



**UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS**

Nombre de la institución

Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica

**Efectividad en la gestión ecológica de los
Corredores Biológicos en Costa Rica: caso de estudio San Juan-La Selva, 2023**

Por

Pablo Badilla Godínez

1 1784 0508

Aldo Guerrero Araya

3 0510 0961

Práctica profesional supervisada como cumplimiento de los
requisitos para el bachillerato en
**CIENCIAS GEOGRÁFICAS CON ÉNFASIS EN ORDENAMIENTO
DEL TERRITORIO**

Octubre, 2023

Heredia, Costa Rica

Índice

1. Introducción.....	4
2. Problema.....	5
3. Objetivos.....	6
2.1. Objetivos General.....	6
2.2. Objetivos Específicos.....	6
4. Justificación del estudio.....	6
5. Metodología.....	8
5.1. Identificación de los indicadores ecológicos.....	9
5.2. Delimitación del área de estudio.....	10
5.3. Recopilación de datos espaciales.....	12
5.4. Medición de cobertura natural.....	12
5.5. Cambios en el potencial del paisaje.....	13
5.6. Identificación de la conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat.....	14
5.7. Medición de la fragmentación de la cobertura boscosa.....	14
6. Análisis y Resultados.....	15
6.1. E1 Cobertura Natural.....	15
6.2. E2 Índice de biodiversidad.....	19
6.3. E3 Índice de resistencia.....	21
6.4 E4 Análisis de Fragmentos.....	22
7. Conclusión.....	26
8. Bibliografía.....	28

Acrónimos

CB	Corredores Biológicos
CBSS	Corredor Biológico San Juan-La Selva
CL	Comité Local (de Corredor Biológico)
ODS	Objetivo de Desarrollo Sostenible
PNCB	Programa Nacional de Corredores Biológicos
SIG	Sistema de Información Geográfica
SINAC	Sistema Nacional de Áreas de Conservación
ENB2	Estrategia Nacional de Biodiversidad
SNIT	Sistema Nacional de Información Territorial
USGS	United States Geological Survey
Ha	Hectáreas

1. Introducción

En la actualidad, la preservación y la restauración de la conectividad en los ecosistemas naturales es uno de los principales retos para la conservación de la biodiversidad (Morera, Sandoval y Alfaro, 2021). El crecimiento vertiginoso de las zonas urbanas, así como la expansión de la producción de actividades agrícolas ha facilitado la fragmentación de los hábitats en los que habitan diversidad de especies de flora y fauna. Para ello, diversas investigaciones dieron como resultado los Corredores Biológicos (CB) en respuesta a esta problemática. Estos espacios tienen como objetivo facilitar el movimiento de las especies entre los diferentes ecosistemas, facilitando su migración y preservación.

En 1994 Costa Rica establece el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), oficializando las categorías de: reservas biológicas, parques nacionales, refugios de vida silvestre, zonas de protección, reservas forestales y humedales. Sin embargo, para ese entonces los CB no se consideran una categoría oficial debido a que son espacios que incluyen propiedad privada y pública (Morera y Nel-lo, 2017, citado en Morera, Sandoval y Alfaro, 2021). De este modo se crea el Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB) en 2006 con el fin de gestionar los CB. Para el año 2017 Costa Rica alcanza un total de 44 CB.

Los CB hasta la fecha han sido objeto de múltiples estudios, no obstante, se requieren investigaciones donde se pueda establecer una valoración oficial de la efectividad en términos ecológicos que tienen los CB. Fundamentado en esa necesidad el SINAC ha desarrollado una herramienta integral para evaluar la efectividad de los CB a través de tres dimensiones: ecológica, gestión y gobernanza, y socioeconómica-cultural. Estas dimensiones están respaldadas por indicadores específicos y se utilizan para medir el rendimiento de los corredores en términos de conservación de la biodiversidad, conectividad ecológica y los procesos que involucran a los Comités Locales (CL).

Bajo este contexto, el presente trabajo plantea mediante la dimensión ecológica, medir los cambios que se han generado en el territorio del CB (hábitats, especies, ecosistemas), a partir de la evaluación de indicadores específicos, los cuales son: cobertura natural, índice de biodiversidad, índice de resistencia, análisis de fragmentos y monitoreo de la población mínima viable. Para esto se siguen los procesos de la herramienta desarrollada por el SINAC.

2. Problema

La fragmentación del hábitat causada por la expansión urbana, la agricultura intensiva y otras actividades humanas genera una preocupación creciente para la conservación de la biodiversidad. A medida que los hábitats naturales se fragmentan en porciones más pequeñas y alejadas, aumenta la dificultad para que las poblaciones de especies interactúen, se dispersen y mantengan niveles adecuados de diversidad genética. Esta fragmentación del espacio también puede aumentar la vulnerabilidad de las especies a eventos como el cambio climático (Santos y Tellería 2006).

En respuesta a esta problemática, se han propuesto los CB como una estrategia para mantener la conectividad entre hábitats fragmentados. Estos corredores tal como menciona Morera, Sandoval y Alfaro (2020), emergen como espacios que facilitan el movimiento de especies (flora y fauna). La idea central es que estos corredores faciliten la dispersión de especies, el flujo genético y la migración, lo que contribuiría a mantener poblaciones más saludables y a preservar la biodiversidad en el tiempo.

Sin embargo, para conocer si estos CB mantienen una adecuada gestión es necesario la evaluación de la efectividad, esto requiere un monitoreo constante y la recopilación de datos sobre diversos aspectos, como la diversidad de especies, el flujo genético, la conectividad entre hábitats, y los cambios en el uso de la tierra en las áreas adyacentes. Para ello el SINAC ha implementado una herramienta para medir la efectividad de la gestión de los CB. Esta se compone de tres dimensiones la ecológica, gestión y gobernanza y socioeconómica-cultural con sus respectivos indicadores, los cuales buscan a su vez determinar la ocurrencia, magnitud e importancia de los cambios de la sostenibilidad en los medios de vida humana y de la integridad ecológica del corredor, así como los factores que provocan estos cambios (SINAC, 2017).

No obstante, surgen problemas al momento de medir la efectividad de la gestión de los CB, debido a la falta de aplicación de la herramienta por parte de los CL. Sumado a esto, el SINAC es el encargado de trabajar en las metas establecidas en el marco de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2015 (ENB2) relacionadas con CB y para el año 2022 se reportaba un 0% de avance. Por lo tanto, la falta de aplicación de la herramienta por una organización deficiente, fallas en la coordinación o falta de una estructura de gestión activa dificulta llevar a cabo un monitoreo riguroso y a largo plazo, limitando la capacidad del

SINAC para determinar si las estrategias de manejo implementadas están teniendo el impacto deseado en la preservación de la fauna y flora, en la conectividad entre diferentes hábitats y el fortalecimiento de la conectividad de los CB.

3. Objetivos

2.1. Objetivos General

Analizar la efectividad de la gestión del Corredor Biológico San Juan-La Selva, a partir de la dimensión ecológica, para el año 2023.

2.2. Objetivos Específicos

- Describir los indicadores de la dimensión ecológica para medir la efectividad de la gestión del Corredor Biológico San Juan-La Selva.
- Interpretar mediante Sistemas de Información Geográfica la efectividad de la gestión del Corredor Biológico San Juan-La Selva.

4. Justificación del estudio

Los cambios del uso de la tierra en Costa Rica han generado una fragmentación de hábitat debido a la generación de diversos centros urbanos y cultivos a gran escala. A partir de este punto, los CB se convierten en una solución imprescindible al buscar conectividad de las especies entre las diversas áreas de conservación que presenta el país, para generar una zona de flujo que une los diferentes núcleos de ecosistemas.

Según Garcia et al (2014), la importancia de la efectividad en los CB es la siguiente:

- Desplazamiento de fauna a través de los paisajes que han sido transformados.
- Genera diversidad de especies.
- Incrementan la tasa de inmigraciones de especies afectadas por la fragmentación y disminución de aislamientos de especies.
- Incremento de diversidad genética.

