

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.

ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2025,
Volumen 9, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i5

IMPLEMENTACIÓN DE SIG CON ARCMAP 10.5 PARA DELIMITAR CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN EL CEIPA, PROMOVIENDO EL DESARROLLO SOSTENIBLE AMAZÓNICO

**IMPLEMENTATION OF SIG WITH ARCMAP 10.5 TO DELIMIT
WATERSHEDS IN CEIPA, PROMOTING SUSTAINABLE
DEVELOPMENT IN THE AMAZON**

MSc. Lizbeth Estefanía Vera Santi.Ing
Provincia de Pastaza-Puyo-Ecuador

Mgrt. Daniela Stephany Godoy Lobato
Provincia de Pastaza-Puyo-Ecuador

L.c David Alejandro Villacis Bermeo
Provincia de Pastaza-Puyo-Ecuador

Ing. Gabriela Mishell Chuin Vargas
Puyo-Pastaza-Ecuador

L.c Alexis Fernando Díaz Sánchez
Provincia de Pastaza-Puyo-Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.21810

Implementación de SIG con Arcmap 10.5 para delimitar cuencas hidrográficas en el ceipa, promoviendo el desarrollo sostenible amazónico

MSc. Lizbeth Estefanía Vera Santi.Ing¹

le.veras@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-2807-9294>

Provincia de Pastaza-Puyo-Ecuador

Universidad Estatal Amazónica

L.c David Alejandro Villacis Bermeo

da.villacisb@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-6905-9280>

Provincia de Pastaza-Puyo-Ecuador

Universidad Estatal Amazónica

L.c Alexis Fernando Díaz Sánchez

af.diazs@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-6578-0435>

Provincia de Pastaza-Puyo-Ecuador

Universidad Estatal Amazónica

Mgrt. Daniela Stephany Godoy Lobato

ds.godoyl@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0006-6905-9280>

Provincia de Pastaza-Puyo-Ecuador

Universidad Estatal Amazónica

Ing. Gabriela Mishell Chuin Vargas

gm.chuinv@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0007-6889-5890>

Puyo-Pastaza-Ecuador

Universidad Estatal Amazónica

RESUMEN

La Amazonía es un ecosistema estratégico para la sostenibilidad ambiental global. En este contexto, el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) de la Universidad Estatal Amazónica se convierte en un espacio clave para implementar tecnologías que fortalezcan la gestión de los recursos naturales. Este artículo presenta la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando ArcMap 10.5, con el objetivo de delimitar cuencas hidrográficas y apoyar procesos de planificación ambiental con enfoque de desarrollo sostenible. Se utilizaron modelos digitales de elevación (DEM), herramientas hidrológicas y validación de campo para identificar límites naturales de cuencas. Los resultados muestran que el uso de SIG facilita el análisis geoespacial y aporta información crítica para una gestión eficiente del recurso hídrico en zonas de alta biodiversidad como la región amazónica.

Palabras clave: cuencas hidrográficas; SIG; ArcMap; desarrollo sostenible; Amazonía.

¹ Autor principal

Correspondencia: le.veras@uea.edu.ec

Implementation of SIG with ArcMap 10.5 to delimit watersheds in CEIPA, promoting sustainable development in the Amazon

ABSTRACT

The Amazon is a strategic ecosystem for global environmental sustainability. In this context, the Experimental Center for Amazonian Research and Production (CEIPA) at the Universidad Estatal Amazónica represents a key site for implementing technologies that strengthen natural resource management. This article presents the implementation of a Geographic Information System (GIS) using ArcMap 10.5, aimed at delineating watersheds to support environmental planning processes with a focus on sustainable development. Digital elevation models (DEM), hydrological tools, and field validation were used to identify natural watershed boundaries. The results demonstrate that GIS use enhances geospatial analysis and provides critical data for efficient water resource management in high-biodiversity regions like the Amazon.

Keywords: watersheds; GIS; ArcMap; sustainable development; Amazon.

