

Caracterización hidrológica de la microcuenca del río Quevedo, Ecuador

Hydrological characterization of the Quevedo river microbasin, Ecuador

Caracterização hidrológica da microbacia hidrográfica do rio Quevedo, Equador

Guerrero Chuez, Norma María
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
nguerrero@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3192-5981>



Diaz Ponce, Mariela Alexis
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
mdiaz@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-8944-5994>



Herrera-Feijoo, Robinson J.
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
rherreraf2@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3205-2350>



Nieto Cañarte, Carlos Alberto
Universidad Técnica Estatal de Quevedo
cnieto@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1817-9742>



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v5/nE3/335>

Como citar:

Guerrero Chuez, N. M., Diaz Ponce, M. A., Herrera-Feijoo, R. J., & Nieto Cañarte, C. A. (2024). Caracterización hidrológica de la microcuenca del río Quevedo, Ecuador. *Código Científico Revista De Investigación*, 5(E3), 624–645.

Recibido: 18/02/2024

Aceptado: 22/03/2024

Publicado: 30/04/2024

Resumen

Las inundaciones durante la época lluviosa influyen de forma negativa a las comunidades que habitan en la cercanía del cauce de la microcuenca del río Quevedo. El estudio de los parámetros morfométricos de forma, relieve y drenaje son esenciales en la descripción de la dinámica hídrica. A pesar de su importancia, en la mayor parte de los países en desarrollo, la información disponible concerniente a los recursos hídricos es escasa. El objetivo del trabajo fue realizar un análisis geoespacial de las características morfométricas y biofísicas con el uso del software ArcGIS IDRISI como herramienta SIG. La microcuenca presentó un área de 4.635.1 km², con un perímetro de 812.88 km² y longitud axial de 312.02 km. Los valores obtenidos de los parámetros de forma indicaron que la misma es oval-oblonga a rectangular oblonga con tendencia a crecidas. La curva hipsométrica mostró que la microcuenca se encuentra en etapa de vejez, con pendiente media de 17.23 % y longitud del eje del cauce principal de 317.02 km. Su drenaje fue de quinto orden con baja densidad, y tiempo de concentración de 39.8 horas. Los promedios anuales de precipitaciones varían desde 772 mm hasta 2831 mm, con elevaciones mínimas desde 5 msnm hasta elevaciones máximas de 4092 msnm, mientras que la textura moderadamente gruesa ocupa un área mayor de 3473.7 km². Esta investigación constituye la base en la toma de decisiones y planificación de la gestión de los recursos hídricos en la microcuenca del río Quevedo.

Palabras clave: Hidrología, Red hidrológica, Recursos hídricos, Sistemas de información geográfica, Cuenca de drenaje.

Abstract

Floods during the rainy season have a negative impact on the communities living near the Quevedo River micro-watershed. The study of morphometric parameters of shape, relief and drainage are essential in the description of water dynamics. Despite their importance, in most developing countries, the available information concerning water resources is scarce. The objective of this work was to perform a geospatial analysis of morphometric and biophysical characteristics using ArcGIS IDRISI software as a GIS tool. The micro-watershed presented an area of 4,635.1 km², with a perimeter of 812.88 km² and an axial length of 312.02 km. The values obtained for the shape parameters indicated that it is oval-oblong to rectangular-oblong with a tendency to swell. The hypsometric curve showed that the microbasin is in an old age stage, with an average slope of 17.23 % and a main channel axis length of 317.02 km. Its drainage was of fifth order with low density, and time of concentration of 39.8 hours. The average annual rainfall varies from 772 mm to 2831 mm, with minimum elevations from 5 masl to maximum elevations of 4092 masl, while the moderately coarse texture occupies a larger area of 3473.7 km². This research constitutes the basis for decision making and planning of water resources management in the Quevedo river micro-watershed.

Keywords: Hydrology, Hydrologic network, Water resources, Geographic information systems, Drainage basin.

Resumo

As enchentes durante a estação chuvosa têm um impacto negativo sobre as comunidades que vivem perto da microbacia do Rio Quevedo. O estudo dos parâmetros morfométricos de forma, relevo e drenagem é essencial para a descrição da dinâmica da água. Apesar de sua importância, na maioria dos países em desenvolvimento, as informações disponíveis sobre os recursos hídricos são escassas. O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise geoespacial das características morfométricas e biofísicas usando o software ArcGIS IDRISI como ferramenta de SIG. A microbacia tinha uma área de 4.635,1 km², com perímetro de 812,88 km² e

comprimento axial de 312,02 km. Os valores obtidos dos parâmetros de forma indicaram que ela é oval-oblonga a retangular-oblonga com tendência a inchar. A curva hipsométrica mostrou que a microbacia está em estágio de velhice, com declividade média de 17,23% e comprimento do eixo do canal principal de 317,02 km. Sua drenagem foi de quinta ordem, com baixa densidade e tempo de concentração de 39,8 horas. A precipitação média anual varia de 772 mm a 2.831 mm, com elevações mínimas de 5 metros acima do nível do mar a elevações máximas de 4.092 metros acima do nível do mar, enquanto a textura moderadamente grossa ocupa uma área maior de 3.473,7 km². Essa pesquisa forma a base para a tomada de decisões e o planejamento da gestão de recursos hídricos na microbacia do rio Quevedo.

Palavras-chave: Hidrologia, Rede hidrológica, Recursos hídricos, Sistemas de informações geográficas, Bacia de drenagem.

Introducción

Las características topográficas, geomorfológicas, cobertura vegetal y uso del suelo de una cuenca hidrográfica influyen en la forma en que el agua y el sedimento circula por ella (Gil et al., 2019). El análisis morfométrico proporciona descripciones cuantitativas de geometría y topología. Las características físicas del paisaje que facilitan la determinación del comportamiento, escala, complejidad y variabilidad de estructuras geológicas, por medio de índices numéricos que pueden correlacionarse con parámetros físicos (Da Silva et al., 2021).

Se define a la cuenca hidrográfica como la unidad natural para un tratamiento integrado de la planificación y gestión del desarrollo sustentable pues abarca todo el complejo biogeomorfológico, económico y de relaciones sociales en un mismo territorio. El enfoque integral y el conocimiento sistémico de la cuenca hidrográfica sirven de referencia para proyectar el desarrollo sustentable regional, así como también la determinación del impacto ambiental de toda actividad humana (Gaspari, 2013).