- Colonización de hábitats y restablecimiento de especies.
- Aumentan la diversidad paisajística.

A su vez, los CB son áreas de concientización de la biodiversidad, ya que “permiten que la sociedad civil se integre a la misma, generando una participación y uso sostenible de los recursos naturales, puesto que se caracteriza por ser uno de los planes más efectivos que ha generado el SINAC” (Gonzalez, 2017, p43). De esta manera, las comunidades locales participan de una manera activa con el propósito de la conservación y restauración, de los diversos ecosistemas, lo cual es esencial para abordar preocupaciones locales e impactos que pueden presentar en diversas comunidades.

De igual forma, estos elementos no solo conllevan beneficios para el ecosistema forestal, sino que también tienen un impacto positivo en la fauna circundante al proporcionar un aumento en el hábitat disponible para su conservación. Esto se traduce principalmente en una mayor accesibilidad y movilidad para la búsqueda de refugios adecuados para garantizar su supervivencia, así como un incremento en los recursos alimentarios disponibles. Además, promueven la creación de zonas propicias para la crianza y reproducción de diversas especies, lo que contribuye a la diversidad biológica y al equilibrio de los ecosistemas locales.

Con base en los factores anteriores, tanto los CL como el SINAC, deben emprender una serie de investigaciones y análisis de los CB, con el fin de medir la efectividad en las mismas. No obstante, se enfrentan a diversos desafíos significativos debido a la escasez de recursos humanos y limitaciones en cuanto al tiempo disponible, lo que dificulta en gran medida la realización de estos procesos de evaluación. Esta falta de recursos conlleva a la existencia de un vacío en la comprensión de su desempeño actual y las posibles áreas de mejora que podrían implementarse en estos CB. Por esta razón, la falta de una evaluación y un seguimiento eficaces es una preocupación importante. Esto se debe en gran medida a que el instrumento propuesto por el SINAC se ve limitado por la escasa participación de los CL en su aplicación.

Por otro lado, el ENB2 es un plan estratégico el cual busca la conservación de los ecosistemas y el desarrollo sostenible en el territorio costarricense. Así estableciendo un marco de referencia el cual establece metas, objetivos y medidas concretas para la protección y preservación de la diversidad biológica y los ecosistemas durante un período de tiempo

determinado, en este caso del 2016-2025 (MINAE, 2016). Es importante enfatizar que el progreso hasta la fecha en el ENB2 no ha sido suficiente, limitando las metas establecidas, de aquí nace la importancia de abordar esta situación con el objetivo de contribuir con la gestión y conservación de los espacios naturales.

Asimismo, esta investigación se encuentra estrechamente vinculada al Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 15, que se enfoca en la protección y conservación de la biodiversidad terrestre. Según la ODS Costa Rica (s.f), este objetivo tiene como finalidad “Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica”. De este modo, los objetivos de las ODS y los CB van dirigidos en una misma línea, buscando el mejoramiento de los diversos ecosistemas, con el fin de regenerar el uso de la tierra de manera natural para el bienestar de la flora y fauna.

Finalmente, la investigación presenta un enfoque práctico, ya que se procede a la aplicación de métodos, estrategias o acciones que son directamente efectivas, así como es el caso de la aplicación de la dimensión ecológica de la herramienta para medir la efectividad de la gestión de CB. Por ejemplo, la aplicación de esta dimensión no es sólo un concepto teórico sino que también se ha convertido en una herramienta valiosa para evaluar cómo se gestionan los CB en la práctica. Así permitiendo una medición objetiva de los diversos impactos de las actividades de conservación sobre la biodiversidad y tomar decisiones para mejorar la gestión de estos importantes ecosistemas.

5. Metodología

Los estudios en geografía parten de dos enfoques: el cualitativo y cuantitativo. Según Gosálvez (2002), la primera de ellas se basa en la valoración empírica de una serie de descriptores o variables que sintetizan las características del medio. Mientras que las cuantitativas se centran en el “empleo de fórmulas más o menos complejas, rehuendo de las técnicas empíricas y requiriendo de estudios exhaustivos del medio natural” (citado en Solís y Jiménez, 2019, p. 20). En el caso de la presente investigación aplica el enfoque cualitativo debido a su naturaleza multidimensional, al analizar el problema desde una perspectiva más centrada en la exploración de concepciones y contextualización de los elementos que influyen en la problemática.

Ahora bien, para evaluar la efectividad de la gestión de los CB en términos ecológicos se describe una metodología que comprende: primeramente la revisión bibliográfica enfocándose primordialmente en todo lo que consiste un CB, así como sus características. Posteriormente se describen los indicadores correspondientes a la dimensión ecológica de la herramienta implementada por el SINAC. Seguidamente se detalla el proceso desarrollado por medio del SIG, como la recolección de datos espaciales y medición de los indicadores ecológicos. Por último, se analizan los resultados a partir de la información abarcada anteriormente, junto con una reunión entre diferentes profesionales para discutir sobre la efectividad de la gestión de los CB, tomando en cuenta las dimensión ecológica, gestión y gobernanza y socioeconómica y cultural.

5.1. Identificación de los indicadores ecológicos

En primer lugar, se llevó a cabo la recopilación de información a partir de fuentes bibliográficas con el objetivo de enriquecer el entendimiento de los CB, enfocándonos principalmente en el contexto nacional. En este proceso, se identificaron diversos temas fundamentales, tales como los inicios de los CB, su estructura, funciones principales, entre otros aspectos clave. Estos temas se identificaron principalmente a través de la revisión de artículos publicados por el SINAC, la Revista Geográfica de América Central y otras fuentes recopiladas de la biblioteca virtual de la Universidad Nacional.

En segundo lugar, se lleva a cabo el estudio y la interpretación de la herramienta utilizada para evaluar la efectividad de la gestión de los CB proporcionada por el SINAC. Esta herramienta abarca tres dimensiones fundamentales para la evaluación: la ecológica, gestión y gobernanza, y la socioeconómica y cultural, junto con sus respectivos indicadores.

En particular, el enfoque principal del proyecto recae en la dimensión ecológica, cuyo objetivo central es medir los cambios ecológicos que han tenido lugar en el territorio de los CB. Para lograr una comprensión profunda de esta dimensión, es esencial entender los indicadores que la caracterizan, los cuales son:

- **E1 Cobertura Natural:** Tiene como principal objetivo medir los cambios en la cobertura del territorio del CB, a partir de un Sistema de Información Geográfica (SIG).

- **E2 Índice de biodiversidad:** Esto implica medir posibles cambios en el potencial del paisaje de CB en términos de biodiversidad, basándose en la dinámica de la cobertura del territorio.
- **E3 Índice de resistencia:** Este implica los cambios que se han generado en el paisaje de los CB, con el fin de identificar el comportamiento o movilidad de las especies (flora y fauna), entre diversos ecosistemas, favoreciendo el intercambio de genes.
- **E4 Análisis de Fragmentos:** Tiene como objetivo identificar los posibles cambios que se han generado en la cobertura boscosa de los CB, así como su fragmentación.
- **E5 Monitoreo de la población mínima viable:** Su objetivo es medir la funcionalidad de los CB, en dos términos como son:
 - Garantizar la existencia y conservación de hábitats y ecosistemas en la cantidad y calidad requeridas.
 - Establecer conexiones entre núcleos de áreas, esto para una movilidad factible para las especies.

