

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE ARQUITECTURA



**Red de corredores biológicos como solución a la fragmentación del paisaje
en la microcuenca del sector Cocachimba-Gocta, Amazonas**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
ARQUITECTO**

AUTOR

Augusto Eduardo Jimenez Espino

ASESOR

María Teresa Montenegro Gómez

<https://orcid.org/0000-0003-0727-674X>

Chiclayo, 2025

**Red de corredores biológicos como solución a la fragmentación del paisaje
en la microcuenca del sector Cocachimba-Gocta, Amazonas**

PRESENTADA POR

Augusto Eduardo Jimenez Espino

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

ARQUITECTO

APROBADA POR

Carla Victoria Lorgia Abarca del Carpio
PRESIDENTE

María del Rosario Balcázar Lluncor
SECRETARIO

María Teresa Montenegro Gómez
VOCAL

Dedicatoria

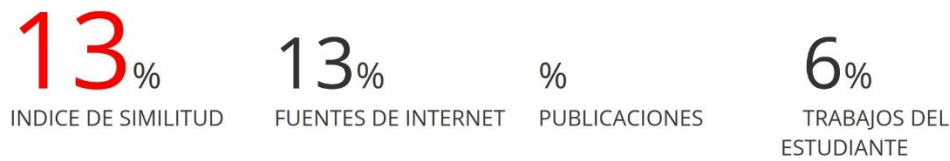
Dedico esta investigación a mi padre Augusto Napoleón Jiménez Valdivia, quien siempre dio todo para sacarme adelante y lo logró.

Agradecimiento

Agradezco, en primer lugar, a mi familia, que ha sido el sostén a lo largo de toda mi vida universitaria y durante este proceso. A mi madre y a mis tías, por su impulso constante y su fe inquebrantable en mí. A mis amigos y amigas de carrera, por su apoyo fundamental y compañía en cada etapa. Y a mi asesora, por su constancia, orientación y generosa disposición para ayudarme a encaminar esta tesis.

Red de corredores biológicos como solución a la fragmentación del paisaje en la microcuenca del sector Cocachimba-Gocta, Amazonas

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	docplayer.es Fuente de Internet	1 %
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	1 %
3	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	Submitted to Universidad de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
5	repositorio.unicordoba.edu.co Fuente de Internet	<1 %
6	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
7	biblioteca.mvot.gub.uy Fuente de Internet	<1 %
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
9	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1 %
10	mts.intechopen.com Fuente de Internet	<1 %

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción.....	8
Revisión de literatura.....	11
Materiales y métodos	15
Resultados y discusión	16
Conclusiones	43
Recomendaciones	43
Referencias	45
Anexos	47

Resumen

La expansión de las ciudades hacia áreas naturales, trae consigo la implementación de nuevas infraestructuras como carreteras, edificaciones, instalación de redes eléctricas, sanitarias, entre otras; impulsadas por las necesidades de transporte y servicios que estas poblaciones demandan, ocasionando problemas complejos en ecosistemas compuestos por hábitats únicos, en los cuales esta incursión ha terminado generando la fragmentación de su paisaje, que se manifiesta en la división de hábitats continuos en pequeños sectores aislados, reduciendo la interacción entre especies y su contexto habitual en el cual se desarrollan, afectando directamente a su biodiversidad.

Esta investigación plantea demostrar cómo se manifiesta esta fragmentación del paisaje en la microcuenca de Gocta, en la región Amazonas (Perú), provocada por el proceso de crecimiento del centro poblado de Cocachimba, planteando como alternativa de recuperación de la biodiversidad del sector, una red de corredores biológicos. Para ello se desarrollará como primer objetivo caracterizar la fragmentación del paisaje de la microcuenca, posteriormente analizar proyectos referentes que hayan realizado intervenciones en casos con parámetros y problemáticas similares, finalmente se propondrá estrategias de intervención para la conservación y recuperación del paisaje de la Microcuenca de Gocta.

