

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA

Vicerrectoría Académica

Escuela de Ciencias Exactas y Naturales

Sistema de Estudios de Posgrado

Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales

Planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, para la protección de la malacofauna endémica, en el parque nacional Chirripó, Costa Rica

Presentado en cumplimiento del requisito para optar por el título de Magister en
Manejo de Recursos Naturales con énfasis en Gestión Ambiental

Hanz Arias Navarro

San José, Costa Rica

Setiembre, 2019

DEDICATORIA

A DIOS.

Por ser en mi espíritu la paz y serenidad que me permite seguir con ánimo y con esperanza en medio de todas las cosas que hacen querer desistir de este esfuerzo.

A MI HIJA.

Su sonrisa y su presencia en mi mente, el recuerdo de sus cosas y ocurrencias me hace sentir todavía no tan viejo y luchar por alcanzar nuevas metas en mi vida.

A MIS PADRES.

Ellos me transmitieron el deseo de hacer cosas nuevas, de perseverar, de luchar, de seguir mirando siempre hacia el frente, ver a todas las personas con los mismos ojos que se mira un hermoso atardecer, encontrar en toda la belleza y ser siempre sereno en lo que hago.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mi profesora Zaidett Barrientos, en conjunto con el profesor y director de tesis Frank González, que me dieron la oportunidad de participar en uno de los proyectos más lindos que quizá lograré vivir en mi vida profesional, como el nacimiento al mundo de especies nuevas de moluscos y, además, ser parte de su esfuerzo de conservación.

Además, agradezco a los lectores, Katya, C. y Benjamín, A., con su ayuda aportaron a mejorar este trabajo.

Muy especial gracias a mis amigos y compañeros de trabajo Rodolfo y Freddy, por el aporte de sus conocimientos y su tiempo dedicado a este trabajo de graduación.

ACTA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

DECLARACIÓN JURADA

Mercedes de Montes de Oca, setiembre 2019

Yo, Hanz Arias Navarro, con número de identificación 108440605, estudiante de la Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales declaro bajo juramento que soy autor intelectual del presente trabajo final de graduación “Planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, para la protección de la malacofauna endémica, en el parque nacional Chirripó, Costa Rica”, y no hay copia ni duplicación de material intelectual procedente de medios impresos, digitales o audiovisuales que se presente como de mi autoría.

Toda palabra dicha o escrita por otra persona consignada en este trabajo, está debidamente referenciada.

Hanz Arias Navarro

RESUMEN

En Costa Rica son casi inexistentes los estudios que se orientan a determinar la idoneidad del establecimiento o construcción de senderos en áreas silvestres protegidas en relación con su compatibilidad con los objetivos de conservación y desarrollo sostenible. Esto compromete la sostenibilidad ambiental en estas áreas, lo cual se puede solventar con una planificación adecuada de las obras. En el caso específico del parque nacional Chirripó, todos los senderos utilizados por los turistas durante más de 30 años, fueron trochas de paso para vecinos o caminos de cazadores; por lo que se requiere evaluar su idoneidad y planificar mejoras que aseguren la perpetuidad de sus ecosistemas. Además, este estudio es necesario debido a condiciones especiales que encontraron investigadores de la UNED en uno de sus senderos, entre ellas la presencia de dos especies endémicas de moluscos, ambas sin describir aún. La investigación se desarrolló como trabajo de graduación en cumplimiento del requisito para optar por el título de Magister en Manejo de Recursos Naturales. Esta tenía como objetivo principal generar una propuesta de planificación para el sendero Base Crestones-Cerro Terbi-Ventana y que comunica, además, con el Valle de los Conejos, con base en la posibilidad de que la planificación adecuada del sendero ayude en la protección de malacofauna endémica recientemente descubierta y en investigación por científicos de esta universidad. Se recolectó la información requerida durante el segundo semestre de 2018 y el primer semestre de 2019, para posteriormente utilizando un sistema de información geográfica (ArcGIS) como herramienta integradora de variables ambientales, geográficas y sociales; estudiar el área y determinar mediante un análisis multivariable los sitios óptimos para establecer el sendero . Durante el proceso se analizó un total de 4 opciones y una vez que se aplica el análisis multivariable se realizó una sumatoria, cada sendero obtuvo un puntaje de acuerdo con los rangos que se le

asignaron a las variables. Se determinó que la opción SN1 tiene la mejor puntuación un total de 33 puntos de 45 posibles, por lo que se considera el sitio óptimo para establecer el sendero; esta investigación también muestra que el sendero actual es el que menos puntuación obtuvo, con un total de 11, indicando que es la zona menos adecuada para ser utilizada como área de sendero. Por lo tanto, utilizar metodologías científicas y herramientas aptas para la planificación de senderos puede ser un aporte indispensable para el establecimiento de estas obras , integrando conservación y uso sostenible en las áreas protegidas, principalmente donde existe especies de fauna altamente vulnerables o endémicas.

Palabras clave: áreas silvestres protegidas, molusco, endémico, planificación, turismo, páramo, sistemas de información geográfica.

CONTENIDO

Capítulo I. Introducción.....	1
1.1. Justificación	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.3. Antecedentes.....	4
1.4. Planteamiento del problema.....	5
1.5. Objetivos.....	6
1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos	6
1.6. Marco contextual	7
1.6.1. Área de estudio.....	7
1.6.2. Descripción de la investigación	13
1.6.3. Alcances y limitaciones.....	13
Capítulo II. Marco teórico	15
2.1. Áreas Silvestres Protegidas.....	15
2.2. Especie endémica.....	16
2.3. Turismo sostenible.....	16
2.4. Turismo en las Áreas Silvestres Protegidas	17
2.5. Impactos ambientales del turismo en ASP	19

2.6. Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	20
2.6.1. Uso y caracterización del SIG vectorial.....	21
2.6.2. Usos del SIG en Áreas Silvestres Protegidas.....	22
2.6.3. Evaluación Multivariable (EMV)	23
2.7. Senderos en áreas silvestres	25
2.7.1. Diseño de senderos en ASP	26
2.7.2. Sendero interpretado	27
2.7.3. Accesibilidad en los senderos	28
2.7.4. Construcción de senderos.....	28
Capítulo III. Marco metodológico	31
3.1. Paradigma	31
3.2. Enfoque.....	31
3.3. Tipo de investigación.....	31
3.4. Participantes/población y muestra	32
3.5. Fuentes	32
3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección.....	33
3.6.1. Entrevistas semiestructuradas	33
3.6.2. Área de Estudio Definitiva (AED).....	34
3.6.3. Análisis del sendero actual.....	36
3.6.4. Análisis SIG mediante la evaluación multivariable	36

3.6.5. Establecimiento de variables y su cálculo.....	38
3.6.6. Asignación de las restricciones para cada variable	40
3.6.7. Mapa de Restricciones Definitivo (MRD)	50
3.6.8. Mapa de Opciones de Sendero (MOS).....	51
3.7. Validación de instrumentos	52
3.8. Procedimiento de recolección de información.....	53
3.9. Procedimiento de análisis de la información	55
Capítulo IV. Presentación y análisis de resultados.....	57
4.1. Estado del sendero actual.....	57
4.1.1. Área de afectación directa e indirecta del sendero actual	60
4.1.2. Resultados de algunos elementos que propician la afectación de la malacofauna endémica en el lugar.....	62
4.2. Variables analizadas en el SIG	63
4.2.1. Cobertura vegetal	64
4.2.2. Pendiente (accesibilidad)	66
4.2.3. Longitud	67
4.2.4. Presencia de la especie	68
4.2.5. Puntos de interés	69
4.3. Digitalización de opciones de sendero.....	74
4.3.1. Digitalización opción SN1	74

4.3.2. Digitalización opción SN2	75
4.3.3. Digitalización opción SN3	76
4.3.4. Digitalización sendero actual	77
4.3.5. Análisis final de opciones de sendero	78
4.4. Discusión	81
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones	84
5.1. Hallazgos relevantes	84
5.2. Recomendaciones	85
5.3. Propuesta para la solución del problema planteado	87
Capítulo VI. Propuesta o producto	89
6.1. Objetivos de la propuesta.....	89
6.1.1. Objetivo general	89
6.1.2. Objetivos específicos	89
6.2. Enfoque epistemológico de la propuesta	90
6.3. Justificación de la propuesta	90
6.4. Estructura de la propuesta.....	91
6.4.1. Mejoras para tramos existentes	91
6.4.2. Cambio de sectores del sendero	92
6.5. Etapas de la propuesta.....	93
6.6. Gestión de riesgos	94

6.7. Recursos y presupuesto.....	94
Referencias	96
Anexos.....	103
Anexo 1. Carta de solicitud de anuencia de lugar para el desarrollo del TFG	103
Anexo 2. Autorización de permiso del lugar para el desarrollo del TFG	104
Anexo 3. Entrevista a informantes clave del Parque Nacional Chirripó. Caso específico del sendero, Base Crestones cero Terbi-Ventana	105
Anexo 4. Encuesta para determinar el estado actual y uso regular del sendero, en el PN Chirripó, Costa Rica	107
Anexo 5. Cronograma de actividades	109

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Aspectos básicos requeridos para la conformación de un sendero	26
Cuadro 2. Criterios que se usaron para obtener el AE final o definitiva	34
Cuadro 3. Escalas y razonamiento de las variables para la ponderación empleada en el SIG ..	39
Cuadro 4. Categoría de restricciones para definir valores de las variables definidas en planificación del sendero	41
Cuadro 5. Clasificación del nivel de accesibilidad, según la pendiente, planificación sendero Crestones Terbi-Ventana, PN Chirripó, CR	42
Cuadro 6. Valor de restricción asignado a cada cobertura vegetal que podría impactarse, por el paso del sendero Crestones-Terbi-Ventana PN Chirripó, CR	48
Cuadro 7. Valor de restricción asignado al sendero, según la longitud que este tenga, mayor longitud calificación más baja	48
Cuadro 8. Valor de restricción a los puntos de interés basada en la cercanía de estos al trazo de un sendero Base Crestones -Terbi- Ventana. Chirripó, CR.....	49
Cuadro 9. Valor de restricción asignado, según el porcentaje de área intersecada con presencia de la especie en él trazo para el sendero Crestones-Terbi- Ventana en el PN Chirripó, CR.....	50
Cuadro 10. Valores de comparación de opciones de sendero para la selección final y porcentaje o peso asignado a cada variable	55
Cuadro 11. Zonas con algún interés particular asociadas al sendero Base Crestones –Ventana	58
Cuadro 12. Valoración de campo para sendero actual, Crestones-Terbi-Ventana del PN Chirripó, CR	59
Cuadro 13. Coberturas dentro del AE, para propuesta de sendero.....	64
Cuadro 14. Área interceptada por cada opción de sendero, según cobertura, Crestones-Terbi-Ventana. PN Chirripó	65

Cuadro 15. Área y categoría de restricción por donde pasa cada sendero en relación con pendiente.....	66
Cuadro 16. Longitud del sendero actual y los propuestos en el PN Chirripó.....	68
Cuadro 17. Puntos interceptados con presencia de moluscos en el sendero actual y los propuestos en el PN Chirripó	69
Cuadro 18. Puntos interceptados con presencia de moluscos en el sendero actual y los propuestos en el PN Chirripó	74
Cuadro 19. Resumen final de datos para las 4 opciones analizadas para definir el sitio idóneo para el sendero Crestones-Terbi-Ventana.....	79
Cuadro 20. Valoración final de las 4 opciones analizadas para definir el sitio idóneo para el sendero Crestones-Terbi-Ventana	80
Cuadro 21. Valoración final de las 4 opciones según el criterio de importancia o peso asignado, para el sendero Crestones-Terbi-Ventana	80

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Imagen del área de zonificación que involucra el lugar donde se desarrollará la investigación.....	10
<i>Figura 2.</i> Área de Estudio Definitiva (AED), para la planificación del sendero Crestones-Terbi- Ventana, en el PN Chirripó, CR.	35
<i>Figura 3.</i> Diagrama del proceso de EMV, seguido para la generación del mapa final de restricciones	38
<i>Figura 4.</i> Área de estudio con las curvas de nivel utilizadas para determinar pendientes en el análisis multicriterio, sendero Crestones-Terbi-Ventana, PN Chirripó, CR	43
<i>Figura 5.</i> Modelo de elevación digital del Área de estudio para la planificación del sendero C Crestones-Terbi-Ventana.....	44
<i>Figura 6.</i> Reclasificación de las pendientes, según los valores asignados en la metodología ..	45
<i>Figura 7.</i> Visualización de la tabla generada por el SIG, con la reclasificación de las pendientes, según accesibilidad al sendero.....	46
<i>Figura 8.</i> Visualización final de las pendientes, según restricción utilizadas en la planificación del sendero, Crestones-Terbi-Ventana	47
<i>Figura 9.</i> Visualización de la sumatoria de restricciones asignadas a las variables, usadas en la corrida de las opciones de sendero	51
<i>Figura 10.</i> Área de afectación directa e indirecta dentro del AE utilizada en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana	61
<i>Figura 11.</i> Mapa de las coberturas presentes en el AE, utilizadas para planificación del sendero Crestones-Terbi- Ventana, PN Chirripó, CR	65
<i>Figura 12.</i> Mapa de los puntos que coincide con el trazo de opciones de senderos donde se detectó la especie dentro del AE, para la planificación del sendero Crestones, Terbi, Ventana	69

<i>Figura 13.</i> Los Crestones, formación rocosa de interés turístico y área de rocas desnudas	70
<i>Figura 14.</i> Cerro Terbi Parque Nacional Chirripó Costa Rica.....	71
<i>Figura 15.</i> Sector La Ventana, Parque Nacional Chirripó, Costa Rica.....	72
<i>Figura 16.</i> Roca señal celular, sector con señal para teléfono en el ascenso a Crestones.....	72
<i>Figura 17.</i> Mapa de los puntos de interés utilizados en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, PN Chirripó, CR.....	73
<i>Figura 18.</i> Mapa de opción SN1 analizada en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, en el PN Chirripó.....	75
<i>Figura 19.</i> Mapa de opción SN2, analizada en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, en el PN Chirripó.....	76
<i>Figura 20.</i> Mapa de opción SN3, analizada en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, en el PN Chirripó.....	77
<i>Figura 21.</i> Mapa de sendero actual, analizada en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, en el PN Chirripó.....	78
<i>Figura 22.</i> Mapa final de las cuatro opciones, analizadas en la planificación del sendero Crestones-Terbi- Ventana, en el PN Chirripó	81
<i>Figura 23.</i> Diagrama que muestra cómo serían los postes y cables para evitar que el turista abandone el sendero Crestones-Terbi-Ventana, Chirripó CR	94

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

ACLA-P	Área de Conservación la Amistad Pacífico
AID	Área de influencia directa
AE	Área de estudio
AII	Área de influencia indirecta
ANP	Área Natural Protegida
ASP	Área Silvestre Protegida
AMV	Análisis multivariable
EMV	Evaluación Multivariable
SPG	Sistema de Posicionamiento Global
Ha	Hectáreas
MRD	Mapa Restricciones Definitivo
PNCh	Parque Nacional Chirripó
SIG	Sistema de Información Geográfica
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
SN1	Sendero nuevo 1
SN2	Sendero nuevo 2
SN3	Sendero nuevo 3
ZUPE	Zona de uso Público Extensivo
UNED	Universidad Estatal a Distancia

Capítulo I. Introducción

1.1. Justificación

Costa Rica es un país que decidió usar los recursos naturales asociados con las áreas silvestres protegidas como forma de generar divisas. En su mayoría lo logra a través del desarrollo de la industria del turismo, sin embargo, esto genera una contraposición entre la conservación y el desarrollo sostenible de sus recursos naturales (Ulate 2009), dado que para que las acciones en pro del ambiente sean reales éstas deben estar fundadas en parte en consideraciones ecológicas.

Por este motivo, es importante tener presente que las áreas silvestres protegidas tienen una serie de obras que se construyen dentro de ellas, quizá, la principal a nivel de generación de impactos sea los senderos; estos muchas veces existen desde su fundación, algunos son trochas que se usaron para caza o para el desplazamiento habitual de personas vecinas, casi siempre establecidos sin ninguna planificación especial, por lo que el turismo genera mucha más presión sobre sus ecosistemas. Esto implica que el proceso de planificación de senderos, que típicamente es inadecuado y a menudo genera impactos ambientales no deseados, se convierta en una prioridad en la planificación del uso a seguir en cada sitio (Lechner, 2004).

En este punto surge una inquietud, pues como lo indican Pavón *et al.* (2008), el uso de estas áreas para actividades turísticas y para satisfacer otras necesidades genera degradación de los ecosistemas y sus servicios ambientales, los cuales pudieron evitarse con un proceso adecuado de planificación. Por otro lado, Costa Rica resalta como un territorio reconocido mundialmente por sus acciones de conservación; entre ellas, utilizar la naturaleza y la conservación como uno de sus ejes centrales del producto turístico nacional y ofrecerlos a los

visitantes como principales productos para su visita y disfrute (Ulate 2009).

Por otra parte, Cole (1983) desarrolló estudios en los que describe que la planificación deficiente de senderos y no así la construcción inadecuada, ni el nivel de uso, es la causa fundamental de impactos ambientales negativos, generados por su creación. Esto brinda un punto más de advertencia al proceso de creación e implementación de senderos en las áreas por proteger. Por ende, es necesario no perder de vista que el acondicionamiento correcto de los senderos contribuye con la conservación de los espacios naturales (Serrano y Jiménez, 2009).

Es por todo esto anterior descrito, por lo que la investigación científica y la evaluación de los ecosistemas debe ser una herramienta para optimizar el uso de áreas naturales protegidas para el bienestar social y la conservación de la calidad ambiental. Además, debe tener como norte la formulación de alternativas y la asignación de recursos para el establecimiento de senderos en estos lugares (Chiquillo, 2013).

El uso de un sistema de información geográfica obedece a la necesidad de integrar una serie de variables para la toma de decisión, como lo indica Palacio (2017), existe una amplia gama de razones por las que los sistemas de información geográfica han sido utilizados y seguirán siendo en la planificación de los espacios naturales protegidos, estas van desde indicadores espaciales hasta estudiar la idoneidad y potencial intrínseca de una área geográfica para la ordenación territorial con modelos que usan variables como pendiente, vegetación, uso del suelo y drenaje en su modelación final.

1.2. Delimitación de la investigación

Esta investigación se desarrolló en el parque nacional Chirripó (PNCh), establecido en 1975, después, en 1982, se le anexó un sector que se ubica al noroeste, el cual incluye el cerro

Cuericí. Su extensión total es de 50 340 hectáreas y la zona pertenece al Patrimonio de la Humanidad, que es parte de la Reserva Internacional de la Biosfera la Amistad, que Costa Rica comparte con Panamá (ACLAP-SINAC, 2013); lo cual le otorga la necesidad de establecer mejores rutas de movilidad para que los visitantes puedan realizar actividades de recreación o investigación ocasionando el menor impacto posible.

Este proyecto se desarrolló en la parte alta del PNCh, en su zona turística y, puntualmente, en el sector Crestones y Cerro Terbi, que contiene una de las formaciones geológicas más importantes del PNCh y de Costa Rica. Este lugar se formó por un proceso de plegamiento de la corteza terrestre, que asemeja a gigantescos e impresionantes dedos de roca, de hasta 60 m de altura, constituidos de material ígneo; entre estas una de las formaciones más sobresalientes es la “Aguja” (ACLAP-SINAC, 2013).

Recientemente, Crestones se declaró símbolo nacional (el 6 de abril del 2011), bajo el proyecto de ley n.º 17.437, como símbolo de la riqueza natural de Costa Rica. El fin es hacer conciencia del valor natural y económico que puede generar al país la promoción de las bellezas naturales. Además, es la primera ocasión en que se nombra símbolo nacional un sitio turístico, lo cual faculta a instituciones públicas para promover el lugar como destino turístico marca país (MEP, 2017).

El turismo es la actividad económica que se desarrolla en la zona, el parque cuenta con infraestructura turística ubicada en el sector de base Crestones, la cual consiste en un albergue con capacidad para 60 personas. Además, esta área se zonificó con la intención de ordenar y alcanzar los objetivos establecidos en el plan general de manejo del año 2013, por lo que se establecieron siete zonas de usos diferenciados. El área en la que se encuentra el sendero que se investiga pertenece a la zona de uso público extensivo e intensivo (SINAC, 2013). Los

planteamientos de espacio y objetivo de conservación que se construyen con la zonificación del ASP se convierten, por lo tanto, en un elemento de relevancia en los procesos de elaboración de los planes generales de manejo y gestión (SINAC, 2018). Por consiguiente, en este punto se debe considerar la existencia de los senderos, su planificación y sostenibilidad como parte integral del sistema.

1.3. Antecedentes

En el parque nacional Chirripó existe una serie de atractivos turísticos que se conjugan con un alto grado de endemismo, la administración del lugar busca gestionar, en forma activa, la conservación con la participación de actores interesados. A partir de esto buscar generar una mejor calidad de vida para las comunidades aledañas y garantizar el abastecimiento y el uso sostenible de los servicios ecosistémicos (SINAC, 2013). En este parque y en todo el mundo, el interés de las personas por disfrutar y participar de la naturaleza marca un cambio en la práctica del turismo, el cual pasa del tradicional al de la naturaleza. En el caso de Costa Rica fue en 1974 cuando se empezó a generar conciencia de la necesidad de proteger los recursos naturales y evitar su degradación de forma irreversible (Ulate, 2009).

En la actualidad, el sector turismo está adquiriendo conciencia ambiental y responsabilidad social, además de adoptar prácticas en armonía con la naturaleza, que tienen como meta la conservación del recurso natural asociado con un negocio. Durante décadas, estos espacios protegidos se utilizaron sin prestar la atención a los impactos producidos por su actividad (Ulate, 2009). Al respecto, Lechner (2004) desarrolló múltiples estudios sobre la necesidad de establecer senderos con planificación previa, con el fin de que no se presenten efectos negativos en las áreas silvestres. Por su parte, Ramírez *et al.* (2009) hacen referencia a

que el turismo, aunque se promueve como una fuente de ingreso que no afecta el ambiente, implica una serie de factores. Entre estos se encuentra el número de visitantes, la época del año y las actividades que se desarrollan en determinados espacios naturales, los cuales generan gran cantidad de efectos ambientales no deseados.

Otros estudios como los propuestos por Bringas y Ojeda (2000), advierten que el desarrollo del turismo y sus actividades han intensificado la fragilidad de los ecosistemas. Por otra parte, existen estudios que también muestran la posibilidad de que el uso de los senderos contribuya con la protección de la fauna. Este es el caso de Tudel y Jiménez (2009), quienes plantean la idea de que un turismo enfocado al desarrollo sostenible y respetuoso con el ambiente es posible e imprescindible. Además, la planificación de senderos debe ser una herramienta que participa como un elemento más en la imagen de calidad de oferta turística de un territorio. Por lo tanto, debe ser una herramienta de educación ambiental que permita dar a conocer la naturaleza, para protegerla de una manera más eficiente.

1.4. Planteamiento del problema

El turismo en Costa Rica es una actividad que posee un gran potencial para contribuir en el crecimiento, desarrollo y bienestar de sus habitantes. En particular, las formas de ecoturismo que se practican, principalmente en las áreas silvestres protegidas, permiten el desarrollo sostenible, de este modo, se logra integrar conservación del ambiente con el desarrollo de las comunidades locales (Vanegas, 2006). Sin embargo, el uso de las áreas silvestres protegidas para la ejecución de la actividad turística no siempre se hace sin afectar la fauna que existe en estas, a pesar de que estas tienen como objetivo básico proteger el ambiente. En este caso específico, la falta de planificación del sendero genera problemas con la fauna malacológica en

el sector de los Crestones-Terbi-Ventana.

Esta investigación busca brindar opciones a seguir con el uso turístico de un lugar mediante una planificación adecuada, para un caso específico en el que el turismo genera afectación negativa a especies de malacofauna. Se considera que el motivo de esto es la falta de planificación en la creación del sendero, lo que afecta las especies de malacofauna que existen en este sitio.

