

**DISPONIBILIDAD HÍDRICA Y ZONIFICACIÓN AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA
CRUCITA PARA ABASTECIMIENTO HUMANO
WATER AVAILABILITY AND ENVIRONMENTAL ZONING OF THE CRUCITA MICRO-
WATERSHED FOR HUMAN SUPPLY**

Autores: ¹Karla Yadyra Montaña Viñan, ²Johana Cristina Muñoz Chamba.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-4196-8401>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5551-2650>

¹E-mail de contacto: karyld41@gmail.com

²E-mail de contacto: johana.munoz@unl.edu.ec

Afiliación: ¹*Autor Independiente, (Ecuador). ²*Universidad Nacional de Loja, (Ecuador).

Artículo recibido: 25 de Julio del 2026.

Artículo revisado: 27 de Julio del 2026.

Artículo aprobado: 27 de Julio del 2026.

¹Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, egresada de la Universidad Nacional de Loja, (Ecuador). Magíster en Cambio Climático, Agricultura y Desarrollo Rural Sostenible, egresada de la Universidad del Azuay, (Ecuador).

²Ingeniera Forestal egresada de la Universidad Nacional de Loja, (Ecuador). Magíster en Administración Ambiental, egresada de la Universidad Nacional de Loja (Ecuador).

Resumen

Las microcuencas amazónicas que abastecen poblaciones pequeñas suelen carecer de registros hidrométricos continuos y de instrumentos espaciales de protección. El objetivo fue determinar la disponibilidad hídrica y la zonificación ambiental de la microcuenca Crucita, Ecuador, mediante una reanálisis reproducible de la información generada durante la investigación original. Se utilizaron precipitaciones mensuales de cuatro estaciones para 2000-2015, seis aforos con molinete, el consumo facturado de 2018 y capas de pendiente, cobertura y capacidad de uso del suelo. El caudal se reconstruyó con el polinomio ecológico. El coeficiente ecológico fue $k=0.00873$, obtenido por interpolación de la relación evapotranspiración-precipitación; $m=0.60$ correspondió al predominio de bosque y $n=0.822$ se calibró por mínimos cuadrados dentro del intervalo fisiográfico de montaña baja y pie de cordillera. El caudal medio mensual fue 91.76 litros por segundo, con valores entre 75.97 y 110.38 litros por segundo. Frente a los aforos, el error absoluto medio fue 3.75 litros por segundo y la correlación fue 0.847. El caudal excedido el 80 % del tiempo alcanzó 80.27 litros por segundo. La demanda anual de 57 762 metros cúbicos equivalió a 1.83 litros por segundo y representó 2.28 % del caudal de referencia. La zonificación asignó 84,27 % del área a conservación, 10,56 % a protección ribereña y 5,17 % a conversión de

uso. La microcuenca presentó una relación histórica favorable entre disponibilidad y demanda, condicionada a la conservación de su cobertura boscosa.

Palabras clave: Cuenca, Caudal, Demanda de agua, Gestión hídrica, Priorización espacial, Conservación ribereña.

Abstract

Small Amazonian watersheds supplying local populations often lack continuous streamflow records and spatial protection instruments. This study determined water availability and environmental zoning in the Crucita micro-watershed, Ecuador, through a reproducible reanalysis of information generated during the original research. Monthly rainfall from four stations for 2000-2015, six current-meter measurements, billed water consumption for 2018, and slope, land-cover, and land-capability layers were used. Streamflow was reconstructed with the ecological polynomial. The ecological coefficient was $k=0.00873$, obtained by interpolation of the evapotranspiration-to-precipitation ratio; $m=0.60$ represented the dominant forest cover, and $n=0.822$ was calibrated by least squares within the physiographic range of low mountain and foothill conditions. Mean monthly flow was 91.76 liters per second, ranging from 75.97 to 110.38 liters per second. Compared with field measurements, mean absolute error was 3.75 liters per second and correlation was 0.847.

Flow equaled or exceeded 80% of the time was 80.27 liters per second. Annual billed demand of 57,762 cubic meters was equivalent to 1.83 liters per second and represented 2.28% of the reference flow. Environmental zoning assigned 84.27% of the area to conservation, 10.56% to riparian protection, and 5.17% to land-use conversion. The watershed showed a favorable historical relationship between availability and demand, conditional on maintaining its dominant forest cover.

Keywords: Basin, Flow rate, Water demand, Water management, Spatial prioritization, Riparian conservation.