En el ordenamiento de cuencas hidrográficas, se plantean, además, estrategias para el análisis de variables morfométricas, que expresan el nivel de fragilidad de estas unidades de gestión territorial, debido a que el conocimiento de la variación espacial de los parámetros de forma, relieve y drenaje, permite manifestar y diseñar las líneas generales del movimiento y captación del agua de lluvia (Guzmán et al., 2021).

Las cuencas hidrográficas proporcionan servicios ecosistémicos tanto como para el bienestar humano, alimentación, abastecimiento de agua, calidad del agua, regulación del clima y protección costera. Cada vez se reconoce más el valor de sus funciones para su conservación y otros servicios que proporciona al ecosistema. Todos estos aspectos se basan en el manejo de los recursos hídricos, componentes esenciales para la infraestructura en general; sin embargo, el desconocimiento de sus funciones se refleja en la poca planificación y manejo de los recursos hídricos (Rodríguez & Alarcón, 2021).

Actualmente el 30% de las principales cuencas hidrográficas del mundo han perdido más del 75% de sus bosques naturales, entre ellos, los bosques andinos, de los cuales depende la calidad y cantidad de agua disponible para los latinoamericanos. Esta es una razón por la cual urge aumentar los estudios morfológicos de las cuencas, con la finalidad de generar un desarrollo planificado y una mejor gestión de los recursos naturales (Quesada & Jiménez, 2020).

Las cuencas hidrográficas en Ecuador son de gran importancia para la distribución equitativa del recurso agua, ya que delimita regiones siendo base para la generación de recursos económicos de tipo agrícola o productivo. El plan nacional de desarrollo 2017-2021 (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Senplades, 2017) busca mejorar y hacer más eficiente el manejo del agua en cada una de las cuencas hidrográficas del Ecuador, bajo el desarrollo territorial sustentable y la participación de la sociedad y que esta se involucre en el cuidado y aprovechamiento del líquido vital (Rodríguez & Alarcón, 2021).

Sin embargo, en Ecuador, las cuencas hidrográficas y principalmente los cuerpos de agua están sometidos a fuertes modificaciones como resultado de los cambios en el uso y cobertura de la tierra. Algunos especialistas consideran que el manejo de la tierra puede ser una de las formas de promover la interacción ambiental sostenible de las actividades socioeconómicas, con los componentes del subsistema natural, permitiendo el control del

equilibrio dinámico de la cantidad y calidad de las aguas, sobre todo las superficiales, pues los flujos pluvial y fluvial generan la alteración de los sistemas: biofísicos, social y económico. A su vez, esto se refleja en las aguas superficiales, de manera más rápida, y en las aguas subterráneas, más lentamente (Moreira et al., 2019).

La gestión sostenible de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas se ve afectada por el escaso compromiso y control de organizaciones políticas y administrativas con diferentes intereses socioeconómicos y ambientales, impactando negativamente en la planificación, manejo y buen uso de los recursos hídricos. En la última década la cantidad y la calidad de los recursos hídricos en la provincia de Los Ríos han disminuido significativamente, y se prevé el empeoramiento de las condiciones de las aguas superficiales a mediano y largo plazo. Este escenario ha configurado un importante problema ambiental relacionado con la calidad del agua en los cantones que integran la microcuenca del río Quevedo, siendo las descargas de aguas residuales sin tratamiento previo, la conversión de uso de suelo bosque a cultivos agrícolas y el inadecuado uso de agroquímicos, las principales fuentes de contaminación hídrica, provocando la alteración de los servicios ecosistémicos como la captación y regulación del agua, pérdida de la vegetación ribereña, y aumento de la escorrentía superficial (Arias, Tello, García, & Cabascango, 2020). La caracterización morfométrica de una cuenca es considerada una de las primeras etapas, previas a un estudio hidrológico superficial y subterráneo. Esta investigación tuvo como objetivo describir el comportamiento hidrológico de la microcuenca del río Quevedo, como base sustancial para la toma de decisiones en la formulación de estrategias de desarrollo sostenible.

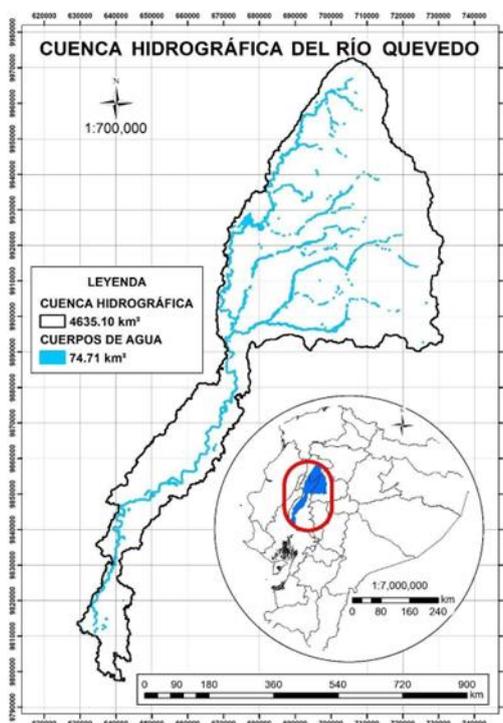
Metodología

Área de estudio

El área de estudio corresponde a la microcuenca del río Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador (Figura 1), está situada entre las coordenadas geográficas $1^{\circ}2'0''$ S, $79^{\circ}27'0''$ W, integrada por los cantones: Quevedo, Buena Fe, Valencia y Mocache, se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 28°C y una altitud de 74 msnm.

Figura 1

Ubicación de la zona de estudio



Nota: Elaboración propia con información del Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI, 2014).

Metodología

Delimitación de la microcuenca

La delimitación del área de estudio se realizó a partir de cartografía de la base de información topográfica digital del Instituto Geográfico Militar, escala 1:50000, con Datum WGS-1984, UTM Zona 17S (IGM, 2013), disponible en el Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI, 2014).

