

Cartografía en la caracterización del territorio: representación de factores biofísicos

Cartography in the characterization of the territory: representation of biophysical factors

Henri Portocarrero Bazán^{1*} 

¹Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga (Perú)

Correspondencia:

Henri Portocarrero Bazán
henryportobazan@gmail.com

Cómo citar:

Portocarrero Bazán, H. (2023). Cartografía en la caracterización del territorio: representación de factores biofísicos. *GeoCiencias y Humanidades*, 1, e5. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15641209>

Recibido: 24 mar 2023

Aprobado: 14 jun 2023

Publicado: 21 jun 2023

Copyright © 2023 Publicado por GeoCiencias y Humanidades. Este es un artículo de acceso abierto bajo licencia CC BY 4.0.



Resumen

El objetivo de esta investigación fue caracterizar el territorio de la subcuenca del río Verde mediante cartografía, representando los factores biofísicos esenciales para su análisis. La metodología incluyó la elaboración de mapas temáticos en ArcGIS Pro, abarcando aspectos como clima, pendiente, geología, ecosistemas, suelos, capacidad de uso mayor e hidrografía. Para ello, se utilizaron datos de fuentes oficiales del Estado Peruano, garantizando la confiabilidad y validez de la información. El procesamiento de los datos cartográficos incluyó digitalización de elementos geográficos, aplicación de sistemas de coordenadas y superposición de capas de información, permitiendo identificar patrones espaciales relevantes. Como resultado, se generaron mapas base que facilitaron la interpretación de la dinámica ambiental y territorial del área de estudio. En conclusión, la representación cartográfica demostró ser una herramienta clave para la gestión ambiental y el ordenamiento territorial. Además, la descripción directa de cada mapa permitió una mejor comprensión de los factores biofísicos analizados, evitando ambigüedades en la interpretación de la información.

Palabras clave: cartografía temática, Sistemas de Información Geográfica (SIG), ordenamiento territorial, factores biofísicos.

Abstract

The objective of this research was to characterize the territory of the Verde River sub-basin through cartography, representing the essential biophysical factors for its analysis. The methodology included the development of thematic maps in ArcGIS Pro, covering aspects such as climate, slope, geology, ecosystems, soils, major use capacity and hydrography. To do so, data from official sources of the Peruvian State were used, guaranteeing the reliability and validity of the information. The processing of the cartographic data included digitization of geographic elements, application of coordinate systems, and superposition of information layers, allowing the identification of relevant spatial patterns. As a result, base maps were generated that facilitated the interpretation of the environmental and territorial dynamics of the study area. In conclusion, the cartographic representation proved to be a key tool for environmental management and territorial planning. In addition, the direct description of each map allowed a better understanding of the biophysical factors analyzed, avoiding ambiguities in the interpretation of the information.

Keywords: thematic cartography, Geographic Information Systems (GIS), land use planning, biophysical factors.

1. Introducción

El estudio del territorio requiere un enfoque integral que permita comprender la interacción entre sus componentes biofísicos y socioeconómicos (Llanos, 2010; Ortega y Concepción, 2017). La cartografía se ha consolidado como una herramienta fundamental en esta caracterización, facilitando la representación espacial de variables clave como el clima, la geomorfología, el uso del suelo y las dinámicas socioeconómicas (Furrier, 2018). A través del análisis cartográfico, es posible identificar patrones espaciales y establecer relaciones entre los distintos factores que influyen en el desarrollo y la sostenibilidad de un territorio (Ruíz y Galicia, 2016; Escudero et al., 2023).

En este contexto, la integración de datos biofísicos y socioeconómicos mediante técnicas cartográficas permite generar información precisa y de utilidad para la planificación territorial (Zapperi y Olcina, 2021). Los elementos biofísicos, como la pendiente, la cobertura vegetal y la hidrología, condicionan los usos del suelo y determinan la disponibilidad de recursos naturales (Rodríguez y López, 2006; Madrigal et al., 2019). De manera complementaria, los factores socioeconómicos, como la densidad poblacional, las actividades productivas y la infraestructura, influyen en la transformación del territorio y en la gestión de sus recursos (Gambarota y Lorda, 2017).

El uso de herramientas cartográficas en la caracterización del territorio permite visualizar y analizar estas interacciones de manera efectiva (Betancurth et al., 2020; Castaño et al., 2021). La generación de mapas temáticos facilita la identificación de áreas con potencial agrícola, zonas de riesgo por erosión y sectores con vulnerabilidad hídrica (Valcarce y Jiménez, 2016). Además, la cartografía posibilita la planificación de estrategias de conservación, manejo de recursos naturales y ordenamiento territorial, contribuyendo al desarrollo sostenible de la región (Ramírez et al., 2016).

La cartografía se ha convertido en una herramienta esencial para la caracterización del territorio, permitiendo la representación y análisis de factores biofísicos que influyen en la planificación y gestión de los recursos naturales (Ortiz, 2020; Ospina et al., 2021). En el caso de la subcuenca del río Verde, la generación de mapas temáticos de clima, pendiente, geología, ecosistemas, suelos, capacidad de uso mayor, hidrografía, cobertura y uso actual de la tierra, ofrece un panorama detallado sobre la estructura y dinámica ambiental de la región. La representación cartográfica de estos factores facilita la identificación de patrones espaciales y su interacción con el entorno, contribuyendo a la toma de decisiones informadas en materia de ordenamiento territorial (Rojas, 2016).

El análisis cartográfico no solo permite visualizar la distribución de los elementos físicos del territorio, sino que también es clave para comprender la relación entre el medio natural y las actividades humanas. En la subcuenca del río Verde, la interacción entre las comunidades locales y su entorno físico es un aspecto fundamental para entender los desafíos asociados a la producción agrícola, el acceso al agua y la gestión de riesgos naturales. La cartografía, al integrar información biofísica y socioeconómica, permite evaluar la disponibilidad y uso de los recursos, así como identificar zonas con mayor vulnerabilidad ambiental y social (Cárdenas y Tobón, 2016).

Desde una perspectiva ambiental, la variabilidad en las condiciones topográficas y climáticas de la subcuenca determina el tipo de ecosistemas presentes y su capacidad de uso (Cotler et al., 2007; Vargas, 2011). Factores como la pendiente y la geología condicionan