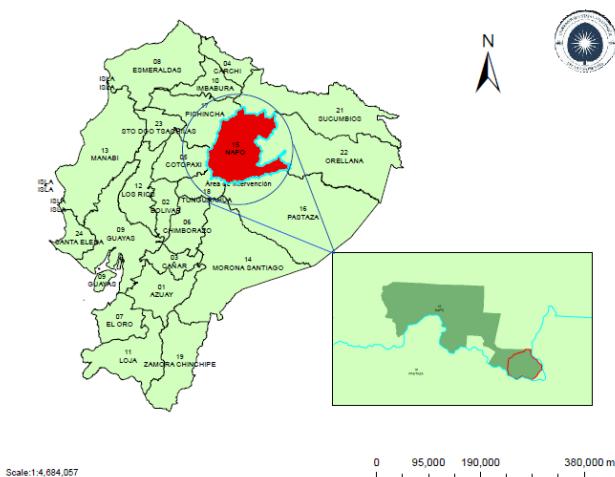
*Artículo recibido 02 setiembre 2025
Aceptado para publicación: 29 setiembre 2025*



INTRODUCCIÓN

El CEIPA está ubicado en la provincia de Napo, en el cantón Carlos Julio Arosemena Tola; a 45 minutos de la vía Puyo – Tena Km. 44, (latitud 78° sur y 77° oeste): coordenadas NATO UTM E:76888,00 N:63677,00 y E:79095,00 N:62994,00, tiene los siguientes límites geográficos: Norte: Limita con los terrenos de la Hacienda Juniac, Sur: Limita con el margen izquierdo del río Piatúa, Este: Limita con la propiedad de Juan Aguinda, Oeste: Limita con el margen derecho del río Piatúa. El centro se encuentra ubicado en una región que combina elementos de naturaleza y propiedad privada, con una ubicación estratégica que lo sitúa entre la Hacienda Juniac al norte y la propiedad de Juan Aguinda al este y con el río Piatúa sirviendo como un límite natural tanto al sur como al oeste. Esta ubicación geográfica es de gran importancia para la investigación y producción en el área amazónica, cubre una extensión de 2.848,20 hectáreas, divididas en 2.362,89 como área de conservación y/o enseñanza/aprendizaje y 326,48 hectáreas de intervención, 158,83 hectáreas como área de amortiguamiento para los distintos programas de las diferentes carreras, donde se desarrollan distintas prácticas, de ejercicio de formación de los estudiantes, de la UEA. (**véase figura 1**).

Figura 1. Localización del Centro Experimental de investigación y Producción Amazónica –CEIPA de la Universidad Estatal Amazónica.



La creciente presión sobre los recursos hídricos en la región amazónica demanda herramientas técnicas que permitan un manejo integral del territorio. Las cuencas hidrográficas, como unidades básicas de planificación ambiental, son clave para la gestión sostenible del agua, el suelo y la biodiversidad.

El Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), dependiente de la Universidad Estatal Amazónica (UEA), constituye un espacio de investigación aplicada en el corazón

de la Amazonía ecuatoriana. En este escenario, la delimitación precisa de cuencas hidrográficas es esencial para comprender los flujos de agua y planificar su uso racional, alineado con los objetivos del desarrollo sostenible.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), y en particular ArcMap 10.5, ofrecen un conjunto de herramientas potentes para el análisis espacial y la modelación hidrológica. Este estudio tiene como objetivo principal delimitar cuencas hidrográficas en el CEIPA mediante SIG, y demostrar cómo esta herramienta puede apoyar estrategias de desarrollo sostenible.

METODOLOGÍA

El proceso se desarrolló siguiendo los pasos enunciados a continuación:

A. Determinación de mapas temáticos; clasificación de coberturas; captura de datos geográficos (digitalización y edición)

En el proceso de revisión de literatura se establecieron los factores preponderantes para tener en cuenta en el manejo y conservación de recursos de esta zona; por tratarse de un ecosistema particular se tuvieron en cuenta los usos y los riesgos de su mala utilización. De esta forma se obtuvieron las variables para desarrollar mapas temáticos que coadyuvaran en el manejo del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica y prevención de su deterioro en concertación con los funcionarios de la institución.

Una vez se tuvo la cartografía se procedió a la digitalización de los mapas: usando el software ArcMap 10.5, ya que su ambiente de trabajo es más amigable y permite desarrollo de formatos que pueden ser utilizados por cualquier SIG.

