montaña ecuatoriano a Cuenca, pues se trata de una ciudad con condiciones geográficas comunes a la mayoría de urbes andinas del país, que por otra parte es considerada un referente en el tratamiento de sus ríos principales. Sin embargo, no ocurre lo mismo con el manejo de las corrientes de agua menores que la atraviesan y se encuentran en muy mal estado (Hermida, et al., 2021), por lo que constituye un claro ejemplo de la marcada diferencia en el tratamiento de componentes hídricos con distinta jerarquía. Para arrancar, es indispensable señalar que en la Sierra ecuatoriana se utiliza el término “quebradas” – mismo que se maneja en este manuscrito –, para referirse a los arroyos o riachuelos, afluentes de los ríos principales y que presentan menor caudal, por lo que suelen desaparecer en la estación seca (Cabrera et al., 2023).

Cuenca es la ciudad intermedia más importante del Ecuador, se encuentra entre los 2530 y 2800 msnm (Hermida et al., 2021) y cuenta con 596.101 habitantes según el Censo de Población y Vivienda de 2022 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2024). Su rica red hídrica está conformada por cuatro ríos principales: Tomebamba, Yanuncay, Tarqui y Machángara, que al unirse conforman el río Cuenca (Figura 1), y que han sido objeto de planes de conservación y manejo sostenible en términos de calidad de agua, integración paisajística y función recreativa. La planificación urbana de Cuenca ha priorizado la protección de estos ríos mediante la implementación de parques lineales e infraestructura de saneamiento, contribuyendo a su integración en la vida cotidiana de la población.

Figura 1. Ubicación, delimitación de la ciudad de Cuenca con su red hídrica y fotografía aérea del Río Tomebamba



Fuente: Hermida et al., 2021, p. 25, 16 y 17.

En contraste, las más de 100 quebradas que existen en la ciudad presentan un escenario alarmante de deterioro, consecuencia de la urbanización desordenada, la falta de una gestión integral y la contaminación por desechos sólidos y aguas residuales. Muchas de estas quebradas han sido canalizadas, embauladas o incluso rellenadas para permitir la expansión de la infraestructura urbana, perdiendo así su función ecológica, su capacidad de regulación hídrica y la posibilidad de sus orillas de integrarse a red de espacios públicos (Cabrera y Fernández, 2024). Este contraste entre la gestión exitosa de los ríos y el abandono de las quebradas convierte a Cuenca en un laboratorio ideal para el estudio de la relación entre urbanización, planificación y conservación de ecosistemas acuáticos en ciudades de alta montaña y la diferenciación en su tratamiento (Figura 2).

Figura 2. Diferencias en el tratamiento de ríos y quebradas en Cuenca



Fuente: Cabrera y Fernández, 2024, p. 22.

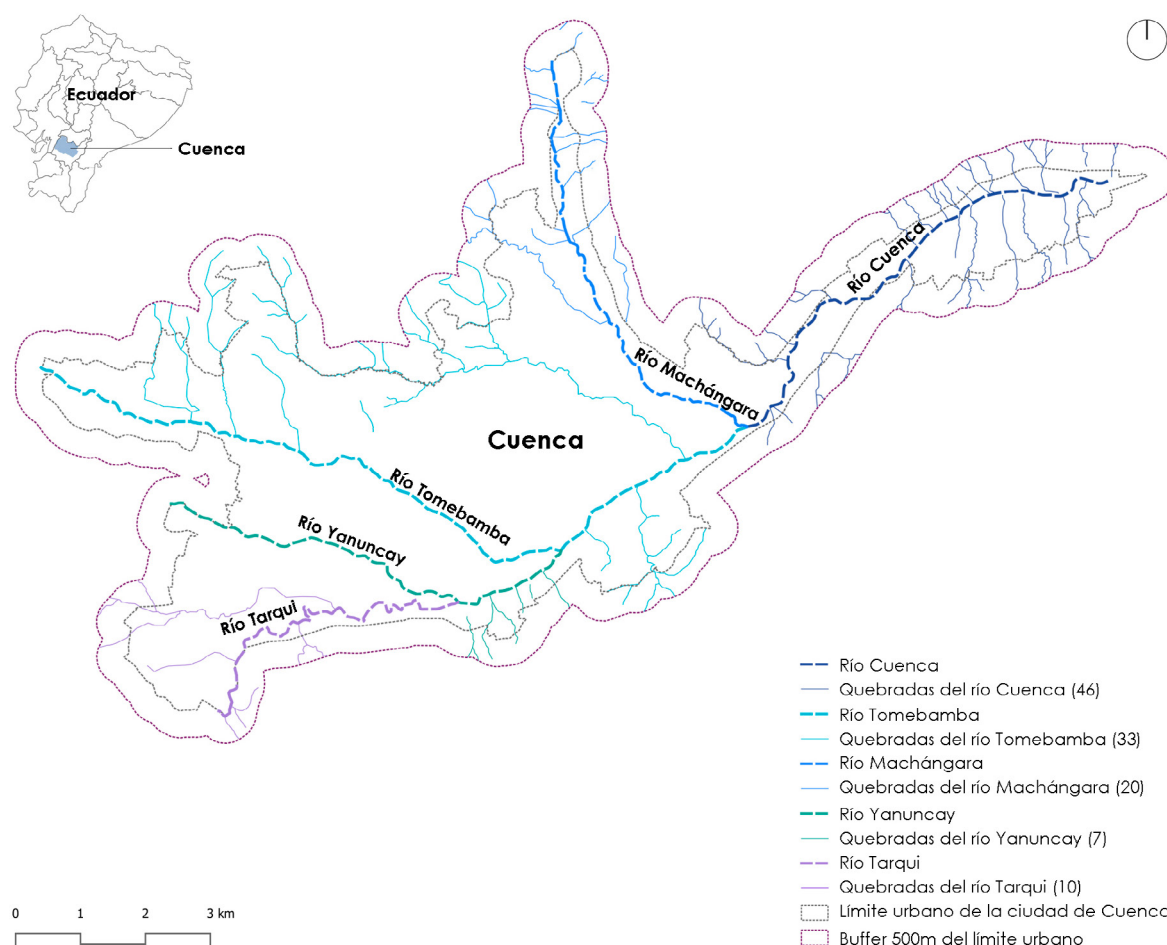
Como área de estudio base se tomó a la superficie dentro del límite urbano de la ciudad de Cuenca y se incorporó una superficie de borde que comprendió una franja de 500 m alrededor de dicho límite (Figura 3). Esta zona, denominada de expansión urbana, fue incluida debido a la relevancia que adquiere para este estudio el manejo de la red hídrica durante los procesos de urbanización del territorio.