Parte del sendero en estudio pasa por el hábitat donde se descubrió la especie, el cual corresponde a la línea por arriba de los arrayanes, aproximadamente 3500 metros de altitud. En esta se encuentra una cobertura tipificada como roca desnuda, que es según las investigaciones desarrolladas hasta el momento un nicho ideal para las especies de malacofauna en investigación, esto aún sin confirmar dado el estado de avance del estudio, área que, además, es muy sensible a cambios que genera la actividad del turismo.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- 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.

1.5.2. Objetivos específicos

1. Determinar el estado del sendero actual y los elementos que propician la afectación

de la malacofauna endémica en el lugar.

2. Establecer las variables ambientales, geográficas y sociales y la información necesaria para que se tracen opciones del sendero Crestones-Terbi-Ventana que permitan el uso adecuado turístico, así como la protección de la malacofauna.
3. Definir la mejor opción de ruta, las acciones o actividades necesarias y las mejores condiciones para el diseño de la propuesta final del sendero Crestones-Terbi-Ventana, con base en los hallazgos de la investigación.

1.6. Marco contextual

Esta investigación se desarrolló en la parte alta del parque nacional Chirripó, el Área de Estudio (AE), está inmersa en uno de los senderos con mayor visitación dentro del parque, que es la forma de acceder a los Crestones, formaciones rocosas muy atractivas para los turistas. Además, se encuentra una de las mayores poblaciones hasta ahora descubiertas del molusco endémico; esta especie actualmente la estudia la Dra. Zaidett Barrientos y un grupo de investigadores de la UNED, en el marco de un proyecto conocido como *Páramos neotropicales: amenazas al ecosistema por cambio climático*. En este trabajo se considerará que existe una serie de elementos y variables que participan en la extinción o efectos negativos que se puedan generar sobre una especie. En referencia este caso en específico, como es fauna que se está describiendo, sus rangos de distribución y ecología todavía no están determinados del todo, lo cual hace más sensible y complejo tomar medidas para su conservación.

1.6.1. Área de estudio

Esta investigación se desarrolló en la parte alta del parque nacional Chirripó, en la zona

de uso turístico del sendero Crestones-Terbi-Ventana, entre los 3400 msnm y los 3700 msnm. El área de estudio se definió con relación a dos situaciones del proyecto, en primer lugar, el análisis del sendero existente Crestones-Terbi-Ventana. En segundo lugar, la posibilidad de generar nuevas rutas para este sendero, con base en los análisis SIG aplicados y dirigidos a la protección de las especies de moluscos en el sitio.

Asimismo, el área de estudio cuenta con dos zonas de vida (ZV), la más extensa corresponde a páramo pluvial subalpino (pp-SA), ecosistema que se encuentra en muy poca extensión en el resto del país. Esta se encuentra a la zona más fría de Costa Rica y por su fragilidad no es apta para actividades que cambien el uso del suelo. Además, existe una pequeña área que es del tipo de ecosistema conocido como bosque pluvial montano, que se ubica en la parte superior del piso montano. La presencia de ambas ZV en un área tan pequeña hace referencia a que existe un gran cambio altitudinal en una zona relativamente pequeña.

1.6.1.1. Zonificación del Parque Nacional Chirripó (PNCh)

Parte del esfuerzo por ordenar y alcanzar los objetivos en el plan general de manejo del PNCh (ACLAP-SINAC 2013), incluye la zonificación, la cual se construyó también con algunos grupos sociales que participaron de los talleres técnicos para este fin. Con la información que generó el equipo de trabajo se establecieron las siguientes siete zonas para el PNCh, con base en las categorías que propone la guía oficial del SINAC:

- Zona de Protección Absoluta (ZPA).
- Zona de Uso Restringido (ZUR).
- Zona de Uso Sostenible de Recursos Naturales (ZUSRN).

- Zona Uso Especial (ZUE).
- Zona de Uso Público Extensivo (ZUPE).
- Zona de Uso Público Intensivo (ZUPI).
- Zona de Amortiguamiento (ZA).

Para efectos de este estudio es importante considerar que el área en la cual se encuentra el sendero que se investiga comparte áreas de uso público extensivo e intensivo (*Figura 1*). La Zona de Uso Público Extensivo (ZUPE), que es donde principalmente se encuentra el hábitat de la especie, se destina al desarrollo de actividades de turismo sostenible, educación ambiental y recreación para visitantes, mediante el contacto directo con el ASP. Esta categoría asignada a esta área se debe caracterizar por la poca concentración de visitantes, bajo impacto, poco desarrollo de infraestructura y mayores restricciones para su uso como respuesta a cierta fragilidad de los recursos. En esta se integra la conservación y el uso público de forma muy natural y con la menor cantidad de infraestructura posible, cuando las condiciones así lo permitan. Para estos fines se identificaron 11 sitios:

- a. Los Crestones. Corresponde a la estructura rocosa del Cerro Crestones, incluyendo la Aguja.
- b. Valle de los Conejos – Laguna Ditkevi.
- c. Lago San Juan (en el futuro).
- d. Sendero Herradura – Urán – Chirripó.
- e. Sendero Sabana de Los Leones - San Jerónimo.
- f. Sendero Chirripó – Lago San Juan.

- g. Sendero Albergue Crestones – Ventisqueros.
- h. Sendero Albergue Crestones – Sabana de Los Leones.
- i. Sendero Valle de Los Conejos – Cerro Terbi – Cerro Crestones.
- j. Sendero Cerro Chirripó – Valle de las Morrenas.

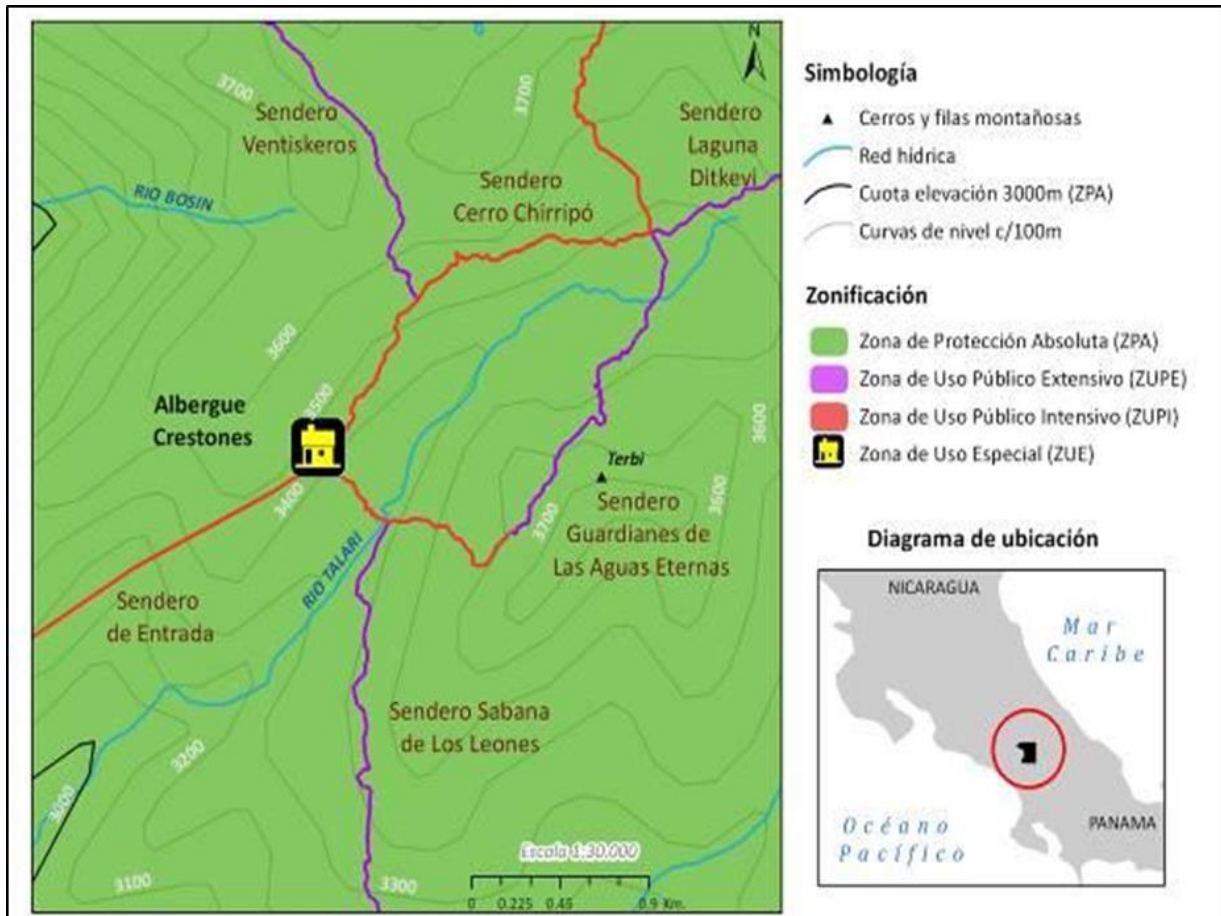


Figura 1. Imagen del área de zonificación que involucra el lugar donde se desarrollará la investigación

Fuente: Plan de manejo del PNCh (2013).

Por otra parte, las Zonas de Uso Público Intensivo (ZUPI) permiten integrar la conservación y el uso público o turístico. Sin embargo, como se permite que mayor cantidad de personas circulen por esta área del parque, se presenta la oferta de algunos servicios básicos y

de infraestructura estrictamente necesaria para solventar ciertas necesidades de los visitantes. Por ejemplo, servicios sanitarios, agua, habitaciones y otros servicios del Albergue Crestones, el cual puede concentrar hasta 60 personas. Para el PNCh se identificaron cuatro senderos y un albergue que componen esta zona, de la siguiente manera:

- a. Sendero principal de ascenso desde San Gerardo de Rivas hasta el albergue Crestones.
- b. Sendero albergue Crestones – Cerro Crestones.
- c. Sendero albergue Crestones – Valle de Los Conejos – Cerro Chirripó.
- d. Sendero para la observación de aves en el sector de Llano Bonito.

1.6.1.2. Atractivos turísticos del PNCh

- Los Crestones: son formaciones rocosas, así llamadas por su semejanza con las crestas de los gallos. Surgieron por un proceso de plegamiento de la corteza terrestre y su máxima altura es de 60 metros. Se pueden ver desde el Valle de El General, sectores del litoral Pacífico y desde diversos puntos de la cordillera de Talamanca.
- Base Crestones: estación de guarda parques en la que también se brindan los servicios de hospedaje, alimentación, tienda de la naturaleza y alquiler de equipo.
- Laguna San Juan: aunque muchos la llaman pececito, tortirrica, etc., su nombre original es Laguna San Juan. Es la segunda más profunda de Costa Rica. Su temperatura es de 14°C. De esta surge el río Chirripó Pacífico.
- Cerro Terbi: su elevación es de 3760 msnm, la vista que ofrece a la Sabana de los Leones y Cerro Ventisqueros es espectacular.

- Las Morrenas: su nombre proviene de los sedimentos que se concentran en las orillas de la laguna, su temperatura es de 14°C.
- Valle de los Conejos: su nombre se debe a que antes existía abundancia de estos animales en el valle, pero por las condiciones y daños que el ser humano causó, es difícil verlos durante el día. El Valle de los Conejos es el centro de partida para cualquiera de los atractivos por visitar. Desde el lugar se pueden observar mejor las formaciones de los valles en forma de U y V producto de la glaciación.
- Cerro Chirripó: punto más alto de Costa Rica, su elevación es de 3821 msnm y su particularidad es ser una montaña rocosa que se vuelve todo un reto para el visitante al escalarla.
- Laguna Ditkevi: esta es una laguna que tiene una historia particular, según historias indígenas, si una persona se metía a la laguna siendo impura o cometiendo algún pecado, iba a aparecer un dragón y se la iba a comer, pero si este consideraba que podía perdonarla la devolvía con vida.
- Sabana de los Leones: su nombre se debe a que hace mucho tiempo creyeron que encontraron un león en la sabana, pero realmente era un puma. Otros afirman que su nombre se debe al tipo de pasto que existe, porque cuando hace viento, este lo mueve y se parezca a la melena de un león.
- Cerro Ventisqueros: este cerro tiene 8 m menos que el Cerro Chirripó, su vista es majestuosa. Su nombre también proviene del viento que hace en este lugar.

1.6.2. Descripción de la investigación

El laboratorio de Ecología Urbana de la Universidad Estatal a Distancia (UNED), desarrolló una investigación de especies de fauna que son endémicas y habitan una zona del PNCh. En esta se detectó que existe una contraposición entre el uso del sector (turismo) y la conservación de la fauna. En este caso, el estudio se concentró en el hecho de que un sendero que se estableció desde la fundación del parque se encuentra en la zona donde las poblaciones son más altas y su uso afecta las poblaciones de estas especies. Por este motivo, se pretende desarrollar opciones mediante una planificación científica para evitar que este efecto continúe. Con los datos obtenidos será posible generar un diagnóstico del efecto actual de impacto y opciones o alternativas para el funcionamiento del sendero sin contraponerse a los objetivos de las áreas silvestres como tales.

El trabajo de campo se concentra en un área que sale del refugio en base Crestones y sube a los Crestones, continúa por la fila Terbi hasta llegar a la Ventana, ubicado en el sistema coordenadas CRTM05 (N 1.044.900 - E 554.200) y (N 1.046.700 -E 556.000); mucha de esta zona cuenta con ecosistemas ideales para las especies de moluscos. El sendero que se analiza pasa más o menos por el centro de toda el AE, que es de uso turístico. Este es un lugar que por su belleza escénica tiene múltiples sectores que se prestan para las fotografías y esparcimiento y genera múltiples trillos que las personas hacen al abandonar los senderos. Además, muchas de estas zonas por donde transitan los turistas son áreas con poblaciones de moluscos.

1.6.3. Alcances y limitaciones

- Con esta investigación se plantea planificar cuál es la ruta más adecuada, lo cual se hará al considerar una serie de variables físicas y ambientales analizadas en SIG y la

incorporación de variables de participación social como insumo fundamental para su desarrollo. Además, tiene como eje principal el grado de impacto que este sendero pueda provocar, en especial en las áreas que los turistas, guías y guardaparques afectan directa e indirectamente. Asimismo, se trabajará de manera directa en el plano físico y de uso del sendero y se hará énfasis en las posibles opciones a seguir para evitar daños mayores o prolongar efectos negativos. Para integrar estas áreas se usó un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) marca Garmin, modelo GPSMAP 64S, con el cual se hizo el levantamiento de todos los puntos, líneas y áreas de interés, incluidos los mapeos de ecosistemas y de zonas de afectación directa e indirecta en el área de estudio. Una vez con estos datos, se analizaron mediante el uso de ArcGIS 10.6. En el geo proceso se utilizaron todas las ejecuciones básicas de la edición de capas, entre ellas cortar y unión, del complemento de análisis de espacio (Spatial Analyst) .

procediendo hasta tener resultados en forma de mapas y tablas de comparación de datos, para posterior dar las medidas a seguir para mitigar o evitar afectación a la especie.

Capítulo II. Marco teórico

Esta investigación se concentra en la planificación y propuesta para el establecimiento de senderos dentro de áreas silvestres protegidas, en un contexto de desarrollo sostenible en el que la conservación y el uso de los sitios no se contrapongan. Para esto, es necesario analizar elementos teóricos que se relacionan con el tema, por lo que se abarcan los aspectos teóricos que se consideran de mayor relevancia. De esta manera, se definirá en un marco de análisis científico, la mejor opción para la existencia de un sendero dentro de una zona con especies endémicas propensas a que la actividad turística las afecte.

2.1. Áreas Silvestres Protegidas

Las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) son “generalmente áreas no modificadas o ligeramente modificadas de gran tamaño, que retienen su carácter e influencia natural, sin asentamientos humanos significativos o permanentes, que están protegidas y gestionadas para preservar su condición natural” (Dudley, 2008, p. 16). Costa Rica tiene un 26,5% de su territorio bajo alguna categoría de protección, son zonas imprescindibles dedicadas a la conservación de la diversidad biológica en su estado original (Minae *et al.*, 2017 y Serrano, 2011). Por lo tanto, el esfuerzo de conservación que se ha hecho con la creación de ASP en el país se trata de articular con una estrategia de desarrollo que permita el crecimiento económico con equidad social. Además, se busca que no deteriore los recursos naturales ni disminuya su potencial productivo, ya que de este depende la perpetuidad de las especies.

La creación de ASP está inmersa en todo un movimiento mundial que busca su establecimiento como la base para lograr el desarrollo sostenible. Por ende, se deben tener claros los aspectos fundamentales en toda estrategia que busque mantener los ecosistemas naturales

operativos (Dudley, 2008). A partir de lo anterior, surge la necesidad de perpetuar las especies y los espacios naturales desde una serie de diferentes enfoques y conceptos. Entre estos, uno de los más conocidos es el de desarrollo sostenible, que Escobar (2009) define como “aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propios requerimientos” (s. p.).

2.2. Especie endémica

De acuerdo con Pérez y Merino (2014), “es una especie que se distribuye en un ámbito geográfico reducido y que no se encuentra de forma natural en otras partes del mundo” (p. 6). En esta limitación de su hábitat o distribución radica parte de la necesidad de manejar en forma más cuidadosa estas zonas, de manera que no se comprometan los recursos que estas especies necesitan. Por su parte, Acebei *et al.* (2012) señalan que “las especies endémicas deben ser consideradas como prioritarias en las estrategias de conservación de la biodiversidad, eso permite a las generaciones actuales y futuras contar con una enorme responsabilidad para asegurar la protección a diversas escalas” (p. 18).

El término endemismo es importante, ya que este más que a un taxón, hace referencia a un área geográfica. En esta es relevante la reducción cada vez más rápida y continua del hábitat de las especies endémicas, además de la necesidad de proteger el ecosistema y conocer la historia evolutiva de cada especie y su distribución geográfica (Noguera, 2017). Según Noguera (2017), el término endemismo genera una serie de valores importantes, si se considera que define zonas geográficas en las que existen taxones integrados en un espacio temporalmente.

2.3. Turismo sostenible

De acuerdo con Ramírez (2015):

El turismo sostenible es aquel que atiende las necesidades de los turistas actuales y de las regiones receptoras y además protege y fomenta las oportunidades para el futuro, visto este como una forma de gestión de los recursos de manera que puedan satisfacerse todas las necesidades respetando la integridad cultural, procesos ecológicos, la diversidad biológica y los sistemas que sostienen la vida (p. 18).

Por otra parte, Bernal (2012) pretende unificar tres componentes principales para la protección de espacios naturales: la educación ambiental, la participación local y la generación de ingresos. Además, menciona que, si estos tres componentes se aplican, los principales beneficios ecosistémicos y poblacionales, derivarán en la conservación de especies y hábitats amenazados; esto influirá directamente en el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades aledañas. A la vez, Delgado (2010) manifiesta que el turismo sostenible busca el desarrollo al cubrir las necesidades de los turistas y de las regiones anfitrionas presentes, al mismo tiempo, protege y mejora las oportunidades para el futuro.

El turismo sostenible debe influir en una mejora de calidad de vida de las personas, además, en su planificación se debe considerar el presente y las perspectivas futuras. Por lo tanto, debe incluir una estrategia de sostenibilidad y debe ser un elemento integrador y diversificado, que mantenga una clara dimensión en espacio y tiempo con los efectos a mediano y largo plazo muy claros (Delgado, 2010).

2.4. Turismo en las Áreas Silvestres Protegidas

Existe un movimiento mundial por preservar y, a la vez, usar los espacios naturales protegidos y no protegidos, el cual debe asociarse con una serie de regulaciones. Esto se puede observar en el caso de México, donde las Áreas Naturales Protegidas (ANP) tienen por objetivo preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas, así como sus procesos evolutivos y ecológicos (CNANP, 2018). Además de usar y

conservar las áreas protegidas, se suma otro objetivo que será salvaguardar su diversidad, así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad. Todo esto sin dejar de lado que estas áreas deben ser lugares que propicien la investigación científica y el estudio de los ecosistemas, tratando de que esto se dé dentro de un estado de sostenibilidad (CNANP, 2018).

El desarrollo de turismo en Costa Rica busca, a través del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), ejecutar un turismo sostenible que promueva el fortalecimiento de la planificación y gestión sostenible. Esto para lograr un mayor beneficio socioeconómico y ambiental en los municipios y comunidades aledañas, así como proteger los recursos naturales (Minae *et al.*, 2017). En algunos países como México, las Áreas Naturales Protegidas (ANP) poseen entre las líneas de acción de sus ejes sustantivos, la implementación de instrumentos y mecanismos para el desarrollo sustentable. Además, estas organizaciones promueven procesos de participación social activa en el manejo sustentable de la biodiversidad, así como contribuir al fortalecimiento de actividades económicas locales y regionales. Lo anterior para favorecer, de manera indirecta, el manejo sustentable de la biodiversidad (CNANP, 2018).

Por su parte, en Costa Rica, como lo indica Vargas (2009), “las áreas protegidas son el destino favorito de los turistas durante su estadía en nuestro país, además de ser el destino lógico para el turismo nacional. Su uso por parte de los turistas genera un dilema; por un lado, genera beneficios económicos para diferentes sectores de la población, pero por otro, la actividad turística también afecta las iniciativas de conservación in situ” (p. 49). Se debe considerar también que, en la mayoría de los casos, los gobernantes ven el turismo en las Áreas Silvestres Protegidas (ASP), como una forma de mejorar las condiciones del país. Sin embargo, si el desarrollo turístico no respeta parámetros propios de la ecología, como la capacidad de

resiliencia o de carga del lugar, puede representar una amenaza que ponga en riesgo la calidad de las áreas y su entorno (Vicencio y Brigas, 2013).

Por último; como se indica en la ley orgánica del ambiente en el artículo 35, la creación y conservación de las ASP tiene como objetivo conservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones y de los ecosistemas más frágiles. Además de la salvaguarda de la diversidad genética de las especies silvestres, el aseguramiento del uso sostenible de los ecosistemas, la promoción de la investigación científica, la protección de las zonas acuíferas y las cuencas hidrográficas, entre otros, por ende, el turismo no es un objetivo primordial.

2.5. Impactos ambientales del turismo en ASP

Los impactos ambientales que genera el turismo son, en algunos casos, poco visibles, por lo que se advierten en forma tardía. El problema global del deterioro al ambiente pone en riesgo la sostenibilidad del turismo, lo que obliga a tener una visión y acciones sostenibles para la protección de los propios recursos utilizados (Ramírez, 2015). Existen efectos negativos que se generan por la actividad turística, por lo tanto, tener claro que la conservación del ambiente, de los ecosistemas, del paisaje y de todos los procesos ecológicos esenciales de la naturaleza es un eje fundamental de la salud y el bienestar humano. De igual forma sucede con la actividad turística en la que el medio es la materia prima para su desarrollo (Pairumani, 2016).

Como lo indica Pairumani (2016), en muchos casos un impacto ambiental puede producirse por una acción o actividad del ser humano. Los impactos pueden generar una alteración negativa o positiva, la cual puede afectar en todo el ecosistema o solo en algunos componentes. Por otra parte, la evaluación ambiental es una herramienta estratégica para

acceder a un desarrollo socioeconómico y que, a la vez, proteja el medioambiente de los modelos actuales de desarrollo. De esta manera, se pueden proyectar acciones que se dirijan a minimizar las consecuencias negativas (González, 2006).

2.6. Sistemas de Información Geográfica (SIG)

De acuerdo con Palacio (2017), un sistema de información geográfica “es un sistema de *hardware*, *software* y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión” (p. 75). A partir de lo anterior, se puede inferir que los SIG, mediante diferentes técnicas simples como el cálculo de superficie, pueden utilizarse para caracterizar ecosistemas complejos, dinámicos y abiertos, donde no existe homogeneidad. Además, sirven para georreferenciar un área y sus elementos, teniendo presente la heterogeneidad del ecosistema e integrando la naturaleza existente y las modificaciones que generen actividades antrópicas (Prado *et al.*, 2007).

Asimismo, el uso de los SIG, como herramienta para analizar los recursos naturales con los que cuenta una región determinada, genera información fundamental para el desarrollo sostenible. Estos integran el estudio, localización y la evaluación de la información con que se alimenta el sistema, lo cual permite tener disponible la materia prima para la planeación del desarrollo en un territorio determinado. A la vez, ofrece como base el conocimiento de su entorno natural, para interactuar con el medio, cuidar de su preservación y propiciar su equilibrio (Chiquillo, 2013).