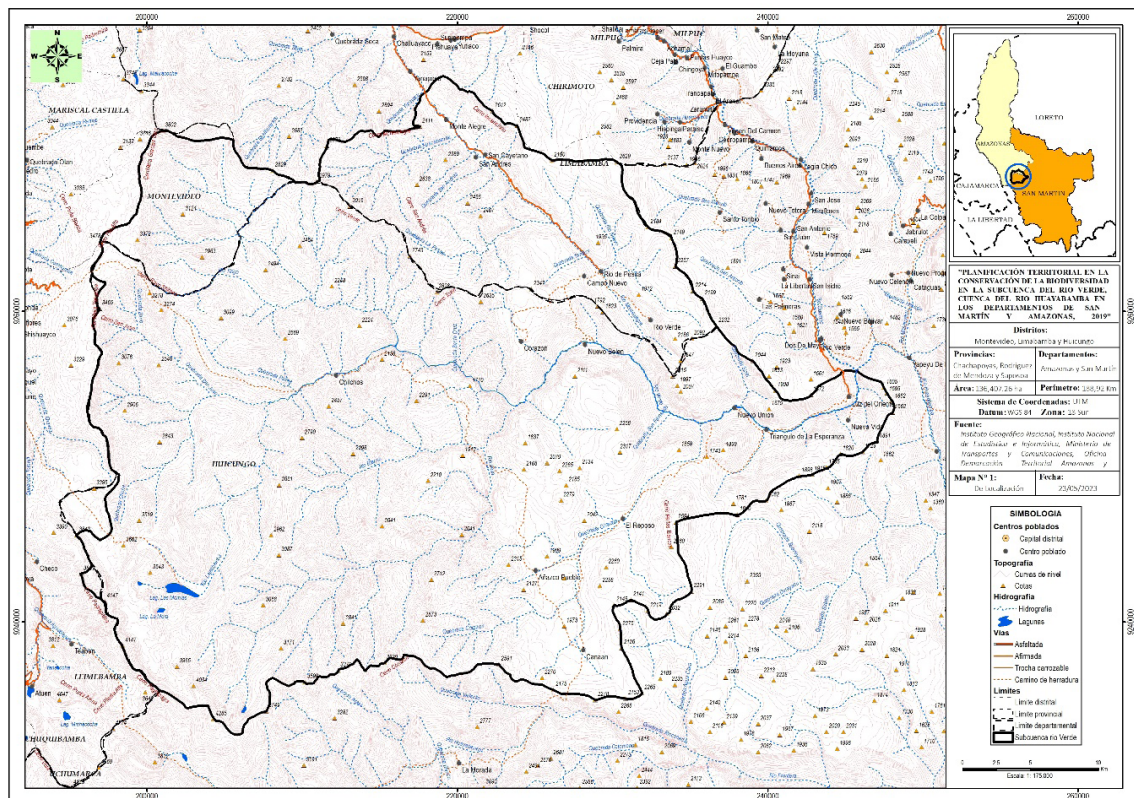
los procesos erosivos y la estabilidad del suelo, mientras que la hidrografía y la cobertura vegetal influyen en la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad (Alvarado, 2021). Estos aspectos hacen que la cartografía temática sea una herramienta indispensable para el análisis del territorio, ya que permite integrar múltiples variables y comprender su impacto en la sostenibilidad del ecosistema.

2. Metodología

El estudio se llevó a cabo en la subcuenca del río Verde, ubicada en la parte norte del Perú, entre los departamentos de Amazonas y San Martín (Figura 1), constituyéndose como un tributario de la cuenca del río Huayabamba, vertiente del Amazonas. La extensión territorial comprendía 1,364.06 km² (136,406.35 ha), abarcando los distritos de Montevideo en la provincia de Chachapoyas y Limabamba en la provincia de Rodríguez de Mendoza, ambos en Amazonas, así como el distrito de Huicungo en la provincia de Mariscal Cáceres en San Martín. Geográficamente, se delimitó dentro de las coordenadas -77° 16' 42" y -77° 45' 19" de longitud oeste y -6° 33' 4" y -6° 56' 2" de latitud sur.

Figura 1

Ubicación de la subcuenca del río Verde, cuenca del río Huayabamba, en los departamentos de Amazonas y San Martín



Fuente. Elaboración propia con datos de MINAM, GRA.

Para la investigación, se elaboraron cartografías con el objetivo de caracterizar el territorio, representar los factores biofísicos esenciales para su análisis y cómo redactar la descripción de cada mapa. Estos mapas sirvieron como base para comprender la dinámica ambiental y territorial de la subcuenca del río Verde. Se generaron mapas temáticos de clima, pendiente, geología, ecosistemas, suelos, capacidad de uso mayor, hidrografía, y cobertura y uso actual de la tierra, los cuales permitieron establecer patrones espaciales y relaciones entre los distintos elementos del paisaje.

Las cartografías fueron elaboradas en el software ArcGIS Pro, utilizando datos geoespaciales provenientes de diversas fuentes oficiales del Estado Peruano. Se integraron informaciones de instituciones como el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el Ministerio del Ambiente (MINAM) y el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Estos datos permitieron garantizar la confiabilidad y validez de la representación cartográfica, asegurando su utilidad en la interpretación de las condiciones biofísicas del territorio.

El procesamiento y análisis de los datos cartográficos incluyó la digitalización de elementos geográficos, la aplicación de sistemas de coordenadas estandarizados y la superposición de capas de información. Se emplearon herramientas SIG para realizar el análisis espacial de la relación entre los factores biofísicos, permitiendo identificar patrones territoriales relevantes para la caracterización del área de estudio.

3. Resultados y discusión

Respecto al clima en la subcuenca del río Verde que se muestra en la figura 2, presenta una variabilidad significativa debido a su amplio rango altitudinal, lo que influye en la distribución de las temperaturas, precipitaciones y niveles de humedad. En las zonas ubicadas entre los 850 y 1750 msnm, el clima se caracteriza por ser cálido y lluvioso, con una disminución de las precipitaciones durante el invierno. A pesar de esta deficiencia estacional de lluvias, la humedad relativa en este sector es calificada como húmeda, lo que favorece la presencia de una vegetación densa y la disponibilidad de recursos hídricos superficiales.

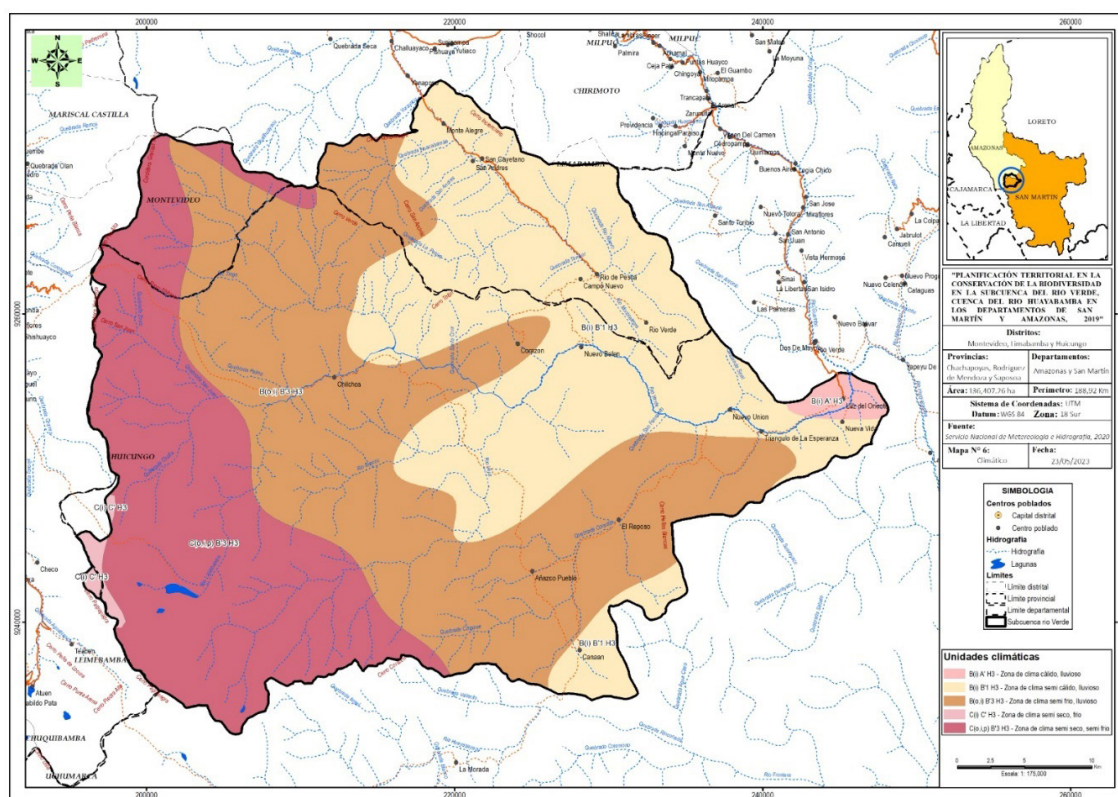
Entre los 900 y 2800 msnm, el clima presenta características de un régimen semi cálido y lluvioso, manteniendo la tendencia de una deficiencia de lluvia durante el invierno. Esta franja altitudinal conserva una humedad relativa alta, lo que permite el desarrollo de ecosistemas de transición entre las zonas más bajas y los ambientes montañosos. La combinación de estas condiciones climáticas genera una variabilidad en la cobertura vegetal y en los usos del suelo, influyendo en las actividades agrícolas y en la disponibilidad de recursos naturales.