Palabras clave: Fragmentación del Paisaje, Corredor Biológico, Microcuenca, Ordenamiento territorial.

Abstract

The expansion of cities into natural areas brings with it the implementation of new infrastructures such as roads, buildings, installation of electrical networks, sanitary facilities, among others; driven by the needs of transportation and services that these populations demand, causing complex problems in ecosystems composed of unique habitats, in which this incursion has ended up generating the fragmentation of its landscape, which manifests itself in the division of continuous habitats into small isolated sectors, reducing the interaction between species and their usual context in which they develop, directly affecting their biodiversity.

This research aims to demonstrate how this fragmentation of the landscape manifests itself in the Gocta micro-basin, in the Amazonas region (Peru), caused by the growth process of the Cocachimba population center, proposing a network of biological corridors as an alternative for the recovery of the biodiversity of the sector. To this end, the first objective will be to characterize the fragmentation of the micro-basin landscape, then analyze reference projects that have carried out interventions in cases with similar parameters and problems, and finally, intervention strategies will be proposed for the conservation and recovery of the Gocta Micro-basin landscape.

Keywords: Landscape Fragmentation, Biological Corridor, Micro-basin, Land Use Planning.

Introducción

A medida que las ciudades se expanden y ocupan espacios naturales ricos en biodiversidad, surgen complejos problemas asociados a la necesidad de desarrollar infraestructura. La respuesta común suele ser la construcción de carreteras y la incorporación de alojamientos y servicios básicos, priorizando los beneficios sociales y económicos para los habitantes locales. Sin embargo, estas obras a menudo se realizan sin un adecuado planeamiento territorial, lo que genera daños ambientales significativos. Entre las consecuencias, se incluye la fragmentación de hábitats de gran riqueza biológica, provocando el desplazamiento e incluso la desaparición de especies de flora y fauna que dependen de estos ecosistemas.

En términos generales, lo que para el ciudadano de a pie significa desarrollo y una mejora en su modo de vida, para el medio natural puede implicar la depredación de sectores de gran envergadura y, como consecuencia, la extinción de muchas especies debido a la fragmentación de su paisaje. La fragmentación del paisaje se refiere al proceso en el que un hábitat o entorno continuo se ve seccionado en porciones más pequeñas debido a intervenciones humanas impulsadas por procesos de urbanización, generación de áreas productivas de cultivo u otras actividades antrópicas.

En referencia a esta fragmentación se encuentran diferentes estudios en Barcelona en el territorio del parque del Garraf y Olerdola (Catalunya) que abarca una ventana de tiempo muy amplia (1956 – 2006), observándose 3 periodos de tiempo, donde el primer periodo (1956/1957) muestra el área como fragmentos naturales grandes donde prevalecían matorrales y bosques densos, en el segundo periodo (1983/1987) se identificaron fragmentos más pequeños donde predominaban matorrales claros y semidensos, y en el tercer periodo (2006/2008) las variaciones fueron mayores, los bosques densos no volvieron a regenerarse, evidenciándose la pérdida de la conectividad ecológica, reducción de la diversidad de especies, reducción de hábitats, alteración de las interacciones ecológicas, algunos de ellos irreversibles. (Szek, 2012)

De manera similar en Colombia en la Vereda del Diamante, Tierralta, Cordoba, se concluyó que “la amenaza más importante para la conservación de los mamíferos es la pérdida y fragmentación del hábitat natural, donde a mayor fragmentación disminuye proporcionalmente la posibilidad de vida de los mamíferos que requieren complejidad de hábitat caso del Puma concolor y *Leopardus pardalis*” (Romero y Martínez, 2016).

Los estudios y resultados previos sirven como base para esta investigación, que se sitúa en la microcuenca de Gocta, un paisaje natural de 2,100 hectáreas caracterizado por montañas altas con laderas que varían entre moderadamente empinadas y muy empinadas. Este relieve

montañoso, perteneciente a la cordillera subandina, cuenta con al menos 22 caídas de agua (cataratas) que se activan y desactivan según las temporadas de lluvia (Manuel Oliva y Robert Salas, 2017). Entre ellas destacan la catarata Chorro Negro, la catarata Golondrina y Cajuache, siendo la catarata de Gocta la más prominente. Esta última, con dos caídas de agua que juntas alcanzan los 771 metros de altura, constituye un hito natural que ha influido en el desarrollo de las especies que habitan su entorno.