Toda la información que se genera a través de esta herramienta se introduce para ser visualizada con un grupo de datos (capas) espacialmente referenciados, que se denominan capas

independientes en el sistema, para analizarla y representarla cartográficamente. A partir de este punto se procede a diseñar y calcular las variables que interesen al investigador (Cerezo y Galacho, 2011).

Los SIG se han vuelto fundamentales en la conservación de la biodiversidad, debido a su gran potencial como herramienta que tiene la cualidad de manejar información muy variada, que apoya y fortalece los estudios para la conservación de la biodiversidad. Esta herramienta no solo captura, sino que también almacena y gestiona información geográfica y no geográfica que se utiliza para proteger especies, comunidades y ecosistemas, al tener clara su localización, distribución e interrelación en el espacio (Moreira, 1996 y Luaces *et al.*, 2008). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) están un paso por delante de los sistemas de información tradicionales y ofrecen un entorno adecuado para la captura, almacenamiento y gestión, tanto de la información geográfica como de la no geográfica.

2.6.1. Uso y caracterización del SIG vectorial

Las metodologías de uso de los SIG son realmente amplias y se basan en formatos vectoriales y ráster; el formato vectorial puede constituirse por puntos, líneas y polígonos, los cuales almacenan ubicaciones geográficas de la información representada. Morea y Huerta (s. f.), indican que:

El concepto de vector como segmento definido por dos puntos, uno inicial y otro final que definen su tamaño, su dirección y su sentido. Así, podemos aproximarnos a la estructura vectorial pensando que cada punto de la realidad queda definido por unas coordenadas X e Y, y pertenece siempre a un elemento geográfico (punto, línea o polígono) (p. 18).

Como lo indica Martínez ,S.F (2002), en un modelo vectorial la representación espacial de la información se hace mediante variables con un valor fijo, representados con geometrías simples

(puntos, líneas o polígonos) en forma muy sencilla podría indicarse que esta información puede ser almacenada como un conjunto de puntos o vértices , y además de información de como estos se conectan entre sí. También manifiesta que los datos pueden ser representados como líneas bajo el modelo vectorial (lo cual sería el caso de un sendero).

2.6.2. Usos del SIG en Áreas Silvestres Protegidas

Los SIG adquieren cada día más importancia en el proceso de desarrollo sostenible al ayudar en el uso correcto de estas ASP. Palacio (2014) se refiere a esto como la necesidad que tiene la administración de estas áreas de considerar el alcance que ofrece el uso del SIG en el análisis territorial, que permite, de forma fácil, manipular, organizar y procesar mucha información. Los SIG han adquirido relevancia en el sector turístico, ya que por su capacidad de análisis y flexibilidad permiten tener mucha información en un mismo sistema. Como mencionan Cerezo y Galacho (2011), la importancia del uso de SIG para alcanzar objetivos de conservación en áreas protegidas y zonas frágiles, parte del análisis territorial y del inventario de los recursos potencialmente sensibles o de interés en un área geográfica definida.

En cuanto a la aplicación del SIG en temas asociados con turismo, se debe recordar que estos representan una herramienta trascendental en aspectos de ordenamiento territorial y que las actividades turísticas son un insumo para un ordenamiento global. Del mismo modo, es indispensable mencionar a escalas menores, el uso correcto de datos espaciales y variables de interés que enmarcan información muy relevante para la toma de decisiones de sitios turísticos, límites naturales y diseño de senderos, entre otros. Asimismo, se puede mencionar que, en Costa Rica, específicamente en las áreas silvestres protegidas, no se cuenta con información detallada de la distribución espacial de sus áreas. Al igual que en la mayoría de los parques o sitios con

visitación por atractivos naturales, la metodología de confección de senderos no ha previsto análisis espaciales robustos para su selección o descarte.

Tomczyk (citado por Palacio, 2017) desarrolló un trabajo sobre cómo se podría medir el impacto que genera el uso de senderos (turismo) en áreas protegidas, mediante el método de álgebra de mapas y ponderación por suma en el *Software Tntmips* (versión 7.3). En este caso, se usan insumos muy similares a los empleados en este trabajo como mapas topográficos, ortofotos, capas físicas de pendiente, curvas de nivel, vegetación, usos de suelo, red de senderos, erosión potencial hídrica. La implementación de un SIG permite un análisis del sistema turístico completo de gran valor, por lo que se convierte en una herramienta válida para la planificación del turismo (Cerezo y Galacho, 2011).

2.6.3. Evaluación Multivariable (EMV)

El análisis multivariable puede aplicarse sobre fenómenos abstractos o sobre todas aquellas manifestaciones o actividades desarrolladas por el ser humano y que poseen una ubicación geográfica específica (Fuenzalida *et al.*, 2015). Este método permite evaluar las condiciones físicas, ya sean permanentes o temporales, de los senderos y busca evitar o minimizar los riesgos de degradación ambiental, que se puedan presentar en áreas silvestres protegidas, con importantes valores ecológicos. Las metodologías multivariadas, tanto para la evaluación de aspectos del ecosistema que puedan generar un impacto ambiental como para el ordenamiento territorial, se deben analizar en complemento con criterios relacionables, provenientes de normas de la legislación vigente. Las obras de infraestructura lineales, entre estas los senderos, representan elementos antrópicos destinados a suplir necesidades propias de la sociedad. Como, por ejemplo, recreación, traslado y otras, que generalmente se extienden a

más de 1 km e intersecan diferentes elementos del entorno sujetos a conocerse mediante análisis geográficos (Hernández, 2015).

Además, considerar el proceso de selección de opciones de trazo para senderos requiere tomar en cuenta los diferentes componentes de un entorno geográfico y tener presente que estos interactúan unos con otros. Como indica Hernández (2015), estas interacciones se dan en los mismos espacios territoriales, por lo que es necesario decidir su importancia relativa y el producto de la interacción de una o más variables geográficas. La evaluación multivariable en este caso consiste en la combinación de dos técnicas con base en las estimaciones sobre conceptos o variables que pueden cambiar entre un conjunto de valores y características que oscilan entre dos extremos. Esta especialidad de la matemática la postuló Lotfi Zadeh, de la Universidad de California en Berkeley en la década de 1960, la cual permite representar el conocimiento común de índole cualitativo, mediante métodos matemáticos.

Estas dos técnicas corresponden a la Metodología de las Jerarquías Analíticas y la Sumatoria Lineal Ponderada, las cuales se complementan entre sí. Consideran las posibilidades de ambas en la operatividad y tratamiento sobre los datos que producen y que pueden usarse en sistemas de información geográfica. Otros métodos o técnicas de EMV se diferencian en procedimientos aritméticos-estadísticos que se emplean sobre las matrices de evaluación y de prioridades. Con estos se podrían diferenciar técnicas para la definición de emplazamientos discretos o localizados mediante el Análisis del Punto Ideal. No obstante, en este caso no se utiliza, pues el problema que atiende esta investigación es plantear mejoras a un procedimiento de toma de decisión para el emplazamiento de una obra lineal compleja (Saaty y Vargas, 2013). Los análisis geográficos de índole multivariable pueden coadyuvar en la planificación de los diseños de estas obras, de modo que puedan tener el mejor acople posible al espacio geográfico

que se desea intersecar.

2.7. Senderos en áreas silvestres

El sendero puede definirse como un pequeño camino o huella que permite recorrer con facilidad un área determinada y cumplen una o varias funciones. Entre estas servir de acceso y paseo para los visitantes, ser un medio para el desarrollo de actividades educativas y servir para los propósitos administrativos del área protegida (Tacon y Firmani, 2004). El objetivo de todo sendero es facilitar el acceso, la observación y la interpretación de ciertas zonas y atractivos sobresalientes. A partir de estos sitios de interés durante el diseño se pueden aprovechar opciones ya existentes, estos se planifican con base en las características existentes, población turística meta y estimando los mínimos y máximos de visitantes esperados (Ruiz, 2017).

Otro aspecto importante es considerar que los usuarios de los senderos suelen generar ruido, residuos, daños a la flora, la fauna y el suelo. Por lo tanto, estos se deben tratar de minimizar desde el diseño del sendero o diseñar medidas básicas de control ambiental que disminuyan este impacto (Ruiz, 2017).

Además, debido a que los senderos son el camino por donde los visitantes usan las áreas protegidas, cada uno debe tener claro el objetivo de estas zonas y los administradores o generadores de políticas para estas áreas, considerar que la conservación, la educación y la experiencia del visitante son tres aspectos importantes que se deben sopesar cuando se planifique su construcción. Estos puntos son fundamentales para lograr sostenibilidad en las áreas protegidas y ofrecer un uso adecuado de estas áreas (MEFT, 2017).

2.7.1. Diseño de senderos en ASP

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 de sus recursos (MEFT, 2017).

El diseño de un sendero debe permitir que las personas pasen con comodidad y seguridad y su trazado debe considerar aspectos técnicos como las distancias mínimas. Asimismo, debe tener control de la erosión, capacidad de carga, la pendiente del camino y otras pautas que les permitan cumplir con su función (Tacón y Firmani, 2004).

Entre los aspectos técnicos de un diseño adecuado se define el ancho de la huella como la superficie que se usa para caminar y el ancho de la faja que es el espacio libre de vegetación, que, además, incluye el ancho de la huella (Cuadro 1). Este espacio es necesario para mantener las condiciones de seguridad en el sendero, por ejemplo, relacionados con la presencia de animales en los árboles y arbustos; verticalmente, también se debe llevar a cabo un clareo del sendero.

Cuadro 1. *Aspectos básicos requeridos para la conformación de un sendero*

Aspectos	Requerimientos
Ancho de huella	1.20-1.80 m
Ancho de faja	4.20 m
Clareo de altura	3 m
Pendiente máxima	10 %
Control de erosión hídrica con barreras	45° - 60°

2.7.2. Sendero interpretado

Se debe tener presente que el tipo de sendero que se construya dentro de un área silvestre protegida en Costa Rica está regulado y dirigido por el plan de manejo que se tenga en cada sitio. Existe una clasificación amplia de tipos de senderos y el que se considera más similar a lo requerido en este sitio es el sendero interpretado, el cual involucra aspectos diferenciados. Este se considera como una actividad en la que el visitante transita por un camino, predefinido y equipado con notas de información, señalamientos o guiados por intérpretes de la naturaleza, cuyo fin específico es el conocimiento del medio natural y cultura local (Ramírez *et al.*, 2009).

Además, en un sendero interpretado los procesos de comunicación sobre los valores del lugar ya sean culturales o de su biodiversidad, se vuelven cada día más relevantes en los diferentes sitios para promover la conservación y el desarrollo (Ramírez *et al.*, 2009). Aunque un sendero puede ser transitable por diferentes medios, esta investigación se centra en un sendero que solo puede utilizarse caminando y es exclusivo para turistas de alta montaña. Un sendero interpretado también puede utilizarse de forma lineal, aunque exista una salida diferente, la disponibilidad de tiempo en algunos casos y la condición física obliga al visitante a transitar de ida y vuelta sin completarlo por un mismo sitio. Por ejemplo, un sendero lineal que conduce hasta un mirador, una catarata o un atractivo sin ruta de salida, obligará al visitante a devolverse por la misma calzada (Hernández *et al.*, 2015).

Los senderos circulares interpretados tienen el punto de inicio y final en el mismo lugar o muy cercanos, además, permiten un recorrido variado, pues en ningún momento el visitante debe volver a pasar por donde ya caminó. Esto también disminuye el nivel del impacto de la visitación sobre el sendero, ya que cada visitante solo lo recorre una vez. Sin embargo, también

pueden encontrarse senderos circulares con un segmento en doble vía, es decir, que el visitante lo transita dos veces (Hernández, *et al.*, 2015). El sendero multicircuito es un camino principal del que salen otros caminos con recorridos circulares o semicirculares que se le unen en distintos puntos. Esto hace que existan secciones por donde el visitante, si lo desea, puede transitar de ida y de vuelta por el mismo lugar, lo que causa un mayor impacto sobre el área visitada (Hernández *et al.*, 2015).

A nivel general, los senderos también pueden clasificarse como permanentes o temporales, como sucede en las áreas protegidas, la mayoría ofrece itinerarios a los visitantes que pueden estar abiertos todo el año. Sin embargo, pueden cerrar el acceso de los visitantes algunos días, durante los periodos de reproducción de las especies, durante o después de eventos climáticos extremos y otros eventos naturales (Hernández *et al.* 2015).

2.7.3. Accesibilidad en los senderos

La accesibilidad es un componente fundamental de los senderos interpretados, actualmente deben permitir la entrada y el uso de todo turista, sin importar sus capacidades físicas (Lechner, 2004 y Marín, 2015). La accesibilidad a todos debe constituir una meta para los senderos y con frecuencia se puede lograr sin comprometer la integridad del entorno, sin incurrir en costos improcedentes o en inversiones indebidas en tiempo y trabajo (Lechner, 2004). La legislación actual en Costa Rica, en su ley 7600, indica que toda construcción de un nuevo sendero para peatones debe ser accesible a todos los usuarios.

2.7.4. Construcción de senderos

Para construir un sendero se deben llevar acabo ciertos pasos, primero, se debe analizar el sitio para saber en qué lugar se trabajará y qué atractivos tiene el sendero. Después de conocer

estos puntos se debe pasar un diseño y trazado por la línea donde se identificaron esos puntos y, por último, se construye el sendero con la demarcación ya hecha. El análisis del sitio en el que se colocará el sendero se inicia con una revisión de los materiales pertinentes y la información existente, como mapas, fotografías, áreas protegidas y planes de gestión. Además de documentos de planificación general, prospecciones del suelo, escrituras y documentos legales, entre otros (Lechner, 2004). El siguiente paso consiste en la visita al sitio, en la que se debe emplear todo el tiempo posible para observar y anotar lo que sucede.

Esta fase se conoce como descubrimiento y es importante considerar muchas opciones y no dar preferencia por anticipado a una ruta potencial en relación con otra. La selección de la ruta no debe comenzar hasta que lleguen las fases de diseño y trazado (Lechner, 2004, pp. 30-31).

Por otra parte, Lechner (2004) muestra una metodología muy práctica para el diseño de senderos que abarca aspectos básicos de los SIG. En este caso se basa en seguir dos elementos básicos, para iniciar o como primer elemento propone hacer un esquema general, en el que se incluye la forma, longitud y puntos de control. El desafío en la fase de diseño es el de crear un sendero sostenible que tenga en cuenta los objetivos de su creación, preferencias de los usuarios, la protección ambiental y los puntos de control reconocidos. El segundo elemento del diseño es la forma física real del sendero en el terreno.

Antes de hacer el diseño y trazo del sendero se debe desarrollar un estudio técnico, que permitirá encontrar la mejor opción de ruta o mejorar estructuras ya existentes. En este se trata de reconocer sus datos básicos, longitud, ubicación, localidades por las que discurre, ecosistemas existentes y otras características básicas, además, del marco histórico y social del propio sendero (Lechner, 2004). De la información obtenida se podrán discernir datos concernientes a la historia, la población, el carácter turístico y los promotores de la iniciativa

(FEDME, 2012). Además, es necesario generar un archivo fotográfico, que recoja elementos representativos y significativos del sendero, vegetación, tipo de calzada y señalización. Por último, se deben incluir todas las fuentes de información posibles, aludiendo tanto a las referencias bibliográficas o digitales como a los informantes calificados a los que se pueda consultar (FEDME, 2012).

La construcción, reparación o replanteo de los senderos e incluso el cierre de estos debe respetar los elementos focales de manejo de los recursos naturales. El sendero y las actividades que en este se den, deben ser consistentes con los elementos focales de manejo del área protegida. Los recursos naturales y culturales determinan dónde, cómo y qué tipo de senderos se construye, para, de esta forma, asegurar que se respete la capacidad de carga y los recursos culturales o naturales en el sector (MEFT, 2017). Los senderos están constituidos por una parte fundamental que es el piso o superficie sobre la que camina el usuario, esta puede ser completamente natural o estar modificada por materiales que la endurecen, como grava. En algunos casos pueden estar cubiertas de madera o pavimento, todo lo que se haga debe relacionarse con la zonificación y los estándares que se pretendan con el sendero (Lechner, 2004).

Todo sendero tiene un área que se denomina *corredor del sendero*, esta se mantiene alrededor del sendero, se extiende a ambos lados, así como por encima del sendero. En las áreas donde el sendero sube y baja debido a la topografía, la pendiente transversal es la pendiente natural de la ladera de la colina por la que pasa el sendero y la pendiente posterior es la parte ascendente que se cortó durante la construcción del sendero. Una construcción adecuada de la pendiente posterior es esencial para el sostenimiento del sendero (Lechner, 2004).

Capítulo III. Marco metodológico

3.1. Paradigma

La Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales es un programa que pertenece a las Ciencias Naturales y, por lo tanto, se desarrolla dentro de un paradigma intelectual-social-crítico. En este se motiva a la construcción continua de conocimiento nuevo mediante una investigación científica que genere propuestas capaces de provocar una transformación social, en cuanto al manejo de los recursos naturales.

3.2. Enfoque

El enfoque que se siguió fue el mixto, con el fin de encontrar una respuesta a los objetivos propuestos, para esto, se analizaron múltiples realidades subjetivas, en las que el enfoque, como lo indican Hernández *et al.* (2010), se basó en métodos de recolección de datos cuantitativos y cualitativos. A partir de esto se hizo una integración y discusión conjunta, además, se utilizaron técnicas para recolectar algunos datos como la observación no estructurada, análisis con personas claves e incluso evaluación de experiencias personales mediante encuestas no estructuradas. Este tipo de investigación se fundamenta en la complejidad y lo diverso del estudio que en muchos casos no permite enfoque único, debido a la múltiple participación de actores en los resultados que se esperan (Hernández *et al.*, 2010).

3.3. Tipo de investigación

Esta fue una investigación exploratoria secuencial que se desarrolló sin manipular deliberadamente variables y se basó en la observación, registro y clasificación de elementos en su contexto natural, para su análisis posterior. La propuesta metodológica general consiste en 3

etapas de estudio que generan la información para planificar el sendero:

- Definición y estudio de variables utilizadas para selección de sendero (EMV).
- Análisis de la construcción, estado y uso actual del sendero Crestones-Terbi-Ventana.
- Propuesta de manejo sostenible del sendero.

3.4. Participantes/población y muestra

Esta investigación buscó determinar el estado del sendero actual y, de necesitar modificaciones de tramos, se propuso la mejor opción de ruta. En caso de que se considerara que el existente era la mejor opción, se indicarán las modificaciones que se deban hacer. Una vez hecha la visita inicial, se definió la muestra a estudiar, la cual se pudo ajustar durante el desarrollo del trabajo, esta no fue probabilística, ni buscó generalizar datos (Hernández et al., 2010). Se obtuvo también el criterio de expertos y se contó con la información que suministraron guardaparques del lugar, en este caso 5 de ellos (

Anexo 3), como expertos en el tema y conocedores de particularidades del área. Además, se contó con la opinión de los usuarios del sendero (turistas, arrieros, miembros de la asociación de desarrollo y guías), en total se aplicaron 25 formularios (

Anexo 4).

3.5. Fuentes

El desarrollo de este trabajo inició con una investigación documental, dirigida a obtener información importante, teórica y conceptual, en áreas relacionadas con el establecimiento de senderos en áreas silvestres protegidas, turismo, sostenibilidad ambiental y social. Se trabajó con fuentes de información provenientes del estudio detallado de libros, tesis, revistas especializadas, entrevistas y medios electrónicos (Internet). La principal fuente fue la colecta de datos (variables SIG), que se dio en campo por parte del investigador, así como la obtenida de informantes claves. Esta se obtuvo a través de la participación de turistas y encargados del parque mediante la aplicación de técnicas cuantitativas como encuestas y entrevistas.

3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección

Para ejecutar esta investigación y determinar el estado y uso del sendero actual, así como la posibilidad de diseñar una nueva ruta o por lo menos mejorar la actual, se desarrolló una propuesta con base en diferentes técnicas y actividades. Estas tenían como fin obtener información para analizar y entender el problema de estudio. El análisis del sendero actual se desarrolló mediante dos técnicas recorridos (giras) a pie por el lugar, durante las cuales, con el uso de un SPG, se levantaron los diferentes *tracks* y puntos que permitieron analizar el estado del sendero y las opciones de cambio, considerando aspectos físicos, biológicos, ambientales y de manejo; esta primera técnica también incluyó todo lo referido a entrevistas dirigidas a conocer factores de construcción y uso del sendero, así como de su posibilidad de mejoras y cambios. La segunda técnica de análisis consideró aspectos propios del SIG que buscó la integración de toda la información adquirida anteriormente, que se analizan mediante el uso de

ArcGIS en la oficina de trabajo.

3.6.1. Entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas se aplicaron a tres grupos: turistas (n=10) y guías (n=5), guarda parques (n=5) y personas encargadas de la concesión de servicios complementarios (n=5). Se aplicó un total de 25 entrevistas con las cuales se obtuvo la información relevante para conocer el proceso de construcción, uso y mantenimiento del sendero actual. Las entrevistas se elaboraron previamente (

Anexo 3 y

Anexo 4) y se diseñaron dos documentos diferentes, según a quien se aplicara y análisis. Para los turistas y guías se utilizaron entrevistas dirigidas a conocer la aceptación de un posible cambio del trazo del sendero y a identificar su conocimiento del sitio. Por otro lado, para los guardaparques se direccionó a saber la planificación y forma en la que se construyó el sendero actual, así como su manejo para alcanzar la sostenibilidad ambiental y social.

3.6.2. Área de Estudio Definitiva (AED)

El Área de Estudio Preliminar (AEP) se definió considerando la presencia del sendero actual. Posterior a la visita de campo inicial se incluyó en la selección del área definitiva una serie de criterios bióticos, abióticos y antrópicos que podrían incidir o incluir cambios aceptables para continuar con el desarrollo del trabajo. En el Cuadro 2 se anotan los criterios y su descripción utilizados para obtener como resultado el AED.

Cuadro 2. *Criterios que se usaron para obtener el AE final o definitiva*

Criterio	Descripción
Abiótico	Áreas con topografía menor a 15° en un radio cercano
Biótico	Áreas con presencia de especie (endémicas)
Antrópico	Ecosistemas propicios para el trazo del sendero
	Zona de interés turístico (miradores y otros)

Fuente: elaboración propia.

En la *Figura 2* se puede apreciar el Área de Estudio Definitiva, esta siguió una serie de parámetros enmarcados dentro de las variables del cuadro 2, como contener la mayor cantidad de zonas con presencia de la especie, incluir en ella el sendero actual y zonas de interés particular, así como áreas con posibilidad de trazo del sendero entre otras.



Figura 2. Área de Estudio Definitiva (AED), para la planificación del sendero Crestones-Terbi- Ventana, en el PN Chirripó, CR.

Fuente: elaboración propia.

Durante las giras de campo se comprobó que todas las zonas en las que la presencia de la especie ameritara, se incorporarán dentro del AED. Esto en relación con aspectos como zonas de interés particular, como belleza escénica y señal de celular, debido al movimiento fuera del sendero que esto genera. Además, de otras zonas con especial atractivo turístico y sin presencia de la especie, las cuales se incorporaron ya que existe la probabilidad alta de que los turistas se desplacen a estos sitios, lo que generaría nuevas afectaciones, entre estas los miradores. Asimismo, se incorporó un área con señal de teléfono que provoca que los turistas se desplacen a estos sitios; en la fila Terbi se incorporó un área que está hacia el Este del punto más alto del cerro (belleza escénica), la cual usan los turistas para fotografías y que está fuera de los senderos en la zona. Por consiguiente, el AED (*Figura 2*), abarca un total 186.89 ha.

3.6.3. Análisis del sendero actual

Para determinar el estado del sendero actual y el uso que se le da, se verificó en campo su estado físico y condiciones para transitarlo, mediante recorridos a pie; en las visitas se observaron aspectos como, manejo de aguas, longitud, ancho y pendiente. Además, se identificaron áreas en las que existen grados altos de dificultad para el recorrido por parte de los usuarios ya fuera por deterioro o por falta de elementos constructivos. Como insumo adicional, se utilizó el análisis de información obtenida en entrevistas.

