

Planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, para protección de malacofauna endémica, Parque Nacional Chirripó, Costa Rica

Hanz Arias Navarro¹  & Adrián Arias Navarro² 

1. Acueductos y Alcantarillados (AyA), proyecto San José de Upala, Upala, Alajuela, Costa Rica; harian03@gmail.com
2. Universidad Nacional de Costa Rica, Escuela de Turismo, Pérez Zeledón, San José, Costa Rica; adrian.arias.navarro@una.cr

Recibido 30-VII-2021 • Corregido 22-X-2021 • Aceptado 25-X-2021

DOI: <https://doi.org/10.22458/urj.v14iS1.3874>

ABSTRACT. “Planning of the Crestones-Terbi-Ventana trail, for the protection of endemic malacofauna, Chirripó National Park, Costa Rica”. **Introduction:** The creation of trails within protected wild areas has largely been done under cultural and social guidelines, rather than the needs of flora and fauna, endemism or carrying capacity. **Objective:** To propose a trail system that protects the local snails and slugs. **Methods:** We applied a multivariate evaluation with the ArcGis 10.6 program tool, including distance/cost and *Spatial Analyst*, to the current trail and to three alternatives. We also surveyed people with key roles in trail use and maintenance. **Results:** One of the alternatives had the highest scores (33 out of 45, and 7,3 weighted points) while the current trail got only 11 and 1,9 points, respectively. **Conclusion:** One of the proposed new trails would benefit both humans and the biota of the park.

Keywords: Protected wild areas, mollusk, endemic, planning, tourism, paramo, GIS.

RESUMEN. Introducción: La creación de senderos dentro de áreas silvestres protegidas se ha realizado en gran medida según lineamientos culturales y sociales, más que por necesidades de flora y fauna, endemismo o capacidad de carga. **Objetivo:** Proponer un sistema de senderos que proteja a los caracoles y babosas locales. **Métodos:** Se aplicó una evaluación multivariada con la herramienta del programa ArcGis 10.6, incluyendo distancia/costo y *Spatial Analyst*, al sendero actual, y a tres alternativas. También encuestamos a personas con papeles clave en el uso y mantenimiento de senderos. **Resultados:** Una de las alternativas obtuvo los puntajes más altos (33 de 45 y 7,3 puntos ponderados) mientras que el camino actual obtuvo solo 11 y 1,9 puntos, respectivamente. **Conclusión:** Uno de los nuevos senderos propuestos beneficiaría tanto a los humanos como a la biota del parque.

Palabras clave: Áreas silvestres protegidas, molusco, endémico, planificación, turismo, páramo, SIG.

La actividad turística dentro de las áreas silvestres protegidas (ASP) ha crecido en países como Costa Rica, alrededor de esto existen efectos negativos sobre especies, siendo las más visibles cuando se da sobre la fauna (Seales, 2008). La conservación del ambiente, los ecosistemas, el paisaje y todos los procesos ecológicos esenciales de la naturaleza, no solo son un eje fundamental de la salud y el bienestar humano sino también factor fundamental en la protección de especies y en la continuidad de la actividad turística en ellas (Pairumani, 2016). La necesidad que tiene la administración de estas áreas silvestres de emplear herramientas que mejoren la toma de decisiones, hace que el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se pueda incorporar por su capacidad de hacer un análisis territorial más eficiente y rápido, ya que les permite, de forma fácil, manipular, organizar y procesar mucha información, adquiriendo relevancia en el sector turístico y de conservación, siendo un elemento flexible que permite tener mucha información en un mismo sistema para la toma de decisiones (Palacio, 2017). El diseño de senderos en las áreas protegidas debe estar enfocado en la protección de los recursos naturales y culturales que estas poseen y más aún en aquellos que ameritan ser resguardados por alguna razón especial. Por esto, la planificación y habilitación de senderos para el uso público debe contribuir a generar recorridos controlados y seguros, que ayuden a lograr los objetivos de conservación in situ (Ministerio de