En altitudes comprendidas entre los 1000 y 3700 msnm, el clima se torna semi frío y lluvioso, con una reducción de precipitaciones que afecta principalmente los meses de otoño e invierno. A pesar del descenso térmico, la humedad relativa sigue siendo alta, lo que propicia la persistencia de bosques montanos y pastizales húmedos. Sin embargo, la estacionalidad de las lluvias puede representar un desafío para la agricultura y la gestión de los recursos hídricos, ya que la disponibilidad de agua se ve comprometida en ciertos períodos del año.

En las elevaciones superiores, entre los 1950 y 4250 msnm, el clima cambia hacia condiciones semi secas y semi frías, con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera. En las zonas más elevadas, entre los 3350 y 4150 msnm, el clima es semi seco y frío, con una marcada reducción en la precipitación invernal. A pesar de la escasez de lluvias, la humedad relativa sigue clasificándose como húmeda, lo que permite la presencia de ecosistemas altoandinos y pastizales resistentes a las bajas temperaturas.

Figura 2

Clima en la subcuenca del río Verde, cuenca del río Huayabamba, en los departamentos de Amazonas y San Martín



Fuente. Elaboración propia con datos de MINAM, GRA.

El análisis del clima en la subcuenca del río Verde evidencia la influencia determinante del gradiente altitudinal en la distribución de temperaturas, precipitaciones y humedad relativa. Como señalan Llanos (2010) y Ortega y Concepción (2017), el estudio del territorio requiere un enfoque integral que considere la interacción entre los factores biofísicos y socioeconómicos. En este sentido, la variabilidad climática registrada en la subcuenca afecta directamente la cobertura vegetal y los usos del suelo, condicionando la disponibilidad de recursos hídricos y la sostenibilidad de las actividades agrícolas. Además, la presencia de ecosistemas de transición en los distintos pisos altitudinales corrobora la interdependencia entre clima y biodiversidad, resaltando la importancia de gestionar adecuadamente el territorio para reducir la vulnerabilidad de las comunidades locales ante la variabilidad climática (Ruíz y Galicia, 2016; Escudero et al., 2023).

En la figura 3, respecto a la pendiente, la subcuenca del río Verde presenta una variabilidad topográfica significativa, con un predominio de terrenos empinados y muy empinados que influyen en la dinámica ambiental y en los usos del suelo. Los rangos de pendiente más representativos corresponden al 25-50% (empinada) y al 70-75% (muy empinada), los cuales, en conjunto, abarcan más del 68% de la superficie total de la subcuenca. Esta distribución sugiere que el relieve abrupto es una característica dominante en la región, lo que condiciona tanto la disponibilidad de tierras aptas para actividades agrícolas como los procesos de erosión y estabilidad de los suelos.

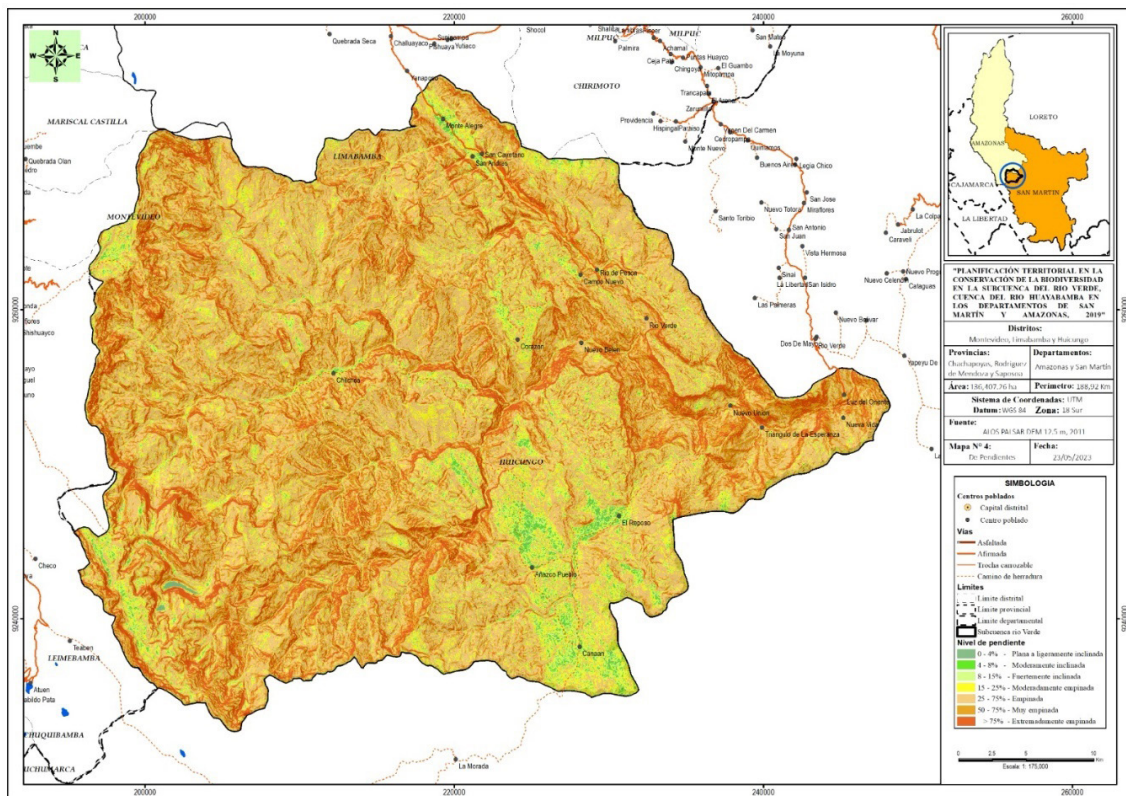
Las áreas con pendientes extremadamente empinadas se encuentran ampliamente distribuidas en la subcuenca, con excepción de la microcuenca de la quebrada Corazón, donde las condiciones topográficas presentan una menor inclinación relativa. En contraste, los terrenos con pendientes

más suaves, como aquellos clasificados en los rangos de 0-4% (plana a ligeramente ondulada), 4-8% (moderadamente inclinada) y 8-15% (fuertemente inclinada), se localizan principalmente en las cercanías de ríos y quebradas. Estas áreas de menor pendiente suelen asociarse con mayor estabilidad del suelo y representan los espacios más favorables para la agricultura y la infraestructura, aunque su extensión es limitada en comparación con las zonas de mayor inclinación.

