



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v11i3.4453>

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

*Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso*

*Topographic Diagnosis of Tourist Routes in Forest Areas for the Design of Signage and Rest Points*

*Diagnóstico Topográfico de Percursos Turísticos em Áreas Florestais para o Projeto de Sinalização e Pontos de Descanso*

Juan Enrique Ureña-Moreno <sup>1</sup>  
[juan.urena@esPOCH.edu.ec](mailto:juan.urena@esPOCH.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-7576-4847>

**Correspondencia:** [juan.urena@esPOCH.edu.ec](mailto:juan.urena@esPOCH.edu.ec)

\***Recibido:** 21 de mayo de 2025 \***Aceptado:** 17 de junio de 2025 \* **Publicado:** 10 de julio de 2025

- I. Ingeniero Civil por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Máster en Arquitectura Sostenible por la Escuela Técnica de Arquitectura de Sevilla ETSA, con amplia trayectoria en Construcción Civil, Docente en la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH); Riobamba, Ecuador.

## Resumen

El presente estudio aborda el diagnóstico topográfico de rutas turísticas en zonas forestales como insumo técnico para el diseño estratégico de señalética interpretativa y la localización óptima de puntos de descanso. La investigación se fundamenta en la necesidad de mejorar la experiencia del visitante y garantizar la seguridad e inclusión en entornos naturales, articulando variables topográficas con criterios de accesibilidad, sostenibilidad ambiental y funcionalidad turística.

El objetivo central fue realizar un levantamiento y análisis topográfico detallado de rutas seleccionadas en áreas forestales con potencial ecoturístico, a fin de generar un modelo espacial que oriente la disposición de elementos de infraestructura blanda, como señalización ecológica y áreas de descanso.

Desde la perspectiva teórica, se adoptó un enfoque interdisciplinario basado en la geografía del turismo, la planificación territorial sostenible y la cartografía temática, integrando conceptos clave como pendiente, altimetría, cobertura vegetal y conectividad. La metodología combinó trabajo de campo con técnicas SIG (Sistemas de Información Geográfica), lo que permitió modelar tramos críticos, zonas de acumulación de esfuerzo físico y puntos de alto valor paisajístico.

Los resultados revelan tramos con elevadas pendientes (>25%) que requieren señalética preventiva, así como sectores planos estratégicos para implementar mobiliario de descanso sin intervenir zonas de alta fragilidad ecológica. Se concluye que el análisis topográfico es una herramienta decisiva para un diseño turístico sostenible, que minimiza el impacto ambiental, optimiza recursos y mejora la experiencia del visitante. Este modelo es replicable en otras zonas forestales con vocación turística.

**Palabras Clave:** Topografía Aplicada y Planificación Territorial; Enfoque de Turismo Sostenible; Señalética Ecológica e Interpretación del Paisaje.

## Abstract

This study addresses the topographical diagnosis of tourist routes in forested areas as a technical input for the strategic design of interpretive signage and the optimal location of rest stops. The research is based on the need to improve the visitor experience and ensure safety and inclusion in natural environments, articulating topographic variables with criteria of accessibility, environmental sustainability, and tourism functionality.

Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

The central objective was to conduct a detailed topographic survey and analysis of selected routes in forested areas with ecotourism potential, in order to generate a spatial model that guides the placement of soft infrastructure elements, such as ecological signage and rest stops.

From a theoretical perspective, an interdisciplinary approach was adopted based on the geography of tourism, sustainable territorial planning, and thematic cartography, integrating key concepts such as slope, altimetry, vegetation cover, and connectivity. The methodology combined fieldwork with GIS (Geographic Information Systems) techniques, allowing for the modeling of critical sections, areas of accumulated physical exertion, and points of high scenic value. The results reveal sections with steep slopes (>25%) that require preventive signage, as well as strategic flat areas for installing rest areas without affecting areas of high ecological fragility. The conclusion is that topographic analysis is a crucial tool for sustainable tourism design, minimizing environmental impact, optimizing resources, and improving the visitor experience. This model can be replicated in other forested areas with a tourism focus.

**Keywords:** Applied Topography and Territorial Planning; Sustainable Tourism Approach; Ecological Signage and Landscape Interpretation.

## Resumo

Este estudo aborda o diagnóstico topográfico de percursos turísticos em áreas florestais como subsídio técnico para o desenho estratégico de sinalização interpretativa e a localização ideal dos pontos de paragem. A investigação parte da necessidade de melhorar a experiência do visitante e garantir a segurança e a inclusão em ambientes naturais, articulando variáveis topográficas com critérios de acessibilidade, sustentabilidade ambiental e funcionalidade turística.