Sumário

Microbacias amazônicas que abastecem populações locais frequentemente não dispõem de registros fluviométricos contínuos nem de instrumentos espaciais de proteção. O objetivo foi determinar a disponibilidade hídrica e o zoneamento ambiental da microbacia Crucita, no Equador, mediante uma reanálise reprodutível das informações geradas na pesquisa original. Foram utilizadas precipitações mensais de quatro estações no período 2000-2015, seis medições com molinete, o consumo faturado de 2018 e camadas de declividade, cobertura e capacidade de uso do solo. A vazão foi reconstruída com o polinômio ecológico. O coeficiente ecológico foi $k=0.00873$, obtido por interpolação da relação evapotranspiração-precipitação; $m=0.60$ representou o predomínio de floresta e $n=0.822$ foi calibrado por mínimos quadrados dentro do intervalo fisiográfico de montanha baixa e sopé. A vazão média mensal foi 91.76 litros por segundo, com valores entre 75.97 e 110.38 litros por segundo. Em relação às medições diretas, o erro absoluto médio foi 3.75 litros por segundo e a correlação foi 0.847. A vazão igualada ou superada em 80% do tempo foi 80.27 litros por segundo. A demanda anual de 57.762 metros cúbicos equivaliu a 1.83 litros por segundo e representou 2.28% da vazão de referência. O zoneamento destinou 84,27% à conservação, 10,56% à proteção ripária e 5,17% à conversão de uso. A microbacia apresentou relação histórica favorável entre

disponibilidade e demanda, condicionada à manutenção de sua cobertura florestal

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, Vazão, Demanda hídrica, Gestão de recursos hídricos, Priorização espacial, Conservação ripária.

Introducción

Las fuentes de abastecimiento local en la Amazonía ecuatoriana están sometidas a presiones que combinan expansión agropecuaria, urbanización, descargas sin tratamiento y actividades extractivas. Estos procesos pueden modificar la calidad ecológica y química de los sistemas fluviales aun en territorios con alta disponibilidad aparente de agua (Cabrera et al., 2023; Mestanza et al., 2023). La gestión del abastecimiento debe relacionar la magnitud y permanencia del caudal, la demanda efectivamente atendida y la conservación del territorio que regula la escorrentía.

En cuencas pequeñas, las variaciones de cobertura, pendiente y uso del suelo se transmiten con rapidez hacia los cauces. Estudios desarrollados en captaciones tropicales y de baja superficie han documentado que la estacionalidad y el uso de la tierra modifican el régimen y la calidad del agua, lo que justifica evaluar la cuenca completa y no solamente el punto de captación (Rodrigues et al., 2018; Rutkowska et al., 2022; Wu et al., 2021). Esta necesidad es especialmente relevante en cabeceras con escaso monitoreo, donde los modelos empíricos se emplean para complementar series hidrométricas discontinuas. Los sistemas de información geográfica y el análisis multicriterio convierten información biofísica dispersa en prioridades espaciales de conservación, restauración o manejo. Aplicaciones recientes muestran que integrar pendiente, cobertura, suelo, conectividad hidrológica y presión de uso

mejora la focalización de intervenciones (Arteaga et al., 2020; Sadeghi et al., 2023; Sanchez & Alvarez, 2024; Terán-Gómez et al., 2025). Su utilidad aumenta cuando las categorías espaciales se interpretan junto con la disponibilidad hídrica y la demanda atendida.

En Ecuador, los fondos de agua y los acuerdos de conservación han consolidado estrategias de gobernanza a distintas escalas, aunque su permanencia depende de coordinación institucional, financiamiento e información técnica verificable (Vogl et al., 2017; Wiegant et al., 2022). La investigación desarrollada en 2019 para la microcuenca Crucita produjo información morfométrica, pluviométrica, hidrométrica, de consumo y de zonificación. La conversión original entre oferta y demanda, sin embargo, sumó doce tasas mensuales de caudal y las comparó con una tasa anual, lo que sobreestimó la fracción utilizada. El objetivo del estudio fue determinar la disponibilidad hídrica y la zonificación ambiental de la microcuenca Crucita, a través de coeficientes de polinomio ecológico, validación de caudales con aforos y determinación de la oferta y demanda. El aporte consiste en integrar un balance dimensionalmente consistente con prioridades territoriales de conservación para una captación amazónica de pequeña superficie.