En particular, la parte media y alta de la microcuenca Corazón se distingue por presentar terrenos con pendientes menos pronunciadas, favoreciendo la retención de humedad y la formación de suelos más estables. De manera similar, la microcuenca del río Montealegre y las zonas más elevadas de la subcuenca del río Verde presentan áreas con pendientes fuertemente inclinadas, lo que influye en los patrones de escorrentía y en la susceptibilidad a la erosión.

Figura 3

Pendiente en la subcuenca del río Verde, cuenca del río Huayabamba, en los departamentos de Amazonas y San Martín



Fuente. Elaboración propia con datos de MINAM, GRA.

La variabilidad topográfica de la subcuenca del río Verde resalta la importancia de considerar la pendiente como un factor determinante en la planificación territorial y la gestión ambiental. De acuerdo con Zapperi y Olcina (2021), la integración de datos biofísicos y socioeconómicos mediante técnicas cartográficas permite generar información precisa para la toma de decisiones, lo que resulta clave en regiones con relieve abrupto como esta subcuenca. La predominancia de terrenos empinados y muy empinados, que abarcan más del 68% del área, limita significativamente la disponibilidad de tierras aptas para la agricultura y aumenta la susceptibilidad a procesos de erosión, deslizamientos y escorrentía superficial. Como señalan Rodríguez y López (2006) y Madrigal et al. (2019), la pendiente, junto con otros elementos biofísicos como la cobertura vegetal y la hidrología, condiciona los usos del suelo y la estabilidad del territorio.

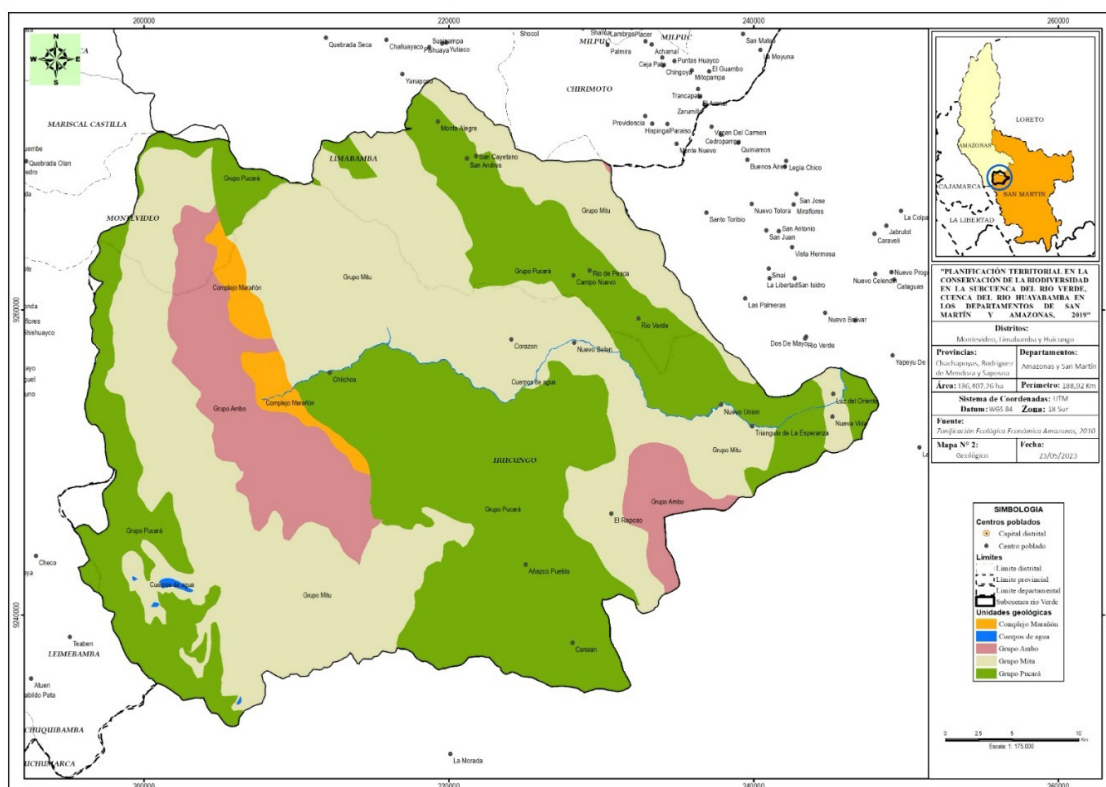
En la figura 4, en geología, la subcuenca del río Verde presenta una compleja configuración, compuesta por cuatro unidades principales: los grupos Mitu, Pucará, Ambo y el Complejo Maraón. De estas, el Grupo Mitu es la unidad más representativa, abarcando más del 46% del área total. La distribución de estas unidades geológicas influye significativamente en las características del suelo, la disponibilidad de recursos minerales y la estabilidad del terreno. La presencia de estas formaciones también condiciona los procesos erosivos y la capacidad de uso del suelo, lo que es crucial para la planificación del territorio y el manejo sostenible de los recursos naturales.

Desde el punto de vista geomorfológico, en la subcuenca se han identificado tres unidades principales: montañas altas de esquistos y gneis, montañas detríticas paleozoicas y montañas altas calcáreas mesozoicas. De estas, las montañas altas calcáreas mesozoicas son las más predominantes, ocupando el 87.64% del territorio total de la subcuenca. Esta conformación pertenece a la unidad morfoestructural de la Cordillera Subandina, caracterizada por su relieve accidentado y su alta susceptibilidad a procesos de remoción en masa, como deslizamientos y erosión hídrica. Estas características geomorfológicas determinan la dinámica del paisaje y afectan tanto a la hidrología como a la biodiversidad del área.

La combinación de unidades geológicas y geomorfológicas en la subcuenca del río Verde define las condiciones del suelo y su aptitud para distintos usos, como la agricultura, la ganadería y la conservación ambiental. La predominancia de formaciones calcáreas mesozoicas sugiere la presencia de suelos con una alta susceptibilidad a la erosión y con una capacidad de retención de agua variable. Esto resalta la importancia de una planificación territorial basada en la cartografía geológica, que permita identificar zonas de riesgo y establecer estrategias de manejo del suelo adaptadas a las características geológicas y geomorfológicas de la región.