3.6.3.1. Área de afectación directa e indirecta en el sendero existente

Durante el estudio del sendero actual se determinó un área de influencia directa e indirecta basado en la observación del movimiento de rocas y pisoteo observado en la zona, para luego ser digitalizado, mediante levantamiento de una serie de puntos que contienen información de coordenadas de posición y altitud entre otras. Además, se hizo un levantamiento de los senderos (trillos) ilegales, que usan los turistas en la zona. Para corroborar el Área de Influencia Indirecta (AII) se hicieron visitas de campo y se consideró lo que reportaron los turistas sobre sitios a los cuales se hacen visitas y no poseen un sendero oficial dentro del AE.

3.6.4. Análisis SIG mediante la evaluación multivariable

En el análisis de las variables para definir la mejor opción de sendero se siguió la metodología propuesta por Galacho y Arrebola (2010), conocida como *Metodología aplicada para la evaluación con SIG y EMV de sendero, según las condiciones físicas del terreno*. 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 transmisión. El análisis se enfoca 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 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).

- 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 3* se muestra el proceso que se sigue para cada variable:

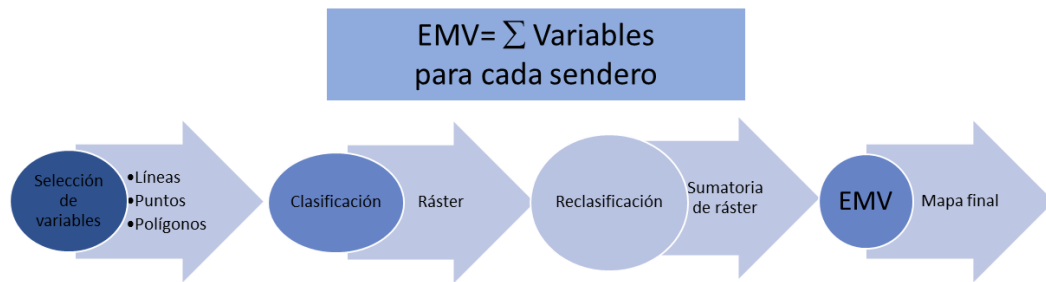


Figura 3. Diagrama del proceso de EMV, seguido para la generación del mapa final de restricciones

Fuente: elaboración propia.

3.6.5. Establecimiento de variables y su cálculo

El establecimiento de las variables y su cálculo corresponde al primer paso de la EMV. Para el primer objetivo específico se consideraron las siguientes cinco variables: pendiente, cobertura vegetal, longitud de senderos, puntos de interés y presencia de la especie dentro del AE. Cada variable de análisis se trabajó como una capa independiente, si bien se utilizaron capas de puntos como al presencia especie, se utilizó líneas como es el sendero o en caso puntos de interés que se parte de un punto también, lo que se hizo en este caso fue que conforme la opción se aleja del punto se aumenta la escala, al final la capa de puntos se convierte también en una

de polígonos (anillos); así todas se presentaron como polígonos que se transformaron a una matriz de celdas organizadas en filas y columnas (ráster) durante el análisis.

Durante la primera parte de la investigación se dio un valor a cada variable, según esta afecte la especie a proteger. Por lo tanto, se dio el valor más bajo a las variables que se consideran afectan o su impacto sobre el objetivo de conservación es mayor. Para determinar cuáles características favorecen más a la especie se recurrió al criterio de experto, por lo que se consultó con Zaidett Barrientos, investigadora a cargo del análisis taxonómico y ecológico de la especie. Para la valoración de las variables se asignó un rango mínimo de 0-1 y un valor máximo de 8-9, según una modificación hecha a la escala de Galacho y Arrebola, (2010).

Debido a que el estudio se llevó a cabo con el fin de conservar a los moluscos endémicos de la zona, el valor 1 representa la condición menos favorable para la especie; por su parte, 9 representa la mejor condición o la que menos afectación negativa tiene. En el Cuadro 3 se describe la escala en el ámbito verbal y se presenta una explicación del criterio tomado para asignar este valor. En este se considera como variable de comparación la especie que se desea proteger o el elemento que hace que no se pretenda pasar por ese sitio en busca de proteger la especie.

Cuadro 3. *Escala y razonamiento de las variables para la ponderación empleada en el SIG*

Escala numérica	Escala verbal	Razonamiento
0-1	Sin importancia	Uso de territorio con esta variable no posee diferencias con la variable con la que se compara, respecto a la posibilidad de uso del territorio ocupado por esta.
2-3	Poca importancia	Presencia de la variable NO inhibe el uso del territorio ocupado por esta. NO implica adecuaciones ambientales simples, en relación

Escala numérica	Escala verbal	Razonamiento
		con la variable comparada.
4-5	Importancia regular	Presencia de la variable NO inhibe el uso del territorio ocupado por esta, pero implica adecuaciones ambientales complejas, en relación con la variable comparada.
6-7	Importancia alta	Presencia de la variable NO inhibe el uso del territorio ocupado por esta. Pero implica adecuaciones ambientales muy complejas, en relación con la variable comparada.
8-9	Importancia extrema	Evitar la presencia de la variable es determinante con respecto a la variable comparada e inhibe el uso del territorio ocupado por la primera.

Fuente: modificado de Gabacho y Arrebola, 2010.

A continuación, se describe la metodología que se empleó para valorar cada aspecto en análisis. Después, mediante sumatoria de cada valor asignado a las variables, se define cuál opción es la más viable ambiental y socialmente, luego se escoge la óptima para utilizarla como sendero definitivo en este lugar. De esta manera, se trata de evitar contraposición entre la conservación de la especie y el uso turístico en el sitio.

3.6.6. Asignación de las restricciones para cada variable

Al hacer la asignación de valores se consideran estos serán los mismos empleados en el ráster por lo que se indican rangos entre 0 y 9, en las diferentes áreas, estableciendo una distribución de esa amplitud de rango por área, para esto se utilizó la técnica de distribución denominada *Intervalos iguales* para hacer clases de rango similar. A partir de lo anterior, se estima que contar con 4 clases es suficiente para generar mapas de restricciones gráficamente

simples. En este caso, el mapa final de restricciones será en escalas grises (figura 9) y el color más claro (blanco) corresponde con las zonas por donde el sendero no debería trascurrir, lo que bien a significar lo mismo que zona excluyente o rojo en siguiente cuadro; por el contrario, colores más oscuros indican mejor opción de paso, lo que significa en siguiente cuadro zonas con restricción moderada o baja. A continuación, en el Cuadro 4 se muestran las clases que se utilizarán:

Cuadro 4. *Categoría de restricciones para definir valores de las variables definidas en planificación del sendero*

CATEGORÍA	COLOR ASIGNADO	RAZONAMIENTO	RANGO
EXCLUYENTE	ROJA	El resultado de la sumatoria lineal ponderada posee un valor alto que puede reflejar la presencia de 1 factor socioambiental excluyente por un criterio técnico justificado o un criterio definido legalmente.	0-1
RESTRICCIÓN ALTA	NARANJA	El resultado de la sumatoria lineal ponderada posee un valor alto que puede reflejar la presencia de 1 factor socioambiental muy restrictivo o la conjunción de 2 o más factores que propician tal condición de restricción.	2-3 4-5
RESTRICCIÓN MODERADA	AMARILLO	El resultado de la sumatoria lineal ponderada posee un valor medio que puede reflejar la presencia de 1 factor socioambiental restrictivo o la conjunción de 2 o más factores que propician tal condición de restricción.	6-7
RESTRICCIÓN BAJA	VERDE	El resultado de la sumatoria lineal ponderada posee un valor bajo que puede reflejar la presencia de 1 factor socioambiental permisivo o que la conjunción de 2 o más factores no propician una condición media o alta de restricción.	8-9

Fuente: modificado de Hernández, 2015.

3.6.6.1. Pendiente

Para esta clasificación se utilizaron las unidades de pendientes definidas por Cerda (citada por Moya y Morera, 2017) (ver Cuadro 5). Cada tramo con pendientes estará dentro de un intervalo ya definido, lo cual se denota en una clasificación específica de accesibilidad, los valores menores de pendiente son áreas más accesibles. En el Cuadro 5 se anotan los valores de accesibilidad, según la pendiente, esto se hace en intervalos definidos previamente, de acuerdo con el criterio adecuado a este estudio. Este análisis se hizo para el sendero actual y los tramos propuestos:

Cuadro 5. *Clasificación del nivel de accesibilidad, según la pendiente, planificación sendero Crestones Terbi-Ventana, PN Chirripó, CR*

Clasificación	Pendiente (Grados)	Valor/restricción
Muy adecuada	0-14	9
Medianamente adecuada	15-30	7
Poco adecuada	31-45	5
Inadecuada	46-60	3
Muy inadecuada	61 o más	1

Fuente: Modificado de Moya y Morera, 2017.

La pendiente general del sendero y los trazos propuestos se analizaron mediante el uso del SIG (*Figura 4*), apoyado por los datos obtenidos en giras al campo, además, los sectores que no se visitaron se complementaron con cartografía existente. Esta información sirvió para clasificar los senderos, según su nivel de accesibilidad, entendida como la posibilidad de que los turistas caminen por el sendero con mayor o menor dificultad. A continuación, se describe el proceso para obtener el archivo shape, para usar en la corrida de rutas. el cual es similar a para todas las variables:

- Paso 1: selección de la variable. En este caso pendiente, bajo el criterio de que un sendero debe tener un nivel de accesibilidad adecuada. Este criterio para la evaluación indica que conforme menos pendiente tenga una opción de sendero este será mejor evaluado.
- Paso 2: En este caso específico de la pendiente, la asignación de restricciones consistió en seleccionar las curvas de nivel a utilizar para generar el modelo de elevación, aquí se usaron las curvas del Atlas 2008 TEC, 1:50.000.

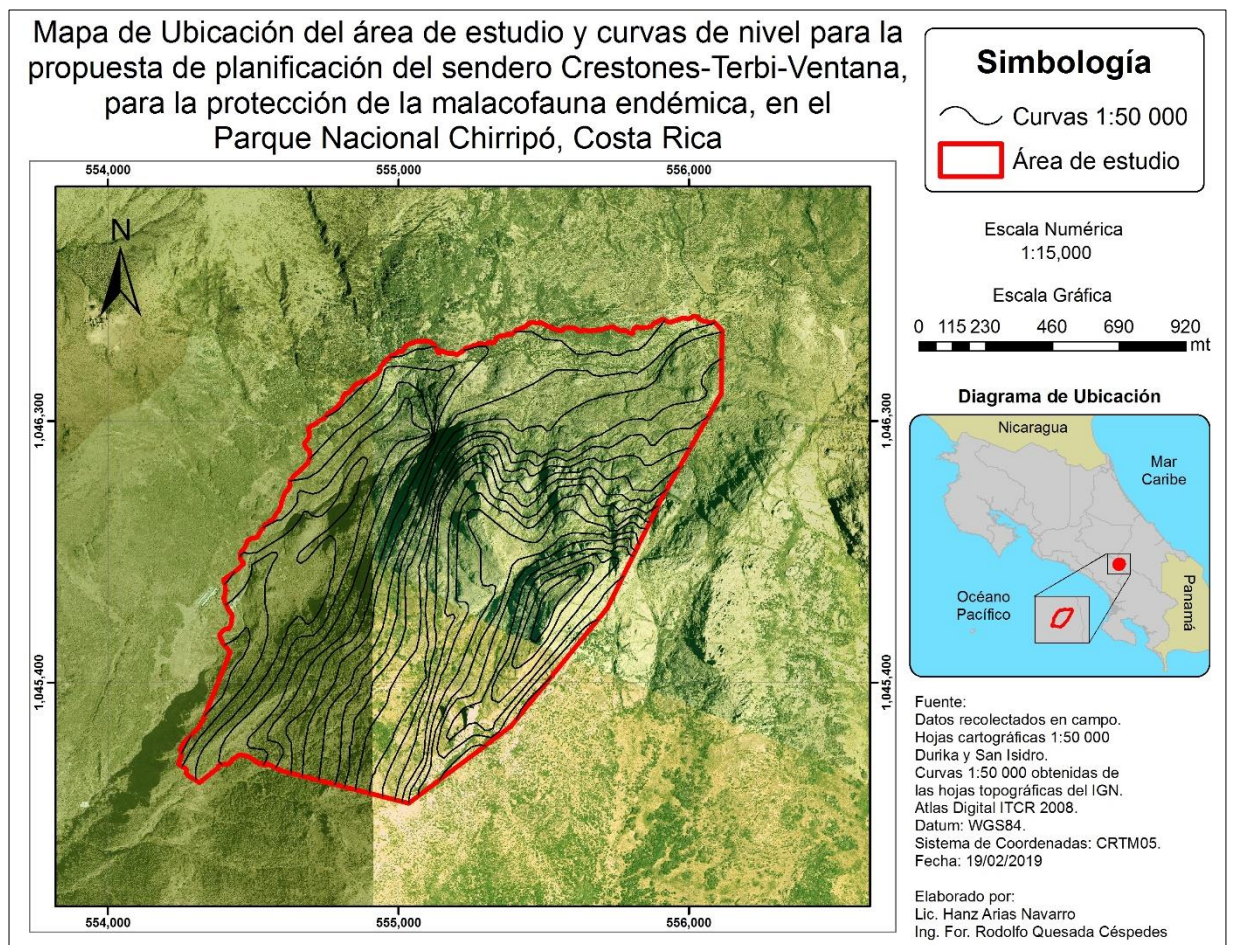


Figura 4. Área de estudio con las curvas de nivel utilizadas para determinar pendientes en el análisis multicriterio, sendero Crestones-Terbi-Ventaba, PN Chirripó, CR

Fuente: elaboración propia.

- Paso 3: El modelo de elevación digital se llevó a cabo con base en las curvas de nivel, en este caso se decidió que, a partir de esta información, toda la generación de archivos ráster, por la escala de la información disponible, se hará de 5x5 metros.

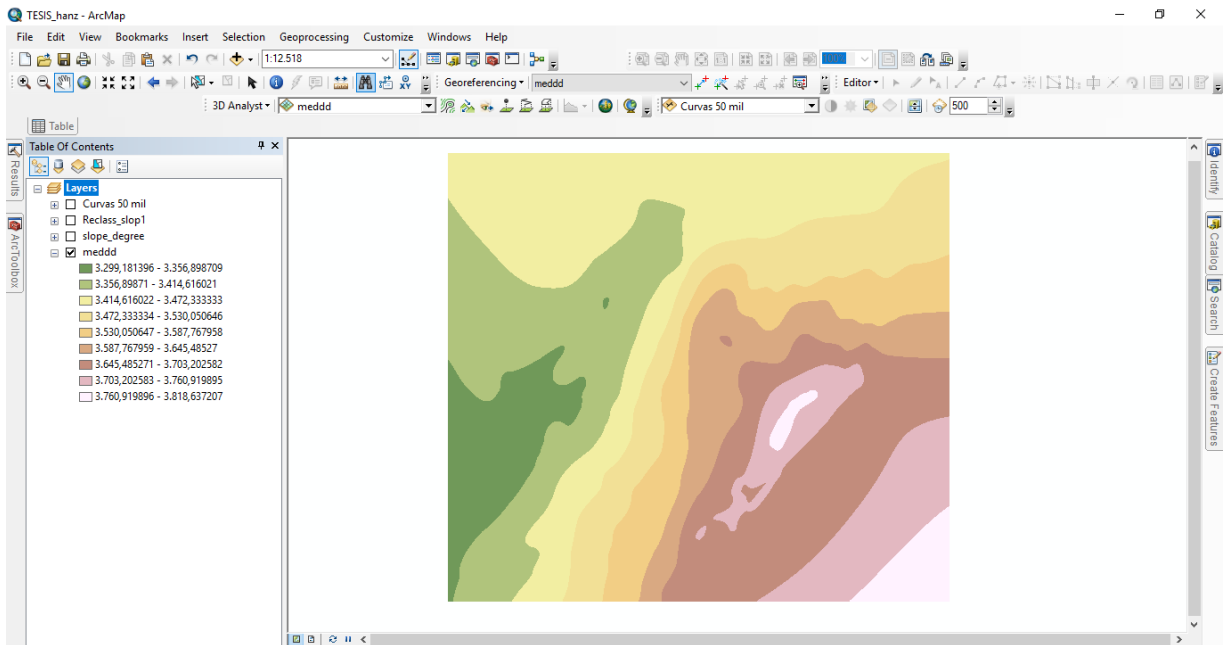


Figura 5. Modelo de elevación digital del Área de estudio para la planificación del sendero C Crestones-Terbi-Ventana

Fuente: elaboración propia.

- Paso 4: La reclasificación (reclass slope), la cual se hace a partir de tener el ráster y se calculan las pendientes en grados, las cuales se reclasificarán según la escala descrita en la metodología en el Cuadro 4. Es importante aclarar que el valor final se dará de acuerdo con la opción que pase por menor área con restricción alta siguiendo el Cuadro 5.

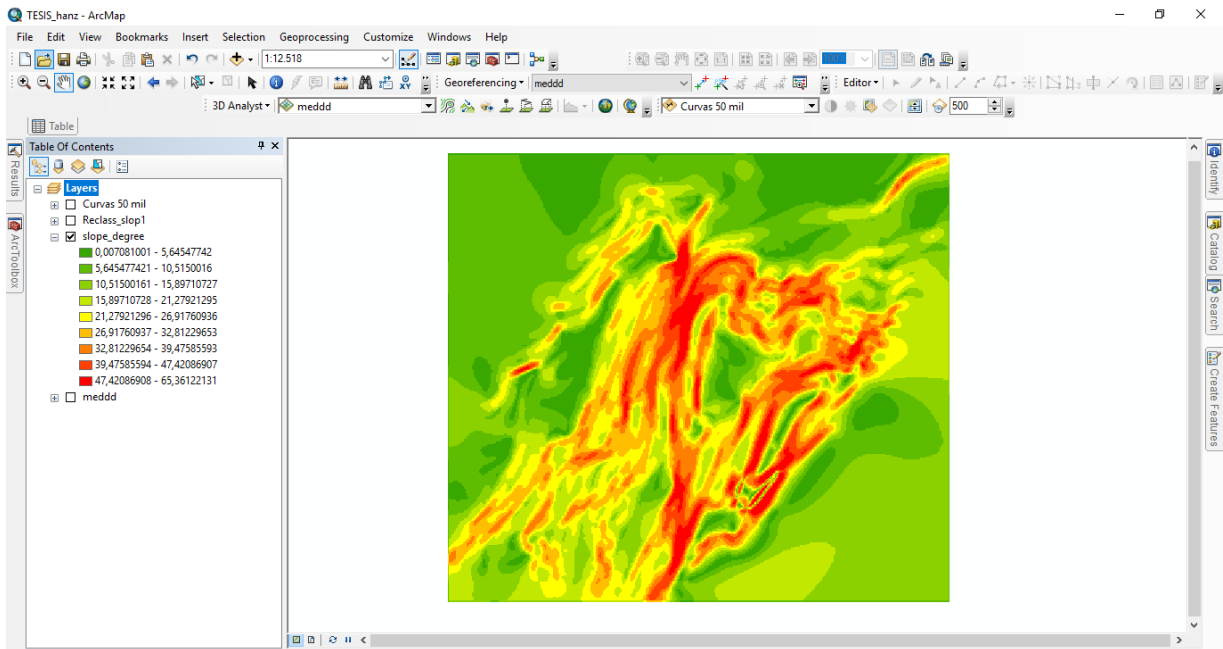


Figura 6. Reclasificación de las pendientes, según los valores asignados en la metodología

Fuente: elaboración propia.

Las pendientes con más de 45° , como se observa en la *Figura 7*, están dentro de rangos con restricciones altas o muy altas, por lo que los trazos del sendero se hicieron evitando al máximo estos sitios. Los trazos solicitados al SIG buscaron que los senderos estén dentro de sitios con pendientes de bajas menores a 45° .

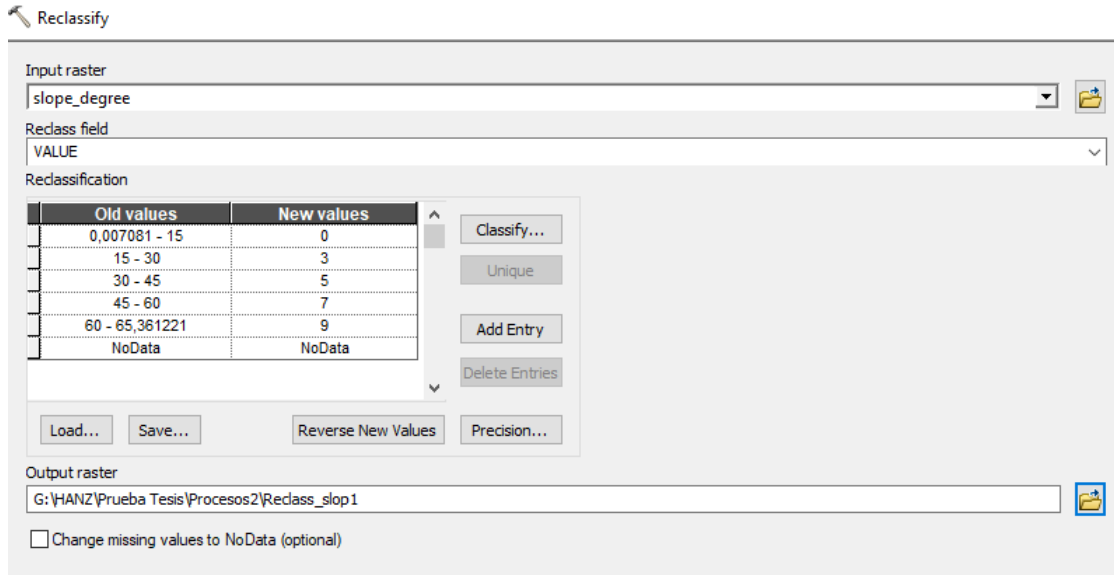


Figura 7. Visualización de la tabla generada por el SIG, con la reclasificación de las pendientes, según accesibilidad al sendero

Fuente: elaboración propia.

- Paso 5. Generación del mapa de restricciones final para pendiente, utilizado en la evaluación final multivariable.

En la *Figura 8* se muestra en rojo los valores de pendiente en los que no se debería construir un sendero, esto corresponde a zonas con valores de restricción de 8 y 9. Además, se puede observar en verde y amarillo las zonas que son más adecuadas para establecer senderos.

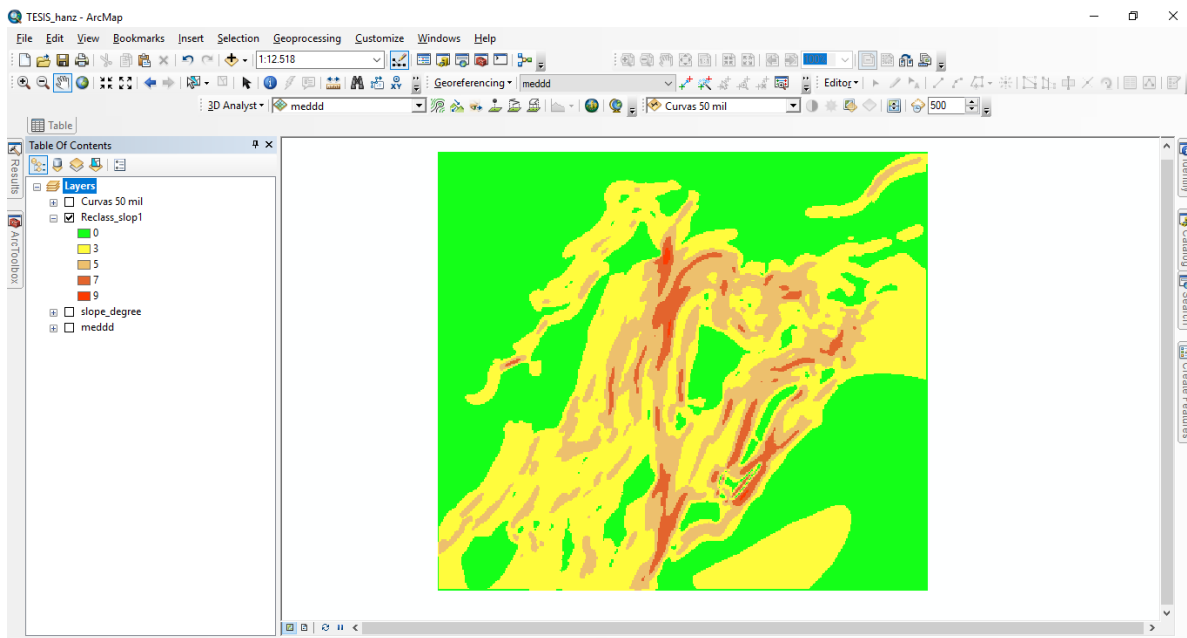


Figura 8. Visualización final de las pendientes, según restricción utilizadas en la planificación del sendero, Crestones-Terbi-Ventana

Fuente: elaboración propia.