Materiales y Métodos

La unidad de análisis fue la microcuenca Crucita, localizada en la parroquia Panguintza, cantón Centinela del Cóndor, provincia de Zamora Chinchipe. El área delimitada aguas arriba del punto de captación fue 0,392 km², con elevaciones entre 1 228 y 1 599 m.s.n.m. y clima tropical megatérmico húmedo (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Panguintza, 2014). La microcuenca presentó un perímetro de 2,74 km, coeficiente de compacidad de 1,24, relación de elongación de

0,67, pendiente media de 38 % y un cauce principal de 1,22 km. Estas características se obtuvieron a partir de un modelo digital de elevación de 3 m procesado en QGIS 3.2. La ubicación y el límite de la zona de estudio se muestran en la Figura 1.

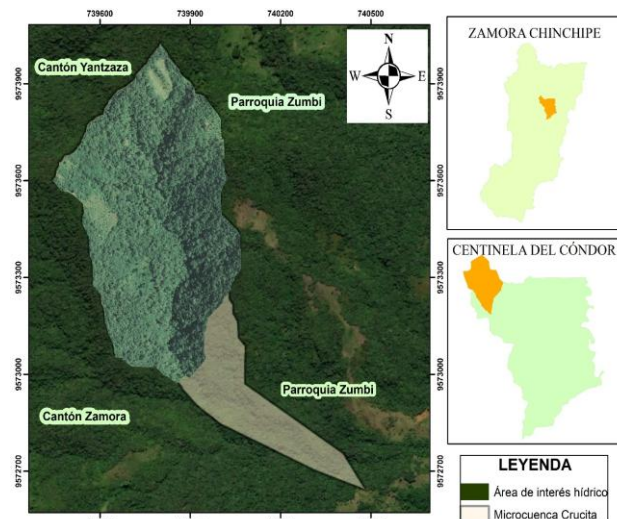


Figura 1. Localización de la microcuenca Crucita y área de interés hídrico.

Fuente: Montaña (2019).

La precipitación mensual procedió de los anuarios del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología para las estaciones Yantzaza (M0190), El Pangui (M0502), San Francisco (M0503) y Paquisha (M0506), en el periodo 2000-2015. Los vacíos fueron completados mediante el paquete climato; la consistencia de la estación base se verificó por doble masa, con coeficiente de determinación de 0,9993. La precipitación espacial se interpoló por kriging y se resumió mediante isoyetas. Los caudales observados correspondieron a seis aforos con molinete realizados en enero, febrero, marzo, abril, mayo y diciembre en el punto de captación. La demanda se obtuvo del volumen facturado en 2018 por el Gobierno Autónomo Descentralizado de Centinela del Cóndor: 57 762 m³ para 273 conexiones. La población de

referencia fue 1 911 habitantes, estimada en la investigación original a partir de seis personas por vivienda. La zonificación se basó en el modelo de elevación, pendiente, profundidad del suelo, cobertura vegetal, capacidad de uso y conflicto de uso. Las capas fueron combinadas mediante álgebra de mapas y contraste multicriterio en QGIS. Las clases finales fueron conservación, protección ribereña y conversión de uso.

Tabla 1. Componentes de información utilizados en el estudio.

Componente	Periodo	Tratamiento
Precipitación	2000-2015	Cuatro estaciones; climatol, doble masa, kriging e isoyetas
Caudal observado	6 aforos	Molinete hidráulico en el punto de captación
Demanda	2018	Volumen anual facturado por 273 conexiones
Territorio	2019	Elevación, pendiente, cobertura, capacidad y conflicto de uso

Fuente: Elaboración propia.

Ante la ausencia de una estación hidrométrica permanente, el caudal medio mensual se estimó mediante el polinomio ecológico:

$$Q_i = kA^n(0,70P_i + 0,29P_{i-1} + 0,001P_{i-2})^m \quad (1)$$

donde Q_i es el caudal en m^3/s , A es el área de la microcuenca en km^2 y P representa la precipitación del mes actual y de los dos meses anteriores. Para enero se utilizaron diciembre y noviembre como meses antecedentes, manteniendo continuidad cíclica anual. La precipitación media anual fue 2 220,5 mm y la evapotranspiración anual 1 237 mm, por lo que la relación evapotranspiración-precipitación fue 0,557. El coeficiente k se obtuvo mediante interpolación lineal en la categoría de bosque tropical o jungla entre $k=0,0088$ para una relación de 0,50 y $k=0,0082$ para una relación de 1,00, resultando $k=0,00873$. El exponente m

se fijó en 0,60 por el predominio de bosque con buena cobertura, que ocupó 94,32 % del área. El exponente n se restringió al intervalo 0,80-0,90, correspondiente a las condiciones de montaña baja y pie de cordillera. Dentro de ese intervalo se calibró por mínimos cuadrados frente a los seis aforos directos. El valor que minimizó la suma de errores cuadrados fue $n=0,822$. Con estos coeficientes se calcularon los doce caudales mensuales.