2. Identificación de los cuerpos de agua menores

El análisis exhaustivo de los cuerpos de agua menores requirió su reconocimiento y ubicación, a través de la recopilación de información cartográfica existente, su análisis y posterior actualización mediante visitas de campo. En el caso de Cuenca, se recopilaban mapas de diversas fuentes, siendo la principal el estudio elaborado por el Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE) en 2013, en el cual se encontró un inventario detallado de la red hídrica de la ciudad desarrollado en colaboración con la Cooperación Técnica Alemana (GIZ, 2024). Esta documentación, junto a mapas municipales actuales y cartografía histórica, permitió la construcción de un mapa base con el trazado y la distribución de las quebradas en el área de estudio. A partir de esta línea base, se procedió a contrastar y validar la información mediante el uso de tecnologías de observación remota, específicamente a través de la revisión de imágenes satelitales disponibles en Google Earth. Este proceso dio paso al reconocimiento y corrección de errores en el trazado de las quebradas. No obstante, en aquellos casos en los que se encontraron inconsistencias, se realizaron comprobaciones directas en territorio. Estas observaciones *in situ* fueron fundamentales para resolver ambigüedades y asegurar la exactitud geográfica del mapa final.

Como resultado de este riguroso proceso de recopilación, validación y actualización se obtuvo un registro cartográfico de 128 cuerpos de agua menores. De ellos se eliminaron 9 por tratarse de canales creados para riego y 3 porque atravesaban el área de estudio en menos de 100 metros, quedando 116 quebradas en el mapa final, que se clasificaron en función del río receptor del que son afluentes (Figura 3).

Figura 3. Cartografía actualizada de las quebradas dentro del área de estudio



Fuente: Elaboración propia

3. Definición conceptual de componentes y variables

La metodología desarrollada propuso un enfoque centrado en la valoración y visibilización de las quebradas urbanas desde el potencial de sus orillas como espacios públicos. En Ecuador, la normativa ambiental y de uso del suelo reconoce la importancia de estos espacios dentro del entorno urbano y la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (Ley 1178, 2014), en su Art. 6 establece el derecho ciudadano al acceso directo a las fuentes hídricas, lo que refuerza la necesidad de considerarlas como espacios abiertos accesibles para la comunidad. Por ello, la herramienta planteada priorizó el análisis de las orillas de las quebradas como articuladoras de lo público, la interacción social y la conexión con la naturaleza dentro del tejido urbano.

Si bien se reconoció que las quebradas urbanas están conformadas por múltiples elementos bióticos y abióticos, se hizo especial hincapié en sus orillas y en aquellos aspectos que determinan su integración en la ciudad y su rol como lugares de encuentro y recreación. Desde esta perspectiva, la herramienta se estructuró en torno a cuatro componentes clave para el levantamiento de información (Tabla 1):

1. Cuerpo de agua: Flujo de agua que sigue el curso natural o modificado de la quebrada. Si bien el eje central de análisis no fue la calidad de este elemento, se tornó indispensable conocer la percepción ciudadana sobre la misma ya que el uso de sus orillas está influenciado por la presencia de agua limpia o contaminada (Darjosanjoto y Nugroho, 2015), y por el tipo de tratamiento que recibe en el proceso de urbanización como embaulamiento, canalización o de relleno (Cabrera y Fernández, 2024).

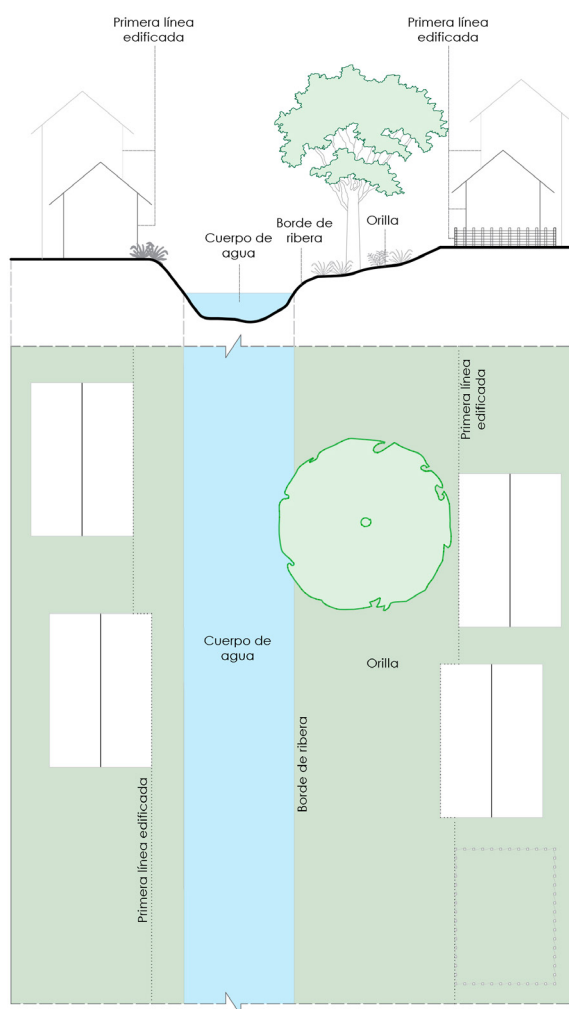
2. Borde de ribera: Franja del terreno inmediata al cuerpo de agua, cumple un papel esencial en

el equilibrio y la funcionalidad del ecosistema (Ghunowa, 2017), su grado de estabilidad es un indicador del nivel de erosión de las orillas y por lo tanto de la seguridad del suelo en el margen fluvial (Cabrera y Fernández, 2024).

3. Orilla: Elemento medular del análisis, constituye la zona abierta de acceso público alrededor del agua con mayor potencial para ser utilizada como espacio de recreación y encuentro (Ghunowa, 2017). Su estudio se centró en factores asociados a la apropiación ciudadana y su integración al sistema de espacios públicos urbanos, donde características físico-espaciales esenciales como su grado de accesibilidad, ancho mínimo, presencia de instalaciones para distintas actividades y condiciones de la vegetación, o factores perceptuales derivados de la presencia de usuarios, verde urbano y desechos inciden en su uso (Darjosanjoto y Nugroho, 2015).

4. Primera línea edificada: Fachada urbana conformada por diversas edificaciones o cerramientos de predios, inmediata a la orilla y que demarca la sección de análisis (Figura 4). Su estudio buscó comprender las dinámicas entre lo público y lo privado, lo edificado y lo natural, que influyen en el uso y la transformación de las orillas. Este componente se evaluó mediante la identificación de tipologías edificatorias, alturas, cerramientos y usos predominantes, factores básicos en la relación entre las orillas de la quebrada y su entorno edificado (Cabrera y Fernández, 2024).

Figura 4. Componentes de la quebrada propuestos



Fuente: Elaboración propia.

Una vez establecidos los componentes del levantamiento se propuso el registro de las características relevantes ya descritas – convertidas en variables–, mediante el reconocimiento de su estado a través de la selección de categorías predefinidas (Tabla 1). Dichas variables y categorías se concibieron para recoger aquella información necesaria para evaluar el estado de las quebradas, destacando la condición de sus orillas como espacio público.

