

**Caracterización Socioambiental de la Parte Alta de la Cuenca del río Andágueda,
Municipio de Bagadó, Para Proponer Estrategias de Gestión Sostenible de los Recursos
Naturales**



Jhohan Cristopher Moreno Gracia

Manuel Jiménez Llanos

Director:

PhD, Henry Hernan Medina Arroyo

Codirector:

MSc. Jhon Jerley Torres Torres

Universidad Santo Tomas

Maestría En Gestión De Cuencas Hidrográficas

Facultad De Ciencias Ambientales

Bogotá

2026

Tabla de Contenido

	Pág.
Resumen.....	12
Abstract	13
1. Introducción	14
2. Planteamiento del problema.....	16
3. Justificación	18
4. Objetivos	22
4.1. Objetivo general	22
4.2. Objetivos específicos.....	22
5. Marco referencial	23
5.1. Marco contextual.....	23
5.1.1. Contexto Socioeconómico y Cultural.....	26
5.2. Antecedentes.....	27
5.3. Marco conceptual	31
5.3.1. Cuenca hidrográfica	31
5.3.2. Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH)	32
5.3.3. Gestión sostenible de cuencas	32
5.3.4. Sistema socioecológico	32
5.3.5. Percepción ambiental y cultura del agua.....	33
5.3.6. Gobernanza del agua	33

5.3.7. Conflicto socioambiental.....	33
5.3.8. Uso del suelo y cobertura de la tierra	34
5.3.9. Calidad del agua	34
5.3.10. Vulnerabilidad hídrica.....	34
5.3.11. Enfoques participativos en la gestión del agua	35
5.4. Marco legal	35
5.4.1. Constitución Política de Colombia.....	35
5.4.2. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables	36
5.4.3. Ley 99 de 1993.....	36
5.4.4. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH)....	36
5.4.5. Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA).....	37
5.4.6. Regulación sobre calidad del agua	37
5.4.7. Gestión del riesgo y protección ambiental	37
5.4.8. Normativa sobre participación y enfoque territorial	38
5.5. Marco teórico.....	38
5.5.1. La cuenca hidrográfica como sistema socioecológico	38
5.5.2. Gestión integral del recurso hídrico y manejo sostenible de cuencas	39
5.5.3. Gobernanza del agua y conflictos socioambientales.....	40
5.5.4. Cultura del agua, percepción ambiental y prácticas de uso.....	41
5.5.5. Uso del suelo, cobertura de la tierra y calidad del agua.....	41

5.5.6. Vulnerabilidad hídrica y enfoques integrados de análisis	41
5.5.7. Alcances y limitaciones del enfoque socioambiental adoptado	42
6. Metodología	44
6.1. Enfoque y diseño de investigación.....	44
6.2. Población y muestra.....	45
6.3. Metodología por objetivo	46
6.3.1. Identificación de los significados socioculturales que el río y los cuerpos de agua tienen para las comunidades asentadas en la cuenca del río Andágueda	46
6.3.2. Análisis de las principales actividades socioeconómicas y su relación con el uso y manejo del recurso hídrico.....	47
6.3.3. Propuestas estrategias de gestión sostenible de los recursos naturales	48
6.4. Análisis de la información.....	50
6.4.1. Análisis cuantitativo	50
6.4.2. Análisis cualitativo	50
6.4.3. Análisis multivariado (aproximación al ACM).....	50
6.4.4. Triangulación de resultados	51
6.5. Consideraciones éticas.....	53
6.6. Limitaciones del estudio	54
7. Resultados	57

7.1. Identificación de los significados socioculturales que el río y los cuerpos de agua tienen para las comunidades asentadas en la cuenca del río Andágueda	57
7.1.1. Significados socioculturales del río y los cuerpos de agua	57
7.1.2. Percepción sociocultural de la calidad del agua	58
7.1.3. Prácticas de uso y manejo cultural del agua.....	59
7.1.4. Organización social y gobernanza hídrica	63
7.2. Analizar las Principales Actividades Socioeconómicas de las Comunidades y su Relación con el Uso y Manejo del Recurso Hídrico	63
7.2.1. Actividades socioeconómicas predominantes.....	63
7.2.2. Relación entre actividades y deterioro del agua.....	64
7.2.3. Percepción comunitaria sobre actividades contaminantes	65
7.3. Estructura Subyacente de las Percepciones Comunitarias	66
7.3.1. Descripción del Comportamiento Global en el Espacio Factorial	66
7.3.2. Interpretación del Componente 1 (PC1): Eje de conflicto socioambiental y presión antrópica	67
7.3.3. Interpretación del Componente 2 (PC2) Eje de acceso al agua, vulnerabilidad y dependencia hídrica.....	68
7.3.4. Patrones emergentes del análisis	68
7.3.5. Implicaciones socioambientales del ACM.....	69
7.4. Análisis cartográfico.....	70
7.4.1. Coberturas de la tierra	70

7.4.2. Conflictos de uso del suelo.....	74
7.4.3. Red hídrica del municipio de Bagadó	76
7.4.4. Uso o vocación del Suelo	76
7.5. Estrategias Propuestas para la Gestión Sostenible de la Cuenca	78
8. Discusión.....	81
8.1. Significados Socioculturales y Percepción de la Calidad de Agua	81
8.2. Actividades Socioeconómicas, Presiones Percibidas y Evidencia Territorial.....	82
8.3. Gobernanza comunitaria, vulnerabilidad hídrica y divergencias entre subgrupos .	83
8.4. Tensiones entre percepción comunitaria y evidencia territorial	83
8.5. Implicaciones para la gestión sostenible de la cuenca.....	84
9. Conclusiones	85
10. Recomendaciones	87
10.1. Recomendaciones para la gestión sociocultural y comunitaria del recurso hídrico	87
10.2. Recomendaciones para la gestión del agua y la reducción de la vulnerabilidad sanitaria.....	87
10.3. Recomendaciones para el manejo sostenible de las actividades productivas.....	87
10.4. Recomendaciones para la conservación y restauración ecológica de la cuenca...	88
10.5. Recomendaciones para el fortalecimiento institucional y la articulación intersectorial	88

10.6. Recomendaciones para futuras investigaciones	88
11. Referencias.....	89
Anexos	97

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Estrategias propuestas para la gestión de la parte alta de la cuenca del río Andágueda. 78

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Ubicación del área de estudio: parte alta de la cuenca del río Andágueda, municipio de Bagadó (Chocó, Colombia)	26
Figura 2. Nube de palabras resultante de las entrevistas aplicadas.....	58
Figura 3. Percepción sociocultural de la calidad del agua en el municipio de Bagadó	59
Figura 4. Principales fuentes de abastecimiento de agua en el municipio de Bagadó.....	59
Figura 5. Frecuencia de acceso al agua durante la semana.....	60
Figura 6. Prácticas de uso y manejo cultural del agua.....	61
Figura 7. Actividades que afectan la calidad del agua.....	65
Figura 8. Análisis de Correspondencias Múltiple (ACM) resultante de las encuestas aplicadas .	67
Figura 9. Cobertura de la tierra en la cuenca del río Andágueda.....	71
Figura 10. Conflictos de uso del suelo en la cuenca del río Andágueda	75
Figura 11. Red hídrica del municipio de Bagadó (parte alta de la cuenca)	76
Figura 12. Uso o vocación del suelo en la parte alta de la Cuenca del río Andágueda	77

Glosario de Siglas y Términos

Términos

Cuenca hidrográfica: Territorio delimitado por divisorias naturales donde las aguas superficiales drenan hacia un mismo cuerpo de agua principal.

Gestión sostenible: Proceso de planificación y uso de los recursos naturales que busca equilibrar las necesidades sociales, económicas y ambientales a largo plazo.

Percepción comunitaria: Conjunto de conocimientos, valoraciones y experiencias que las comunidades locales tienen sobre su territorio y los recursos naturales.

Análisis espacial: Uso de información geográfica y cartográfica para identificar patrones, relaciones y dinámicas territoriales.

Gobernanza del agua: Conjunto de normas, instituciones, actores y procesos que influyen en la toma de decisiones sobre el uso y manejo del recurso hídrico.

Sedimentación: Proceso mediante el cual partículas sólidas son transportadas y depositadas en los cuerpos de agua, afectando su calidad y capacidad hidráulica.

Pozo: Excavación o estructura destinada a la extracción de agua subterránea para consumo humano, uso doméstico o productivo.

Siglas

ACP – Análisis de Componentes Principales: Técnica estadística multivariada utilizada para reducir la dimensionalidad de un conjunto de variables y detectar patrones dominantes en datos ambientales.

FAO – Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Agencia especializada de la ONU que promueve la seguridad alimentaria y la gestión sostenible de los recursos naturales.

GIS / SIG – Geographic Information System / Sistema de Información Geográfica: Herramienta informática utilizada para almacenar, analizar y representar información georreferenciada.

ICOMO – Índice de Contaminación por Materia Orgánica: Indicador utilizado para evaluar la contaminación hídrica asociada a la presencia de materia orgánica en cuerpos de agua.

ICOSUS – Índice de Contaminación por Sólidos Suspendidos: Indicador que mide el nivel de contaminación del agua asociado a la concentración de sólidos suspendidos.

ICOMINERA – Índice de Contaminación Minera: Índice específico desarrollado para evaluar la afectación de la actividad minera sobre la calidad del recurso hídrico.

IWM – Integrated Watershed Management (Gestión Integrada de Cuencas): Enfoque de gestión que integra aspectos ambientales, sociales y económicos para el manejo sostenible de cuencas hidrográficas.

ODS – Objetivos de Desarrollo Sostenible: Conjunto de 17 objetivos globales establecidos por la ONU para promover el desarrollo sostenible, incluyendo el acceso al agua, la acción climática y la protección de ecosistemas.

POMCA – Plan de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas: Instrumento de planificación ambiental en Colombia que orienta el uso y manejo sostenible de las cuencas hidrográficas.

PSA – Pago por Servicios Ambientales: Mecanismo económico que incentiva la conservación de ecosistemas mediante compensaciones a quienes protegen servicios ambientales como el agua.

URBS – Urban River Socio-environmental Index: Índice que integra variables ecológicas y sociales para evaluar la calidad ambiental y la relación sociedad-río en contextos urbanos.

Resumen

La cuenca alta del río Andágueda, ubicada en el municipio de Bagadó (Chocó), constituye un sistema socioambiental estratégico para el abastecimiento de agua y el sostenimiento de las dinámicas productivas y socioculturales de las comunidades locales. No obstante, esta cuenca enfrenta múltiples presiones derivadas de prácticas socioeconómicas como la minería aurífera, la expansión de actividades agrícolas tradicionales, el crecimiento de asentamientos humanos y limitaciones en la gobernanza del recurso hídrico. La presente investigación tuvo como objetivo realizar una caracterización socioambiental de la parte alta de la cuenca del río Andágueda, integrando información espacial secundaria, análisis documental y percepciones comunitarias, con el fin de aportar insumos para la formulación de estrategias participativas de gestión sostenible del territorio. Metodológicamente, se empleó un enfoque mixto, combinando el análisis de cartografía temática, información institucional y la aplicación de herramientas participativas como entrevistas semiestructuradas y talleres comunitarios. Los resultados evidencian que las dinámicas antrópicas, particularmente la minería y el uso no planificado del territorio, generan conflictos socioambientales asociados a la calidad del recurso hídrico, la sedimentación y la vulnerabilidad frente a eventos extremos. Asimismo, se identificó un alto conocimiento local sobre la cuenca y una disposición comunitaria para participar en procesos de gestión, aunque persisten debilidades institucionales y limitaciones en la articulación intersectorial. Se concluye que la integración del análisis espacial con el conocimiento local constituye una herramienta clave para fortalecer la gestión sostenible de la cuenca, promoviendo estrategias adaptadas al contexto sociocultural y ambiental del territorio.

Palabras clave: Cuenca hidrográfica; gestión sostenible; análisis socioambiental; percepción comunitaria; río Andágueda.

Abstract

The upper Andágueda River basin, located in the municipality of Bagadó (Chocó, Colombia), represents a strategic socio-environmental system for water supply and the sustainability of local productive and sociocultural dynamics. However, this basin is subject to multiple pressures derived from socioeconomic practices such as gold mining, traditional agricultural activities, human settlement expansion, and limitations in water governance, all of which affect water quality and territorial stability. This study aimed to conduct a socio-environmental characterization of the upper Andágueda River basin by integrating secondary spatial information, documentary analysis, and community perceptions, in order to provide inputs for the formulation of participatory strategies for sustainable territorial management. A mixed-methods approach was applied, combining thematic cartography analysis, institutional data review, and participatory tools such as semi-structured interviews and community workshops. The results indicate that anthropogenic dynamics (particularly mining activities and unplanned land use) generate socio-environmental conflicts related to water quality, sedimentation processes, and increased vulnerability to extreme events. Additionally, a high level of local knowledge about the basin and a strong willingness to participate in management processes were identified, despite persistent institutional weaknesses and limited intersectoral coordination. The study concludes that integrating spatial analysis with local knowledge is a key strategy for strengthening sustainable basin management, enabling context-specific and culturally appropriate solutions aligned with the environmental and social realities of the territory.

Keywords: Watershed; sustainable management; socio-environmental analysis; community perception; Andágueda River.

1. Introducción

Las cuencas hidrográficas constituyen unidades territoriales fundamentales para la provisión de servicios ecosistémicos, el bienestar humano y el desarrollo de actividades productivas, especialmente en regiones tropicales con alta dependencia del recurso hídrico (Braz et al., 2020). En Colombia, y particularmente en el departamento del Chocó, las cuencas cumplen un papel estratégico al sustentar sistemas socioecológicos complejos donde confluyen dinámicas ambientales, económicas y culturales propias de comunidades rurales y étnicas (Bejarano-Murillo, 2014).

La cuenca alta del río Andágueda, localizada en el municipio de Bagadó, se caracteriza por una fuerte interacción entre las comunidades locales y los recursos naturales, especialmente el agua (Córdoba-Bermúdez & Murillo-Asprilla, 2019). En este territorio, actividades como la minería, la agricultura de subsistencia y el crecimiento de asentamientos humanos han generado transformaciones en el uso y manejo del territorio, las cuales se analizan en esta investigación como indicadores territoriales de presión identificados mediante la percepción social y el análisis de información secundaria.

Estos factores inciden en la calidad percibida y la funcionalidad del recurso hídrico, entendiéndose siempre como valoraciones de la comunidad y no como una caracterización físico-química instrumental del agua (Echeverry-Osorio & Díaz-Ricardo, 2016). Estas dinámicas no pueden entenderse únicamente desde una perspectiva biofísica, sino que requieren un enfoque socioambiental que reconozca el papel de las prácticas productivas, las decisiones comunitarias y los procesos históricos de ocupación del territorio (Rodríguez-Sánchez, 2024).

Diversos estudios han señalado que, en contextos donde la información ambiental primaria es limitada, el análisis integrado de información secundaria, herramientas espaciales y percepciones locales constituye una estrategia válida para caracterizar el estado socioambiental de las cuencas y orientar procesos de gestión sostenible (García-Loaiza et al., 2021; Mello et al., 2018). Este tipo de aproximaciones permite identificar áreas de conflicto, presiones percibidas sobre el recurso hídrico y oportunidades de manejo, sin necesidad de realizar mediciones biofísicas directas o inventarios instrumentales detallados, los cuales exceden el alcance de este estudio (Nsubuga et al., 2014).

En este sentido, la presente investigación adopta un enfoque integrador que combina el análisis de información espacial existente con la percepción comunitaria, con el propósito de comprender cómo las prácticas socioeconómicas y las dinámicas sociales se asocian con indicadores perceptuales y territoriales del estado de los recursos naturales en la parte alta de la cuenca del río Andágueda. Más que cuantificar cambios biofísicos específicos o establecer relaciones causales comprobadas, el estudio busca interpretar las relaciones entre sociedad y naturaleza.

En este sentido, todas las interpretaciones relacionadas con el deterioro percibido del recurso hídrico, sedimentación, vulnerabilidad hídrica o presión territorial deben comprenderse estrictamente como indicadores perceptuales y territoriales derivados de la experiencia local, las percepciones comunitarias y el análisis de información espacial secundaria. Estas interpretaciones sirven como insumos para la gestión participativa, sin pretender representar mediciones biofísicas directas ni relaciones causales establecidas.

2. Planteamiento del problema

El municipio de Bagadó, en la parte alta de la cuenca del río Andágueda, enfrenta una problemática socioambiental compleja derivada de la interacción entre actividades productivas, dinámicas comunitarias y el uso del recurso hídrico. En este territorio, prácticas como la minería aurífera, la agricultura de subsistencia y el crecimiento de asentamientos humanos han sido identificadas tanto por estudios previos como por la propia comunidad como factores que ejercen presión sobre los recursos naturales, particularmente sobre las fuentes de agua utilizadas para consumo humano y actividades productivas (Echeverry-Osorio & Díaz-Ricardo, 2016; Rentería, 2021).

Estas dinámicas han generado preocupaciones locales relacionadas con el deterioro percibido de la calidad del agua y el reconocimiento comunitario de procesos de sedimentación. En este estudio, tales fenómenos se analizan como indicadores perceptuales y territoriales que inciden en la construcción social de la seguridad hídrica, sin pretender realizar una caracterización biofísica instrumental de los cambios (Echeverry-Osorio & Díaz-Ricardo, 2016). Investigaciones previas en contextos similares han señalado que la expansión de actividades extractivas y productivas sin adecuada planificación territorial se asocia con mayores procesos de erosión del suelo y carga de sedimentos en los ríos, afectando su funcionalidad ecológica y la provisión de servicios ecosistémicos según la percepción local (Cárdenas-Obando, 2018; Córdoba-Bermúdez & Murillo-Asprilla, 2019).

En regiones tropicales como el Chocó, estas problemáticas se ven agravadas por condiciones climáticas extremas y por limitaciones institucionales para el monitoreo ambiental continuo (Vásquez et al., 2024). Ante la escasez de información primaria detallada sobre variables

biofísicas, resulta necesario recurrir a enfoques alternativos que permitan comprender el estado del territorio a partir de información secundaria, análisis espacial disponible y el conocimiento local. Estudios recientes destacan que la minería y otras actividades antrópicas generan impactos acumulativos sobre las cuencas, los cuales pueden ser identificados mediante enfoques socioambientales integrados (Dethier et al., 2023; Ramírez & Ledezma-Rentería, 2007).

A pesar de la importancia estratégica de la cuenca del río Andágueda para el municipio de Bagadó, persiste una limitada articulación entre la información espacial existente y las percepciones comunitarias sobre el estado de los recursos naturales. Esta brecha dificulta la formulación de estrategias de gestión territorial que respondan de manera efectiva a las problemáticas locales y que cuenten con legitimidad social.

En este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera las prácticas socioeconómicas y las dinámicas comunitarias en la parte alta de la cuenca del río Andágueda se asocian, según la percepción local y el análisis espacial, con indicadores territoriales del estado de los recursos naturales, y cómo el análisis combinado de información espacial existente y percepciones locales puede contribuir a la formulación de estrategias participativas para la gestión sostenible del territorio?

3. Justificación

La cuenca alta del río Andágueda, localizada en el municipio de Bagadó (Chocó), constituye un territorio estratégico para el bienestar de las comunidades locales, al ser fuente de abastecimiento hídrico y soporte de múltiples actividades productivas de subsistencia (Alcaldía de Bagadó, 2016). Sin embargo, este territorio enfrenta presiones socioambientales asociadas a prácticas antrópicas como la minería, la expansión de actividades agropecuarias y el crecimiento de asentamientos humanos, las cuales se analizan en esta investigación como indicadores territoriales de presión que se vinculan con transformaciones percibidas en la dinámica hídrica y en la percepción comunitaria sobre su calidad y disponibilidad, sin pretender establecer una causalidad biofísica instrumental (Rentería, 2021; Rodríguez-Sánchez, 2024).

En este contexto, la presente investigación se justifica por la necesidad de comprender cómo las prácticas socioeconómicas y las dinámicas comunitarias se asocian con el estado percibido de los recursos naturales, interpretando esta relación a través de indicadores territoriales y perceptuales que permiten diagnosticar la cuenca desde una perspectiva socioambiental. Se reconoce explícitamente que no se realizan mediciones directas de campo, ni muestreos biofísicos, ni análisis de cobertura vegetal instrumental. El enfoque adoptado permite analizar dichas interacciones a partir de la integración de información secundaria, análisis espacial disponible y percepciones locales, reconociendo que los cambios observados en la cuenca son resultado de procesos históricos y sociales complejos, y no únicamente de variables biofísicas aisladas.