Caracterización de la red hidrológica

Para el cálculo de los parámetros morfométricos se empleó el software de Sistema de Información Geográfica ArcGIS e IDRISI, lo que permitió determinar los parámetros físicos área (km²), perímetro (km) y longitud axial (km), de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 1

Parámetros físicos de la microcuenca

Parámetros Físicos	Fórmula	Unidad
Área	Medición directa del Software	km ²
Perímetro	Medición directa del Software	km
Longitud Axial	Medición directa del Software	km

Nota: Extraído de Zambrano et al. (2021)

La tabla 2 indica los parámetros de forma utilizados como: coeficiente o índice de compacidad (u/m), factor de forma de Horton (u/m) y coeficiente de circularidad de Miller (u/m).

Tabla 2

Parámetros de forma de la microcuenca

Parámetros de Forma	Fórmula	Unidad
Coeficiente o índice de compacidad (Kc)	$Kc = \frac{(P)}{2\sqrt{\pi A}}$	u/m
Factor de forma de Horton (Rf)	$Rf = \frac{(A)}{(L)^2}$	u/m
Coeficiente de circularidad de Miller (Cc)	$Cc = \frac{(4\pi A)}{(P)^2}$	u/m

Nota: Extraído de Zambrano et al. (2021)

Mientras que el Modelo de Elevación Digital (DEM) obtenido a partir de un sistema de información geográfica, proceso los parámetros de relieve: curva hipsométrica (%), cota máxima de la cuenca (msnm), altitud media de la cuenca (msnm), pendiente del cauce principal (%) según la tabla 3.

Tabla 3

Parámetros de relieve de la microcuenca

Parámetros de relieve	Fórmula	Unidad
Curva Hipsométrica	Tabla de la frecuencia de altitudes	%
Cota máxima de la Cuenca	Cmaxc	msnm
Altitud media de la Cuenca	Cmincp	msnm
Pendiente del cauce principal (Sc)	$Sc = \left[\frac{(Cmaxc) - (Cminc)}{Lc} \right] (100)$	%

Nota: Extraído de Zambrano et al. (2021)

De igual forma, a partir del Modelo de Elevación Digital (DEM), se jerarquizó la red de drenaje, determinando el número de orden de los tributarios según el criterio de Strahler (Gaspari & Delgado, 2010), además se obtuvieron los parámetros de longitud cauce principal (km), longitud total de drenaje (km), y densidad de drenaje (kg/m3) de acuerdo a la tabla 4.

Tabla 4

Parámetros del sistema de drenaje de la microcuenca

Parámetros de drenaje	Fórmula	Unidad
Longitud cauce principal (LCP)	Medición directa del Software	km
Longitud total de drenaje (LT)	Medición directa del Software	km
Densidad de drenaje (D)	$Dd = \frac{\sum Lc}{A}$	km/km ²

Nota: Extraído de Zambrano et al. (2021)

Caracterización biofísica

Para caracterización biofísica de la microcuenca del río Quevedo, se utilizó el geoprocésamiento de modelos digitales (ráster) de: precipitación (mm), temperatura (°C),

elevación (msnm), pendiente (%) y archivos vectoriales de textura del suelo y uso actual de suelo, desarrollados en el Ecuador. Dicho proceso se desarrolló con el sistema de información geográfica (ArcMap).

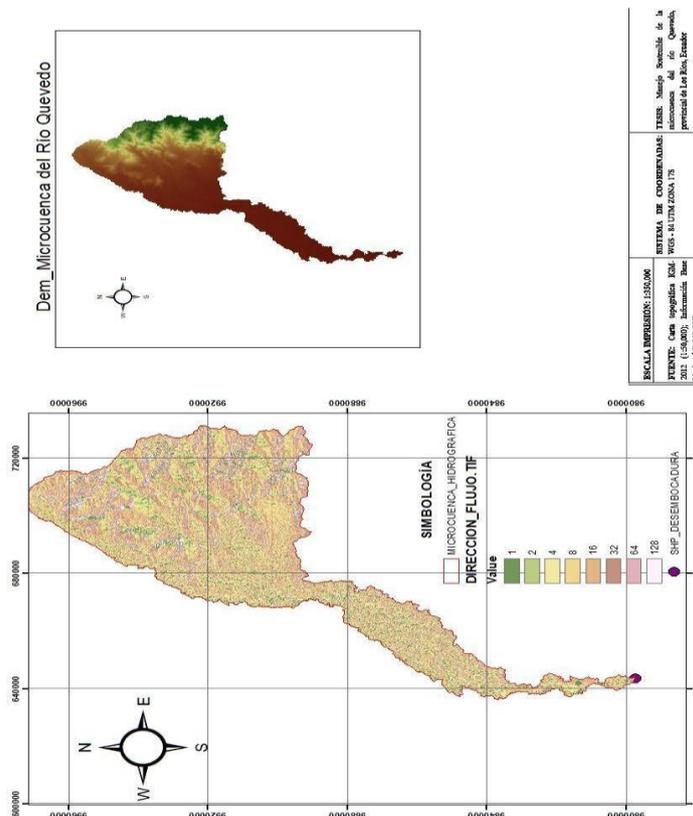
Resultados

3.1. Parámetros físicos de la microcuenca

La figura 2 indica la delimitación de la microcuenca del río Quevedo, el área presento 4.635.1 km², con perímetro de 812.88 km² considerada una microcuenca grande, la longitud del cauce principal mostró 312.02 km.

Figura 2

Delimitación de la microcuenca del río Quevedo



Nota: Elaboración propia con información del Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI, 2014).

3.2. Parámetros de forma

El índice de compacidad de Gravellius (k_c) mostró un valor de 33.37, que corresponde forma oval-oblonga a rectangular oblonga y categoría de clase III, siendo característica de una cuenca con un sistema de drenaje sujeto a crecidas de menor magnitud, o de crecidas solamente en el nivel de base de la cuenca (Da Silva Alves *et al.*, 2021).

Algo similar mostró el estudio realizado en la microcuenca de la quebrada de Camiña por Aliaga *et al.* (2014), donde el índice de Gravellius indicó un valor de 33,33, que representa una forma redonda a oval redonda, con tendencia alargada. Esta característica hace referencia a una dinámica fluvial rápida. Sistemas fluviales rápidos presentan gran potencial erosivo, lo que resulta en un mayor desarrollo de la energía cinética durante el proceso de arrastre de los sedimentos desde la parte más elevada hasta el nivel de base (Da Silva Alves *et al.*, 2021).