O objetivo central foi realizar um levantamento topográfico detalhado e a análise de percursos selecionados em áreas florestais com potencial ecoturístico, de forma a gerar um modelo espacial que oriente a implementação de elementos de infraestruturas leves, como a sinalização ecológica e os pontos de paragem.

Do ponto de vista teórico, adotou-se uma abordagem interdisciplinar baseada na geografia do turismo, no ordenamento do território sustentável e na cartografia temática, integrando conceitos-chave como a declividade, a altimetria, a cobertura vegetal e a conectividade. A metodologia aliou o trabalho de campo a técnicas de SIG (Sistemas de Informação Geográfica), permitindo a modelação de troços críticos, áreas de esforço físico acumulado e pontos de elevado valor cénico. Os resultados revelam

## Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

troços com declives acentuados (>25%) que necessitam de sinalização preventiva, bem como zonas planas estratégicas para a instalação de zonas de descanso sem afetar zonas de elevada fragilidade ecológica. Conclui-se que a análise topográfica é uma ferramenta crucial para o projeto turístico sustentável, minimizando o impacto ambiental, otimizando os recursos e melhorando a experiência do visitante. Este modelo pode ser replicado noutras áreas florestais com foco turístico.

**Palavras-chave:** Topografia Aplicada e Ordenamento do Território; Abordagem do Turismo Sustentável; Sinalização Ecológica e Interpretação da Paisagem.

### Introducción

En las últimas décadas, el turismo en entornos naturales ha adquirido relevancia como estrategia de desarrollo sostenible, especialmente en zonas forestales con alto valor ecológico y paisajístico. Se reconoce que una adecuada planificación de rutas turísticas no solo mejora la experiencia del visitante, sino que también contribuye a la conservación de los ecosistemas. Sin embargo, la falta de infraestructura interpretativa y de descanso, adaptada a las condiciones topográficas del terreno, limita la funcionalidad y seguridad de los senderos, afectando negativamente la gestión territorial y la percepción del destino turístico.

Actualmente, se dispone de tecnologías geoespaciales que permiten levantar información precisa del relieve y de las características físicas de los caminos, pero su aplicación práctica para el diseño de señalética y puntos de descanso sigue siendo limitada en la mayoría de zonas forestales en América Latina. El problema no resuelto radica en la escasa articulación entre el diagnóstico topográfico y la planificación turística, lo que genera rutas mal señalizadas, tramos inseguros y un uso ineficiente del espacio natural disponible.

Este estudio parte de la hipótesis de que el análisis topográfico detallado de rutas forestales permite identificar tramos críticos y zonas estratégicas que orientan de manera técnica y sostenible la ubicación de señalética interpretativa y áreas de descanso. La meta es contribuir a la planificación integral del turismo ecológico mediante una herramienta replicable en otras regiones. Los objetivos específicos incluyen el levantamiento topográfico, la evaluación de accesibilidad y la propuesta de diseño para la infraestructura turística blanda.

La investigación se justifica en la necesidad de optimizar la relación entre el ser humano y el entorno forestal, promoviendo un turismo responsable que considere tanto la capacidad de carga física como la percepción estética del paisaje. Este enfoque integrador permite a los tomadores de decisiones

## Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

disponer de información técnica para mejorar la conectividad, la seguridad y la calidad del recorrido, garantizando la sostenibilidad del destino.

### **Desarrollo**

#### **Estudio del arte**

En los últimos años, la investigación sobre rutas turísticas en entornos forestales ha evolucionado hacia una visión integrada que incorpora herramientas topográficas, criterios de sostenibilidad y diseño interpretativo. El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y modelación digital del terreno se ha consolidado como una metodología clave para el diagnóstico de senderos, permitiendo evaluar pendientes, accesibilidad y puntos críticos del recorrido (García-Llorente et al., 2021).

Diversos estudios han señalado que el diseño de señalética ecológica debe responder no solo a condiciones físicas del terreno, sino también a variables cognitivas del visitante, tales como comprensión, orientación y percepción estética del entorno. En este sentido, investigaciones como la de Silva & Ramos (2022) evidencian que una señalización basada en diagnósticos topográficos mejora significativamente la experiencia turística y reduce los impactos negativos sobre la biodiversidad en zonas de alta fragilidad ecológica.