Tabla 1. Variables y categorías propuestas por componente

VARIABLES	CATEGORÍAS	FOTOGRAFÍA
COMPONENTE: Cuerpo de Agua		
Estado del cuerpo de agua	A cielo abierto Canalizado Emballado Rellenado Otro No se puede ver (existen obstáculos)	X
Calidad del agua	Agua clara Moderadamente turbia Muy turbia No se puede ver (existen obstáculos)	X
COMPONENTE: Borde de ribera		
Estabilidad	Muy estable Moderadamente inestable Inestable	X
COMPONENTE: Orilla		
Accesibilidad		X
Grado de accesibilidad:	Con caminera de accesibilidad universal Con caminera inaccesible para personas con movilidad reducida Sin caminera pero accesible para personas con movilidad reducida Sin caminera e inaccesible para personas con movilidad reducida	
Inaccesible por:	Privatización Topografía Presencia de vía Vegetación Otro	
Estado predominante	Impermeable, bien mantenido Impermeable, sin mantenimiento Semi permeable, bien mantenido Semi permeable, sin mantenimiento Permeable, bien mantenido Permeable, sin mantenimiento	X
Usos predominantes	Espacio público con tratamiento (parque, zona de juegos, etc.) Vivienda Comercio Servicio Equipamiento Industria Agricultura Canadería Forestal Sin uso Otros	X
Usuarios	Adultos mayores Adultas mayores Adultos Adultas Adolescentes varones Adolescentes mujeres Niños Niñas	X
Presencia de basura	No hay basura Existe basura pero no es prominente Existe basura abundante	X
Presencia de vegetación	Alta (arbolado) Media (arboles) Baja (césped)	X
COMPONENTE: Primera línea edificada		
Tipo de construcciones	Adosadas sin retiro frente a la orilla Adosadas con retiro frente a la orilla Pareadas sin retiro frente a la orilla Pareadas con retiro frente a la orilla Aisladas sin retiro frente a la orilla Aisladas con retiro frente a la orilla No existen edificaciones	X
Usos predominantes	Espacio público con tratamiento Vivienda Comercio Servicio Equipamiento Industria Agricultura Canadería Forestal Sin uso Otros	X
Número de pisos de construcciones		
Tipo de cerramiento predominante	Muro ciego (no permite visuales entre las edificaciones y la orilla) Muro enrejado (permite visuales entre las edificaciones y la orilla) No existe cerramiento	X
Relación física predominante entre las construcciones de la primera línea edificada y la quebrada	La mayoría de los predios tienen este acceso a la quebrada Muy pocos predios tienen este acceso a la quebrada Casi ninguno de los predios tienen a la quebrada No existen edificaciones	

Fuente: Elaboración propia

Se propusieron 14 variables y 2 subvariables como base para el levantamiento, indicando en qué casos se consideraba importante realizar un respaldo fotográfico de los datos registrados.

4. Elaboración del formulario

Una vez determinado el enfoque conceptual y los componentes, variables y categorías a utilizar, se seleccionó el *toolkit* de código abierto KoboToolbox¹ para generar el formulario de levantamiento debido a: 1) la sencillez en la georreferenciación de datos *in situ* mediante cualquier dispositivo móvil; 2) el procesamiento automático de los mismos; 3) la posibilidad de su visualización en un mapa interactivo; y 4) el uso gratuito de la herramienta. Se planteó el registro de las 14 variables y 2 subvariables en ambas orillas de la quebrada: a la derecha e izquierda del cuerpo de agua, mediante la formulación de preguntas de opción múltiple. Además, se incluyeron cuatro preguntas al inicio del formulario con el objetivo de reconocer el punto de observación mediante su georreferenciación usando el sistema EPSG 4326 - WGS84, la identificación del nombre y el código de la quebrada y el lado de la orilla de cada registro. De igual modo, se incorporaron tres apartados al final para obtener datos sobre el grupo a cargo del levantamiento, su percepción de seguridad y cualquier observación adicional. Finalmente, se generó un formulario con 23 preguntas acompañadas de 12 capturas fotográficas, como se indica en la Tabla 1, y la grabación opcional de un audio. A esto se sumaron variables de fecha y hora de inicio de cada observación, que por defecto registra la herramienta KoboToolbox.

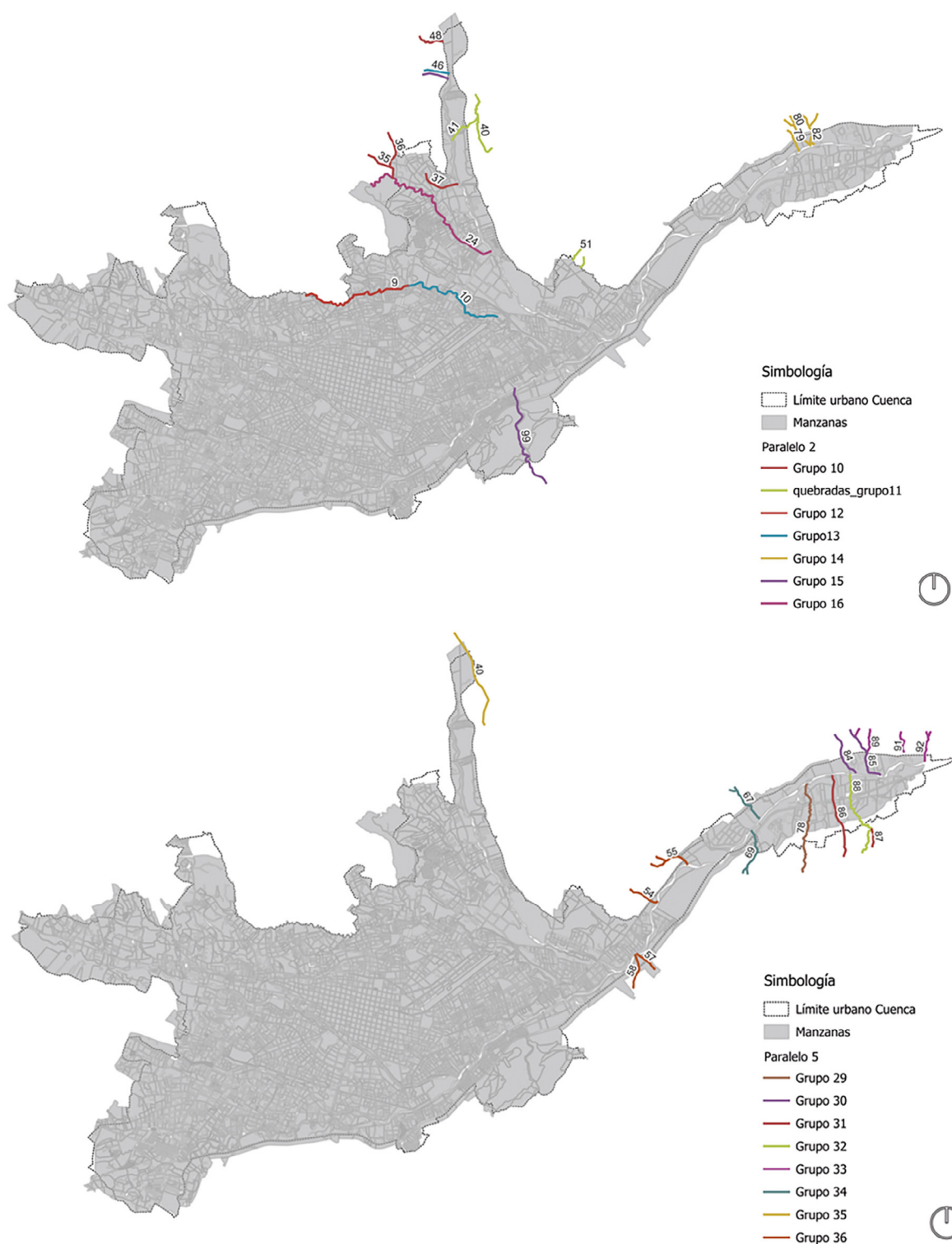
Antes de su aplicación, se realizaron varias pruebas piloto del formulario en dos ríos de Cuenca: Tarqui y Tomebamba; y en dos quebradas: El Salado y Milchichig. Esto sirvió para ajustar la terminología dentro del formulario; generar una guía de levantamiento que explicara el marco conceptual manejado, así como la definición de los distintos componentes, variables y categorías, con gráficos ilustrativos en cada caso; y para proponer la distancia óptima entre los puntos de observación en una misma orilla. Esta última se estableció cada 250 metros, considerando por una parte que este intervalo de medición resultaba lo suficientemente amplio como para identificar variaciones en los componentes observados, sin comprometer la precisión y relevancia de los datos obtenidos; y por otra que el personal disponible para realizar el levantamiento podría llevar a cabo entre 1050 a 1100 formularios. Para este cálculo se empleó el tiempo promedio utilizado en el levantamiento de formularios, durante el pilotaje.