Por otra parte, el discernimiento de la relación de circularidad (C_c) de Miller alcanzado fue 0.09 cercano a cero, indicando forma alargada, mientras el coeficiente de sinuosidad hidráulico (Sh) fue de 1.86, cuando el valor de la sinuosidad es mayor que 1.5 se describe a los ríos como meándricos. Un estudio realizado en la cuenca Masaya obtuvo como resultado 1.5 de coeficiente de sinuosidad, demostrando alta sinuosidad hidráulica, y canal de tipo transicional, afirman que la mayor sinuosidad suele ser frecuente en cauces de pocas pendientes, característico de un canal transicional de la cuenca de estudio, ya que no posee grandes rasgos orográficos, es decir no se dan procesos agresivos de erosión en su lecho (García *et al.*, 2021).

Mientras que el tiempo de concentración (T_c) de Kirpich mostró un valor de 39.59 horas esto indica que el tiempo es alto, en ese periodo escurre la gota de lluvia desde el extremo hidráulicamente más alejado hasta llegar al punto de descarga, este parámetro tiene relación directa con el gasto pico y con el tiempo de recesión de la cuenca, es decir que T_c muy cortos tienen gastos picos intensos y recesiones muy rápidas; en cambio, los tiempos de concentración

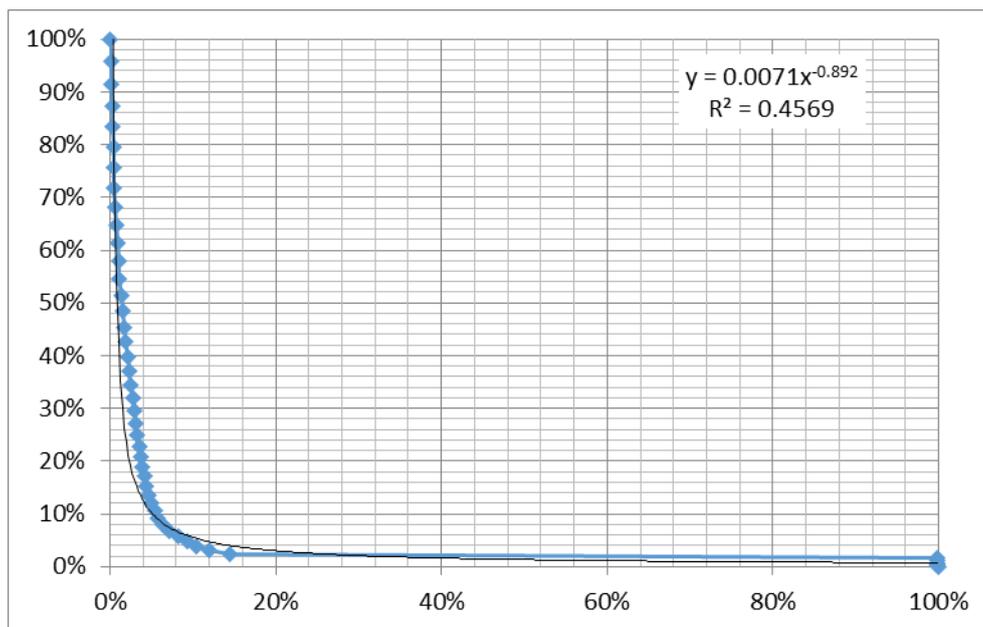
más largos determinan gastos, pico más atenuados y recesiones sostenidas en el tiempo (Guzmán et al., 2021).

3.3. Parámetros de relieve

La figura 4 muestra las variables asociadas al relieve de la microcuenca del río Quevedo, lo que indica una elevación máxima (Hmax) de 1.936 msnm y elevación mínima (Hmin) 3 msnm, con pendiente media (Sc) de 17.23 %, mientras que el análisis de la curva hipsométrica de 1500 m hasta los 4000 m, permitió identificar que microcuenca se encuentra en estado de vejez. Los resultados coinciden con una investigación realizada por (Ríos *et al.*, 2018), el cual demuestra que la cuenca del lago de Zirahuén, Chiapas, México posee una curva hipsométrica con tendencia a cuenca sedimentaria, en proceso de vejez con bajo potencial erosivo.

Figura 3

Curva hipsométrica de la microcuenca del río Quevedo



Nota: Elaboración propia con información del Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI, 2014).

3.4. Parámetros del sistema de drenaje

La microcuenca del río Quevedo mostró una longitud del eje del cauce principal (L_m) de 317.02 km, con longitud directa del cauce principal (L_c), este último presentó una pendiente (S) equivalente al 2.1% y un tiempo de concentración por California Highways and Public Works de 39.8 horas. Por otro lado, la densidad de drenaje presentó un valor muy bajo de 0.06 km/km^2 , lo que indica alta permeabilidad, textura gruesa, con tendencia a inundaciones.

Los resultados obtenidos coinciden con las descripciones de Strahler (1964), el cual indica que la alta densidad de drenaje es el resultado de material subterráneo débil o impermeable, vegetación escasa, relieve montañoso con textura de drenaje fina, mientras que la baja densidad de drenaje se interpreta como una textura de drenaje gruesa. De acuerdo a un estudio realizado en la cuenca el Salto, demuestra que, a mayor densidad de drenaje, más rápida será la respuesta de la cuenca a la precipitación, ya que se evaluará el escurrimiento en menor tiempo (Gutiérrez et al., 2021).

La tabla 5 muestra la jerarquización de la microcuenca del río Quevedo bajo el criterio de Horton (1945), lo cual indica que existen cinco niveles de órdenes, con un total 268 tributarios. La longitud general de los tributarios obtenida fue de 1410.30 km, con frecuencia de 0.06, demostrando baja densidad de la corriente, mientras que la correlación entre la longitud del promedio de la densidad de la corriente fue de 0.70.

Un estudio del análisis de ordenamiento y jerarquización de las corrientes de agua que conforman la red de drenaje realizado en la microcuenca de la quebrada Curucutí muestran un sistema hidrogeomorfológico de orden 5, siendo esta magnitud, un indicador importante de la extensión y ramificación de la red de drenaje, considerando la pequeña superficie del sistema, y alta probabilidad de experimentar crecidas con hidrogramas de picos significativos (Méndez et al., 2015).