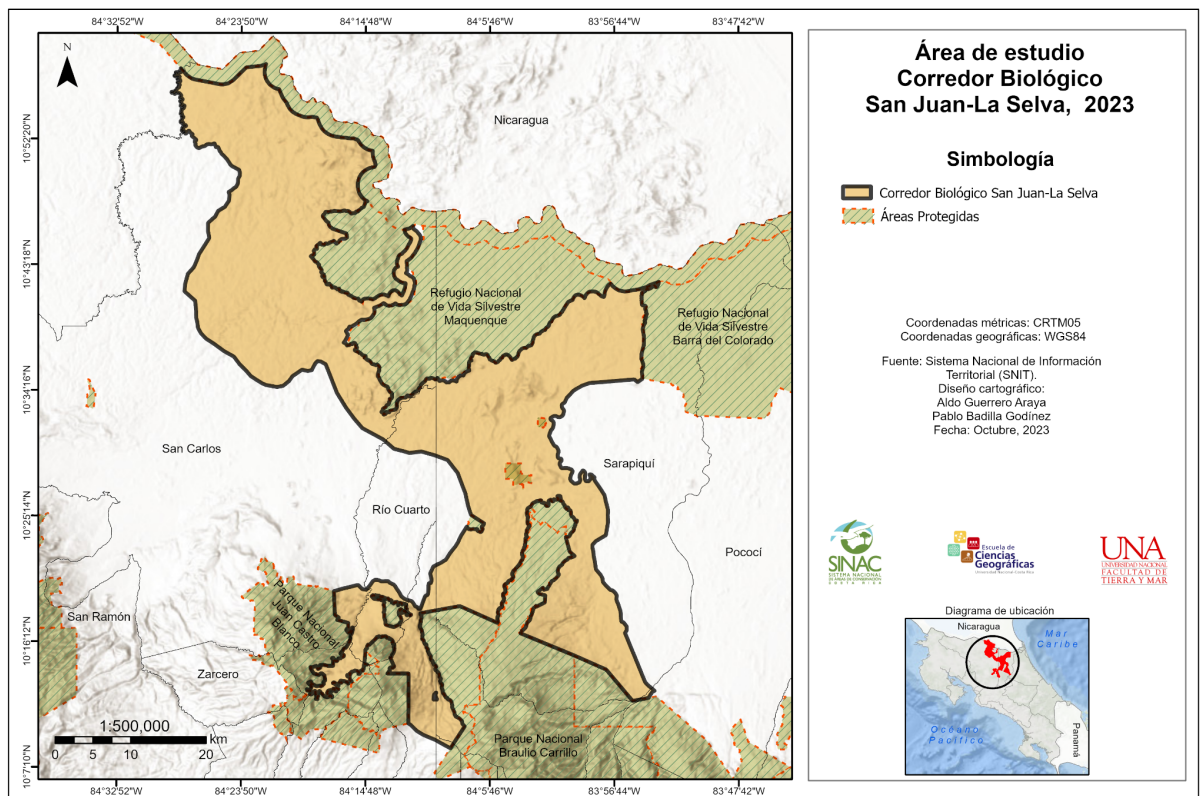
Asimismo, la gestión y gobernanza y la dimensión socioeconómica y cultural, están intrínsecamente vinculadas al funcionamiento de los CB. La gestión y gobernanza se enfoca en evaluar la efectividad de cómo operan los CL, con el propósito de asegurar la efectividad de un CB. Por otro lado, en lo que concierne a la dimensión socioeconómica y cultural, se analiza la contribución que los CL aportan a su función y los beneficios que generan tanto para la comunidad local como para los ecosistemas asociados a los CB. Estos indicadores denotan el procedimiento para cuantificar los impactos o modificaciones que un CB ha experimentado durante un período predefinido, estos pueden ser problemáticas de índole económica, social, cultural y ambiental o bien, el aumento de cobertura boscosa y disminución de parches, de este modo se pasa al tercer procesos a identificarlo de manera visual.

5.2. Delimitación del área de estudio

Costa Rica presenta un papel importante en el compromiso ambiental, el cual ha establecido un legado admirable a través de su red de CB. En medio de los desafíos de la fragmentación del hábitat y la presión sobre los ecosistemas naturales, los CB emergen como una solución efectiva para preservar la diversidad biológica, fomentar la coexistencia entre la vida silvestre y las comunidades humanas, y promover el desarrollo sostenible.

Dentro de la vasta y variada red de CB en Costa Rica, el Corredor Biológico San Juan-La Selva (CBSS) se destaca como un ejemplo de compromiso con la conservación y la biodiversidad. Situado en el cantón de Sarapiquí de la provincia de Heredia, como se muestra en el mapa uno, tiene una extensión de 174003 hectáreas y diversos usos de la tierra como bosque maduro, secundario, zonas residencial rural, terrenos destinados a la agricultura, ganadería, y áreas protegidas para la conservación de ecosistemas (CBSS, s.f).

Mapa 1. Área de estudio CB San Juan La Selva



Fuente: Elaboración propia.

Este CB representa un enlace entre áreas de conservación cruciales como el Refugio Nacional de Vida Silvestre Maquenque, Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado, Parque Nacional Juan Castro Blanco y el Parque Nacional Braulio Carrillo. Permitiendo que especies emblemáticas como jaguares, monos, quetzales y una multitud de especies encuentren rutas seguras para su movimiento a lo largo de su hábitat natural. Según CBSS (s.f) para el año 2018 registraron un promedio de 95 especies de reptiles, 55 de anfibios, 42 de peces, 150 especies de mamíferos, 500 de aves, 100000 especies de insectos y 4000 especies de plantas.

5.3. Recopilación de datos espaciales

Para la recopilación de la información espacial es necesario la obtención de la siguiente documentación más actualizada posible, para ello se utiliza tanto la página web del SNIT y el Earth Explorer del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) por sus siglas en inglés:

- Shapefiles (Mapa de tipos de Bosques, Corredores Biológicos de Costa Rica, Áreas de Conservación, Áreas Silvestres Protegidas)
- Imágenes satelitales Landsat del año 2023

Seguidamente, para medir los cambios que han tenido lugar en el territorio de los CB, como los relacionados con hábitats, especies y ecosistemas, se puede observar la tabla uno donde se especifica los instrumentos utilizados, para la evaluación de los diferentes indicadores se utiliza el software libre Qgis Desktop 3.32, Arcgis Pro para el procesamiento de los datos y Excel para realizar los cálculos.

Tabla 1. Instrumentos utilizados para la evaluación y procesamiento de los indicadores ecológicos para el CBSS.

Dimensión ecológica para el Corredor Biológico San Juan-La Selva					
Indicador	Verificador	Unidades	Fuente	Formato	Software
E1. Cobertura Natural	Uso de la tierra 2023	Hectáreas, porcentajes	Imágenes Landsat 8 2023	Ráster	Página web Earth Explorer (USGS)
	Delimitación del CB	Hectáreas	SINAC	Vectorial	SNIT/ArcGIS PRO
	Clasificación de la cobertura natural	Hectáreas, porcentajes	Elaboración propia	Vectorial	ArcGIS PRO/Excel
E2. Índice de Biodiversidad	Cobertura Natural	Hectáreas, porcentajes	Hectáreas	Vectorial	ArcGIS PRO/Excel
	Delimitación del CB	Hectáreas	SINAC	Vectorial	SNIT
E3. Índice de Resistencia	Uso de la tierra 2023	Hectáreas	Elaboración propia	Vectorial	ArcGIS PRO/Excel
	Delimitación del CB	Hectáreas	SINAC	Vectorial	SNIT/ArcGIS PRO
E4. Análisis de Fragmentos	Cobertura Natural	Hectáreas, porcentajes	Elaboración propia	Vectorial	ArcGIS PRO/Qgis/Excel

Fuente: Elaboración propia.

5.4. Medición de cobertura natural

La cobertura natural desempeña un papel fundamental en la promoción de la efectividad y la movilidad de la flora y fauna en los CB. Esto se debe a que fomenta la conectividad, proporciona refugio, facilita la dispersión de semillas y contribuye a mantener la diversidad genética, entre otros procesos esenciales. En este contexto, resulta crucial identificar las distintas categorías de cobertura boscosa en los CB, evaluando su extensión en un rango del 0 al 100 por ciento. Estas categorías incluyen bosque maduro, bosque secundario, bosque deceduo, manglar y páramo. Este procedimiento se lleva a cabo utilizando imágenes satelitales Landsat y los datos geoespaciales en formato shapefile que contenga la cobertura y el uso de la tierra más actualizados disponibles. A partir de estos datos, se calcula el porcentaje de cada uno de los elementos identificados.