5. Levantamiento de datos

Con el formulario final validado luego del pilotaje, se organizaron varias sesiones de capacitación a estudiantes de los dos últimos años, de las escuelas de Arquitectura de la Universidad del Azuay y la Universidad de Cuenca. En la primera capacitación se expuso el objetivo del estudio y los pasos previos de la metodología, pero sobre todo se entregó y revisó a profundidad la guía de levantamiento donde se explicaba cada componente, variable y categoría del formulario. Tras la exposición teórica del trabajo a realizar, se conformaron 45 grupos de trabajo, integrados por tres estudiantes cada uno, contando con un total de 135 participantes. A cada grupo se asignó entre 26 a 30 formularios, procurando que correspondieran al menor número posible de quebradas y que éstas fueran cercanas (Figura 5). Para cerrar la sesión, se llevó a cabo un levantamiento de prueba en los ríos Yanuncay (estudiantes de la Universidad del Azuay) y Tomebamba (estudiantes de la Universidad de Cuenca), con la finalidad de solventar cualquier duda y verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos móviles.

¹ <https://www.kobotoolbox.org/>

Figura 5. Ejemplo de asignación de formularios por grupo



Fuente: Elaboración propia

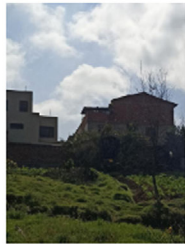
Se convocó a una segunda capacitación, para una última prueba de levantamiento en la quebrada El Salado, que presenta variaciones importantes en cuanto a las categorías de sus distintas variables, con el objetivo de diferenciarlas. Luego, se revisaron los registros en el KoboToolbox con cada grupo de estudiantes para reforzar la importancia de georreferenciar con precisión, seleccionar correctamente cada categoría y capturar fotografías enfocadas y con información relevante según la variable.

El levantamiento definitivo de datos se desarrolló durante dos semanas en noviembre de 2023, en la temporada seca del ciclo hidrológico, por lo que varias quebradas presentaron poco caudal. A lo largo de este periodo, los grupos fueron supervisados por tres investigadoras, quienes examinaban los avances, solicitaban el ajuste en caso de existir incongruencias, solventaban diversas dudas y apoyaban en la resolución de cualquier conflicto. Una vez concluida esta fase, se obtuvieron 1053 registros, con los cuales se completó una primera base de datos.

6. Validación de datos

Para garantizar la fiabilidad de la información levantada y proceder a su análisis, se procedió a verificarla. Como primer paso se contrastó la georreferencia de los registros, comparando el mapa generado en la primera fase metodológica con el mapa de localización de las observaciones, identificando ubicaciones imprecisas. Luego se contrastaron las respuestas por variable con las fotografías registradas de todas las preguntas y en caso de inconsistencias se revisó la información de *Street View* disponible en *Google Maps*. Tras este proceso se determinó que el 92% de las imprecisiones de geolocalización correspondían a zonas inaccesibles donde no era posible llegar a la quebrada, pero sí visualizar varias características requeridas para completar las categorías, de ser este el caso los formularios fueron validados y su ubicación ajustada. El 8% restante se invalidó junto a otros registros que presentaron incoherencias entre las respuestas y sus fotografías. Como resultado, todos los formularios de 98 quebradas fueron validados, mientras 18 quebradas debieron levantarse nuevamente de manera total o parcial. El nuevo levantamiento se llevó a cabo por dos de los 45 grupos de trabajo inicial en enero de 2024 y fue validado en febrero del mismo año. Con esta información se ajustó el trazado de tres quebradas, en zonas donde se encontraban canalizadas, y se completó el registro con un total de 1038 formularios validados.

Figura 6. Ejemplo de registro con las respuestas junto a sus fotografías

ORILLA: La orilla es:	Accesible
Seleccionar el grado de accesibilidad menor* de la orilla	Con caminera de accesibilidad universal (caminable para personas con movilidad reducida)
Es inaccesible por (indicar razón predominante):	
Indicar otra razón predominante	
Fotografía representativa de la accesibilidad de la orilla (sea accesible o inaccesible)	
Audio representativo	0:00 0:12 Abrir
PRIMERA LINEA EDIFICADA: Indicar el tipo de construcciones predominante de la primera línea edificada	Paredas con retiro frente a la orilla
Fotografía representativa del tipo de construcciones predominante de la primera línea edificada	

Fuente: Elaboración propia

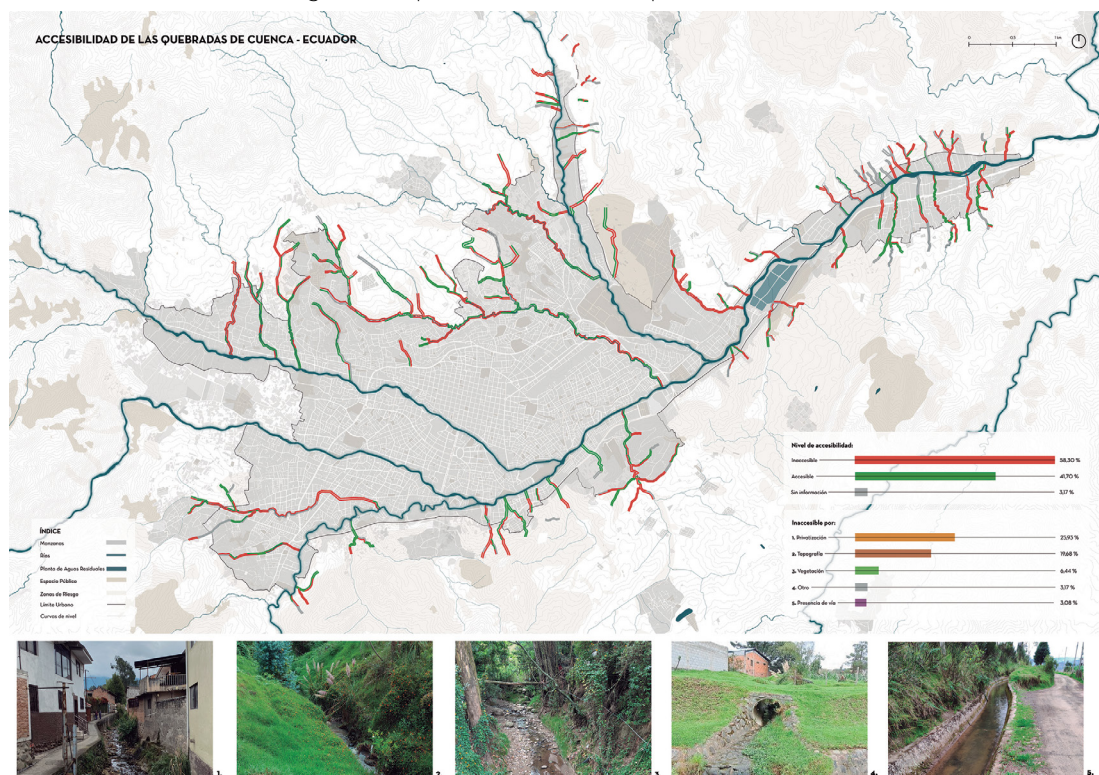
El objetivo de esta última fase de validación consistió en corregir y aprobar la información levantada, para obtener una base de datos precisa, representativa y confiable, que refleje fielmente los fenómenos observados y minimice sesgos o errores.