Economía, Fomento y Turismo [MEFT], 2017). En el caso del Parque Nacional Chirripó (PNCh) hay malacofauna endémica de hábito petrícola, cuyas poblaciones más importantes están en un sector del ASP que se ve fuertemente afectada por el uso del área para turismo y consecuente la falta de medidas de manejo en torno a un sendero establecido con poca planificación en su trazo. El objetivo de esta investigación fue, diseñar una propuesta de planificación, mantenimiento y manejo de sendero, mediante la integración de variables físicas y ambientales por medio de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y participación social, para la conservación de la malacofauna endémica en el sector Crestones-Terbi-Ventana, del parque nacional Chirripó.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Parque Nacional Chirripó, en el sector Base Crestones Cerro Terbi (fig. 1).



Fig. 1. Área de Estudio Definitiva (AED), para la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, en el PN Chirripó, Costa Rica

La metodología utilizada se basó en la ejecución de trabajo de campo mediante recorridos a pie por el lugar, durante los cuales se levantaron los diferentes trazados y puntos, con el uso de un Sistema de Posicionamiento Global (SPG), que permitieron analizar el estado del sendero y las opciones de cambio, considerando aspectos físicos, biológicos (presencia de malacofauna endémica y especies vegetales dominantes), ambientales y de manejo; incluyendo la aplicación de entrevistas dirigidas a conocer factores de construcción, manejo y uso del sendero, así como la posibilidad de mejoras y/o cambios. Segundo, el análisis de datos mediante un sistema de información geográfica (SIG) que buscó la integración de toda la información recopilada durante la fase de trabajo de campo, mediante el uso de ArcGIS 10.6 para hacer el análisis multivariable, siguiendo la metodología de Galacho y Arrebola (2010). Esta se adaptó a las condiciones propias del sitio y se complementó, en este caso puntual, con la combinación de dos técnicas conocidas como jerarquías analíticas y sumatoria lineal ponderada, utilizada por Hernández (2015), para la selección de rutas para líneas de trasmisión.

El análisis se realizó en 3 pasos:

- i. Recopilación de la información espacial.
 - Trabajo de campo, para verificación y colecta de datos.
 - Recolección de datos GPS.
 - Información vectorial: longitud total del sendero, cobertura de uso de suelo, cobertura de curvas de nivel, cobertura de puntos de interés y áreas con presencia de la especie.
- ii. Gestión en SIG.
 - El tipo de programa utilizado fue ArcGIS 10.6.
 - En el geo proceso se utilizaron todas las ejecuciones básicas de la edición de capas. Cortar, unión; del mismo modo, se utilizó “Cost Back Link” (vinculo de menor costo), “Cost distance” (coste de distancia) y “Cost Path” (coste de ruta), del grupo de herramientas para distancia pondera con el costo, del complemento de análisis espacial (Spatial Analyst) del programa ArcGis 10.6.
- iii. Método Evaluación Multi Variable (EMV).
 - Una vez que se tiene la información base, se aplica la metodología para determinar cómo incide cada una en la planificación y establecimiento del sendero.
 - Descripción de las variables.
 - Cálculo de las variables (pendiente, presencia especie, cobertura, sitios de interés, longitud).
 - La cartografía que se obtendrá corresponde a: mapa de uso del suelo, mapa de pendientes, mapa de presencia de la especie, mapa de sitios de interés.
 - Mapa final del método EMV, el cual corresponde al mapa de opciones de sendero definitivo.

En la figura 2 se muestra un esquema de la secuencia utilizada para el análisis de cada una de las cinco variables con que se alimentó el SIG, para hacer la corroída y determinar la mejor opción de sendero.