Desde una perspectiva ambiental, el estudio aporta al entendimiento de los factores que, mediante el análisis espacial y social, se identifican como presiones sobre la calidad percibida y

la funcionalidad del recurso hídrico. Este tipo de análisis resulta relevante para generar diagnósticos integrales basados en indicadores territoriales, tales como el uso del suelo reportado en fuentes oficiales, las actividades productivas predominantes y las prácticas locales identificadas por las comunidades. Este enfoque es particularmente útil en territorios donde la disponibilidad de información primaria es limitada y las decisiones de gestión deben apoyarse en diagnósticos que combinen datos existentes con el conocimiento local. Investigaciones previas han demostrado que el análisis de información secundaria y espacial, complementado con la percepción comunitaria, es una herramienta válida para identificar áreas críticas y orientar procesos de gestión sostenible en cuencas hidrográficas (Braz et al., 2020; Mello et al., 2020).

Desde el ámbito social, la investigación se justifica por la importancia de visibilizar las percepciones, experiencias y saberes de las comunidades que habitan la cuenca alta del río Andágueda. Algunos estudios han señalado que la inclusión de las percepciones locales permite comprender mejor los conflictos socioambientales, las tensiones en el uso del recurso hídrico y las oportunidades para construir estrategias de manejo participativo y socialmente legítimas (Bejarano-Murillo, 2014; García-Loaiza et al., 2021). En este sentido, el estudio no busca establecer relaciones causales biofísicas ni cuantificar impactos instrumentales, sino interpretar los hallazgos como indicadores perceptuales y territoriales del entorno. Estas percepciones constituyen una evidencia territorial válida que fundamenta la propuesta de gestión participativa.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación se justifica por la aplicación de un enfoque integrador que articula análisis espacial de información existente con herramientas participativas, evitando inferencias que requieran muestreos directos de vegetación o levantamientos de campo no realizados. Este enfoque ha sido ampliamente utilizado en estudios socioambientales en cuencas hidrográficas, especialmente en contextos rurales y de alta

complejidad social, donde la participación comunitaria es clave para la generación de información relevante y contextualizada (Mello et al., 2020).

Asimismo, el estudio adquiere relevancia frente al cambio climático, en tanto analiza la vulnerabilidad percibida del territorio frente a eventos como inundaciones y variaciones en la disponibilidad del agua, sin atribuir estos fenómenos a mediciones directas de cobertura forestal. La literatura señala que la gestión integrada de cuencas, basada en información social y ambiental existente, contribuye a fortalecer la resiliencia comunitaria y la planificación territorial adaptativa (FAO, 2017).

Además, el presente estudio adquiere especial pertinencia territorial al alinearse con los instrumentos de planificación ambiental y de ordenamiento territorial vigentes en el departamento del Chocó y en el municipio de Bagadó. Aunque no se encontró un POMCA específico y aprobado exclusivamente para la cuenca del río Andágueda (la subzona hidrográfica 1101 Río Andágueda forma parte de la macrocuenca del Atrato y está incluida en procesos de planificación regional), los resultados contribuyen directamente a fortalecer la implementación del Plan de Desarrollo Municipal de Bagadó 2024-2027 (“Más progreso para Bagadó”), que prioriza la protección de fuentes hídricas, la prevención de erosión en las riberas del río Andágueda y el fortalecimiento de proyectos ambientales con enfoque territorial y participativo.

Asimismo, los hallazgos se articulan con los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida” y con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH), particularmente en lo relacionado con la ordenación del territorio alrededor del agua, la justicia ambiental y la participación comunitaria en territorios étnicos y rurales.

A nivel regional, el estudio aporta insumos relevantes para futuros procesos de formulación o actualización de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA) en la subzona hidrográfica del río Andágueda, especialmente en aspectos de gobernanza participativa, identificación de conflictos de uso del suelo y priorización de acciones de restauración y monitoreo comunitario. La articulación con actores institucionales concretos como la Alcaldía de Bagadó, Codechoco (Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó) y entidades del Sistema Nacional Ambiental (SINA) resulta fundamental para la implementación de las estrategias propuestas.

Esta conexión explícita entre los hallazgos locales y los instrumentos de planificación vigentes refuerza la pertinencia territorial del trabajo y su potencial como insumo técnico para la toma de decisiones a escala municipal y regional.

Finalmente, esta investigación se justifica por su contribución al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente el ODS 6 (Agua limpia y saneamiento), ODS 13 (Acción por el clima) y ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres), al generar insumos técnicos y sociales que pueden apoyar procesos de gestión del recurso hídrico y toma de decisiones locales. Los resultados ofrecen una base para la formulación de estrategias participativas de manejo sostenible del territorio, coherentes con las capacidades institucionales y comunitarias del municipio de Bagadó y la cuenca del río Andágueda.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Caracterizar los componentes socioambientales de la parte alta de la cuenca del río Andágueda, en el municipio de Bagadó, con el fin de proponer estrategias orientadas a la gestión sostenible de los recursos naturales.

4.2. Objetivos específicos

- ✓ Identificar los significados socioculturales que el río y los cuerpos de agua tienen para las comunidades, reconociendo su importancia en las prácticas culturales, la identidad colectiva, las creencias y las actividades.
- ✓ Analizar las principales actividades socioeconómicas de las comunidades asentadas en la parte alta de la cuenca del río Andágueda, municipio de Bagadó, con el fin de comprender su relación con el uso y manejo del recurso hídrico.
- ✓ Proponer estrategias de gestión sostenible de los recursos naturales basadas en la integración de los hallazgos del análisis socioambiental (percepciones comunitarias, análisis multivariado y cartográfico), priorizando acciones participativas, contextualizadas y viables institucionalmente.

5. Marco referencial

5.1. Marco contextual

La presente investigación se desarrolló en la parte alta de la cuenca del río Andágueda, localizada en el municipio de Bagadó, departamento del Chocó, un territorio que concentra una alta complejidad socioambiental y una fuerte dependencia de las comunidades locales respecto al recurso hídrico. Este espacio geográfico se inscribe dentro de la región del Chocó Biogeográfico, reconocida por su elevada biodiversidad y altos índices de precipitación, condiciones que han configurado históricamente un sistema socioecológico en el que el agua cumple un papel estructurante para la vida, la economía y la cultura local (Bejarano-Murillo, 2014).

La parte alta de la cuenca del río Andágueda se localiza aproximadamente en las coordenadas 5°24'45" N y 76°24'54" O, en un relieve predominantemente montañoso y ondulado que favorece la conformación de una densa red hidrográfica. En este sector nacen múltiples quebradas y afluentes, entre ellos Chuigo, Cuchadocito, Agua Clara y Guayacán, los cuales alimentan el cauce principal y constituyen la principal fuente de abastecimiento de agua para las comunidades rurales asentadas en la cuenca (Moreno-Gracia, 2025). La ubicación del área de estudio se presenta en la Figura 1, donde se evidencia la relación espacial entre el río Andágueda, sus afluentes y los asentamientos humanos en la parte alta de la cuenca.

La cobertura del suelo en este territorio está dominada por bosques naturales, los cuales desempeñan funciones ecológicas esenciales relacionadas con la regulación hídrica, la protección de los suelos y la conservación de la biodiversidad. No obstante, este paisaje ha sido progresivamente transformado por actividades antrópicas como la minería aurífera aluvial, la agricultura familiar a pequeña escala y la ganadería de traspato. Estas prácticas, desarrolladas en

muchos casos en cercanías a las fuentes hídricas, han incrementado la presión sobre los ecosistemas y han generado procesos de sedimentación, alteración de los cauces y conflictos de uso del suelo, tal como se evidencia en los análisis cartográficos realizados en el marco de este estudio (Moreno-Gracia, 2025).

Las comunidades asentadas en la parte alta de la cuenca mantienen una relación histórica, cultural y simbólica con el río Andágueda. El agua no es concebida únicamente como un recurso natural, sino como un elemento central para la vida cotidiana, la identidad colectiva y la reproducción de prácticas tradicionales. En la narrativa comunitaria, el río es entendido como fuente de vida, sustento económico y espacio de encuentro, lo que refuerza su valor cultural dentro del territorio. Esta relación se refleja en la dependencia directa del recurso hídrico para actividades de subsistencia como la agricultura familiar, la pesca, la ganadería de traspatio y la minería artesanal (Moreno-Gracia, 2025).

Desde el punto de vista socioeconómico, estas actividades resultan fundamentales para la seguridad alimentaria y la generación de ingresos en los hogares rurales. Sin embargo, su desarrollo sin planificación ni acompañamiento técnico ha contribuido al deterioro progresivo de la calidad del agua. La minería aurífera aluvial ha sido identificada por la comunidad como una de las principales presiones sobre el río Andágueda, debido a la remoción de sedimentos, la ocupación de rondas hídricas y la alteración del equilibrio natural del sistema fluvial. Esta situación se ve agravada por condiciones de vulnerabilidad social y sanitaria, dado que una proporción significativa de la población consume agua directamente del río o de quebradas cercanas, sin procesos adecuados de tratamiento.

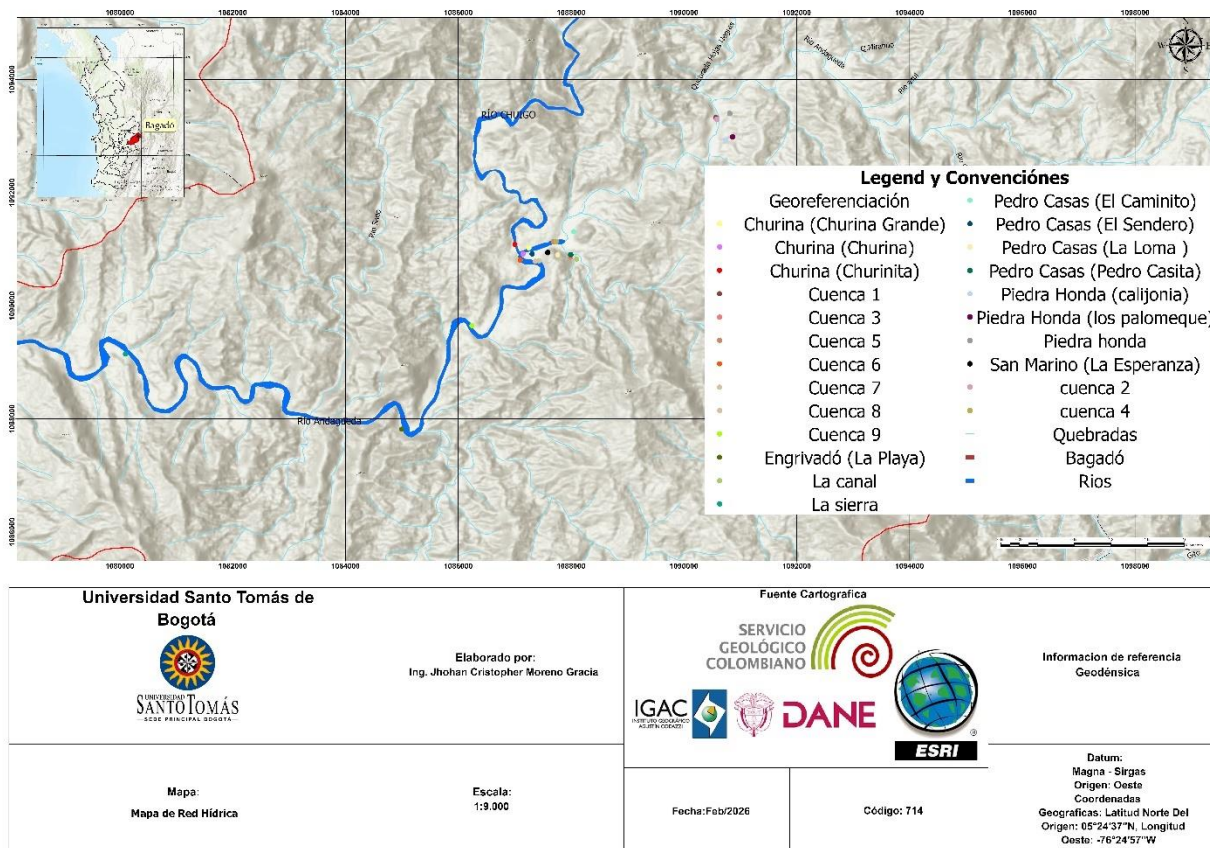
Desde una perspectiva ambiental e hídrica, la cuenca del río Andágueda constituye un sistema estratégico para el municipio de Bagadó, no solo por su alta oferta de agua, sino por su

papel en el sostenimiento de las dinámicas productivas y socioculturales del territorio. Sin embargo, la pérdida localizada de cobertura vegetal, la intervención directa en los cauces y la ocupación inadecuada del suelo han incrementado la vulnerabilidad del territorio frente a eventos extremos como inundaciones y crecientes súbitas. La percepción comunitaria coincide con estos hallazgos, al señalar un deterioro progresivo del estado del río y de sus afluentes, lo cual se traduce en conflictos socioambientales asociados al uso del agua y del suelo (Mello et al., 2020).

En el plano institucional, el municipio de Bagadó cuenta con el Plan de Desarrollo Municipal 2024–2027 “Más progreso para Bagadó”, el cual establece como eje central la integración del desarrollo social, económico y ambiental, con un enfoque de sostenibilidad, participación comunitaria y uso responsable de los recursos naturales (Alcaldía de Bagadó, 2024). Este instrumento reconoce la necesidad de proteger las fuentes hídricas, prevenir la erosión en las riberas del río Andágueda y fortalecer proyectos ambientales con enfoque territorial. Asimismo, se articula con los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 “Colombia potencia mundial de la vida”, especialmente en lo relacionado con el ordenamiento del territorio alrededor del agua y la justicia ambiental.

No obstante, a pesar de la existencia de estos marcos de planificación, persisten debilidades en la gobernanza del agua, la articulación interinstitucional y el acompañamiento técnico a las comunidades rurales. Estas limitaciones se reflejan en la escasa implementación de acciones colectivas para la protección del recurso hídrico y en una baja apropiación social de los instrumentos de planificación, lo que contribuye a la persistencia de conflictos socioambientales en la cuenca.

Figura 1. Ubicación del área de estudio: parte alta de la cuenca del río Andágueda, municipio de Bagadó (Chocó, Colombia)



Nota. Elaboración propia a partir de base cartográfica del IGAC 2025

5.1.1. Contexto Socioeconómico y Cultural

Las comunidades asentadas en la cuenca mantienen una relación profunda y multifacética con el río Andágueda. Este no es solo una fuente de agua, sino un eje identitario y cultural, descrito por los pobladores como "fuente de vida", "sustento" y "segundo hogar". La economía local es de subsistencia y se basa en:

- ✓ Agricultura familiar a pequeña escala (19% del uso directo del agua).
- ✓ Ganadería de traspatio (10% del uso).
- ✓ Minería aurífera, principalmente aluvial (17% del uso, pero identificada como la principal presión).

Esta dependencia directa de los recursos naturales se ve agravada por una alta vulnerabilidad hídrica y sanitaria: el 80% de la población consume agua directamente del río sin ningún tratamiento, y más del 95% percibe que el agua está medianamente o muy contaminada.

Contexto de Gobernanza y Conflictos

El territorio evidencia un vacío crítico de gobernanza ambiental. El 95% de los encuestados afirmó que no existen acciones colectivas estructuradas para proteger el agua, y se reporta una ausencia de articulación con instituciones locales para el control ambiental y el apoyo técnico. Este vacío ha permitido el surgimiento y la intensificación de conflictos socioambientales, principalmente por el uso del suelo y el agua. El análisis cartográfico identificó 145 polígonos con conflictos de uso, especialmente por:

Intervención directa en cuerpos de agua (ocupación de rondas hídricas con minería).

Sobreutilización de áreas pantanosas, ecosistemas frágiles clave para la regulación hídrica.

Estos conflictos reflejan una clara disonancia entre la vocación natural del suelo (95% forestal) y las actividades económicas dominantes, generando una presión insostenible sobre el recurso hídrico.

5.2. Antecedentes

La investigación sobre la gestión sostenible de cuencas hidrográficas ha evolucionado hacia enfoques integrados que reconocen la interdependencia entre sistemas ecológicos, dinámicas sociales y estructuras de gobernanza (Maldonado et al., 2023; Cruz & Reátegui, 2025). No obstante, más que una consolidación homogénea del campo, la literatura evidencia

tensiones conceptuales y metodológicas en torno a cómo integrar estas dimensiones y traducirlas en herramientas efectivas de gestión territorial.

A nivel internacional, revisiones sistemáticas como la de Sáez-Ardura et al. (2025) muestran avances en capacidades técnicas e institucionales para la gestión del agua, pero también destacan un problema persistente: la fragmentación entre conocimiento técnico, toma de decisiones y articulación entre actores. Esto sugiere que, aunque existen marcos normativos y herramientas analíticas, su implementación enfrenta limitaciones en contextos donde la gobernanza es débil o los sistemas sociales son altamente heterogéneos.

En esta misma línea, propuestas metodológicas como el índice URBS desarrollado por Lespez et al. (2025) reflejan un avance hacia la integración de dimensiones socioecológicas. Sin embargo, estos instrumentos también evidencian una limitación relevante: la dificultad de capturar adecuadamente la relación entre percepción social y condiciones biofísicas reales, especialmente en contextos no urbanos o con limitada disponibilidad de datos técnicos, lo que restringe su aplicabilidad directa en territorios rurales como el Chocó.

Los estudios empíricos basados en caracterización de cuencas (Miralles-Wilhelm et al., 2023; Soboka & Dibaba, 2024; Reda & Abie, 2024) han contribuido a integrar variables físico-bióticas y socioeconómicas para la toma de decisiones. No obstante, en muchos casos estos trabajos tienden a privilegiar el análisis técnico del territorio, dejando en segundo plano las dinámicas de gobernanza y las percepciones locales, lo cual limita la comprensión de los conflictos socioambientales y las barreras de implementación.

Por su parte, los enfoques de manejo integrado de cuencas (IWM) y GIRH (Issac & Newell, 2025; Zerga, 2025) han sido ampliamente adoptados como marcos conceptuales. Sin embargo, la literatura reciente cuestiona su aplicabilidad universal, señalando que estos enfoques

suelen asumir condiciones institucionales ideales que no se cumplen en contextos rurales o periféricos, donde predominan esquemas informales de gobernanza y limitada presencia estatal (Akamani, 2023; Pineda-Morales et al., 2025).

Asimismo, el énfasis creciente en enfoques transdisciplinarios y sistémicos (Wan & Voulvoulis, 2024) evidencia un consenso teórico sobre la necesidad de integrar múltiples dimensiones. No obstante, persiste un vacío en cómo operacionalizar estos enfoques en estudios de escala local, particularmente en territorios con restricciones de información y alta dependencia de conocimientos locales.

En el contexto latinoamericano, se ha destacado la importancia de la gobernanza policéntrica y la participación comunitaria (Pineda-Morales et al., 2025). Sin embargo, estos enfoques también enfrentan desafíos, como la asimetría de poder entre actores, la baja capacidad organizativa y la ausencia de mecanismos efectivos de articulación institucional, aspectos críticos en zonas rurales.

En Colombia, la investigación sobre cuencas ha transitado hacia enfoques integrales alineados con la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico y los POMCA (Hernández & Posada, 2018). No obstante, gran parte de los estudios se han centrado en fases diagnósticas, con menor énfasis en la implementación y evaluación de estrategias.

Trabajos como el de Rodríguez (2010) y Rodríguez (2018) evidencian avances en la caracterización biofísica y la identificación de presiones ambientales, pero mantienen un enfoque predominantemente técnico. En contraste, estudios con enfoque participativo (Gallardo & Maldonado, 2012; Velásquez & Soto, 2020) resaltan el valor del conocimiento local, aunque presentan limitaciones en la integración sistemática de estos insumos con análisis espaciales y cuantitativos.

Este contraste revela una brecha importante en la literatura nacional: la dificultad de articular de manera efectiva los enfoques biofísicos, sociales y participativos en un mismo diseño metodológico, lo que limita la generación de propuestas operativas para la gestión de cuencas.