3.6.6.2. Cobertura vegetal

Esta variable se digitó mediante fotointerpretación con base en la ortofoto 2005, posteriormente se hizo la revisión de campo para la corrección y corroboración de las áreas. Una vez que se rectificaron los límites se hizo una valoración de las áreas interceptadas por cada trazo de sendero. En la reclasificación de esta variable se consideró que al SIG se le indica no pasar por las áreas con restricciones más altas (Cuadro 6), por lo que es importante la cantidad de cada una de las coberturas que impacta. Se debe tener en cuenta que el paso por áreas con rocas desnudas es la menos conveniente, ya que esta cobertura incrementa la posibilidad de afectar la especie. En la asignación de valores a los demás tipos de cobertura se consideró la facilidad de desplazamiento de los turistas, la facilidad de construcción y reparación de senderos y la diversidad de especies vegetales.

Cuadro 6. *Valor de restricción asignado a cada cobertura vegetal que podría impactarse, por el paso del sendero Crestones-Terbi-Ventana PN Chirripó, CR*

Cobertura vegetal	Valor
Rocas/desnudas	1
Rocas/especies menores de plantas	3
Arrayan	5
Chusquea	3
Zacates	9

Fuente: elaboración propia.

3.6.6.3. Longitud del sendero

Para asignar un valor en la tabla definitiva de análisis de mejor opción, a la longitud del sendero (Cuadro 7), se le dio el puntaje más alto al sendero más corto, la longitud de las rutas se midió utilizando el SIG.

Cuadro 7. *Valor de restricción asignado al sendero, según la longitud que este tenga, mayor longitud calificación más baja*

Longitud	Mayor	Intermedia	Menor
Valor	0-3, 2	4-6, 5	7-9, 8

Fuente: elaboración propia.

3.6.6.4. Puntos de interés

Se entendió por puntos de interés aquellos sitios o elementos que motivan al turista a moverse en áreas cercanas fuera del sendero o dentro de este, que hacen necesario reconsiderar el trazado o la construcción de obras complementarias (miradores, pasos escalonados, pasos de agua, barreras de contención). La información se obtuvo del trabajo de campo, el cual consistió en giras para verificar la ubicación de estos en el SIG y tener claro cuáles sitios poseen un

atractivo especial. Se hizo énfasis en los sectores con presencia de la especie y cómo evitar que la actividad turística impacte sustancialmente las especies de moluscos. El valor asignado (Cuadro 8), se relaciona con la lejanía de los trazos a estos puntos, además, se considera la cantidad de obras o modificaciones que se deban hacer dentro del sendero. Por ende, se asigna el valor más alto a la opción que más cerca pase de estos puntos de interés.

Cuadro 8. *Valor de restricción a los puntos de interés basada en la cercanía de estos al trazo de un sendero Base Crestones -Terbi- Ventana. Chirripó, CR*

Distancia a Puntos de interés	Baja	Media	Alta	Muy alta	Máxima
Valor	9	7	5	3	1

Fuente: elaboración propia.

Para hacer el algoritmo a estos sectores, se utilizó la opción de “Multiple Ring Buffer” ajustándolos a una escala de 0-9. Conforme los puntos de interés se alejen del sendero estos tendrán una valoración más baja (es decir, de 1) considerando que los turistas generan una mayor área de afectación e impacto a la zona. De igual forma, los senderos que tengan mayor cercanía o toquen los puntos de interés tendrán valoración más alta.

3.6.6.5. Presencia de la especie

Uno de los valores más importantes que se consideró en la propuesta de planificación para modificar el sendero actual, o bien crear un nuevo sendero, fue la presencia de la especie en cada trazo. Para esto, se utilizó el valor de abundancia y presencia/ausencia, mediante un estudio en del Laboratorio de Ecología Urbana de la UNED, a cargo de la investigadora, PhD. Zaidett Barrientos. Mediante el uso de SIG, se generan *shapes* en los que se indica cuál es el área de estudio con presencia de la especie, para después determinar un porcentaje de área en la

cual los trazos pasan por zonas con presencia de la especie. Esto da el valor más alto al sendero o trazo de sendero que pasa por zonas con menos posibilidad de presencia del molusco (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valor de restricción asignado, según el porcentaje de área intersecada con presencia de la especie en el trazo para el sendero Crestones-Terbi- Ventana en el PN Chirripó, CR

Porcentaje de área	<5 %	5-10 %	10-20 %	20-30 %	30%>
Valor	9	7	5	3	1

Fuente: elaboración propia.

3.6.7. Mapa de Restricciones Definitivo (MRD)

Una vez que se contó con las variables definidas, analizadas y con su valor, se construyó un mapa de restricciones definitivo, el cual fue el insumo principal para continuar el proceso. Este corresponde a la sumatoria de las variables analizadas.

$$MRD = \sum Pend + CV + PI + PE$$

Donde

Pend= pendiente

CV= cobertura vegetal

PI= puntos de interés

PE= presencia de especie

En la *Figura 9* se puede observar la sumatoria de las restricciones, una vez asignadas se pudieron hacer los trazos finales y se asignó un punto de origen diferente a cada opción y el mismo punto de llegada (cerro Terbi). Esto dio como resultado un mapa de 3 opciones viables

de trazado para el sendero. La *Figura 9* es la definitiva y los colores más claros (blanco) indican las zonas por donde se pretende no pase el trazo del sendero. Por su parte, los negros o colores más oscuros son áreas aptas o mejor indicadas para el paso del sendero.

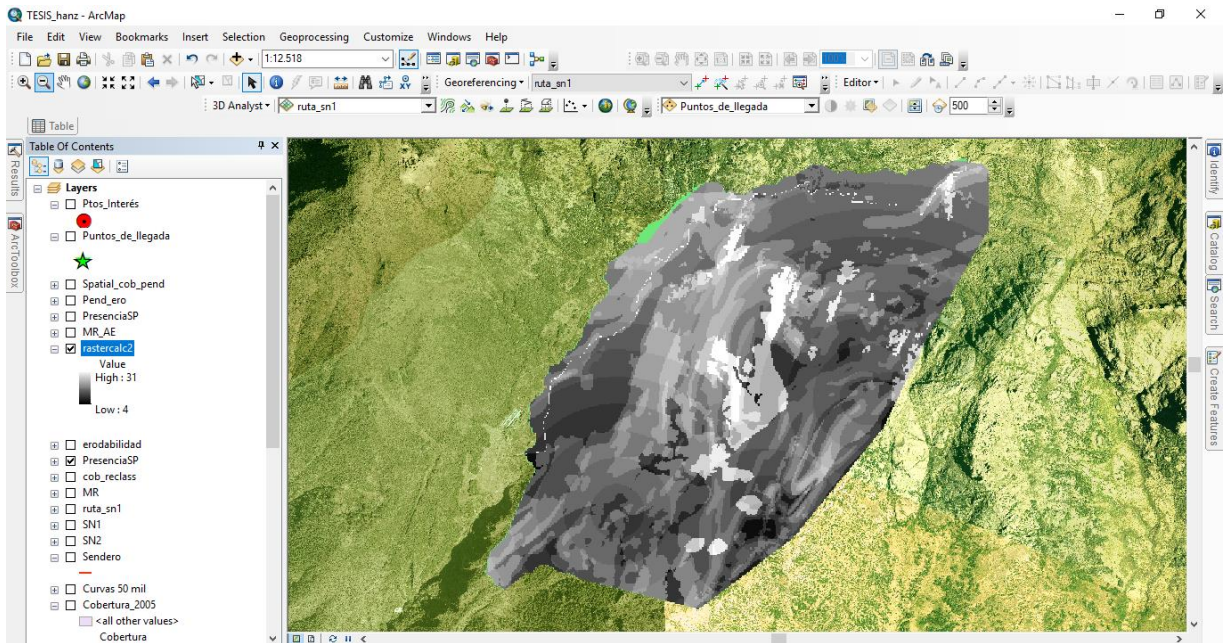


Figura 9. Visualización de la sumatoria de restricciones asignadas a las variables, usadas en la corrida de las opciones de sendero

Fuente: elaboración propia.

3.6.8. Mapa de Opciones de Sendero (MOS)

Una vez que se contó con el MRD se procedió a formular opciones de ruta para senderos, tres de las cuales fueron nuevas y el sendero actual para un total de cuatro opciones analizadas.

La secuencia de aplicaciones para obtener las rutas es la utilizada por Hernández (2015), que consiste en “Cost Back Link” (vinculo de menor costo), “Cost distance” (costo de distancia) y “Cost Path” (costo de ruta), del grupo de herramientas para distancia pondera con el costo, del complemento Spatial Analyst (analista espacial) del programa ArcGis 10.5.

El ancho del sendero se definió en 2m, ya que este solo da una opción de ruta,

independiente al ancho esto está supeditado por el ancho de celda del ráster que se asignará para cada una de las opciones de sendero. El ancho deberá ser igual para todas las opciones, para considerarlo como uno de los parámetros en el momento de hacer los trazos. Esto será un indicador adecuado para determinar cuán restrictiva es una opción de sendero respecto a otra; una vez definido el ancho se procedió al trazo, el cual siguió las siguientes reglas:

- Pasar en su mayoría, a través de área con Restricción Baja.
- Evitar trazar opciones de ruta, a través de área con Restricción Moderada.
- Evitar al máximo el paso sobre área de categoría Restricción Alta.
- No intersecar áreas con categoría Excluyente.

3.7. Validación de instrumentos

Para la validación de instrumentos el primer paso fue revisar la literatura, lo cual se enfocó en conocer si el concepto estaba definido, lo cual se determinó que lo está en forma parcial (Supo 2013). Sobre el tema específico no existen publicaciones que definan el concepto, solo se presenta una serie de acercamientos en trabajos similares. No obstante, estos no presentan una definición específica acerca de la planificación de senderos en áreas silvestres protegidas que busquen la protección de especies endémicas.

Una vez que se conoció que el concepto (planificación de senderos en ASP) está definido parcialmente, se continuó con la metodología propuesta por Supo (2013). Para esto, se obtuvo información de la población que utiliza el sendero o el parque en general y se definieron actores claves para obtener datos a nivel de expertos. Asimismo, se analizaron los instrumentos por utilizar en conjunto con la asesoría de una de las lectoras de este trabajo y la directora de la

carrera (

Anexo 3 y

Anexo 4). En cuanto a las variables seleccionadas para el SIG, la validación consistió en la discusión amplia con los profesionales que desarrollan la investigación en el campo. Esto para conocer aspectos básicos de la especie y determinar factores o elementos que deberían incluirse en el trabajo, para después aplicar el programa en la definición de las rutas o ruta posible que provocará un menor impacto en la especie de interés.

Para determinar la claridad y la pertinencia de la metodología propuesta se llevó a cabo una gira inicial en la que se comprobaron y se modificaron los aspectos que se consideraron necesarios. Además, se verificaron factores como el AE total que se incluyó en el estudio, así como las zonas de influencia directa e indirecta mediante observación del sitio. En el caso de esta gira inicial de reconocimiento, su aporte principal derivó en que se amplió considerablemente el AED, se eliminaron algunas variables que se pensaban incluir en el estudio y se incluyeron nuevas, como los sitios de interés.

3.8. Procedimiento de recolección de información

Para determinar el estado y uso del sendero la recolección de la información se dividió en dos partes. La primera correspondió a las giras, durante estas visitas al sendero, a través de la técnica de observación directa, se verificó su estado. Para esto se consideraron aspectos como superficie de caminata, pendiente, cunetas, canalización del agua, pasos de agua (puentes). Esto se documentó por medio de fotografías para análisis y georreferenciación en oficina, se obtuvieron, además, mediciones del ancho de la calzada y de sectores, según su estado. La segunda parte consistió en el uso de encuestas a los usuarios y encargados de administrar el parque y los servicios complementarios, con estas se determinó la percepción, conocimiento, posibilidades de manejo sostenible y la satisfacción del uso.

La información geográfica en el SIG que se utilizó para la digitalización de las opciones de sendero se pasó por diferentes fases de procesamiento para obtener los datos requeridos; el análisis de los elementos en el AE es la base del objetivo esperado. La información cartográfica resultante de la aplicación de los procesos anteriormente descritos proporcionó capas de información en formato vectorial y ráster (fotografías, líneas y polígonos). Estas se direccionaron a una misma base que construirá la digitalización de los senderos; asimismo, se analizó la longitud de los trazos, cobertura vegetal impactada, paso por áreas con presencia de la especie y cercanía a puntos de interés. Esto se digitalizó a partir del trabajo hecho en el AE, en las jornadas de campo.

Por otra parte, la quinta variable que corresponde a la capa de pendiente se consiguió en este caso mediante el uso del Atlas digital TEC 2014. Una vez con los criterios de restricción definidos, estos se integraron como un mapa en formato ráster, en un *software* de cartografía y análisis geográfico. Se trabajó en forma individual cada capa, para mantener las segmentaciones de las líneas y adscribir los atributos correspondientes a cada segmento; una vez que se elaboraron las capas se unieron, lo que dio como resultado una sola. Después se convirtieron los datos en criterios mediante su puntuación y el procedimiento que se expuso y se llevó a cabo la parte final del proceso de evaluación y escogencia de la mejor opción. Con todos los valores se hizo una ponderación para cada una de las opciones y se obtuvo un puntaje final, que indica la mejor opción para el sendero.

Por otra parte, los criterios y datos de las encuestas se obtuvieron mediante visitas al campo, en las que se aplicaron los instrumentos a las poblaciones definidas. En este punto se contó con la colaboración de los encargados del parque y del consorcio que administra servicios no complementarios. Estos datos fueron el insumo principal para determinar cómo se

implementará este trabajo, para que los turistas, guías y guarda parques tengan una base para desarrollar y utilizar un sendero con una planificación adecuada que asegure su sostenibilidad.

3.9. Procedimiento de análisis de la información

Para el análisis de información, en lo que respecta a seleccionar la mejor opción para trazar el sendero, con los datos corridos en el SIG, se les asigna valores a las variables empleadas en la toma de decisión. Para esto se considera cada criterio y se da el mejor puntaje a la opción de sendero que tenga la valoración más baja de afectación a la especie en estudio (Cuadro 10), el resultado final corresponde a una sumatoria de los valores y la opción con más puntos será la elegida.

En el Cuadro 10 se indica cuál es el valor y porcentaje de importancia que cada variable podría tener, este se asignó según criterio profesional. Por ende, como variables más importantes se encuentran los sitios con presencia de especies de moluscos y lugares con rocas desnudas (cobertura). Las demás variables, puntos de interés, pendiente y longitud, tienen el mismo peso y, por lo tanto, el mismo porcentaje de importancia.

Cuadro 10. *Valores de comparación de opciones de sendero para la selección final y porcentaje o 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 el molusco.	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	15	P*(1-3-5-7-9)

Variable	Criterio en la planificación y uso	Peso (P)	Valor Final (P*VR)
Pendiente	acerca más a los puntos de interés. El valor más alto, 9, al trazo de sendero que se desarrolle por zonas con menor pendiente. 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.	15	P*(1-3-5-7-9)
Total		10	=10

Fuente: elaboración propia.

VR= valor de restricción

La valoración final corresponde a multiplicar el puntaje de cada una de las variables por el porcentaje o peso asignado. De esta manera, se obtendrá un valor final ajustado a la realidad requerida, según importancia de cada variable.

Capítulo IV. Presentación y análisis de resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en esta investigación, en este caso se hace siguiendo el orden de los objetivos específicos.

4.1. Estado del sendero actual

Este sendero tiene una variación altitudinal que va de 3400 msnm a los 3700 msnm en el cerro Terbi, con una longitud de 2.5 km. El estado del sendero está entre malo y muy malo, según la consulta hecha a las personas que lo visitan, el 90 % dio esta respuesta. El uso que se le da corresponde en su mayoría a las personas que visitan el parque y no pueden ir a la cumbre del cerro. Esto porque las vistas en la zona son muy cortas (dos noches) y, sobre todo, se visita la cumbre del Cerro Chirripó. Las áreas de belleza escénica, interés biológico y zonas de descanso identificadas se relacionaron con zonas con miradores excepcionales a los valles del lugar, con formaciones geológicas poco comunes como, la aguja o con acceso a señal de teléfono.

A partir de lo anterior, se obtuvieron los siguientes sitios con algún interés especial o particular: cuatro sitios con belleza escénica especial, que, además, funcionan en su mayoría como sitios de descanso. Asimismo, cuatro sitios con interés ecológico particular, los cuales se relacionan en este caso con zonas en las que existen las especies de molusco que se desean proteger (Cuadro 11). Estas zonas descritas en el Cuadro 11, después se incorporaron en el SIG como parte del análisis final y son parte del estudio definitivo para seleccionar la opción definitiva menos impactante sobre las especies de fauna que proteger.

Cuadro 11. Zonas con algún interés particular asociadas al sendero Base Crestones –Ventana

Variable	Descripción
Belleza escénica (turismo)	1-Los Crestones
	2-Fila Terbi
	3-La Ventana
	4-Roca Mirador
Zonas de descanso (turismo)	1-Roca Mirador
	2-Los Crestones
	3-Cerro Terbi
Interés ecológico (biótico)	1-Rocas desnudas asenso a crestones
	2-Fila Terbi
	3-Zona rocosas en fila Terbi hacia el este
	4-Pasos de agua

Fuente: elaboración propia.

Todo el sendero presenta problemas graves de mantenimiento, lo que implica mala accesibilidad, esto se relaciona directamente con cambios muy fuertes de pendiente dentro del sitio, por este motivo se prefirió dividir el sendero en tramos. Para efectos de un mejor diagnóstico el sendero actual se dividió en tramos (Cuadro 12), a continuación, se describe cada uno y sus particularidades:

- Tramo 1: el primer segmento corresponde al área que va del sendero en Base Crestones, hasta el inicio del sendero con presencia de las rocas desnudas; este tramo

se encuentra en malas o muy malas condiciones, con presencia de erosión muy alta, según se pudo determinar por observación directa y criterio de experto.

- Tramo 2: es todo el que se camina del primer punto con presencia de la especie (el cual se ubica en la primera zona de rocas desnudas en el ascenso a los Crestones), hasta la base de los Crestones, en todo este se encuentra la especie y aplicaría una serie de recomendaciones de planificación y manejo de la zona, con el fin de que su uso sea sostenible.
- Tramo 3: corresponde a la fila Terbi, en esta zona se hacen varios descansos y es el sitio con mayor dispersión de los turistas, lo que aumenta considerablemente el área de afectación.
- Tramo 4: una vez inicia el descenso entre la Ventada y Valle de los conejos se identifica que es del inicio de la Ventada hasta la mitad del camino al Valle de los conejos. Para este sector las recomendaciones son más dirigidas al bienestar de los turistas, ya que el sendero actual está en muy malas condiciones y la posibilidad de un accidente es muy alta.
- Tramo 5: de la mitad del camino de Ventana a los Conejos se inicia un tramo con menos pendiente y mejores condiciones para el paso de turistas.

Cuadro 12. *Valoración de campo para sendero actual, Crestones-Terbi-Ventana del PN Chirripó, CR*

Tramo	Variable observada						
	Estado superficie	Erosión	Presencia hábitat especie	Paso de agua	Probabilidad de accidentes	Pisoteo	Rotulación
1	Mala	alta	No	sí	alta	no	no

Tramo	Variable observada						
	Estado superficie	Erosión	Presencia hábitat especie	Paso de agua	Probabilidad de accidentes	Pisoteo	Rotulación
2	Muy mala	alta	Sí	sí	Muy alta	alto	no
3	mala	alta	Sí	no	alta	Muy alto	no
4	Muy mala	Muy alta	No	sí	Muy alta	no	no
5	Mala	baja	No	sí	baja	no	no
Valor	-	-	+	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

Negativo= (-) Positivo= (+)

4.1.1. Área de afectación directa e indirecta del sendero actual

El área que se ve afectada en la zona actual donde está el sendero y que se considera como Influencia Indirecta (AII), corresponde a un total 6.31 ha. Por otra parte, la afectación directa (AID) es de un total son 2,21 ha, además, existen otras zonas que se identificaron como áreas de pisoteo o zonas que los turistas usan, pero que no corresponden al sendero oficial. Por lo tanto, la afectación total en la zona producto del sendero es de más o menos 10 ha (

Figura 10). La afectación directa e indirecta, que se genera a partir del uso del sendero, involucra una zona en la que casi la mitad corresponde a zonas donde podría estar la especie.

La afectación negativa directa e indirecta total, no se pudo determinar con exactitud, ya que existen factores que no se analizaron en este estudio y que pueden modificar el valor. Entre estos está el acarreo de sedimentos desprendidos por el pisoteo del turismo, que después arrastran las lluvias, los cambios en la dirección e intensidad del viento, incluso la sustracción

de rocas como *souvenir*, entre otros.

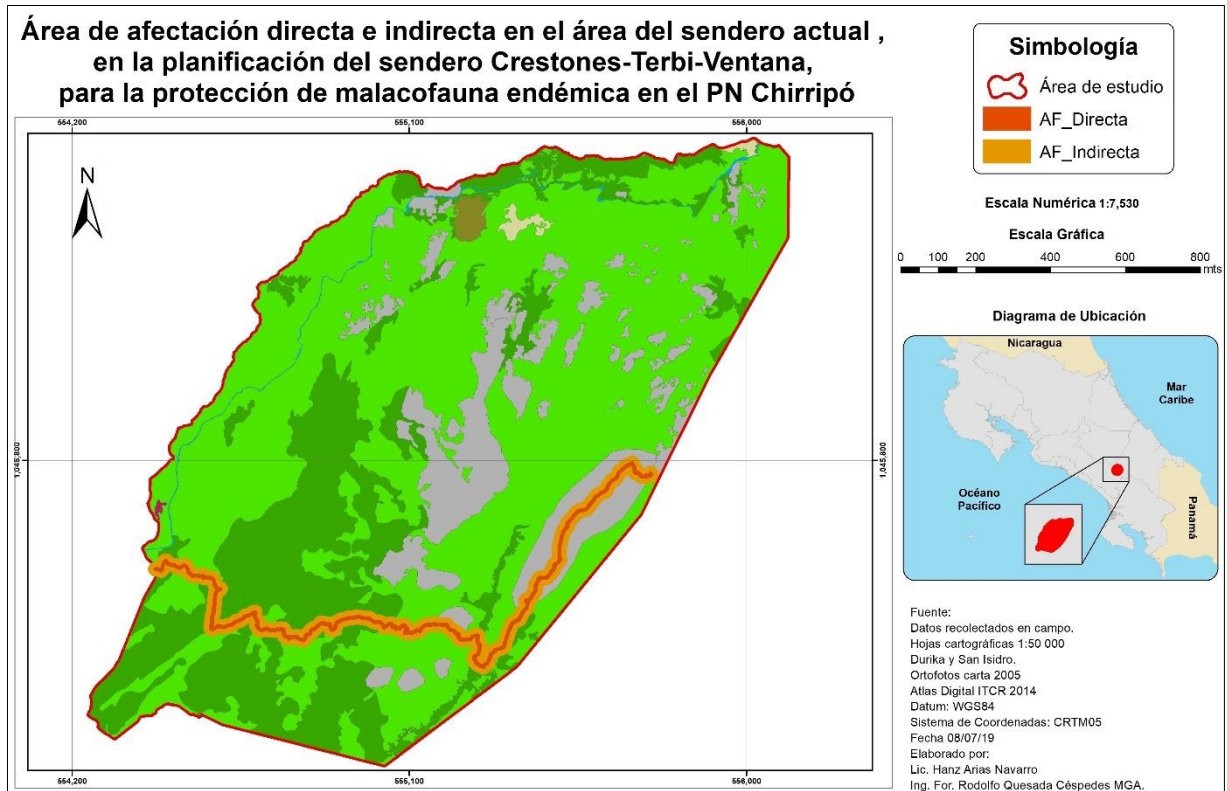


Figura 10. Área de afectación directa e indirecta dentro del AE utilizada en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana

Fuente: elaboración propia.