Figura 4

Geología en la subcuenca del río Verde, cuenca del río Huayabamba, en los departamentos de Amazonas y San Martín



La predominancia del Grupo Mitu y las montañas altas calcáreas mesozoicas resalta la influencia de la geología en la estabilidad del suelo, la disponibilidad de agua y los procesos erosivos que caracterizan la región. Como señalan Gambarota y Lorda (2017), además de los factores biofísicos, los aspectos socioeconómicos, como la densidad poblacional, las actividades productivas y la infraestructura, juegan un papel clave en la transformación del territorio y la gestión de sus recursos. En este contexto, la cartografía geológica se convierte en una herramienta esencial para la planificación territorial, permitiendo identificar zonas de alto riesgo de remoción en masa y suelos con aptitudes diferenciadas para la agricultura y la conservación ambiental.

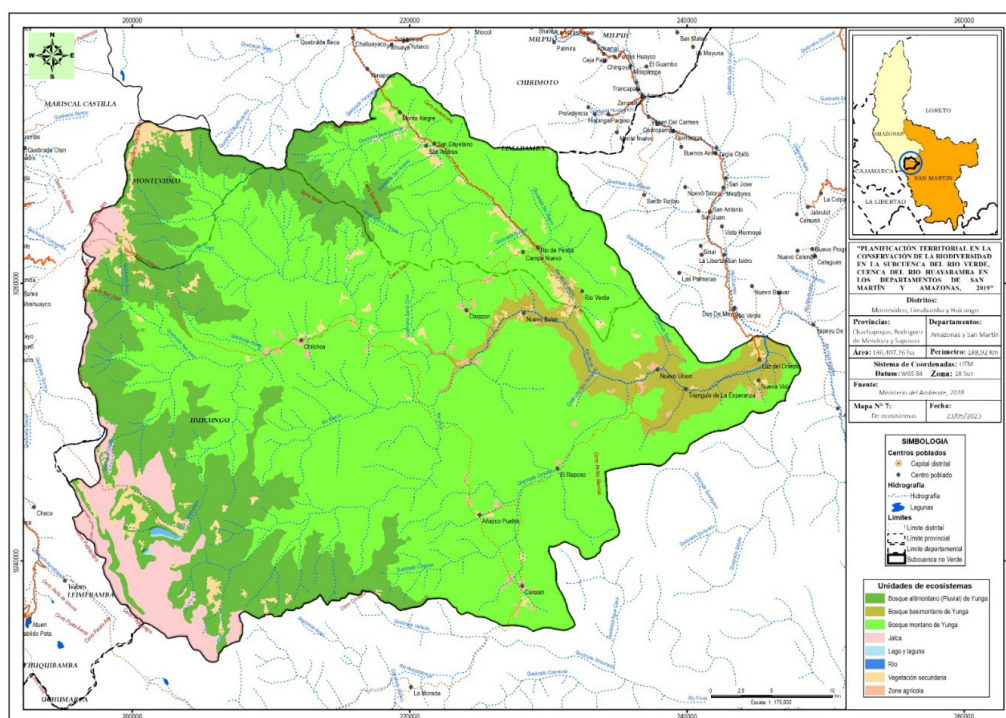
En la figura 5, la subcuenca del río Verde alberga una diversidad de ecosistemas, siendo el Bosque Montano de Yunga el más representativo, ya que ocupa el 65.43% del territorio. Este ecosistema se encuentra en pendientes orientadas hacia la neblina, lo que genera una alta humedad ambiental y favorece el desarrollo de una vegetación densa y diversa. Su estructura está compuesta por árboles de entre 18 y 25 metros de altura, con algunos ejemplares que alcanzan los 30 metros. Además, es característico por la presencia de abundantes epífitas y helechos arborescentes de más de 10 metros de altura.

Otro ecosistema relevante en la subcuenca es el Bosque Altimontano (Pluvial) de Yunga, que representa el 21.39% del total del territorio. En este ecosistema predominan árboles de entre 10 y 15 metros, con algunos ejemplares que alcanzan los 20 metros. Su composición vegetal incluye una alta presencia de epífitas y un bosque enano de entre 2 y 3 metros, conformado por especies de las familias Ericáceas, Solanáceas, Asteráceas, Polemoniáceas y Rosáceas. La presencia de este ecosistema indica la existencia de condiciones climáticas particulares, con precipitaciones constantes y suelos húmedos, lo que favorece una biodiversidad adaptada a entornos de alta montaña. Su identificación cartográfica es fundamental para la planificación de estrategias de conservación y uso sostenible de los recursos naturales.

Además de estos ecosistemas predominantes, la subcuenca también alberga el Bosque Basimontano de Yunga, que se encuentra entre los 600-800 y 1500-1800 msnm. Este ecosistema, no cubierto por neblina, se caracteriza por árboles de hasta 25 metros de altura, con algunos individuos que alcanzan los 35 metros. En esta zona se pueden encontrar formaciones vegetales transicionales y una cantidad moderada de epífitas. Asimismo, se ha identificado la presencia del ecosistema Jalca, caracterizado por un paisaje continuo con vegetación arbustiva y herbácea húmeda, donde los herbazales varían entre 1 y 1.5 metros y los arbustos entre 1 y 3 metros. Además, el territorio presenta áreas de vegetación secundaria, zonas agrícolas, ríos y lagunas, lo que resalta la heterogeneidad ecológica de la subcuenca del río Verde.

Figura 5

Ecosistemas en la subcuenca del río Verde, cuenca del río Huayabamba, en los departamentos de Amazonas y San Martín



Fuente. Elaboración propia con datos de MINAM, GRA.

La predominancia del Bosque Montano de Yunga, que abarca el 65.43% del territorio, resalta la importancia de este ecosistema en la regulación del ciclo hídrico y la conservación del suelo, contribuyendo a la estabilidad ecológica de la región. Como señalan Betancurth et al. (2020) y Castaño et al. (2021), el uso de herramientas cartográficas permite visualizar y analizar de manera efectiva estas interacciones, facilitando la identificación de áreas estratégicas para la gestión del territorio. En este sentido, Valcarce y Jiménez (2016) destacan que la cartografía permite identificar áreas con potencial agrícola, zonas de riesgo por erosión y sectores con vulnerabilidad hídrica, aspectos que deben ser considerados en la planificación territorial.