En el departamento del Chocó, los estudios existentes han aportado significativamente a la comprensión de las dinámicas hidrológicas, económicas y socioambientales (Sanabria-Botero, 2006; Bejarano-Murillo, 2014; Restrepo-Valencia, 2015). Sin embargo, estos trabajos tienden a desarrollarse de manera sectorial, destacando las evaluaciones económicas del agua (Sanabria-Botero, 2006), el análisis de gobernanza y conflicto (Bejarano-Murillo, 2014), los estudios de contaminación minera (Restrepo-Valencia, 2015) y la caracterización geomorfológica (Mosquera-Pino & Capachero, 2020)

Aunque estos aportes son relevantes, evidencian una limitación estructural: la ausencia de enfoques integrados que articulen simultáneamente percepción comunitaria, análisis espacial y evaluación ambiental.

Adicionalmente, investigaciones recientes (Ayala-Mosquera, 2023) coinciden en señalar que la degradación de las cuencas en el Chocó está asociada a la débil gobernanza, la expansión de actividades extractivas y la falta de planificación territorial. Sin embargo, persiste un vacío en estudios que traduzcan estos diagnósticos en estrategias territorialmente viables.

A partir de lo anterior, se identifican tres vacíos principales:

- ✓ Escasa integración metodológica entre análisis biofísico, percepción social y herramientas espaciales.
- ✓ Limitada problematización de la percepción comunitaria como fuente de información, especialmente frente a su relación con datos objetivos.

- ✓ Débil conexión entre diagnóstico y formulación de estrategias operativas para la gestión de cuencas.

En este contexto, la presente investigación aporta un enfoque integrador que combina percepción comunitaria, análisis multivariado y cartografía, orientado no solo a caracterizar la cuenca, sino a generar insumos para su gestión sostenible.

5.3. Marco conceptual

La presente investigación se fundamenta en un conjunto de conceptos clave que permiten comprender la cuenca hidrográfica como un sistema complejo, donde interactúan componentes biofísicos, sociales, culturales, económicos e institucionales. Estos conceptos estructuran el análisis de la gestión del recurso hídrico en la parte alta de la cuenca del río Andágueda y orientan la interpretación de los resultados obtenidos.

5.3.1. Cuenca hidrográfica

Una cuenca hidrográfica se define como la unidad territorial delimitada por divisorias topográficas que concentran y drenan las aguas superficiales hacia un cauce común, integrando procesos hidrológicos, geomorfológicos, ecológicos y humanos (FAO, 2017). En el contexto de esta investigación, la cuenca se entiende no solo como una unidad física, sino como un espacio socioecológico donde las actividades humanas influyen directamente sobre la disponibilidad, calidad y dinámica del recurso hídrico (Bejarano-Murillo, 2014).

5.3.2. Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH)

La Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) es un enfoque que promueve el manejo coordinado del agua, el suelo y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas (Nsubuga et al., 2014). Este concepto implica la articulación entre planificación ambiental, ordenamiento territorial, participación social y fortalecimiento institucional, elementos esenciales para el análisis de la cuenca del río Andágueda.

5.3.3. Gestión sostenible de cuencas

La gestión sostenible de cuencas se refiere al conjunto de acciones técnicas, sociales e institucionales orientadas a conservar la funcionalidad ecológica de la cuenca, garantizar el acceso equitativo al agua y reducir los impactos negativos derivados de las actividades antrópicas (Wan & Voulvoulis, 2024; Zerga, 2025). Este enfoque reconoce que la sostenibilidad hídrica depende tanto de variables biofísicas como de la forma en que las comunidades utilizan, perciben y gobiernan el recurso (Bejarano-Murillo, 2014).

5.3.4. Sistema socioecológico

El concepto de sistema socioecológico permite comprender las cuencas hidrográficas como sistemas integrados donde los componentes naturales y sociales coevolucionan de manera dinámica (Berkes & Folke, 1998). Desde esta perspectiva, las prácticas productivas, la cultura del agua, la gobernanza y los cambios en la cobertura del suelo influyen directamente en los procesos hidrológicos y ecológicos, generando retroalimentaciones positivas o negativas sobre el sistema (Bejarano-Murillo, 2014).

5.3.5. *Percepción ambiental y cultura del agua*

La percepción ambiental se entiende como la forma en que las comunidades interpretan, valoran y responden a los cambios en su entorno natural, particularmente en relación con la calidad, disponibilidad y uso del agua (Jericó-Daminello et al., 2021). La cultura del agua, por su parte, engloba los saberes tradicionales, prácticas cotidianas, valores simbólicos y normas sociales asociadas al uso del recurso hídrico (Mosquera-Pino & Capachero, 2020). Ambos conceptos son centrales en esta investigación, dado que influyen en las prácticas de manejo y en la disposición comunitaria hacia la protección de la cuenca.

5.3.6. *Gobernanza del agua*

La gobernanza del agua se refiere al conjunto de normas, instituciones, actores y procesos mediante los cuales se toman decisiones sobre el uso, acceso y control del recurso hídrico (Akamani, 2023). En contextos rurales y de comunidades étnicas, como el de la cuenca del río Andágueda, la gobernanza del agua adquiere particular relevancia debido a la coexistencia de sistemas formales e informales de regulación, así como a la presencia de conflictos socioambientales derivados de usos competitivos del recurso.

5.3.7. *Conflicto socioambiental*

Los conflictos socioambientales surgen cuando distintos actores compiten por el acceso, uso o control de los recursos naturales, generando tensiones asociadas a intereses económicos, culturales o territoriales (Bejarano-Murillo, 2014). En el caso de las cuencas hidrográficas, estos conflictos suelen manifestarse a través de actividades extractivas, ocupación de rondas hídricas, contaminación y ausencia de acuerdos colectivos para la protección del agua.

5.3.8. *Uso del suelo y cobertura de la tierra*

El uso del suelo hace referencia a las actividades humanas que se desarrollan sobre el territorio, mientras que la cobertura de la tierra describe las características biofísicas presentes en la superficie, como bosques, cuerpos de agua, áreas agrícolas o suelo desnudo (De Wit & Verheye, 2016). Los cambios en el uso y la cobertura del suelo afectan directamente la infiltración, la escorrentía, la erosión y la calidad del agua, constituyendo un eje fundamental para el análisis espacial de la cuenca (Ferreira et al., 2024).

5.3.9. *Calidad del agua*

La calidad del agua se define como el conjunto de características físicas, químicas y biológicas que determinan su aptitud para distintos usos, como consumo humano, actividades productivas o conservación ecosistémica (Bandh & Mushtaq, 2025). En esta investigación, la calidad del agua se analiza desde una perspectiva integrada, considerando tanto evidencias biofísicas observadas en campo como la percepción comunitaria sobre turbidez, olor y cambios en el recurso.

5.3.10. *Vulnerabilidad hídrica*

La vulnerabilidad hídrica se refiere al grado de exposición y sensibilidad de una comunidad o territorio frente a la escasez, degradación o contaminación del agua, así como a su capacidad de respuesta y adaptación (Pineda-Morales et al., 2025). En cuencas rurales con alta dependencia del agua superficial, esta vulnerabilidad se ve acentuada por la falta de infraestructura, la presión antrópica y la debilidad institucional (Berrouet et al., 2020).

5.3.11. Enfoques participativos en la gestión del agua

Los enfoques participativos reconocen a las comunidades locales como actores clave en la gestión sostenible del recurso hídrico, promoviendo su involucramiento en el diagnóstico, la toma de decisiones y el monitoreo ambiental (Berrouet et al., 2020). Aunque esta investigación no implementa procesos participativos de intervención, el análisis de percepciones y prácticas comunitarias se fundamenta en este enfoque, como base para la formulación de estrategias de gestión.

5.4. Marco legal

La gestión del recurso hídrico en Colombia se sustenta en un conjunto de normas constitucionales, legales y reglamentarias que reconocen el agua como un bien de uso público, esencial para la vida, el desarrollo sostenible y el bienestar de las comunidades. Este marco legal orienta la planificación, uso, conservación y manejo de las cuencas hidrográficas como unidades fundamentales de ordenamiento ambiental.

5.4.1. Constitución Política de Colombia

La Constitución Política de 1991 establece los principios fundamentales que rigen la protección del ambiente y los recursos naturales. En su artículo 8, el Estado y las personas tienen el deber de proteger las riquezas naturales de la Nación. El artículo 79 reconoce el derecho de todas las personas a gozar de un ambiente sano, mientras que el artículo 80 obliga al Estado a planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo

sostenible, conservación y restauración. Estos principios constituyen la base jurídica para la gestión integral de las cuencas hidrográficas y la protección del recurso hídrico.

5.4.2. Código Nacional de Recursos Naturales Renovables

El Decreto 2811 de 1974 constituye el marco normativo fundamental para la regulación del uso y conservación de los recursos naturales renovables en Colombia. Este decreto define el agua como un bien de dominio público y establece que su uso debe realizarse de manera racional, priorizando el consumo humano y la preservación de los ecosistemas acuáticos. Asimismo, introduce el enfoque de cuenca como unidad básica para la planificación ambiental del recurso hídrico.

5.4.3. Ley 99 de 1993

La Ley 99 de 1993 creó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y redefinió la institucionalidad ambiental del país. Esta norma asigna a las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) la responsabilidad de administrar los recursos naturales renovables, incluyendo el agua, dentro de su jurisdicción. Además, promueve la participación ciudadana en la gestión ambiental y establece instrumentos de planificación como base para la ordenación de las cuencas hidrográficas.

5.4.4. Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH)

Adoptada mediante el CONPES 3860 de 2016, la PNGIRH establece los lineamientos para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico en Colombia. Esta política promueve un enfoque integral que articula la oferta, la demanda, la calidad del agua y la gobernanza,

reconociendo la cuenca hidrográfica como la unidad territorial para la gestión del recurso. La política enfatiza la necesidad de fortalecer la planificación, el conocimiento del recurso y la participación de los actores locales.

5.4.5. Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA)

El Decreto 1640 de 2012, compilado posteriormente en el Decreto 1076 de 2015, reglamenta los POMCA como instrumentos de planificación ambiental de largo plazo. Los POMCA tienen como objetivo orientar el uso sostenible del suelo y del agua en las cuencas, mediante el diagnóstico, zonificación ambiental y formulación de programas y proyectos para la conservación y recuperación del recurso hídrico. Estos planes son de obligatorio cumplimiento para las entidades públicas y privadas.

5.4.6. Regulación sobre calidad del agua

El Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007 establecen el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano en Colombia. Estas normas definen los parámetros físicos, químicos y microbiológicos que debe cumplir el agua potable, así como las responsabilidades de las entidades prestadoras del servicio y de las autoridades ambientales en la protección de las fuentes abastecedoras.

5.4.7. Gestión del riesgo y protección ambiental

La Ley 1523 de 2012, por la cual se adopta la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, reconoce la relación entre degradación ambiental y aumento de la vulnerabilidad frente a eventos naturales. Esta ley refuerza la necesidad de integrar la gestión del riesgo en la

planificación de las cuencas hidrográficas, especialmente en territorios con alta susceptibilidad a inundaciones, erosión y deslizamientos.

5.4.8. Normativa sobre participación y enfoque territorial

La legislación ambiental colombiana reconoce la importancia de la participación comunitaria en la gestión del recurso hídrico. Instrumentos como la Ley 99 de 1993 y la Política Nacional del Recurso Hídrico promueven la inclusión de comunidades locales, pueblos étnicos y actores sociales en los procesos de planificación y toma de decisiones, lo cual es particularmente relevante en territorios colectivos como los del departamento del Chocó.

5.5. Marco teórico

El marco teórico de esta investigación se fundamenta en enfoques contemporáneos que conciben las cuencas hidrográficas como sistemas socioecológicos complejos, en los cuales las dinámicas biofísicas, sociales, culturales y económicas interactúan de manera constante, influyendo en la disponibilidad, calidad y gestión del recurso hídrico. Este marco se articula directamente con los conceptos definidos en el marco conceptual, profundizando en sus bases teóricas y explicativas, y evitando reiteraciones definitorias.

5.5.1. La cuenca hidrográfica como sistema socioecológico

Desde la teoría de los sistemas socioecológicos, las cuencas hidrográficas se entienden como unidades territoriales donde los procesos naturales y las acciones humanas están estrechamente interrelacionados y coevolucionan en el tiempo (Berkes & Folke, 1998; Ostrom,

2009). Este enfoque supera la visión tradicional de la cuenca como un sistema meramente hidrológico, incorporando dimensiones sociales como la cultura, los medios de vida, las instituciones y los conflictos por el uso del agua (Berkes & Folke, 1998).

En contextos rurales y étnicos, como el de la cuenca del río Andágueda, esta perspectiva resulta particularmente pertinente, ya que las comunidades mantienen una relación directa y cotidiana con el recurso hídrico, integrándolo a sus prácticas productivas, culturales y de subsistencia. La alteración de cualquiera de los componentes del sistema (por ejemplo, la cobertura del suelo o las actividades extractivas) genera efectos en cascada sobre la calidad del agua, la salud comunitaria y la estabilidad del sistema en su conjunto (Mir et al., 2025).

5.5.2. Gestión integral del recurso hídrico y manejo sostenible de cuencas

La Gestión Integral del Recurso Hídrico (GIRH) constituye uno de los principales marcos teóricos para el análisis de la gestión del agua a escala de cuenca. Este enfoque propone una gestión coordinada del agua, el suelo y los recursos asociados, con el objetivo de maximizar el bienestar social y económico sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas (Nsubuga et al., 2014).

Algunos autores han señalado que la GIRH adquiere mayor efectividad cuando se implementa a través de enfoques de manejo sostenible de cuencas, los cuales integran planificación territorial, evaluación ambiental, participación social y fortalecimiento institucional (Wan & Voulvoulis, 2024; Zerga, 2025). En este sentido, la sostenibilidad hídrica no depende únicamente de soluciones técnicas, sino de la capacidad de los territorios para articular actores, normas y prácticas de uso responsables.

En cuencas con alta presión antrópica y limitada infraestructura, como ocurre en amplias zonas del Chocó, la ausencia de una gestión integral se traduce en una mayor vulnerabilidad hídrica y en procesos acelerados de degradación ambiental (Berrouet et al., 2020).

5.5.3. Gobernanza del agua y conflictos socioambientales

La gobernanza del agua constituye un eje teórico central para comprender las dinámicas de gestión del recurso hídrico en contextos complejos. Desde este enfoque, la gestión del agua es entendida como un proceso social y político, donde interactúan múltiples actores (comunitarios, institucionales y productivos) con intereses y capacidades diferenciadas (Akamani, 2023; Pahl-Wostl, 2019).

La literatura señala que en territorios donde la gobernanza es débil o fragmentada, emergen conflictos socioambientales asociados al acceso, uso y control del agua, especialmente cuando coexisten actividades extractivas, asentamientos humanos y usos domésticos del recurso (Akamani, 2023; Bejarano-Murillo, 2014; Pahl-Wostl, 2019). Estos conflictos suelen intensificarse en cuencas donde las comunidades dependen directamente del agua superficial para su abastecimiento, sin contar con sistemas de regulación o tratamiento.

En este marco, el análisis de la cuenca del río Andágueda se sustenta en la comprensión de la gobernanza del agua como un proceso inacabado, caracterizado por la ausencia de mecanismos colectivos de gestión, la limitada presencia institucional y la coexistencia de prácticas tradicionales con actividades de alto impacto ambiental.

5.5.4. Cultura del agua, percepción ambiental y prácticas de uso

Desde la teoría socioambiental, la cultura del agua se reconoce como un componente clave en la gestión de los recursos hídricos, al influir en las prácticas cotidianas, las normas sociales y las actitudes hacia la conservación (Bejarano-Murillo, 2014). La percepción ambiental, por su parte, actúa como un mediador entre los cambios observados en el entorno y las respuestas sociales frente a dichos cambios (Gallardo & Maldonado, 2012).

5.5.5. Uso del suelo, cobertura de la tierra y calidad del agua

La relación entre uso del suelo, cobertura de la tierra y calidad del agua ha sido ampliamente documentada en la literatura científica. Cambios en la cobertura vegetal, deforestación de rondas hídricas y expansión de actividades extractivas incrementan la erosión, la escorrentía superficial y la carga de sedimentos, afectando directamente la calidad del recurso hídrico (De Wit & Verheye, 2016).

5.5.6. Vulnerabilidad hídrica y enfoques integrados de análisis

El concepto de vulnerabilidad hídrica articula dimensiones biofísicas y sociales, permitiendo evaluar no solo la exposición a la degradación del recurso, sino también la capacidad de las comunidades para responder y adaptarse a estos cambios (Pineda-Morales et al., 2025). En este sentido, la vulnerabilidad hídrica aumenta cuando confluyen alta dependencia del recurso, degradación ambiental y ausencia de gobernanza efectiva (Berrouet et al., 2020).

La literatura reciente resalta que el análisis de estas dinámicas requiere enfoques metodológicos integrados, que combinen técnicas cuantitativas, cualitativas y espaciales, así como herramientas

multivariadas para identificar patrones latentes en los datos socioambientales (Ostrom, 2009; Pahl-Wostl, 2019). Este sustento teórico respalda el uso del enfoque mixto y del análisis de correspondencias múltiples en la presente investigación.

5.5.7. Alcances y limitaciones del enfoque socioambiental adoptado

El enfoque metodológico de esta investigación, basado en la integración de percepción comunitaria, análisis espacial y observación directa, permite aproximarse a la cuenca como un sistema socioecológico complejo. Sin embargo, este enfoque presenta limitaciones epistemológicas que deben ser reconocidas:

En primer lugar, la percepción ambiental no necesariamente refleja de manera exacta las condiciones biofísicas del recurso hídrico. Estudios han señalado que las percepciones pueden estar influenciadas por experiencias recientes, creencias culturales o información incompleta (Jericó-Daminello et al., 2021). En este sentido, la percepción de problemas como la turbidez o la escasez no implica necesariamente una medición objetiva de la calidad del agua.

En segundo lugar, el uso de datos perceptivos y observacionales no permite establecer relaciones causales directas, sino identificar patrones, asociaciones y tendencias. Como advierte (Maxwell, 2012), los enfoques cualitativos y mixtos son particularmente útiles para comprender procesos complejos, pero requieren cautela en la interpretación de causalidad.

Asimismo, existe una tensión entre conocimiento local y conocimiento técnico, ya que ambos responden a lógicas distintas de validación. Mientras el conocimiento comunitario se construye a partir de la experiencia, el conocimiento institucional se basa en mediciones estandarizadas, lo que puede generar discrepancias en la interpretación del estado del recurso hídrico (Berkes, 2009).

Finalmente, la integración de métodos (encuestas, PCA, SIG, observación) permite una aproximación más robusta, pero no elimina completamente las limitaciones de cada técnica. Por tanto, los resultados deben interpretarse como una representación aproximada del sistema socioecológico, útil para la toma de decisiones, pero no como una medición exhaustiva de todas sus dinámicas.

6. Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos, cuantitativos y geoespaciales, con el fin de caracterizar integralmente los componentes socioculturales, socioeconómicos y ambientales de la parte alta de la cuenca del río Andágueda (Bagadó, Chocó). El diseño metodológico se estructuró en correspondencia con los objetivos propuestos y consideró la triangulación entre encuestas, entrevistas semiestructuradas, observación directa en campo y análisis cartográfico, complementados con un análisis multivariado.

6.1. Enfoque y diseño de investigación

La investigación se realizó en el marco de un diseño descriptivo y analítico, orientado a comprender las dinámicas socioculturales y socioambientales existentes en la cuenca. El enfoque mixto permitió: (1) cuantificar percepciones, prácticas y actividades socioeconómicas mediante encuestas, (2) profundizar en significados, creencias y experiencias a través de entrevistas, (3) verificar condiciones ambientales mediante observación directa en campo, (4) analizar patrones espaciales de degradación mediante cartografía temática e (5) identificar estructuras latentes en los datos utilizando análisis multivariado (ACM).

Este diseño integrador posibilitó una caracterización compleja, multiescalar y sistemática del territorio.