Se consideraron efectos negativos provocados y que son evidentes en el sitio o alrededor del sendero, dentro del AID y AII, los siguientes:

- Movimiento o traslado de rocas que son hábitat de la especie, esta práctica la hacen los turistas, incluso ha sido ejecutada por los guardaparques, con el fin de marcar rutas, para evitar extravío de personas en caso de niebla o lluvia.
- Pisoteo, esta actividad es propia de caminar sobre estas superficies y origina cambios en la superficie del suelo (compactación y erosión). Aumenta con la práctica común

de los turistas de abandonar el sendero para dirigirse a otras áreas.

4.1.2. Resultados de algunos elementos que propician la afectación de la malacofauna endémica en el lugar.

- 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. 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.
- Falta de rotulación: todas las personas encuestadas (100 %), concuerdan en 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: casi la totalidad de los usuarios (90 %) manifestó, el sendero está en malas o muy malas condiciones y evidenciaron la falta de mantenimiento y otro tipo de estructuras para mejorar la experiencia en el lugar (puentes y pasos elevados).

- El conocimiento propio de los informantes clave, acerca de las estrategias para concientizar al visitante de la importancia de acatar las reglas.
- Falta de recursos económicos, para que la administración tenga formas reales para poder proteger la especie en estudio.
- La mayoría de entrevistados concuerda en que se debe tener como mínimo un documento (desplegable) de información general en la entrada al parque y luego información clave al entrar al sendero y continuar con algunas estaciones durante el recorrido que señalen la fragilidad, relevancia y aspectos únicos del lugar que se visita.
- En cuanto a los factores por cambiar, el 100 % indicó que se debe mejorar la superficie de caminata, el 80 % indicó falta de señalización básica y casi la mitad mencionó falta de infraestructura como miradores y puentes.

4.2. Variables analizadas en el SIG

Se evaluó la potencialidad de las diferentes zonas dentro del AE para generar nuevos trazos del sendero o para continuar con el actual y se incluyeron tres opciones nuevas, por lo que en total se analizó cuatro opciones. Todas comparten sectores, esto se debe a que el SIG determina la mejor opción de ruta de toda el AE, por lo que el trazo no podría ser dirigido manualmente. Al incluir los datos en el sistema se le indican diferentes puntos de partida según consideraciones hechas por el experto a cargo de la planificación del sendero durante la visita inicial de campo, pero el mismo punto de llegada. En algún momento el SIG puede unir las opciones, un inconveniente es cuando las salidas son muy cercanas por lo que el sistema muy rápido tiende a tomar la misma dirección, las opciones 1 y 2 y en otros como la opción 3 dado

que el punto de partida es muy distinto geográficamente esto no se da y se une cerca de la llegada final. Para cada nueva opción se hizo el recorrido siguiendo el trazo con el GPS, con el fin de modificar zonas que no se visualicen en el SIG.

4.2.1. Cobertura vegetal

Un resultado importante en este trabajo fue evidenciar que como se observa en el Cuadro 13, donde se indica cómo está compuesta el área de estudio, según coberturas; en este caso, la chusquea y otras especies menores (mixto) es la cobertura que mayor área tiene, seguida por la de arrayan; pero en cuanto a rocas desnudas, que es la que más importa por tener el hábitat de la especie en estudio, existe un total de 16 ha, por lo que es la tercera cobertura más abundante en el sitio. Las restantes coberturas (*Figura 11*) Arena, Campamento, Laguna seca, cuerpos de agua (río Talari) y el Sendero, son muy poco determinantes en este trabajo. En el cuadro 13 se analizan las coberturas que de una u otra forma podrían incidir en la planificación del sendero y se valora cual opción es la más favorable por cobertura.

Cuadro 13. Coberturas dentro del AE, para propuesta de sendero

Tipo de Cobertura	Área en hectáreas
Arena	0.7252
Arrayan	46.4961
Campamento	0.0780
Laguna seca	0.8833
Mixto (chusquea y otras)	121.2747
Río Talari	0.5392
Rocas desnudas	16.2611
Sendero	0.6327

Tipo de Cobertura	Área en hectáreas
Total, de Área	186.8902

Fuente: elaboración propia.

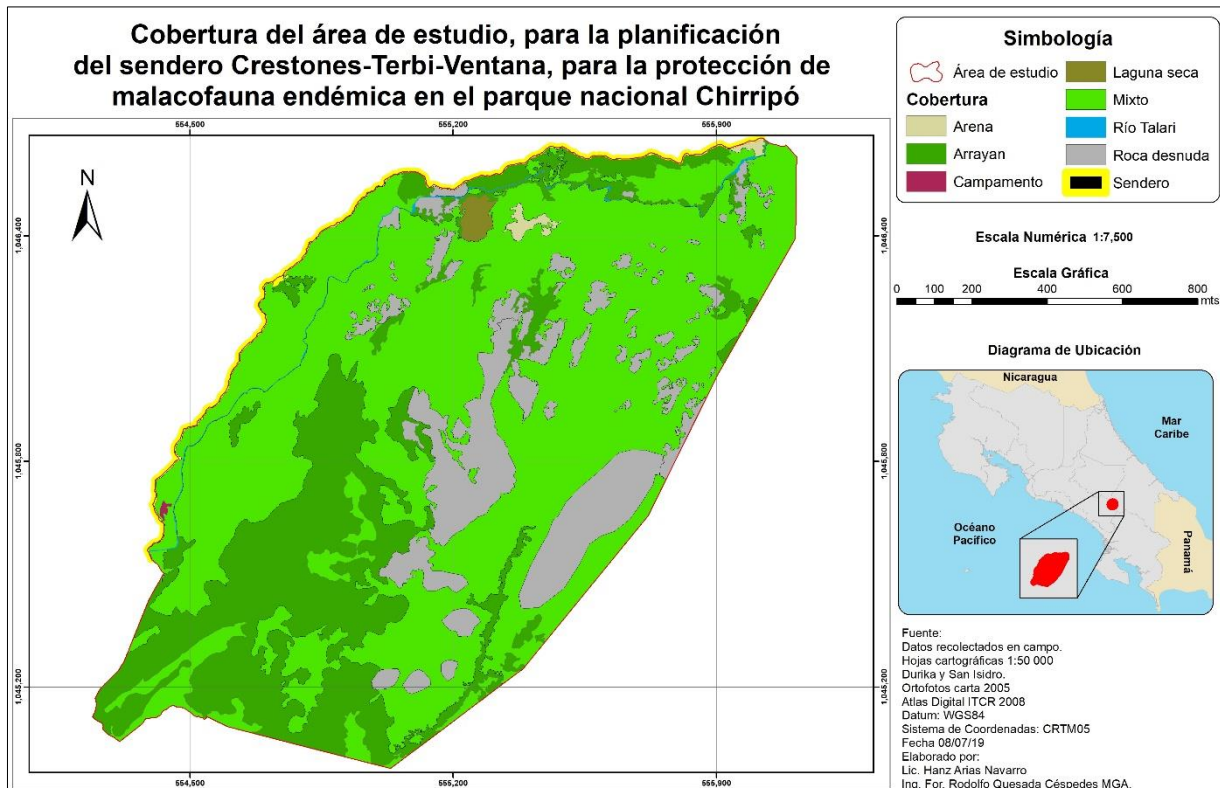


Figura 11. Mapa de las coberturas presentes en el AE, utilizadas para planificación del sendero Crestones-Terbi- Ventana, PN Chirripó, CR

Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro 14 se indica la valoración final de las opciones viabilizadas, según el área que intercepta cada trazo definido y la valoración del sendero actual.

Cuadro 14. Área interceptada por cada opción de sendero, según cobertura, Crestones-Terbi-Ventana. PN Chirripó

Variable	Área interceptada en cada sendero (m ²)			
	SN1	SN 2	SN 3	S actual
Rocas desnudas	400	300**	400	2000*

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

Fuente: elaboración propia.

*: 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.

Según esta valoración, el SN2 sería la mejor opción de trazo para el nuevo sendero si solo se considera la cobertura para definir el trazo de este; seguida por el SN1 dado que este evita la mayoría de arrayan que contractivamente es una cobertura para evitar. También es notorio que el sendero actual es la peor opción con un total de 2000 m² de su área que pasa por esta cobertura.

4.2.2. Pendiente (accesibilidad)

En el Cuadro 15 se indica cuánta es el área y categoría de restricción por donde pasa cada sendero, en relación con pendientes. De acuerdo con los valores obtenidos en la variable *accesibilidad*, el sendero actual presenta, en conjunto con la opción SN2, porcentajes altos de zonas con pendientes elevadas sumamente por encima de los 45°. Esto, en criterios de accesibilidad, es una categoría poco adecuada para la construcción y uso turístico de un sendero; el sendero 1 presenta la categoría más adecuada para construir en relación con el área con pendientes no aptas.

Cuadro 15. Área y categoría de restricción por donde pasa cada sendero en relación con pendiente

Sendero	Grados	Valor (restricción)	Área M ² (n.º celdas x 25)	Valor análisis
SN1	0-15	0-1	1300	9
	15-30	2-3	2425	
	30-45	4-5	475	
	45-60	6-7	81	
	Mayor 60	8-9	0	
SN2	0-15	0-1	1300	5
	15-30	2-3	3500	
	30-45	4-5	600	
	45-60	6-7	125	
	Mayor 60	8-9	0	
SN3	0-15	0-1	575	7
	15-30	2-3	3275	
	30-45	4-5	925	
	45-60	6-7	200	
	Mayor 60	8-9	0	
S actual	0-15	0-1	1125	1
	15-30	2-3	2475	
	30-45	4-5	1700	
	45-60	6-7	600	
	Mayor 60	8-9	0	

Fuente: elaboración propia.

Todos los senderos presentan accesibilidad no adecuada en alguno de sus tramos, esto quiere decir que en todos existen pendientes que cercanas o mayores a 60° en su trazo.

4.2.3. 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 el Cuadro 16:

Cuadro 16. Longitud del sendero actual y los propuestos en el PN Chirripó

Sendero	Longitud	Valor análisis
Base crestones/Terbi		
S Actual	2.1 km	1
SN1	1.6 km	7
SN2	1.7 km	5
SN3	1.4 km	9

Fuente: elaboración propia.

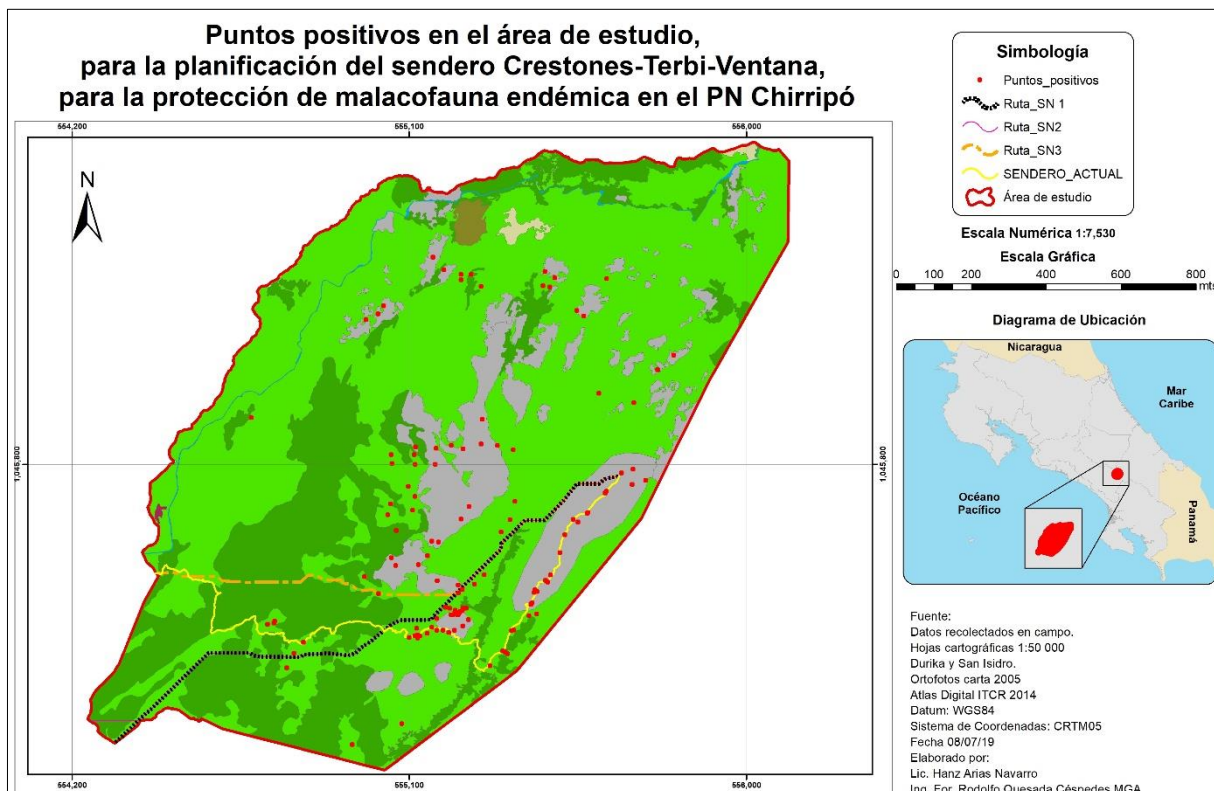
Este dato se obtuvo después de que se digitalizaron los demás factores, pero el sendero más corto en este caso la opción SN3, que es la que da mejor puntaje, debido a la importancia de la longitud en estos sitios. El sendero con mayor longitud y, por ende, la calificación más restrictiva, fue la opción de sendero actual, con un total de 2.1 km.

4.2.4. Presencia de la especie

Para determinar cuál sendero presenta la mejor opción, se analizó cuál es la que pasa por sitios donde se determinó que existen puntos positivos con presencia de la especie. En este caso, a la opción que tiene más puntos positivos interceptados se le dio un valor de 9 y a la que menos tuvo, un valor de 1. Se trató de que los senderos no estén en las zonas en las que se identificó que existe la especie (*Figura 12*), 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. En la *Figura 12* se puede

observar dónde estarían los senderos en relación con la presencia de la especie y se evidencia que el sendero actual es el que más puntos positivos intercepta, para un total de 43.

Figura 12. Mapa de los puntos que coincide con el trazo de opciones de senderos donde se detectó la especie dentro del AE, para la planificación del sendero Crestones, Terbi, Ventana



Fuente: elaboración propia.

Cuadro 17. Puntos interceptados con presencia de moluscos en el sendero actual y los propuestos en el PN Chirripó

Sendero	Puntos interceptados	Valor análisis
S Actual	43	1
SN1	8	5
SN2	8	5
SN3	6	9

Fuente: elaboración propia.

4.2.5. Puntos de interés

A continuación, se describen los puntos de interés que se identificaron durante las visitas y conversación con turistas, para esto, se tomaron los puntos en el campo con la ayuda del GPS y se incluyeron en la evaluación:

- Punto 1: identificado como el de mayor importancia, corresponde a la formación geológica Los Crestones (*Figura 13*), se incluye toda el área que los turistas se salen del sendero y está alrededor de toda la formación, tomando fotos y apreciando la belleza escénica de la estructura rocosa.

En este sitio se identificaron pequeñas poblaciones de la especie justo en la base de este, lo cual lo hace una zona vulnerable y de exclusión para caminar o pisotear el sitio, menos la remoción de rocas para montículos de señalización.



Figura 13. Los Crestones, formación rocosa de interés turístico y área de rocas desnudas

Fuente: elaboración propia.

- Punto 2: corresponde el cerro Terbi (*Figura 14*), es el sitio más importante de la

caminata y es donde se termina el análisis SIG de los senderos, ya que en este punto se detienen los turistas a tomar la merienda y llenar el libro del buzón. Además, se toman fotografías de diferentes puntos del Parque, lo que genera una serie de disturbios en la zona que van más allá del sendero. El análisis SIG se llega hasta este punto, pues en adelante el sendero se comparte con todos los trazos hasta el sitio conocido como la ventana.



Figura 14. Cerro Terbi Parque Nacional Chirripó Costa Rica

Fuente: elaboración propia.

- Punto 3: La Ventana (*Figura 15*), esta zona tiene un gran valor escénico, es un lugar muy apreciado para la toma de fotografías y genera también un disturbio mayor en zonas fuera de la estructura del sendero.



Figura 15. Sector La Ventana, Parque Nacional Chirripó, Costa Rica

Fuente: elaboración propia.

- Punto 4: conocido como roca Kölbi (*Figura 16*) es una pequeña roca en la que se obtiene señal de teléfono, por lo que los turistas la utilizan como sitio de paso. Para llegar a estar se debe dejar el sendero actual y moverse unos 20 metros fuera, lo que genera disturbio en zonas fuera del sendero.



Figura 16. Roca señal celular, sector con señal para teléfono en el ascenso a Crestones

Fuente: elaboración propia.

Después de que se identificaron los puntos de interés estos se incluyeron en el SIG para su valoración dentro del sistema, como se muestra en la *Figura 17*. Esta inclusión de sitio de interés recayó en la importancia de acercar el sendero potencial a estos lugares, ya que la

visitación a estos sitios es constante. Por lo tanto, acercar el nuevo sendero reduce la improvisación de senderos hacia estos puntos.

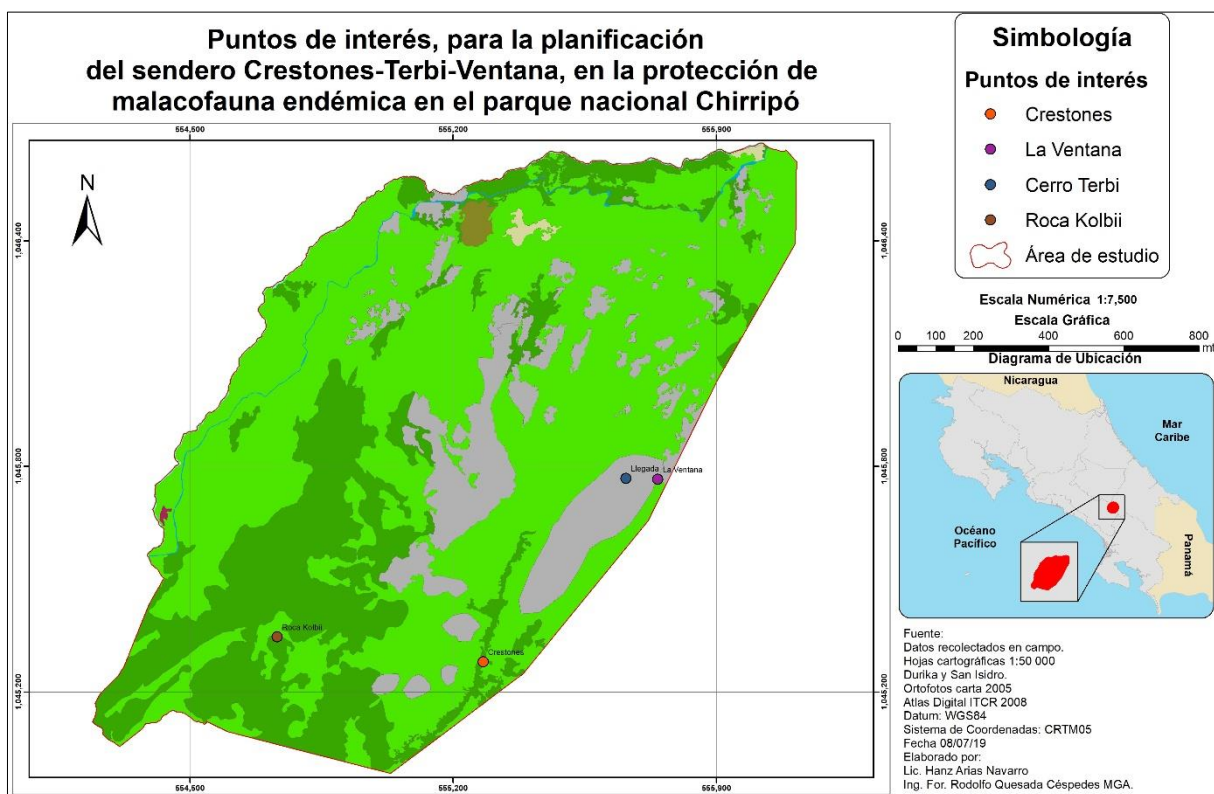


Figura 17. Mapa de los puntos de interés utilizados en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, PN Chirripó, CR

Fuente: elaboración propia.

Posterior a esto, este *shape* se transformó a formato ráster y cada 100 metros aumenta un punto la escala de restricción (0 a 9), es decir, conforme se aleja la opción de los puntos de interés peor será su calificación. En este caso que las opciones de sendero se verían afectadas en su valoración final en cuanto al sendero actual que pasa por estos lugares, se castigó el sendero actual con 2 puntos por tener múltiples senderos que llegan a estos puntos. Esto le dio valor de 3 al SA y un valor, según la distancia que se deba recorrer (sumatoria) en el caso de las otras opciones, para llegar a estos puntos.

Cuadro 18. *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

Fuente: elaboración propia.

4.3. Digitalización de opciones de sendero

Una vez que se digitalizaron las variables en el formato que se requirió, se procedió a ejecutar los trazados de cada sendero colocando puntos de partida diferentes, según interés y definición propia. Todos tienen punto de partida diferente determinado a criterio de experto y el mismo punto de llegada, el cual en este caso fue el Cerro Terbi. Durante este ejercicio, los tramos digitalizados llegan a este punto, que es el destino turístico en el que se trabaja en la planificación del sendero, basado en la presencia de una o varias especies endémicas y de un ecosistema de muy alta fragilidad.

4.3.1. Digitalización opción SN1

El punto de inicio de este sendero (*Figura 18*) está cerca de la montura camino a Sabana de los Leones y continúa en dirección al cerro Terbi. Además, sigue los parámetros establecidos para que no pase por áreas no deseadas, en la medida de lo posible.

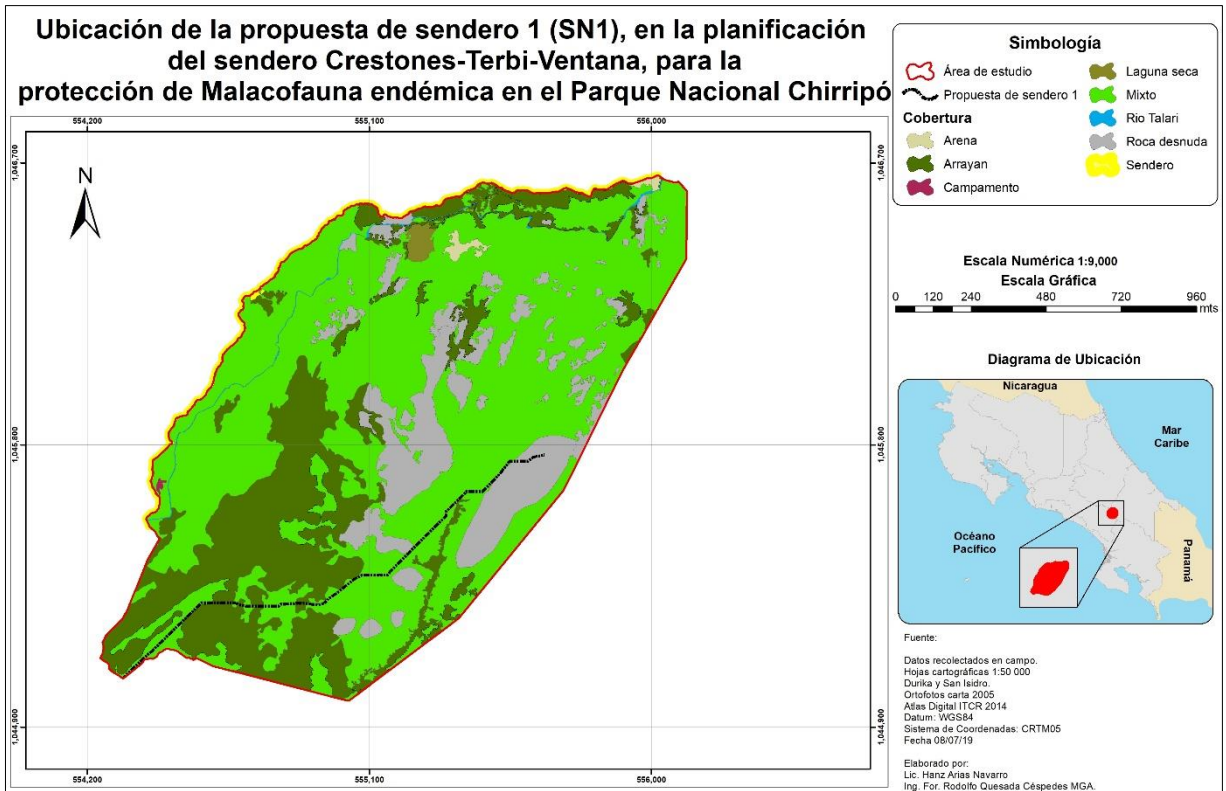


Figura 18. Mapa de opción SN1 analizada en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, en el PN Chirripó

Fuente: elaboración propia.