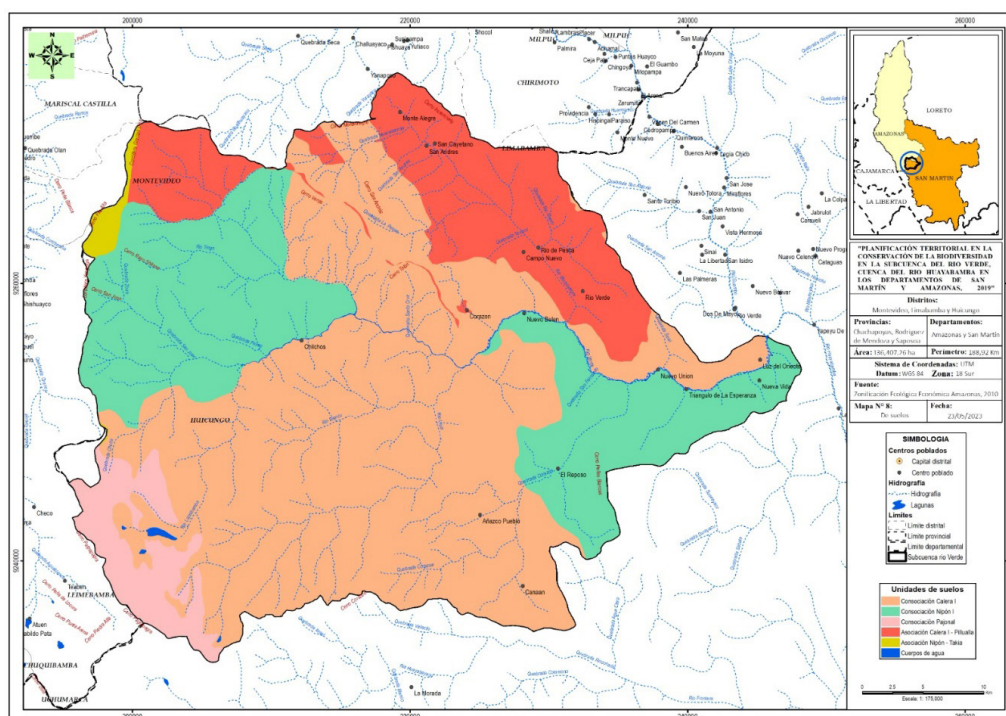
En la figura 6, la composición del suelo en la subcuenca del río Verde está dominada por suelos residuales de naturaleza calcárea, principalmente lutitas y calizas, que representan más del 53% del territorio, según la Zonificación Ecológica y Económica de Amazonas (ZEE Amazonas, 2010). Estos suelos se encuentran en áreas de fuerte pendiente, particularmente en montañas y colinas altas, con una distribución predominante en el centro-sur de la subcuenca, aunque también en pequeñas proporciones en el este y norte. Otro tipo de suelo significativo es el de calizas areniscosas, derivado de materiales residuales ácidos, que ocupa un 25.17% del área.

Desde una perspectiva de aptitud del suelo, la subcuenca presenta un alto porcentaje de tierras destinadas a la protección debido a su pendiente y composición edáfica. El 86.59% del territorio se considera apto exclusivamente para la conservación, lo que resalta la importancia de medidas de manejo sostenible y prevención de erosión. Asimismo, el 12.95% del área combina la función de protección con la producción forestal, aunque con limitaciones derivadas de la pendiente y la calidad del suelo. Un porcentaje mínimo, del 0.46%, está asociado a tierras aptas para cultivo permanente, aunque con restricciones significativas que reducen su capacidad productiva.

En cuanto al uso actual de la tierra, de acuerdo con el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2022), la mayor parte del territorio de la subcuenca está cubierta por bosques primarios, que representan el 85.53% de la superficie. Esta cobertura resalta la importancia ecológica de la zona y su función en la regulación climática y conservación de biodiversidad. Los pastos y cultivos representan solo un 4.82%, al igual que los bosques secundarios, lo que indica una intervención humana limitada en términos de deforestación y conversión de tierras. Los pastos naturales (pajonales) ocupan un 4.34%, principalmente en zonas de mayor altitud. Estos datos reflejan que la subcuenca mantiene una cobertura vegetal predominante y que cualquier intervención en el uso del suelo debe considerar las restricciones naturales impuestas por la pendiente y la fragilidad de los ecosistemas presentes.

Figura 6

Suelo en la subcuenca del río Verde, cuenca del río Huayabamba, en los departamentos de Amazonas y San Martín



Fuente. Elaboración propia con datos de MINAM, GRA.

La caracterización edáfica de la subcuenca del río Verde evidencia la predominancia de suelos residuales calcáreos y calizas areniscosas, lo que condiciona significativamente su capacidad de uso y su manejo sostenible. La fuerte pendiente y la composición edáfica limitan las actividades agrícolas intensivas y resaltan la importancia de estrategias de conservación y manejo del suelo. Como señalan Ortiz (2020) y Ospina et al. (2021), la cartografía se ha convertido en una herramienta clave para la planificación y gestión del territorio, permitiendo representar y analizar factores biofísicos determinantes en la toma de decisiones. En este contexto, la generación de mapas temáticos ha permitido identificar que el 86.59% del territorio es apto exclusivamente para conservación, lo que subraya la necesidad de medidas de protección y prevención de la erosión en la subcuenca. Además, la escasa disponibilidad de tierras para cultivos permanentes (0.46%) reafirma que la vocación del suelo en esta región está orientada hacia la conservación y producción forestal con restricciones.

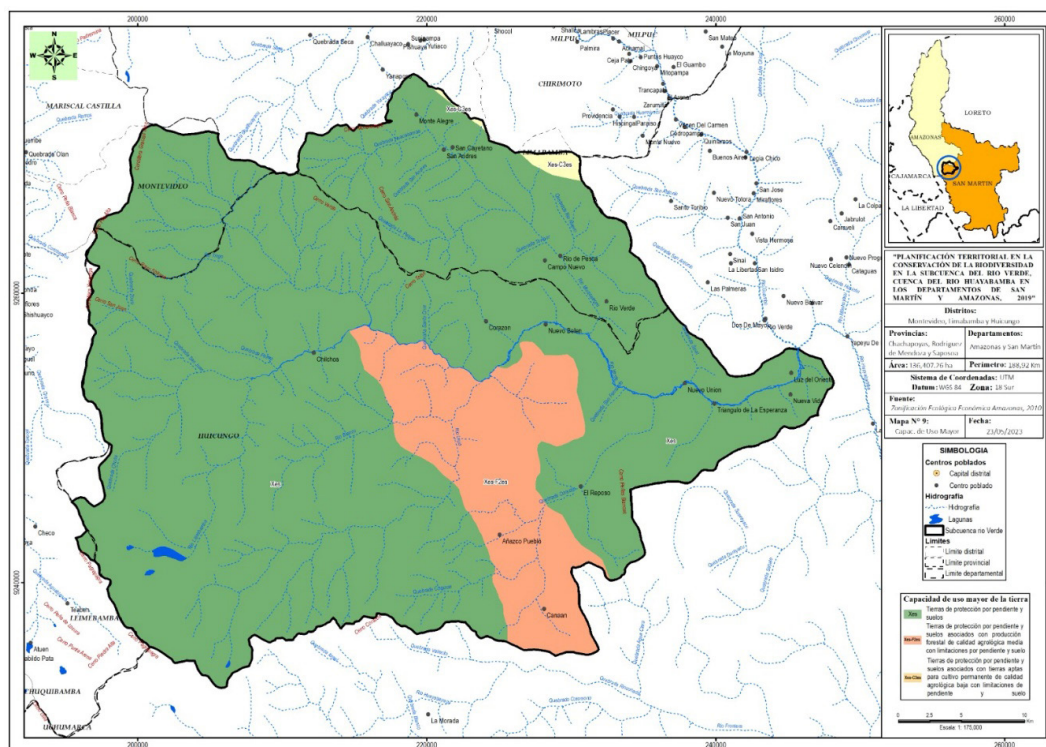
En la figura 7, la capacidad de uso mayor de la subcuenca del río Verde está determinada principalmente por su cobertura boscosa, lo que influye en las posibilidades de aprovechamiento del territorio. Los bosques primarios constituyen el 85.53% del área total, lo que indica una alta aptitud para la conservación y el uso forestal sostenible. Estos bosques desempeñan un papel clave en la regulación climática, la protección de los suelos y la conservación de la biodiversidad. La predominancia de esta cobertura sugiere que el territorio tiene una capacidad limitada para la expansión agrícola y pecuaria, debido a la fragilidad ecológica de los ecosistemas presentes.