Para obtener los resultados deseados, se aplican las siguientes fórmulas:

Paso 1: Cálculo de porcentajes por tipo de cobertura

$$(X * 100) / Y = \%$$

Siendo X: *extensión por tipo de cobertura en hectáreas (ha)*
Siendo Y: *extensión total del CB en hectáreas (ha)*

Realice este cálculo para cada uno de los tipos de cobertura existentes en el CB.

Paso 2: Cálculo del total de cobertura natural

$$\frac{\% \text{ bosque maduro} + \% \text{ bosque secundario} + \% \text{ bosque deceduo} + \% \text{ manglar} + \% \text{ páramo}}{\% \text{ páramo}} = \% \text{ Cobertura natural}$$

5.5. Cambios en el potencial del paisaje

Los cambios en la estructura del paisaje representan un indicador esencial para evaluar la diversidad biológica potencial en el contexto de los CB, considerando tanto el tipo como la extensión de la cobertura del terreno. Este indicador se fundamenta en la estimación de la cantidad de especies que podrían habitar en el corredor, lo que se traduce en un valor que oscila entre 0 y 1. En esta escala, el valor 0 denota una baja diversidad biológica, mientras que el valor 1 refleja una alta presencia de especies diversas en el CB.

Para llevar a cabo este proceso, se genera una matriz de datos en formato Excel, que contiene información sobre la extensión de los diferentes tipos de cobertura presentes en cada

CB. Con estos datos, se procede al cálculo del valor promedio del índice de diversidad biológica correspondiente al territorio del CB. Este cálculo se realiza mediante las fórmula que se detallan a continuación:

$$\text{Suma (PuntajeIB * HA}_{\text{tipo cobertura}}) / \text{Área Total} = \text{IB}$$

Siendo PuntajeIB: *Puntaje asignado al tipo de cobertura (tabla de referencia)*

Siendo HA: *Área calculada por tipo de cobertura*

Siendo área total: *Suma de áreas tipos de cobertura*

Siendo IB: *Índice de biodiversidad*

5.6. Identificación de la conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitat

Este procedimiento aborda la evaluación del grado de contribución de la cobertura del terreno en los CB con el objetivo de facilitar la movilidad de las especies. Esta evaluación se realiza en una escala que va de 1 a 1000, donde 1 representa una resistencia mínima (mayor facilidad de paso) y 1000 indica una resistencia máxima (menor facilidad de paso). El propósito principal de este indicador es cumplir con múltiples objetivos de los CB, tales como promover la conectividad entre paisajes, hábitats naturales o modificados, y facilitar el desplazamiento de las especies, como se establece en las directrices del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC, 2017, pág. 15).

En este caso, se requiere calcular la extensión de cada tipo de cobertura presente en los CL y a partir de estos datos, se procede al cálculo del valor promedio del índice de resistencia correspondiente al territorio del CB. La generación de esta tabla se basa en la siguiente fórmula:

$$\text{Suma (PuntajeIR * HA}_{\text{tipo cobertura}}) / \text{Área Total} = \text{IR}$$

Siendo PuntajeIR: *Puntaje asignado al tipo de cobertura (tabla de referencia)*

Siendo HA: *Área calculada por tipo de cobertura*

Siendo Área Total: *Suma de áreas tipos de cobertura*

Siendo IR: *Índice de resistencia*

5.7. Medición de la fragmentación de la cobertura boscosa

Este proceso mide y reconoce la fragmentación del hábitat, se reconoce como una amenaza fuerte a la biodiversidad y a su permanencia en el tiempo, ya sea por el número de parches de bosque, el número de parches de bosque clasificación de fragmentos por tamaño y la distancia media entre los fragmentos. De esta manera, el proceso de fragmentación se debe interpretar por medio de una herramienta del SIG, y analizar dos preguntas claves como son: ¿Qué significan estos cambios para las condiciones ecológicas y la conectividad en el CB? ¿Qué repercusiones tiene para la gestión del CL? (SINAC, 2017, pág. 13).

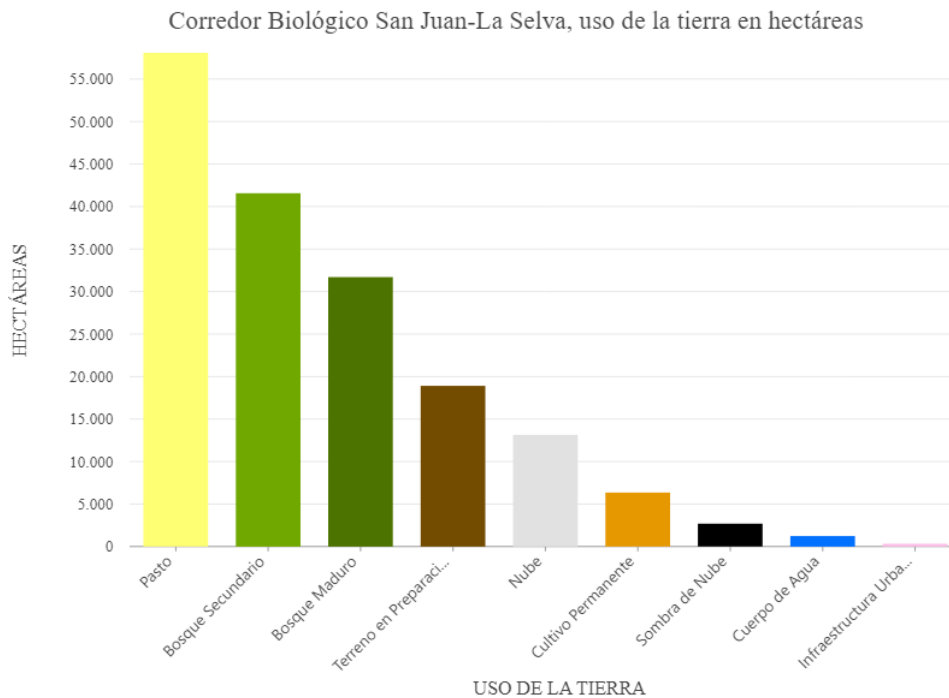
6. Análisis y Resultados

6.1. El Cobertura Natural

El CBSS se ha caracterizado por su diversidad biológica, la cual refleja la situación biogeográfica general de Centroamérica. La flora y fauna es el resultado de la influencia de las zonas Neotropical y Neártica. Además, presenta marcadas diferencias por su amplio rango altitudinal, este va desde los 30 msnm hasta los 3.000 msnm, generando gradientes de temperatura, que inciden en la precipitación y variaciones en los tipos de suelos que generan a su vez una gama de hábitats (Villate, Canet-Desanti, Chassot y Monge, 2009). Algunos de estos hábitats o ecosistemas que se pueden encontrar son: humedales, bosques riparios, bosques de almendro de montaña, ciénagas y marismas, los cuales representan sitios indispensables para un gran número de especies (Chassot y Monge, 2002, citado en Villate et al., 2009).

Ahora bien, en el CBSS se identificaron nueve tipos de cobertura de la tierra, de los cuales siete de ellos son importantes para analizar en relación con la dimensión ecológica. Estas coberturas incluyen: bosque maduro, bosque secundario, pastos, cuerpo de agua, terreno en preparación, cultivo permanente (piña) e infraestructura urbana. En la figura uno se puede observar el valor de cada cobertura identificada en el CBSS en términos de hectáreas (ha), siendo el valor más alto el de pastos con alrededor de 58.000 ha (33,3%) de las 174003 ha que abarca el área del CBSS, seguidamente de los bosques secundario y maduro con 41.572 ha (23,8%) y 31.706 ha (18,2%) respectivamente. Además, cabe destacar el cultivo permanente (piña) que tiene un valor de 6.348 ha (3,6%) y el área urbana con solamente 327 ha (0,2%) del total de área del CB.