Tabla 2. Parámetros utilizados en el polinomio ecológico.

Parámetro	Valor	Criterio
Área de la microcuenca, A	0,392 km^2	Delimitación cartográfica
Precipitación anual	2 220,5 mm	Suma de medias mensuales
Evapotranspiración anual	1 237 mm	Caracterización climática
Relación ET/P	0,557	1 237 / 2 220,5
Coeficiente k	0,00873	Interpolación en bosque tropical/jungla
Exponente m	0,60	Predominio de bosque
Exponente n	0,822	Calibración restringida con seis aforos

Fuente: Elaboración propia.

La concordancia entre caudales reconstruidos y aforados se evaluó mediante sesgo medio, error absoluto medio, raíz del error cuadrático medio, error porcentual absoluto medio, correlación de Pearson, coeficiente de determinación y eficiencia de Nash-Sutcliffe. Los indicadores se calcularon con los seis pares mensuales disponibles. La curva de permanencia se construyó ordenando los doce caudales de mayor a menor. La probabilidad de excedencia se calculó con la posición de Weibull:

$$Pe=r/(N+1) \times 100 \quad (2)$$

donde r es el rango y N el número de valores. El Q80 se obtuvo por interpolación lineal. El caudal medio se convirtió a volumen anual

mediante: $V=Q \times 31 \quad 536 \quad 000/1 \quad 000$
 (3). La demanda continua equivalente se calculó como: $Q_d=V_d \times 1 \quad 000/31 \quad 536 \quad 000$
 (4). La fracción utilizada fue $Q_d/Q_{80} \times 100$ y el margen hidrológico fue 100 menos esa fracción.

Resultados y Discusión

A continuación, se presentan los resultados. La precipitación media mensual varió entre 126,6 mm en noviembre y 260,8 mm en junio. Con $k=0.00873$, $m=0.60$ y $n=0.822$, los caudales reconstruidos oscilaron entre 75.97 L/s en noviembre y 110.38 L/s en junio, con media de 91.76 L/s. La relación máximo-mínimo fue 1.45, lo que refleja una estacionalidad moderada en una microcuenca húmeda y predominantemente boscosa. En los seis meses con aforos, el sesgo medio fue -0.39 L/s, el error absoluto medio 3.75 L/s, la raíz del error

cuadrático medio 5.20 L/s y el error porcentual absoluto medio 4.12 %. La correlación alcanzó $r=0.847$ ($r^2=0.717$) y la eficiencia de Nash-Sutcliffe fue 0.403. El modelo reprodujo la dirección general de la variación mensual, aunque diciembre presentó la mayor diferencia entre caudal reconstruido y observado.

El desempeño es compatible con una reconstrucción empírica destinada a una cuenca pequeña sin estación permanente. La cobertura forestal favorece la regulación de la escorrentía, mientras que la estacionalidad y los cambios de uso pueden modificar rápidamente la respuesta hídrica (Rodrigues et al., 2018; Rutkowska et al., 2022). La serie obtenida debe interpretarse como representación mensual del periodo analizado, no como sustituto de una serie diaria continua.

Tabla 3. Precipitación, índice ponderado y caudal mensual reconstruido.

Mes	P (mm)	Índice P*	Q reconstruido (L/s)	Q aforado (L/s)
Enero	159,9	154,45	83,21	81,1
Febrero	180,9	173,15	89,12	90,5
Marzo	194,3	188,63	93,82	92,5
Abril	232,6	219,35	102,70	97,1
Mayo	222,6	223,47	103,86	102,8
Junio	260,8	247,35	110,38	—
Julio	234,8	240,21	108,46	—
Agosto	160,4	180,63	91,41	—
Septiembre	149,9	151,68	82,31	—
Octubre	151,5	149,68	81,66	—
Noviembre	126,6	132,70	75,97	—
Diciembre	146,2	139,21	78,18	89,2
$P^*=0,70P_i+0,29P_{i-1}+0,001P_{i-2}$				

Fuente: Elaboración propia.