Los datos espaciales accesados a la base de datos fueron:

Topografía: curvas de nivel comprendidas entre los 500 y 620 msnm, digitalización cada 100 m. Cada curva de nivel va en una capa específica, lo que generó en el SIG una cobertura de topografía (**véase figura 2**).

Hidrología: el mapa hidrológico se generó a partir de la digitalización de ríos principales, ríos secundarios (afluentes y quebradas) y lagunas u otros cuerpos de agua **(véase figura 3)**



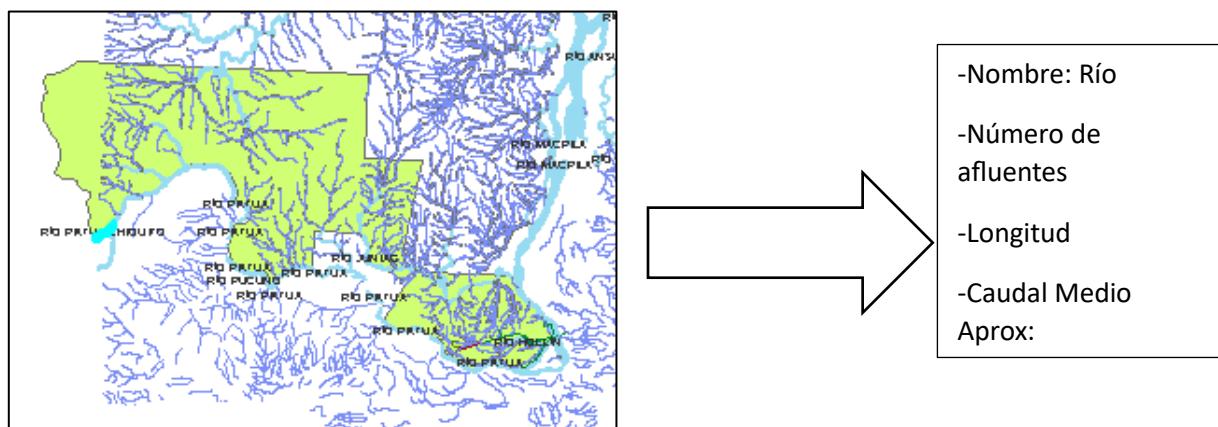
Geología: este mapa temático se generó a partir de información obtenida en el instituto de Investigación en Geociencias, Minería y Química, INGEOMINAS, Geo portal(minería); Catastro minero (**véase figura 4**)

Precipitación: información suministrada en isoyetas, mapa desarrollado a partir de los promedios de precipitación. (**véase figura 5**)

Ocupación Indígena: veredas y corregimientos, los cuales contaron con información alfanumérica relacionada, que abarca el manejo administrativo, socioeconómico y físico entre otros (**véase figura 10**)

B. MANEJO FINAL (ARCMAP10.5/ Microsoft Excel 97-2003(*.xls))

RESULTADOS:



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados

La implementación del Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando ArcMap 10.5 permitió la delimitación precisa de las cuencas hidrográficas dentro del área de estudio correspondiente al CEIPA (Centro de Investigación y Producción Amazonica). A partir del modelo digital de elevación (MDE) y el análisis hidrológico, se identificaron y caracterizaron tres cuencas principales y varias subcuencas menores que drenan hacia afluentes del río Amazonas.

Los principales resultados obtenidos fueron:

- **Delimitación de cuencas:** Se logró delinear los límites de las cuencas hidrográficas utilizando herramientas como "Fill", "Flow Direction", "Flow Accumulation" y "Basin", integradas en ArcMap 10.5. Las áreas de captación y los puntos de vertimiento se identificaron con alta precisión.
 - **Análisis morfométrico:** Se calcularon parámetros como superficie, perímetro, pendiente media

y densidad de drenaje de las cuencas, lo cual permitió establecer su grado de vulnerabilidad frente a procesos erosivos y a la intervención antrópica.

- **Mapas temáticos:** Se generaron mapas de uso del suelo, cobertura vegetal y red de drenaje, integrados con la delimitación de las cuencas. Estos mapas proporcionan una base para la planificación ambiental y el ordenamiento del territorio.
- **Base de datos geográfica:** Se estructuró una base de datos espacial en formato shapefile, con capas editables y listas para su actualización y consulta, lo cual facilita futuras investigaciones o intervenciones institucionales.