En menor proporción, los pastos y cultivos ocupan un 4.82% del territorio, reflejando la existencia de zonas con aptitud agrícola restringida, probablemente ubicadas en áreas con menor pendiente y suelos más fértiles. De manera similar, los bosques secundarios, también con un 4.82% de cobertura, indican la presencia de áreas donde ha habido intervención humana, pero con capacidad de regeneración natural. Estas zonas podrían ser destinadas a programas de restauración ecológica o manejo forestal sostenible, evitando la degradación del suelo y fomentando el equilibrio entre producción y conservación.

Los pastos naturales o pajonales abarcan un 4.34% del territorio, lo que indica la existencia de áreas de vegetación herbácea que pueden tener un uso limitado para actividades ganaderas extensivas. Sin embargo, dada la alta proporción de bosques en la subcuenca, cualquier cambio en el uso del suelo debe considerar los impactos en la estabilidad ecológica y la disponibilidad de recursos hídricos. La cartografía de la capacidad de uso mayor en la subcuenca del río Verde permite identificar zonas prioritarias para la conservación, el manejo forestal y las actividades agropecuarias sostenibles, asegurando un balance entre aprovechamiento productivo y protección ambiental.

Figura 7

Capacidad de uso mayor en la subcuenca del río Verde, cuenca del río Huayabamba, en los departamentos de Amazonas y San Martín



Fuente. Elaboración propia con datos de MINAM, GRA.

La caracterización de la capacidad de uso mayor en la subcuenca del río Verde resalta la predominancia de bosques primarios (85.53%), lo que indica que el territorio posee una vocación orientada principalmente hacia la conservación y el manejo forestal sostenible. Como señalan Cárdenas y Tobón (2016), el análisis cartográfico no solo permite visualizar la distribución de los elementos físicos del territorio, sino que también facilita la comprensión de la relación entre el medio natural y las actividades humanas. En este contexto, la limitada presencia de zonas agrícolas y pecuarias (4.82% cada una) refleja que las condiciones biofísicas del área restringen el uso intensivo del suelo para la producción, favoreciendo en cambio estrategias de manejo sustentable y restauración ecológica en áreas intervenidas. Además, la presencia de pastos naturales o pajonales (4.34%) sugiere que la ganadería extensiva podría tener un impacto moderado en la subcuenca, pero debe ser manejada cuidadosamente para evitar la degradación del suelo y la alteración de los recursos hídricos.

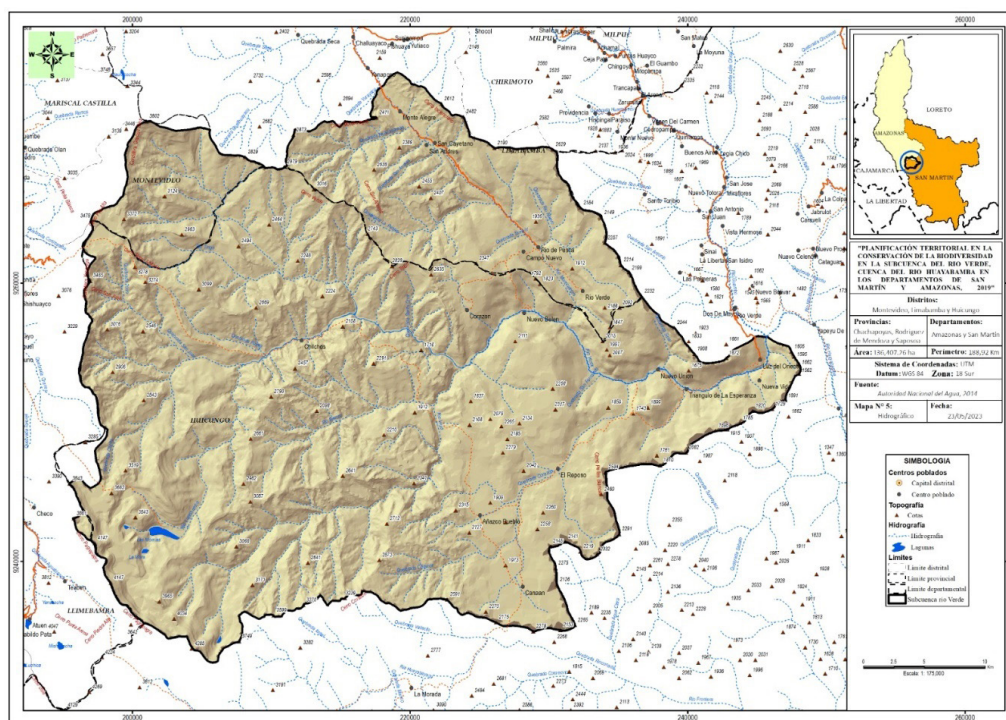
En la figura 8, la subcuenca del río Verde forma parte de la cuenca del río Huayabamba, la cual pertenece a la vertiente del Atlántico. Su configuración hidrográfica está determinada por un sistema de ríos, quebradas y lagunas que se interconectan y dependen principalmente de las precipitaciones como fuente de alimentación hídrica. La dinámica de estos cuerpos de agua no solo responde a factores climáticos y topográficos, sino que también está influenciada por elementos ecológicos, económicos y sociales que regulan su disponibilidad y aprovechamiento.

La red hidrográfica de la subcuenca del río Verde está compuesta por varios ríos principales, entre ellos el río Los Chilchos, Verde, Montealegre, Blanco, Lejía, Lajasbamba y Tingo, los cuales siguen una dirección predominante de oeste a este. Además, el sistema hídrico cuenta con numerosas quebradas como Sinaí, Montealegre, Huancabamba, La Pesca, Zorro, San Juan, Palma, Choña y Corazón, las cuales contribuyen al caudal de los ríos mayores. En cuanto a los cuerpos de agua lénticos, se identifican tres lagunas principales: Las Momias, La Mora y dos lagunas sin nombre, que funcionan como reservorios naturales de agua y tienen un rol importante en la regulación hídrica del ecosistema.

Altitudinalmente, la subcuenca abarca un rango que va desde los 850 msnm, ubicado en la parte más oriental, cerca de la confluencia de los ríos Verde y Guambo (origen del río Huayabamba), hasta los 4,250 msnm en la zona occidental, donde nacen la mayoría de los ríos y quebradas. Este gradiente altitudinal influye en la distribución de los cuerpos de agua y en la dinámica hidrológica de la región.