Todas estas caídas de agua desembocan en el río Gocta, que divide el área en dos secciones y, finalmente, confluye en el río Utcubamba. Este conjunto de elementos convierte a la microcuenca de Gocta en un paisaje con hábitats complejos, ideales para la coexistencia de una gran variedad de especies de fauna y flora, incluidas algunas de carácter endémico.

En este contexto, se identifican algunos centros poblados, siendo el más importante Cocachimba. Este anexo, antes del descubrimiento de la catarata de Gocta, dependía principalmente de la agricultura y la ganadería a pequeña escala. Sin embargo, en la actualidad, la economía de este lugar ha girado hacia los servicios turísticos para atender a los visitantes de la catarata, ocupando extensiones considerables del paisaje, que anteriormente era predominantemente natural. Este cambio ha generado un proceso de fragmentación que ya resulta evidente en el paisaje del sector.

Con base en estudios realizados en zonas con gran diversidad ecosistémica y paisajística, se ha comprobado que los corredores biológicos permiten reducir los efectos de la fragmentación, promoviendo un desarrollo sostenible y la regeneración de los ecosistemas.

Muestra de que esto es viable, la encontramos en Costa Rica, donde uno de estos corredores biológicos “Paso de las Nubes”, logra unir a través de bosques fragmentados la Zona Protectora “Alberto Brenes”, con el Parque Nacional “Juan Castro Blanco”; proyecto de gran envergadura que propone conexiones a nivel de cuenca y constituye un precedente importante para poder aplicar sus propuestas a nivel micro en paisajes más pequeños como el caso de estudio (Boraschi, 2009).

Como resultado de las intervenciones antrópicas en el sector Cocachimba-Gocta, los paisajes y hábitats se han reducido a áreas cada vez más pequeñas, limitando los espacios necesarios para el desarrollo de diversas especies endémicas, como el colibrí cola de espátula (*Loddigesia mirabilis*) y el gallito de las rocas (*Rupicola peruvianus*), entre otras. Estas especies, además de enfrentarse a la reducción de su hábitat físico, podrían enfrentarse a la extinción total en el futuro si no se toman medidas adecuadas para frenar este proceso.

Además de estas especies animales, el área alberga árboles nativos como el árbol de la quina, el cedro, el ishpingo y la cascarilla, junto con 212 especies de flora, entre las que destacan las

orquídeas, la mora silvestre, el anís de campo y el matico. Estas especies también se encuentran en riesgo de depredación y extinción si no se implementan acciones concretas para mitigar el continuo proceso de fragmentación.

El objetivo principal de la investigación es proponer la creación de una red de corredores biológicos en la microcuenca de Gocta, específicamente en el sector Cocachimba-Gocta, en la región de Amazonas. El propósito de esta red es reducir la fragmentación del paisaje en esta área, promoviendo la conservación de sus ecosistemas naturales y la biodiversidad local. Esta iniciativa busca abordar los problemas ambientales derivados de la intervención humana en el territorio, que han causado la pérdida de hábitats clave para diversas especies endémicas y la alteración de los procesos ecológicos fundamentales en la zona.

Para alcanzar este objetivo principal, se han establecido varios objetivos específicos que guiarán el desarrollo de la investigación. En primer lugar, se tiene como objetivo caracterizar la fragmentación del paisaje en la microcuenca de Gocta. Esto permitirá evidenciar la pérdida de áreas naturales y la disminución de la biodiversidad, proporcionando datos clave sobre la extensión y las causas de la fragmentación en el territorio. A través de este análisis, se espera obtener una visión detallada de cómo las actividades humanas, como la urbanización y la explotación de recursos naturales, han afectado el equilibrio ecológico de la zona.