Resultados

La aplicación de la metodología propuesta en seis fases, ha proporcionado un conjunto de datos validados que facilitan el análisis y la gestión de las quebradas cuencanas, mediante la generación de dos instrumentos esenciales: un documento cartográfico completo y una base de datos actualizada de estos cuerpos de agua en el área de estudio. Con base en esta información se diseñó además un inventario integral y una plataforma digital interactiva concebidos para fortalecer el conocimiento, puesta en valor y conservación de las quebradas por parte de la ciudadanía. Estos resultados permiten conocer el estado actual de las orillas de las quebradas como espacio público, pero además viabilizan la construcción de herramientas accesibles para técnicos, tomadores de decisiones, académicos y población en general. A continuación, se detallan los cuatro principales productos obtenidos:

1. Cartografía completa y actualizada. Uno de los principales logros del estudio ha sido la construcción de un mapa detallado y validado con las quebradas identificadas dentro del área de estudio. Este producto recogió información dispersa en varias fuentes que no incluían a todas las quebradas, confundían sus nombres y recorridos; y muestra con precisión a cada una de ellas, su trayectoria actual y tipo de tratamiento recibido (Figura 7). A la integración de estas múltiples fuentes - información cartográfica preexistente e imágenes satelitales -, se sumó el trabajo de campo. Así, el mapa base obtenido en la fase de identificación de los cuerpos de agua menores, se ajustó y validó tras su contrastación con los registros levantados en terreno, como se explica en la metodología, asegurando su precisión. Contar con un documento de estas características, proporciona una base cartográfica sólida, completa y actualizada de las quebradas urbanas de Cuenca.

Figura 7. Mapa actualizado de las quebradas a 2024

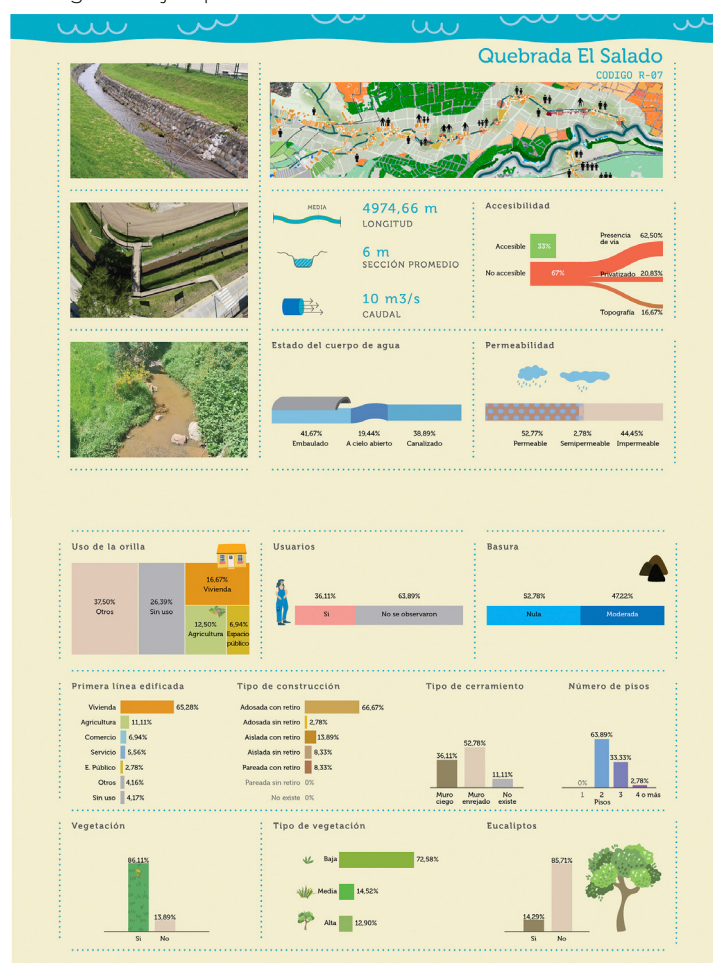


Fuente: Elaboración propia

2. Base de datos. Se estructuró como una lista en formato de hoja de cálculo, conformada por los registros validados, cada uno de los cuales contiene información detallada y georreferenciada sobre las variables clave para la caracterización de las orillas de quebradas. Estos datos de tipo alfanumérico tienen carácter cuantitativo y cualitativo sobre la condición del agua, la estabilidad del borde de ribera, varias características de la orilla y de la primera línea edificada. Se incluyó además, la información fotográfica que respalda cada observación y posibilita el análisis visual detallado de cada tramo evaluado; así como los audios ambientales y de elementos relevantes para la interpretación del paisaje sonoro de las quebradas. Esta base de datos geolocalizada representa un avance significativo en el establecimiento de una línea base actualizada y precisa de las orillas de las quebradas, proporcionando referencias para futuras intervenciones. Además, su estructura como una base de datos tiene como objetivo facilitar futuros ejercicios de análisis y ciencia de datos, enfocada en la situación de las quebradas urbanas y el espacio público de sus orillas, en el área de estudio. Las aplicaciones pueden ser de índole práctica o académica, y pueden ser muy diversas, ya que se logra analizar patrones y tendencias en las variables levantadas, establecer correlaciones entre variables que permitan explicar dichas tendencias, estimar diversos modelos estadísticos, o incluso realizar análisis en relación a bases de datos externas complementarias como datos climáticos, de tejidos urbanos, etc.

3. Inventario ilustrado. Este documento compila información estadística y cartográfica de los cuerpos de agua levantados, mediante fichas que incluyen un mapa ilustrado del recorrido y contexto de cada quebrada dentro del área de estudio, a más de indicadores estadísticos relacionados o que inciden en el uso de las orillas como espacio público (Figura 8). Las fichas se codifican y clasifican según el río receptor de las quebradas: Tomebamba, Yanuncay, Tarqui, Machángara y Cuenca; y el orden en que aparecen se rige a la dirección predominante de la corriente de las aguas, es decir de Oeste a Este.