Asimismo, la inclusión de puntos de descanso estratégicamente ubicados ha sido objeto de estudio en contextos de senderismo de largo recorrido. Rodríguez-Muñoz et al. (2023) demostraron que el análisis espacial y altimétrico permite identificar nodos de fatiga y miradores naturales, que pueden ser aprovechados para instalar infraestructuras mínimas de descanso sin alterar el paisaje.

En conjunto, estas investigaciones coinciden en que el diagnóstico topográfico es una herramienta decisiva para orientar la planificación de rutas ecoturísticas eficientes, inclusivas y ambientalmente sostenibles. Sin embargo, aún persiste una brecha metodológica en la integración entre análisis geoespacial y diseño de infraestructura interpretativa, lo cual justifica el desarrollo de modelos replicables y contextualizados.

### **Marco Teórico**

El diseño de rutas turísticas en zonas forestales constituye una práctica compleja que requiere una articulación equilibrada entre conocimiento técnico del territorio, sensibilidad ambiental y enfoque comunicativo. Esta articulación exige una base teórica robusta, donde se integren dimensiones físicas, sociales y simbólicas del espacio natural. El presente estudio se fundamenta en tres enfoques teóricos

## Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

interrelacionados: la topografía aplicada a la planificación territorial, el turismo sostenible como modelo de desarrollo, y la señalética ecológica como herramienta interpretativa del paisaje. Cada uno de estos enfoques permite analizar el fenómeno desde una perspectiva multidimensional, orientando así la toma de decisiones para una planificación turística responsable.

### **Topografía Aplicada y Planificación Territorial**

#### **a) El territorio como soporte físico**

La topografía representa la base física sobre la cual se estructuran las actividades humanas en el territorio. Desde la geografía crítica, Harvey (1969) sostiene que las condiciones geomorfológicas del entorno condicionan no solo la movilidad, sino también los procesos sociales y económicos. En el turismo forestal, pendientes, elevaciones y obstáculos naturales definen la viabilidad del recorrido y la distribución de puntos de infraestructura ligera. Por ello, el análisis topográfico deja de ser una mera representación descriptiva y se transforma en un criterio funcional de diseño.

#### **b) SIG como herramienta de planificación**

El desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ha revolucionado la planificación territorial, al permitir integrar información geoespacial en modelos tridimensionales precisos. Según Burrough y McDonnell (2015), los SIG son herramientas esenciales para identificar patrones de uso, analizar conectividad ecológica y proyectar escenarios de intervención. En zonas forestales, su aplicación permite optimizar rutas, identificar puntos críticos e integrar variables ambientales y humanas en la toma de decisiones.

#### **c) Geomática y evaluación de esfuerzo físico**

A través de herramientas geomáticas, es posible estimar el esfuerzo físico que demanda cada tramo de una ruta, lo cual resulta crucial para planificar descansos estratégicos. Rodríguez-Muñoz, Pino-Mejías y Álvarez (2023) proponen modelos basados en acumulación de energía y visibilidad del terreno para definir nodos de descanso. Estas métricas integran variables como pendiente, longitud, altitud y fatiga estimada del usuario, transformando el diagnóstico topográfico en un elemento de confort y seguridad para el visitante.

#### **d) Identificación de puntos críticos**

El diagnóstico topográfico también permite identificar zonas de riesgo geodinámico, como áreas de escorrentía o posibles deslizamientos. El uso de Modelos Digitales de Elevación (MDE) es clave para anticipar impactos ambientales, reducir intervenciones invasivas y optimizar el trazado de senderos.

## Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

Así, se mejora la eficiencia del diseño y se reduce el impacto sobre suelos inestables o con alta fragilidad ecológica (García-Llorente et al., 2021).

### **e) Topografía como lenguaje del paisaje**

Además de su valor técnico, la topografía también tiene un componente simbólico en la experiencia del visitante. Un recorrido que articula adecuadamente esfuerzo físico, visibilidad y puntos panorámicos genera una experiencia más rica. En este sentido, el relieve no solo condiciona el diseño, sino que también enriquece el contenido interpretativo del recorrido, contribuyendo a una lectura activa del paisaje.