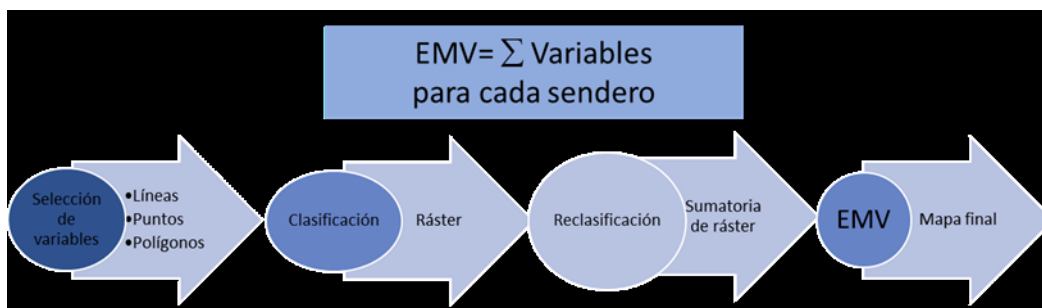


Fig. 2. Diagrama del proceso de EMV, seguido para la generación del mapa final de restricciones

Como procedimiento final (Tabla1), se hizo una asignación de pesos a las variables de manera que la variable que se consideró más sensible fuera evidenciada en el valor final con mayor importancia. Por ende, como variables más importantes se encuentran los sitios con presencia de especies de moluscos y lugares con rocas desnudas que es su habitad (cobertura). Las demás

variables, puntos de interés, pendiente y longitud, tienen el mismo peso y, por lo tanto, el mismo porcentaje de importancia.

TABLA 1

Valores de comparación de opciones de sendero para la selección final y peso asignado a cada variable

Variable	Criterio en la planificación y uso	Peso (P)	Valor Final (P*VR)
Longitud (distancia)	Valor 9, es igual a la opción más corta y así sucesivamente.	15	P*(1-3-5-7-9)
Presencia de la especie	El valor más alto, 9, al trazo de sendero que evita pasar por zonas con presencia de malacofauna endémica. Para obtener este resultado se trabajó con puntos positivos por presencia de la especie en la zona de estudio, se analizó cuál es el trazado que impacta la menor cantidad de sitios donde se ha determinado la presencia de malacofauna. para esto, se utilizó el mapa de cobertura vegetal y los puntos donde la especie se detectó. La digitalización en SIG de las opciones nuevas buscó evitar, en la medida de lo posible, el paso por áreas con presencia de moluscos.	30	P*(1-3-5-7-9)
Cobertura impactada	El valor más alto, 9, al trazo de sendero que evita pasar por zonas de rocas desnudas.	25	P*(1-3-5-7-9)
Puntos de interés	El valor más alto, 9, al trazo de sendero que se acerca más a los puntos de interés.	15	P*(1-3-5-7-9)
Pendiente	El valor más alto, 9, al trazo de sendero que se desarrolle por zonas con menor pendiente. La variable pendiente se aplicó considerando que el sendero debería ser lo más plano posible, por lo que el mejor valor se asignó a la opción de trazo que obtuviera menor área en sitios con pendientes mayores a 45°.	15	P*(1-3-5-7-9)
Total	Corresponde a la sumatoria de los valores asignados, la opción final será una vez se haga el análisis, según porcentaje de importancia de la variable.	10	=10

Fuente: elaboración propia. VR= valor de restricción

RESULTADOS

Elementos que afectan la presencia de la malacofauna endémica en el sitio:

- Alta visitación: Este es el segundo sendero más visitado por los turistas que llegan a este parque nacional, que es solo superado por los que caminan a la cumbre del Chirripó (3821 msnm). Además, Crestones y fila Terbi es el sitio que funciona como opción sustituta para las personas que no logran alcanzar la cumbre por diferentes razones.
- Poca información para los usuarios: al evaluar el conocimiento que los usuarios (turistas y guías) tienen sobre el sendero y la información que se les suministra, principalmente sobre las especies endémicas y ecosistemas en que están caminando, la mayoría (75 %) evidencia que existe un desconocimiento total acerca de estos dos aspectos.
- Falta de rotulación: el 100% de los informantes señalaron la necesidad de tener información clara y pertinente al ecosistema, en la ruta no existe información sobre las especies que se pueden encontrar en el lugar. Además, la mayoría indicó que acataría las indicaciones que se le den, para la sostenibilidad y protección de la fauna.