Figura 8. Ejemplo de ficha de inventario en versión borrador

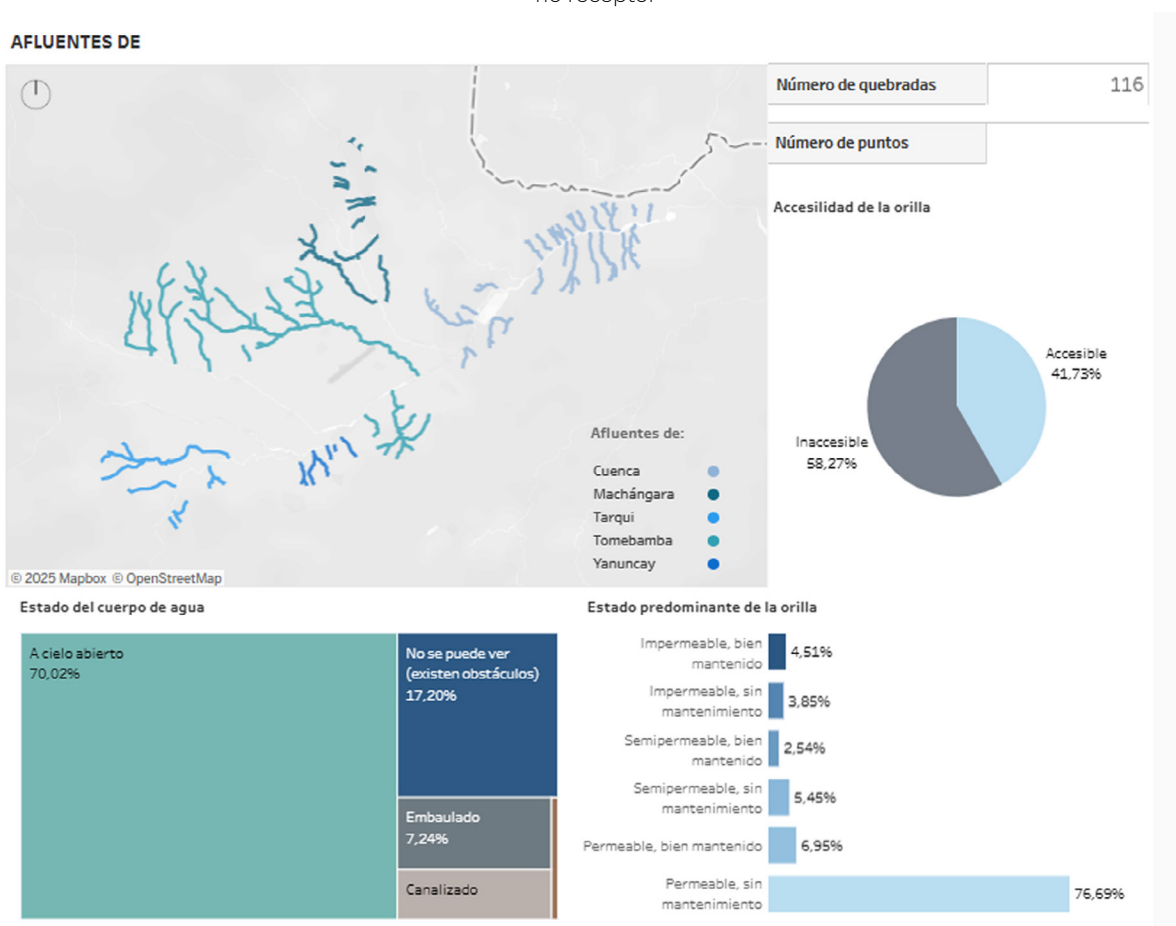


Fuente: Elaboración propia

Este inventario ha sido concebido como una herramienta de consulta tanto para investigadores y tomadores de decisiones en el ámbito de la planificación territorial y la gestión ambiental, como para la ciudadanía en general. Su estructura permite una revisión fácil, rápida y efectiva, simplificando la identificación de patrones y la priorización de actuaciones en función de los niveles de deterioro y las oportunidades de restauración. Asimismo, busca concientizar la importancia de los cuerpos de agua menores en el entorno urbano, que si bien son más pequeños que los ríos, tienen un impacto significativo a nivel de ciudad. Las estadísticas evidencian la poca atención que se da a estos elementos del sistema hídrico, cuyas orillas presentan una inadecuada o nula intervención y mantenimiento.

4. Dashboard interactivo. Con el objetivo de difundir la información generada a un público amplio, se desarrolló esta herramienta interactiva de consulta gratuita y en línea. Utilizando la plataforma de análisis visual Tableau², se muestra las estadísticas generales y específicas de las orillas de las quebradas urbanas de Cuenca. Los datos se reparten en seis dashboards o visualizaciones, todas con un mapa que territorializa los valores presentados en las estadísticas, a partir de las características específicas de cada punto del levantamiento. Las estadísticas generales se muestran en dos dashboards, que ilustran el análisis integral de las quebradas como un conjunto general y por grupo de quebradas según el río del que son afluentes (Figura 9). Esto proporciona una idea global del estado del sistema de quebradas. Se consideró conveniente incluir una visualización sobre los usos en las orillas y primeras líneas edificadas. Igualmente, se incorporó otro específico con un mapa sonoro y audiovisual para entender de mejor manera el entorno en el que se encuentra cada quebrada.

Figura 9. Versión borrador del dashboard con estadísticas globales de las quebradas levantadas, agrupadas por río receptor



Fuente: Elaboración propia

² https://public.tableau.com/app/profile/llactalab.ciudaeds.sostenibles/viz/AnlisisquebradasCuenca_Ecuador_17464754517110/Orillasdelasquebradas#1

Esta plataforma se diseñó para procurar un acercamiento detallado, atractivo e intuitivo a los datos y la incorporación de nueva información en el futuro. Se fundamentó en la idea de que cada usuario pudiera filtrar los datos según variables de interés, facilitando la búsqueda y análisis de aspectos específicos. Su desarrollo representa un avance significativo en la transferencia del conocimiento generado desde la investigación hacia la ciudadanía, posibilitando su uso por cualquier persona interesada en la conservación y recuperación de las quebradas urbanas, con el propósito de incrementar la conciencia ciudadana sobre la relevancia de estos entornos y fomentar la participación de diversos colectivos en la gestión de la red hídrica.

La aplicación en Cuenca de la metodología propuesta, además de la elaboración de los cuatro productos descritos, dio paso a la primera aproximación a un diagnóstico del estado de las quebradas urbanas con el que se dimensionaron las diferentes problemáticas que las afectan mediante información cuantitativa. Al no ser el objetivo medular del artículo presentar dicho diagnóstico, sino mostrar las posibilidades de análisis y resultados de la metodología desarrollada, se mencionan brevemente algunas problemáticas.

Se determinó que la accesibilidad a las orillas es uno de los puntos críticos, ya que el 58,23% son inaccesibles debido principalmente a la privatización de estas áreas con usos vinculados a la vivienda, impidiendo la integración de estos entornos a la red de espacios públicos de la ciudad, restringiendo su uso y disfrute por parte de la población. Esta condición influye directamente en la baja presencia de usuarios en estos espacios, que apenas alcanza el 11,65%. Lo que puede explicarse por diversas razones, entre ellas la percepción de inseguridad en la mayoría de estos espacios (55,7%), la falta de infraestructura adecuada – como senderos para personas con movilidad reducida (97,1%) – y la ausencia de iluminación y equipamiento urbano (98,4%).