El caudal medio de 91.76 L/s correspondió a un volumen anual de 2,893,641 m³. La curva de permanencia produjo un Q₈₀ de 80.27 L/s, equivalente a 2,531,351 m³/año. Este valor fue

inferior al caudal medio y se utilizó como referencia conservadora de disponibilidad mensual. El consumo facturado de 57 762 m³/año equivalió a 1.83 L/s, 158.25 m³/día y

82.81 L por habitante al día. La demanda representó 2.00 % del caudal medio y 2.28 % del Q80. El margen respecto del Q80 fue 97.72 %, y el caudal de referencia superó 43.8 veces la demanda facturada.

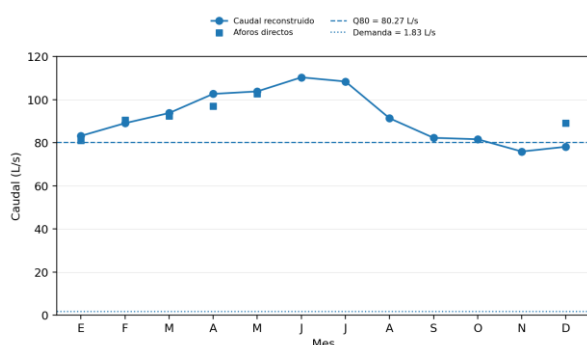


Figura 2. Caudales reconstruidos, aforos, Q80 y demanda equivalente.

Fuente: Elaboración propia a partir de Montaña Viñan, (2019).

La comparación corregida difiere de la proporción de 24 % indicada en la tesis porque las tasas mensuales de caudal no se suman para representar una tasa anual. La conversión a un periodo común muestra que la demanda facturada de 2018 ocupó una fracción reducida de la disponibilidad reconstruida. Sin embargo, el balance no incorpora pérdidas en conducción, conexiones no registradas ni reserva ambiental; por tanto, describe suficiencia respecto del consumo contabilizado y no capacidad irrestricta de asignación. La gestión integrada del abastecimiento debe vincular el margen hidrológico con mantenimiento de infraestructura, medición del agua no contabilizada y conservación de la fuente. En experiencias ecuatorianas, la sostenibilidad del servicio depende tanto del estado de la cuenca como de instrumentos tarifarios y acuerdos institucionales (Granda-Aguilar et al., 2024; Pallo et al., 2024).

Tabla 4. Indicadores de disponibilidad y demanda hídrica.

Indicador	Resultado
Caudal medio reconstruido	91,76 L/s
Volumen anual equivalente	2 893 641 m³/año
Caudal de permanencia Q80	80,27 L/s
Volumen anual equivalente del Q80	2 531 351 m³/año
Demanda facturada 2018	57 762 m³/año
Demanda continua equivalente	1,83 L/s
Demanda respecto del Q80	2,28 %
Margen respecto del Q80	97,72 %
Relación Q80/demanda	43,8 veces

Fuente: Elaboración propia.

La cobertura boscosa ocupó 37,06 ha, equivalentes a 94,32 % de la microcuenca; los pastizales representaron 2,00 ha y los cuerpos de agua 0,23 ha. Además, 64,75 % del área presentó pendientes superiores a 57 %. El predominio de bosque y el relieve pronunciado contribuyen a la regulación del caudal, pero aumentan la sensibilidad frente a remoción de cobertura, apertura de vías y expansión pecuaria. La capacidad de uso clasificó 88 % del territorio como forestal, 10 % como pastos mejorados o manejados y 2 % como tierra cultivable. El conflicto de uso indicó 85 % de uso adecuado, 10,5 % de subutilización y 4 % de sobreutilización. Estos resultados sustentaron una zonificación dominada por conservación: 33,11 ha (84,27 %), seguidas por 4,15 ha de protección ribereña (10,56 %) y 2,03 ha de conversión de uso (5,17 %).

La configuración coincide con enfoques que integran pendiente, cobertura, conectividad y presión de uso para definir prioridades de manejo (Sadeghi et al., 2023; Sanchez & Alvarez, 2024; Terán-Gómez et al., 2025). La zona de conservación mantiene el bosque regulador; la zona de protección resguarda cauces y riberas; y la zona de conversión

concentra las áreas donde la regeneración natural, la revegetación con especies nativas y los sistemas agroforestales pueden reducir erosión y escorrentía. La extensión reducida de la zona de conversión permite focalizar recursos y acuerdos con propietarios. Las experiencias de fondos de agua muestran que la permanencia de estas medidas depende de coordinación entre gobiernos locales, usuarios y propietarios, así como de mecanismos de financiamiento adaptados a la escala de la cuenca (Vogl et al., 2017; Wiegant et al., 2022; Benegas et al., 2025).