- Malas condiciones: el 90% de los usuarios manifestó que el sendero está en malas o muy malas condiciones, la falta de mantenimiento y de infraestructura para mejorar la experiencia en el lugar (puentes, pasos elevados, ¿señalización?).
- Falta de inversión de recursos económicos para la protección y manejo de la malacofauna endémica.
- La mayoría de entrevistados concuerda en que se debe tener como mínimo un documento (desplegable) de información general en la entrada al parque, así como información interpretada para el uso del sendero algunas estaciones durante el recorrido que señalen la fragilidad, relevancia y aspectos únicos del sitio.
- En cuanto a los factores por cambiar, el 100 % de los entrevistados indicó que se debe mejorar la superficie de caminata, el 80 % indicó falta de señalización básica y casi la mitad (45%) mencionó falta de infraestructura como miradores y puentes.

VARIABLES ANALIZADAS EN LA EMV:

Cobertura vegetal

Entre las coberturas presentes dentro el área de estudio (AE) la que mayor porcentaje de extensión tiene es la chusquea (*Chusquea subtessellata*) y arrayan (*Comarostaphylis arbutoides*) (64%), en este caso las rocas desnudas que son la cobertura con mayor peso e importancia por ser donde está el hábitat de la malacofauna endémica abarcan 8.7 % del área total. Según los criterios establecidos para esta variable, de evitar pasar el sendero por la zona con rocas desnudas, el peor sendero fue el Actual y la mejor opción de ruta sería el SN2 (figura 3).

Pendiente

Según la pendiente que se encontró encada uno d ellos trazos, todas las opciones presentarían problemas para la construcción del sendero dado los valores alto de pendientes mayores a 60°. El trazado del sendero actual es la que tiene mayores pendientes y la opción SN1 presenta el menor número de áreas de pendiente.

Longitud

Debido a que la mayoría de los senderos comparten parte de los tramos, la longitud de estos no varió significativamente, como se observa en la siguiente tabla.

TABLA 2
Cobertura interceptada según trazo de cada sendero

Variable	Área interceptada en cada sendero (m ²)			
	SN1	SN 2	SN 3	S actual
Rocas desnudas	400	300**	400	2000*
Arrayan	600**	1000	1000	2000*
Mixto	4000*	4000*	3000**	4000*
Valor	7	9	5	1

*: indica la opción más mala, según este parámetro valor de análisis 1 rocas.