A pesar de estas condiciones, se identificó que la mayoría de las quebradas (70,02%) se encuentran a cielo abierto, lo que representa una oportunidad para su integración en la vida urbana a través de estrategias de recuperación y accesibilidad basadas en la naturaleza. Esto refuerza la necesidad de implementar intervenciones en sus orillas, que las transformen en elementos activos de la ciudad.

Por otro lado, se evidenció que los usos predominantes de las orillas corresponden a vegetación sin mantenimiento 23,11 %, contando muy pocas áreas con el tratamiento adecuado como alumbrado público. Mientras en la primera línea edificada el uso principal es vivienda (35,3%), lo que denota una estrecha relación entre la residencia y el paisaje natural, que sin embargo, no favorece el carácter público de los cuerpos de agua sino los privatiza.

Discusión y conclusiones

La metodología implementada intenta posicionar a las quebradas urbanas como elementos fundamentales de las ciudades, evidenciando la necesidad de desarrollar herramientas que simplifiquen su gestión y protección. Su capacidad de replicabilidad y escalabilidad la convierten en un modelo útil para la evaluación en distintos contextos urbanos, contribuyendo al estudio de los sistemas hídricos urbanos y la difusión de información útil a distintos colectivos, posibilitando su uso en la planificación y gobernanza del territorio.

Uno de los principales aportes es la generación de datos estructurados y georreferenciados que procuran dimensionar de manera objetiva la problemática de las quebradas urbanas, facilitando su diagnóstico y la creación de productos tan diversos como cartografía, bases de datos, un inventario y visualizaciones digitales interactivas. La existencia de este tipo de información sistematizada es fundamental para la toma de decisiones informadas y el diseño de políticas públicas que prioricen la conservación y restauración de las redes hídricas. En este sentido, la herramienta desarrollada responde a una de las principales limitaciones históricas en la gestión de cuerpos de agua menores: la ausencia de registros detallados que conduzcan a la evaluación de su estado y a la definición de estrategias de intervención basadas en evidencia. Sin embargo, a futuro es necesario complementar el análisis mediante un levantamiento en época de lluvia, ya que las observaciones se llevaron a cabo en temporada seca. Las condiciones hidrológicas y ecológicas de estos cuerpos de agua varían significativamente a lo largo del año, afectando no solo el caudal y la calidad del agua, sino también la estabilidad del borde de ribera, la accesibilidad de las orillas y la percepción del espacio público por

parte de la ciudadanía. El registro en época de lluvias permitiría evaluar de manera más integral las dinámicas estacionales de las quebradas. Incorporar esta dimensión temporal en futuros estudios garantizaría una visión más completa y representativa del estado de estos contextos urbanos.

Desde una perspectiva metodológica, el estudio aporta innovaciones clave en la evaluación de cuerpos de agua menores. La recolección de datos en ambas orillas de las quebradas permitió identificar diferencias significativas en su tratamiento y uso, destacando la importancia de un análisis detallado de ambos márgenes. Asimismo, la combinación de datos alfanuméricos, fotográficos y sonoros proporcionó una visión más amplia y precisa del estado actual de estos entornos. No obstante, la metodología presenta desafíos y oportunidades de mejora. La dependencia de herramientas digitales y de un conocimiento certero de las variables y categorías para la recolección y gestión de datos implica la necesidad de capacitación técnica para garantizar su aplicación efectiva en distintos contextos, que por otra parte debe realizarse a grupos extensos debido a la importancia de levantar la información en lapsos relativamente cortos. Además, la inclusión de mediciones adicionales, como la calidad del agua en términos fisicoquímicos y la dimensión exacta del ancho de la orilla enriquecería el análisis y la capacidad de la herramienta para orientar proyectos específicos.

Por otra parte, el análisis de los datos recopilados revela que el acceso a las quebradas urbanas es un desafío significativo, limita su función como espacio público e integración en la vida urbana. Este fenómeno, ampliamente documentado en otras ciudades latinoamericanas, es el resultado de modelos de desarrollo que han priorizado el crecimiento inmobiliario sobre la conservación de los ecosistemas hídricos. La baja presencia de usuarios en sus orillas se vincula directamente con la percepción de inseguridad y la falta de infraestructura adecuada, aspectos que requieren acciones urgentes para fomentar la apropiación ciudadana y la valorización de estos espacios. El estudio también muestra que si bien las quebradas permanecen en su mayoría a cielo abierto, su abandono las pone en riesgo. Así también, el nivel de detalle de los datos pone en evidencia las diferencias entre quebradas. Por ejemplo, dos tercios de las orillas de la quebrada El Salado, son inaccesibles debido a su embaulamiento. Por el contrario, la quebrada Gapal presenta orillas accesibles en la mayoría de sus observaciones. Este tipo de contrastes remarca la necesidad de políticas diferenciadas. En este contexto, la metodología desarrollada permite identificar áreas prioritarias para la implementación de programas de infraestructura verde, alineadas con modelos de planificación urbana sostenible.

Desde una perspectiva más amplia, la invisibilización y privatización de los cuerpos de agua menores en América Latina responde a factores históricos y estructurales en la gestión urbana. Mientras que los ríos principales han sido objeto de proyectos de recuperación y renaturalización, los afluentes menores han sido relegados a un segundo plano, considerados frecuentemente como drenajes secundarios o espacios marginales dentro del territorio (Walteros y Ramírez, 2020). Esta diferenciación en el tratamiento responde, en gran medida, a modelos de gobernanza del agua que han priorizado infraestructuras hidráulicas a gran escala y han descuidado la integración de sistemas hídricos menores en la planificación territorial. Esta problemática se evidencia en el caso de estudio, donde la gestión de los ríos principales se considera un referente a nivel nacional en términos de conservación y uso público, pero las quebradas han sido excluidas de estas estrategias, teniendo como resultado su ocupación y degradación progresiva, reduciendo sus funciones ecológicas y su potencial como espacios de interacción social. La marcada diferenciación entre ríos y quebradas cuencanas ocurre, a pesar de que según normativa nacional es el mismo ente gubernamental: Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal, el que se encarga de la administración, legislación, gestión y control del uso de suelo en ambos casos. Los paralelismos de los problemas observados en Cuenca encontrados en otras ciudades de la región como Bogotá o Lima (Rojas, et al., 2015; Santiváñez y Núñez, 2024), reflejan que la problemática de los cuerpos de agua menores no es exclusiva del caso estudiado, sino que responde a patrones comunes en las dinámicas urbanas latinoamericanas, resaltando la necesidad de adoptar enfoques integrales de gestión hídrica.

De cara al futuro, se recomienda ampliar la aplicación de la metodología a otras ciudades de la región para fortalecer su validez y adaptabilidad a diferentes contextos urbanos. Asimismo, la incorporación de tecnologías emergentes, como sensores remotos y modelos de inteligencia artificial para el análisis de datos, podría optimizar la precisión y eficiencia del proceso de monitoreo. También se recomienda la implementación de herramientas de ciencia ciudadana y co-creación, donde los habitantes puedan aportar información en tiempo real sobre el estado de las quebradas y proponer actuaciones comunitarias. Estas mejoras no solo dan paso a la actualización continua de

los datos, sino que fortalecerían el compromiso social en el mantenimiento de estos espacios. Por último, el fortalecimiento de campañas de comunicación y educación ambiental es fundamental para garantizar la apropiación social de los resultados y fomentar una gestión participativa de las quebradas urbanas.