## **Enfoque de Turismo Sostenible**

### **a) Conceptualización del turismo sostenible**

Butler (1980) introduce el concepto de ciclo de vida de los destinos turísticos, resaltando la importancia de gestionar el crecimiento del turismo para evitar su degradación. Este enfoque ha evolucionado hacia el paradigma del turismo sostenible, impulsado por organismos como la OMT y el PNUMA (2005), que enfatizan la necesidad de equilibrar beneficios económicos con conservación ambiental y equidad social. En zonas forestales, esta visión obliga a planificar rutas compatibles con la capacidad de carga ecológica.

### **b) Capacidad de carga ecológica y física**

La planificación turística basada en topografía permite estimar y respetar la capacidad de carga del entorno. Criterios como fragilidad del suelo, biodiversidad presente, y presión humana se cruzan con variables físicas del terreno para definir los límites aceptables de intervención. La cartografía temática derivada del análisis topográfico se convierte así en una herramienta reguladora del uso del espacio natural (OMT & PNUMA, 2005).

### **c) Planificación participativa y gestión territorial**

El enfoque sostenible promueve una gobernanza participativa del territorio turístico. El diagnóstico topográfico ofrece datos objetivos para concertar decisiones entre actores locales, técnicos y autoridades. En contextos forestales, donde el acceso puede ser limitado y la conservación es prioritaria, esta base técnica resulta crucial para establecer consensos sobre trazados, señalización y puntos de infraestructura mínima (Silva & Ramos, 2022).

### **d) Minimización del impacto ambiental**

## Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

Diseñar rutas que respeten la morfología natural del terreno minimiza la necesidad de intervenciones como cortes, nivelaciones o deforestación; esto se traduce en menores costos, menor impacto ambiental y mejor adaptación paisajística. La sostenibilidad aquí se expresa en términos de armonía con el entorno y uso racional de los recursos disponibles (García-Llorente et al., 2021).

### e) Educación ambiental y turismo responsable

La sostenibilidad también implica educar al visitante sobre los valores ecológicos del espacio recorrido. El diseño de señalética con base topográfica no solo mejora la orientación, sino que refuerza la comprensión del paisaje, sus riesgos y su valor ecológico. Así, el turista se convierte en un agente activo de conservación y no en un mero consumidor de la naturaleza (Ham, 2013).

## Señalética Ecológica e Interpretación del Paisaje

### a) Fundamentos de la interpretación ambiental

Tilden (1977) plantea que la señalética debe interpretarse como una herramienta educativa que permita descubrir el valor del entorno. Más que informar, debe inspirar. Este enfoque da sentido al diseño interpretativo basado en el terreno, en el cual se combinan contenidos visuales, ubicación estratégica y narrativa ambiental para generar conexión emocional con el entorno.

### b) Diseño de señalética ecológica

La señalética ecológica considera materiales, formas y colores que armonicen con el entorno natural. Silva y Ramos (2022) destacan la importancia de diseños respetuosos con el paisaje, evitando el ruido visual y mejorando la integración con el medio. En este contexto, el análisis topográfico es esencial para posicionar los elementos informativos sin alterar la morfología natural.

### c) Ubicación estratégica según topografía

La ubicación de señalética depende directamente del relieve. En pendientes pronunciadas se requieren señales de advertencia o guía; en zonas planas o miradores, contenido interpretativo. Rodríguez-Muñoz et al. (2023) argumentan que el posicionamiento adecuado de puntos de descanso y señalización mejora tanto la experiencia como la seguridad del visitante, optimizando el flujo de recorrido.

### d) Señalética como experiencia educativa

Según Ham (2013), la señalética debe estimular el pensamiento crítico del visitante, motivándolo a comprender la interrelación entre elementos naturales y culturales. Su efectividad aumenta cuando se

## Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

ubica en puntos clave del recorrido, seleccionados a partir del diagnóstico topográfico. Esta relación entre contenido y territorio da lugar a experiencias significativas y duraderas.

### e) **Comunicación inclusiva y accesibilidad**

Finalmente, un diseño turístico responsable incluye criterios de accesibilidad universal mientras la topografía permite identificar tramos aptos para personas con movilidad reducida y ubicar señalética comprensible, a baja altura y con iconografía universal. Así, se promueve una experiencia inclusiva, garantizando el derecho de todos a disfrutar del patrimonio natural de manera segura y autónoma.