En segundo lugar, se pretende analizar proyectos y estudios previos que hayan implementado estrategias de intervención territorial exitosas para reducir la fragmentación de paisajes naturales. Este análisis servirá como base para identificar enfoques y metodologías que puedan ser adaptadas y aplicadas en el contexto específico de la microcuenca de Gocta.

Finalmente, el tercer objetivo específico es proponer estrategias de intervención que favorezcan la conservación y recuperación del paisaje de la microcuenca de Gocta, específicamente en el sector Cocachimba-Gocta.

Revisión de literatura

Efecto de la fragmentación del paisaje sobre la diversidad de mamíferos terrestres en la vereda el diamante, tierralta-córdoba. El incremento de las actividades humanas provoca alteraciones en los ecosistemas y fragmentación del hábitat, lo que amenaza la biodiversidad en áreas ricas en especies. La fragmentación del hábitat se refiere a la división de un bosque continuo en pequeñas unidades aisladas, reduciendo significativamente su área original.

La fragmentación ocurre principalmente por la conversión de tierras para actividades humanas, como agricultura, ganadería, construcción de vías, asentamientos humanos y proyectos energéticos. Investigar los efectos de esta fragmentación sobre la biodiversidad y las especies silvestres es crucial en las ciencias biológicas. Los enfoques modernos en biología de la conservación se centran en el manejo de paisajes fragmentados mediante corredores biológicos que facilitan el flujo genético y el acceso a hábitats, manteniendo así la diversidad de especies.

En cuanto a la mastofauna, hay una considerable falta de información. Los mamíferos tienen diversas necesidades de hábitat y movilidad; la fragmentación puede causar la pérdida o extinción local de poblaciones y alterar sus estructuras debido a cambios en tasas de natalidad, mortalidad, inmigración y emigración.

En Colombia, el crecimiento de la población y la demanda de tierras agropecuarias amenazan los bosques naturales con extinción. El cambio en el uso del suelo para agricultura y ganadería reduce el tamaño y número de hábitats naturales y disminuye su conectividad, aumentando la probabilidad de extinción local. En el alto Sinú y alto San Jorge en Córdoba, se encuentran hábitats naturales ricos en biodiversidad y especies amenazadas, pero la expansión agrícola y ganadera es una causa principal de fragmentación y pérdida de hábitat, alterando los ecosistemas y la diversidad de mamíferos terrestres.

La Vereda El Diamante, ubicada entre las cuencas altas de los ríos Sinú y San Jorge, tiene importantes bosques húmedos tropicales, pero es vulnerable a la expansión agropecuaria. Esto causa alteraciones en la funcionalidad del ecosistema y pérdida de biodiversidad nativa, reduciendo la capacidad de las comunidades locales para soportar, adaptarse y recuperarse ante el cambio climático y la oferta de servicios ecosistémicos. Por ello, se propuso estudiar el efecto de la fragmentación del bosque sobre la diversidad de mamíferos terrestres en la Vereda El Diamante, Tierralta - Córdoba. (García, 2011)

Evaluación de corredores biológicos en costa rica: estructura de paisaje y procesos de conectividad-fragmentación. El Antropoceno, como época geológica, está marcado por la influencia de las actividades humanas en los ciclos biogeoquímicos del planeta, con el cambio climático contribuyendo significativamente a la fragmentación de los ecosistemas naturales. Preservar y restaurar la conectividad en estos ecosistemas es crucial para la conservación de la biodiversidad y la planificación del paisaje, especialmente en regiones tropicales como Costa Rica. Durante el siglo pasado, se identificó la necesidad de conectar áreas protegidas, que a menudo actúan como islas aisladas, para mantener la biodiversidad. Así surgieron los corredores biológicos (CB), que facilitan el movimiento de especies y promueven la persistencia de poblaciones, aunque también pueden facilitar la dispersión de plagas y enfermedades.