Figura 1. CCBS, Tipos de cobertura por hectáreas.

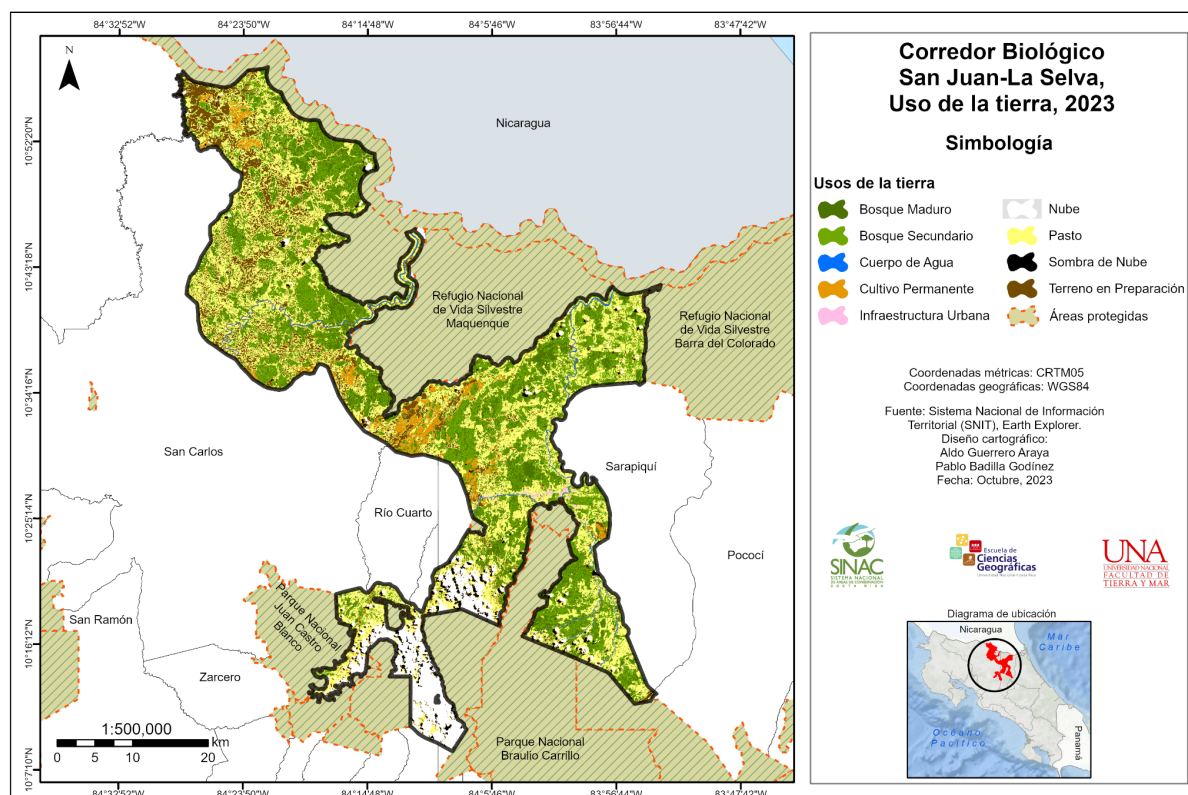


Fuente: elaboración propia.

Si se observa el mapa dos, la mayor concentración de pastos se ubican en los cantones de San Carlos y Sarapiquí, ambos pertenecientes a la región Huetar Norte, esta se caracteriza por ser la región que presenta mayor cantidad de hectáreas de pastos a nivel nacional (Hernández et al., 2022). Esto permite que la actividad agropecuaria predomine y se vea favorecida por las condiciones agroecológicas que presenta la zona (MIDEPLAN, 2014, citado en Hernández et al., 2022). Siendo así que San Carlos se destaca como el cantón con mayor área de pastos a nivel nacional y, por consiguiente, la ganadería es de las principales actividades que se desarrollan en el cantón, la misma permite proveer aproximadamente el 65% de leche y más de la mitad de carne que se consume en el país (Municipalidad de San Carlos, 2014, citado en Hernández et al., 2022).

Sin embargo, esta gran cantidad de pastos identificados en el CBSS y su relación con la actividad ganadera puede tener repercusiones directas sobre las especies que se desplazan por el CB. En otras palabras, Picado (2020) menciona que las áreas de potreros representan barreras para las especies dependientes del bosque, además de contribuir con los procesos de erosión del suelo.

Mapa 2. Uso de la tierra en el CBSS, 2022.



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, la zona norte del país tiene un historial productivo enfocado en la actividad ganadera, forestal, cañera y recientemente piñera (Villate et al., 2009). Esta última refleja un 3,6% del total del área que cubre el CB (localizada mayoritariamente en la parte norte y central). Tomando en consideración que según PINDECO para el año 2011 se generaron alrededor de 5000 empleos directos y más de 3000 indirectos en la zona norte, es de esperarse que muchas familias vean en la actividad piñera una fuente de desarrollo para sus comunidades, tradicionalmente con pocas opciones de empleo y crecimiento socioeconómico (León, González, López, 2019).

Sin embargo, el cultivo de piña tiene efectos adversos en el ecosistema debido a su modelo de producción conocido por el uso de agroquímicos. Además del manejo inadecuado de los residuos tanto sólidos como líquidos, los cuales generan contaminación de los ríos aledaños. Estas malas prácticas agropecuarias del suelo y el incumplimiento de las leyes con respecto a las zonas de protección de ríos y humedales está generando sedimentación, así como la presencia de especies invasoras como la tilapia y el pez diablo (SINAC, 2017).

Según Vargas et al. (2019), para el periodo 2016-2017, la región Huetar Norte muestra los mayores cambios en cobertura boscosa, con una disminución de 653,20 ha. Esto refleja que la expansión de este monocultivo tiene incidencia en el incremento de la fragmentación de los bosques y la disminución de la conectividad ecológica (Picado, 2020).

En relación con la categoría de bosque maduro, este es un ecosistema que se basa en su longevidad, es decir por su distribución de edad y tamaño, y de los patrones de distribución espacial, tanto de árboles vivos como muertos (Wells et al., 1998 citado en Schwendtner et al 2015). Cabe recalcar, que los bosques maduros son aquellos que fueron alterados por el impacto del ser humano, pero han dejado de ser intervenidos, los cuales con el tiempo se desarrollaron y adoptaron características como las de un bosque secundario. (MCPFE, 2007 citado en Schwendtner et al 2015).

Tanto el bosque maduro como secundario son fundamentales en la efectividad de la promoción del flujo de especies, en parte debido a su longevidad, lo que les permite desarrollar una amplia gama de nichos ecológicos. Esto da lugar a la creación de una diversidad de hábitats y microclimas que actúan como puntos de adaptación para diversas especies. Estos entornos diversos también generan un suministro abundante de alimentos, ofrecen refugio para el apareamiento, la crianza y proporcionan condiciones propicias para la reproducción y la supervivencia de una amplia variedad de formas de vida, y finalmente para la movilidad entre áreas de conservación que se encuentran en la zona como el Refugio Nacional de Vida Silvestre Maquenque, Refugio Nacional de Vida Silvestre Barra del Colorado, Parque Nacional Juan Castro Blanco y el Parque Nacional Braulio Carrillo

Finalmente, con el objetivo de comprender la distribución de esta cobertura, es importante el análisis de la clasificación de la cobertura natural en el CBSS, que se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 2. Valor de cobertura natural

Valor	0%	0-10%	10-20%	20-30%	30-40%	40-50%	50-60%	60-70%	70-80%	80-90%	90-100%
Puntaje	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fuente: SINAC

La tabla dos proporciona una visión general de cómo se distribuye la cobertura natural en el CBSS. Según los resultados obtenidos se le asigna un puntaje de 5 en esta evaluación, debido a que cuenta con una cobertura natural (incluye la categoría de bosque maduro y secundario) que se extiende a lo largo de 73,278 ha, representando el 42.11% del área total del CB.