6.2. Población y muestra

La población objetivo de la investigación corresponde a los habitantes de los corregimientos y veredas ubicados en la parte alta de la cuenca del río Andágueda, dentro del municipio de Bagadó (Chocó). Según proyecciones oficiales del DANE para el año 2025, el municipio de Bagadó cuenta con una población total de 11.959 habitantes, de los cuales una proporción significativa reside en zona rural dispersa y depende directamente del recurso hídrico de la cuenca alta.

Se aplicaron 41 encuestas estructuradas a jefes de hogar y usuarios directos del río Andágueda. El tamaño muestral se definió mediante un muestreo no probabilístico de tipo por conveniencia y bola de nieve, considerando las siguientes criterios de selección:

- ✓ Accesibilidad geográfica (sectores con vías fluviales o terrestres viables en condiciones climáticas adversas);
- ✓ Diversidad de perfiles sociodemográficos (edad, género, actividad económica principal y ubicación respecto al cauce principal);
- ✓ Representatividad espacial (cobertura de diferentes veredas y corregimientos de la parte alta de la cuenca).

Dado el carácter exploratorio del estudio y las dificultades logísticas propias de un territorio rural de alta pluviosidad y dispersión poblacional, una muestra de 41 encuestas se consideró suficiente para identificar patrones de percepción y prácticas socioculturales con un nivel aceptable de saturación temática, sin pretender inferencias estadísticas representativas a nivel poblacional.

Posteriormente se realizaron entrevistas semiestructuradas a 8 informantes clave (líderes comunitarios, adultos mayores, mujeres cabeza de hogar y jóvenes), seleccionados por su conocimiento profundo del territorio y su rol representativo en la comunidad.

La observación directa se efectuó en 6 puntos estratégicos del cauce principal y quebradas afluentes, seleccionados por su accesibilidad y relevancia ambiental (proximidad a zonas de intervención antrópica y fuentes de abastecimiento comunitario).

6.3. Metodología por objetivo

6.3.1. Identificación de los significados socioculturales que el río y los cuerpos de agua tienen para las comunidades asentadas en la cuenca del río Andágueda

Para el cumplimiento de este objetivo se emplearon métodos cualitativos y cuantitativos orientados a comprender el significado cultural del río, las prácticas asociadas al agua y las percepciones colectivas sobre su estado.

a) Entrevistas semiestructuradas (cualitativo). Se aplicaron entrevistas con un guion flexible orientado a explorar: (1) Significados culturales y simbólicos del río, (2) Prácticas tradicionales de uso del agua, (3) Cambios percibidos en el entorno, (4) Experiencias de afectación socioambiental, (5) Relación entre cultura, identidad y recurso hídrico.

Las entrevistas fueron transcritas y analizadas mediante ATLAS.ti, donde se desarrolló: (1) Codificación abierta, axial y temática, (2) Identificación de categorías emergentes, (3) Construcción de una nube de palabras para detectar términos predominantes y patrones discursivos.

b) Encuestas estructuradas (cuantitativo). Se diseñó un cuestionario de 8 preguntas de opción múltiple, orientadas a capturar percepciones y prácticas socioculturales relacionadas con el agua, tales como: (1) Percepción de contaminación, (2) Cambios en la disponibilidad, (3) Prácticas de uso y manejo, (4) Acciones comunitarias de protección, (5) Problemas de salud asociados.

6.3.2. Análisis de las principales actividades socioeconómicas y su relación con el uso y manejo del recurso hídrico

Este objetivo se abordó mediante una combinación de encuestas, observación directa, análisis cartográfico y análisis multivariado.

a) Encuestas estructuradas. Las encuestas permitieron identificar: (1) Actividades socioeconómicas que utilizan el agua, (2) Fuentes de abastecimiento, (3) Percepción comunitaria sobre actividades contaminantes, (4) Frecuencia de acceso al recurso.

Los datos fueron tabulados en Excel y procesados en Rstudio, mediante estadística descriptiva y gráficos de frecuencia.

b) Observación directa en campo. La observación directa se desarrolló mediante recorridos sistemáticos a lo largo del cauce principal y sectores aledaños de la parte alta de la cuenca del río Andágueda. Esta técnica se utilizó como un instrumento exploratorio y complementario, con el propósito de obtener una descripción cualitativa de las condiciones socioambientales visibles en el territorio y contrastarlas con las percepciones reportadas por las comunidades (FAO, 2011; IDEAM, 2014).

La evaluación de las características físicas del agua (turbidez, color y olor) se realizó mediante criterios visuales y sensoriales cualitativos, sin emplear mediciones instrumentales ni

análisis fisicoquímicos. La turbidez se categorizó de forma descriptiva (baja, media o alta) según la visibilidad del fondo y la presencia de partículas en suspensión. El color se describió según su apariencia predominante (clara, amarillenta, café o grisácea), y los olores se registraron como normales o anómalos (por ejemplo, olor a materia orgánica en descomposición o hidrocarburos). Asimismo, se documentó visualmente la presencia de residuos sólidos, evidencias de erosión en orillas, deforestación ribereña y actividades productivas (minería, agricultura o ganadería) cercanas o dentro de la ronda hídrica (APHA, 2017; IDEAM, 2014).

Se utilizaron formatos estandarizados de registro de observación. Es importante destacar que esta técnica no sustituye ni pretende reemplazar evaluaciones fisicoquímicas o hidrológicas instrumentales, las cuales exceden el alcance del presente estudio. Por tanto, los registros obtenidos deben interpretarse estrictamente como indicadores cualitativos exploratorios que sirven para complementar y triangular la información derivada de las percepciones comunitarias y el análisis cartográfico secundario, sin constituir evidencia concluyente sobre la calidad real del agua ni base para inferencias causales biofísicas.

c) Análisis cartográfico (SIG). Se procesaron mapas temáticos provenientes del IGAC y análisis técnicos, correspondientes a: (1) Cobertura de la tierra, (2) Conflictos de uso del suelo, (3) Red hídrica, (4) Uso y vocación del suelo.

Se calcularon áreas (ha), se identificaron patrones espaciales y se delimitaron zonas críticas de intervención.

6.3.3. Propuestas estrategias de gestión sostenible de los recursos naturales

La formulación de estrategias se basó en un análisis integrador de resultados, a partir de:

(1) La triangulación de encuestas, entrevistas y observación directa, (2) La interpretación del

análisis cartográfico, (3) La identificación de perfiles socioambientales mediante análisis multivariado.

a) Análisis multivariado (Aproximación al ACM). Dado que todas las variables de la encuesta eran categóricas (nominales y ordinales), se aplicó una aproximación exploratoria al análisis de correspondencias múltiples mediante la siguiente secuencia: (1) Codificación One-Hot (dummy) de las variables categóricas, transformándolas en una matriz indicadora binaria; (2) aplicación de Análisis de Componentes Principales (PCA) sobre dicha matriz para reducir la dimensionalidad y extraer los componentes principales; (3) construcción del plano factorial con los dos primeros componentes (PC1 y PC2); (4) identificación e interpretación de perfiles socioambientales a partir de las contribuciones y cosenos de las categorías.

Esta aproximación, aunque no constituye un Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM/MCA) formal, es una estrategia ampliamente utilizada en ciencias sociales y ambientales cuando se trabaja con datos categóricos y se busca identificar estructuras latentes de manera exploratoria (Greenacre, 2017; Lê et al., 2008). El PCA aplicado sobre la matriz codificada One-Hot permite aproximarse a los objetivos del ACM al detectar patrones de asociación entre categorías y reducir la dimensionalidad preservando la mayor parte de la variabilidad presente en los datos cualitativos. Su validez radica en que reproduce de forma eficiente las relaciones de dependencia entre variables categóricas y facilita la visualización de perfiles en el espacio factorial, especialmente en estudios con muestras moderadas y enfoque exploratorio como el presente.

Los dos primeros componentes explicaron conjuntamente el 84% de la variabilidad total. Se interpretaron de la siguiente manera:

PC1 (66 % de la varianza): Eje de conflicto socioambiental y presión antrópica.

PC2 (18 % de la varianza): Eje de acceso al agua, vulnerabilidad y dependencia hídrica.

Este análisis permitió identificar estructuras latentes y perfiles socioambientales no evidentes mediante los análisis descriptivos tradicionales, complementando la interpretación cualitativa y cartográfica de los resultados.

6.4. Análisis de la información

El análisis se desarrolló en tres niveles complementarios:

6.4.1. Análisis cuantitativo

Este incluyó: (1) Frecuencias absolutas y relativas de cada pregunta, (2) Elaboración de gráficos circulares, barras y comparativos, (3) Identificación de patrones de percepción, acceso y uso del agua, (4) Contrastación con variables culturales y territoriales.

6.4.2. Análisis cualitativo

El tratamiento de entrevistas incluyó: (1) Codificación abierta, axial y temática, (2) Construcción de categorías relacionadas con cultura del agua, afectación, actividades contaminantes y cambios percibidos, (3) Elaboración e interpretación de la nube de palabras.

Este análisis permitió comprender dimensiones simbólicas y culturales, complementando las tendencias cuantitativas.

6.4.3. Análisis multivariado (aproximación al ACM)

Dado que todas las variables de la encuesta eran categóricas, se realizó una:

- ✓ Aproximación al Análisis de Correspondencias Múltiple (ACM) mediante:

- ✓ Codificación One-Hot de las variables categóricas.
- ✓ Análisis de Componentes Principales (PCA) como aproximación numérica.
- ✓ Construcción del plano factorial (PC1–PC2).
- ✓ Identificación de perfiles socioambientales.

Interpretación de ejes:

- ✓ PC1: Conflicto socioambiental y presión antrópica.
- ✓ PC2: Acceso al agua y vulnerabilidad hídrica.
- ✓ El ACM permitió revelar estructuras latentes que no son visibles mediante análisis descriptivos tradicionales.

6.4.4. Triangulación de resultados

La triangulación de resultados se realizó de manera sistemática e integrada siguiendo un enfoque convergente paralelo (Creswell & Plano Clark, 2018). Se compararon y contrastaron de forma explícita los hallazgos obtenidos mediante los distintos instrumentos y técnicas:

- ✓ Encuestas (análisis cuantitativo: frecuencias y porcentajes).
- ✓ Entrevistas semiestructuradas (análisis cualitativo: codificación abierta, axial y temática con ATLAS.ti, incluyendo nube de palabras).
- ✓ Observación directa en campo (registros cualitativos exploratorios de condiciones visibles).
- ✓ Análisis cartográfico (mapas de cobertura de la tierra, conflictos de uso del suelo, red hídrica y vocación del suelo).
- ✓ Análisis multivariado (aproximación exploratoria con codificación One-Hot + PCA).

El procedimiento de triangulación realizado fue:

- ✓ Se elaboraron matrices de comparación temática donde se cruzaron las categorías emergentes de las entrevistas con las frecuencias de las encuestas y los patrones espaciales identificados en los mapas.
- ✓ Se contrastaron las percepciones comunitarias (ej. minería como principal actividad contaminante) con las evidencias cartográficas (polígonos de conflicto de uso en cuerpos de agua y rondas hídricas) y con los registros de observación directa (presencia visible de residuos sólidos, erosión y actividades productivas cercanas al cauce).
- ✓ Los perfiles socioambientales identificados en el análisis multivariado (PC1 y PC2) se utilizaron para verificar si existía coherencia o variabilidad interna en las respuestas según grupos de participantes.
- ✓ Finalmente, se identificaron convergencias, complementariedades y contradicciones menores entre fuentes.

Esta triangulación permitió validar la consistencia de los hallazgos principales (alta valoración cultural del río, percepción generalizada de afectación del agua y minería como presión dominante), complementar información (el análisis cartográfico aportó evidencia espacial que las percepciones no podían mostrar con precisión), y detectar contradicciones menores. Por ejemplo, aunque la mayoría de encuestados percibió el agua como medianamente o muy contaminada, el análisis multivariado reveló un subgrupo de participantes con menor percepción de riesgo, asociado a menor exposición directa a zonas de intervención minera. Estas diferencias enriquecieron la comprensión de la heterogeneidad de percepciones dentro de la comunidad.

La triangulación fortaleció la robustez interpretativa de los resultados al combinar enfoques cuantitativos, cualitativos y espaciales, reduciendo los sesgos propios de cada método individual.

6.5. Consideraciones éticas

La presente investigación se desarrolló bajo principios éticos orientados a garantizar el respeto por las comunidades participantes, la transparencia en el manejo de la información y la protección de los datos recolectados. Dado que el estudio involucra la participación directa de población local mediante encuestas, entrevistas y observación, se adoptaron protocolos éticos acordes con investigaciones socioambientales en contextos comunitarios.

En este sentido, se consideraron los siguientes principios y procedimientos:

(1) Consentimiento informado. Previo a la aplicación de encuestas y entrevistas, se explicó a cada participante el objetivo de la investigación, el uso de la información, el carácter voluntario de su participación y su derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias.

El consentimiento fue obtenido de manera verbal y/o escrita (Anexo 1), según las condiciones del contexto, y se diseñó un formato de consentimiento informado, el cual se incluye en los anexos del documento. Este formato especifica: propósito del estudio, actividades a realizar, riesgos mínimos, beneficios indirectos, manejo de la información y datos de contacto del investigador.

(2) Respeto a la autonomía y dinámicas comunitarias. Se garantizó el respeto por las decisiones individuales y colectivas de participación, evitando cualquier tipo de presión o inducción. Asimismo, la investigación se desarrolló sin interferir en las prácticas culturales,

productivas o sociales de la comunidad, reconociendo su autonomía y sus formas propias de organización.

(3) Anonimato y confidencialidad. La información recolectada fue tratada de manera confidencial, evitando la identificación de los participantes en los resultados. Los datos fueron sistematizados de forma agregada y los registros cualitativos (entrevistas y observaciones) fueron anonimizados mediante codificación.

El acceso a la información fue restringido exclusivamente al equipo investigador y se utilizó únicamente con fines académicos.

(4) Minimización de riesgos. El estudio se clasificó como de riesgo mínimo, dado que no implicó intervenciones sobre la integridad física o psicológica de los participantes. No obstante, se tomaron precauciones para evitar incomodidad durante la recolección de información, especialmente en temas relacionados con problemáticas socioambientales sensibles.

(6) Transparencia y soporte documental. Con el fin de garantizar la trazabilidad ética del estudio, se organizaron los soportes documentales en los anexos, incluyendo:

Formato de consentimiento informado (Anexo 1).

Instrumentos de recolección de información (Anexo 2)

Evidencias de trabajo de campo (Anexo 3).

6.6. Limitaciones del estudio

El presente estudio presenta varias limitaciones que deben ser consideradas al interpretar sus resultados. En primer lugar, las condiciones propias del territorio (alta pluviosidad, difícil accesibilidad física a algunas veredas y condiciones climáticas adversas) limitaron los desplazamientos y la cobertura espacial de la recolección de información. Asimismo, la ausencia de registros históricos detallados del municipio y la restricción en el acceso a algunos datos institucionales recientes dificultaron la realización de análisis temporales más profundos.

Adicionalmente, se reconocen limitaciones metodológicas de mayor relevancia conceptual:

- ✓ **Limitaciones de representatividad:** Al tratarse de un muestreo no probabilístico por conveniencia y bola de nieve, los resultados no pueden generalizarse estadísticamente a toda la población de la parte alta de la cuenca. La muestra de 41 encuestas, aunque adecuada para un estudio exploratorio, refleja principalmente las voces de participantes con mayor accesibilidad y disposición a colaborar.
- ✓ **Sesgo de autopercepción y deseabilidad social:** Las percepciones reportadas en encuestas y entrevistas pueden estar influenciadas por la forma en que los participantes desean presentarse ante el investigador o por expectativas culturales sobre las respuestas “correctas”, lo que podría subestimar o exagerar ciertas problemáticas socioambientales.
- ✓ **Sesgo del observador:** La observación directa, al basarse en criterios visuales y sensoriales cualitativos, está sujeta a la interpretación subjetiva del investigador, lo que introduce un grado de sesgo en el registro de condiciones como turbidez, color, olor y presencia de residuos.

- ✓ **Ausencia de medición directa de la calidad del agua:** No se realizaron análisis fisicoquímicos ni microbiológicos instrumentales. Por tanto, todos los hallazgos relacionados con la calidad del recurso hídrico deben interpretarse estrictamente como indicadores perceptuales y territoriales derivados de la experiencia comunitaria, la observación cualitativa y el análisis cartográfico secundario, sin pretender representar una caracterización objetiva o biofísica del agua.

Estas limitaciones fueron mitigadas en la medida de lo posible mediante la triangulación sistemática de múltiples fuentes de información (encuestas, entrevistas, observación y análisis espacial), lo que permitió contrastar y complementar los hallazgos. No obstante, los resultados del estudio deben ser entendidos dentro de su alcance exploratorio y como insumos orientadores para procesos de gestión participativa, más que como conclusiones definitivas sobre el estado biofísico de la cuenca.

7. Resultados

7.1. Identificación de los significados socioculturales que el río y los cuerpos de agua tienen para las comunidades asentadas en la cuenca del río Andágueda

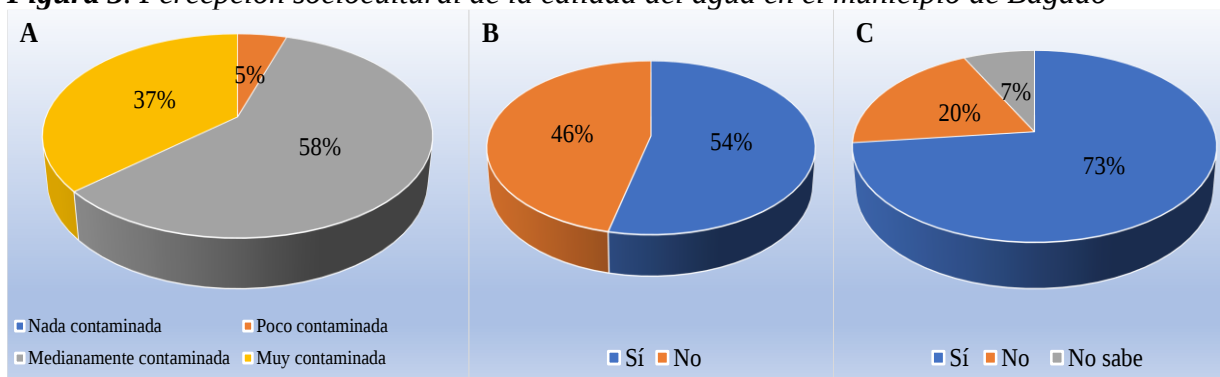
Los aspectos socioculturales se identificaron mediante encuestas, entrevistas y observación directa. Los hallazgos permiten comprender el significado del río en la vida comunitaria, sus prácticas asociadas y la percepción colectiva sobre su estado y deterioro.

7.1.1. *Significados socioculturales del río y los cuerpos de agua*

Las entrevistas muestran de manera reiterada que el río Andágueda constituye un elemento central en la identidad, cultura y vida cotidiana de la comunidad. Los participantes lo describen como: “fuente de vida”, “sustento”, “segundo hogar”, “medio de transporte”, “elemento que nos une”. Estas expresiones revelan que el río no es solamente un recurso natural, sino un referente simbólico y cultural, articulado a las prácticas cotidianas, la cohesión social, la memoria colectiva y la supervivencia familiar.

La nube de palabras (Figura 2) confirma este carácter identitario: los términos “agua”, “vida”, “hogar”, “identidad”, “representa” y “comunidad” fueron de los más recurrentes, mostrando que el discurso comunitario gira alrededor del recurso hídrico como pilar de existencia.

Figura 3. Percepción sociocultural de la calidad del agua en el municipio de Bagadó

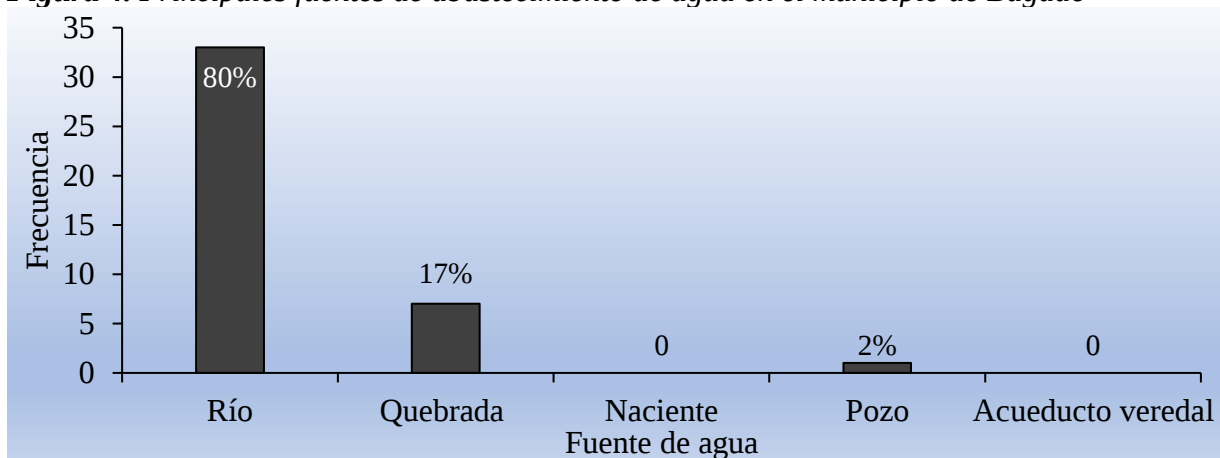


Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta. Las láminas representan las respuestas de a las preguntas: (A) ¿Qué tan contaminada considera que está el agua que utiliza?, (B) ¿Ha observado afectaciones a la salud relacionadas con el agua? y (C) ¿Ha notado cambios en la disponibilidad de agua en los últimos años?

7.1.3. Prácticas de uso y manejo cultural del agua

El 80% de la población obtiene el agua directamente del río (Figura 4), lo que evidencia una alta dependencia funcional, cultural y territorial del recurso hídrico. Esta dependencia no solo responde a la ausencia de sistemas formales de abastecimiento y tratamiento de agua, sino que está profundamente asociada a prácticas históricas y culturales que han configurado al río Andágueda como el principal eje de supervivencia comunitaria.

Figura 4. Principales fuentes de abastecimiento de agua en el municipio de Bagadó

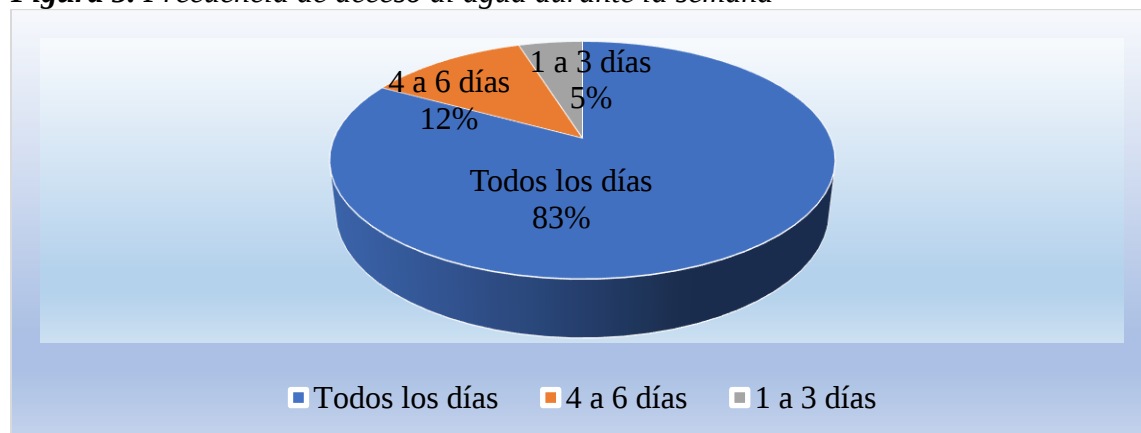


Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta. La grafica representa la respuesta a la pregunta ¿Cuál es su principal fuente de agua para el consumo?

Desde una perspectiva socioambiental, esta situación implica una condición de vulnerabilidad hídrica, ya que el uso directo del agua sin tratamiento expone a la población a riesgos sanitarios, especialmente en un contexto donde la comunidad percibe deterioro en la calidad del recurso. Además, la dependencia exclusiva del río limita la capacidad de adaptación frente a eventos de contaminación, disminución del caudal o conflictos por el uso del agua, generando una relación de alta sensibilidad entre las actividades antrópicas desarrolladas en la cuenca y el bienestar de la población.

En términos de acceso temporal al recurso, los resultados de la encuesta muestran una distribución heterogénea en la frecuencia de uso del agua (Figura 5). El 17% de las personas encuestadas manifestó que casi nunca tiene acceso continuo al agua, lo que evidencia problemas de disponibilidad, distancia o calidad del recurso. En contraste, el 83% indicó que accede al agua todos los días, mientras que el 12% lo hace entre 4 y 6 días por semana y un 2% entre 1 y 3 días. Esta variabilidad refleja desigualdades internas en el acceso, asociadas a la localización de las viviendas, la cercanía a las fuentes hídricas y las condiciones ambientales del territorio.

Figura 5. Frecuencia de acceso al agua durante la semana



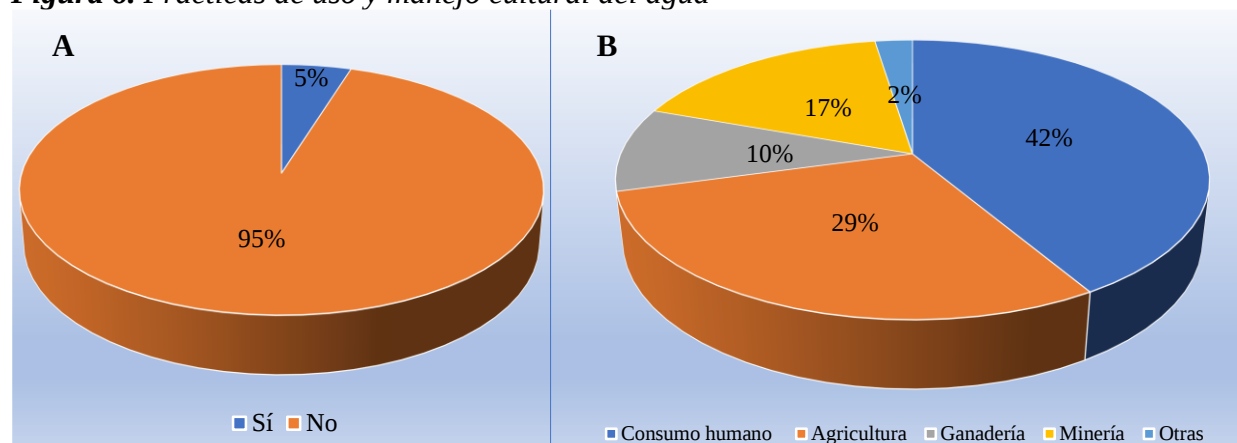
Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta. La grafica representa la respuesta a la pregunta: ¿Con qué frecuencia tiene acceso al agua durante la semana?

Esta situación implica que, aunque el río constituye la principal fuente de abastecimiento, no garantiza un acceso constante ni equitativo para toda la población, profundizando condiciones de vulnerabilidad social y ambiental, especialmente para los hogares con acceso intermitente o limitado.

En términos de gestión del territorio, este resultado sugiere que cualquier alteración en la dinámica ecológica del río tiene impactos directos e inmediatos sobre la seguridad hídrica, la salud y las actividades productivas de la comunidad, lo que refuerza la necesidad de implementar estrategias de manejo integral del recurso hídrico que consideren tanto las dimensiones culturales como las ambientales.

Aunque el río Andágueda es altamente valorado por la comunidad, los resultados de la encuesta evidencian que no existen acciones colectivas estructuradas para la protección del recurso hídrico (Figura 6A). Las prácticas de uso identificadas (Figura 6B) se concentran principalmente en actividades domésticas, agrícolas y productivas, realizadas con el agua disponible en las fuentes locales.

Figura 6. Prácticas de uso y manejo cultural del agua



Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta. Las láminas representan las respuestas a: (A) ¿La comunidad realiza acciones para proteger el agua? y (B) ¿Utiliza el agua para alguna de las siguientes actividades?

Si bien el 80% de la población utiliza directamente el agua del río para consumo humano, el porcentaje restante obtiene el recurso de fuentes alternativas como quebradas secundarias, nacederos y, en menor medida, pozos artesanales, las cuales forman parte de la red hídrica local. Sin embargo, estas fuentes tampoco cuentan con sistemas de captación ni tratamiento, lo que implica que, independientemente del origen del agua, la población consume el recurso en condiciones similares de vulnerabilidad sanitaria.

Esta situación se complementa con la existencia de acciones individuales y esporádicas orientadas a reducir impactos, tales como evitar arrojar residuos al río, realizar limpiezas ocasionales o limitar el uso doméstico del agua; no obstante, dichas prácticas carecen de coordinación comunitaria, continuidad y respaldo institucional. Adicionalmente, bajo la percepción de la comunidad, no existe infraestructura para el tratamiento del agua ni mecanismos formales de gestión comunitaria, lo que refuerza la dependencia directa de las fuentes naturales y limita la capacidad de prevención frente a procesos de contaminación o deterioro del recurso.

Las observaciones directas confirman esta situación: (1) presencia de residuos sólidos en todos los puntos evaluados, (2) ausencia de prácticas de protección comunitaria, (3) actividades humanas realizadas dentro de la ronda hídrica. Por lo tanto, se sintetiza que la cultura del agua está presente, pero no existe aún estrategias de conservación, lo que limita la capacidad de autoprotección del ecosistema y de la salud comunitaria.

En síntesis, estos resultados indican, que aunque existe una cultura del agua profundamente arraigada, esta no se ha traducido en estrategias colectivas de conservación ni en esquemas de gobernanza hídrica, lo que limita tanto la capacidad de autoprotección del ecosistema como la reducción de riesgos para la salud comunitaria.

7.1.4. Organización social y gobernanza hídrica

Los 39 de 41 encuestados afirman que la comunidad no cuenta con mecanismos formales de protección (Figura 6A). En las entrevistas, frases como: “muy pocas acciones”, “ningún apoyo”, “no hemos recibido asesoría”, revelan ausencia de liderazgo y falta de articulación con instituciones locales. Esto indica que existe un vacío de gobernanza que impide enfrentar los impactos socioambientales, lo que justificará las estrategias que se propongan en este documento.

7.2. Analizar las Principales Actividades Socioeconómicas de las Comunidades y su Relación con el Uso y Manejo del Recurso Hídrico

7.2.1. Actividades socioeconómicas predominantes

Las encuestas revelan que la comunidad utiliza el agua para consumo humano (42%), agricultura (19%), minería (17) y ganadería con un 10% (Figura 6B). De estas, la minería, aunque no es la más frecuente en número de usos, es la más mencionada como afectación (principal en entrevistas), la más visible en observación directa (maquinaria, sedimentos, deforestación) y la de mayor impacto en la percepción comunitaria (18 menciones en afectación, de acuerdo con las respuestas de la entrevista).

La nube refuerza este patrón al mostrar alta frecuencia de palabras como “minería”, “maquinaria”, “oro”, “afectando”, “contaminación” (Figura 2).

7.2.2. Relación entre actividades y deterioro del agua

7.2.2.1. Minería

Es la presión dominante según los tres instrumentos metodológicos: (1) genera sedimentación, turbidez, pérdida de transparencia, olores; (2) afecta la disponibilidad del agua y contamina nacederos, (3) induce deforestación y erosión del suelo, (4) altera el cauce y la dinámica natural del río.

7.2.2.2. Agricultura y ganadería

Se realizan cerca al cauce, generando: (1) erosión de orillas, (2) arrastre de suelos y materia orgánica, (3) uso de agua superficial sin control.

7.2.2.3. Consumo doméstico

La toma directa del río sin tratamiento aumenta riesgo sanitario.

El proceso de observación directa permitió confirmar la presencia de diversos tipos de residuos y fuentes de contaminación a lo largo del curso del río Andágueda. Entre los elementos más recurrentes se identificaron residuos sólidos de origen doméstico, tales como plásticos, envases, bolsas, restos de empaques y otros desechos inorgánicos depositados tanto en el cauce como en las orillas del río.

Adicionalmente, se evidenció la presencia de excrementos humanos y animales en sectores cercanos al cauce, asociados a la ausencia de sistemas de saneamiento básico y al uso del río como espacio para actividades domésticas. Esta situación representa una fuente directa de contaminación microbiológica del agua, incrementando los riesgos sanitarios para la población que consume el recurso sin tratamiento.

La observación también registró deforestación de la vegetación ribereña, lo cual favorece procesos de erosión de las orillas y el arrastre de sedimentos, explicando la alta turbidez y los

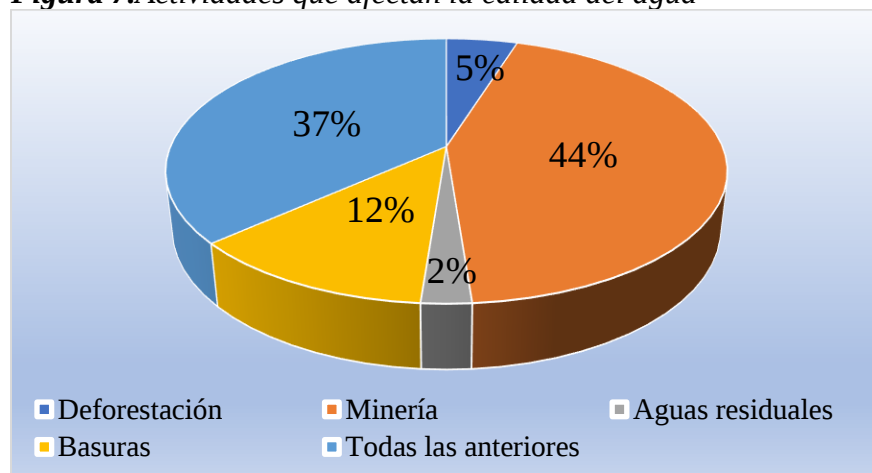
olores anómalos percibidos en distintos tramos del río. Asimismo, se constató la ausencia de infraestructura de captación y tratamiento del agua, así como la realización de actividades productivas (minería, agricultura y ganadería) dentro de la ronda hídrica, en zonas donde la normativa ambiental restringe este tipo de usos.

En conjunto, estos hallazgos evidencian una presión múltiple y acumulativa sobre el recurso hídrico, derivada de prácticas domésticas, productivas y de manejo inadecuado de residuos, lo que contribuye al deterioro progresivo de la calidad del agua y refuerza la necesidad de intervenciones integrales de gestión ambiental y sanitaria en la cuenca.

7.2.3. Percepción comunitaria sobre actividades contaminantes

De acuerdo con los resultados de las encuestas aplicadas, el 44% de los participantes creen que la minería es la principal actividad que afecta la calidad del agua; el 37% indica que la afectación de la calidad del agua del río Andágueda se debe a la combinación de la minería, la arrojada de basura, de aguas residuales y la deforestación (Figura 7).

Figura 7. Actividades que afectan la calidad del agua



Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta. La lámina representa la respuesta a: ¿Qué actividades cree usted que están afectando la calidad del agua?

Los resultados de las entrevistas aplicadas por su parte indicaron que la minería aparece en 100% de las respuestas como la principal actividad contaminante, lo cual es reforzado en la nube de palabras.

En síntesis, existe una percepción clara y homogénea de la comunidad sobre la minería como causa principal del deterioro ambiental.

7.3. Estructura Subyacente de las Percepciones Comunitarias

7.3.1. Descripción del Comportamiento Global en el Espacio Factorial

El análisis multivariado se aplicó exclusivamente a las variables categóricas de la encuesta, transformadas mediante codificación One-Hot y analizadas posteriormente mediante Análisis de Componentes Principales (PCA). Los dos primeros componentes principales explicaron conjuntamente el 84% de la variabilidad total presente en los datos.

El plano factorial evidencia una dispersión moderada de los puntos, lo que sugiere la existencia de subgrupos de participantes con patrones de respuesta similares, aunque sin una segmentación extrema. Esta configuración indica que las percepciones comunitarias no son completamente homogéneas, pero tampoco totalmente fragmentadas. La distribución observada en el espacio factorial revela dimensiones latentes que estructuran las respuestas, principalmente relacionadas con la percepción de afectación del recurso hídrico, la identificación de actividades contaminantes, el nivel de acceso al agua y la percepción de cambios en su disponibilidad.

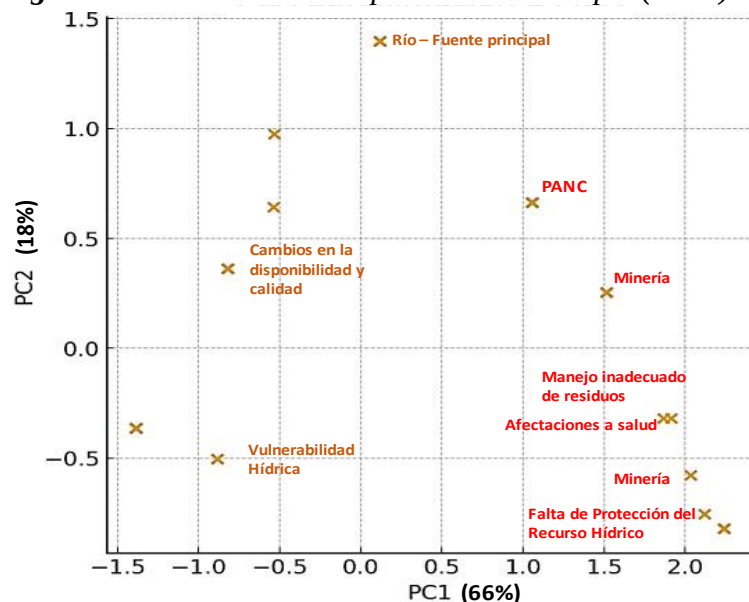
7.3.2. Interpretación del Componente 1 (PC1): Eje de conflicto socioambiental y presión antrópica

El primer componente principal (PC1) explicó el 66% de la varianza (Figura 8). Este eje agrupa a los participantes según su grado de percepción de afectación del recurso hídrico y su asociación con actividades de presión antrópica. En el extremo positivo del eje se ubican las respuestas caracterizadas por:

- ✓ Percepción de alto nivel de contaminación del agua,
- ✓ Identificación de la minería y el manejo inadecuado de residuos como principales factores de afectación,
- ✓ Reporte de afectaciones a la salud asociadas al consumo de agua,
- ✓ Ausencia de acciones comunitarias para la protección del recurso.

En el extremo opuesto se encuentran las respuestas con percepción moderada o baja de riesgo, menor atribución de la afectación a actividades específicas y menor reporte de problemas de salud.

Figura 8. *Análisis de Correspondencias Múltiple (ACM) resultante de las encuestas aplicadas*



Nota. Elaboración propia. Se construyó utilizando una combinación de codificación one-hot y Análisis de Componentes Principales (PCA).

En síntesis, el componente 1 revela un patrón claro: a mayor reconocimiento de actividades extractivas y residuos como factores de deterioro, mayor es la percepción de riesgo y deterioro del agua. Esto indica que los habitantes que residen en zonas de influencia directa de actividades como minería o deforestación muestran perfiles ambientales más críticos, lo que coincide con observaciones de campo y entrevistas.

7.3.3. Interpretación del Componente 2 (PC2) Eje de acceso al agua, vulnerabilidad y dependencia hídrica

El segundo componente (PC2) explicó el 18% de la varianza (Figura 8). Este eje diferencia a los participantes según su nivel de dependencia y vulnerabilidad hídrica. En los valores positivos se ubican aquellos con:

- ✓ Uso exclusivo o predominante del río como fuente de abastecimiento,
- ✓ Acceso diario al recurso,
- ✓ Percepción de cambios en la disponibilidad del agua en los últimos años,
- ✓ Mayor sensación de vulnerabilidad hídrica.

Los valores negativos corresponden a participantes que utilizan fuentes alternativas (quebradas o pozos), tienen acceso menos frecuente y manifiestan menor certeza sobre cambios en la disponibilidad del agua.

7.3.4. Patrones emergentes del análisis

A partir del plano factorial se identificaron tres perfiles socioambientales predominantes:

Perfil 1: Alta percepción de riesgo y presión antrópica (valores altos en PC1).

Participantes ubicados en zonas con mayor exposición a actividades extractivas, que reportan

mayor afectación a la salud y atribuyen principalmente a la minería el deterioro percibido del agua.

Perfil 2: Alta dependencia y vulnerabilidad hídrica (valores altos en PC2). Caracterizado por uso exclusivo del río, acceso diario y clara percepción de reducción en la disponibilidad del recurso.

Perfil 3: Percepción moderada y mayor heterogeneidad. Participantes con valores bajos en ambos componentes, menor reporte de afectaciones y uso ocasional de fuentes alternativas.

7.3.5. Implicaciones socioambientales del ACM

El análisis multivariado reveló estructuras latentes que complementan los resultados descriptivos y cualitativos. Mediante la triangulación con las entrevistas, la observación directa y el análisis cartográfico, se pudo validar que los perfiles identificados guardan relación con la exposición diferencial de las comunidades a las actividades antrópicas (particularmente minería) y con su grado de dependencia del río Andágueda.

Por ejemplo, el Perfil 1 coincide espacialmente con zonas donde el análisis cartográfico identificó mayor número de conflictos de uso del suelo en cuerpos de agua y rondas hídricas. Asimismo, las diferencias encontradas entre perfiles enriquecen la comprensión de la heterogeneidad de percepciones dentro de la comunidad, aspecto que no era evidente solo con los análisis de frecuencias o las categorías temáticas de las entrevistas.

7.4. Análisis cartográfico

El análisis espacial realizado mediante los mapas temáticos de coberturas, conflictos de uso del suelo, red hídrica y vocación/uso del suelo permitió complementar la caracterización socioambiental de la parte alta de la cuenca del río Andágueda. Estos elementos geospaciales aportan evidencia objetiva sobre el estado del territorio, la distribución de sus coberturas naturales, las presiones antrópicas presentes y las zonas donde el uso del suelo contradice su vocación ecológica. En conjunto, estos mapas refuerzan los resultados obtenidos mediante encuestas, entrevistas y observación directa, proporcionando una visión integral y multiescalar del territorio.

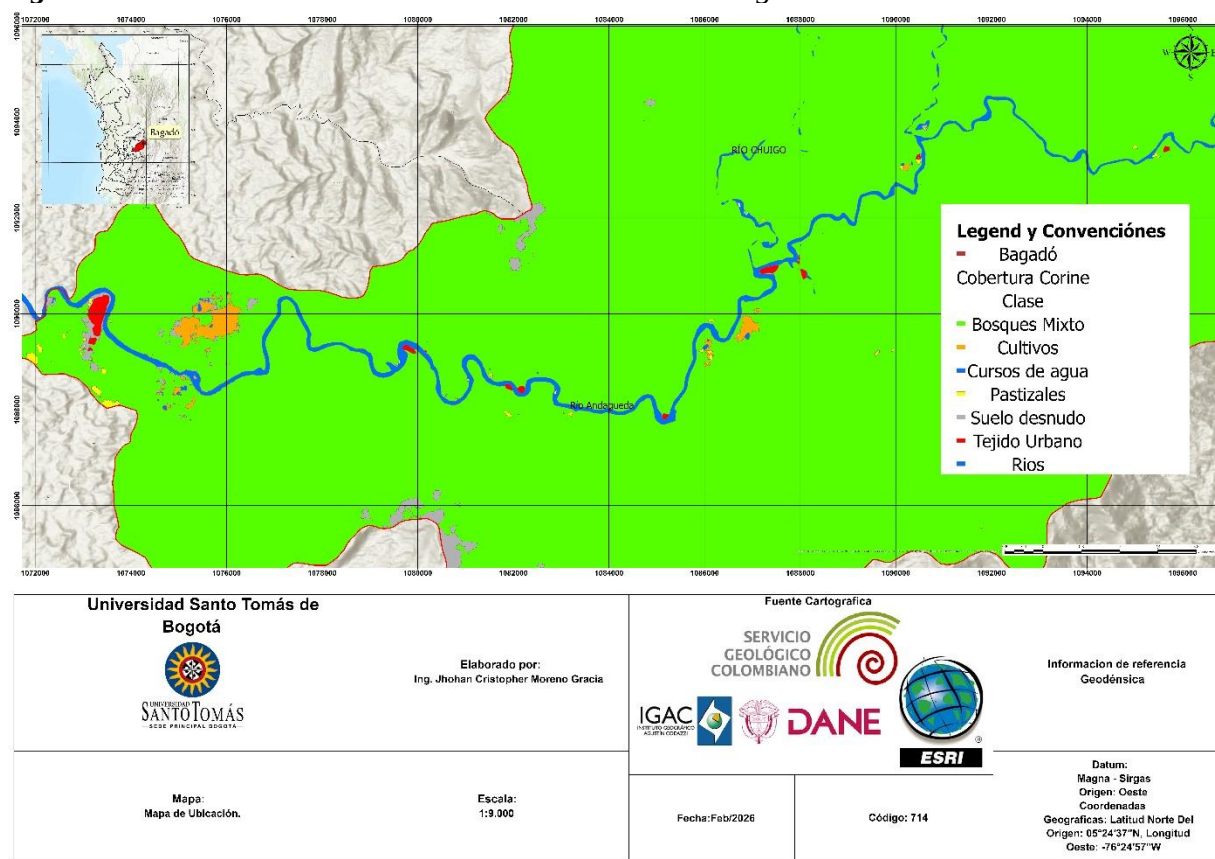
7.4.1. Coberturas de la tierra

El análisis del mapa de coberturas de la tierra en la parte alta de la cuenca del río Andágueda (Figura 9) permite identificar no solo la distribución espacial de los distintos tipos de cobertura, sino también su relación con las actividades productivas desarrolladas por las comunidades y su proximidad al sistema hídrico, aspecto clave para comprender las presiones sobre el recurso agua.

La cobertura dominante corresponde al bosque mixto, que ocupa aproximadamente el 96% del área total de la cuenca. Esta cobertura se asocia principalmente a funciones ecológicas de regulación hídrica, conservación de la biodiversidad y protección de suelos, y se localiza mayoritariamente en zonas alejadas del cauce principal y de difícil acceso, donde las actividades productivas son limitadas o inexistentes. La persistencia de esta cobertura indica que amplias áreas de la cuenca mantienen un alto grado de conservación ecológica.

No obstante, las coberturas asociadas a intervención antrópica se concentran en franjas cercanas al cauce del río Andágueda y a las quebradas secundarias, evidenciando una relación directa entre accesibilidad hídrica y uso del suelo. En particular, el suelo desnudo, que representa cerca del 3% del área total (2.468 ha), se localiza predominantemente a distancias cortas del cauce (entre 5 y 15 metros), lo que sugiere una fuerte asociación con actividades mineras aluviales, donde la remoción de la cobertura vegetal, el movimiento de sedimentos y la alteración del lecho del río generan superficies expuestas.

Figura 9. Cobertura de la tierra en la cuenca del río Andágueda



Nota. Mapa Elaborado a partir de base cartográfica del IGAC 2025

De forma complementaria, las áreas destinadas a cultivos (96 ha) y pastizales (126 ha) se distribuyen en parches pequeños y discontinuos, generalmente ubicados en zonas próximas a las

viviendas y en márgenes del río o quebradas, lo que indica un uso del suelo orientado a la agricultura de subsistencia y ganadería de pequeña escala, dependientes del acceso directo al agua. Estas actividades, aunque de baja extensión, adquieren relevancia ambiental por su cercanía a la red hídrica, ya que favorecen procesos de erosión de orillas y arrastre de sedimentos hacia el cauce.

La cobertura correspondiente a tejido urbano (90 ha) presenta una extensión reducida y se concentra en asentamientos dispersos cercanos al río, confirmando que la localización de la población está fuertemente condicionada por la disponibilidad del recurso hídrico y las vías fluviales como medio de transporte.

En conjunto, el análisis espacial de las coberturas evidencia que, si bien la cuenca del río Andágueda conserva una matriz predominantemente forestal, las actividades productivas se desarrollan de manera preferencial en áreas próximas al sistema hídrico, incrementando la presión sobre el recurso agua. Esta relación espacial explica por qué intervenciones relativamente pequeñas en términos de superficie generan impactos significativos sobre la calidad del agua, y refuerza la necesidad de priorizar estrategias de manejo, restauración y control en las zonas ribereñas y de ronda hídrica.

En el mapa de cobertura también se identifica la presencia de 2.468 ha de suelo desnudo, que aunque representan aproximadamente el 3% del área total de la cuenca, adquieren una alta relevancia ambiental debido a su localización en la parte alta de la cuenca del río Andágueda, principalmente en sectores cercanos al cauce principal y a quebradas secundarias.

Los alrededores de estas áreas de suelo desnudo se caracterizan por una matriz predominantemente forestal, interrumpida localmente por zonas de intervención asociadas a actividades mineras, caminos de acceso informal y áreas de remoción de sedimentos. Esta

configuración evidencia un patrón de uso del suelo altamente contrastante, donde parches intensamente intervenidos se insertan dentro de un paisaje mayoritariamente conservado, aumentando su impacto sobre el sistema hídrico.

La remoción de la cobertura vegetal y del suelo superficial en estas zonas favorece procesos de erosión acelerada, arrastre de sedimentos hacia el cauce, incremento de la turbidez del agua, reducción de la capacidad de infiltración y pérdida de hábitats acuáticos, efectos que fueron reiteradamente señalados por la comunidad en las entrevistas, donde la minería fue identificada como el principal factor de deterioro del agua.

Es importante señalar que el análisis de coberturas presentado corresponde a un diagnóstico del estado actual del territorio, basado en la información cartográfica más reciente disponible (2024-2025)¹, y no evalúa cambios temporales entre años. No obstante, este corte espacial permite identificar con claridad las áreas críticas de intervención y constituye una línea base fundamental para futuros procesos de monitoreo y evaluación de cambios en la cuenca.

Otro aspecto que puede observarse en el mapa de cobertura es la escasa superficie destinada a cultivos (96 ha), esto confirma que las actividades agrícolas son de baja escala y mayoritariamente de subsistencia, lo cual concuerda con lo reportado por los encuestados sobre el uso del agua para agricultura familiar y huertas.

La mínima presencia de pastizales y áreas urbanas indica que el territorio rural mantiene un patrón de asentamientos dispersos sin una expansión urbana significativa. Todo esto implica que la cuenca conserva una alta integridad ecológica, pero los focos de degradación asociados a minería tienen un impacto desproporcionado sobre la calidad del agua. Por lo tanto, las estrategias de restauración deben priorizar las zonas de suelo desnudo, especialmente las

¹ Para todos los mapas se utilizaron los metadatos y Shapefiles más recientemente que reposan en el IGAC, SGC, Dane y Esri., precisamente 2024-2025.

cercanas al cauce. Además, la baja expansión agrícola formal sugiere oportunidad para promover sistemas agroforestales sostenibles.

7.4.2. Conflictos de uso del suelo

Se identificaron 145 polígonos con conflictos de uso, distribuidos principalmente en: (1) conflictos en áreas de cuerpos de agua (categoría CA), la cual abarca más de 120 polígonos, con un área entre 0,01 y 25,7 ha, (2) conflictos por sobreutilización en zonas pantanosas (categoría CPa), que incluye 26 polígonos, con un área entre 0,01 y 21 ha (Figura 10).

El análisis de los conflictos de uso del suelo en la cuenca del río Andágueda permitió identificar los siguientes:

(1) Conflictos en cuerpos de agua: evidencia de intervención directa del cauce

En esta parte se identifica la presencia de 13 polígonos dentro o sobre los cuerpos de agua (Figura 10), lo que evidencia la modificación del cauce, extracción de materiales, instalación de maquinaria o balsas mineras, ocupación indebida de rondas hídricas.

El polígono más grande (25,71 ha) refuerza la magnitud de la intervención, lo cual coincide con los informes de la comunidad sobre turbidez creciente, cambios en el color del agua, disminución del caudal en quebradas menores.

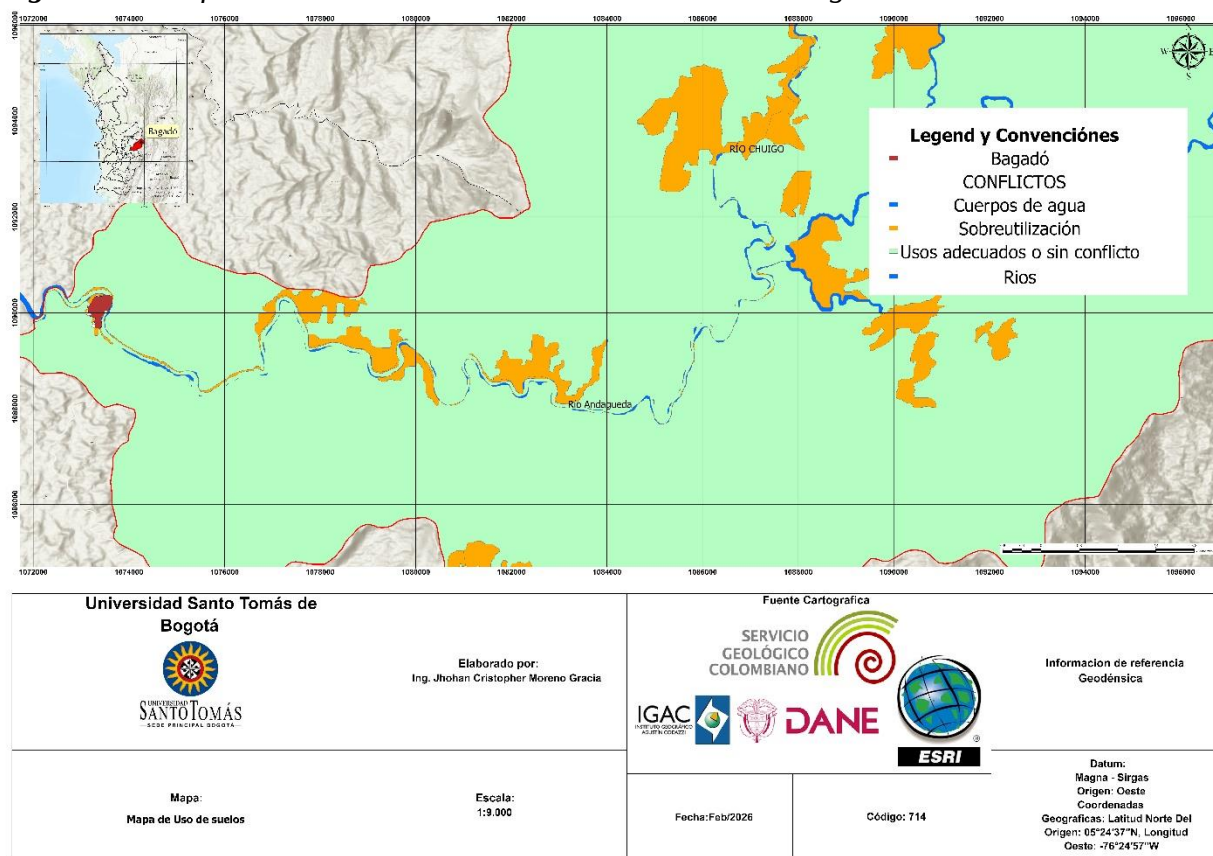
(2) Conflictos por sobreutilización en áreas pantanosas

Estos conflictos revelan uso inapropiado de suelos naturalmente frágiles, asociados a cultivos de tránsito, apertura de espacios para agricultura, extracción de materiales o drenaje.

Las áreas pantanosas cumplen funciones ecológicas críticas: retienen agua, regulan inundaciones y filtran sedimentos. Su intervención aumenta la vulnerabilidad de la cuenca y agrava la pérdida de calidad del agua.

En síntesis, el nivel de conflicto identificado muestra un desequilibrio importante entre uso actual y vocación del suelo, especialmente en zonas hídricas. Esto refuerza la necesidad urgente de delimitar rondas hídricas y controlar actividades extractivas.

Figura 10. Conflictos de uso del suelo en la cuenca del río Andágueda

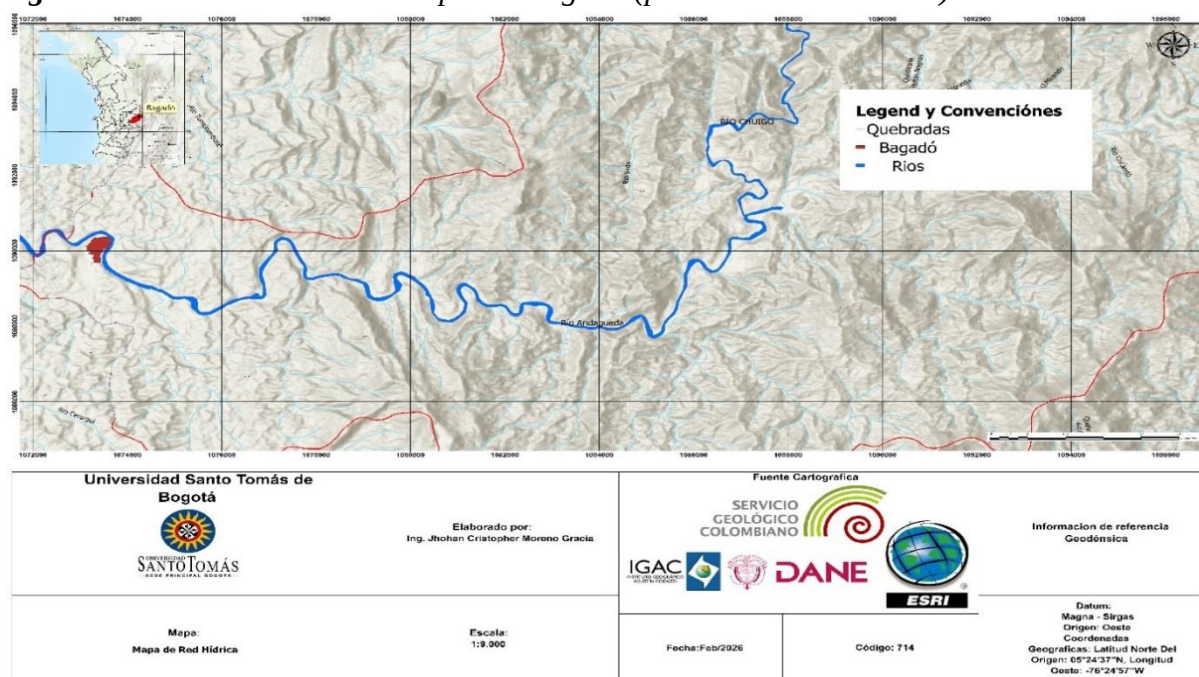


Nota. Mapa elaborado a partir de base cartográfica del IGAC 2025

7.4.3. Red hídrica del municipio de Bagadó

La red hídrica del río Andágueda en su parte alta presenta un sistema compuesto por múltiples quebradas secundarias (Chuigo, Cuchadocito, Agua Clara, Guayacán, entre otras; Figura 11), las cuales fueron mencionadas recurrentemente en las entrevistas como fuentes de agua para consumo diario.

Figura 11. Red hídrica del municipio de Bagadó (parte alta de la cuenca)

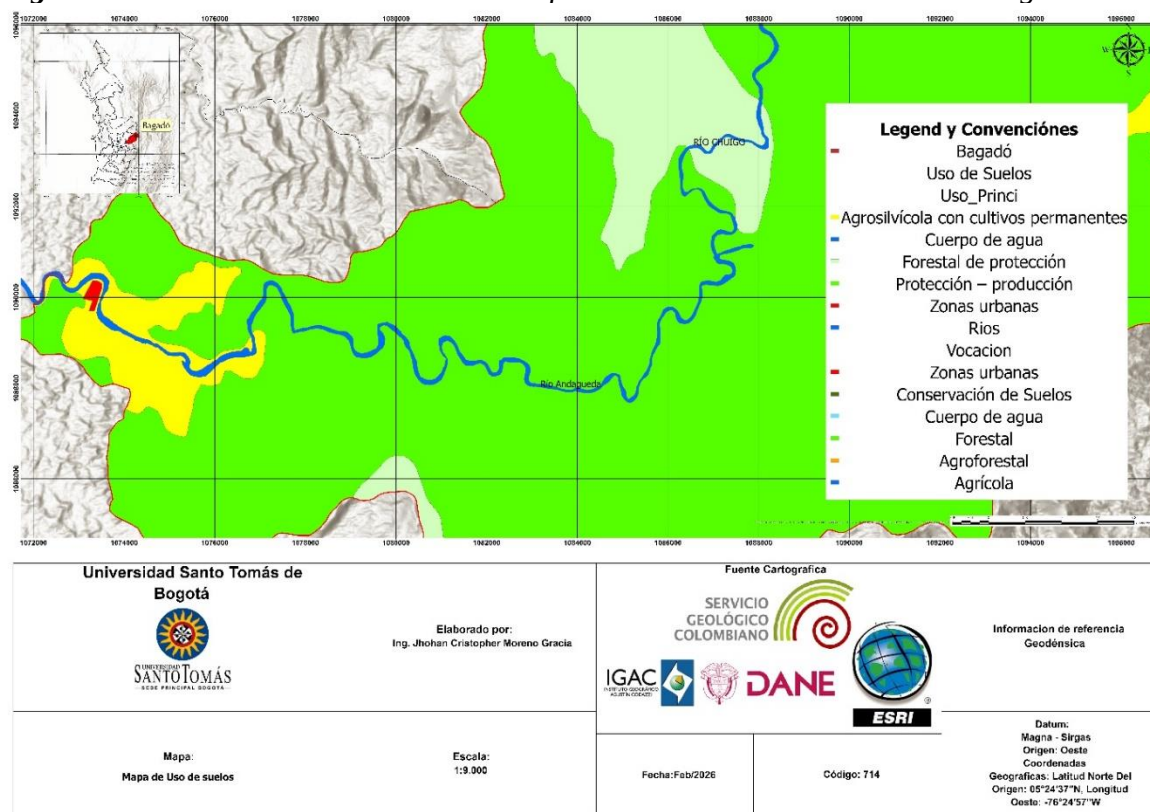


Nota. Mapa elaborado a partir de base cartográfica del IGAC 2025

7.4.4. Uso o vocación del Suelo

En el mapa de uso/vocación del suelo (Figura 12) se identifica (1) predominio de vocación forestal (95%), lo que reafirma que la cuenca es un territorio cuya función ecológica principal está asociada a regulación hídrica, conservación de biodiversidad y protección de suelos.

Figura 12. Uso o vocación del suelo en la parte alta de la Cuenca del río Andágueda



Nota. Mapa elaborado a partir de base cartográfica del IGAC 2025

(2) Escasez de vocación agrícola (solo 1.869 ha). El modelo territorial no está orientado a la agricultura extensiva, sino a sistemas agroforestales, cultivos permanentes, producción familiar de pequeña escala. Esto coincide plenamente con los resultados socioeconómicos obtenidos en las encuestas y entrevistas.

(3) Mínima área urbana (33 ha). Indica que no existe una expansión urbana significativa en la parte alta de la cuenca.

La minería (que es la principal actividad afectante según la comunidad) no coincide con la vocación natural del suelo, generando un conflicto ambiental importante. Por lo tanto, las estrategias propuestas en este estudio deben priorizar: restauración ecológica, protección de suelos forestales y fortalecimiento de la gobernanza del agua.

7.5. Estrategias Propuestas para la Gestión Sostenible de la Cuenca

Los resultados obtenidos a través de la triangulación entre encuestas, entrevistas, observación directa, análisis multivariado (PCA) y análisis cartográfico revelaron la necesidad de estrategias integrales que aborden simultáneamente la gobernanza comunitaria, la reducción de presiones antrópicas percibidas, la restauración de áreas críticas y el fortalecimiento institucional.

Las estrategias se formularon mediante un procedimiento sistemático que incluyó:

- ✓ Triangulación de todos los hallazgos para identificar problemas prioritarios.
- ✓ Construcción de una matriz de priorización multicriterio con cuatro dimensiones: (a) relevancia según percepciones comunitarias y evidencia espacial, (b) urgencia percibida, (c) factibilidad institucional y comunitaria, y (d) alineación con el marco legal y de planificación territorial (POMCA).
- ✓ Jerarquización en cuatro ejes estratégicos y diferenciación temporal (corto plazo: 0-1 año; mediano plazo: 1-3 años; largo plazo: más de 3 años).

Este procedimiento permitió pasar de un conjunto de recomendaciones operativas a un diseño estratégico evaluado y jerarquizado, orientado a fortalecer la gestión sostenible de la parte alta de la cuenca del río Andágueda.

Tabla 1. Estrategias propuestas para la gestión de la parte alta de la cuenca del río Andágueda

Eje Estratégico	Estrategia	Fundamento en los resultados	Plazo	Actores principales responsables	Factibilidad	Indicadores de seguimiento
1. Gobernanza Comunitaria y Participación	1.1. Creación y fortalecimiento del Comité Comunitario de Gestión del Agua (CCGA)	Ausencia de acciones colectivas (95% de encuestados) y vacío de gobernanza reportado en entrevistas	Corto	Comunidad, Alcaldía de Bagadó, líderes locales	Alta	Acta de conformación, número de reuniones anuales
	1.2 Monitoreo participativo del recurso hídrico	Percepción de turbidez, olores y cambios en	Corto-Mediano	Comité comunitario de gestión del	Media-Alta	Número de monitoreos realizados,

		disponibilidad; Perfil 2 del PCA (alta vulnerabilidad)		agua “CCGA”, comunidad, apoyo técnico de Codechocó o Universidades		registros comunitarios
	1.3 Acuerdos comunitarios de buen uso del agua y rondas hídricas	Observación de residuos y actividades en rondas hídricas; conflictos de uso identificados en cartografía	Corto	Comunidad y CCGA	Alta	Acuerdos firmados, reducción de prácticas inadecuadas observadas
2. Conservación y Restauración Ambiental	2.1 Delimitación participativa de rondas hídricas	Conflictos de uso en cuerpos de agua (145 polígonos) y observación directa	Corto-Mediano	CCGA, Alcaldía, Codechocó	Media	Metros de ronda delimitada y señalizada
	2.2 Programa comunitario de restauración ecológica	Áreas de suelo desnudo (2.468 ha) asociadas a minería y vocación forestal predominante (95 %)	Mediano-Largo	Comunidad, Alcaldía, entidades ambientales	Media	Hectáreas restauradas, supervivencia de especies a 1 y 2 años
	2.3 Gestión integral de residuos sólidos	Presencia recurrente de residuos en cauce y orillas (observación directa)	Corto	CCGA y Alcaldía	Alta	Cantidad de residuos retirados, reducción de puntos críticos
3. Manejo Sostenible de Actividades Productivas	3.1 Plan comunitario de ordenamiento de la minería artesanal	Minería identificada como principal presión (100 %, entrevistas y encuestas 44 %) y conflictos cartográficos	Mediano	CCGA, Alcaldía, Codechocó	Media	Zonas priorizadas, reducción de intervención en rondas hídricas
	3.2 Promoción de alternativas productivas sostenibles (agroforestería)	Baja superficie agrícola y alta vocación forestal; presión de ganadería y agricultura de subsistencia	Mediano-Largo	Alcaldía, secretaria de medio ambiente y agricultura sostenible, comunidad	Media	Número de familias vinculadas, reducción de presión en rondas hídricas
4. Fortalecimiento Institucional y Educación Ambiental	4.1 Escuelas comunitarias de educación ambiental	Desconocimiento de normas y baja organización reportada	Corto-Mediano	CCGA, Alcaldía, instituciones educativas	Alta	Número de talleres, participantes capacitados
	4.2 Articulación interinstitucional	Ausencia de acompañamiento institucional	Mediano-Largo	Alcaldía, Codechocó,	Media	Convenios suscritos, presencia

	para la gestión de la cuenca	reportada consistentemente		Universidad Santo Tomás		institucional en la cuenca
--	---------------------------------	-------------------------------	--	----------------------------	--	-------------------------------

Nota. Elaboración propia a partir de la triangulación de resultados y matriz de priorización multicriterio.

8. Discusión

Los resultados de esta investigación permiten una comprensión integrada de la parte alta de la cuenca del río Andágueda como un sistema socioecológico complejo, donde las dimensiones culturales, socioeconómicas y territoriales interactúan de manera dinámica. Sin embargo, más allá de confirmar tendencias ya documentadas en la literatura sobre cuencas tropicales afectadas por minería, el estudio revela tensiones, contradicciones y heterogeneidades que enriquecen el debate sobre la gestión sostenible del recurso hídrico en contextos de alta vulnerabilidad como el Chocó biogeográfico.

8.1. Significados Socioculturales y Percepción de la Calidad de Agua

El río Andágueda emerge como un elemento central en la identidad y la vida cotidiana de las comunidades, descrito consistentemente como “fuente de vida”, “sustento” y “segundo hogar”. Esta fuerte valoración simbólica y cultural coincide con estudios que conceptualizan el agua como parte de territorios hidrosociales (Vásquez et al., 2024). No obstante, surge una contradicción interna significativa: mientras el río ocupa un lugar prominente en la narrativa colectiva, existe una percepción generalizada de afectación en su calidad (95% de los encuestados lo considera medianamente o muy contaminado). Esta disonancia entre el valor cultural atribuido al agua y su estado percibido genera una tensión que trasciende lo ambiental y adquiere dimensiones existenciales y de seguridad hídrica para las comunidades.

Resulta particularmente relevante que esta percepción de deterioro coexista con un alto consumo directo del recurso sin tratamiento (80% de la población), lo que configura una

situación de vulnerabilidad sanitaria que las comunidades reconocen pero que, hasta el momento, no ha logrado traducirse en acciones colectivas estructuradas.

8.2. Actividades Socioeconómicas, Presiones Percibidas y Evidencia Territorial

La minería aurífera fue consistentemente identificada por la comunidad (100% de las entrevistas y 44% de las encuestas) como la principal actividad asociada a la afectación percibida del recurso hídrico. Este hallazgo confirma patrones documentados en cuencas del Chocó (Bejarano-Murillo, 2014; Restrepo-Valencia, 2015). Sin embargo, la triangulación con el análisis cartográfico introduce una tensión interesante: aunque la cobertura boscosa aún domina (96% del área), los conflictos de uso del suelo se concentran de manera crítica en rondas hídricas y cuerpos de agua (145 polígonos identificados).

Esta tensión entre una matriz forestal mayoritariamente conservada y focos intensos de intervención antrópica cercanos al cauce sugiere que impactos localizados pueden generar efectos desproporcionados sobre la percepción comunitaria y la funcionalidad percibida del sistema hídrico. Además, surge un resultado parcialmente inesperado: aunque la agricultura y ganadería tienen menor representación en las menciones de contaminación, su ubicación sistemática cerca de las fuentes hídricas las convierte en factores contribuyentes a la presión acumulativa, aspecto que requiere mayor atención en futuros procesos de ordenamiento territorial.

8.3. Gobernanza comunitaria, vulnerabilidad hídrica y divergencias entre subgrupos

Uno de los hallazgos más relevantes es la casi total ausencia de mecanismos formales de gobernanza hídrica local (95% de los encuestados reportó que no existen acciones colectivas estructuradas). Esta debilidad institucional y comunitaria coincide con literatura sobre gobernanza del agua en territorios rurales (Akamani, 2023; Tejada, 2025), pero el análisis multivariado (PCA) permite profundizar en la divergencia entre subgrupos comunitarios.

El Perfil 1 (alta percepción de riesgo y presión antrópica) se asocia principalmente con participantes ubicados en zonas de mayor exposición a actividades mineras, mientras que el Perfil 2 (alta dependencia y vulnerabilidad hídrica) agrupa a aquellos con uso exclusivo del río. Estas divergencias revelan que la experiencia socioambiental no es homogénea: la proximidad física a las presiones antrópicas moldea de manera diferenciada tanto la percepción de riesgo como el sentido de vulnerabilidad. Esta heterogeneidad constituye una tensión territorial importante, ya que cualquier estrategia de gestión sostenible deberá considerar estas diferencias para evitar reproducir inequidades internas dentro de la propia comunidad.

8.4. Tensiones entre percepción comunitaria y evidencia territorial

La triangulación de fuentes pone de manifiesto una tensión metodológica y epistemológica relevante: la percepción comunitaria señala de forma enfática la minería como factor dominante de afectación, mientras que el análisis cartográfico muestra que las intervenciones antrópicas, aunque localizadas, se insertan en un paisaje predominantemente forestal. Esta discrepancia no invalida ninguna de las fuentes, pero obliga a reflexionar sobre los

límites de cada una: la percepción capta el impacto vivido y acumulado en el tiempo, mientras que la cartografía refleja un estado espacial en un momento determinado.

Esta tensión refuerza la necesidad de enfoques híbridos que integren conocimiento local y herramientas espaciales, pero también evidencia los desafíos de interpretar indicadores perceptuales sin contar con mediciones biofísicas directas.

8.5. Implicaciones para la gestión sostenible de la cuenca

Los hallazgos de este estudio sugieren que la gestión sostenible de la cuenca del río Andágueda requiere superar enfoques puramente técnicos o sectoriales para avanzar hacia modelos que reconozcan la complejidad socioecológica y la heterogeneidad interna de las comunidades. La fuerte valoración cultural del río, combinada con la débil gobernanza local y las divergencias en las percepciones, indica que las estrategias más efectivas serán aquellas que partan de la construcción colectiva de acuerdos y que articulen de manera efectiva el conocimiento local con el acompañamiento institucional.

En este sentido, los resultados aportan elementos para fortalecer los procesos de formulación o actualización del POMCA de la cuenca, particularmente en lo relacionado con participación comunitaria, ordenamiento de rondas hídricas y manejo diferenciado de actividades extractivas según niveles de vulnerabilidad territorial.

9. Conclusiones

El presente estudio caracterizó los componentes socioambientales de la parte alta de la cuenca del río Andágueda mediante un enfoque mixto que integró percepciones comunitarias, observación directa, análisis multivariado y cartografía secundaria. Los resultados revelan que el río Andágueda constituye un eje estructurante de la identidad sociocultural de las comunidades, valorado como fuente de vida, sustento y espacio de cohesión colectiva. Sin embargo, esta valoración simbólica fuerte coexiste con una percepción generalizada de afectación en la calidad del recurso hídrico y una alta dependencia directa de sus aguas sin tratamiento adecuado, configurando una contradicción interna de relevancia tanto cultural como sanitaria.

La minería aurífera fue consistentemente identificada como la principal presión percibida, mientras que el análisis cartográfico mostró que las intervenciones antrópicas, aunque localizadas, generan conflictos de uso críticos en rondas hídricas y cuerpos de agua. Esta tensión entre una matriz forestal mayoritariamente conservada y focos intensos de degradación resalta la importancia de considerar impactos acumulativos y localizados más allá de la cobertura general del territorio.

El análisis multivariado (PCA) permitió identificar tres perfiles socioambientales diferenciados, evidenciando una heterogeneidad interna significativa en las percepciones y niveles de vulnerabilidad hídrica de las comunidades. Estas divergencias entre subgrupos (asociadas principalmente al grado de exposición a actividades extractivas y al nivel de dependencia del río) subrayan que las experiencias socioambientales no son homogéneas y que cualquier estrategia de gestión debe reconocer esta diversidad para evitar reproducir inequidades.

En síntesis, la integración de saberes locales con herramientas espaciales y análisis multivariado demostró ser una aproximación válida para caracterizar sistemas socioecológicos complejos en contextos de información primaria limitada. No obstante, los hallazgos también ponen de manifiesto los límites epistemológicos de enfoques basados principalmente en percepción cuando no se cuenta con mediciones biofísicas directas. Los resultados aportan insumos relevantes para fortalecer la gobernanza hídrica participativa y la formulación o actualización del POMCA de la cuenca, destacando la necesidad de estrategias que articulen de manera efectiva la dimensión cultural, la heterogeneidad comunitaria y la complejidad territorial del río Andágueda.

10. Recomendaciones

10.1. Recomendaciones para la gestión sociocultural y comunitaria del recurso hídrico

Fortalecer la organización comunitaria mediante la creación y consolidación del Comité Comunitario de Gestión del Agua (CCGA), incorporando explícitamente los diferentes perfiles socioambientales identificados en el análisis multivariado. Se recomienda diseñar espacios de diálogo que permitan visibilizar y trabajar las contradicciones entre el valor cultural del río y su estado percibido, transformando la valoración simbólica en prácticas colectivas de cuidado y corresponsabilidad.

10.2. Recomendaciones para la gestión del agua y la reducción de la vulnerabilidad sanitaria

Priorizar la implementación progresiva de sistemas comunitarios de captación, almacenamiento y tratamiento básico del agua, adaptados a las condiciones rurales y diferenciados según los perfiles de vulnerabilidad hídrica (Perfil 2). Paralelamente, impulsar el monitoreo participativo como herramienta que articule percepción comunitaria con registros sistemáticos, reduciendo la brecha entre experiencia local y evidencia territorial.

10.3. Recomendaciones para el manejo sostenible de las actividades productivas

Avanzar hacia un ordenamiento comunitario del uso del suelo y del agua que considere la tensión entre vocación forestal predominante y las presiones localizadas identificadas en el análisis cartográfico. En particular, se recomienda fortalecer el control diferenciado de la minería artesanal en rondas hídricas y promover alternativas productivas sostenibles (sistemas

agroforestales) compatibles con la heterogeneidad de las comunidades y su grado de exposición a actividades extractivas.

10.4. Recomendaciones para la conservación y restauración ecológica de la cuenca

Priorizar la restauración ecológica de las áreas críticas identificadas (suelo desnudo y rondas hídricas intervenidas), utilizando enfoques participativos que integren conocimiento local y criterios cartográficos. Las acciones deben diferenciarse según los perfiles comunitarios para garantizar apropiación social y sostenibilidad en el tiempo.

10.5. Recomendaciones para el fortalecimiento institucional y la articulación intersectorial

Mejorar la articulación entre comunidad, Alcaldía de Bagadó y autoridades ambientales (Codechoco) mediante convenios que garanticen acompañamiento técnico permanente y presencia institucional en la cuenca. Se sugiere utilizar los resultados de este estudio como insumo técnico para la actualización del POMCA, incorporando explícitamente la heterogeneidad de percepciones y las tensiones territoriales identificadas.

10.6. Recomendaciones para futuras investigaciones

Se recomienda avanzar hacia estudios que combinen análisis perceptuales con mediciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua, permitiendo contrastar de manera más robusta las tensiones entre percepción comunitaria y evidencia biofísica. Asimismo, se sugiere profundizar en análisis multiescales y longitudinales que evalúen la evolución de los perfiles socioambientales y la efectividad de las estrategias participativas implementadas.