La metodología propuesta representa un avance en la valoración y gestión de los cuerpos de agua menores, proporcionando herramientas concretas que promuevan su integración a una planificación urbana sostenible. En este sentido, la generación de una plataforma de acceso abierto para la visualización de los datos levantados no solo fortalece el uso transversal de los mismos, también amplía su impacto al facilitar su incorporación en sistemas de información ya existentes, promoviendo una gestión hídrica más coordinada y eficaz. A pesar de sus limitaciones, es un modelo valioso para futuras investigaciones y aplicaciones en otras ciudades con problemáticas similares, permitiendo una comparación interregional más detallada sobre la gestión de cuerpos de agua menores. Su empleo y mejora continua pueden contribuir a consolidar un enfoque más completo e inclusivo, garantizando la conservación y recuperación de estos entornos naturales para las generaciones futuras.

Referencias

- Ahern, J., Cilliers, S. y Niemela, J. (2014). The concept of ecosystem services in adaptive urban planning and design: A framework for supporting innovation. *Landscape and Urban Planning*, 125, 254–259. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.020>
- Binti, A., Yassin, S. y Mcdonagh, J. (2015). Developing Guidelines for Riverfront Developments for Malaysia. *Pacific Rim Property Research Journal*, 17(4), 511–530. <https://doi.org/10.1080/14445921.2011.11104340>
- Cabrera, N., Cabrera, S. y Guerrero, M. (2023). Investigación y diseño urbano colaborativo en las márgenes de los ríos de Cuenca-Ecuador. En C. Smaniotto, M. Menezes, M. Pallares, G. Pastor, E. Rocha, K. Villalba (Eds.) *Ríos Urbanos en Iberoamérica: Casos, contextos y experiencias* (pp. 65-86). Universidad Lusófona.
- Cabrera, N. y Fernández, K. (2024). Quebradas urbanas: desarrollo de una herramienta para registro y evaluación. En L. Bragança, M. Brandão (Eds.) *Cosmopolíticas: práticas em movimento* (pp. 15-34). Universidad Federal de Minas Gerais.
- Che, Y., Yang, K., Chen, T. y Xu, Q. (2012). Assessing a riverfront rehabilitation project using the comprehensive index of public accessibility. *Ecological Engineering*, 40, 80–87, <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.12.008>
- Darjosanjoto, E. y Nugroho, S. (2015). Design criteria for open space at the riverbank area in kampung Wonorejo Timur. *International Journal of Education and Research*, 3(4), 417–426. <https://www.ijern.com/journal/2015/April-2015/35.pdf>
- Ghunowa, K. (2017). *Spatial Decision support system for urban streams* [Tesis de maestría]. Universidad de Waterloo, <https://uwspace.uwaterloo.ca/handle/10012/12463>
- Giz. (2024). *Manual de quebradas de Cuenca*. GIZ. https://cga.cuenca.gob.ec/sites/default/files/Manual%20de%20quebradas%20de%20Cuenca_1.pdf
- Hermida, A., Cabrera, N., Osorio, P. y Cabrera, S. (2021). *Riourbano. Medición, representación espacial y estrategias de diseño para las márgenes de los ríos urbanos*. Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/38293>
- Illes, J., Kristianova, K., Joklova, V. y Shayegani, A. (2024). Potential of Former Mill Race Corridors for Urban Regeneration Strategies A Case Study from Podolíneč in Prešov Region (Slovakia). *Land*, 13(7), 1012. <https://doi.org/10.3390/land13071012>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (12 de octubre de 2024). *Censo Ecuador 2022*. <https://>

cubos.inec.gob.ec/AppCensoEcuador/

Iturriaga, S. (2024). Mapocho Wetlands Bioroutes: Itineraries Proposal and Participatory Records. En C. Rojas (Ed.) *Latin America Protection, Conservation, Innovation, Restoration, and Community for Sustainable and Water Sensitive Cities, Urban Wetlands in Latin America, Sustainable Development Goals Series* (pp. 221-238). https://doi.org/10.1007/978-3-031-69590-2_15

Kim, E. (2020). The Historical Landscape: Evoking the Past in a Landscape for the Future in the Cheonggyecheon Reconstruction in South Korea. *Humanities*, 9(3), 113; <https://doi.org/10.3390/h9030113>

Ley 1178 de 2014. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua. 5 de agosto de 2014 (Ecuador).

Martinez, M., Rubio, M. (2022). Diálogos entre duas experiências latinoamericanas de intervenção urbana: Piu Arco Tietê, São Paulo, e Macroproyecto Río Sur, Medellín. Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo. <https://doi.org/10.5821/siiu.12000>

Montoya, C., Villamizar, N., Jorquera, F., Cardenas, M., y Giraldo, T. (2022) Accessibility to public spaces: Boosting ecosystem services in urban areas in four Latin American cities. *Front. Sustain. Cities* 4, 796122. doi: 10.3389/frsc.2022.796122

Mota, P. (2024). O rio como autor e ator do território: Uma reflexão a propósito do Rio Torto [Tesis de maestría]. Universidade do Porto. https://sigarra.up.pt/fbaup/en/PUB_GERAL.PUB_VIEW?pi_pub_base_id=699226

Rojas, C., De meulder, B. y Shannon, K. (2015). Water urbanism in Bogota. Exploring the potentials of an interplay between settlement patterns and water management. *Habitat International*, 48, 177–187. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.03.017>

Rotger, D. y López, I. (2019). El paisaje detrás de las diagonales. Vínculos entre arroyos y la urbanización en la ciudad de La Plata. *Estudios Del Hábitat*, 17(1), e059. <https://doi.org/10.24215/24226483e059>

Santiváñez, M. y Núñez, A. (2024). Estudio paisajístico de los aspectos biofísicos y antrópicos en dos espacios urbanos de la ribera del río Rímac en Lima, Perú. *Revista De Arquitectura, Urbanismo Y Territorio*, (5), 57-74. <https://doi.org/10.18800/ensayo.202405.003>

Sretovic, V. y Djukic, A. (2024). The Role of Urban Design in Creating Resilient Public Open Spaces Surrounding Urban Small Watercourses: A Case Study of the Kumodraz Stream in Belgrade. *Sustainability*, 16(13), 5723. <https://doi.org/10.3390/su16135723>

Walteros, J.; Ramírez, A. (2020). Urban streams in Latin America: Current conditions and research needs. *Revista de Biología Tropical*, 68(S2), 13–28, 2020. <https://doi.org/10.15517/rbt.v68is2.44330>

Zerega, A., Simões, N. y Feio, M. (2021). How to Improve the Biological Quality of Urban Streams? Reviewing the Effect of Hydromorphological Alterations and Rehabilitation Measures on Benthic Invertebrates. *Water*, 13(15), 1-13. <https://doi.org/10.3390/w13152087>