Mientras que una investigación en la cuenca hidrográfica del río Ayuquila en México, mostró una longitud estimada de la cuenca de 8893.58 km y orden de corrientes 7, además se obtuvo valores de densidad de drenaje 2.44, frecuencia de corrientes 2.82 y relación de bifurcación 3.58, lo cual indica que la energía y eficiencia de la red hidrológica favorece el drenaje y captación del escurrimiento, así como su potencial erosivo (Guevara et al., 2019).

Por su parte Quesada y Jiménez (2020) manifiestan que la relación de órdenes revela que, a menor orden, hay una mayor cantidad de corrientes, y que, al aumentar el orden, la longitud de las corrientes es mayor.

Tabla 5

Jerarquización de la red hidrográfica

u	Color	N	L	Lu	Rb	Fu	RI	Dd
01	Rojo	144.00	685.07 km	4.76 km	2.32	0.03	0.43	0.15 km/km ²
02	Amarillo	62.00	295.66 km	4.77 km	1.38	0.01	0.81	0.06 km/km ²
03	Verde	45.00	238.57 km	5.30 km	2.81	0.01	0.37	0.05 km/km ²
04	Café	16.00	87.82 km	5.49 km	16.00	0.00	1.17	0.02 km/km ²
05	Azul	1.00	103.18 km	103.18 km		0.00		0.02 km/km ²
Sumatoria "Σ"		268.00	1,410.30 km		No natural	0.06		Muy baja
Promedio "x̄"				24.70 km	5.63		0.70	0.06 km/km ²

Nota: Elaboración propia (2024)

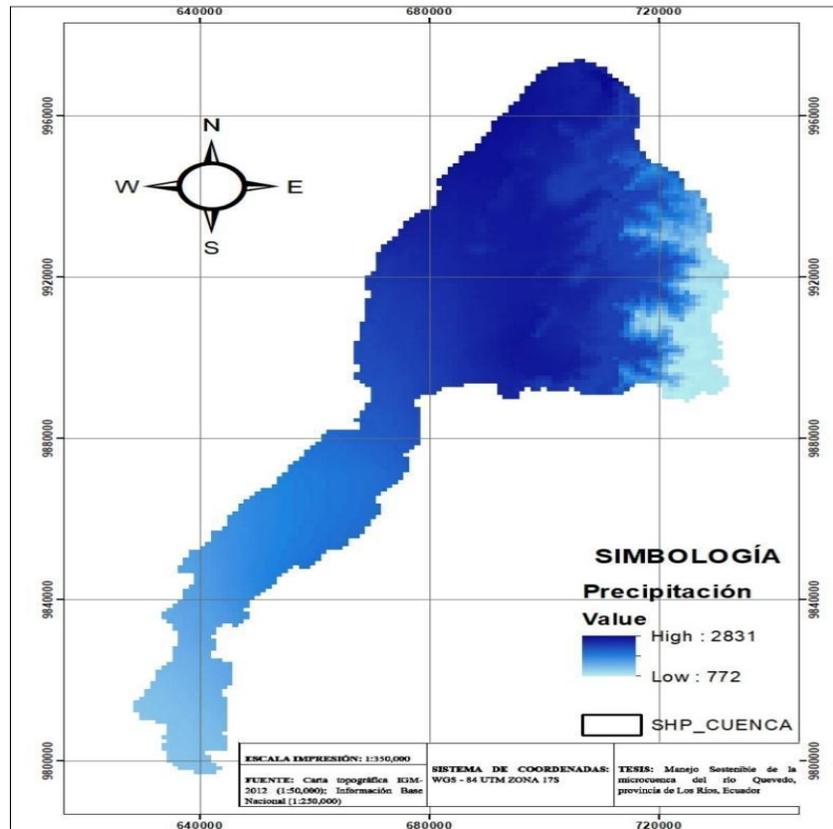
3.5. Caracterización biofísica de la microcuenca

3.5.1. Precipitación

La figura 4 muestra los promedios anuales de precipitaciones de la microcuenca del río Quevedo que van desde 772 mm hasta 2831 mm, lo que indica precipitación moderada, variando a partir de los 700 mm hasta los 3000 m.

Figura 4

Precipitación de la microcuenca del río Quevedo



Nota: Elaboración propia con información del Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI, 2014).

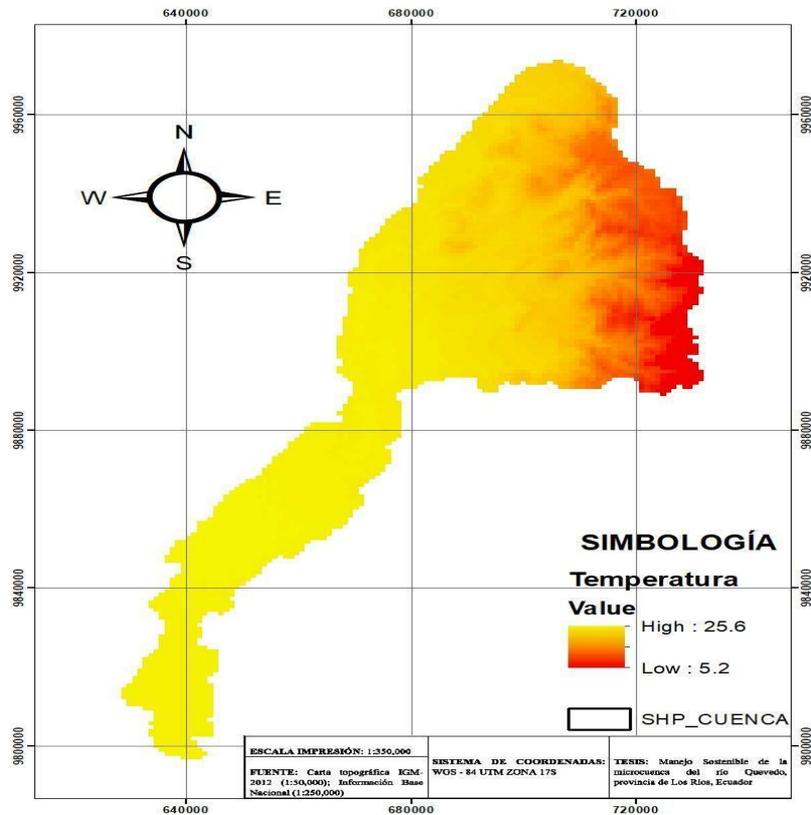
3.5.2. Temperatura

Como se aprecia en la figura 5, el área de estudio cuenta con una temperatura promedio media anual de 5.6 °C hasta 25.6°C. De acuerdo a Balcázar et al. (2019) la temperatura en el Ecuador no cambia a lo largo del año, sino que disminuye con el aumento de la altitud, con un gradiente de temperatura que va de -0.47 a -0.65 °C 100 m-1, en zonas bajo los 1400 msnm, la

temperatura media anual es superior a 21 °C, entre 1400 y 2200 msnm, fluctúa entre 15.5 y 21 °C y sobre los 2200 msnm es menor a 15 °C.