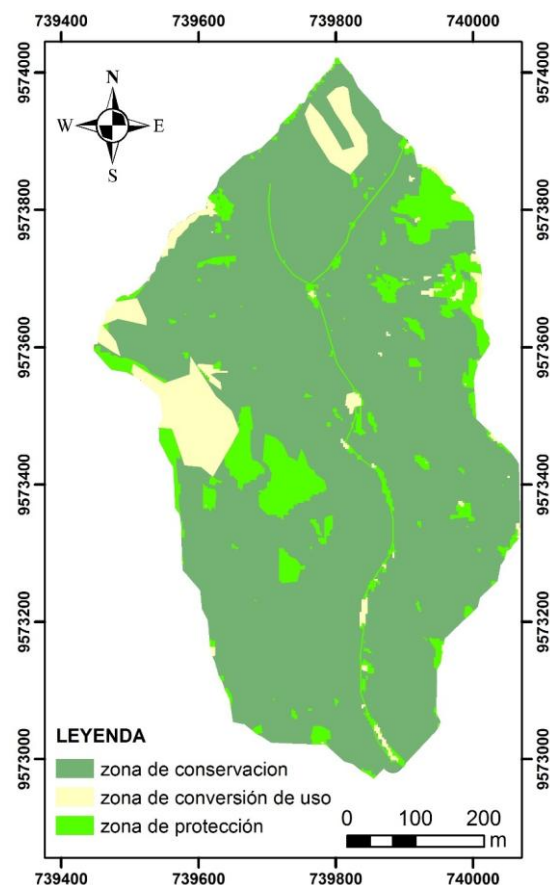


Figura 3. Zonificación ambiental de la microcuenca Crucita.

Fuente: Montaña, (2019).

Tabla 5. Distribución de las categorías de manejo.

Categoría	Área (ha)	Proporción (%)
Conservación	33,11	84,27
Protección ribereña	4,15	10,56
Conversión de uso	2,03	5,17
Total	39,29	100,00

Fuente: elaboración propia a partir de Montaña Viñan (2019).

Los resultados integran una reconstrucción hidrológica con prioridades territoriales y una comparación dimensional entre oferta y demanda. El alcance corresponde a una línea base histórica. La precipitación representa 2000-2015, los aforos se realizaron durante la investigación, la demanda corresponde a 2018 y la cartografía al estado observado en 2019. El Q80 se derivó de doce valores mensuales y no de una serie diaria. Asimismo, la demanda facturada no incorpora pérdidas de distribución ni usos no registrados. Estas condiciones delimitan la interpretación temporal, pero no afectan la consistencia interna del balance para el periodo estudiado.

Conclusiones

La reconstrucción del polinomio ecológico se completó con $k=0.00873$, $m=0.60$ y $n=0.822$. El modelo produjo un caudal medio de 91.76 L/s y un Q80 de 80.27 L/s, con error porcentual absoluto medio de 4.12 % frente a los seis aforos. La demanda facturada de 2018 equivalió a 1.83 L/s y representó 2.28 % del Q80. La corrección de unidades demuestra que la proporción de 24 % indicada en la tesis resultó de sumar tasas mensuales y no corresponde al balance anual. La zonificación asignó 84,27 % de la microcuenca a conservación, 10,56 % a protección ribereña y 5,17 % a conversión de uso. La distribución es coherente con el predominio de bosque, la capacidad forestal del suelo y las pendientes fuertes. Para el periodo

estudiado, la microcuenca presentó una relación favorable entre disponibilidad reconstruida y demanda contabilizada. La conservación del bosque, la protección de riberas y la recuperación de las áreas de conversión constituyen condiciones centrales para mantener la función de abastecimiento.

Agradecimientos

Se reconoce el apoyo técnico y logístico brindado durante la investigación por la Universidad Nacional de Loja, el Fondo Regional del Agua, el Gobierno Autónomo Descentralizado de Centinela del Cóndor y las instituciones que facilitaron información hidrometeorológica y cartográfica.