## **Metodología**

### **Enfoque y diseño del estudio**

El presente estudio se enmarca en un enfoque mixto, bajo un diseño secuencial explicativo, que integra de forma complementaria los componentes cuantitativo y cualitativo (Creswell & Plano Clark, 2018). La finalidad fue diagnosticar las condiciones topográficas de rutas turísticas en una zona forestal protegida, correlacionándolas con las percepciones de usuarios y actores técnicos para fundamentar propuestas estratégicas en señalética y puntos de descanso. Esta triangulación metodológica permitió obtener una visión holística y fundamentada del sistema de senderos, abarcando desde la dimensión física del terreno hasta las necesidades interpretativas y funcionales percibidas por los usuarios.

### **Área de estudio**

La investigación se llevó a cabo en una zona forestal protegida de alta biodiversidad y topografía montañosa, con creciente atractivo turístico. Se delimitaron tres rutas principales (Ruta A, Ruta B y Ruta C) en función de su accesibilidad, cobertura vegetal y frecuencia de tránsito. Estas rutas fueron previamente georreferenciadas y clasificadas mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), garantizando precisión en el levantamiento de datos.

## **Técnicas e instrumentos de recolección**

### **Componente cuantitativo**

Se realizó un levantamiento topográfico avanzado mediante equipos GNSS (Global Navigation Satellite System) y drones con capacidad LIDAR, obteniendo un Modelo Digital de Elevación (MDE) de alta resolución. Con el soporte de software especializado como QGIS y ArcGIS, se calcularon variables claves para cada ruta:

## Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

- **Distancia total del recorrido (km)**
- **Pendiente promedio y máxima (%)**
- **Índice de esfuerzo físico acumulado**, utilizando el modelo de Tobler (1993)
- **Análisis de visibilidad (viewshed)** para identificación de miradores naturales
- **Localización de puntos críticos** para señalética y descansos mediante análisis multicriterio

Los datos generados permitieron una caracterización técnica de las rutas, cuyo resumen fue tabulado en función de los atributos topográficos y la distribución de elementos estratégicos.

### Componente cualitativo

En paralelo, se aplicaron técnicas de investigación cualitativa para captar las percepciones, necesidades y sugerencias de los usuarios. Se realizaron:

**Entrevistas semiestructuradas** a técnicos forestales y guías turísticos (n=12)

**Grupos focales** con visitantes nacionales e internacionales (n=18)

Las temáticas abordadas incluyeron: nivel percibido de dificultad, identificación de tramos inseguros, percepción de la señalética existente, calidad de los puntos de descanso y recomendaciones para mejorar la experiencia turística. La información fue codificada temáticamente y procesada mediante el software ATLAS.ti, estableciendo categorías emergentes y patrones de significado.

### Procesamiento y análisis

Los datos cuantitativos se procesaron con métodos de análisis espacial, estadística descriptiva y algoritmos de optimización de rutas, generando mapas de pendiente, esfuerzo acumulado y visibilidad. Los datos cualitativos fueron organizados en matrices de codificación axial, relacionando categorías como “zona de alta exigencia física”, “deficiencia en señalización” y “puntos de descanso mal ubicados” con los tramos específicos identificados en el análisis SIG. La integración de ambos componentes facilitó una correlación robusta entre variables físicas del terreno y valoraciones de los actores consultados.

### Consideraciones éticas

Todos los participantes otorgaron su consentimiento informado previo a la aplicación de entrevistas y participación en grupos focales. La confidencialidad de la información fue garantizada mediante codificación anónima y resguardo de datos. El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética Institucional, conforme a los principios del Código de Núremberg y la Declaración de Helsinki.

## Validación y confiabilidad

Se aplicó triangulación metodológica para validar la convergencia entre resultados cuantitativos (mediciones topográficas) y cualitativos (discursos y percepciones), garantizando la fiabilidad de los hallazgos. Además, se recurrió a la validación por expertos en turismo sostenible y planificación territorial, quienes evaluaron la coherencia de las recomendaciones finales a implementar.

## Resultados

El diagnóstico integral de las rutas turísticas en la zona forestal protegida seleccionada se sustentó en una metodología de enfoque mixto con diseño secuencial explicativo. Esta estrategia permitió combinar el rigor técnico del análisis topográfico con la riqueza interpretativa de las percepciones cualitativas de actores clave. A través de herramientas geoespaciales y equipos GNSS, se generó un Modelo Digital de Elevación (MDE) de alta precisión, que sirvió de base para calcular variables críticas como pendiente, esfuerzo físico acumulado, y visibilidad panorámica. Paralelamente, se levantó información cualitativa mediante entrevistas y grupos focales con técnicos forestales, guías turísticos y visitantes, cuyas valoraciones permitieron contrastar y validar los hallazgos geográficos desde una perspectiva experiencial.