4.3.2. Digitalización opción SN2

La opción SN2 (*Figura 19*) es muy similar a la SN1, en este caso solo tiene diferente el punto de partida y en 200 metros se une al SN1. Este también es camino a Sabana de los Leones, el cual se le indicó al sistema en un punto distinto 100 metros antes del SN1. Posteriormente, el SIG lo une a la opción SN1, con esto muestra que parte de la ruta será la misma, ya que es el sector que más cumple con las condiciones requeridas o indicadas.

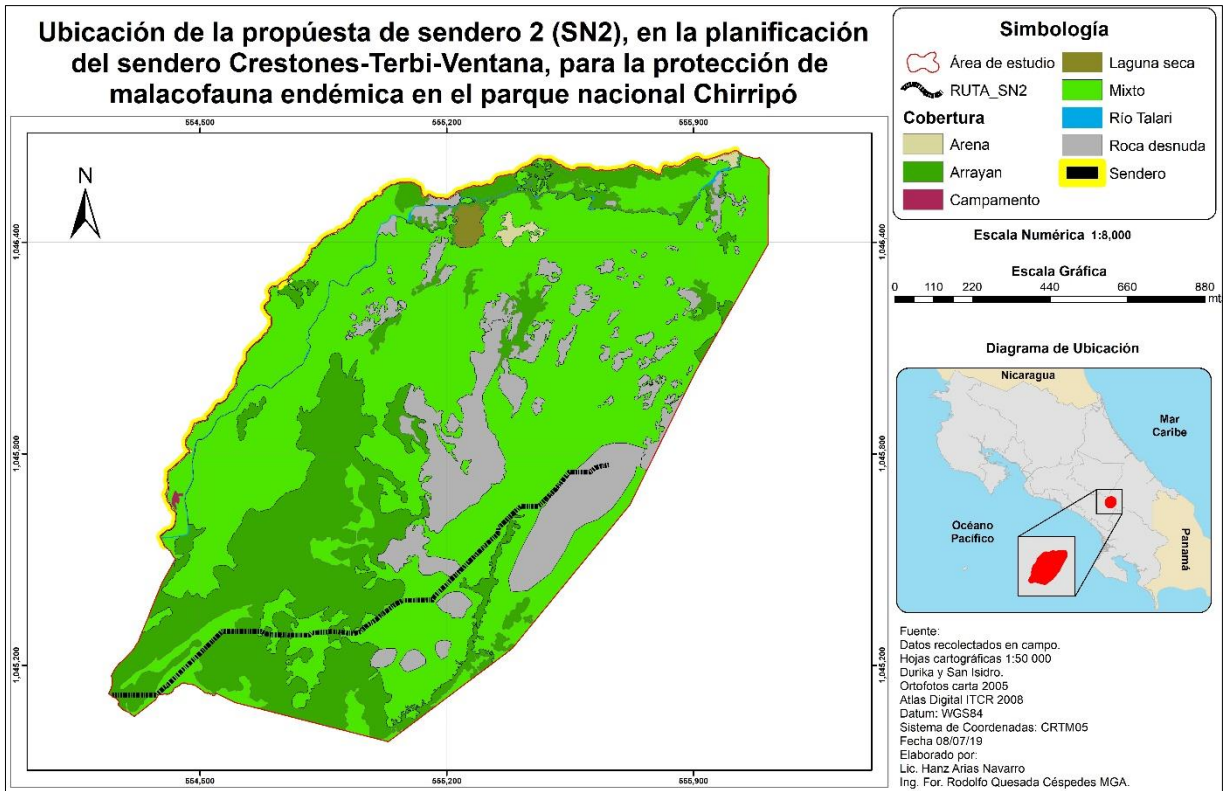


Figura 19. Mapa de opción SN2, analizada en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, en el PN Chirripó

Fuente: elaboración propia.

4.3.3. Digitalización opción SN3

La digitalización de la opción de sendero SN3 (*Figura 20*) se hizo considerando como punto de partida la misma zona del sendero actual. De esta forma, se logró determinar cuál sería la mejor opción que daría el SIG, si este fuera la opción de salida del sendero.

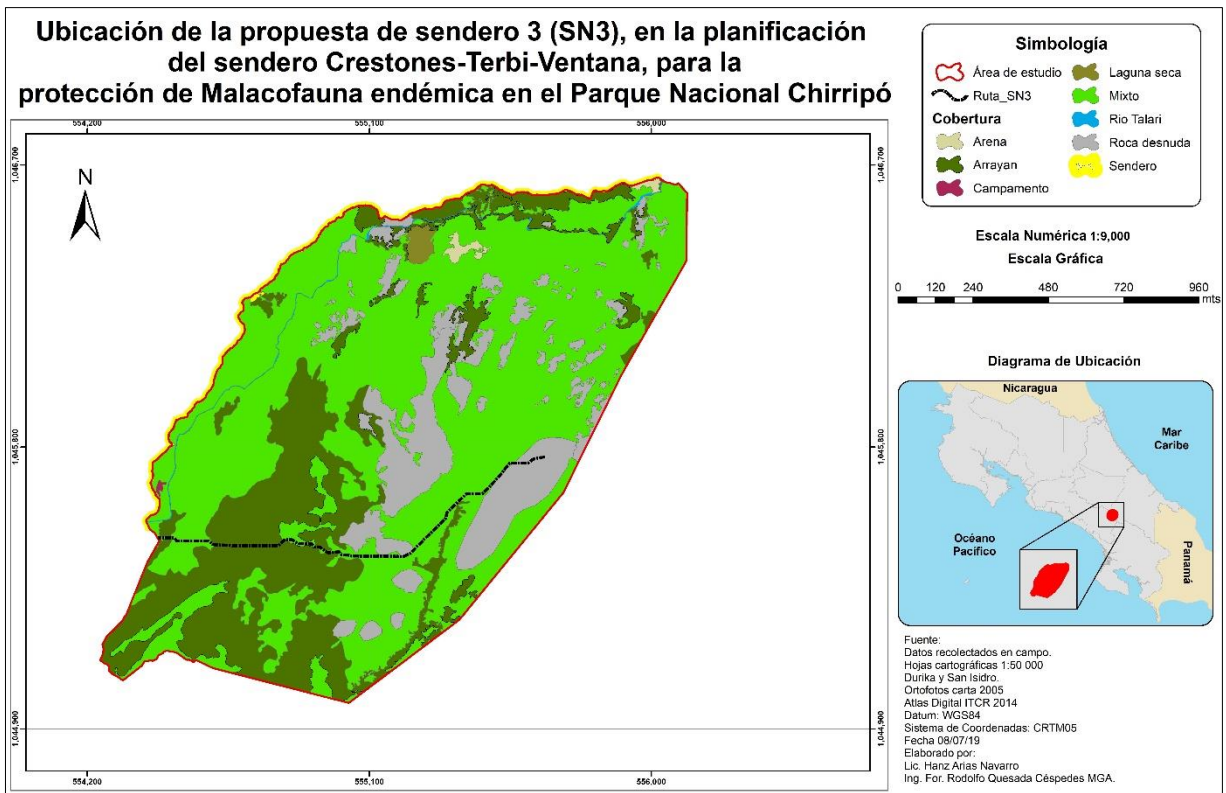


Figura 20. Mapa de opción SN3, analizada en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, en el PN Chirripó

Fuente: elaboración propia.

4.3.4. Digitalización sendero actual

Se digitalizó el sendero actual (*Figura 21*) y se le calcularon los mismos valores que a las demás opciones, para tener claro cuál sería la calificación final de este trazo. No obstante, ya se conocía por la opción SN3 que el SIG no consideró el trazo actual como una opción de ruta para el establecimiento del sendero.

Ubicación de la propuesta de sendero actual (SA), en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, para la protección de Malacofauna endémica en el Parque Nacional Chirripó

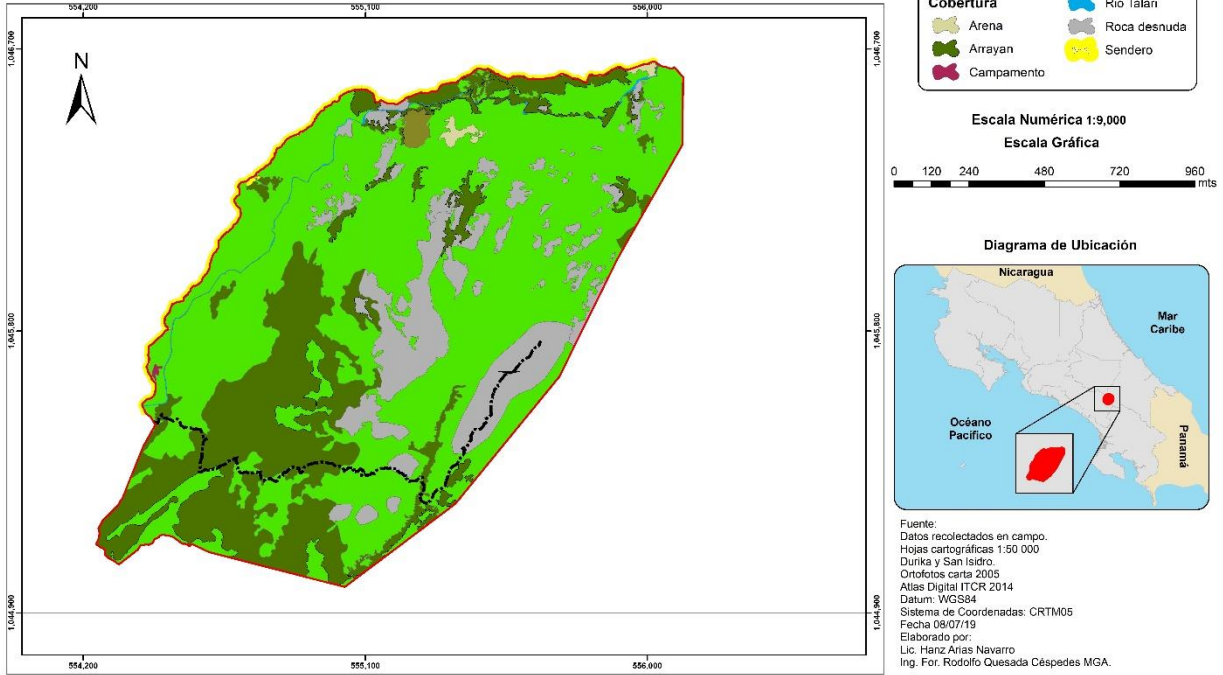


Figura 21. Mapa de sendero actual, analizada en la planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, en el PN Chirripó

Fuente: elaboración propia.

4.3.5. Análisis final de opciones de sendero

Los criterios establecidos para el SIG, para hacer los trazos finales fueron:

- Cobertura impactada (m^2 de roca desnuda), en este caso se dio énfasis en que la restricción más alta asignada o el sitio a evitar para el paso de los senderos es la roca desnuda, que representa el sitio en el que habita la especie y no debería trazarse el sendero.
- Los puntos donde se detectó la especie se incluyeron con un búfer de 15 m y se indicó al sistema no tocar estas áreas.

- Los puntos de interés son áreas por donde el sendero debería pasar o aproximarse lo más posible.
- La pendiente se estableció según rangos y se trató de que los senderos pasen por sitios con pendientes bajas o moderadas.
- La longitud se refirió a que el sendero más corto se le asignó el mejor valor.

A continuación, en el Cuadro 19 se presenta una tabla de valoración final para las cuatro opciones estudiadas. Tres de estas son producto de los valores introducidos en el SIG y una es el sendero establecido durante años en el parque, todas analizadas con los mismos parámetros.

Cuadro 19. *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	2.12 km	1.74 km	1,78 km	1.4 km
Cobertura impactada (M ² de roca desnuda)	2000 m ²	400 m ²	300 m ²	400 m ²
Presencia especie (PP)	43	8	8	6
Puntos de interés	84.5 m	304.5 m	304.5 m	405.5 m
Pendiente	2300 m ²	556 m ²	725 m ²	1125 m ²

Fuente: elaboración propia.

PP= Puntos positivos intersecados.

Como se puede apreciar en el Cuadro 20 las opciones SN1 y SN3 tienen los mejores valores, según las variables analizadas. Esto las convierte en las opciones de ruta que, según el estudio, son más aptas para el diseño del sendero.

Cuadro 20. *Valoración final de las 4 opciones analizadas para definir el sitio idóneo para el sendero Crestones-Terbi-Ventana*

Variable	Senderos			
	Actual	SN1	SN2	SN3
Longitud	1	7	5	9
Cobertura impactada (M ² de roca desnuda)	1	7	9	5
Presencia especie (PP)	1	5	5	9
Puntos de interés	7	5	5	1
Pendiente	1	9	5	7
Valor final	11	33	29	31

Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro 21 se analizan los valores obtenidos ajustados según el criterio de importancia o peso asignado a cada variable (cuadro 10). De acuerdo con esto, la opción de ruta SN1 es la mejor, seguida por la opción SN3, la cual dado la similitud de valores es otra ruta que deberá considerarse para establecer un sendero en el sitio.

Cuadro 21. *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

Fuente: elaboración propia.

En la *Figura 22* se observan las cuatro opciones estudiadas y cómo estas comparten y difieren en algunas áreas según el punto de partida que se le indique al sistema. En este caso, la opción SN1 es la más apta para el trazo de un sendero en el lugar y se debe considerar que SN1 y SN2 comparten el 80 % de su trazo. Por lo tanto, ambas deben considerarse para un desarrollo final, ya que solamente difieren en el punto de partida y después el SIG genera un mismo trazo.

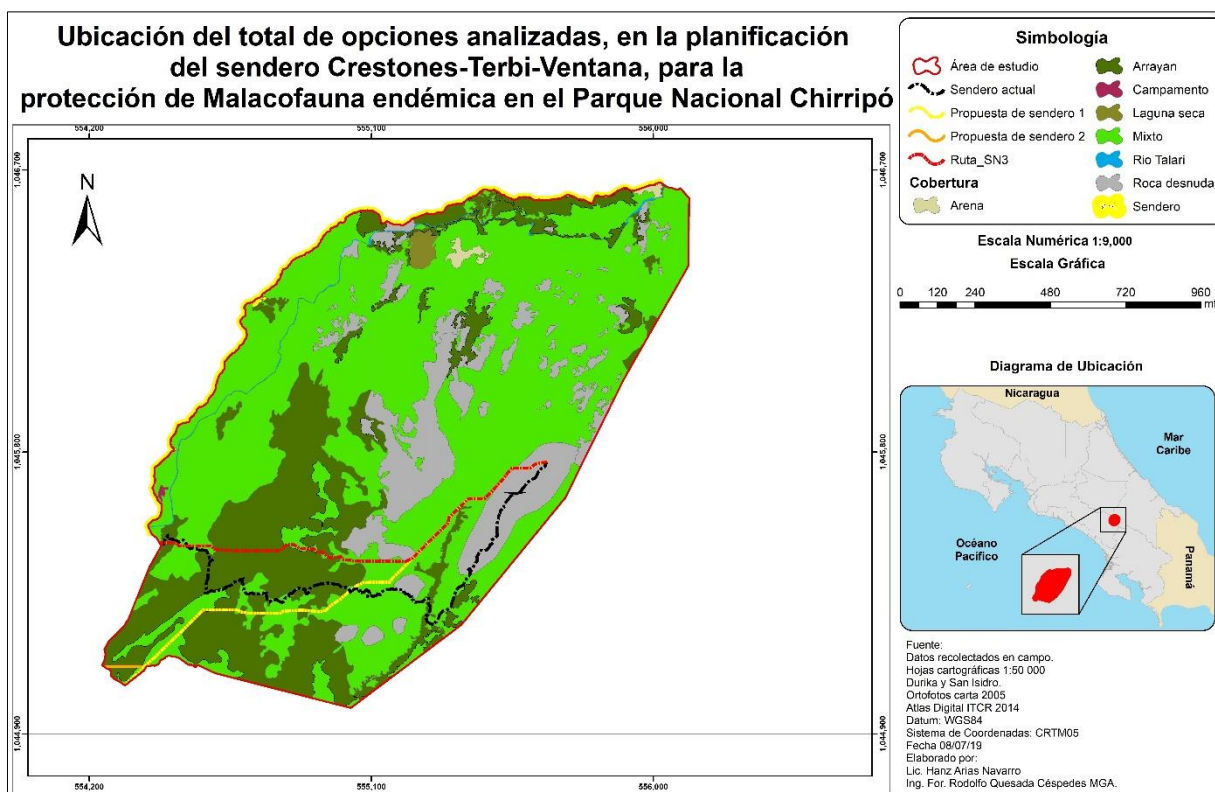


Figura 22. Mapa final de las cuatro opciones, analizadas en la planificación del sendero Crestones-Terbi- Ventana, en el PN Chirripó

Fuente: elaboración propia.

4.4. Discusión

La sociedad encontró en la conservación de áreas naturales su mejor forma de preservar la vida silvestre, además, esta se complementa con educación e interpretación ambiental. De forma reciente se incorporó a las comunidades locales como actores fundamentales en su

sostenibilidad, principalmente a través del aporte que generan por medio del turismo. Sin embargo, todo esto no asegura la conservación de las especies, incluso, el uso turístico puede provocar o incrementar los daños ambientales. 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. Con estos resultados se pretende potenciar que el turismo ecológico no afecte 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.

El uso de una herramienta de SIG, en este caso de análisis espacial, permite la integración multivariable, lográndose observar cómo el establecimiento de senderos sin estudios científicos puede generar problemas graves a especies incluso sin describir y como indican Cerezo y Galacho (2011) con este sistema se puede planificar el uso turístico en un sitio y monitorear, a través de las capas con las que se construyó, cambios en el tiempo, que afecten su sostenibilidad.

Debido a que el sendero actual se construyó sin ninguna planificación se generó una serie de contraposiciones a los objetivos de conservación del parque, mucho por desconocimiento de lo que se busca proteger. Una de estas fue la afectación directa a especies de malacofauna endémica en la zona, algunas razones se atribuyen a su mal diseño. Esto origina una serie de senderos (trillos) no oficiales que generan una ampliación considerable del área afectada o el uso de piedras para demarcar el sitio, lo que afecta el hábitat de especies.

Otros aspectos como el nivel de accesibilidad, con base en la pendiente, como lo indican Moya y Morera (2017), son poco adecuadas y no adecuadas, lo que incluso pone en riesgo al turista que visita la zona. Por último, la planificación adecuada del uso en áreas silvestres que incluyen el turismo como una de sus actividades debe estar regida por estrategias científicas. Además, debe dirigirse a mejorar la comodidad del turista, su seguridad, las condiciones de las comunidades locales y evitar daños en los ecosistemas.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Hallazgos relevantes

- Es importante construir senderos y otras obras para el disfrute y seguridad del turismo en ASP de Costa Rica, por lo que el SINAC debe analizar cuál es la forma adecuada para hacerlo. El país y el mundo demanda que estas, se hagan mediante formas correctas donde se incorporen variables socioambientales en su planificación, ejecución, desarrollo y mantenimiento.
- El sendero estudiado, no obedece a objetivos de gestión del ASP, este ha existido desde la fundación en el PN Chirripó, no se tiene claro quién lo trazo y la función su original. En este caso partes del sendero las han hecho o son modificadas por los mismos turistas ya sea para acortar tiempo o para evitar tramos en muy malas condiciones.
- De acuerdo con el estudio desarrollado, el sendero actual tiene una serie de factores negativos que influyen en su estado y afectan el objetivo de conservación de especies del PN Chirripó. Las más relevantes son:
 - Algunas partes del sendero están en malas y muy malas condiciones.
 - No existe mantenimiento del sendero, con el fin de evitar el encausamiento del agua o este es casi nulo o muy deficiente. Esto genera un alto grado de erosión y deterioro de la superficie de caminata.
 - La mala o nula demarcación del sendero provoca que los turistas utilicen las rocas para hacer montículos que les indiquen el camino y den

seguridad en caso de malas condiciones climáticas. En muchos casos, estas rocas son el hábitat ideal del molusco.

- La presencia de muchos sitios de interés en el lugar (miradores), hacen que los turistas se salgan del sendero, lo que aumenta el área de afectación directa e indirecta en un porcentaje muy alto. Esto genera un pisoteo y afecta el sitio mucho más allá del sendero existente.
- De acuerdo con el análisis hecho, la falta de información es el mayor problema del lugar y lo que hace que la AID e Indirecta crezca por la actividad del turista de generar trillos. La afectación directa e indirecta que tiene el sendero actual sobre el hábitat de la especie abarca un 35 % del sendero y se extiende en un área de aproximadamente 50m a cada lado del sendero, este dato será exacto una vez se terminen los estudios acerca de la ecología de esta especie. Si se tiene claro que su hábitat es fácilmente perturbable y frecuentemente alterado por prácticas de los turistas.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda que se incluya información (señalética o de todo tipo) dado que esto es la causa principal que hace que los turistas, al no tener idea de la fragilidad del ecosistema o de las especies que pueden afectar directamente por sus actividades, ocasionen un impacto negativo cada vez mayor al ecosistema del lugar.
- En cuanto a la administración del parque, esta cuenta con pocos recursos económicos, por lo que se recomienda enfocar estos, teniendo muy claros los objetivos

para el desarrollo de infraestructura que incluya la conservación, orientada principalmente a la protección de especies endémicas.

- Este sendero cuenta con cinco atractivos turísticos definidos, cuatro de estos corresponden a miradores de atractivos naturales o paisajes y uno a la roca que se utiliza como área con señal de teléfono. El nuevo trazo o mejoras en el sendero debe incluir estos puntos, con el fin de evitar la construcción de nuevos trillos y aumentar la afectación del ecosistema.
- La opción de sendero número 1 (SN1) es la que muestra mejores condiciones en relación con el objetivo de planificar un sendero que se construya siguiendo la 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.
- La información utilizada para esta investigación, fue la que en su momento se consideró más pertinente y que sirve para tal propósito, generándose un SIG sencillo que nos dio la opción de sendero, mediante el uso de herramientas que utilizadas adecuadamente produce resultados muy aceptables, combinando información científica generada en campo, lo que se busco fue ser muy simples y claros en lo que a planificar un sendero podría hacerse en un ASP, empero es importante indicar que algunos elementos podrían mejorar el proceso, como el uso de información espacial de mayor detalle.
- Se recomienda en futuros estudios el uso de tecnologías que permitan mejorar el proceso de construcción del SIG, como imagines LIDAR, uso de drones, interpretación de fotografías aéreas disponibles en bases de datos libres y otras que

permitan una base datos mucho más sólida para la gestión de los espacios naturales de este tipo.

5.3. Propuesta para la solución del problema planteado

- Se genera mediante una evaluación multivariable una propuesta que integra elementos en un SIG y aspectos sociales, como una forma planificación y definición de por donde el sendero debe ser construido, con el fin de evitar afectar la malacofauna endémica de este lugar.
- El procedimiento propuesto considera que la solución del problema incluye la definición, planificación y programación del sendero abarcando tres puntos básicos.
 - Primero: se propone establecer el nuevo trazo siguiendo la opción de sendero SN1, para un sector del sendero, basado en la información contenida en este estudio y hacer mejoras el tramo que se mantendrá en el mismo sitio.
 - Segundo: el sendero debe ser interpretativo junto una serie de mejoras y obras adicionales al sitio, que deben estar acompañadas por la administración y organización general encargada del sector, ya que algunos procesos u objetivos son a corto plazo, pero muchos son a mediano e incluso largo plazo.
 - Tercero: formular acciones de fortalecimiento para todos los sectores que no se incluyen en este estudio. Deberán estudiarse y analizarse en sesiones de trabajo por parte de la unidad técnica, administrativa y

operacional del parque, en busca de proteger en forma integral y sostenible las especies endémicas del lugar.