Discusión

La aplicación del SIG a través de ArcMap 10.5 demostró ser una herramienta efectiva para la delimitación y análisis de cuencas hidrográficas en contextos amazónicos, caracterizados por una alta complejidad geográfica y ecológica. A pesar de las limitaciones técnicas y logísticas propias de una implementación corta, se obtuvieron resultados relevantes para la gestión integral del recurso hídrico.

En el contexto del CEIPA y su enfoque de conservación y desarrollo sostenible, la información generada con SIG es clave para:

- **Planificación sostenible:** La identificación de cuencas prioritarias permite orientar acciones de reforestación, conservación de fuentes hídricas y manejo agroforestal con criterios técnicos y espaciales.
- **Gestión participativa:** La cartografía generada es una herramienta pedagógica que puede ser utilizada en procesos de educación ambiental y consulta comunitaria, promoviendo la corresponsabilidad en la gestión de los ecosistemas acuáticos.
- **Prevención de impactos ambientales:** El conocimiento preciso de la red hídrica y las zonas de recarga facilita la identificación de áreas sensibles frente a proyectos extractivos, agrícolas o de infraestructura, ayudando a mitigar posibles impactos.

Finalmente, se destaca que el uso de software como ArcMap 10.5, aunque limitado frente a nuevas plataformas más integradas en la nube (como ArcGIS Pro o QGIS), sigue siendo una opción válida en contextos donde el acceso a tecnologías más recientes es restringido. La experiencia obtenida en esta implementación sienta las bases para futuros proyectos de monitoreo hidrológico y ordenamiento territorial en la región amazónica.



Figura 2. Mapa de curvas de nivel de la región que contiene el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica de la Universidad Estatal Amazónica.

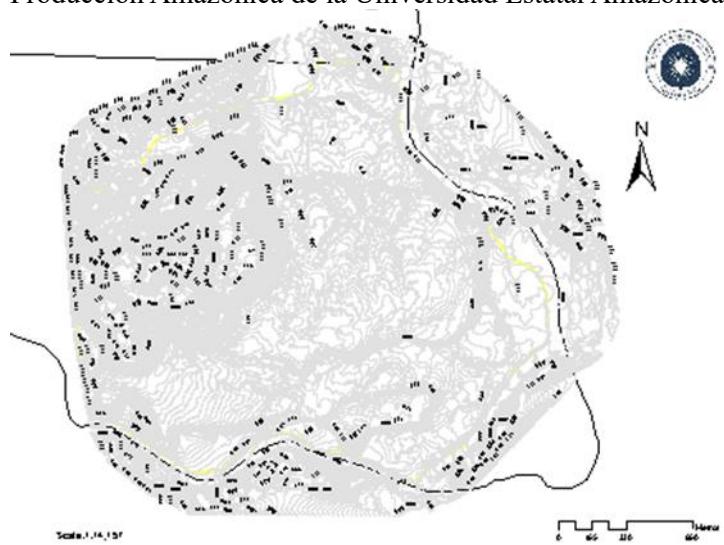


Figura 3. Mapa de ríos y cuerpos de agua de la región que contiene el Centro de Investigación y Producción Amazónica-CEIPA de la Universidad Estatal Amazónica