En las últimas décadas, los CB se han establecido con diversos tamaños y estructuras, convirtiéndose en una estrategia clave para la conservación de la biodiversidad a nivel de paisaje. En Costa Rica, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) se formalizó en los años 90, incluyendo varias categorías de protección, aunque los CB no se consideran oficialmente una de ellas. Para gestionar estos corredores, en 2006 se creó el Programa Nacional de Corredores Biológicos (PNCB), priorizando estas áreas para la asignación de pagos por servicios ambientales.(Oviedo, M. J., & Martínez, 2016)

El Corredor Biológico Talamanca-Caribe, establecido en los años 90, fue el primer CB en Costa Rica y antecedente del Corredor Mesoamericano. En 2018, Costa Rica contaba con 44 CB cubriendo el 38% del país, objeto de numerosas investigaciones. La mayoría de los estudios se enfocan en evaluar un solo corredor, mientras que solo uno analiza la conectividad de todos los CB del país. Este artículo busca evaluar la funcionalidad de los CB en Costa Rica considerando varios índices relacionados con la estructura del paisaje y su localización altitudinal, aplicando el enfoque de la Ecología del Paisaje. (Morera-Beita, Sandoval-Murillo, L. F., & Alfaro-Alvarado, L. D. 2021)

Corredores biológicos: una estrategia de conservación en el manejo de cuencas hidrográficas. El objetivo principal de este corredor es promover el desarrollo sostenible y elevar el nivel de vida de los residentes al planificar la cuenca, fomentar prácticas de producción sostenible, restaurar los ecosistemas naturales y proteger la biodiversidad, con el propósito de enlazar las áreas protegidas previamente mencionadas. Para alcanzar estas metas, se busca estimular la adopción de métodos de gestión adecuados para mantener la calidad y cantidad del agua, estableciendo alianzas estratégicas con los usuarios y aquellos que toman decisiones. También se aspira a colaborar con autoridades locales, asociaciones, cooperativas,

instituciones, organizaciones no gubernamentales y la sociedad civil en general para preservar y rehabilitar los bosques fragmentados en la región, con el objetivo de salvaguardar la biodiversidad y los sistemas acuáticos. Es crucial mejorar la conectividad entre los distintos ecosistemas y promover el intercambio genético de la biodiversidad vinculada a las áreas protegidas mediante la restauración natural y el pago por servicios ambientales a los propietarios. Por último, es necesario reforzar la gestión institucional a nivel regional mediante la promoción de procesos de planificación, ordenamiento territorial y coordinación entre los diversos actores involucrados en este proyecto de corredor. (Feoli Boraschi, S. 2009)

Fragmentación del paisaje. Fragmentación es el término empleado para describir el fenómeno en el cual grandes áreas de hábitat continuo se ven reducidas y divididas en fragmentos más pequeños y aislados, que quedan dispersos en una matriz con condiciones desfavorables para las especies que los ocupan. Este proceso implica la división de un hábitat continuo en secciones separadas, generando fragmentos de menor tamaño que el hábitat original, los cuales pueden estar más o menos aislados y presentar efectos de borde distintivos. Se trata de la transformación de un sistema continuo, como un bosque o un estero, en múltiples unidades más pequeñas y dispersas entre sí, resultando en una reducción de la superficie total del hábitat original. Esta transformación del hábitat suele llevarse a cabo con el propósito de habilitar tierras para la agricultura, establecer pastizales para el ganado, construir infraestructuras como presas y carreteras, o para el desarrollo urbano. A medida que este proceso avanza, se desencadenan una serie de cambios en los procesos ecológicos, lo que a su vez impacta en las poblaciones y comunidades de flora y fauna, así como en los suelos y el agua, tal como puede observarse en la naturaleza. (Navarro, González, Flores & Amparán, 2015).