Figura 5

Temperatura de la microcuenca del río Quevedo



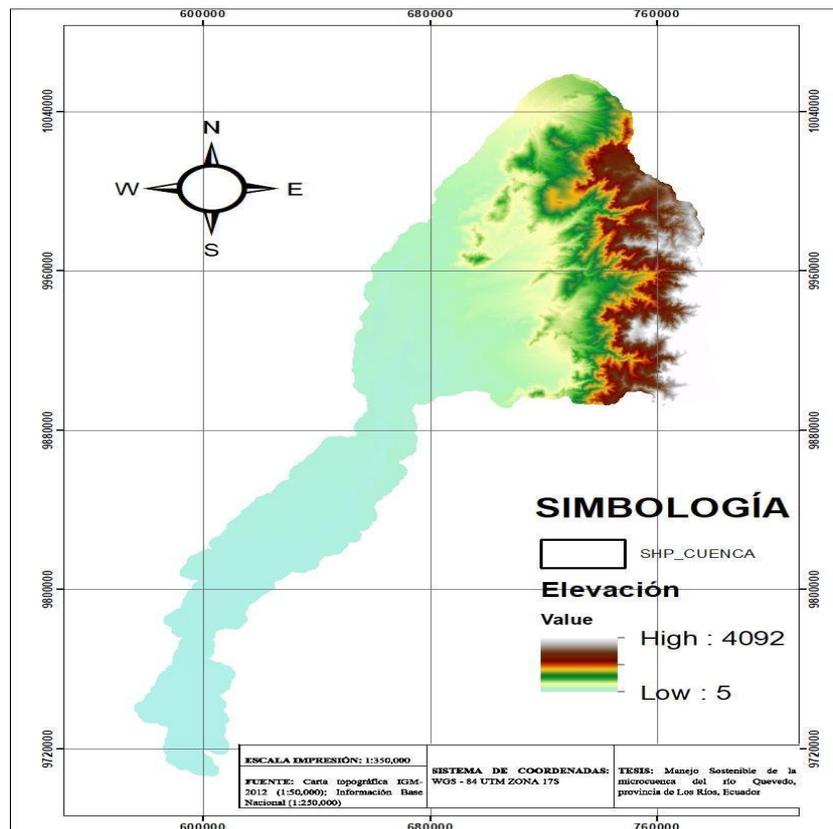
Nota: Elaboración propia con información del Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI, 2014).

3.5.3. Elevación

La microcuenca del río Quevedo presenta elevaciones que van desde los 5 msnm hasta los 4092 msnm reflejadas en la figura 6, la menor área inclinada se encuentra en la zona General Vernaza (dos esteros) perteneciente al cantón Salitre y la mayor inclinación se presenta en la zona del cantón Sigchos.

Figura 6

Elevación de la microcuenca del río Quevedo



Nota: Elaboración propia con información del Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI, 2014).

3.5.4. Pendiente

La microcuenca del río Quevedo posee una superficie plana de 4635.11 ha, determinándose 10 niveles de pendientes, que van de 0 a 313.60 grados como se aprecia en la tabla 6.

Tabla 6

Rangos de pendientes y áreas dentro de la microcuenca del río Quevedo

Código	Rangos Pendientes	Área	Porcentaje
1	0.000000 - 4.978735	2341,4 km ²	50,51%
2	4.978735 - 12.278909	929,27 km ²	20,05%
3	12.278909 - 21.331091	515,87 km ²	11,13%
4	21.331091 - 31.672758	320,47 km ²	6,91%
5	31.672758 - 43.313744	246,53 km ²	5,32%
6	43.313744 - 56.060551	156,67 km ²	3,38%
7	56.060551 - 70.925323	86,1 km ²	1,86%
8	70.925323 - 92.399635	27,26 km ²	0,59%
9	92.399635 - 132.148239	9,09 km ²	0,20%
10	132.148239 - 313.605316	2,45 km ²	0,05%

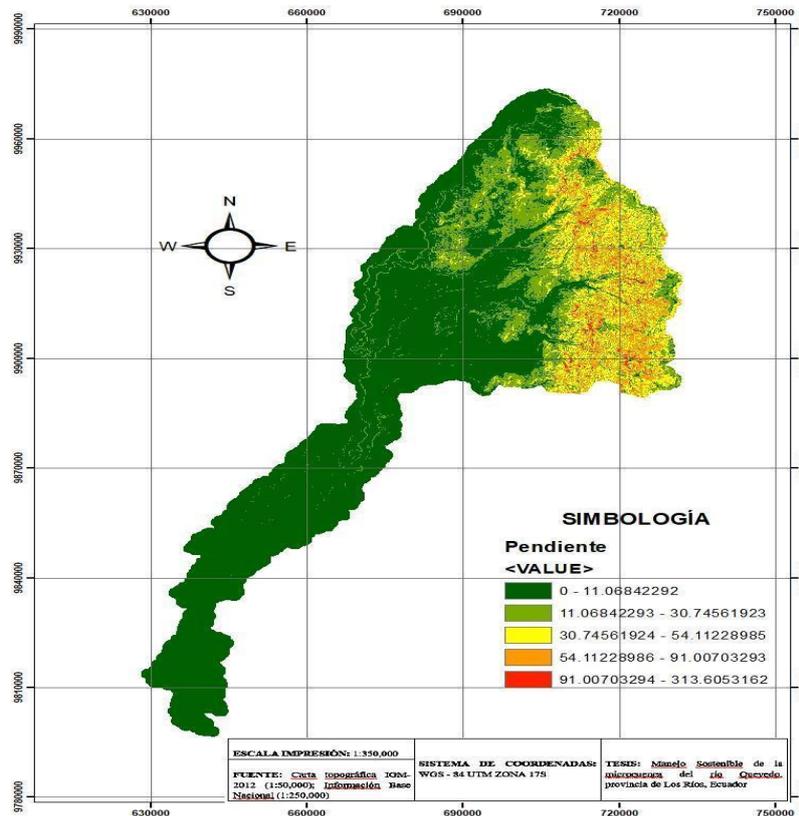
Nota: Elaboración propia (2014)