6.2. E2 Índice de biodiversidad

La biodiversidad, representa un componente integral de la complejidad biótica de nuestro planeta. Esta se entiende como la diversidad de organismos, genes y ecosistemas, la cual engloba todos los tipos de especies, no solo abarca la plantas, animales y microorganismos, sino que también se extiende a la diversidad genética presente en las poblaciones de estas especies, (Moreno, 2001, pág 13).

En el caso del CBSS, se destaca por su inmensa biodiversidad, la cual se enriquece gracias al intercambio faunístico facilitado por la región de Mesoamérica. Esta región consiste en tierras bajas que discurren de manera paralela a las cordilleras, y ha servido como un corredor natural para la dispersión de diversas especies. El CBSS funciona como un área de vital importancia, ofreciendo hábitats y recursos alimenticios esenciales para la fauna que busca lugares de reproducción o rutas migratorias. (Morera & Chassort, 2007, pág 73)

De este modo, el CBSS se caracteriza por presentar gran variedad de especies, identificando para el año 2007, 6000 especies de plantas vasculares, y gran parte de endemismo. En la parte de fauna generaron el reporte de 139 especies de mamíferos, 515 aves, 135 reptiles y 80 anfibios al igual que especies en peligro de extinción, así como se observa en la tabla tres, (Morera & Chassort, 2007, pág 74).

Tabla 3: Especies en peligro de extinción del CBSS

Clase	Nombre común	Nombre científico
Mamíferos	Oso caballo	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>
	Danta	<i>Tapirus bairdii</i>
	Mono congo	<i>Alouatta palliata</i>
	Mono colorado	<i>Ateles geoffroyi</i>
	Nutría	<i>Lutra longicaudis</i>
	Jaguar	<i>Panthera onca</i>
	Manatí	<i>Trichechus manatus</i>
	Cariblanco	<i>Tayassu pecari</i>
Aves	Galán sin ventura	<i>Jabiru mycteria</i>
	Águila solitaria	<i>Harpyhaliaetus solitarius</i>
	Águila crestada	<i>Morphnus guianensis</i>
	Águila arpía	<i>Harpia harpyja</i>
Aves	Aguillillo blanco y negro	<i>Spizastur melanoleucus</i>
	Cacao	<i>Daptrius americanus</i>
	Halcón pechirrufo	<i>Falco deiroleucus</i>
	Pato cantil	<i>Heliornis fulica</i>
	Lapa verde	<i>Ara ambigua</i>
	Lapa roja	<i>Ara macao</i>
	Momoto pico quilla	<i>Electron carinatum</i>
Reptiles	Cocodrilo	<i>Crocodylus acutus</i>
	Tortuga lagarto	<i>Chelydra serpentina</i>
Peces	Gaspar	<i>Atractosteus tropicus</i>
Árboles	Tostado	<i>Sclerolobium costarricense</i>
	Cola de pavo	<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>
	Cristobal	<i>Platymiscium pinnatum</i>
	Cedro real	<i>Cedrela fissilis</i>
	Cipresillo	<i>Podocarpus guatemalensis</i>
	Jícaro	<i>Lecythis ampla</i>

Fuente: Morera y Chassort (2007)

En relación a la biodiversidad en el CBSS y la herramienta de efectividad de los CB, se desarrolla el indicador denominado E2. Su propósito es evaluar las modificaciones en la capacidad del paisaje del CBSS para preservar la biodiversidad, tomando en consideración los cambios en la cobertura del territorio. La medida de biodiversidad se expresa en una escala de 0 a 1, donde valores más bajos indican una biodiversidad reducida, mientras que un valor de 1 representa una biodiversidad alta, como se ilustra en la tabla cuatro correspondiente (SINAC, 2017, pág. 9).

Tabla 4. Índice de biodiversidad

Valor	0	0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-0.9	0.9-1.0
Puntaje	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fuente: SINAC

En el caso específico del CBSS, obtiene un puntaje de 3, en virtud de su valor total en el índice de Biodiversidad, que alcanza 0.66. Esta puntuación refleja un nivel relativamente alta de biodiversidad, posiblemente atribuible a su cobertura natural, que se sitúa en un 42.11%. Estas coberturas mejoran los procesos de movilidad de las especies; sin embargo, existen factores que dificultan significativamente dichos procesos, como los pastos destinados a actividades ganaderas y los cultivos de piña mencionados anteriormente en este apartado.

El aumento del área agrícola y ganadera en la zona norte, donde se ubica el CBSS ha experimentado un incremento notable en los últimos años. Esta región posee una valiosa riqueza tanto humana como ambiental, pero la expansión de grandes empresas y las plantaciones de monocultivos ha generado una gran fragmentación en la cobertura natural, y al mismo tiempo, han afectado negativamente la producción de los agricultores locales, incluyendo a campesinos e indígenas.

6.3. E3 Índice de resistencia

La cobertura paisajística, de un CB se refiere a la composición del entorno natural en el área en la que abarca el corredor. En esta pueden abarcar bosques, ríos, humedales, praderas, montañas y otros tipos de hábitats naturales. También puede abarcar áreas urbanas o agrícolas, dependiendo de su ubicación y configuración.

Para medir este elemento se establece el E3, el cual en el contexto de los CB y la ecología de la conservación, es una medida utilizada para evaluar la capacidad de un paisaje del corredor que permite el movimiento y la dispersión de especies a través de él. Este índice se basa en la idea de que los CB y las áreas circundantes no deben ser barreras insuperables para la fauna y flora, sino más bien permitir su desplazamiento.

Este indicador, se mide en una escala de 1 a 1000, donde el valor 1 representa la menor resistencia (mayor facilidad de paso), mientras que el valor 1000 representa la mayor resistencia (menor facilidad de paso). De igual manera, este indicador presenta un tabla de medición del índice, así como se muestra:

Tabla 5. Índice de resistencia

Valor	1000	1000-900	900-800	800-700	700-600	600-500	500-400	400-300	300-200	200-100	100-0
Puntaje	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fuente: SINAC

El CBSS, obtiene un puntaje de 10 debido a su resultado de 27.15. Esto indica que dado el puntaje su puntaje máximo, ofrece una alta conectividad entre paisajes, ecosistemas y hábitats naturales, lo que facilita el desplazamiento de las especies. Este nivel de conectividad puede atribuirse a la presencia de diversos tipos de bosques que se extienden a lo largo y ancho de su área y la cercanía que presenta a los parques nacionales circundantes.

6.4 E4 Análisis de Fragmentos

Dentro de los principales procesos de transformación del espacio, la fragmentación es uno de los más notables. Para entender esta problemática Calvo (2009) menciona que:

La fragmentación es un proceso dinámico que genera cambios notables en el patrón del hábitat en un paisaje dado en el curso del tiempo. Sin embargo, el efecto de la fragmentación puede variar con el tiempo transcurrido desde el aislamiento de los fragmentos. (p.4)

Estos procesos de fragmentación son analizados estrictamente para la cobertura natural del CB, por lo cual, las consecuencias a nivel ecológico se centran principalmente en la reducción o desaparición de los hábitats naturales y con ello se ven afectadas numerosas especies que se habitan la zona (Morera, Pintó, Romero, 2007).

Para el caso del CB San Juan-La Selva es necesario dividir el análisis de la fragmentación en cinco variables, las cuales son: el hábitat, clasificación de los fragmentos, número de fragmentos, distancia y el área del CB.

En cuanto a la variable del hábitat, la sumatoria de toda la cobertura natural del CB da como resultado un total de 132598 ha de 174003 ha que tiene el CB, esto representa un 76%

del área total. Seguidamente, para la clasificación de los fragmentos se observa en la tabla cinco cómo está compuesto este proceso, en donde la primera columna identifica las clases correspondientes, la segunda columna representa el área de los fragmentos para esa clase y la tercera columna se visualiza el número de fragmentos que existen en el rango de las clases.