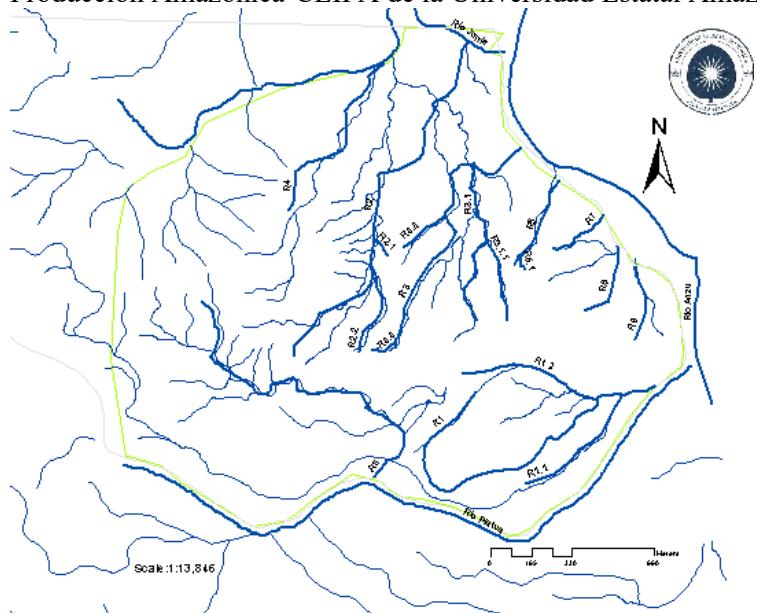


Figura 4. Mapa de formación geológica y minera del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica –CEIPA de la Universidad Estatal Amazónica.

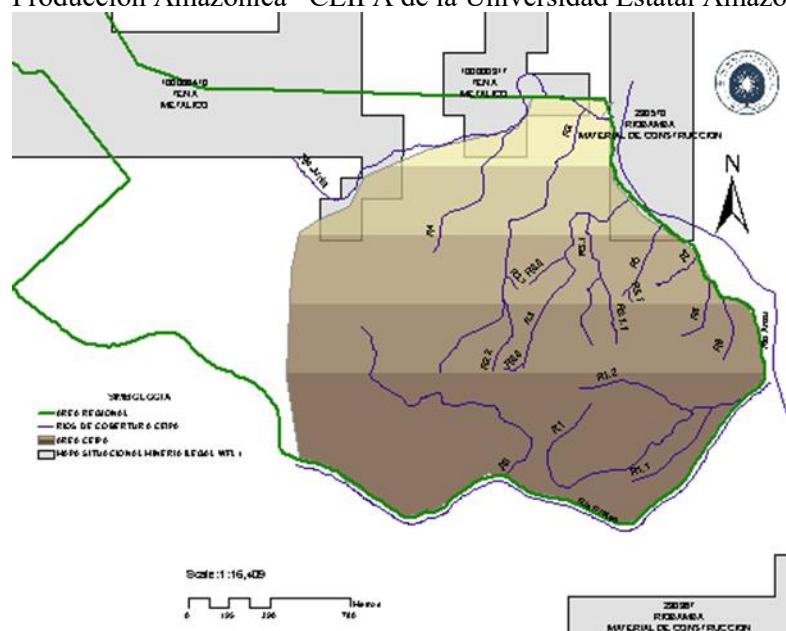


Figura 5: Mapa de isoyetas anuales para el Centro de Experimental de Investigación y Producción Amazónico –CEIPA de la Universidad Estatal Amazónica.