**.: indica la opción más buena, según esta cobertura valor de análisis 5 Arrayan.



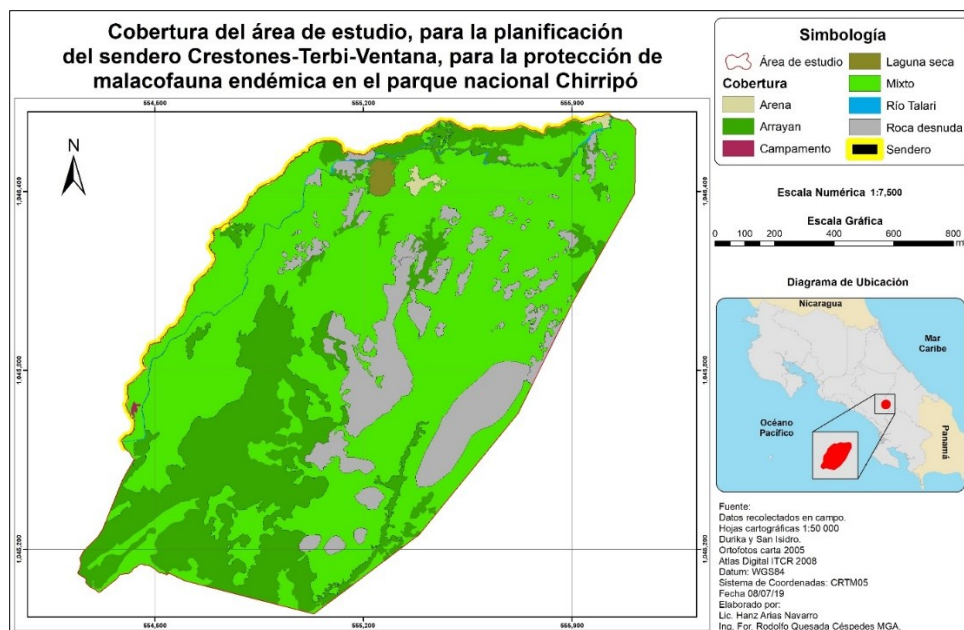


Fig. 3. Mapa de coberturas obtenidas según opciones de sendero

TABLA 3

Longitud del sendero actual y los propuestos en el sendero Crestones-Terbi-Ventana del PN Chirripó

Sendero	Longitud (Km)	
	Base Cestones/Terbi	Valor análisis
S Actual	2,1	1
SN1	1,6	7
SN2	1,7	5
SN3	1,4	9

Presencia de la malacofauna endémica

En la figura 4 se muestra el trazado de los senderos en relación con la presencia de la especie mostrando que trazado del sendero actual es el que más puntos con presencia de malacofauna endémica intercepta, para un total de 43; mientras que los trazados SN1 y SN2 propuestos solamente interceptan 5 puntos con presencia de malacofauna endémica.

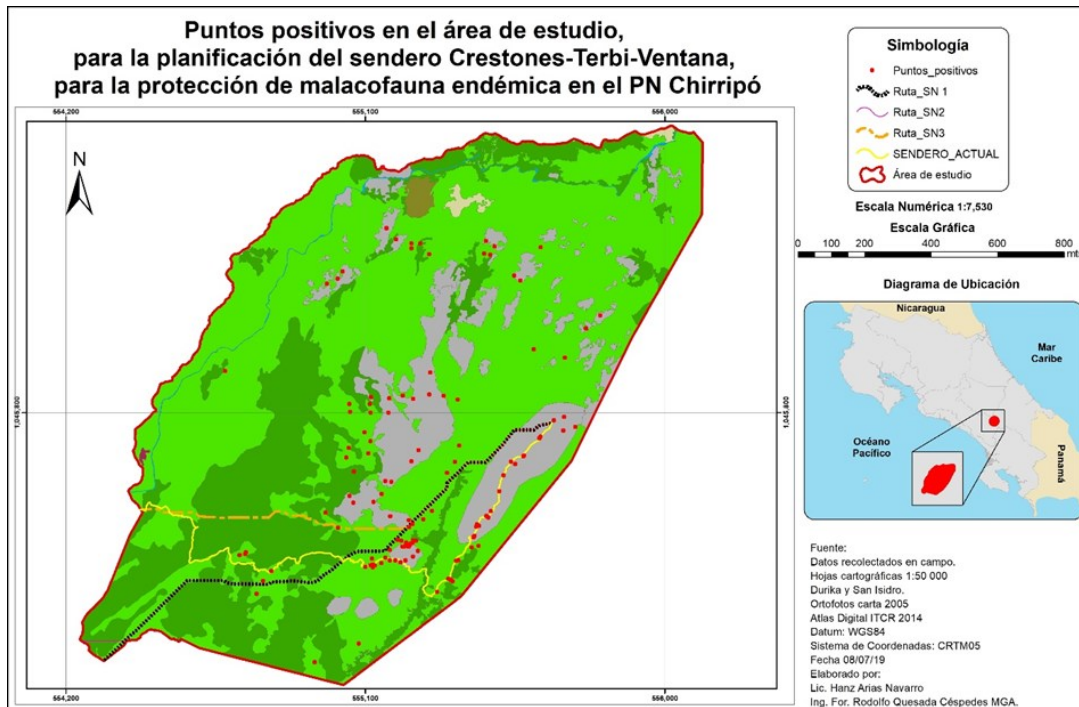


Fig. 4. Presencia de malacofauna endémica con relación al trazado del sendero Crestones-Terbi-Ventana en el PN Chirripó y de los trazados propuestos