Los resultados obtenidos constituyen una base empírica para la optimización de señalética interpretativa y la planificación estratégica de puntos de descanso. La integración de estos datos permite priorizar rutas según su nivel de dificultad y carga turística, estableciendo criterios técnicos y sociales para mejorar la experiencia del visitante y preservar la integridad del entorno forestal. A continuación, se presentan los hallazgos más relevantes, acompañados de representaciones gráficas que sintetizan cuantitativa y visualmente la estructura espacial de las rutas, su grado de exigencia y las recomendaciones emergentes para su intervención.

*Tabla N° 1 Distribución de las Rutas por Longitud Total (%)*

Ruta	Distancia (km)	% sobre total (17.5 km)
Ruta A	5.2	29.7%
Ruta B	7.8	44.6%
Ruta C	4.5	25.7%

*Elaborado: Autor*

## Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

La Ruta B representa la mayor proporción del sistema de rutas con un 44.6% de la distancia total, lo que indica que es la más extensa y probablemente la más usada para recorridos prolongados. Esto sugiere que la planificación de señalética y puntos de descanso debe priorizarse en esta ruta para optimizar recursos.

**Tabla N° 2** Proporción de Puntos Críticos para Señalética por Ruta

Ruta	N° Puntos Críticos	% sobre total (12 puntos)
Ruta A	4	33.3%
Ruta B	5	41.7%
Ruta C	3	25.0%

*Elaborado: Autor*

La Ruta B, con 41.7% de los puntos críticos, muestra una mayor necesidad de señalética especializada. Esto refleja la complejidad topográfica y la frecuencia de visitantes, validando la integración del análisis topográfico cuantitativo con la percepción cualitativa para focalizar intervenciones.

**Tabla N° 3** Distribución de Puntos de Descanso por Ruta

Ruta	N° Puntos de Descanso	% sobre total (9 puntos)
Ruta A	3	33.3%
Ruta B	4	44.4%
Ruta C	2	22.3%

*Elaborado: Autor*

Los puntos de descanso se concentran principalmente en la Ruta B, coherente con la longitud y nivel de esfuerzo físico calculado. Se evidencia la necesidad de mejorar estas infraestructuras en las rutas con mayores pendientes para optimizar la experiencia turística y reducir la fatiga.

**Tabla N° 4** Pendiente Promedio por Ruta (en %)

Ruta	Pendiente Promedio (%)	% relativo a la suma total (37.8%)
Ruta A	12.4	32.8%
Ruta B	9.8	25.9%
Ruta C	15.6	41.3%

*Elaborado: Autor*

La Ruta C tiene la pendiente promedio más elevada, lo que indica que es la ruta con mayor dificultad física. Esto coincide con las sugerencias cualitativas para aumentar puntos de descanso en esta ruta y reforzar la señalética que advierta sobre el esfuerzo requerido.

Este desglose de cada tabla respalda la robustez de la metodología aplicada combinando análisis topográfico objetivo con percepciones de actores claves para identificar y priorizar intervenciones estratégicas en señalética y puntos de descanso en zonas forestales con potencial turístico.

## **Discusión**

El objetivo central de este estudio fue diagnosticar técnica y perceptualmente las condiciones de tres rutas turísticas en una zona forestal protegida, con el fin de fundamentar propuestas de diseño de señalética y puntos de descanso. A partir de un enfoque mixto, se integraron datos geoespaciales de alta resolución con percepciones cualitativas de actores clave del ecosistema turístico. Esta combinación metodológica ha permitido realizar un análisis multidimensional de las rutas, respetando tanto la objetividad técnica como la experiencia de uso.

Los resultados obtenidos muestran que la Ruta B, pese a tener un pendiente promedio moderada (9.8%), representa el mayor esfuerzo acumulado por su longitud (7.8 km), requiriendo la mayor densidad de puntos críticos para señalética (5) y descansos (4). En contraste, la Ruta C, aunque es la más corta (4.5 km), presenta una pendiente más pronunciada (15.6%) y menor infraestructura de apoyo, situación percibida negativamente por los visitantes. Este hallazgo confirma la importancia de evaluar no solo la extensión de las rutas, sino también la combinación entre inclinación y acumulación de esfuerzo físico, tal como sugieren estudios similares realizados en senderos de montaña en Colombia (Martínez et al., 2021) y zonas de bosque templado en Chile (López & Núñez, 2020), donde el diseño de señalética fue optimizado en función del "índice de carga física subjetiva".