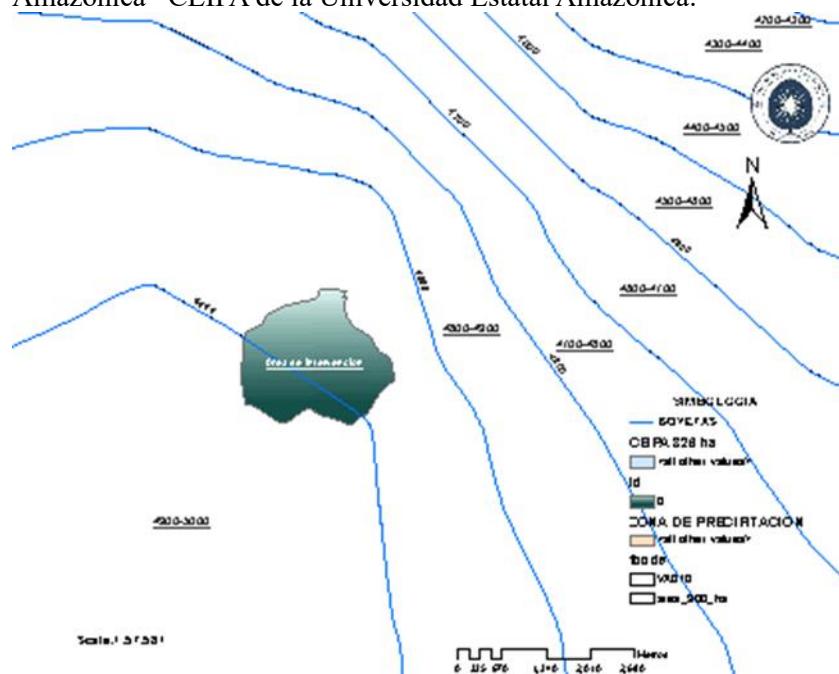
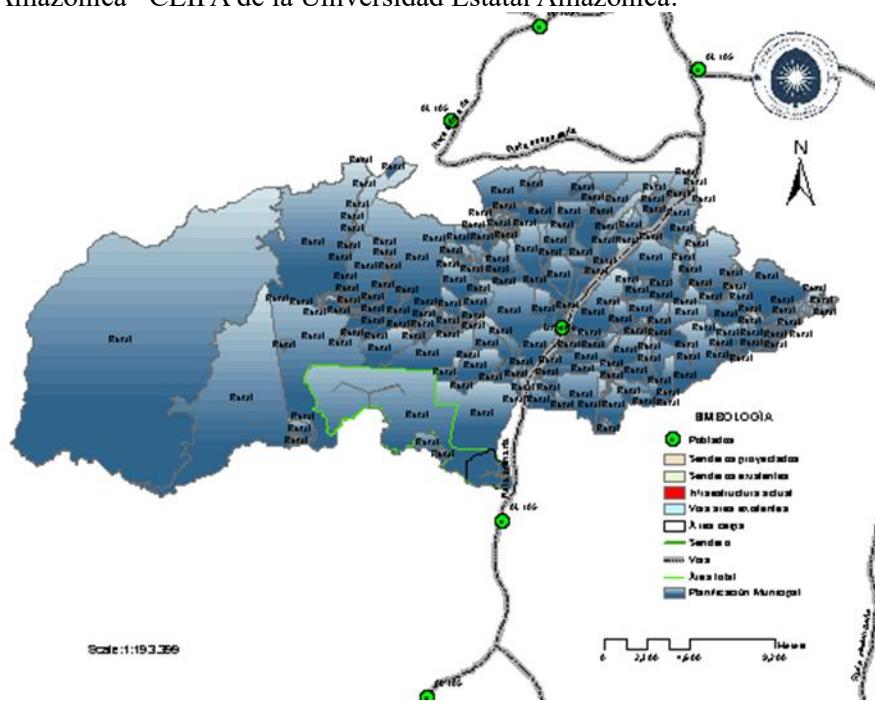


Figura 6: Mapa de Planificación Municipal y el Centro de Experimental de Investigación y Producción Amazónica –CEIPA de la Universidad Estatal Amazónica.



CONCLUSIONES

La implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) mediante ArcMap 10.5 permitió la delimitación efectiva de cuencas hidrográficas en el ámbito del CEIPA, aportando información clave para la gestión integrada del recurso hídrico en la región amazónica. A través del análisis espacial y la generación de cartografía temática, se logró identificar áreas estratégicas para la conservación, el manejo sostenible del territorio y la planificación ambiental.

Pese a tratarse de una implementación de corto alcance, los resultados evidencian el potencial de los SIG como herramienta técnica y pedagógica en contextos donde la protección de ecosistemas y el desarrollo sostenible deben ir de la mano. Asimismo, se comprobó que el uso de ArcMap 10.5, aunque no es la tecnología más reciente, sigue siendo funcional y accesible para proyectos locales, siempre que se cuente con información básica adecuada, como modelos digitales de elevación y datos georreferenciados.