Puntos de interés

Se consideraron como puntos de interés los sitios donde los turistas se desplazan por una u otra razón, generando impacto a sitios fuera del sendero oficial. Estos sitios son: La ventana, Los Crestones, Terbi y Kolbi)

TABLA 4

Puntos interceptados con presencia de moluscos en el sendero actual y los propuestos en el PN Chirripó

Sendero	Distancia a puntos de interés (m)	Valor análisis
S Actual	83,5	7
SN1	304,5	5
SN2	304,5	5
SN3	405,5	1

Análisis final y selección de mejor opción

En la tabla 5 se indican cada uno de los puntajes que obtuvo cada uno de las opciones de sendero, para su posterior paso a valoración final según el criterio de análisis otorgado a cada valor.

TABLA 5

Resumen final de datos para las 4 opciones analizadas para definir el sitio idóneo para el sendero Crestones-Terbi-Ventana

Variable	Senderos			
	Actual	SN1	SN2	SN3
Longitud	2,12km	1,74km	1,78km	1,4km
Cobertura impactada (m ² de roca desnuda)	2 000m ²	400m ²	300m ²	400m ²
Presencia especie (PP)	43	8	8	6
Puntos de interés	84,5m	304,5m	304,5m	405,5m
Pendiente	2 300m ²	556m ²	725m ²	1 125m ²

La tabla 6 muestra el resultado final para el valor de toma de decisión que se obtuvo siendo la opción SN1 la mejor valorada seguida por la opción SN3 con casi el mismo puntaje y se puede ver que el sendero actual tiene el valor más bajo como la peor opción de trazo del sendero.

TABLA 6

Valoración final de las 4 opciones según el criterio de importancia o peso asignado, para el sendero Crestones-Terbi-Ventana

Variable	Senderos			
	Actual	SN1	SN2	SN3
Longitud	0,15	1,05	0,75	1,35
Cobertura impactada (m ² de roca desnuda)	0,25	1,75	2,25	1,25
Presencia especie (PP)	0,30	1,5	1,5	2,7
Puntos de interés	1,05	0,75	0,75	0,15
Pendiente	0,15	2,25	0,75	1,75
Valor final	1,9	7,3	6	7,2

La figura 5 muestra los trazos desarrollados y analizados que generaron como mejor opción el trazo del sendero SN1.