Tabla 6. Clasificación de fragmentos en el CB San Juan - La Selva

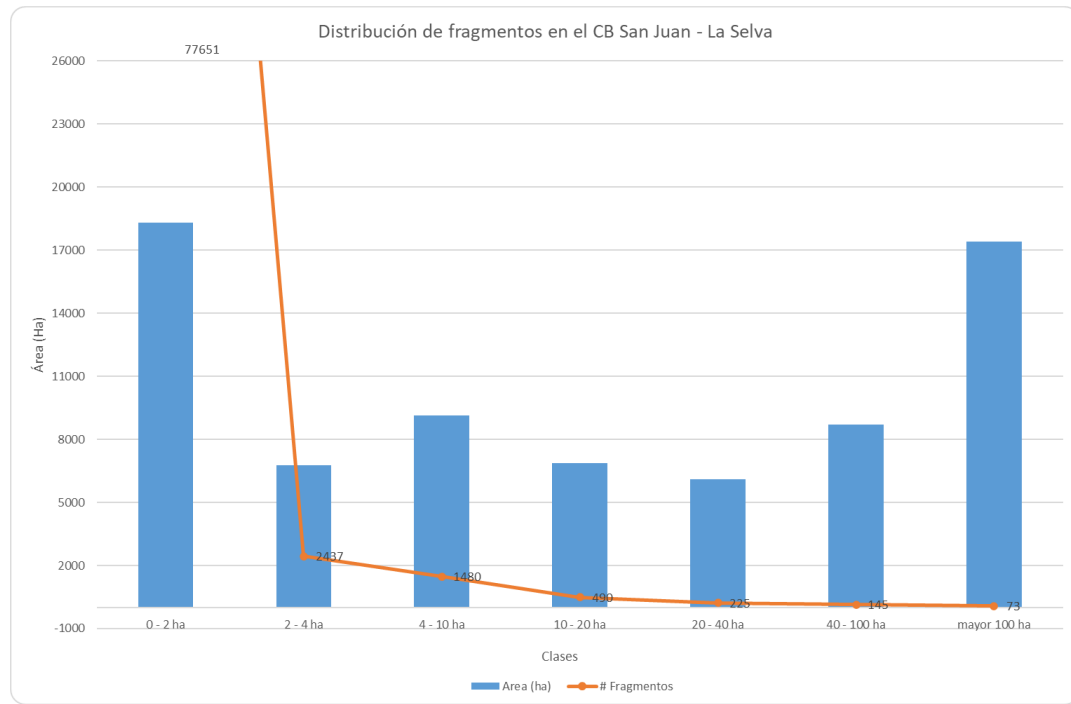
Clase	Area (ha)	# Fragmentos
0 - 2 ha	18313	77651
2 - 4 ha	6755	2437
4 - 10 ha	9122	1480
10 - 20 ha	6864	490
20 - 40 ha	6100	225
40 - 100 ha	8694	145
mayor 100 ha	17416	73

Fuente: Elaboración propia.

En la figura dos, se ilustra la distribución de los fragmentos de acuerdo con las categorías de tamaño previamente definidas en hectáreas. En primer lugar, en la clase de 0-2 hectáreas, se observa la presencia de 77651 fragmentos según los datos del SIG, lo que equivale a una extensión de 18313 ha (10.52%) de las 174003 ha que tiene el CB. Este hallazgo puede tener implicaciones negativas, ya que indica una alta cantidad de fragmentos en una escala menor. Según la teoría de Forman y Godron (1986), citado por Morera, Pintó y Romero (2007), en un CB, cuanto más pequeña sea la división de la cobertura boscosa, mayor será el grado de perturbación. En otras palabras, a menor densidad de cobertura, existe un mayor riesgo de que las especies pierdan su capacidad de movilidad, lo que aumenta el peligro de extinción de especies. En segundo lugar, el número de fragmentos van disminuyendo conforme se avanza en las distintas clases; hasta llegar al último rango, donde se visualiza un aumento en las hectáreas totales de los fragmentos, sin embargo, esto se debe a que el rango toma solamente los fragmentos mayores a 100 hectáreas. Schelhas (2007) menciona que las coberturas unificadas o “fragmentos de mayor tamaño pueden soportar mayor cantidad de especies y poblaciones más grandes de cualquier especie dada” (p.34). Por lo tanto, en este contexto, se revierte la relación previamente establecida, ya que se observa

que a medida que la densidad de cobertura aumenta, la movilidad de las especies se incrementa.

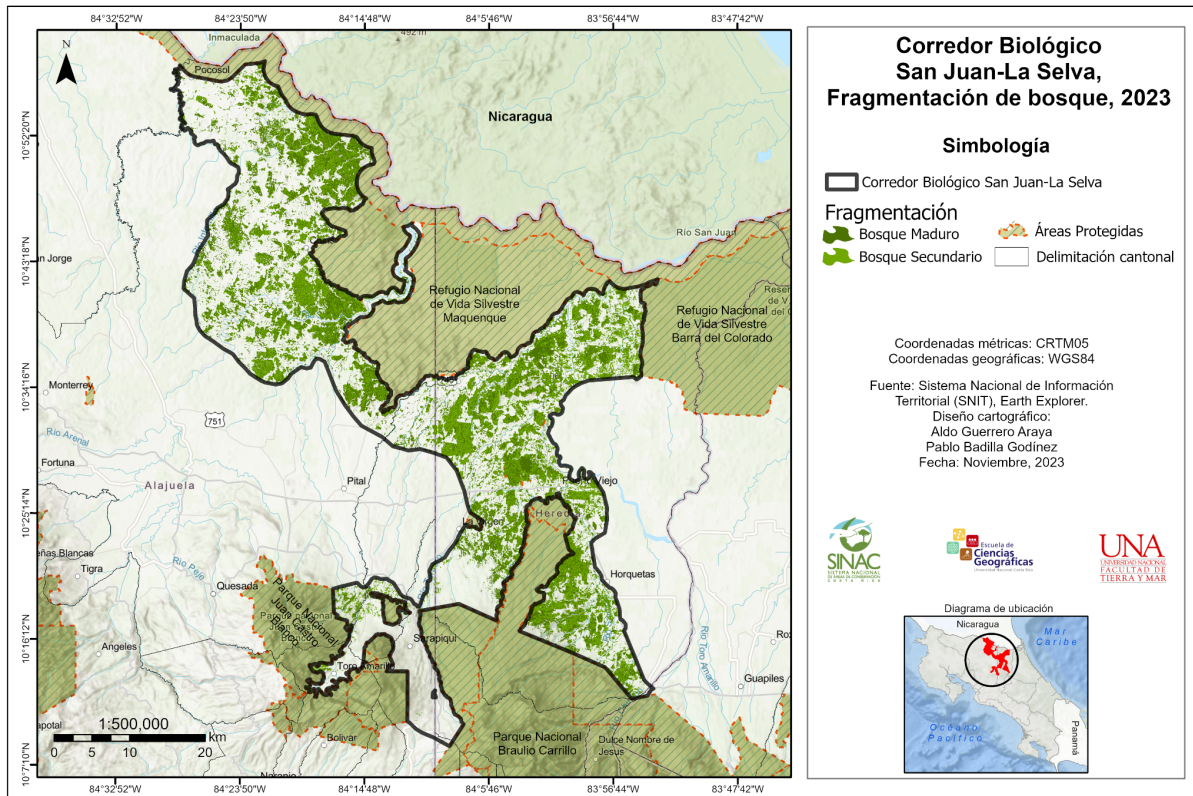
Figura 2. Distribución de los fragmentos en el CB San Juan-La Selva.



Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el número de fragmentos y la distancia tienen su relación de manera implícita, el total de fragmentos identificados suman 82504 que abarcan el 47% del área total del CB, mientras que la distancia promedio de los centroides de cada fragmento es de 54 metros, para entender esto se puede identificar de manera gráfica la fragmentación boscosa del mapa tres, estos datos arrojan que los CB que conectan fragmentos a menores distancias pueden agilizar la movilidad para la búsqueda de alimento, reproducción, o la posibilidad de alcanzar hábitats estacionales (Schelhas, 2007).