Figura 8

Hidrografía en la subcuenca del río Verde, cuenca del río Huayabamba, en los departamentos de Amazonas y San Martín



Fuente. Elaboración propia con datos de MINAM, GRA.

La configuración hidrográfica de la subcuenca del río Verde evidencia la compleja interacción entre factores climáticos, topográficos y ecológicos en la regulación de los recursos hídricos. Como señalan Cotler et al. (2007) y Vargas (2011), la variabilidad en las condiciones topográficas y climáticas determina la estructura de los ecosistemas y su capacidad de uso, lo que influye directamente en la disponibilidad y calidad del agua. La presencia de múltiples ríos, quebradas y lagunas dentro de la subcuenca resalta la importancia de estos cuerpos de agua en la regulación hídrica del ecosistema, actuando como reservorios naturales y contribuyendo al mantenimiento de la biodiversidad. En este sentido, la pendiente y la geología de la región, elementos señalados por Alvarado (2021) como determinantes en los procesos erosivos y la estabilidad del suelo, juegan un papel crucial en la dinámica de la escorrentía y en la retención de agua.

4. Conclusiones

Los hallazgos de la investigación resaltan la importancia del uso de cartografía en la caracterización del territorio, permitiendo representar de manera precisa los factores biofísicos que influyen en su dinámica. La generación de mapas de clima, pendiente, geología, ecosistemas, suelos, capacidad de uso mayor e hidrografía permitió identificar las particularidades del territorio estudiado. La representación cartográfica facilitó la interpretación de los datos y su relación con el desarrollo de actividades humanas, proporcionando una herramienta clave para la toma de decisiones en gestión ambiental y ordenamiento territorial.

Además, la descripción directa de cada mapa contribuyó a una mejor comprensión de los elementos analizados, evitando ambigüedades en la interpretación de la información. La incorporación de fuentes oficiales del Estado Peruano aseguró la fiabilidad de los datos, refor-

zando la validez del análisis. En consecuencia, la aplicación de tecnologías SIG resultó ser una herramienta fundamental para la sistematización y visualización del territorio, contribuyendo a futuros estudios de planificación y conservación de recursos naturales.

5. Referencias

- Alvarado, V. (2021). Factores que inciden en la erosión hídrica. *Ciencia Y Práctica*, 1(2). <https://doi.org/10.52109/cyp2021217>
- Betancurth, D., Vélez, C., & Sánchez, N. (2020). Cartografía social: construyendo territorio a partir de los activos comunitarios en salud. *Entramado*, 16(1), 138-151. <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.6081>
- Castaño, C., Baracaldo, P., Bravo, A., Arbeláez, J., Ocampo, J., & Pineda, O. (2021). Territorio y territorialización: una mirada al vínculo emocional con el lugar habitado a través de las cartografías sociales. *Revista Guillermo de Ockham*, 19(2), 201-217. <https://doi.org/10.21500/22563202.5296>
- Cárdenas, M. & Tobón, C. (2016). Evaluación de la vulnerabilidad biofísica de los servicios ecosistémicos ante el cambio climático: una aproximación conceptual y metodológica. *Gestión Y Ambiente*, 19(1), 163-178. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169446378011>
- Cotler, H., Sotelo, E., Dominguez, J., Zorrilla, M., Cortina, S., & Quiñones, L. (2007). La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta Ecológica*, 83, 5-71. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53908302>
- Escudero, M., Ojeda, S., Ángel, L., & Enrique, I. (2023). La malla estadística como unidad de análisis espacial. Razón de mortalidad, población y vivienda Autores/as. 50(150). <https://doi.org/10.7764/eure.50.150.11>
- Furrier, M. (2018). Caracterización Geomorfológica como Propuesta para la Planificación Ambiental y Territorial. Un Ejemplo de Aplicación en Brasil con Perspectiva de Aplicación en Costa Rica. *Revista Geográfica de América Central*, 2(61), 221-221. <https://doi.org/10.15359/rgac.61-2.8>
- Gambarota, D., & Lorda, M. (2017). El turismo como estrategia de desarrollo local. *Revista Geográfica Venezolana*, 58(2), 346-359. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3477/347753793006/html/index.html>
- Guillén, C., Murugan, V., & Dávila, M. (2015). Aplicación de teledetección y SIG para el levantamiento cartográfico de los suelos de la cuenca Solani, India. *Revista Geográfica Venezolana*, 56(2), 185-204. <https://www.redalyc.org/journal/3477/347743079003/html/>
- Llanos, L. (2010). El concepto del territorio y la investigación en las ciencias sociales. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 7(3), 207-220. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722010000300001
- Madrigal, S., Cristóbal, D., Hernández, E., & Romo, J. (2019). Influencia de la cobertura, pendiente y profundidad, sobre el carbono y nitrógeno del suelo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(51), 201-223. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i51.113>
- Ortega, M., & Concepción, M. (2017). Ventajas del análisis sistémico aplicado a los espacios locales. *Cinta de Moebio*, 58, 13-25. <https://doi.org/10.4067/s0717-554x2017000100013>
- Ortiz, E. (2020). Aplicación Didáctica De Los Mapas Y La Cartografía Como Instrumentos De Formación En El Aula. *Revista de Ciencias Sociales (Cr)*, 167. <https://www.redalyc.org/journal/153/15363782012/html/>
- Ospina, C., Montoya, V., & Sepúlveda, L. (2021). La escuela es territorio. Cartografía social de experiencias pedagógicas en instituciones educativas de Medellín y Bello, Colombia. *Territorios, Esp.* (44), 1-20. <https://www.redalyc.org/journal/357/35767959004/html/>

- Ramírez, A., Cruz, A., Morales, N., & Monterroso, A. (2016). El ordenamiento ecológico territorial instrumento de política ambiental para la planeación del desarrollo local. *Estudios Sociales* (Hermosillo, Son.), 26(48), 69–99. <https://www.redalyc.org/journal/417/41746402003/html/>
- Ruíz, N., & Galicia, L. (2016). La escala geográfica como concepto integrador en la comprensión de problemas socio-ambientales. *Investigaciones Geográficas*, 89, 137. <https://doi.org/10.14350/rig.47515>
- Rodríguez, M., & López, J. (2006). Caracterización de unidades biofísicas a partir de indicadores ambientales en Milpa Alta, Centro de México. *Investigaciones Geográficas*, 60, 46–61. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112006000200004
- Rojas, J. (2016). Cartografía participativa y Sistemas de Información Geográficos. Algunas experiencias desde las ciencias sociales cubanas. *Estudios Del Desarrollo Social: Cuba Y América Latina*, 4, 158–175. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=552377259012>
- Valcarce, R., & Jiménez, R. (2016). Vulnerabilidad y riesgo de contaminación de la Cuenca Dolores - Sagua La Chica, Cuba. *Ingeniería Hidráulica Y Ambiental*, 37(1), 03-14. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382016000100001
- Vargas, O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221–246. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000200017
- Zapperi, P., & Olcina, J. (2021). Cartografía de inundaciones en la planificación territorial. Estudio comparado entre Argentina y España. *Norte Grande Geography Journal*, 79, 183–205. <https://doi.org/10.4067/s0718-34022021000200183>