De acuerdo a la figura 7, predomina el rango de 0 a 5, con un área de 2341.4 km² la cual ocupa el 50% de la microcuenca, categorizada la pendiente como fuerte, a pesar que existen pendientes mayores a 70% sus características edáficas, morfológicas y grado de protección vegetal lo califican con una susceptibilidad media con baja amenaza a erosión hídrica.

García et al. (2021) mencionan que las pendientes menos pronunciadas con rangos entre 0 a 15 %, con alta impermeabilidad del suelo producto de su actual uso, puede aumentar la velocidad del caudal, la fuerza erosiva no tendría gran realce, sino la transportación y el depósito de sedimentos.

Figura 7

Pendiente de la microcuenca del río Quevedo



Nota: Elaboración propia con información del Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI, 2014).

3.5.5. Textura del suelo

La tabla 7 indica los diferentes tipos de textura de suelo en la microcuenca del río Quevedo, donde la textura moderadamente gruesa ocupa la mayor área con 3473.7 km², correspondiente al 74.94% de la microcuenca, seguido de la textura media ocupando un área de 712 km² con un 15.35%, mientras que las texturas menos representativas son la textura fina 4% y muy fina 4.17% ocupando un área 185 km², siendo las más dominantes en este tipo de suelo los francos arenosos, franco limoso y arcilloso. Según un estudio realizado en la microcuenca Samincheni, Pichanaki en Perú refleja que la presencia de suelos arenosos con

tamaños grandes de partículas, representa un alto grado de porosidad y muy permeables (Marcelino & Sánchez, 2021).

Tabla 7

Textura del suelo de la microcuenca del río Quevedo

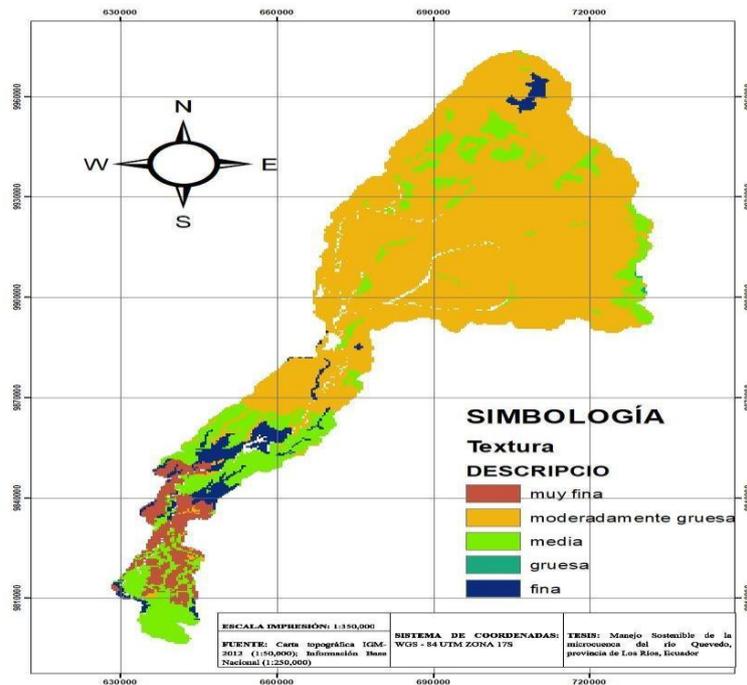
Descripción	Área (km2)	Porcentaje
Moderadamente gruesa	3473,67 km2	74,94%
Media	712,00 km2	15,36%
Muy fina	193,22 km2	4,17%
Fina	185,35 km2	4,00%
Área Urbana	64,03 km2	1,38%
Cuerpos de Agua	6,83 km2	0,15%

Nota: Elaboración propia (2014)

La figura 8 muestra los diferentes tipos de textura que indican el contenido de partículas de diferentes tamaños del suelo presentes en la microcuenca del río Quevedo.

Figura 8

Textura del suelo de la microcuenca del río Quevedo



Nota: Elaboración propia con información del Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI, 2014).

Conclusión

Por medio de la caracterización de la red hidrológica se determinó que la morfometría de la microcuenca es de tipo oval -rectangular a rectangular oblonga con forma alargada con tendencia a crecidas y mayores caudales de concentración. De acuerdo a los parámetros de relieve se comprobó que la curva hipsométrica posee altitudes que van de 1500 m hasta los 4000 m, lo cual demuestra que, la microcuenca es de tipo sedimentaria, encontrándose en una etapa de vejez. Por otra parte, el sistema de drenaje presento un valor muy bajo, con tendencia muy permeable, debido a la presencia de textura de suelo gruesa, con muy alta susceptibilidad a crecidas y un tiempo de concentración mayor, lo cual indica que la microcuenca es mal drenada. De acuerdo al diagnóstico de las características biofísicas de la microcuenca río Quevedo, posee precipitaciones anuales que van desde 772 mm hasta 2831 mm y pendiente tipo suave con un grado de erodabilidad bajo. El estudio de los factores morfométricos según su distribución geoespacial permitió identificar la fragilidad la microcuenca, los cambios inducidos por acciones del hombre, sus efectos y la posible modificación de la calidad ambiental.