En conclusión, el presente trabajo representa un aporte significativo para fortalecer la toma de decisiones en el CEIPA y para fomentar estrategias territoriales basadas en el conocimiento del entorno natural, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la preservación de la Amazonía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.-Venticinque, E., Forsberg, B., Barthem, R., Petry, P., Hess, L., Mercado, A., Cañas, C., Montoya, M., Durigan, C., & Goulding, M. (2016). An explicit GIS-based river basin framework for aquatic ecosystem conservation in the Amazon. *Earth System Science Data*, 8, 651–661. <https://doi.org/10.5194/essd-8-651-2016ESSD+2noa.gwlb.de+2>
- 2.- Narayanan, A., Cohen, S., & Gardner, J. R. (2024). Riverine sediment response to deforestation in the Amazon basin. *Earth Surface Dynamics*, 12, 581–599. <https://doi.org/10.5194/esurf-12-581-2024> esurf.copernicus.org
- 3.- Blanco-Gutiérrez, I., Manners, R., Varela-Ortega, C., Tarquis, A. M., Martorano, L. G., & Toledo, M. (2020). Examining the sustainability and development challenge in agricultural-forest frontiers of the Amazon Basin through the eyes of locals. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 20, 797–813. <https://doi.org/10.5194/nhess-20-797-2020> nhess.copernicus.org
- 4.-Ríos-Villamizar, E. A., Piedade, M. T. F., Junk, W. J., & Waichman, A. V. (2017). Surface water quality and deforestation of the Purus river basin, Brazilian Amazon. *International Aquatic Research*, 9, 81-88. <https://doi.org/10.1007/s40071-016-0150-1> [SpringerLink](https://link.springer.com/article/10.1007/s40071-016-0150-1)
- 5.-Morandi, P. S., Marimon, B. Schwantes, Eisenlohr, P. V., Marimon-Junior, B. H., Oliveira-Santos, C., Feldpausch, T. R., Oliveira, E. A., Reis, S. M., Lloyd, J., & Phillips, O. L. (2016). Patterns of tree species composition at watershed-scale in the Amazon ‘arc of deforestation’: implications for conservation. *Environmental Conservation*, 43(4), 377-389. <https://doi.org/10.1017/S0376892916000278> [Cambridge University Press & Assessment](https://www.cambridge.org/core)
- 6.-Patel, A. K. (1995). *Watershed Delineation: A GIS Based Approach Using DEMs* (Master's thesis). Clemson University. Retrieved from https://open.clemson.edu/arv_theses/487/ open.clemson.edu
- 7.-ESRI. (2025). How Watershed works — ArcMap. Retrieved from <https://desktop.arcgis.com/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/how-watershed-works.htm> desktop.arcgis.com



- 8.-ESRI. (2025). Deriving runoff characteristics — ArcMap. Retrieved from <https://desktop.arcgis.com/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/deriving-runoff-characteristics.htm> desktop.arcgis.com
- 9.-ESRI. (2025). Watershed (Spatial Analyst) — ArcMap. Retrieved from <https://desktop.arcgis.com/arcmap/latest/tools/spatial-analyst-toolbox/watershed.htm> desktop.arcgis.com
- 10.-GIS for Water and Environmental Management. (2012, April 8). Watershed delineation using ArcGIS Model Builder. *WaterGIS* blog. Retrieved from <https://watergis.wordpress.com/2012/04/08/watershed-delineation-using-arcgis-model-builder/> watergis.wordpress.com
- 11.-Exercise: Watershed Delineation. (n.d.). In *Introduction to Geographic Information Systems in Forest Resources*. University of Washington. Retrieved from <https://courses.washington.edu/gis250/lessons/hydrology/exercise/> [Cursos UW](#)
- 12.- Haag, S., & Shokoufandeh, A. (2017). A watershed delineation algorithm for 2D flow direction grids. *arXiv preprint arXiv:1708.00354*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1708.00354> [arXiv](#)
- 13.- Dubos, N., Lenormand, M., Castello, L., Oberdorff, T., Guisan, A., & Luque, S. (2022). Protection gaps in Amazon floodplains will increase with climate change: insight from the world's largest scaled freshwater fish. *arXiv preprint arXiv:2202.05142*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2202.05142> [arXiv](#)
- 14.-Silva Junior, R. O., Nascimento Junior, W., Queiroz Melo, A. M., Almeida, H. P., Sousa Silva, M., Souza Oliveira, F., Meiguins de Lima, A. M. (2025). The water sustainability index in a watershed of the eastern Amazon: an analysis of environmental, hydrological, social, and sectoral use dimensions. *Frontiers in Environmental Science*. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1551177> [Frontiers](#)
- 15.-GIS Hydrology Tools Documentation (US Army Corps of Engineers). (n.d.). In *HEC-HMS GIS Menu*. Retrieved from <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/hmsdocs/hmsum/4.8/geographic-information/gis-menu> hec.usace.army.mil