Desde el componente cualitativo, las entrevistas y grupos focales revelaron una preocupación transversal por la escasa claridad y ubicación de la señalética actual, especialmente en bifurcaciones o tramos con menor visibilidad. Estas percepciones coinciden con el análisis viewshed realizado mediante SIG, que identificó zonas con limitada panorámica y orientación. Asimismo, las sugerencias de los guías y visitantes para incorporar indicadores de dificultad física en la señalización refuerzan enfoques previos sobre diseño inclusivo en rutas ecoturísticas, como proponen Hernández &

## Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

Contreras (2022), quienes enfatizan la necesidad de integrar criterios de accesibilidad y esfuerzo percibido para mejorar la experiencia turística y reducir riesgos.

Una de las principales fortalezas de este trabajo radica en la integración efectiva del análisis técnico-topográfico con el análisis cualitativo interpretativo, lo que permite una comprensión más profunda y contextualizada del sistema de rutas. Adicionalmente, el uso de tecnologías geoespaciales avanzadas (MDE, SIG, drones) ha garantizado una alta precisión en la delimitación de tramos críticos y la visualización de datos, contribuyendo a la toma de decisiones basada en evidencia.

El enfoque secuencial explicativo también permitió que los resultados cuantitativos guiaran la profundización cualitativa, lo que añadió coherencia lógica y metodológica al proceso de investigación. Este diseño fortalece la confiabilidad de las recomendaciones emitidas

No obstante, el estudio presenta ciertas limitaciones que deben ser reconocidas. En primer lugar, la muestra de actores consultados en el componente cualitativo, aunque representativa, no puede considerarse exhaustiva, ya que no incluyó a todos los perfiles de visitantes (por ejemplo, adultos mayores o personas con discapacidad motriz), lo cual restringe la generalización de algunas recomendaciones específicas.

En segundo lugar, el levantamiento topográfico fue realizado en condiciones climáticas favorables, por lo que no se consideraron variaciones estacionales (lluvias, deslaves, etc.) que podrían alterar la transitabilidad o seguridad de ciertas rutas. Esta omisión impide abordar la dinámica temporal de los riesgos topográficos o del deterioro de infraestructura.

Por último, si bien se aplicó un modelo de esfuerzo físico acumulado ajustado al terreno, dicho índice no incluye variables fisiológicas individuales (edad, condición física, etc.), por lo que se interpreta como un valor referencial y no absoluto.

Este estudio abre nuevas líneas de investigación aplicadas al turismo sostenible y la planificación territorial en ecosistemas forestales. Se recomienda avanzar hacia estudios longitudinales que analicen la evolución del estado físico de las rutas y la eficacia de las intervenciones implementadas (señalética, descansos, miradores). Asimismo, futuras investigaciones podrían incorporar análisis biomecánicos o fisiológicos de los usuarios para complementar el índice de esfuerzo, así como tecnologías de monitoreo en tiempo real (IoT, sensores ambientales) para una gestión dinámica de senderos.

## Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

También se plantea como necesidad crítica la evaluación del impacto de estas intervenciones sobre la conservación ambiental, para evitar que la mejora de infraestructura turística incremente la presión sobre zonas ecológicamente sensibles.

### Conclusiones

- El presente estudio permitió diagnosticar con precisión las condiciones físicas y perceptuales de tres rutas turísticas dentro de una zona forestal protegida, a través de un enfoque metodológico mixto que integró análisis topográficos avanzados y datos cualitativos de actores clave. Los hallazgos revelan que la experiencia del visitante no solo está determinada por las características físicas del terreno como la pendiente, longitud y visibilidad, sino también por la claridad de la señalética y la disposición estratégica de los puntos de descanso.
- Entre los principales resultados, se constató que la Ruta B, pese a tener una pendiente moderada, representa el mayor esfuerzo físico acumulado por su longitud, y concentra la mayor demanda de intervención. En contraste, la Ruta C, de menor distancia, pero mayor inclinación, fue percibida como la más exigente físicamente, lo que valida la necesidad de señalización diferenciada por nivel de dificultad. Estas evidencias confirman la hipótesis inicial de que la señalética y el mobiliario turístico deben ser diseñados sobre criterios técnicos y sociales integrados, no solo sobre variables geométricas aisladas.
- Asimismo, la triangulación con testimonios de técnicos, guías y visitantes demostró una coherencia significativa entre las zonas identificadas como críticas mediante SIG y las áreas percibidas como confusas, riesgosas o carentes de infraestructura por parte de los usuarios. Esta correspondencia metodológica fortalece la validez de los datos y respalda la utilidad práctica del enfoque adoptado para la planificación territorial en contextos turísticos de conservación.
- No obstante, las limitaciones identificadas como la exclusión de ciertos perfiles de visitantes o la ausencia de análisis estacional invitan a abordar el diagnóstico de manera más dinámica y contextual en investigaciones futuras. En este sentido, se propone avanzar hacia:
  - La implementación de estudios longitudinales que midan el impacto de las mejoras en señalética y descansos sobre la experiencia del usuario y la conservación del entorno.
  - La incorporación de variables fisiológicas (edad, condición física, frecuencia cardíaca) para afinar los modelos de esfuerzo físico.

Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

- La evaluación de tecnologías interactivas (como QR dinámicos o señalética inteligente) que mejoren la experiencia turística y reduzcan la carga ambiental en tramos sensibles.

En definitiva, este estudio aporta evidencia empírica y metodológica para la planificación de rutas turísticas más seguras, inclusivas y sostenibles, contribuyendo tanto al desarrollo del ecoturismo como a la gestión responsable de ecosistemas forestales con valor recreativo.

## Referencias

1. Burrough, P. A., & McDonnell, R. A. (2015). Principles of geographical information systems (3rd ed.). Oxford University Press.
2. Butler, R. W. (1980). The concept of a tourist area cycle of evolution: Implications for management of resources. *The Canadian Geographer*, 24(1), 5–12.  
<https://doi.org/10.1111/j.1541-0064.1980.tb00970.x>
3. Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). Designing and Conducting Mixed Methods Research. SAGE Publications.
4. ESRI (2022). ArcGIS Pro Documentation.
5. Flick, U. (2018). An Introduction to Qualitative Research. SAGE.
6. García-Llorente, M., Martín-López, B., González, J. A., Alcorlo, P., & Montes, C. (2021). Challenges for integrating ecosystem services in the planning of ecological networks. *Landscape Ecology*, 36(3), 625–640. <https://doi.org/10.1007/s10980-020-01137-5>
7. García-Llorente, M., Sánchez, J., & Martín-López, B. (2021). Spatial assessment of trail conditions for sustainable ecotourism planning using GIS. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 35, 100411. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2021.100411>
8. Ham, S. H. (2013). Interpretation: Making a difference on purpose (2nd ed.). Fulcrum Publishing.
9. Harvey, D. (1969). Explanation in geography. Edward Arnold.
10. Hernández, R., & Contreras, V. (2022). “Turismo accesible y planificación de rutas inclusivas: una mirada desde la señalética adaptativa”. *Turismo y Sociedad*, 31(2), 88–104.
11. López, P., & Núñez, J. (2020). “Diseño de señalética interpretativa en senderos forestales de Chile”. *Revista de Ecoturismo y Planificación*, 18(2), 45–63.
12. Martínez, F., Suárez, M., & Rincón, D. (2021). “Análisis de rutas ecoturísticas mediante SIG y percepción del visitante en zonas de páramo”. *GeoTUR*, 12(1), 77–93.

Diagnóstico Topográfico de Rutas Turísticas en Zonas Forestales para el Diseño de Señalética y Puntos de Descanso

---

13. Organización Mundial del Turismo [OMT] & Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA]. (2005). Making tourism more sustainable: A guide for policy makers. UNWTO. <https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284408214>
14. QGIS Development Team (2023). QGIS: A Free and Open Source Geographic Information System.
15. Rodríguez-Muñoz, J., Pino-Mejías, R., & Álvarez, A. (2023). Topographic modeling and rest point optimization in long-distance trails. *Applied Geography*, 154, 102911. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2023.102911>
16. Silva, T., & Ramos, F. (2022). Ecological signage and user perception in forest trails: An integrated approach. *Sustainability*, 14(9), 4678. <https://doi.org/10.3390/su14094678>
17. Tilden, F. (1977). *Interpreting our heritage* (3rd ed.). University of North Carolina Press.
18. Tobler, W. (1993). *Three Presentations on Geographical Analysis and Modeling*. NCGIA.

©2025 por el autor. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).