Capítulo VI. Propuesta o producto

6.1. Objetivos de la propuesta

6.1.1. Objetivo general

- Desarrollar un sendero en el PN Chirripó, sector Crestones-Terbi- Ventana, mediante la planificación multivariable, que brinde seguridad al usuario, transmita información del entorno ecológico y asegure la sostenibilidad de las especies endémicas y la actividad turística.

6.1.2. Objetivos específicos

1. Determinar el estado del sendero actual, que sectores continuarán como parte del sendero definitivo, para que se proceda con la construcción de nuevos tramos.
2. Construir obras que mitiguen o eliminen la afectación actual que sufre la especie endémica de molusco, por el uso del sendero en algunos tramos.
3. Incorporar positivamente la aparición de nuevas especies en el desarrollo integral y conservación de sitios como el PNCh.
4. Proponer nuevas alternativas de disfrute en armonía con el desarrollo sostenible, mediante iniciativas y proyectos que favorezcan el desarrollo del PNCh.
5. Identificar las alternativas de producción (concesión), mediante la participación comunitaria generando desarrollo sostenible.

6.2. Enfoque epistemológico de la propuesta

La Maestría Profesional en Manejo de Recursos Naturales es un programa que pertenece a las Ciencias Naturales y, por lo tanto, se desarrolla en un paradigma intelectual-social-crítico. En este se motiva a la construcción continua de conocimiento nuevo mediante una investigación científica que genere propuestas capaces de provocar una transformación social, en cuanto al manejo de los recursos naturales.

6.3. Justificación de la propuesta

Existe una serie de elementos que deben considerarse como fundamento técnico científico para incorporar mejoras, cambios y otras acciones en los senderos que se encuentran en las áreas protegidas de Costa Rica. A continuación, se exponen algunos de estos:

- El país no escapa de estar inmerso en una serie de movimientos que buscan la globalización, por lo que se incorporan todas las ASP como zonas que puedan desarrollarse para uso de la sociedad. Esto genera que los biólogos o personas encargadas de la administración de estos lugares entiendan que deben guiarse por conocimiento científico generado para cada sitio.
- Se debe dar una implementación de planes turísticos que brinden como base de su objetivo la educación ambiental. Esto garantiza la conservación de la integridad de los ecosistemas, además de promover planes de manejo participativos, hacer uso responsable de bienes y, como punto importante, conocer los servicios ecosistémicos que ofrece cada lugar.
- El uso turístico de un lugar tan frágil como este sector del PN Chirripó, se presenta

como una oportunidad para demostrar que se pueden implementar actividades de uso sostenible dentro de lugares con fragilidad muy alta, siempre y cuando se tome una serie de medidas que generen protección a los recursos naturales y aseguren el disfrute de la integridad del ecosistema a las futuras generaciones.

6.4. Estructura de la propuesta

6.4.1. Mejoras para tramos existentes

Se debe hacer una serie de mejoras en tramos del sendero existente que continuarán como parte del proyecto o propuesta final, entre estas se encuentra:

- Señalización: esta debe orientar al turista en su recorrido, darle toda la información relevante y necesaria para que tenga muy claro el sitio al que está a punto de entrar y su responsabilidad con la protección de este.

Esta señalización debe contener información sobre atractivos turísticos en el sitio, especies frágiles (endémicas), tiempo de recorrido, horarios de recorrido, peligros en el sitio y otros aspectos que la administración considere relevantes para el turista (flora, fauna, formaciones geológicas).

- Superficie de caminata: en el sendero para las áreas que se dejaran en uso se debe desarrollar una serie de acciones que incluyen:
 - Limpieza de la superficie de caminata.
 - Ensanchamiento, dejar todo lo que sea posible en un ancho de 2 m.
 - Construcción de pasamanos en las zonas donde se considere necesario por

seguridad o por protección de la especie.

- Construcción de puentes, sitios en los que el sendero interseca pasos de agua en época de lluvia y muy importante los paso elevados donde las poblaciones de caracol son altas.
 - Construcción de gradas para mejorar la seguridad y disfrute del sitio.
 - Construcción de canales de manejo de guas (escorrentía).
 - Construcción de barreras tipo pasarelas para evitar que el turista se salga del sendero.
- **Mantenimiento:** el sendero deberá recibir mantenimiento dos veces al año como mínimo, durante el cual se hará revisión completa de.
 - Superficie de caminata, en la que se haga énfasis en la limpieza y reparación de su estructura.
 - Mantenimiento general de la señalización, pintura, reparaciones de los rótulos o reposición de estos.
 - Identificación de áreas en las que se requiera nuevas intervenciones por mal uso del turismo (eliminación de posibles desvíos).

6.4.2. Cambio de sectores del sendero

Con base en los resultados obtenidos con el SIG, se deben implementar los cambios que se consideren pertinentes del lugar donde está el sendero, esto para evitar deterioro general del ecosistema. La construcción de un tramo o varios tramos nuevos debe tener presente todas las

recomendaciones para el sendero existente.

6.5. Etapas de la propuesta

- Etapa I: generar mediante el uso del SIG, la georreferenciación o marcaje del sendero definitivo.
- Etapa II: llevar a cabo todas las labores de mantenimiento en los tramos que no se deban construir como nuevos.
- Etapa III: construir los tramos nuevos propuestos.
- Etapa IV: desarrollar toda la propuesta de señalización recomendada.
- Etapa V: generar un plan de manejo para este y otros senderos por parte del área administrativa del parque, que permita tener un monitoreo real del estado del ecosistema.
- Etapa VI: mantener un programa de mantenimiento efectivo, al menos dos veces al año sobre la infraestructura del sitio.

En la *Figura 23* se muestra cómo estaría estructurado el sendero y los pasamanos en las zonas que así lo ameriten:



Figura 23. Diagrama que muestra cómo serían los postes y cables para evitar que el turista abandone el sendero Crestones-Terbi-Ventana, Chirripó CR

Fuente: Ing. Diego Gutiérrez Fonseca.

6.6. Gestión de riesgos

En caso de que el sendero no pueda construirse en los sitios propuestos en esta investigación, se recomienda que se invierta todo el recurso en elaborar rótulos que eduquen e informen al turista sobre la fragilidad del ecosistema. Además, que informen sobre la importancia de tener buenas prácticas y seguir las recomendaciones que la administración del parque indique.

6.7. Recursos y presupuesto

Los recursos económicos, ya sea para desarrollo de infraestructura nueva o para el mantenimiento del sendero, deberán aportarlos el canon que la concesionaria da al parque (administración). Asimismo, la concesionaria deberá aportar una cantidad igual como parte de

su compromiso por proteger los recursos que le generan los ingresos económicos, en este caso los atractivos turísticos que tiene el parque nacional Chirripó.

Referencias

- Acebei, D.; Dávalos, A.; Kromer, T. y Vásquez, T. M. (2012). ¿Qué es una especie endémica? Gaceta. Nueva época. Enero-marzo.
- Ascanio, A. (s. f). El turismo y los impactos ambientales. Caracas, Venezuela. Recuperado de: <https://www.estudiosenturismo.com.ar/search/PDF/v3n4a3.pdf>
- Bernal, T. 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. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/7e7d/911dfc3e8682df8dbaaf20f03900cf651d54.pdf>
- Cerezo, M. A. y Galacho, J. F. (2011). Propuesta metodológica con SIG para la evaluación de la potencialidad del territorio respecto a actividades ecoturísticas y de turismo activo. Málaga, España. Investigaciones Turísticas. n.º 1, enero-junio, 2011, pp. 134-147.
- Chiquillo, R. N. (2013). Propuesta de uso de los sistemas de información geográfica para la valoración de los recursos naturales y su potencialidad turística: aplicación parque natural cabo de Gata-Níjar (Andalucía). (Tesis de maestría) Málaga. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/62899507.pdf>
- CNANP-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. (2018). Marco Estratégico de Turismo Sustentable en Áreas Protegidas de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Cole, N. D. (1983). Assessing and monitoring backcountry trail conditions. Ogden, UT: U. S. Department of Agriculture, Forest Service Intermountain Forest and Range Experiment Station. Recuperado de: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=umn.31951d02965938y>
- Costaricainfolink. (2009). Los Cerros Crestones del Chirripó, Símbolo Nacional de la Riqueza Natural. Recuperado de: <https://www.costaricainfolink.com/es/los-cerros-crestones-del-chirripo-simbolo-nacional-de-la-riqueza-natural/>

- Cuenca, H. M. (2011). Propuesta de senderos y señalética para el fomento del turismo en la reserva arcoíris en el sector San Francisco del parque nacional Podocarpus. Tesis previa para optar por el Grado de Ingeniera en Administración Turística.
- Delgado, T. A. (2010). Certificaciones ambientales, productos innovadores y redes de cooperación: iniciativas de turismo sostenible en nuevos destinos de Cataluña. Revista de análisis turístico, n.º 10, 2º semestre 2010, pp. 1-8.
- Dudley, N. (2008). Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza: UICN. x 96pp.
- Fuenzalida, M.; Buzai, G. D.; Moreno Jiménez, A. y García de León, A. (2015). Geografía, geotecnología y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones. 1.ª ed., Santiago de Chile: Editorial Triángulo.
- FEDME -Federación Española de Deportes de Montaña y Escalada. (2012). Senderos Señalizados y Desarrollo Rural Sostenible. España.
- Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación (5.ª ed.). México: Mc Graw Hill/Interamericana Editores.
- Hernández, U. E.; Caravaca, M. D.; Coto, L. S.; Espinoza, J. Y.; Gutiérrez, C. M.; Luna, A. M. y Juan, R. B. (2015). Senderos Turísticos: una introducción para su estudio 1.ª ed. – San José, C. R.: CEMEDE.
- 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. Proyecto final de graduación para optar por el grado de Magister Scientae en Geografía de la Escuela de Geografía de la Facultad de Ciencias Sociales. UCR. San José. CR.
- Galacho, F. B. y Arrebola, J. A. (2010). Metodología aplicada para la evaluación con SIG y EMC de senderos, según las condiciones físicas del terreno. En: Ojeda, J., Pita, M. F. y Vallejo, I. (Eds.). Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos. Secretariado de Publicaciones de la

Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 466-481.

Lechner, L. (2004). Planificación, Construcción y Operación de Senderos en Áreas Protegidas. USA.

Legorreta, G. L. I. (2017). Diseño de senderos interpretativos en el Área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca (Tesis). Universidad Autónoma de México, facultad de Planeación Urbana y Regional. Recuperado de:
<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67470/UAEM-FAPUR-TEISLUIS%20ISAAC%20LEGORRETA%20GOMEZ.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Luaces, M.; Pedreira, O.; Places, A. y Seco, D. (2008). Los sistemas de información geográfica en turismo. Revista de ocio y turismo. n.º 1, 117-134.

Marín, M. M. (2015). Turismo y Accesibilidad en Áreas Silvestres Protegidas. Sistema Nacional de áreas de Conservación (SINAC). Recuperado de:
<http://www.sinac.go.cr/ES/transprncia/Planificacin%20y%20Gestin%20BID/Capacitaciones%20del%20Proyecto/Cuaderno%20Turismo%20y%20Accesibilidad%20en%20ASP.pdf>. 32p.

Martínez, S. F. (2002). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica a la gestión técnica de redes de distribución de agua potable (Tesis). Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Ingeniería Técnica y Medio Ambiente. Recuperado de:
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/46025/Mart%C3%ADnez%20-%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20los%20sistemas%20de%20informaci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica%20a%20la%20gesti%C3%B3n%20t%C3%A9cnica%20de%20redes%20de%20....pdf?sequence=1>

MEFT -Ministerio de Economía, Fomento y Turismo. (2017). Guía de senderos diseño, construcción y mantención en áreas protegidas. 1.ª ed. Santiago, Chile.

- MEP- Ministerio de Educación Pública. (2017). Unidad didáctica: Conmemoración del Mes de la Patria. Recuperado de:
https://www.mep.go.cr/sites/default/files/descargas_etica/8-unidad-didáctica-mes-de-la-patria.pdf
- Minae, Sinac, JICA. (2017). Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía. Sistema Nacional de Áreas de Conservación ONGS para la conservación de la biodiversidad en Costa Rica/Sinac. San José, Costa Rica: 71 p.: il.: col.; 28 cm.
- Morea, R. M. y Huerta, R. J. (s. f.). Sistemas de Información Geográfica. Recuperado de:
file:///C:/Users/harias.INTRANET/Downloads/Ponencia_130.pdf
- Moreira, M. A. (1996). Los Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. Ciencia y Ambiente. VOL XII-n.º 2, pp. 80 – 86. Recuperado de:
http://geografia.uc.cl/images/academicos/Andres_Moreira/Moreira_SIG_cons.pdf
- Moya, C. M. y Morera, C. B. (2017). Caracterización física de los principales senderos de la Reserva Biológica Alberto Manuel Brenes. Universidad de Costa Rica-Sede de Occidente. Revista Pensamiento Actual-Vol 17 - Suplemento No 1, 61 - 73
Recuperado de: <file:///C:/Users/hanzan2/Downloads/29687-Texto%20del%20art%C3%ADculo-84282-2-10-20170630.pdf>
- Noguera, U. A. (2017). El Endemismo: diferenciación del término, métodos y aplicaciones. Acta Zoológica Mexicana (n. s.), 33, 1, 89-107.
- Pairumani, A. R. (2016). Impactos ambientales generados por la actividad turística en el camino precolombino del Choro (Tesis). La Paz, Bolivia.
- Palacio, B. A. (2014). Implementación de sistemas de información geográfica en la gestión de espacios naturales protegidos. Universidad Rovira i Virgili.
- Palacio, B. A. (2017). Análisis de percepción en la gestión de espacios naturales y el uso de sistemas de información geográfica de participación pública (tesis doctoral). Universidad Rovira i Virgili.

- Pabon-Zamora, L. J.; Bezaury, F.; Leon, L.; Gill, S.; Stolton, A.; Groves, S. Mitchell y N. Dudley. (2008). Valorando la Naturaleza: Beneficios de las áreas protegidas. Serie Guía Rápida, editor, J. Ervin. Arlington, VA: The Nature Conservancy. 34 pp.
Recuperado de: www.protectedareatools.org
- Pérez, P. J. y Merino, M. (2014). Definición de especie endémica. Recuperado de:
<https://definicion.de/especie-endemica/>
- Prado, E.; González, J.; Gómez, H. y Guerra, F. (2007). Caracterización físico-natural utilizando SIG. Caso: El poblado, Sector los Pozos, Rubio – Estado Táchira. Universidad de Los Andes, ULA - Táchira. Departamento de Ciencias Sociales. Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica (LABSIG). Recuperado de:
<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/28114/5/articulo6.pdf>
- PGR (Procuraduría General de la República). (2004). C-339-2004. Ecoturismo. Recuperado de: <https://www.pgr.go.cr/servicios/procuraduria-ambiental/areas-silvestres-protegidas/>
- RAE- Diccionario de la Real Academia Española. (2018). Recuperado de:
<http://www.rae.es/recursos/diccionarios/drae>
- Ramírez, G. G. (2015). La gestión del turismo sostenible: El caso español. (Trabajo final de grado). Universidad de Cádiz. España.
- Ruiz, R. A. (2017). Principios de infraestructura básica para áreas silvestres. Universidad Estatal a Distancia. Euned. Primera edición. Costa Rica.
- Ricoy, L. C. (2006). Contribución sobre los paradigmas de investigación Educação. Revista do Centro de Educação, vol. 31, núm. 1, pp. 11-22 Universidad de Federal de Santa María Santa María, RS, Brasil.
- Sánchez, J. A.; Barahona, J. C. y Artavia, R. (1996). Turismo en Costa Rica: El Reto de la Competitividad, Recuperado de:
<http://x.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen650.pdf>
- Saaty, T. (1980). The Analytical Hierarchy Process. Mc Graw Hill. New York, USA.

- SEA-Servicio de Evaluación Ambiental. (2015). Guía para la descripción de los componentes suelo, flora y fauna de ecosistemas terrestres en el SEIA. Chile. Recuperado de:
http://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2016/01/15/guia_ecosistemas_terrestres.pdf
- SECTUR-Secretaría de Turismo. (2005). Guía para el diseño y operación de senderos interpretativos. México, D. F. Recuperado de:
<https://cedocvirtual.sectur.gob.mx/janium/Documentos/002012Pri0000.pdf>
- Segrado, P. R.; Serrano, B. M.; Mínguez, G. M.; Cruz, J. G. y 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 y Turismo*, n.º 03.
- Serrano, S. G. (2011). El turismo en las áreas protegidas como medio para lograr el desarrollo sostenible en Centroamérica. Tesis. Universidad Nacional de Mar de Plata. Recuperado de: http://nulan.mdp.edu.ar/1541/1/serrano_sg.pdf
- SINAC- Sistema Nacional de Áreas de Conservación, CR. (2013). Plan general de manejo Parque Nacional Chirripó Área de Conservación La Amistad Pacífico -Costa Rica.
- SINAC- Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2018). Guía rápida para la implementación de la Zonificación en Áreas Silvestres Protegidas de Costa Rica. Marco conceptual y propuesta metodológica para la zonificación.
- Soria, D.; Henry y Soria, S. B. (2015). Determinación de la capacidad de carga turística en los sitios de visita de la Reserva Nacional Allpahuayo-Mishana, Loreto, Perú. *Ciencia Amazónica*. 5, 1: 25-34.
- Tacón, A y Firmani, C. (2004). Manual de senderos y uso público. Valdivia. Recuperado de:
http://parquesparachile.cl/dmdocuments/manual_de_senderos_y_uso_publico.pdf
- Vargas, U. G. (2009). Turismo y espacios naturales protegidos en Costa Rica: Enfrentamiento o Concertación. *Rev. Ciencias Sociales* 123-124: 49-78.

Vicencio, M. Y. y Brigas, R. N. (2013). Conflictos entre la conservación y el turismo en áreas naturales protegidas: el buen vivir como aspiración para Bahía de los Ángeles. *Teoría y Praxis*, pp. 49-73. Universidad de Quintana Roo, Cozumel, México.

Anexos

Anexo 1. Carta de solicitud de anuencia de lugar para el desarrollo del TFG



UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA
VICERRECTORÍA ACADÉMICA
ESCUELA DE CIENCIAS [_____]
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO
MAESTRÍA PROFESIONAL EN [_____]



[Lugar, fecha]

Señor

[Grado académico]

[Puesto de la persona en la empresa/institución/comunidad]

[Nombre de la empresa/institución/comunidad]

Reciba un atento saludo de la Maestría Profesional en [] de la Universidad Estatal a Distancia (UNED).

Deseamos comunicarle que el (la) señor (a) [apellidos y nombre completo de la persona estudiante], con número de cédula de identidad [_____] se encuentra cursando dicha maestría profesional.

Como requisito para optar por el grado de Magíster, debe realizar el trabajo final de graduación (TFG) durante el período [día y mes en que inicia y que finaliza] en [departamento o unidad] y ha expresado su deseo de realizarla en la empresa/institución/comunidad que usted representa. Por lo cual, le solicito su anuencia para que [nombre del estudiante] realice su TFG en dicha empresa/institución/comunidad.

Agradezco desde ya su colaboración, en caso de aceptación, le solicito el favor de enviar una carta con su aval, la firma y los sellos correspondientes. Para cualquier consulta puede llamar al [número de teléfono del programa] o escribir a [nombre de la persona coordinadora del programa], [correo electrónico]

Atentamente

Nombre y firma de la coordinación del programa

Anexo 2. Autorización de permiso del lugar para el desarrollo del TFG

Se incluyen cartas de trámites, documentos institucionales, los instrumentos utilizados para obtener los datos o similares.

Anexo 3. Entrevista a informantes clave del Parque Nacional Chirripó. Caso específico del sendero, Base Crestones cero Terbi-Ventana

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA (UNED).

MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES CON ÉNFASIS EN
GESTIÓN AMBIENTAL

FECHA _____

Agradecemos su colaboración, su opinión es muy importante para esta investigación. La información que nos suministre será para uso exclusivo de este trabajo y confidencial.

Nombre: _____

Institución para la que labora: _____

Ocupación: _____

1. ¿Podría comentar sobre el plan de manejo del PN Chirripó, actual y el Programa de turismo? ¿Cuándo fue creado?
2. ¿Hay alguna documentación que detalle la historia del sendero en estudio?
3. ¿Cuál es el perfil o perfiles de los turistas que visitan esta zona?
4. ¿Cuál es su opinión sobre el conocimiento de los recursos naturales existentes en el sitio, por parte de los funcionarios y turistas que visitan el sitio?
5. Según su criterio, ¿cuáles aspectos deberían mejorarse en este sendero?
6. Según su criterio, ¿cuáles serían algunas estrategias por utilizar para que los visitantes sean conscientes de la necesidad de proteger los recursos biológicos en el

sitio?

7. ¿Considera necesario que exista un centro de información donde usted pueda acceder a fotografías, videos u otros recursos tecnológicos y didácticos para mejorar la transmisión de la información?

Anexo 4. Encuesta para determinar el estado actual y uso regular del sendero, en el PN Chirripó, Costa Rica

UNIVERSIDAD ESTATAL A DISTANCIA (UNED).

MAESTRÍA EN MANEJO DE RECURSOS NATURALES CON ÉNFASIS EN
GESTIÓN AMBIENTAL

Encuesta para determinar el estado actual y uso regular del sendero BASE CRESTONES
– CERRO TERVI- VENTANA, en el PN Chirripó, Costa Rica.

N.º formulario _____

Fecha _____

Agradecemos su colaboración, su opinión es muy importante para esta investigación. La información que nos suministre será para uso exclusivo de este trabajo y confidencial.

Sexo: M _____ F _____ Edad: _____

Procedencia: Nacional _____ Extranjero _____

1. ¿Durante su estadía en el PN Chirripó visitó el sendero Base Crestones-Terbi-Ventana?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
¿Por qué?	
2. ¿Ha recibido alguna información sobre los recursos biológicos existentes en el lugar?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
3. ¿Considera importante conocer de los recursos biológicos existentes en el sendero?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No

1. ¿Durante su estadía en el PN Chirripó visitó el sendero Base Crestones-Terbi-Ventana?	
4. Si tuviera que poner una calificación al estado físico del sendero ¿Cuál sería?	
Muy Mal ___ Mal _____ Buena ___ Muy buena _____	
5. ¿Considera se deba dar algunos cambios o mejoras en el sendero?	
<input type="checkbox"/> Sí	<input type="checkbox"/> No
¿Por qué?	
Desea ampliar su opinión o dar alguna sugerencia	

Muchas gracias.

Anexo 5. Cronograma de actividades

Actividad	Periodo de trabajo									
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10
elaboración del anteproyecto	X	X	X							
Reconocimiento del área de estudio		X								
Revisión bibliográfica	X	X								
Giras de recolección de datos				X		X		X		
Análisis de resultados								X	X	
Redacción del documento final								X	X	X

Fuente: elaboración propia.

CARTA DEL FILÓLOGO

Cartago, 21 de febrero de 2020

Los suscritos, Elena Redondo Camacho, mayor, casada, filóloga, cédula de identidad número 3 0447 0799 y Daniel González Monge, mayor, casado, filólogo, cédula de identidad número 1 1345 0416, vecinos de Quebradilla de Cartago, en calidad de filólogos revisamos y corregimos el trabajo final de graduación que se titula: *Planificación del sendero Crestones-Terbi-Ventana, para la protección de la malacofauna endémica, en el Parque Nacional Chirripó, Costa Rica*, sustentado por Hanz Arias Navarro.

Hacemos constar que se corrigieron aspectos de forma, redacción, estilo y otros vicios del lenguaje que se pudieron trasladar al texto. La originalidad y la validez del contenido son responsabilidad exclusiva del autor y de sus asesores.

Esperamos que nuestra participación satisfaga los requerimientos de la Universidad Estatal a Distancia.

X

Elena Redondo Camacho
Filóloga - Carné Acfil n.º 0247



Daniel González Monge
Filólogo - Carné Acfil n.º 0245