Referencias bibliográficas

- Aliaga, M. M., Valdivia, A. R., Ganahín, O. C., & Tosetti, A. T. (2014). Análisis morfométrico de microcuencas afectadas por flujos de detritos bajo precipitación intensa en la quebrada de Camiña, norte grande de Chile. Scielo.
- Arias, J. P., Tello, L. L., García, M. B., & Cabascango, E. W. (2020). Impactos ambientales negativos de la urbanización en la localidad residencial del río Quevedo, Ecuador.
- Balcázar, L., Bâ, K. M., Delgado, C. D., Quentin, E., & León, S. M. (2019). Modelado de caudales diarios en una cuenca del sur del Ecuador con precipitación y temperatura estimadas por satélite. *Agrociencia*, 53(4), 465-486.
- Chicaiza-Ortiz, C. D., Rivadeneira-Arias, V. del C., Herrera-Feijoo, R. J., & Andrade, J. C. (2023). *Biotecnología Ambiental, Aplicaciones y Tendencias*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.2022.25>

- Correa-Salgado, M. de L., Herrera-Feijoo, R. J., Ruiz-Sánchez, C. I., & Guamán-Rivera, S. A. (2024). *Fundamentos de Bioquímica Vegetal*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.68>
- Correa-Salgado, M. de L., Herrera-Feijoo, R. J., Ruiz-Sánchez, C. I., & Guamán-Rivera, S. A. (2024). *Fundamentos de Bioquímica Vegetal*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.68>
- Da Silva Alves, K. M. A., Dávila, M. C. P., García, E. D. Z., de Lira, D. R., & de Araujo Monteiro, K. (2021). Caracterización morfométrica de la cuenca del Salado Bajo, Región de Atacama, Chile. *Investigaciones Geográficas*, (62), 90-105.
- García, N. J. G., Salinas, N. F., & Chavarría, L. C. B. (2021). Parámetros morfométricos de la unidad hidrológica 69-95259905 Masaya, Nicaragua; como primera etapa en la caracterización hidrológica. *Revista Científica de Farem-Estelí*, (38), 230-244.
- Gaspari, F. J. (2013). El manejo de cuencas hidrográficas como unidad de planificación en Argentina. *Ecología*, 25, 99-108.
- Gil, V., Volonté, A. y Campo, AM (2019). Índices morfométricos a diferentes escalas aplicados al peligro de crecidas en cuencas pequeñas. Cuenca del arroyo San Bernardo, Argentina. *Revista Brasileña de Geomorfología*, 20 (4). <https://doi.org/10.20502/rbg.v20i4.1598>
- Guamán-Rivera, S. A., Herrera-Feijoo, R. J., Paredes-Peralta, A. V., Ruiz-Sánchez, C. I., Bonilla-Morejón, D. M., Samaniego-Quiguiri, D. P., Paredes-Fierro, E. J., Fernández-Vélez, C. V., Almeida-Blacio, J. H., & Rivadeneira-Moreira, J. C. (2023). *Sinergia Científica: Integrando las Ciencias desde una Perspectiva Multidisciplinaria*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.2022.33>
- Gutiérrez, A. G., Rivas, a. C., Luna, J. A., Cobos, F. C., & García, M. P. (2021). Análisis morfométrico de la cuenca El Salto, Durango, México.
- Gutiérrez, R. D. G., López, J. L. O., Villa, Ó. R. M., & García, Ó. A. B. (2019). Análisis morfométrico de la cuenca hidrográfica del río Ayuquila, Jalisco-México. *Geofocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica*, (24), 9.
- Guzmán Guaraca, A. C., Antueno, L. D., & Gaspari, F. J. (2021). Análisis de la variabilidad geoespacial de la fragilidad morfométrica en la cuenca alta del Río Sauce Chico, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 120.
- Herrera-Feijoo, R. J. (2024). Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 33-56. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/85>
- Julia-Gaspari, F., & Delgado, M. I. (2010). Caracterización morfométrica geoespacial. Estudio de caso: arroyo Belisario, Argentina. *Tecnociencia Chihuahua*, 4(3), 154-163.
- Méndez, W., Córdova, J., Cartaya, S., & Pacheco, H. (2015). Geomorfología y respuesta hidrológica de la microcuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, Estado Vargas, Venezuela. Scielo.
- Moreira Braz, A., Mirándola García, P. H., Luiz Pinto, A., Salinas Chávez, E., & Oliveira, I. J.

- D. (2020). Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 29(1), 69-85.
- Quesada, M., & Zeledón, K. J. (2021). Morfometría de la microcuenca quebrada El Estero, San Ramón, Alajuela, Costa Rica. Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía, (29), 070-070.
- Ríos, M. J., Ramírez, R. M., Casarín, R. S., Ramírez, F. P., & López, D. R. (2018). Elementos para gestión del agua en la cuenca del lago de Zirahuén. Terra latinoamericana, 32.
- Rodríguez Palacios, C., & Alarcón, J. R. (2021). Estudio hidromorfológico de la cuenca La Mona, El Cady y el riesgo de inundaciones imprevistas. Dilemas contemporáneos: educación, política y valores, 8(SPE2).
- Ruiz Sánchez, C. I., Herrera Feijoo, R. J., Correa Salgado, M. de L., & Peñafiel Arcos, P. A. (2023). *Fundamentos Teóricos de Química Inorgánica*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.2022.19>
- Ruiz-Sánchez, C. I., Herrera-Feijoo, R. J., Correa-Salgado, M. de L., & Hidalgo-Hugo, L. D. (2023). *Principios Básicos de Bioquímica para Agroecología*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.2022.23>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, Senplades (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021. Toda una Vida. Quito-Ecuador: Consejo Nacional de Planificación <https://observatorioplanificacion.cepal.org/sites/default/files/plan/files/EcuandorPlanNacionalTodaUnaVida20172021.pdf>
- Strahler, A.N. 1964. Quantitative Geomorphology of Drainage Basins and Channel Networks. In: Handbook of Applied Hydrology. Chow, V. Ed. McGraw Hill. New York. pp 439-476
- Tarmeño, E. A. M., & CCOYLLO, O. R. S. (2021). Identificación del Potencial de Recarga Hídrica en La Microcuenca Samincheni, Pichanaki-Perú. Revista Científica: Biotech and Engineering, 1(02).
- Viramontes Olivas, O. A. (2008). Evaluación del funcionamiento hidrológico en la cuenca del Rio San Pedro-Conchos, utilizando un modelo de escurrimiento.
- Zambrano, P. E., Rodríguez, B. M., Caicedo, T. M., Espinales, C. F., & Cabrera, E. E. (2021). Estudio hidromorfológico de la cuenca efímera Maconta con relación al riesgo de inundaciones repentinas. Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores.