

BRECHAS DE GESTIÓN E INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL TURISMO DE NATURALEZA DE EL CARAÑO FLORENCIA, CAQUETÁ¹

GAPS IN MANAGEMENT AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN NATURE-BASED TOURISM IN EL CARAÑO, FLORENCIA, CAQUETÁ

Diana Ali García Capdevilla²
Yisset Galidia Aroca Cacaís³
Fabian Camilo Claros Moreno⁴

Cómo citar: García Capdevilla, D. A., Aroca Cacaís, Y. G., & Claros Moreno, F. C. (2026). Brechas de gestión e inteligencia artificial en el turismo de naturaleza de El Caraño Florencia, Caquetá. *Conocimiento Global*, 11(S1), 505-526. <https://doi.org/10.70165/cglobal.v11iS1.719>

Resumen

Este estudio analiza las brechas de gestión, conocimiento y acceso que limitan el desarrollo del turismo de naturaleza en la Zona de Reserva Forestal de El Caraño de Florencia, Caquetá, y el aporte de la inteligencia artificial para su reducción. La metodología implicó un enfoque cualitativo con carácter descriptivo y alcance propositivo; desarrollada en las fases heurística, empírica de análisis, y propositiva. La información fue recolectada a través de búsqueda sistemática en Scopus y entrevistas semiestructuradas dirigidas a actores de turismo de naturaleza y expertos en tecnologías inteligentes, codificada en ATLAS.ti 26. Los resultados se organizan en dos bloques; primero, las brechas de gestión, conocimiento y acceso de la Zona de Reserva Forestal El Caraño, organizadas en cuatro condiciones de análisis (Gestión Ambiental, Gobernanza Turística, Condición Social y de Apropiación, y tecnológica); segundo, el aporte de la Inteligencia Artificial (IA) para los actores locales, sustentado con una propuesta de plataforma digital participativa, la cual se diseñó conforme a los requerimientos sociales y técnicos del territorio. Propuesta conforme a los hallazgos en territorio, que remiten a disponibilidad comunitaria para integrar herramientas tecnológicas en el desarrollo del turismo de naturaleza, así como a las brechas de gestión, capacidades técnicas, escasa gobernanza institucional, conocimiento y acceso limitado a infraestructura tecnológica. En definitiva, a nivel global se destaca la pertinencia de la IA en escenarios ambientales y turísticos, sin embargo, en el contexto local es necesario la reducción de brechas de gestión para con ello articular el desarrollo turístico e integración de IA.

Recepción: 27 de junio de 2026 / Evaluación: 30 de julio de 2026 / Aprobado: 28 de septiembre de 2026

¹ Investigación derivada del proyecto “*Representaciones Sociales de actores comunitarios e Inteligencia Artificial: Hacia un Turismo de Naturaleza y gestión sostenible del patrimonio natural en Zona de Reserva Forestal, Florencia Caquetá- Colombia*” código 114188, financiado por el Fondo Nacional de Financiamiento para la Ciencia, la Tecnología y la Innovación – Fondo Francisco José de Caldas, y ejecutado mediante la Fundación para el Desarrollo Social y Ambiental de La Amazonia - AMAZONA a través del convenio No.153-2025. Resultado financiable de la convocatoria Orquídeas: Mujeres en Inteligencia Artificial, Ciencias y Tecnologías Cuánticas 2025- 963 promovida por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (Minciencias)

² Contadora Pública, Doctora en Educación y Cultura Ambiental, Docente Titular de la Universidad de la Amazonia, Florencia, Colombia, e Investigadora Senior de MinCiencias, Email: dia.garcia@udla.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-1672-6653>

³ Administradora de Empresas, Universidad de la Amazonia, estudiante de la Especialización en Gerencia de Proyectos, Universidad Autónoma de Occidente, Fundación Amazona, Florencia, Colombia, Email: y.aroca@udla.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-2739-3292>

⁴ Ingeniero de Sistemas, estudiante de Doctorado en Educación y Cultura Ambiental, Universidad de la Amazonia, Florencia, Colombia, Email: f.claros@udla.edu.co, <https://orcid.org/0000-0002-5520-2318>



Palabras clave: Conservación de la naturaleza; Gestión ambiental; Inteligencia Artificial; Plataforma digital; Turismo de naturaleza.

Abstract

This study analyzes the management, knowledge, and access gaps that limit the development of nature tourism in the Forest Reserve Zone of El Caraño in Florencia, Caquetá, and the contribution of artificial intelligence to their reduction. The methodology involved a qualitative approach with a descriptive nature and propositional scope; developed in the heuristic, empirical analysis, and propositional phases. Information was collected through systematic search in Scopus and semi-structured interviews directed at nature tourism actors and experts in intelligent technologies, coded in ATLAS.ti 26. The results are organized into two blocks; first, the management, knowledge, and access gaps of the El Caraño Forest Reserve Zone, organized into four conditions of analysis (Environmental Management, Tourism Governance, Social and Appropriation Condition, and Technological); second, the contribution of Artificial Intelligence (AI) for local actors, supported by a proposal for a participatory digital platform, which was designed in accordance with the social and technical requirements of the territory. A proposal in accordance with the findings in the territory, which refer to community availability to integrate technological tools in the development of nature tourism, as well as to management gaps, technical capacities, scarce institutional governance, knowledge and limited access to technological infrastructure. Ultimately, at a global level the relevance of AI in environmental and tourism scenarios is highlighted; however, in the local context it is necessary to reduce management gaps in order to articulate tourism development and AI integration.

Palabras clave: Nature conservation; Environmental management; Artificial intelligence; Digital platform; Nature tourism.

Introducción

El turismo es un sector de tensión entre el desarrollo socio económico, la conservación del Patrimonio Natural (PN) y el deterioro ambiental (Ghermandi & Sinclair, 2019). Por su parte, el Turismo de Naturaleza (TN) es una actividad económica que incorpora la sostenibilidad como eje central para alinear objetivos medioambientales, sociales y económicos en los territorios, reduciendo riesgos asociados a la oferta y la demanda turística (Nguyen, 2025); en este contexto, emergen herramientas de gestión como el big data y la Inteligencia Artificial (IA), elementos potenciales para la creación de destinos turísticos inteligentes y fortalecer la participación comunitaria (Lu & Yoon, 2025).

Lo anterior remite a la necesidad de una planificación participativa, e incorporación de tecnologías emergentes que promuevan la Gestión Sostenible del Turismo de Naturaleza (GSTN), y con ello una oferta turística preventiva y responsable, orientada a la gestión y monitoreo ambiental (Guzmán et al., 2023). Esta necesidad converge en las tendencias turísticas de Servicios Ecosistémicos (SE), que registran pérdida del PN, de la identidad, diversidad y homogeneización de destinos turísticos (Li Y et al., 2025). Por tanto, el TN, debe articular condiciones de gestión ambiental, gobernanza, sociales y de apropiación, así como tecnológicas para proteger a largo plazo el patrimonio natural y cultural (García et al., 2026).

En este marco, la GSTN con IA avanza progresivamente; algunos antecedentes investigativos convergen en sistemas y modelos de monitoreo, un ejemplo es el estudio de Li J et al. (2025), el cual dota sistemas de datos geográficos y modelos espaciales por medio de tecnologías predictivas para la planificación inteligente y Aprendizaje Automatizado (AA). Wang J et al. (2024), aplican

TI para analizar y evaluar la cobertura boscosa, biomasa aérea y subterránea, en materia de daño e incidencia turística sobre el ecosistema. Así mismo, citan modelos de gestión que incorporan big data para analizar los SE (Stefán et al., 2025). Esto evidencia la integración de IA concentrada en destinos desarrollados como China y Estados Unidos (Fang et al., 2025), mientras en territorios de baja infraestructura tecnológica el uso es rezagado; e introducir soluciones tecnológicas sin considerar el contexto, compromete la apropiación, gobernanza y sostenibilidad territorial (Schirpke et al., 2023).

Lo anterior, evidencia brechas de gestión, conocimiento y acceso que limitan la integración de IA en territorios con baja infraestructura tecnológica, como la Zona de Reserva Forestal (ZRF) de El Caraño; caracterizada por su diversidad de flora y fauna, su bosque de niebla y su triángulo hídrico, actualmente afectado por la pérdida de cobertura boscosa debido al paso del hombre y al desarrollo de actividades agropecuarias (García et al., 2023). No obstante, para Peña et al. (2023), existen brechas a nivel local que impiden su articulación, relacionadas con la gestión ambiental, la gobernanza turística y el acceso a tecnología. Esta última condición, la señalan Marin et al. (2025), quienes describen una brecha tecnológica significativa, enmarcada en limitado acceso a infraestructura para la adopción de herramientas inteligentes en procesos turísticos locales. En conjunto, se configura un problema de gestión territorial no resuelto, es decir la ZRF de El Caraño dispone de PN con potencial turístico reconocido, pero carece de instrumentos de gestión, conocimiento y acceso tecnológico necesarios para desarrollar TN.

Tal escenario generó dos interrogantes: ¿Cuáles son las brechas de gestión, acceso y conocimiento que limitan el desarrollo del turismo de naturaleza en la Zona de Reserva Forestal de El Caraño, Florencia, Caquetá? y ¿cómo puede la inteligencia artificial aportar a su reducción?, cuestionamientos abordados desde cuatro condiciones interdisciplinarias, descritas a continuación:

La Gestión Ambiental (GA), es analizada desde la limitada e insostenible gestión de recursos y las condiciones territoriales en contextos subdesarrollados (Rueda & Torres, 2026), considerando que las crisis ecológicas derivan directamente de la actividad humana (Bañuelos, 2024). La Gobernanza Turística (GT), vinculada con la articulación política, administrativa y social frente al uso de la naturaleza y el cuidado del PN (Guzmán et al., 2023; Liu et al., 2024), cuya finalidad es fortalecer la institucionalidad y prevenir conflictos socioambientales (Sarubbi et al., 2026).

La Condición Social y de Apropiación (CSA), abordada desde la realidad de las comunidades en la gestión de la oferta turística y la adopción de herramientas digitales para la planificación sostenible de los ecosistemas (Valencia et al., 2025). Además de la Condición Tecnológica (CT), relacionada con la incorporación de IA en el contexto ambiental como estrategia holística para la toma de decisiones, el monitoreo ambiental, la optimización de las condiciones naturales y el apoyo a la gobernanza, desde la restauración y conservación de la biodiversidad; considerando la tendencia investigativa de sensores satelitales que mapean, cuantifican y evalúan los índices de Cambio y Cobertura en el Uso del Suelo (LUCC) y vegetación (Schirpke et al., 2023; Qin et al., 2023).

A pesar del interés investigativo que relaciona la IA aplicada al turismo, con análisis predictivo para optimizar y automatizar procesos de gestión ambiental, y mejorar la oferta de servicios turísticos a través de chatbots impulsados por IA (Soliman et al., 2025), estos son estudios concentrados en destinos consolidados con infraestructura tecnológica desarrollada (Lu & Yoon, 2025; Fang et al., 2025), existiendo escasa evidencia sobre su aplicación en contextos latinoamericanos de baja conectividad y alta vulnerabilidad social, como es el caso de El Caraño. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue analizar las brechas de gestión, conocimiento y acceso que limitan el desarrollo del turismo de naturaleza en la Zona de Reserva Forestal de El Caraño de Florencia, Caquetá, y el aporte de la IA para su reducción; esto último reflejado en una

propuesta de Plataforma Digital Participativa (PDP), basada en IA y enmarcada en tres líneas de acción claves para el territorio: Monitoreo Comunitario asistido por Inteligencia Artificial (IA), Inventario Digital de Biodiversidad, y Marketing Digital con IA Conversacional.

Lo anterior requirió diseño investigativo de enfoque cualitativo con carácter descriptivo y alcance propositivo; desarrollada en las fases heurística, empírica y de análisis, y propositiva. La información fue recolectada con búsqueda sistemática en Scopus y entrevistas semiestructuradas dirigidas a actores de TN y expertos en TI, codificada en ATLAS.ti 26. En este sentido, los resultados se presentan en dos bloques, el primero corresponde a las brechas de gestión, conocimiento y acceso de la ZRF, organizadas por condición de análisis; y segundo, al aporte de la IA para la ZRF sustentado con la PDP, la cual se diseñó conforme a los requerimientos sociales y técnicos de la ZRF, sin implicar pilotaje o funcionamiento, sino una línea de trabajo futura.

Marco Teórico

Gestión ambiental (GA)

Las condiciones ambientales reflejan una crisis ecológica caracterizada por la pérdida masiva de biodiversidad, el aumento de temperaturas, la contaminación y deterioro de los ecosistemas, como consecuencia directa de la actividad humana (Bañuelos, 2024). Ante este panorama, la GA emerge como respuesta estratégica, entendida como la capacidad de mantener la convivencia, preservar funciones y SE esenciales para el equilibrio entre el desarrollo humano y la naturaleza (Qi et al., 2018).

Algunas alternativas para optimizar la GA y generar desarrollo social es el TN; dado que el turismo convencional trae consigo conflictos entre el desarrollo socioeconómico y el mantenimiento de los ecosistemas (Waheed et al., 2025). Por tanto, Yuvaraj & Karunambigai (2025) explican que el sector turístico requiere de sensibilización social debido a la degradación ambiental, altas fluctuaciones turísticas no alineadas a la capacidad de carga local, infraestructuras insuficientes, instalaciones limitadas, invasión de ecosistemas y áreas protegidas. Lo anterior converge con Naramski & Stecuła (2025), quienes aluden que el turismo debe estar alineado a la planificación sostenible, por tanto, sugieren la necesidad de soluciones que preserven el ambiente y protejan el PN desde el compromiso con la GA y el desarrollo socioeconómico.

Al respecto Meneses et al. (2017), plantean la GA articulada con el TN y la IA, la cual permite el análisis y monitoreo del deterioro natural, a través de indicadores de LUCC, los cuales miden el nivel de variación ecosistémica en los territorios (paisaje y dinámicas socio-ecológicas), y la presión existente en LUC para comprender dinámicas sociales y de planificación territorial. Estudios reforzados por Merrill et al. (2020), quienes refiere a la integración de modelos AA combinados con IA para fortalecer la GSTN, y en particular acciones como el monitoreo, registro de datos de la biodiversidad.

Gobernanza Turística (GT)

La GT en territorios rurales representa una estrategia de inclusión social, mediante modelos equitativos y sostenibles que articulan la economía social y solidaria, desde la autogestión, participación en la planeación y toma de decisiones comunitarias (Sarubbi et al., 2026). Por consiguiente, implementar estrategias que promueven la competitividad y el desarrollo sostenible, coordinan a entes públicos, privados y comunitarios en la ejecución de políticas y estrategias locales para gestionar asuntos frente al uso de la naturaleza como actividad económica, y para el bien común (Rueda & Torres, 2026).

Liang Y et al. (2025), referencian a China como modelo de GT y CT, allí sus gobiernos articulan estrategias de planificación territorial, para la revitalización rural, adaptabilidad de

infraestructura al flujo turístico, innovación de espacios naturales, y comprensión de los intereses de usuarios; al mismo tiempo, que reconoce la inminencia de la era digital, los valores sostenibles e intereses de los jóvenes turistas, quienes recurren al uso de herramientas digitales y redes sociales para planificar viajes.

Condición social y de apropiación (CSA)

La CSA se fundamenta desde la teoría del desarrollo, la cual plantea que las soluciones a los problemas territoriales deben comprender las realidades de cada contexto para la definición de estrategias de desarrollo sostenibles e inclusivas de dimensiones institucionales, ambientales sociales, culturales, políticas y económicas, alineadas a personas, naturaleza y territorio (Gómez, Aldana et al., 2021); Sin embargo, dicha apropiación del territorio debe estar vinculada al conocimiento, dado que la falta de programas de formación, representa una limitación de habilidades y conocimientos necesarios para desarrollar empresa y maximizar el potencial natural local (Asad et al., 2025). Para Gómez, Barbosa et al. (2021), la apropiación social es un modelo de cooperación solidaria y colectiva, dirigido al desarrollo integral humano, estos autores abordan el concepto en territorios que deben construir paz, conocimiento y sostenibilidad ambiental, para acceder a mercados, aumentar la cohesión social y orientar la gestión equitativa de los recursos y beneficios rurales.

Condición Tecnológica (CT)

La IA como CT, refiere a la capacidad sistémica para interpretar y automatizar con precisión datos y tareas que permiten el almacenamiento de información (Big data, nubes y redes neuronales, y de información), componentes base para la fusión de análisis, interpretación, codificación de información y algoritmos de IA (Perkumiené et al., 2025). Para Kai S et al. (2024), los sistemas de IA a través de modelos de AA simulan comportamientos reiterativos y facilitan el análisis de datos y tareas.

En consecuencia, convergen tres usos de las TI: El primero, el modelo de IA MaxEnt, basado en la termodinámica para predecir la distribución espacial de especies; y utilizado en investigaciones medioambientales para identificar pastizales y áreas de conservación, ofreciendo una alta precisión en comparación con modelos tradicionales de reconocimiento de objetos terrestres como bosques aleatorios y redes neuronales (Chen et al., 2024). El segundo, establece el mapeo del Servicio Ecosistémico Cultural (CES) mediante modelos estadísticos, teledetección y AA. Al respecto, estos modelos integran imágenes multispectrales, inventarios forestales y procesamiento geoespacial, apoyados en interfaces de programación de aplicaciones (API) como las de Flickr.com y datos satelitales procesados en Python para identificar la cobertura del suelo y mapear el uso de los CES (Karasov et al., 2020). El tercero, remite a la IA en procesos de marketing, orientada a segmentar mercados y mejorar experiencias y servicios (Valencia et al. 2025). Aquí, la IA conversacional, tiene la capacidad de respuesta predeterminada, simulación de pensamientos, conversaciones coherentes e interacción contextual por comandos (Pareja et al., 2024); convirtiéndose en una herramienta digital interactiva, que permite la conversación entre humano-maquina; ejemplo de ello, los asistentes virtuales como Eliza, Parry, Alice, Siri, Alexa y Chatgpt.

Metodología

Enfoque y diseño

Investigación de enfoque cualitativo, orientado a comprender el significado que los individuos atribuyen a un problema social, permitiendo analizar dinámicas complejas

(Muhammad, 2019), ideal para analizar la Gestión Sostenible del Turismo de Naturaleza (GSTN). De carácter descriptivo y alcance propositivo, al identificar características del fenómeno de estudio (Patton, 2015), y generar una propuesta tecnológica que comprende la IA como eje central para el análisis y monitoreo de los recursos naturales en la ZRF de El Caraño, alineado con las particularidades de este territorio.

Fases de la investigación

Fase Heurística. Se realizó búsqueda sistemática en Scopus con diseño de fórmula booleana, y posterior aplicación de criterios de inclusión: áreas temáticas (ciencia ambiental y sociales, informática, y multidisciplinaria), palabras claves (28), y selección exclusiva de artículos con acceso abierto. Delimitando así a 633 documentos, este corpus constituyó la base bibliográfica para la construcción del marco teórico y delimitación de las cuatro condiciones de análisis: Gestión Ambiental (GA), de Gobernanza Turística (GT), Condición Social y de Apropiación (CSA), y Condición Tecnológica (CT), además de fundamento d contraste o alineación con resultados locales.

Fase empírica y de análisis. Durante el primer semestre de 2026 se aplicaron entrevistas semiestructuradas, para recopilar información en territorio sobre las brechas en gestión, conocimiento y acceso que limitan el desarrollo del TN en la ZRF de El Caraño (Florencia-Caquetá). Fuente de información de donde se identificaron las brechas por condición de análisis.

Fase propositiva. A partir de los hallazgos obtenidos en la fase anterior, cada brecha identificada se tradujo en un sustento de los módulos de la propuesta de Plataforma Digital Participativa (PDP), lo cual corresponde al aporte de la IA para la respectiva mitigación de limitantes en el desarrollo turístico. El diseño preliminar resultante fue presentado a los participantes de la fase empírica, cuya retroalimentación permitió ajustar la propuesta.

Zona de estudio y Grupos de Análisis.

Estudio desarrollado en la Zona de Reserva Forestal (ZRF) del corregimiento El Caraño, Florencia, Caquetá, al suroriente de Colombia. Territorio con biodiversidad hídrica, fauna, flora, atractivos y condiciones climáticas interpuestas por la presencia del bosque de niebla (García et al., 2023). En este territorio habitan aproximadamente 10.343 personas García Capdevilla et al. (2022), quienes constituyeron el universo de la investigación, sin embargo, se delimitó como población objetivo dos grupos poblacionales, a quienes se aplicó muestreo no probabilístico por conveniencia basados en la disposición de los participantes y a partir de criterios de selección definidos (Tabla 1).

Tabla 1.

Grupos de análisis.

Grupos sociales	Público objetivo	Muestra	Criterios de selección
Asociación ambiental para el fomento de agroecoturismo rural comunitario en el Caquetá –Asubosque de niebla (actores de TN)	10	8	Participan en procesos de TN y gestión del PN. Habitantes de la ZRF de El Caraño

Expertos locales en TI	5	3	Pertinencia técnica y teórica Experiencia superior a 5 años en el campo. Expertos de la ZRF de El Caraño
------------------------	---	---	--

Fuente: Elaboración propia.

Técnicas e instrumentos de recolección.

Se diseñaron dos guías de entrevista semiestructurada, en función de las condiciones de análisis (GA, GT, CSA, y CT), y de los módulos de la propuesta de la PDP (monitoreo comunitario, inventario de biodiversidad, marketing digital). La primera guía fue aplicada a actores de TN (n = 8), y contó con 19 preguntas organizadas en dos secciones: 1. Percepción y conocimiento general sobre el TN y la IA (7 preguntas); 2. Potencial de implementación de IA, incluido el nivel de aceptación de IA en el contexto local y requerimientos funcionales para cada uno de los tres módulos de la PDP propuesta. La segunda guía, aplicada a expertos en TI (n = 3), integrada por 17 preguntas organizadas en dos bloques: 1. Propuesta de módulos (viabilidad técnica, herramientas de IA pertinentes, condiciones mínimas de infraestructura) y 2. Estructura de la plataforma (arquitectura, flujos de funcionamiento, interfaz y almacenamiento de datos).

Validez, confiabilidad de los instrumentos, y consideraciones éticas

Las guías de preguntas fueron validadas por expertos previo a su aplicación. Así mismo, la investigación fue realizada de acuerdo con las normas institucionales y leyes nacionales de protección de datos, por consiguiente, la recolección de información contó con el principio de participación voluntaria y anónima mediante consentimiento informado. Los participantes fueron informados sobre el propósito del estudio y el uso de los datos, en cumplimiento con la Ley 1581 de 2012, por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales en Colombia.

Técnica de análisis de los datos

La información fue analizada en ATLAS ti.2026, software que permitió categorizar bajo la tipología axial y selectiva, la cual permite reagrupar datos simultáneos, construyendo las relaciones categóricas con subcategorías, mediante la integración de las dimensiones y variables con el fin de esquematizar lo encontrado (Estrada et al., 2021). De tal forma, se codificaron manifestos y posturas de los grupos poblacionales al margen de las categorías GA, GT, CSA, y CT; con el fin de examinar su articulación con el TN y con la incorporación de IA. Para la citación, se utilizó el código generado por el software, correspondiente al número de entrevista, código de la cita y la ubicación del párrafo, ejemplo: Cita codificada (1:14¶22), complementado con información de número del actor, mes y año (Actor de TN 1, marzo, 2026).

Resultados

Brechas en gestión, conocimiento y acceso que limitan el desarrollo del TN en la Zona de Reserva Forestal de El Caraño (Florencia-Caquetá).

A través de la gráfica de Sankey se muestran coocurrencias identificadas en las entrevistas de los actores de TN, y con ello la relación entre las brechas (lado derecho) y las categorías de análisis (lado Izquierdo). En conjunto, se observa que la brecha de las CSA (técnicas, sociales y de infraestructura), es una de las más fuertes, especialmente en la disposición para integrar IA y el diagnóstico de las necesidades de TN, lo cual evidencia que las capacidades de infraestructura y

conocimiento son importantes para la implementación de sistemas inteligentes en la ZRF de El Caraño. Asimismo, la cooperación local tiene una relación importante en la percepción y desarrollo de la GST y la GA, mientras que la pertinencia de la IA se vincula desde la disposición de los actores en un rango más bajo; por consiguiente, la incorporación de IA requiere de disponibilidad tecnológica y articular capacidades sociales, necesidades territoriales y cooperación local (Figura 1).

Figura 1. Grafica de Coocurrencia Sankey



Fuente: Elaboración propia. Generado en ATLAS.ti. 26

Con lo anterior, se realizó un estudio detallado de las brechas identificadas en la ZRF de El Caraño:

Gestión Ambiental (GA)

La ZRF de El Caraño concentra una riqueza ecosistémica reconocida como potencial del TN, así lo expresen los actores locales, quienes confirman a partir de procesos investigativos, la presencia de especies como oso de anteojos, danta y puma (actor de TN 4, mayo 2026). Sin embargo, la aparente estabilidad ambiental del territorio no obedece a una baja intensidad turística, tal como lo expone el actor de TN 9 “el turismo no ha generado cambios negativos porque el sector no está posicionado” (9:28¶4, mayo 2026). Esta distinción evidencia que la integridad ecosistémica actual del territorio es consecuencia de la inactividad del sector y de la inexistencia de una gestión articulada que debe ser sostenible por el patrimonio.

La brecha en gestión se profundiza al contrastar tal estabilidad, con la realidad expuesta por el actor de TN 10, quien alude a la existencia de deforestación activa en la ZRF de El Caraño sumado a resistencia comunitaria ante propuestas de conservación (10:43¶2, mayo 2026). En suma, se halló una dimensión más crítica expuesta así "no podemos cuidar algo que no sabemos que existe" (6:28¶3, mayo 2026); lo cual exhibe dos realidades, primero un conocimiento fragmentado y no sistematizado respecto al PN y al desarrollo turístico, y segundo la ausencia de registros de biodiversidad. Este último representa un vacío de información y una limitación estructural; puesto que, sin datos reales del contexto, la conservación no se documenta y se carece de fundamentos para la construcción de una oferta turística.

Gobernanza Turística (GT)

Los hallazgos referentes a esta categoría configuran, un mapa de brechas de gestión en dos niveles, el primero brechas de gobernanza en la articulación, autoridad ambiental, alianzas; y segundo brechas de capacidad e implementación; las cuales se refuerzan mutuamente y explican que para superarlas es necesario actuar desde ambos frentes. En la ZRF de El Caraño objeto de estudio existe escasa articulación entre actores e instituciones en procesos de GA y construcción de oferta turística, siendo esta una brecha de capacidad e implementación; algunos desencadenantes son prácticas empíricas con necesidades de formación y adaptación de estrategias para adecuar el TN (actores de TN, marzo y mayo, 2026).

En el ejercicio de autoridad ambiental, emerge una brecha de gobernanza, cuando los actores de turismo cuestionan el interés de las entidades en la GT, y hacen un llamado a la presencia del Estado y las organizaciones vinculadas directamente a la protección ambiental, como Corpoamazonia, indicando la necesidad de mayor presencia y articulación para una planificación concertada con las comunidades, y así generar iniciativas que regulen las problemáticas de tala y contaminación existentes (1:8¶243, mayo 2026); a pesar de que los cambios ambientales aún no trascienden a un panorama negativo, las comunidades buscan regular el turismo y aprovecharlo mediante mecanismos sostenibles que orienten al beneficio local y no de agentes externos (1:28¶4, mayo 2026).

En el marco de alianzas estratégicas, los actores de TN reconocen la necesidad de alianzas con instituciones como ONG y universidades para fortalecer la infraestructura y la educación, especificando que la alianza con los gobernantes y agentes territoriales permite disponer de recursos e inversiones para diferentes aspectos logísticos de la oferta turística, como la formación en turismo por parte de las universidades hacia la comunidad (actores de TN 1 y 7, mayo 2026). Adicionalmente, dentro de los procesos que los actores consideran necesarios para equilibrar el desarrollo económico y la protección ambiental, se consolidan los procesos productivos amigables con el ambiente y acciones de turismo sostenible, sustentado así "Necesitamos que la gente que está viviendo en El Caraño, empiecen a vivir de cosas como la agricultura regenerativa, debido que ayuda mucho a la parte de sostenibilidad ambiental, ya que se piensa en generar paisajes regenerativos y funcionales" (9:1¶402-405, mayo 2026).

Condición Social y de Apropiación (CSA)

Se analizó la percepción, necesidades y desarrollo de TN e integración de IA en la ZRF de El Caraño, desde los postulados de actores de TN en la GSTN, y la pertinencia de la IA como eje innovador de desarrollo turístico desde conocimientos de expertos en TI. En este sentido, los entrevistados son citados como actor de TN (1 y 4) (Figura 2); y expertos en TI (3 y 6), citados según codificación de ATLAS.ti 26.

[illegible]

Fuente: Elaboración propia. Generado en ATLAS.ti. 26

Destaca el conocimiento en GSTN y las oportunidades territoriales, que evocan a reconocer ¿cuál es el potencial del TN desde sus condiciones y GA? Esto, yace en la responsabilidad de cuidar y proteger las especies presentes en la zona; concepción que replica la relación asimétrica del TN “sin naturaleza no hay turismo” (1:6¶9, marzo 2026); expresión que evidencia una postura sostenible respecto al desarrollo turístico; sin embargo, esta apropiación conceptual no se traduce aún en condiciones materiales suficientes; en consecuencia el desarrollo del TN en la ZRF de El Caraño se ve afectado por factores dependientes de las dinámicas sociales y económicas, discurso manifestado por los actores: “se necesitan recursos para mantener, expandir y mejorar la oferta turística a través de la construcción de senderos e infraestructura que permitan hacer agradable el turismo...” (4:7¶55, mayo 2026). Esta misma tensión entre una base social apropiada y la falta de medios para capitalizarla, se repite al indagar sobre la *pertinencia de la IA en la ZRF de El Caraño*.

Considerando que la IA surge como alternativa para la GSTN, y su finalidad es construir una oferta innovadora, alineada con las necesidades y tendencias tecnológicas del sector; su valor agregado reside en mejorar prácticas y métodos tradicionales, por medio de sistemas y herramientas de apoyo que representan una solución óptima en los procesos de conservación, desarrollo del TN y condiciones socioeconómicas en el territorio; al respecto el actor de TN 1 manifiesta: “la IA facilita la vida de las personas, ahorra tiempo, mejora procesos y permite disponer de mayor capacidad para organizar y ejecutar tareas adicionales...” (1:22[27, marzo, 2026); confirmando así

una disposición favorable hacia la herramienta más que un desconocimiento o resistencia comunitaria.

Ahora bien, se preguntó a los actores de TN ¿Qué procesos específicos de TN consideran necesarios mejorar en el territorio como la logística, el monitoreo ambiental, la demanda turística, la conservación o la educación ambiental?, a lo cual manifestaron interés en todos, argumentado por “la conservación del ambiente va de la mano con el turista, la promoción va con lo que quiero hacer y quiero mostrar; dado la estrecha relación entre ellas. (1:14¶22, marzo 2026). Esta respuesta revela un pensamiento del TN integrado, sin fragmentar sus componentes, lo cual constituye en sí mismo un activo de apropiación conceptual.

Condición Tecnológica (CT)

En la ZRF de El Caraño el uso de IA es nulo, y ante la tendencia tecnológica, los expertos en TI destacan que: “El desarrollo de software actualmente debe incorporar IA, como un plus, no solo para almacenar información, sino analizarla” (6:6¶19, mayo 2026). Escenario preocupante al momento de incorporar herramientas que utilicen plataformas nube; debido al limitado acceso a los servicios para el procesamiento de datos como Google Earth Engine (GEE); sin embargo, estas herramientas nube son viables para observar ecosistemas por medio de teledetección y macrodatos geográficos (Liu X, et al., 2025; Gorelick et ál., 2017).

Al respecto, los expertos en TI 6, señalan que “la tecnología puede hacer análisis histórico de forma automatizada mediante imágenes satelitales para rastrear y monitorear recursos naturales y así reconocer posibles deterioros en el LUCC” (6:29¶23, mayo 2026), expresión consistente con debates sobre las TI en el desarrollo turístico. Zhang & Deng (2024), enfatizan que la incorporación de IA para el análisis de datos, impactan positivamente el contexto técnico, socioeconómico y ambiental. No obstante, en la ZRF de El Caraño, la brecha tecnológica se manifiesta en limitaciones económicas y de infraestructura; la primera despliega la preocupación por costos en la adquisición sistémica de IA y el alcance digital; y la segunda refiere a deficiencias en la conectividad para incorporar herramientas tecnológicas; escenario que refleja debilidades de infraestructura y de gobernanza para la cobertura de TI (Expertos en TI 3 y 6, marzo, mayo 2026). Aun así, se manifiesta que: “La TI son viables si existen recursos económicos y estructurales para implementar modelos tecnológicos eficientes para obtener datos en tiempo real y realizar monitoreo” (3:3¶13, marzo 2026).

Lo expuesto representa el argumento central para adoptar la PD con paradigma AIaaS (Artificial Intelligence as a Service), alternativa pertinente para operar en la nube y consumir servicios de IA mediante APIs externas; con requerimientos de infraestructura y software especializado basado en web que garanticen evolución rápida y continua en zonas con capacidad limitada (Schirpke et al., 2023).

Aporte de la Inteligencia Artificial para reducción de brechas en la zona de estudio

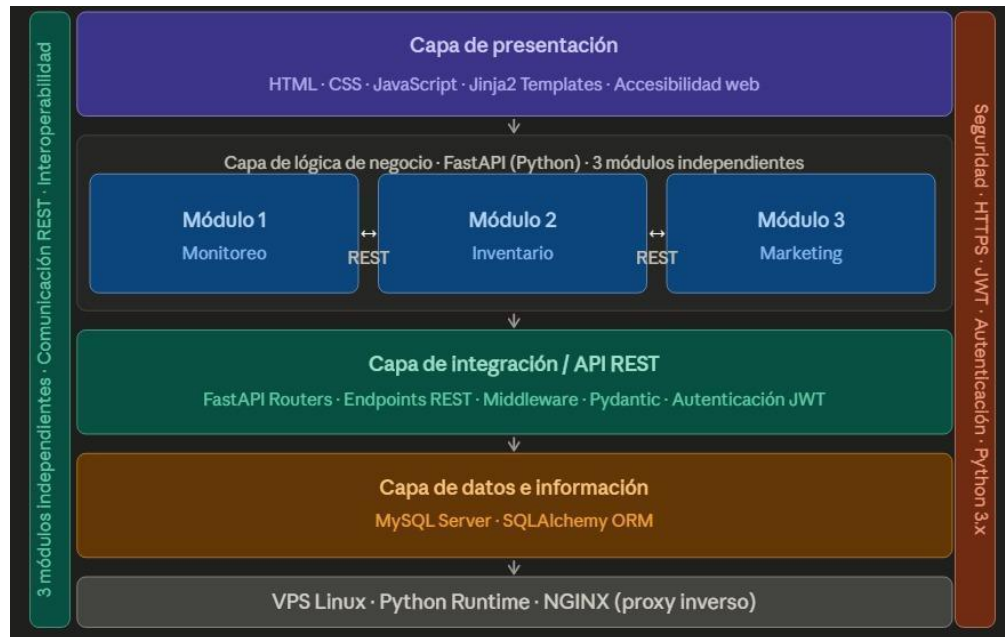
Las condiciones de análisis a nivel global (postura investigativa) permiten indicar que, si bien el uso de TI e IA es reconocido en diversos contextos, a nivel local (social y técnica) aspectos de GT y tecnológico, se presentan como brechas para ofertar el TN e integrar la IA. Información base para estructurar la PDP, integrada por tres líneas de acción: Monitoreo Comunitario asistido por Inteligencia Artificial (IA), Inventario Digital de Biodiversidad, y Marketing Digital con IA Conversacional; propuesta conforme a los requerimientos sociales y técnicos de la ZRF de El Caraño; PDP que no implica pilotaje o funcionamiento, sino una línea de trabajo con proyección futura; a continuación, el detalle de la propuesta.

Plataforma Digital Participativa (PDP)

Esta sección estructura la PDP basada en IA, derivada del estudio y diagnóstico, sin implicar pilotaje o validación técnica de su funcionamiento. Su esquema implica tres módulos: 1. Monitoreo Comunitario Asistido por IA, 2. Inventario Digital de Biodiversidad; y 3. Marketing Digital con IA Conversacional. Una propuesta de referencia futura para la GSTN en la ZRF de El Caraño (Ver figura 3).

Figura 3. Arquitectura de la propuesta

Fuente: Elaboración propia



Arquitectura

El modelo propone cada módulo como unidad funcional independiente (Figura 3), capaz de interactuar con los demás componentes a través de interfaces definidas mediante Stitch - Design with AI – Google, esta independencia modular es coherente con los principios de diseño orientado a microservicios, y garantiza un funcionamiento ordenado, flexible y alineado con los requerimientos (Fowler, 2002). La separación entre *frontend* (HTML5, CSS3, JavaScript, Jinja2 Templates) y *backend* (FastAPI, Python), se implementa con comunicación entre módulos mediante API REST bajo protocolo HTTPS y gestión de sesiones mediante JSON Web Tokens (JWT) garantizando la autenticación segura y la integridad de las comunicaciones (Jones et al., 2015). El almacenamiento de datos se contempla a través de datos relacional MySQL, desplegado en Servidor Virtual Privado (VPS) en la nube mediante servicios dockerizados.

Módulo 1. Monitoreo Comunitario Asistido por IA

En respuesta a la GA territorial, se propone la georreferenciación y el análisis espaciotemporal de zonas con riesgo de deforestación y cambios en la cobertura vegetal, a través de registros comunitarios geolocalizados con análisis de imágenes satelitales mediante IA, empleando GEE para el procesamiento geoespacial (Gorelick et ál. 2017).

Fuentes de datos y preprocesamiento. Se sugieren colecciones de acceso abierto (Fuentes satelitales, Tabla 2). El preprocesamiento incluye corrección atmosférica de superficie,

enmascaramiento de nubes mediante los algoritmos incorporados en GEE (QA_PÍXEL para Landsat y SCL para Sentinel-2), y composición de imágenes por mediana temporal para el período de análisis seleccionado.

Índices espectrales y detección de cambios. Sobre las imágenes preprocesadas, se proponen índices espectrales sensibles a la dinámica forestal (Tabla 2). El análisis multitemporal de estos índices permite identificar cambios en la cobertura forestal comparando series temporales de imágenes.

Clasificación supervisada y métricas de exactitud. La detección automatizada de patrones de deforestación, se contempla mediante clasificación supervisada con el algoritmo Random Forest disponible en GEE, entrenado con muestras de referencia georreferenciadas y validado mediante partición de datos (70% entrenamiento / 30% validación), su exactitud se reporta mediante la *matriz de confusión* calculando la exactitud global (*Overall Accuracy*), el coeficiente Kappa, y precisión del productor/usuario por clase temática conforme a los estándares de validación en teledetección (Foody, 2002).

Panel de visualización e integración comunitaria. Es necesario incluir mapas temáticos de cobertura vegetal, alertas tempranas de deforestación, con herramientas de carga de registros comunitarios geolocalizados para promover la participación de la comunidad en el monitoreo ambiental (Tabla 2).

Tabla 2. Especificaciones técnicas (Módulo 1).

Elemento técnico	Especificación
Servicio de IA empleado	Google Earth Engine (GEE) – API Python/JavaScript (Gorelick et al., 2017).
Fuentes satelitales	Landsat 8/9 Collection 2 + Sentinel-2 MSI (10–30 m resolución)
Índices espectrales	De Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), de Razón Normalizada de Bandas (NBR), de Vegetación Mejorada (EVI), con mayor sensibilidad en áreas de alta densidad vegetal documentadas en Hansen et al (2013).
Período de análisis	Series temporales según cobertura disponible para la ZRF de El Caraño
Algoritmo de clasificación	Random Forest (GEE) – partición 70% entrenamiento / 30% validación
Métricas de evaluación	Overall Accuracy, Coeficiente Kappa, Precisión productor/usuario (Foody, 2002)
Componente comunitario	Cargue de registros geolocalizados + panel de alertas interactivo

Fuente: Elaboración propia

Módulo 2. Inventario Digital de Biodiversidad

Debido a la ausencia de registros y documentación de especies de fauna y flora en la ZRF de El Caraño, se propone un sistema integral de registro y gestión de especímenes bióticos, cuyo componente central de IA corresponde a un pipeline de dos etapas para la identificación automatizada de especies a partir de imágenes provenientes de bitácoras de campo (Thompson et al., 2024).

Etapas 1: Identificación mediante SerpAPI (Google Lens API): Las imágenes de especímenes capturadas en campo o extraídas de registros fotográficos en bitácoras son enviadas al *endpoint* de Google Lens a través de la API de SerpAPI mediante una solicitud REST con el parámetro *type: visual_matches*, una vez procesada, el sistema retorna una lista de coincidencias visuales rankeadas

con el nombre taxonómico sugerido, puntuación de similitud visual y fuentes de referencia. Wäldchen & Mäder (2018), documentan que los pipelines de visión computacional, y para especies siguen una secuencia de extracción de características y clasificación, siendo Google Lens, una implementación de frontera accesible mediante API; diferentes estudios de validación de esta herramienta reportan exactitudes del 80.83%, 72.7% y 62.6% para fotografías de calidad alta, media y baja respectivamente, confirmando su viabilidad en condiciones de campo con diversidad de dispositivos (SerpAPI, 2024), aunque en la plataforma antes de continuar con guardado, el usuario debe validar para continuar o realizar la clasificación de forma manual.

Etapla 2: Extracción estructurada de parámetros con Gemini Visión: La imagen del espécimen, junto con los candidatos taxonómicos retornados en la Etapa 1, pueden procesarse con el modelo multimodal Gemini de Google DeepMind (2023), accedido a través de la API REST de Google AI Studio con autenticación por clave API, después se emplea un prompt estructurado que instruye al modelo a extraer en formato JSON (Figura 4), aprovechando su capacidad nativa para procesar documentos del mundo real y retornar valores en objetos estructurados definidos por el usuario (Google Developers, 2024), siguiendo el precedente establecido en informática de biodiversidad para la extracción de información de cuadernos de campo históricos (Richardson et al., 2012).

Figura 4. Ejemplo de prompt modulo 2.

```
try:
    prompt = (
        "Eres un experto en taxonomía biológica. "
        f"Google Lens identificó esta especie: \"{texto}\". "
        "Puede venir como 'nombre_cientifico | nombre_comun_sucio'. "
        "Usa esa información para dar la taxonomía completa y correcta. "
        "Responde ÚNICAMENTE con un JSON con estas claves "
        "(deja '' si genuinamente no sabes, NUNCA inventes): "
        "\"nombre_comun\" (nombre en ESPAÑOL, limpio y corto, ej: Delfín del Araguaia), "
        "\"nombre_cientifico\" (binomial exacto, ej: Inia araguaiaensis), "
        "\"genero\", \"familia\", \"orden\", \"clase\", "
        "\"tipo_especie\" (UNA de: Mamífero, Ave, Reptil, Anfibio, Pez, Insecto, Arácnido, "
        "Molusco, Equinodermo, Crustáceo, Planta, Hongo, Alga, Bacteria, Otro), "
        "\"filo\", \"reino\". "
        "Solo el JSON, sin explicaciones."
    )
```

Fuente: Elaboración propia

Validación del pipeline y protocolo de evaluación. Se sugiere evaluar una muestra de especímenes con identificación de referencia por taxónomos, expertos en flora y fauna Amazónica, validación a partir de las métricas de evaluación sugeridas (Tabla 3). La partición del conjunto de evaluación debe seguir los estándares de validación en sistemas de AA (70% entrenamiento, 15% validación, 15% prueba cuando aplica) (Gorelick et al., 2017). A continuación, especificaciones técnicas del pipeline.

Tabla 3. Especificaciones técnicas del pipeline de IA (Módulo 2).

Elemento del pipeline	Especificación técnica
Etapla 1 - Servicio de IA	SerpAPI – Google Lens API (engine=google_lens, type=visual_matches)
Input Etapla 1	Imagen de espécimen (base64 o URL pública) desde bitácora de campo

Output Etapa 1	Lista rankeada: nombre taxonómico sugerido, similitud visual, fuente
Etapa 2 - Servicio de IA	Gemini Vision (Google DeepMind, 2023) via Google AI Studio API
Parámetros configurados	Gemini 1.5 Flash, prompt de sistema con restricción al dominio taxonómico ver Figura 4.
Output Etapa 2 (JSON)	nombre_comun, nombre_cientifico, género, tipo_especie
Validación taxonómica	Cruce automático con GBIF para verificación de nombres aceptados
Métricas de evaluación	Exactitud de ID a nivel especie, género y familia; % de campos JSON completos; concordancia con identificación de referencia por experto; verificada con los nombres taxonómicos aceptados en las bases de datos GBIF e ITIS.

Fuente: Elaboración propia

Alcance del inventario y articulación comunitaria. Los registros generados alimentarán un inventario digital de flora y fauna de la ZRF de El Caraño, accesible a los actores comunitarios para retroalimentación y verificación. Enmarcado en los principios de la ciencia ciudadana para la validación de registros de ocurrencia (Richardson et al., 2012); con visión ambiental y turística hacia el diseño de rutas y servicios ecoturísticos sostenibles.

Módulo 3: Marketing Digital con IA Conversacional

A falta de herramientas digitales de promoción turística en la ZRF de El Caraño, se propone un asistente conversacional basado en IA con la siguiente estructura técnica: catálogo digital de servicios de TN con capacidades de IA conversacional, análisis de tendencias y generación automatizada de contenido; integrado mediante un chatbot asistido por el modelo de lenguaje Gemini de Google DeepMind, orientado a la comercialización sostenible de la oferta ecoturística de la ZRF el Caraño.

Integración del chatbot con Gemini API. Técnicamente, el asistente accede al modelo Gemini de Google DeepMind mediante su API REST a través de Google AI Studio, bajo el paradigma AIaaS de integración de LLMs en plataformas de dominio específico (Google DeepMind, 2023), configurado con un prompt de sistema que delimita las respuestas al dominio del TN y los SE de la ZRF de El Caraño (Figura 5).

Figura 5. Ejemplo de prompt en módulo 3

```
prompt = f"""
Eres BioBot, el cerebro de IA de la plataforma 'Orquideas Bio'. 🌿💡
Tu conocimiento proviene EXCLUSIVAMENTE de una base de datos.

BASE DE DATOS REAL (Lo único que existe):
{context_str}

ESTILO DE RESPUESTA:
1. Usa Markdown para que la respuesta sea visualmente atractiva.
2. Para cada destino que menciones, usa este formato:
   ### **Nombre del Destino** (Municipio)
   - 🍷 **Precio:** $valor
   - 🏞️ **Dificultad:** nivel
   - 🏠 **Tipo:** categoría
   - 📄 **Descripción:** resumen breve
3. Si hay varios, sepáralos con una línea horizontal (---).

REGLAS DE ORO:
1. Si el viajero pregunta por algo que NO está en la lista, di que aún no está en el catálogo.
2. Responde con calidez amazónica y precisión técnica. Usa emojis.
3. No menciones que eres una IA.

PREGUNTA DEL VIAJERO:
{message}
"""
```

Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, se configura los siguientes hiperparámetros: versión del modelo (Gemini 1.5 Flash), temperatura de generación (0.2 – 0.5) para favorecer respuestas precisas y reproducibles dentro del dominio turístico, longitud máxima de respuesta (*400 tokens*), porque permite respuestas completas y contextualmente suficientes y parámetro *top_p* (0.85 – 0.95) para control de diversidad lingüística aplicando la técnica de nucleus sampling para delimitar el espacio de palabras candidatas. La selección de Gemini se fundamenta en su capacidad multilingüe, su arquitectura nativa multimodal y su desempeño documentado en tareas de respuesta a preguntas de dominio especializado (Salih et al., 2025; Leutz et al., 2025).

Protocolo de evaluación del chatbot. Se propone mediante una muestra representativa de preguntas del dominio turístico ambiental, aplicando métricas estandarizadas para sistemas conversacionales: puntuaciones de calidad global (OQS, Overall Quality Score), de comprensibilidad (US, Understandability Score) e implementabilidad (IS, Implementability Score), evaluadas de forma independiente por mínimo dos expertos del dominio, mediante escala Likert de cuatro puntos (Leutz et al., 2025). Además, de calcular métricas de similitud textual BLEU y ROUGE-L entre las respuestas generadas y de referencia, elaboradas por especialistas conforme a los estándares de evaluación de sistemas de lenguaje natural (Salih et al., 2025). La Tabla (4) detalla técnicamente este módulo:

Tabla 4. Especificaciones técnicas (Módulo 3)

Elemento técnico	Especificación
Servicio de IA	Gemini (Google DeepMind, 2023) via Google AI Studio API REST
Tipo de integración	API REST con autenticación por clave API (Google AI Studio)
Configuración del prompt	System prompt con restricción al dominio de Turismo de la ZRF de El Caraño
Hiperparámetros	Temperatura (0.2 - 0.5), max_tokens (400), top_p (0.85 - 0.95)
Métricas de evaluación	OQS, US, IS (escala Likert 4 puntos, 2 evaluadores independientes)
Métricas textuales	BLEU, ROUGE-L vs. respuestas de referencia de expertos (Salih et al., 2025)
Funciones del módulo	Catálogo digital TN, seguimiento cliente, análisis de tendencias, generación de contenido

Fuente: Elaboración propia

Discusión

Antes de discutir los hallazgos de cada categoría de análisis (Gestión Ambiental -GA; Gobernanza Territorial – GT; Condición Social de Apropiación - CSA y Condición Tecnológica-CT), se presenta el panorama internacional de la Inteligencia Artificial (IA) aplicada a la Gestión Sostenible del Turismo de Naturaleza (GSTN). La literatura muestra una incorporación progresiva de la IA en la GSTN, por ejemplo, Liu T, et al. (2022), señalan que herramientas de IA pueden apoyar la recolección, interpretación y análisis de información ambiental, así como la reducción de riesgos y la evaluación de las condiciones de los ecosistemas, mediante herramientas como Google Earth Engine y plataformas de almacenamiento y procesamiento de datos en la nube.

Además, la IA ha empezado a integrarse con herramientas como el Aprendizaje Automatizado (AA), los sensores, el análisis de imágenes disponibles en redes sociales y los registros geoespaciales (Li J et al., 2025). Tales aplicaciones permiten estudiar comportamientos ecosistémicos y turísticos, generar información y analizar las condiciones ambientales mediante

procesos de modelación y cartografía (Mark et al., 2023). Sin embargo, el desarrollo de IA en el turismo se concentra en destinos como China y Estados Unidos (Fang et al., 2025), mientras que los territorios con infraestructura limitada enfrentan dificultades para incorporar estas herramientas (Shilibekova et al., 2024).

Por lo anterior, se indica que la realidad de la zona de estudio se aleja del escenario de innovación global; este último permitió dimensionar el rezago en la ZRF de El Caraño, asociado a las siguientes condiciones:

Primero, en la GA, los resultados muestran una disposición favorable de los actores vinculados al Turismo de Naturaleza (TN) hacia el uso de herramientas tecnológicas. Sin embargo, esto no se traduce en uso efectivo, debido a limitaciones asociadas con las capacidades técnicas, la gobernanza y la infraestructura disponible en el territorio. Ahora bien, el interés por utilizar tecnología puede existir, pero si no está acompañado de conectividad, capacitación y procesos de gobernanza, difícilmente se convierte en una práctica concreta de gestión. En este sentido, la incorporación de IA depende de la voluntad de los actores como de las condiciones que el territorio ofrece para hacer posible su uso, así las estrategias preventivas y correctivas deben considerar las capacidades y vulnerabilidades particulares locales (Wang X et al., 2024).

Segundo, en la GT es evidente la desarticulación entre actores, la baja presencia de la autoridad ambiental y de capacidad institucional para implementar acciones en el territorio, a pesar de voluntad de los implicados. Lo cual, no asigna el nivel de importancia a la GT, como si lo realizan Guzmán et al. (2023) y Sarubbi et al. (2026), quienes destacan a la GT como eje clave para fortalecer la institucionalidad y prevenir conflictos socioambientales. Es decir, en el territorio de El Caraño, el principal obstáculo no es convertir la voluntad en acciones institucionales sostenidas, sino en vacíos de presencia institucional y en el ejercicio de las competencias correspondientes. Situación que reitera la falta de importancia local a la GT, al estar asociada a la planificación territorial y articulación entre actores, en dirección a favorecer el desarrollo local y consolidar iniciativas de turismo (Gómez, 2020; Barbosa y Gómez, 2021).

Tercero, en la CSA, los actores reconocen el valor del TN y expresan preocupaciones por la conservación del territorio, así como identifican conocimientos y valoraciones positivas hacia la protección ambiental; no obstante, faltan mecanismos para trasladar ese conocimiento en acciones colectivas y procesos organizados de gestión territorial. Y aquí emerge, lo expuesto por Wang J et al. (2024), quienes destacan la importancia de la educación ambiental para fortalecer los conocimientos y las capacidades que permitan tomar decisiones orientadas a la sostenibilidad. Por tanto, puede entenderse como una brecha el conocimiento disponible y su capacidad para generar acciones de gestión, ya que se observa un conocimiento individual, con pocos canales para convertirse en procesos colectivos.

Cuarto, en la CT, la propuesta de Plataforma Digital Participativa (PDP), surge de las necesidades identificadas y busca responder a requerimientos de gestión, monitoreo y promoción turística. Orientación enmarcada en lo expuesto por Mykola et al. (2025), quienes señalan que las tecnologías pueden utilizarse para reconocer y diagnosticar diferentes contextos ambientales. Complementario con la perspectiva de Lu y Yoon (2025) y Soliman et al. (2025), quienes destacan el potencial de la IA para fortalecer la participación comunitaria y favorecer condiciones de mayor equidad en el turismo.

Sin embargo, en la ZRF de El Caraño, la baja conectividad, las limitaciones en capacitación y las debilidades de GT representan obstáculos que deben ser considerados, antes de esperar que una herramienta de IA genere por sí sola procesos de participación o transformación en GSTN. Lo cual no significa que la tecnología no sea pertinente para territorio; por el contrario, los resultados

muestran que puede ser útil, pero su implementación debe avanzar articulada con procesos de formación, fortalecimiento institucional y participación comunitaria.

En definitiva, la ZRF de El Caraño cuenta con una base social que reconoce el valor del TN y la importancia de la conservación, desde esta perspectiva, la IA puede apoyar, siempre que su incorporación responda a las necesidades reales del territorio y esté acompañada de procesos que permitan a los actores apropiarse de sus posibilidades de uso. Interpretación acorde con Liu T, et al. (2022), quienes señalan que la IA contribuye al mejoramiento de las condiciones de sostenibilidad y al análisis de los servicios ecosistémicos mediante el diagnóstico y procesamiento de información ambiental y turística. De esta manera, el aporte de la PDP no se limita a incorporar una herramienta tecnológica; su enfoque remite a la posibilidad de conectar información, actores y procesos de decisión actualmente desarticulados.

A partir de estos resultados, se plantean dos líneas para futuras investigaciones. La primera, se relaciona con el pilotaje y evaluación de la PDP en condiciones reales de conectividad limitada, considerando aspectos como su usabilidad, apropiación por parte de la comunidad y capacidad para contribuir a disminuir las brechas identificadas. La segunda, corresponde al desarrollo de estudios comparativos en otras zonas de reserva forestal de la Amazonía colombiana. Esto permitiría establecer si las brechas de gestión, conocimiento y acceso tecnológico encontradas en El Caraño responden a una situación común en otros territorios de la región o, por el contrario, están determinadas por las particularidades sociales, institucionales y ambientales de este caso.

Conclusiones

A nivel global, la IA toma fuerza en el campo ambiental, permitiendo el análisis de indicadores de los SE con georreferencias y modelos de chatbots, IA conversacional, AA, entre otros. Por su parte, la integración de IA en el sector turístico en la ZRF de El Caraño, Florencia, Caquetá es limitada, debido a las brechas de gestión, conocimiento y acceso de cada condición de análisis, destacando la falta de infraestructura tecnológica, y poca gobernanza, esta última obstruye el diseño de propuestas acordes a las necesidades territoriales; y al considerar el carácter innovador de la IA, y a la dependencia tecnológica para su incorporación en el TN, es importante la cooperación de actores para que así las propuestas sean prácticas y conlleven a una gestión acertada y sostenible. Por consiguiente, la *Plataforma Digital Participativa basada en IA*, se propone para alinear tres acciones claves en el desarrollo turístico con proyección a largo plazo: Monitoreo Comunitario, Inventario Digital de Biodiversidad, y Marketing Digital; dado la necesidad de adquirir tecnologías de comunicación que permitan GSTN con integración de las TI como la IA, considerando realidades territoriales, siendo este el aporte de la IA para mitigar los limitantes encontrados.

Respecto a las limitaciones de este estudio, se precisa la indisponibilidad de participación de otras comunidades que habitan El Caraño, lo cual fue manifestado por el abandono de las instituciones, escasa destinación de recursos para el desarrollo local, y la falta de resultados óptimos que beneficien su participación. Razón por la cual, la muestra fue limitada inhibiendo un análisis más amplio del estudio.

Agradecimiento

Al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia (Minciencias) y al Fondo Nacional para el Financiamiento de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (Fondo Francisco José de Caldas), como actores institucionales de financiación del proyecto código 114188, resultado de la Convocatoria 963-2025 y ejecutado por la Fundación para el Desarrollo Social y Ambiental de La Amazonia (AMAZONA) a través del Convenio 153-2025.

Referencias bibliográficas

- Asad, M., Sulaiman, M.A.B.A., di Bella, E. & Preti, S. (2025). Mediating and moderating role of entrepreneurial spirit to promote sustainable performing art tourism in Oman. *Discov Sustain* 6, 1246. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-02174-w>
- Bañuelos, H. D. (2024). El derecho humano a un medio ambiente limpio, saludable y sostenible en el derecho internacional: antecedentes, tratamiento y situación normativa actual. *UNIVERSITAS. Revista De Filosofía, Derecho Y Política*, 45, 81-111. <https://doi.org/10.20318/universitas.2024.8691>
- Barbosa, E., y Gómez, D. (2021). *Economía solidaria y construcción de paz*. Revista Sur. <https://www.sur.org.co/economia-solidaria-y-construccion-de-paz/>
- Chen, J., Lin, Z., Lin, J., & Wu, D. (2024). Investigating the Spatial Distribution and Influencing Factors of Non-Grain Production of Farmland in South China Based on MaxEnt Modeling and Multisource Earth Observation Data. *Foods*, 13(21). <https://doi.org/10.3390/foods13213385>
- Estrada, A. R. A., Arzuaga, M. A., Giraldo, C. V., & Cruz, F. (2021). Diferencias en el análisis de datos desde distintas versiones de la Teoría Fundamentada. *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales*, (51), 185–229. <https://doi.org/10.5944/empiria.51.2021.30812>
- Fang, P., Liu, Y., Bai, X., & Niu, Z. (2025). Redesigning Sustainable Rural Tourism: A Stakeholder-Centered Approach to Interest Symbiosis in Post-Planning Villages. *Sustainability*, 17(5). <https://doi.org/10.3390/su17052064>
- Foody, G. M. (2002). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80(1). [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(01\)00295-4](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(01)00295-4)
- Fowler, M. (2002). Patterns of enterprise application architecture. *Addison-Wesley Professional*.
- García C, D., Buitrago B, O. y Aguirre, M. (2023). Alternativas Comunitarias a los Procesos de Deforestación en la Amazonía Colombiana. Caso el Caraño, Caquetá. *Historia Ambiental Latinoamericana y Caribeña (HALAC). Revista de la Solcha* 13(1). [10.32991/2237-2717.2023v13i1.p19-52](https://doi.org/10.32991/2237-2717.2023v13i1.p19-52)
- García-Londoño, M. L., Zapata-Castañeda, J. A., & Giraldo-Castañeda, L. A. (2026). Tourism Competitiveness from the Perspective of Corporate Social Responsibility and Sustainability: A Literature Review. *Revista CEA*, 12(28). <https://doi.org/10.22430/24223182.3495>
- Ghermandi A., & Sinclair M (2019). Passive crowdsourcing of social media in environmental research: A systematic map. *Global Environmental Change*, 55. 10.1016/j.gloenvcha.2019.02.003
- Gómez, R. D. T., Aldana, K. y Rodríguez, O. M. R. (2021). Antropologías del desarrollo, enfoques alternativos y postdesarrollo. Breve revisión de conceptos y apuntes críticos. *Población y Desarrollo*, 27 (52). <https://revistascientificas.una.py/index.php/RE/article/view/957>
- Gómez, R. D., Barbosa, P. E., y Merchán, H. O. (2021). La economía solidaria como dinamizadora del desarrollo rural y de la construcción de la paz en Colombia. *Revista Iberoamericana de Economía Solidaria e Innovación Socio ecológica*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8215456>
- Gómez-Rodríguez, D. T. (2020). Sostenibilidad: apuntes sobre sostenibilidad fuerte y débil, capital manufacturado y natural. *Inclusión Y Desarrollo*, 8(1). <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inclusion.8.1.2021.131-143>
- Google DeepMind. (2023). Gemini: A family of highly capable multimodal models [Preprint]. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2312.11805>
- Google Developers. (2024). Image understanding – Gemini API documentation. <https://ai.google.dev/gemini-api/docs/image-understanding>

- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Guzmán, Á, D. P., Rodríguez, E, y Cerón M, M. F. (2023). Lineamientos de planificación para el desarrollo agroecoturístico: caso de Jardín, Antioquia. *Equidad y Desarrollo*, (41). <https://doi.org/10.19052/eq.vol1.iss41.9>
- Jones, M., Bradley, J., & Sakimura, N. (2015). JSON Web Token (JWT). RFC 7519. *Internet Engineering Task Force*. <https://doi.org/10.17487/RFC7519>
- Kai, S., Arkajyoti, R & Josué M. T. (2024). Artificial intelligence and machine learning: Definition of terms and current concepts in critical care research. *Journal of Critical Care* (82). <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2024.154792>
- Karasov, O., Heremans, S., Külvik, M., Domnich, A., & Chervanyov, I. (2020). On How Crowdsourced Data and Landscape Organisation Metrics Can Facilitate the Mapping of Cultural Ecosystem Services: An Estonian Case Study. *Land*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/land9050158>
- Leutz, S, P., Palm, V., Mathy, R. M., Grözinger, M., Kauczor, H.-U., Jang, H., & Sedaghat, S. (2025). Performance of Large Language Models ChatGPT and Gemini on Workplace Management Questions in Radiology. *Diagnostics*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/diagnostics15040497>
- Li, J., Liu, X., Feng, Z., Liu, J., Wang, Y., Zhang, M., & Peng, X. (2025). Ecological Resilience and Sustainable Development: Dynamic Assessment and Evolution Mechanisms of Landscape Patterns and Ecotourism Suitability in the Yangtze River Delta Region. *Sustainability*, 17(17). <https://doi.org/10.3390/su17177706>
- Li, Y., Liao, Q., Wang, W., Shouyun, S., Yuchi, C & Chen, J. (2025). Assessing recreation services for heritage resources in scenic areas based on behavioral semantic perspective. *npj Herit. Sci.* 13. <https://doi.org/10.1038/s40494-025-01971-w>
- Liang, Y., Chen R., Xu Y., Chen X & Zeng Y. (2025). Segmenting Chinese rural tourist preferences: insights from a choice experiment. *Humanit Soc Sci Commun* (12). <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05922-5>
- Liu, T., Li Z., Yu, L., Chen, X., Cao, B., Li, X., Du, Z., Peng, D y Hou, L. (2022). Global relative ecosystem service budget mapping using the Google Earth Engine and land cover datasets. *Environ. Res. Comunitario* (4). 10.1088/2515-7620/ac79a9
- Liu, T., Yu, L., Liu, J., Xu, Z., Chen, X., Wu, H., Zheng, S., Zhao, Q., Gong, P. (2024). Unveiling interprovincial geographic patterns of 5A-level tourism cultural ecosystem service flows and tourist preferences in China's metacoupled systems. *Applied Geography* (172). <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2024.103432>
- Liu, X., Yan, W., Guo, L., Chen, X., & Zhao, T. (2025). The Coupling Relationship Between Ecological Quality and Ecosystem Service Functions in the Sources of the Danjiangkou Reservoir. *Land*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/land14112256>
- Lu, F., & Yoon, S. J. (2025). Spatiotemporal Evolution and Spillover Effects of Tourism Industry and Inclusive Green Growth Coordination in the Yellow River Basin: Toward Sustainable Development. *Sustainability*, 17(24), 11372. <https://doi.org/10.3390/su172411372>
- Marin, E. J. O., Peña, M. I. B., & Roa, J. A. M. (2025). El Papel del Turismo de Naturaleza en la Conservación Según la Percepción de los Emprendedores del Departamento de Caquetá, Colombia. *Historia Ambiental Latinoamericana Y Caribeña (HALAC) Revista De La Solcha*, 15(1), 197-231. <https://doi.org/10.32991/2237-2717.2025v15i1.p197-231>