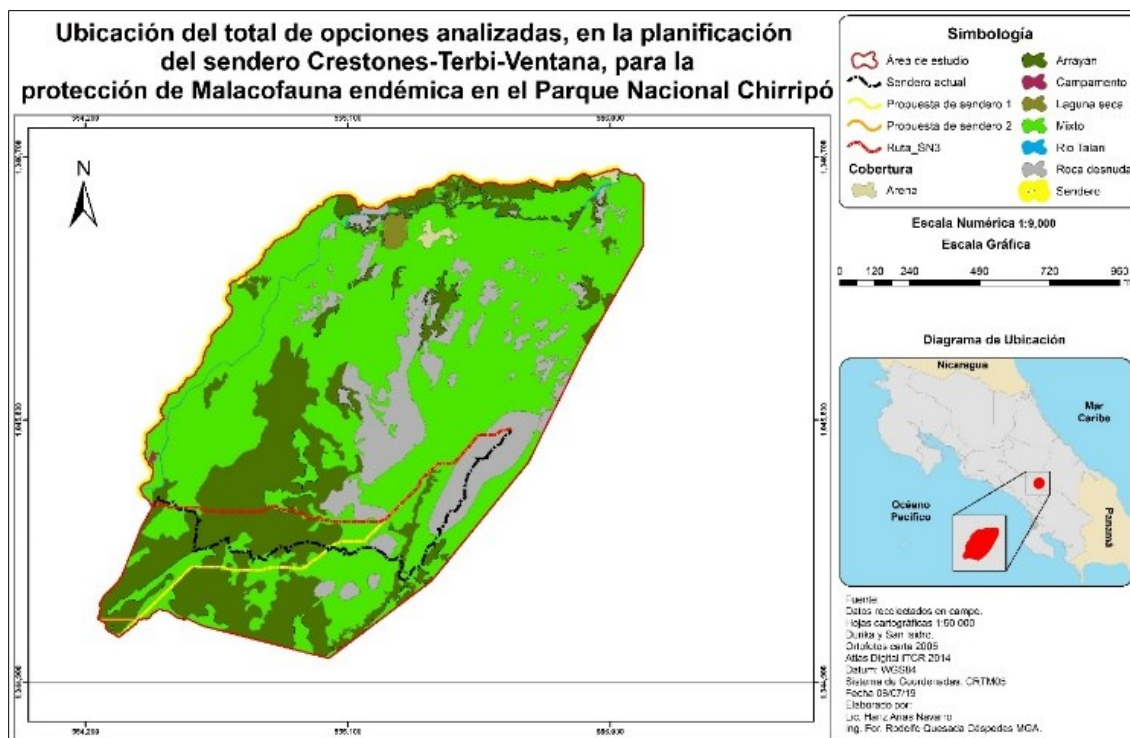


Fig. 5. Total, de opciones de sendero analizadas en la búsqueda de la mejor opción de trazo del sendero Crestones-Terbi-Ventana. Para el parque nacional Chirripó

DISCUSIÓN

La conservación para el desarrollo sostenible ha dado a la sociedad una nueva forma de convivir con los recursos que le rodean, las áreas naturales se convierten en la actualidad en una forma efectiva de conservar las especies de flora y fauna beneficiando las comunidades en sus alrededores, pero al convertirse estas localidades en usuarios de los recursos, puede provocar o incrementar los daños ambientales, comprometiendo la conservación de las especies. Por este motivo, la planificación dirigida al uso sostenible de espacios naturales debe enfocarse en asegurar la permanencia de todas las especies, promover mejoras a las comunidades y facilitar el disfrute de los recursos existentes (Segrado et al., 2013)

Este estudio representa un acercamiento a la planificación de senderos dentro de áreas silvestres protegidas, orientado a considerar aspectos que combinan la biodiversidad, componentes físicos del entorno y el uso turístico del lugar, todo dirigido al desarrollo sostenible.

El resultado de esta investigación pretende potenciar que el turismo ecológico, aventura o de cualquier tipo, afecte los recursos naturales de las zonas donde se practica, pues como lo comenta Bernal (2013), en el uso de toda área se debe tener conocimiento del papel funcional de cada una de las especies en el ecosistema. En este caso específico no se tiene claro aún la ecología de las especies de moluscos en la zona y por tal su función dentro de un ecosistema tan frágil como el páramo, lo que podría causar efectos negativos en las especies.

El sendero estudiado, al igual que otros no obedece a un objetivo de conservación del ASP, este existe por una razón meramente recreativa incluso previa a la fundación del PN Chirripó, no se tiene claro quién lo trazó ni su función original. Algunas secciones del sendero han sido modificadas por los mismos turistas por diferentes razones, sin tener idea de los efectos que esto pueda generar.

Una serie de factores negativos asociados a este sendero (alta pendiente, cero señalizaciones entre otros) influyen en su estado y en la afectación de especies endémicas. Los más relevantes incluyen sin embargo basado en el análisis hecho, la falta de información, conocimiento del entorno y fragilidad del sitio es el mayor problema del lugar. Esto también hace que el área de influencia directa (AID) e Indirecta crezca por la actividad del turista.