Referencias Bibliográficas

- Aandstad, A. (2021). Estimation of maximal oxygen uptake from the 3,000 m run in adult men and women. *Journal of Sports Sciences*, 39(15), 1746–1753. <https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1898106>
- Alcivar Rodríguez, Y. Y., & Manangon Pesantes, R. M. (2026). Efectos del entrenamiento de alta intensidad (HIIT) en el rendimiento deportivo: Una revisión científica y aplicación práctica. *Ciencia y Educación*, 7(2.2), 694–704. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19490453>
- Cofre Caillagua, V. F., & Paula Chica, M. G. (2025). Entrenamiento funcional para mejorar el VO₂ máx. en cadetes de segundo año de la escuela militar. *Ciencia y Educación*, 6(1.1), 165–173. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15867398>
- Helén, J., & K. H. (2023). El entrenamiento funcional de alta intensidad induce adaptaciones de entrenamiento superiores en comparación con el entrenamiento físico militar tradicional. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(12), 2477–2483. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000004559>
- Herrera Posada, K. D. (2020). *Variabilidad de frecuencia cardíaca, estrés y resiliencia en personal militar en función de su nivel de experiencia* [Trabajo académico, Universidad de la Costa]. <https://repositorio.cuc.edu.co/server/api/core/bitstreams/3ba8e20e-6016-4cae-8845-abfc6ceec804/content>
- Liu, K. H., Zhao, W., Li, C. C., Tian, Y., Wang, L. J., Zhong, J. Y., ... Wang, H. B. (2024). Efectos del entrenamiento interválico de alta intensidad sobre el rendimiento cognitivo: Una revisión sistemática y un metaanálisis. *Scientific Reports*, 14, 32082. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-83802-9>
- Martland, R., Korman, N., Firth, J., Vancampfort, D., Thompson, T., & Stubbs, B. (2022). ¿Puede el entrenamiento interválico de alta intensidad mejorar los resultados de salud mental en la población general y en personas con enfermedades físicas? Una revisión sistemática y un metaanálisis. *British Journal of Sports Medicine*, 56(5), 279–291. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2021-103984>
- McClung, J. P., Beckner, M. E., & Farina, E. K. (2023). Evaluación de la base fisiológica de la resiliencia en el personal militar. *Stress and Health*, 39(S1), 33–39. <https://doi.org/10.1002/smi.3271>
- Noetel, M., Sanders, T., Gallardo-Gómez, D., Taylor, P., Del Pozo Cruz, B., Van den Hoek, D., ... Lonsdale, C. (2024). Efecto del ejercicio sobre la depresión: Revisión sistemática y metaanálisis en red de ensayos controlados aleatorios. *The BMJ*, 384, e075847. <https://doi.org/10.1136/bmj-2023-075847>
- Panda, S. P., Chatterjee, K., Srivastava, K., Chauhan, V. I., & Yadav, P. Y. (2024). Desarrollar la resiliencia psicológica en las Fuerzas Armadas de todo el mundo. *Medical Journal Armed Forces India*, 80(2), 130–139. <https://doi.org/10.1016/j.mjafi.2024.02.006>
- Pereira Gaia, J. W., Barreto Schuch, F., Weyll Ferreira, R., De Lima Souza, E., Souto Ferreira, V. M., & Álvarez Pires, D. (2024). Efectos del entrenamiento interválico de alta