- Mark, D. S., Longley, W. K., Pietsch, M. V., Constantine, S., Acosta, M. M., Val, A., Aaron D. C., Hall, G., Barry A. N., Steven R. S., Schuhmann, P. W & Tanner, D. (2023). Nature dependent tourism – Combining big data and local knowledge. *Journal of Environmental Management* (337). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.117696>
- Meneses, B. M., Reis, E., Pereira, S., Vale, M. J., & Reis, R. (2017). Understanding Driving Forces and Implications Associated with the Land Use and Land Cover Changes in Portugal. *Sustainability*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/su9030351>
- Merrill, N., Atkinson, S., Mulvaney, K., Mazzotta, M. & Bousquin, J. (2020) Using data derived from cellular phone locations to estimate visitation to natural areas: An application to water recreation in New England, USA. *PLoS One* 15(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231863>
- Muhammad-Ishtiaq (2019). Book Review Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage. *English Language Teaching*; 12 (5). [10.5539/elt.v12n5p40](https://doi.org/10.5539/elt.v12n5p40)
- Mykola, D., Khrystyna, T., Vasylyshyn, Z., Pavlo, H., Dmytro, K (2025). STUDY OF THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON TOURISM ACTIVITIES USING REMOTE SENSING IN THE CARPATHIAN REGION. *Geographia Technica*, Vol. 20. [10.21163/GT_2025.202.02](https://doi.org/10.21163/GT_2025.202.02)
- Naramski, M., & Stecula, K. (2025). Virtual Reality for Innovative and Responsible Tourism. *Sustainability*, 17(22), 10233. <https://doi.org/10.3390/su172210233>
- Nguyen, P. T. (2025). Understanding Eco-tourism Satisfaction: A Structural Equation Modeling Examination of Critical Determinants. *SAGE OpenVolumen* 15, Número 3 <https://doi.org/10.1177/2158244025137806>
- Pareja, A, F. C., Carrasco, T, J., y Aquino, C, M. (2024). Revisión sistemática de la evolución de los asistentes virtuales: desde los primeros Chatbots hasta la IA conversacional. *Micaela*, 5(2), 33-39. <https://doi.org/10.57166/micaela.v5.n2.2024.154>
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4th ed.). SAGE Publications. <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-research-evaluation-methods/book232962>
- Peña, T. P, Marlés, B. C. y Correa, C. L. (2023). Oportunidades y capacidades del turismo como dinamizador empresarial en el Caquetá. *Clío América*, 17(33), 146 - 156. <http://dx.doi.org/10.21676/23897848.5205>
- Perkumienė, D., Atalay, A., Šiliekienė, D., & Česonienė, L. (2025). Artificial Intelligence and Landscape Sustainability: Comparative Insights from Urban Sports and Recreation Areas in Turkey and Lithuania. *Land*, 14(12). <https://doi.org/10.3390/land14122330>
- Qi, J., Cher, J., Laforteza, R. & Lin, Z (2018). Remote Sensing for Ecosystem Sustainability. *Comprehensive Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10428-2>
- Qin, Y., Cao, L., Li, W., Darvishi B, A., Li, Y., Ke, X., Soleimani, M., Yu, Q., & Zhou, C. (2023). Suitability Assessment Method of Red Tourism Development Using Geospatial and Social Humanity Data: A Case Study of Ruijin City, East China. *Sustainability*, 15(11), 8582. <https://doi.org/10.3390/su15118582>
- Richardson, M., Stevens, T., Bian, F., Osbahr, H., & Harvey, C. (2012). From documents to datasets: A MediaWiki-based method of annotating and extracting species observations in century-old field notebooks. *ZooKeys*. <https://doi.org/10.3897/zookeys.209.3247>
- Rueda, G, J. y Torres, R, G. (2026). Alternativas para abordar la inseguridad alimentaria en las zonas rurales de Colombia. *Equidad y Desarrollo*, (48). <https://doi.org/10.19052/eq.vol1.iss48.5451>

- Salih, A., Al-Dhaheri, Y., & Al-Mulla, F. (2025). Evaluation of DeepSeek, Gemini, ChatGPT-4o, and Perplexity in responding to salivary gland cancer questions. *BMC Oral Health*, 25. <https://doi.org/10.1186/s12903-025-06726-4>
- Sarubbi-Baltazar, F., Arango-Ramírez, P. y Sánchez-Soriano, M. (2026). Gobernanza inclusiva en la economía circular comunitaria: un análisis bibliográfico sistemático. *Equidad y Desarrollo*, (47). <https://doi.org/10.19052/eq.vol1.iss47.5411>
- Schirpke, U., Ghermandi, A., Sinclair, M., Van, B., Fox N., Vargas L., & Willemen L. (2023). Emerging technologies for assessing ecosystem services: A synthesis of opportunities and challenges. *Ecosystem Services*. (63). [10.1016/j.ecoser.2023.101558](https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2023.101558)
- SerpAPI. (2024). Google Lens API documentation. <https://serpapi.com/google-lens-api>
- Shilibekova, B., Plokhikh, R., & Dávid, L. D. (2024). On the path to tourism digitalization: The digital ecosystem by the example of Kazakhstan. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 57(4 suppl.), 2060–2070. <https://doi.org/10.30892/gtg.574spl20-1373>
- Soliman, M., Buaniew, A., Hassama, A. *et al.* Investigando el papel de las tecnologías hoteleras inteligentes en la mejora de la experiencia de los huéspedes y el turismo sostenible en Tailandia. *Discov Sustain* 6, 1091 (2025). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01954-8>
- Stefán, F., Ciesielski, M., Weber, A., Choromański, k., Gotlib, D & Taczanowska, K. (2025). Understanding generational differences in digital skills and recreational behaviour for effective visitor management in forest destinations. *Sci Rep* 15. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-02036-5>
- Thompson, A., Walker, C., Chapman, D., & Anderson, R. (2024). Hespi: A pipeline for automatically detecting information from herbarium specimen sheets [Preprint]. *arXiv*. <https://arxiv.org/abs/2410.08740>
- Valencia-Velosa, J. M., Zúñiga-Collazos, A., & Castillo-Palacio, M. (2025). Revisión sistemática de literatura sobre innovación en turismo, una agenda para futuras investigaciones. *Revista de ciencias sociales (RCS). facultad de ciencias económicas y sociales. Universidad de la zulia*, 31(4). <https://doi.org/10.31876/rcs.v31i4.44844>
- Waheed, U., Khalid, A., Adnan, A. T., Sajid, U., Muhammad T, R. & Abdullah-Al-W. (2025). Impacts of tourism on LULC and LST dynamics in district Buner and Shangla, Pakistan. *Sci Rep* 15, 9304. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-94230-8>
- Wäldchen, J., & Mäder, P. (2018). Machine learning for image-based species identification. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(11). <https://doi.org/10.1111/2041-210X.13075>
- Wang, J., Khan, M., Tan, Y., Gul, A., & Lodhi, M. (2024). A regional-level spatiotemporal perspective of land use and land cover change impact on forest aboveground biomass in three gorges reservoir region, China. *Geocarto International*, 39(1). <https://doi.org/10.1080/10106049.2024.2397468>
- Wang, X., Mafi, G. D., Pirasteh, S., Wang, T., Li, H., Frazier, T., Nouri, K., Jaafari, A., Abulibdeh, A. (2024). Assessing spatial-Temporal dynamics of vulnerability of protected areas in Iran to multiple environmental hazards. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* (132). <https://doi.org/10.1016/j.jag.2024.104053>
- Yuvaraj, R.M & Karunambigai, M.V. (2025). Fuzzy AHP approach to assess sustainable ecotourism spot in an emerging economy using GIS and remote sensing. *Discov Sustain* 6, 1042 <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01313-7>
- Zhang, Y & Deng, B (2024). Exploring the nexus of smart technologies and sustainable ecotourism: A systematic review. *Heliyon*; (10). [10.1016/j.heliyon.2024.e31996](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31996)