Mapa 3. Fragmentación boscosa del CBSS, 2023.



Fuente: Elaboración propia.

Estas variables mencionadas culminan en un índice de fragmentación de 0.12. Esto indica que, a pesar de la presencia de múltiples fragmentos, la distancia entre ellos permite un flujo continuo de especies entre los diversos hábitats naturales. En consecuencia, el valor final de este indicador ecológico es 9, dentro del rango de 0.2-0.1.

Tabla 7. Índice de resistencia

Valor	> 1	1 - 0.9	0.9-0.8	0.8-0.7	0.7-0.6	0.6-0.5	0.5-0.4	0.4-0.3	0.3-0.2	0.2-0.1	0.1-0
Puntaje	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fuente: SINAC

7. Conclusión

El CBSS, destaca por sus diversas características geográficas que le permiten presentar una gran biodiversidad altitudinal que varía desde los 30 metros sobre el nivel del mar hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar. Esto crea gradientes de temperatura, precipitación y tipos de suelos que resultan en una diversidad de hábitats como bosque maduro, secundario y otros tipos de vegetación. Esto da como resultado una gran variedad de especies, debido a sus gradientes ecológicos.

En cuanto a la cobertura natural se obtuvo un valor de 42,11% con un total de 73,278 ha, esto representa un valor medio según la clasificación de la herramienta del SINAC. En términos generales esta cobertura si presenta ciertos desafíos, puesto que, los diversos cambios de uso de la tierra como la extensa presencia de pastos, en particular en los cantones de San Carlos y Sarapiquí, debido a la actividad ganadera, puede representar barreras para el flujo genético de las especies de flora y fauna. Del mismo modo los cultivos de piña, que abarca una pequeña fracción del CB (3,6%), sin embargo, el modelo de producción de este monocultivo es responsable de causar impactos negativos en los ecosistemas por el constante uso de agroquímicos, afectando la calidad de los suelos; y la expansión de sus fronteras tiene como consecuencia la disminución de las áreas boscosas.

Debido a estas problemáticas el CBSS presenta un índice de biodiversidad relativamente bajo, llegando hasta un puntaje de 3 que alcanza 0,2153. A pesar de que es unos de los CB más importantes que se encuentran en el territorio costarricense, tanto la creciente intensificación del cultivo de piña como la actividad ganadera son responsables de alterar la conectividad de los diferentes nichos ecológicos debido a la fragmentación de hábitats que estas actividades generan.

A pesar de algunos impactos negativos en la cobertura natural y el índice de biodiversidad; el índice de resistencia de 18,07 obtuvo un puntaje máximo de 10. Esto significa que en el CBSS existe una facilidad para el movimiento de especies a través de su paisaje, ya que la cobertura natural, aunque menor sea su extensión en comparación con su área total, se encuentra bien distribuida para mantener la efectividad del CB en términos ecológicos.

Por último, el indicador de análisis de fragmentos ofrece una perspectiva alentadora desde el punto de vista ecológico. A pesar de la aparente abundancia de fragmentos en el CBSS, esto no resultó ser un aspecto desfavorable. Esto se debe a que la distancia promedio entre cada fragmento es de aproximadamente 54 metros, un factor de gran importancia para la obtención de un resultado positivo en términos del índice de fragmentación.

8. Bibliografía

- Calvo, A. (2009). *Determinación de índices de fragmentación y modelamiento de la conectividad en los corredores biológicos de costa rica*. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5678>
- García et al (2014). *Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: Propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña (Ávila y Segovia)*. [Los corredores ecológicos y su importancia ambiental: Propuestas de actuación para fomentar la permeabilidad y conectividad aplicadas al entorno del río Cardeña \(Ávila y Segovia\) \(semanticscholar.org\)](https://www.semanticscholar.org)
- Gonzalez, A (2017). *Corredores biológicos: gestión sostenible de la biodiversidad con participación de la gente* Article. [corredor biológico – Revista Ambientico \(una.ac.cr\)](https://www.una.ac.cr)
- Hernández et al. (2022). *Paisaje productivo de pastos año 2019*. https://repositorio.conare.ac.cr/bitstream/handle/20.500.12337/8364/Informe%202019_Paisaje%20Productivo%20de%20Pastos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- León, Y., González, F., López, N. (2019). *Impacto de la producción piñera en la población de la zona de amortiguamiento de la Reserva de Biosfera La Amistad, Costa Rica*. Revista Leisa. 4(34). <https://repositorio.uam.es/handle/10486/690448>
- Ministerio de Ambiente y Energía, Comisión Nacional para la Gestión de la Biodiversidad, Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2016). *Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025*, Costa Rica. FMAM-PNUD, Fundación de Parques Nacionales-Asociación Costa Rica por Siempre, San José, Costa Rica. p.146 [estrategia_nacional_biodiversidad_2017.pdf \(enbcr.go.cr\)](https://www.enbcr.go.cr)

Morera-Beita, C., Sandoval-Murillo, L. F., & Alfaro-Alvarado, L. D. (2021). Evaluación de corredores biológicos en Costa Rica: estructura de paisaje y procesos de conectividad fragmentación. *Revista Geográfica de América Central*, 1(66), 129–155. <https://doi.org/10.15359/rgac.66-1.5>

Morera & Chassort (2007). EVALUACIÓN DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA ENTRE EL PARQUE NACIONAL PIEDRAS BLANCAS Y LA FILA DE CAL. (PDF) [EVALUACIÓN DE LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA ENTRE EL PARQUE NACIONAL PIEDRAS BLANCAS Y LA FILA DE CAL \(researchgate.net\)](#)

ONU, Costa Rica (s.f). Objetivo de desarrollo sostenible número 15. [Objetivo 15 | Objetivos de Desarrollo Sostenible \(ods.cr\)](#)

Picado, J. (2020). *MOCUPP como herramienta para la gestión de la conectividad del paisaje en los corredores biológicos: Caso de estudio en el Área de Conservación La Amistad Pacífico*. *Ambientico* 276(5). https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainacan-items/5/33976/276_26-34.pdf

Santos, T., & Tellería, J. L. (s.f). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=423&Id_Categoria=2&tipo=portada

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2017). *Propuesta del Plan de Gestión Local del Sitio Ramsar Maquenque*. Eds. H. Acevedo y Y. Villalobos. San José, Costa Rica. 47 p. https://enbcr.go.cr/sites/default/files/pgl_maquenque_11oct2017.pdf

Sistema Nacional de Áreas de Conservación. (2017). Herramienta para medir la efectividad de la gestión de Corredores Biológicos Publicado por: Sistema Nacional de Áreas de Conservación Programa Nacional de Corredores Biológicos. https://enbcr.go.cr/sites/default/files/mg2_sinac_2018_herramienta_para_medir_la_efectividad_de_gestion_de_corredores_biologicos.pdf

Solís, H., & Jiménez, O. (2019). Red de conectividad que permita la priorización de esfuerzos de conservación del hábitat de la lapa roja (Ara Macao) en el Corredor Biológico Paso de las Lapas, Pacífico Central, Costa Rica. [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional]. Repositoria de la Universidad Nacional. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/20922/TESIS%20OSCAR%20JIMENEZ%20Y%20HELLEN%20SOLIS%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Vargas et al. (2019). *Informe: Monitoreo del estado de la piña en Costa Rica para el año 2017, asociado con la pérdida y ganancia entre la cobertura forestal.* <https://mocupp.org/informes/>

Villate, Rodrigo; Canet-Desanti, Lindsay; Chassot, Olivier; Monge-Arias, Guisselle. (2009). *El Corredor Biológico San Juan-La Selva: una estrategia exitosa de conservación.* San José, Costa Rica. [XXp.https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10161/A3897e.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10161/A3897e.pdf?sequence=1&isAllowed=y)