La afectación directa e indirecta que tiene el sendero actual sobre el hábitat de la especie y sobre los individuos en general crece con forme se da la Visitación y se extiende en un área de aproximadamente de 50m o más a cada lado del sendero, este dato será exacto una vez se terminen los estudios acerca de la ecología de esta especie. Esto, aunado a que el parque no cuenta con un centro de información, hace sumamente vulnerable o frágil las especies de moluscos en el lugar.

Recomendaciones para el trazo de la opción definitiva

Se recomienda que se incluya información (señalética y de todo tipo) relacionada con la fragilidad del ecosistema y de las especies endémicas que pueden verse afectadas si no se respetan las sugerencias sobre el uso del sendero y del comportamiento que se debe tener durante los recorridos que realice el turista

La opción de sendero número 1 (SN1) es la que muestra mejores condiciones de medida de sostenibilidad económica y ambiental. Se recomienda usar la opción SN1 o SN3 para generar el trazo del sector nuevo del sendero en el lugar.

Se considera de utilidad el uso de tecnologías que permitan mejorar el proceso de construcción del SIG, como imágenes LIDAR, uso de drones, interpretación de fotografías aéreas disponibles en bases de datos libres y otras que permitan una base de datos mucho más sólida para la gestión de los espacios naturales de este tipo.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial a los compañeros del laboratorio de Ecología Urbana de la UNED, por sus aportes a esta investigación y muy especial a Zaidett Barrientos por su apoyo y aportes en el trabajo.

ÉTICA, CONFLICTO DE INTERESES Y DECLARACIÓN DE FINANCIAMIENTO

Declaramos haber cumplido con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la preparación de este documento; que no hay conflictos de interés de ningún tipo, y que todas las fuentes financieras se detallan plena y claramente en la sección de agradecimientos. Asimismo, estamos de acuerdo con la versión editada final de esta publicación. El respectivo documento legal firmado se encuentra en los archivos de la revista.

H.A.N. Diseño del estudio, recolección y análisis de datos y A.A.N preparación y aprobación final del manuscrito.



REFERENCIAS

- Bernal, A. M. (2013). *Diseño de un protocolo para la creación de senderos turísticos mediante la incorporación de atributos de diversidad funcional. Estudio de caso: Reserva Natural de la Sociedad Civil La Reserva (Fómeque – Cundinamarca)*. Bogotá, D.C. [Trabajo de Grado, Pontificia Universidad Javeriana]. <https://bit.ly/3wQFW8v>
- Galacho, F. B., & Arrebola, J. A. (2010). Metodología aplicada para la evaluación con SIG y EMC de senderos, según las condiciones físicas del terreno. En: J. Ojeda, M.F. Pita, & I. Vallejo (Eds.). *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos* (pp. 466-481). Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla.
- Hernández, V. M. (2015). *Revisión de la metodología multicriterio de evaluación de impacto ambiental para la selección de rutas para líneas de transmisión del Instituto Costarricense de Electricidad*. [Tesis de Maestría, Universidad de Costa Rica].
- Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (MEFT). (2017). *Guía de senderos diseño, construcción y mantención en áreas protegidas*. http://www.subturismo.gob.cl/wp-content/uploads/2017/05/GUIA_SENDEROS_WEB.pdf
- Pairumani, A. R. (2016). Impactos ambientales generados por la actividad turística en el camino precolombino del Choro [Tesis de Licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://bit.ly/30qKvdV>
- Palacio, B. A. (2014). *Implementación de Sistemas de Información Geográfica en la Gestión de Espacios Naturales Protegidos*. [Tesis de Doctorado, Universidad Rovira I Virgili]. <http://hdl.handle.net/10803/586066>
- Seales, L. (2008). *Linking commercial succes to community and conservation benefits: an analysis of tour operators and agencies in Costa Rica*. [Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad de Florida].
- Segrado, P. R.; Serrano, B. M.; Mínguez, G. M.; Cruz, J. G., & Pérez, J. J. (2013). Estrategias de control de impactos turísticos en las áreas naturales protegidas y zonas arqueológicas de Quintana Roo, México. *Revista de Cultura e Turismo*, 7(3), 5-30.