11. Referencias

- Akamani, K. (2023). The Roles of Adaptive Water Governance in Enhancing the Transition towards Ecosystem-Based Adaptation. *Water*, 15(13), 2341.
<https://doi.org/10.3390/w15132341>
- Alcaldía de Bagadó. (2016). *Plan de Desarrollo Territorial “Construyendo Progreso y Desarrollo Para Todos” 2016-2019* (Alcaldía de Bagadó, Ed.; 1st ed.).
- Ayala-Mosquera, H. J. (2023). Chocó biogeográfico colombiano: entre el extractivismo, las carencias y el desafío hacia la sustentabilidad territorial. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 8080–8099. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5030
- Bandh, S. A., & Mushtaq, B. (2025). Concepts of Water Quality (pp. 1–65).
https://doi.org/10.1007/978-3-031-86684-5_1
- Bejarano-Murillo, A. (2014). *Gobernanza del agua: El caso del río Cabí (2002–2013)*. Universidad EAFIT.
- Berkes, F. (2009). Evolution of co-management: Role of knowledge generation, bridging organizations and social learning. *Journal of Environmental Management*, 90(5), 1692–1702.
- Berkes, F., & Folke, C. (1998). *Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience* (Cambridge University Press, Ed.; 1st ed.).
- Berrouet, L., Villegas-Palacio, C., & Botero, V. (2020). Vulnerability of Rural Communities to Change in an Ecosystem Service Provision: Surface water supply. A Case Study in the Northern Andes, Colombia. *Land Use Policy*, 97, 104737.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104737>

- Braz, A. M., Garcia, P. H. M., Pinto, A. L., Chávez, E. S., & Oliveira, I. J. de. (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. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v29n1.76232>
- Cárdenas-Obando, M. N. (2018). *Influencia de la gestión de residuos sólidos como procedimiento de gestión ambiental para reducir el impacto en el medio ambiente en la ciudad de lima metropolitana Caso: protransporte* [Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://doi.org/10.19083/tesis/624867>
- Córdoba-Bermúdez, E. J., & Murillo-Asprilla, Y. D. (2019). Diversidad íctica del río Andágueda, cuenca del Atrato, Chocó, Colombia. *Bioetnia*, 16(1), 6–16.
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications
- Cruz, J., & Reátegui, R. (2025). Gestión sostenible de recursos hídricos y gobernanza del agua: revisión de literatura científica 2010-2024. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 12(1), 78–87. <https://doi.org/10.26423/rctu.v12i1.878>
- De Wit, P., & Verheye, W. (2016). *Land use planning for sustainable development*. (Vol. 3).
- Dethier, E. N., Silman, M., Leiva, J. D., Alqahtani, S., Fernandez, L. E., Pauca, P., Çamalan, S., Tomhave, P., Magilligan, F. J., Renshaw, C. E., & Lutz, D. A. (2023). A global rise in alluvial mining increases sediment load in tropical rivers. *Nature*, 620(7975), 787–793. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06309-9>
- Echeverry-Osorio, D. L., & Díaz-Ricardo, S. (2016). Minería aurífera ilegal en el resguardo indígena alto Andágueda. *Novum Jus*, 10(1), 135–149. <https://doi.org/10.14718/NovumJus.2016.10.1.6>

- FAO. (2017). *Watershed Management*. <https://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/watershed-management/basic-knowledge/en/?type=111>
- Ferreira, C. S. S., Kašanin-Grubin, M., Kapović Solomun, M., & Kalantari, Z. (2024). *Impacts of land use and land cover changes on soil erosion*. In *Remote Sensing of Soil and Land Surface Processes* (pp. 229–248). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-15341-9.00023-X>
- Gallardo, J. J., & Maldonado, V. (2012). *Caracterización estructural, restauración, gestión socioambiental y fortalecimiento de la gestión integral del recurso hídrico entre los páramos de Guerrero, Chingaza, Sumapaz, los cerros orientales y su área de influencia* (Municipios de Fomeque, Choachi y Ubaque).
- García-Loaiza, L., Torres-Morales, G., Nova, L., Batista, A., Hurtado, A. B., Norden, N., Rodríguez-Buriticá, S., Medina, C. A., Santos, A. C., Lasso, C. A., Angarita-Sierra, T., Sánchez, A. F., & Villegas, M. C. (2021). *Aproximación participativa e integrada para gestionar la biodiversidad de la cuenca del río Claro (Antioquia), Colombia*. *Biodiversidad En La Práctica*, 6.
- Greenacre, M. (2017). *Correspondence analysis in practice* (3rd ed.). Chapman & Hall/CRC. <https://doi.org/10.1201/9781315369983>
- Hernández, S. M., & Posada, A. (2018). Avances de la investigación sobre la gestión integral del recurso hídrico en Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1079>
- Issac, J., & Newell, R. (2025). Integrating Stakeholder Knowledge Through a Participatory Approach and Semi-Quantitative Analysis for Local Watershed Management. *Systems*, 13(5), 364. <https://doi.org/10.3390/systems13050364>

- Jericó-Daminello, C., Schröter, B., Mancilla Garcia, M., & Albert, C. (2021). Exploring perceptions of stakeholder roles in ecosystem services coproduction. *Ecosystem Services*, 51, 101353. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101353>
- Lê, S., Josse, J., & Husson, F. (2008). FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1–18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Lespez, L., Germaine, M.-A., Gob, F., Tales, E., Thommeret, N., Milleville, L. de, Archaimbault, V., & Letourneur, M. (2025). A new tool to characterise the socio-environmental dimensions of urban rivers: Urban river socio-environmental index. *Landscape and Urban Planning*, 261, 105388. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2025.105388>
- Maldonado, C., Franco-Billini, C., & Jáuregui-Haza, U. J. (2023). Gestión integrada de las cuencas hidrográficas: hacia un nuevo paradigma en la gobernanza del agua. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 6(2), 67–101. <https://doi.org/10.22206/cac.2023.v6i2.2951>
- Maxwell, J. A. (2012). *A realist approach for qualitative research*. Sage.
- Mello, K. de, Taniwaki, R. H., Paula, F. R. de, Valente, R. A., Randhir, T. O., Macedo, D. R., Leal, C. G., Rodrigues, C. B., & Hughes, R. M. (2020). Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. *Journal of Environmental Management*, 270, 110879. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110879>
- Mello, K. de, Valente, R. A., Randhir, T. O., dos Santos, A. C. A., & Vettorazzi, C. A. (2018). Effects of land use and land cover on water quality of low-order streams in Southeastern Brazil: Watershed versus riparian zone. *CATENA*, 167, 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.04.027>

Mir, Y. H., Mir, S., Ganie, M. A., Bhat, J. A., Shah, A. M., Mushtaq, M., & Irshad, I. (2025).

Overview of Land Use and Land Cover Change and Its Impacts on Natural Resources

(pp. 101–130). https://doi.org/10.1007/978-981-96-2413-3_5

Miralles-Wilhelm, F., Matthews, J. H., Karres, N., Abell, R., Dalton, J., Kang, S.-T., Liu, J.,

Maendly, R., Matthews, N., McDonald, R., Muñoz-Castillo, R., Ochoa-Tocachi, B. F.,

Pradhan, N., Rodriguez, D., Vigerstøl, K., & van Wesenbeeck, B. (2023). Emerging

themes and future directions in watershed resilience research. *Water Security*, 18,

100132. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2022.100132>

Moreno-Gracia, J. C. (2025). Caracterización socioambiental de la parte alta de la cuenca del río

Andágueda, municipio de Bagadó, para la gestión sostenible de los recursos naturales

(Trabajo de grado en desarrollo, Maestría en Gestión de Cuencas Hidrográficas).

Universidad Santo Tomás.

Mosquera-Pino, J., & Capachero, C. A. (2020). Caracterización y modelación hidrológica de la

cuenca Mungarrá a partir de sistemas de información geográfico. *Revista Bioetnia*, 17(1),

37–47. <https://doi.org/10.51641/bioetnia.v17i1.223>

Nsubuga, F. N. W., Namutebi, E. N., & Nsubuga-Ssenfuma, M. (2014). Water Resources of

Uganda: An Assessment and Review. *Journal of Water Resource and Protection*, 06(14),

1297–1315. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2014.614120>

Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological

Systems. *Science*, 325(5939), 419-422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>

Pahl-Wostl, C. (2019). The role of governance modes and meta-governance in the transformation

towards sustainable water governance. *Environmental Science & Policy*, 91, 6–16.

<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.10.008>

- Pineda-Morales, S. J., Ortega-Argueta, A., Ruiz-de-Oña-Plaza, C., García-García, A., Camacho-Valdéz, V., & Cortez-Lara, A. A. (2025). A review of domestic water management and adaptive governance in urban Latin America. *Discover Sustainability*, 6(1), 754.
<https://doi.org/10.1007/s43621-025-01643-6>
- Ramírez, G., & Ledezma-Rentería, E. (2007). Efecto de las actividades socioeconómicas (minería y explotación maderera) sobre los bosques del departamento del Chocó. *Revista Investigación Biodiversidad y Desarrollo*, 26, 58–65.
- Reda, Y., & Abie, Y. (2024). Biophysical and socioeconomic characterization of Agewmariam experimental watershed in Northern Ethiopia: insights and management options. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(12), 1157.
<https://doi.org/10.1007/s10661-024-13280-z>
- Rentería, S. P. (2021). minería como dinamizadora de conflictos socioculturales en el municipio de Lloró, Chocó, Colombia. *Polisemia*, 15(27), 39–57.
<https://doi.org/10.26620/uniminuto.polisemia.15.27.2019.39-57>
- Restrepo-Valencia, I. R. (2015). *Evaluación de la calidad del recurso hídrico del río Cabí a través de la formulación de un índice de contaminación asociado a la actividad minera aurífera*. Universidad de Manizales.
- Rodríguez, A. (2010). *Perfil ambiental de la subcuenca río alto de la cuenca alta del río Bogotá*. Universidad de La Salle.
- Rodríguez, D. A. (2018). *Caracterización biofísica y análisis de amenazas para la cuenca del río Monquirá como insumo en la fase de diagnóstico del plan de ordenación y manejo de cuenca hidrográfica (POMCA)*. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia .

- Rodríguez-Sánchez, L. C. A. (2024). *Poéticas de la resistencia contra extractivista Emberá Wera: Caso Alto Andágueda, Chocó, Colombia*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.
- Sáez-Ardura, F., Parra-Salazar, M., Vallejos-Romero, A., Rodríguez-Rodríguez, I., Cordoves-Sánchez, M., Cisternas-Irarrázabal, C., Arias-Lagos, L., Garrido-Castillo, J., Aznar-Crespo, P., & Genaro, V. (2025). Exploring the Socio-Environmental Regulation of Water-A Systematic Review of Sustainable Watershed Management. *Sustainability*, 17(4), 1588. <https://doi.org/10.3390/su17041588>
- Sanabria-Botero, J. R. (2006). Beneficios económicos del Plan de Manejo de la Cuenca del río Cabí (Departamento del Chocó). Universidad de los Andes .
- Soboka, D. M., & Dibaba, R. (2024). Socio-economic characterization, identification and prioritization of major constraints in Dhumuga learning watershed, Ambo, Ethiopia. *Frontiers in Sustainable Resource Management*, 3. <https://doi.org/10.3389/fsrma.2024.1484298>
- Tejada, L. A. (2025). Gobernanza del Agua Comunitaria: Modelo Estructural de Sostenibilidad Rural. *Revista Enfoques*, 9(36), 1–19. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v9i36.214>
- Vásquez, J., Wagner-Medina, E. V., Santacruz-Castro, A. M., Saray-Culma, L. F., Meneses-Buitrago, D. H., Burbano-Figuero, O., & Aja-Eslava, L. (2024). Territorios Hidrosociales: una metodología para promover la seguridad hídrica ante el cambio climático a través de la gobernanza, visión y acción participativa. *Geográfica Digital*, 20(40), 74–90. <https://doi.org/10.30972/geo.20406749>
- Velásquez, L. F., & Soto, C. (2020). Diagnóstico ambiental de la parte baja de la cuenca del río Subachoque. Universidad de Cundinamarca.

- Wan, W. I. H., & Voulvoulis, N. (2024). System Thinking for Sustainable Water Management: The Use of System Tools in Sustainability Transitions. *Water Resources Management*, 38(4), 1315–1337. <https://doi.org/10.1007/s11269-023-03723-6>
- Zerga, B. (2025). Integrated watershed management: a review. *Discover Sustainability*, 6(1), 657. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01352-0>

Anexos

Anexo 1. Formato de consentimiento informado

	PROCESO DE INVESTIGACIÓN
	FORMATO CONSENTIMIENTO INFORMADO ADULTOS

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ mayor de edad, e identificado (a) como aparece al pie de mi firma, certifico que he sido informado(a) con la claridad y veracidad debidas respecto al curso de la investigación, sus objetivos y procedimientos. Explicado por por Jhohan Cristopher Moreno Gracia Y Manuel Jiménez Llanos en calidad de estudiante de la Maestría en Gestión de Cuencas Hidrográficas de la Universidad Santo Tomás.

Como parte del proyecto de investigación titulado "Caracterización socioambiental de la parte alta de la cuenca del río Andágueda, municipio de Bagadó, para la gestión sostenible de los recursos naturales", cuyo objetivo general es caracterizar los componentes socioambientales de la parte alta de la cuenca del río Andágueda, municipio de Bagadó, para la gestión sostenible de los recursos naturales. Este proyecto fue avalado por el Comité de Ética correspondiente y tiene finalidad académica, no comercial.

Declaro que actúo consciente, libre y voluntariamente como participante de la presente investigación, contribuyendo a la fase de recolección de información. Se me informó de los riesgos mínimos y los beneficios de la investigación. Soy conocedor(a) de la autonomía que poseo para abstenerme de responder total o parcialmente las preguntas que me sean formuladas y a prescindir de mi colaboración cuando lo considere, sin necesidad de justificación alguna. Se me informó también que mi participación será gratuita, sin recibir remuneración.

De acuerdo con la Resolución 8430 de 1993, esta investigación se clasifica como de riesgo mínimo, pues se limita a la aplicación de encuestas, entrevistas, grupos focales y observación en campo, sin procedimientos invasivos ni exposición a sustancias peligrosas.

En ese sentido, tengo claridad frente a las actividades a realizar por medio del proyecto, las cuales son "Este trabajo de investigación busca caracterizar los componentes socioambientales de la parte alta de la cuenca del río Andágueda, en el municipio de Bagadó (Chocó), con el propósito de generar insumos para la gestión sostenible de los recursos naturales. Para ello se contempla la aplicación de encuestas estructuradas a productores agropecuarios, la realización de entrevistas semiestructuradas y grupos focales con actores clave de la comunidad, y la elaboración de un diario etnográfico que registre prácticas culturales y percepciones locales frente al uso de los recursos naturales.

De manera complementaria, se llevará a cabo un levantamiento de información ambiental en campo, incluyendo observaciones directas sobre procesos de deforestación, erosión, escorrentía, residuos y presiones sobre fuentes hídricas, acompañado de registro fotográfico y georreferenciación para su posterior análisis mediante sistemas de información geográfica (SIG).

Finalmente, se realizará una devolución participativa de los resultados mediante talleres comunitarios, en los que se socializarán los hallazgos y se propondrán estrategias de manejo sostenible del territorio construidas de manera conjunta con los participantes. Se espera que este proceso fortalezca la conciencia socioambiental y contribuya a la conservación de los servicios ecosistémicos en la cuenca del río Andágueda. Además, el proyecto propone un enfoque metodológico replicable en otras cuencas del Chocó, articulando conocimiento técnico y saber local como base para la gestión participativa de los recursos hídricos.

Se me informaron que los beneficios esperados de estas investigaciones son: "Aportar a la comprensión de las dinámicas socioambientales en la parte alta de la cuenca del río Andágueda.

- Generar insumos para estrategias de gestión sostenible de los recursos naturales.
- Fortalecer la conciencia ambiental y la participación comunitaria mediante la devolución"

El estudio podrá culminar con la finalización del trabajo de campo, la socialización de resultados y la entrega de los productos previstos. También podrá darse por terminado en caso de retiro

	PROCESO DE INVESTIGACIÓN
	FORMATO CONSENTIMIENTO INFORMADO ADULTOS

voluntario de los participantes o falta de condiciones adecuadas para la recolección de información.

Por lo tanto, manifiesto que he entendido la información que se ha entregado, que he hecho las preguntas que me surgieron sobre el proyecto y que he recibido información suficiente.

También sé que el investigador observará los principios de buena fe, confidencialidad y reserva de la información por mí suministrada, así mismo, aplicará todas las medidas de protección necesarias conforme corresponda y aplique en atención al proyecto en curso.

La participación en la investigación es completamente voluntaria. Al firmar este consentimiento informado, otorgó autorización para que la información sea autorizada con los propósitos investigativos mencionados, de modo que no será utilizada con ningún otro fin.

La información será totalmente confidencial, y la identidad del participante no será revelada en ningún medio. Su nombre se elimina de los archivos y solo será de conocimiento del investigador.

Los datos que se generen de este proyecto serán presentados en publicaciones nacionales y de ser posible en publicaciones internacionales, preservando siempre su identidad, es decir, se utilizará una codificación, manteniendo así la confidencialidad de sus datos personales.

Conforme a lo anterior, OTORGO mi CONSENTIMIENTO para cubrir los objetivos especificados en el Proyecto.

Dado en el municipio de _____ del departamento _____ a los _____ días del mes de _____ del año _____

Acepto,

(Firma del participante)

Nombre completo del participante:

CC:

Número de contacto:

Investigadores:

(Firma)

(Firma)

Anexos 2. Formato de Instrumentos utilizados para el levantamiento de la información en campo

Encuesta

Objetivo: Recoger información sobre el uso del recurso hídrico, percepción ambiental y prácticas productivas.

Datos generales del encuestado

Nombre (opcional): _____

Comunidad: _____

Edad: _____ Género: ☐ Hombre ☐ Mujer ☐ Otro

Ocupación principal: _____

Sección A. Acceso y uso del agua

1. ¿Cuál es su principal fuente de agua para consumo?
☐ Río ☐ Quebrada ☐ Naciente ☐ Pozo ☐ Acueducto veredal
2. ¿Con qué frecuencia tiene acceso al agua durante la semana?
☐ Todos los días ☐ 4 a 6 días ☐ 1 a 3 días ☐ Casi nunca
3. ¿Utiliza el agua para alguna de las siguientes actividades?
☐ Consumo humano ☐ Agricultura ☐ Ganadería ☐ Minería ☐ Otras:

4. ¿Ha notado cambios en la disponibilidad de agua en los últimos 5 años?
☐ Sí ☐ No ☐ No sabe

Sección B. Percepción socioambiental

5. ¿Qué tan contaminada considera que está el agua que utiliza?
☐ Nada contaminada ☐ Poco contaminada ☐ Medianamente contaminada ☐ Muy contaminada
6. ¿Ha observado afectaciones a la salud relacionadas con el agua?
☐ Sí ☐ No Si respondió sí, ¿cuáles? _____
7. ¿Qué actividades cree usted que están afectando la calidad del agua?
☐ Deforestación ☐ Minería ☐ Aguas residuales ☐ Basura ☐ Todas las anteriores
8. ¿La comunidad realiza acciones para proteger el agua?
☐ Sí ☐ No ¿Cuáles? _____

Formato entrevistas

Objetivo: Comprender percepciones comunitarias sobre el recurso hídrico y los procesos de conservación y afectación.

Introducción: "Esta entrevista forma parte de una investigación académica. Su participación es voluntaria y su información será tratada de forma confidencial. Puede detenerse en cualquier momento."

Preguntas guía:

1. ¿Qué representa el río Andágueda para usted y para su comunidad?
2. ¿Cuáles son las principales fuentes de agua en esta parte de la cuenca?
3. ¿Qué cambios ha observado en la calidad y cantidad del agua en los últimos años?
4. ¿Qué actividades cree que están afectando más al recurso hídrico?
5. ¿Existen conflictos por el uso del agua entre comunidades o sectores?
6. ¿Qué acciones se han tomado desde la comunidad para conservar el agua?
7. ¿Qué apoyo institucional han recibido o necesitan?
8. ¿Qué propuestas o ideas tiene usted para mejorar la gestión del recurso hídrico?

Formato observación participante

Fecha: _____

Nombre del observador: _____

Ubicación/Comunidad: _____

Ítem observado	Sí	No	Observaciones cualitativas
Presencia de residuos sólidos en la fuente	☐	☐	
Actividades productivas cercanas al cauce	☐	☐	
Evidencia de deforestación	☐	☐	
Olores o coloración anormal del agua	☐	☐	
Infraestructura de captación/drenaje	☐	☐	
Presencia de fauna o vegetación nativa	☐	☐	
Prácticas de protección comunitaria	☐	☐	
Otro (especificar): _____	☐	☐	

Anexos 3. Registros fotográficos de las actividades realizadas en campo



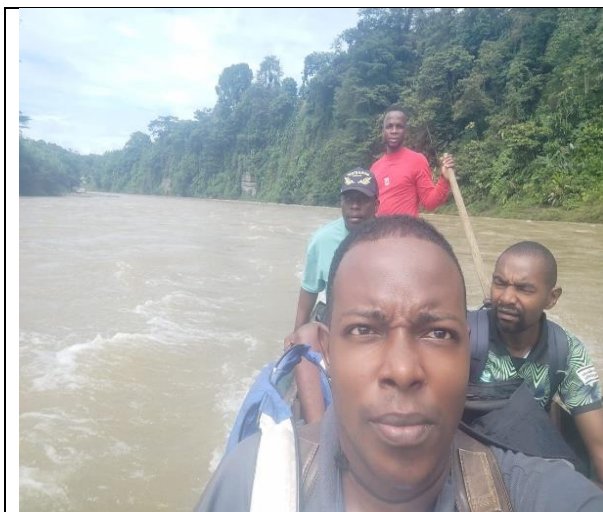
Aplicación de encuestas socioambientales a productores locales



Aplicación de entrevistas para Comprender percepciones comunitarias sobre el recurso hídrico y los procesos de conservación y afectación



Intervención antrópica en el cauce del río Andágueda



Recorrido fluvial para reconocimiento territorial y diagnóstico ambiental



Observación directa de las condiciones de zonas con procesos de erosión, sedimentación y transformación del paisaje en la parte alta de la cuenca.



Socialización comunitaria y diálogo participativo con actores locales