- intensidad sobre los síntomas depresivos y de ansiedad en individuos sanos: Una revisión sistemática y un metaanálisis de ensayos clínicos aleatorizados. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34(4), e14618. <https://doi.org/10.1111/sms.14618>
- Peterson, A. L., Moore, B. A., Evans, W. R., Young-McCaughan, S., Blankenship, A. E., Straud, C. L., ... Meyer, E. C. (2024). Mejora de la resiliencia y optimización de la preparación en el personal militar mediante el entrenamiento en flexibilidad psicológica: Diseño y metodología de un ensayo controlado aleatorizado. *Frontiers in Psychiatry*, 14, 1299532. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2023.1299532>
- Quiguanrar Reascos, G. I., & Ávila Mediavilla, C. M. (2025). Programa de entrenamiento funcional de alta intensidad (HIFT) en el rendimiento deportivo de atletas de pentatlón moderno. *Ciencia y Educación*, 6(1.1), 156–164. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15867327>
- Rasteiro, A., Santos, V., & Massuça, L. M. (2023). Programas de entrenamiento físico para poblaciones tácticas: Breve revisión sistemática. *Healthcare*, 11(7), 967. <https://doi.org/10.3390/healthcare11070967>
- Sun, Z., Song, J., Chen, J., Gan, X., Qiu, C., Zhang, W., & Gao, Y. (2024). Prevención y mitigación del estrés postraumático: Una revisión exploratoria de las intervenciones de resiliencia para el personal militar en la fase previa al despliegue. *Psychology Research and Behavior Management*, 17, 2377–2389. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S459220>
- Tornero Aguilera, J. F., Stergiou, M., Rubio Zarapuz, A., Martín Rodríguez, A., Massuça, L. M., & Clemente Suárez, V. J. (2024). Optimización de la preparación para el combate: Estrategias prácticas para integrar la resiliencia fisiológica y psicológica en el entrenamiento de los soldados. *Healthcare*, 12(12), 1160. <https://doi.org/10.3390/healthcare12121160>
- Wang, X. Z., Soh, K. G., Samsudin, S., Deng, N., Liu, X. T., Zhao, Y., & Akbar, S. (2023). Efectos del entrenamiento funcional de alta intensidad sobre la aptitud física y el rendimiento deportivo específico en atletas: Una revisión sistemática con metaanálisis. *PLOS ONE*, 18(12), e0295531. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295531>
- Wang, X. Z., Soh, K. G., Zhang, L. L., Liu, X. T., Ma, S. Z., Zhao, Y. Y., & Sun, C. (2025). Efectos del entrenamiento funcional de alta intensidad sobre la aptitud física en individuos sanos: Una revisión sistemática con metaanálisis. *BMC Public Health*, 25(1), 528. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-21538-5>
- Wang, Y. D., Zhang, X. T., Zhang, Y., & Zhang, H. S. (2025). El impacto del entrenamiento interválico de alta intensidad en la ansiedad: Una revisión exploratoria. *Frontiers in Psychiatry*, 16, 1515266. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2025.1515266>
- Zhang, M., Zou, Y., Liu, Y., Yang, Y., Zhang, T., & Luo, J. (2026). El impacto de una sola sesión de ejercicio interválico de alta intensidad en la función ejecutiva en adolescentes y adultos jóvenes: Una revisión sistemática y un metaanálisis. *Journal of Education, Health and Sport*, 32, 71161. <https://doi.org/10.12775/PPS.2026.32.71161>
- Zhang, Y., Yang, Z., & Wu, S. J. (2025). Efectos de las fortalezas de carácter sobre la depresión en estudiantes de academias militares: El papel mediador de la cadena de emociones positivas y satisfacción vital en un estudio transversal. *Psychology Research and Behavior Management*, 18, 1595–1609. <https://doi.org/10.2147/PRBM.S531785>



Esta obra está bajo una licencia de
Creative Commons Reconocimiento-No Comercial
4.0 Internacional. Copyright © Karla Yadyra
Montaño Viñan, Johana Cristina Muñoz Chamba.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo
Contribución de los autores (Taxonomía CRediT) Karla Yadyra Montaña Viñan: conceptualización de la investigación, desarrollo del proceso investigativo, recolección de información, análisis formal de los datos, redacción del borrador original del manuscrito. Johana Cristina Muñoz Chamba: diseño metodológico, validación de los resultados obtenidos, revisión crítica del contenido científico, supervisión general del estudio y revisión editorial del manuscrito antes de su publicación.
Declaración de conflicto de intereses Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.
Declaración de financiamiento La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro. En caso de existir financiamiento institucional o externo, este deberá ser declarado explícitamente por los autores en esta sección.
Declaración del editor El editor responsable certifica que el proceso editorial del presente artículo se desarrolló conforme a los principios de integridad científica, transparencia y buenas prácticas editoriales. El manuscrito fue sometido a un proceso de evaluación mediante revisión por pares doble ciego, garantizando la confidencialidad de la identidad de los autores y revisores durante todo el proceso de dictamen académico. Asimismo, el editor declara que el artículo cumple con los criterios científicos, metodológicos y éticos establecidos por la revista.
Declaración de los revisores Los revisores externos que participaron en la evaluación del presente manuscrito declaran haber realizado el proceso de revisión de manera objetiva, independiente y confidencial. Asimismo, manifiestan que no mantienen conflictos de interés con los autores ni con la investigación evaluada, y que sus observaciones y recomendaciones se fundamentan exclusivamente en criterios científicos, metodológicos y académicos.
Declaración ética de la investigación Los autores declaran que la investigación se desarrolló respetando los principios éticos de la investigación científica, garantizando la confidencialidad de los datos y el respeto a los participantes del estudio. En los casos en que la investigación involucre seres humanos, los procedimientos deben ajustarse a los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y a las normativas institucionales correspondientes.
Declaración sobre el uso de inteligencia artificial Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.
Disponibilidad de datos Los datos que respaldan los resultados de esta investigación estarán disponibles previa solicitud razonable al autor de correspondencia, respetando las normas éticas y de confidencialidad establecidas por la investigación.