Corredor biológico. Un corredor biológico, según los lineamientos establecidos por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en su informe "Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos 2020", es un espacio geográficamente definido que se gestiona y maneja a largo plazo con el propósito de mantener o restaurar la conectividad ecológica de manera efectiva. Estos corredores biológicos son herramientas diseñadas para permitir el flujo de información entre especies en un entorno fragmentado debido a actividades humanas como la división de hábitats y ecosistemas en parcelas cada vez más pequeñas. Además, se utilizan términos como "conexiones", "pasos seguros", "áreas de conectividad ecológica", "zonas de conectividad ecológica" y "áreas de permeabilidad" de manera similar para referirse a estos corredores. La UICN también utiliza

conceptos como "Otras medidas efectivas de conservación basadas en área" (OMEC) y "Red ecológica" para describir sistemas de hábitats núcleo conectados a través de corredores ecológicos, establecidos, restaurados y preservados para conservar la diversidad biológica en entornos fragmentados.(Vivanco, 2023)

Pasos de fauna. Los pasos de fauna son estructuras que permiten la conectividad entre hábitats cercanos a obras de infraestructura como carreteras o autopistas. Estas estructuras, de diversas formas, facilitan el movimiento de la fauna de un lado a otro, por ejemplo, permitiendo la comunicación entre hábitats separados por una vía férrea.

Entre las ventajas y características de los pasos de fauna se incluyen:

1. Prevención de colisiones entre la fauna local y los vehículos.
2. Reducción del efecto de la fragmentación del hábitat.
3. Variedad de estructuras, como túneles, viaductos y puentes adaptados a diferentes tipos de animales, incluyendo túneles para anfibios, escaleras para peces, azoteas verdes para mariposas y aves, así como tendidos de cable o cuerda para mamíferos arbóreos como monos o ardillas.

También se consideran estructuras mixtas para diferentes especies e incluso pasos para personas. (Vivanco, 2023)

Cuenca hidrográfica. Una cuenca hidrográfica es un área de tierra definida por su topografía, donde todas las aguas superficiales y subterráneas fluyen hacia un punto de salida común, como un río, lago o mar. Estas áreas son fundamentales para la gestión del agua, ya que proporcionan el contexto para entender la disponibilidad y calidad del recurso hídrico en una región determinada. Además, las cuencas hidrográficas son unidades mínimas de gestión del agua, lo que significa que son la base para caracterizar y diagnosticar el recurso hídrico en un área específica. Con un conocimiento adecuado de las cuencas hidrográficas, los planificadores y usuarios del recurso pueden establecer lineamientos para su protección y considerar su uso y disponibilidad en proyectos presentes y futuros. En resumen, las cuencas hidrográficas son componentes esenciales para una gestión integral del recurso hídrico, especialmente en un contexto de crecimiento poblacional, aumento de la demanda de alimentos y agua potable, contaminación y cambio climático. (Ordoñez, 2011)

Ordenamiento Territorial.

El ordenamiento territorial, desde la perspectiva arquitectónica, implica un enfoque sistémico que articula elementos naturales, sociales y construidos para estructurar y planificar el uso del territorio de manera eficiente y sostenible. Este concepto se centra en el uso racional del suelo, la preservación de espacios abiertos, la distribución de la centralidad urbana y la optimización de la movilidad, todos ellos interrelacionados para fomentar el equilibrio entre desarrollo y conservación.

El uso racional del suelo busca asignar funciones adecuadas a cada área, mientras que la preservación de espacios abiertos prioriza la protección de suelos con mayor valor natural frente a presiones urbanísticas. La distribución de la centralidad optimiza la ubicación de equipamientos y actividades urbanas, promoviendo cohesión y eficiencia en la interacción de las áreas urbanas y rurales. Por último, la optimización de la movilidad considera soluciones para evitar congestión y facilitar conexiones fluidas entre diferentes zonas del territorio.

Estos principios se reflejan en los planes regionales de ciudades como Nueva York, Londres y Barcelona, que sirven como ejemplos clave de planificación urbana y territorial para abordar desafíos contemporáneos como el cambio climático y el crecimiento poblacional. Cada uno adapta estos principios a su contexto histórico, cultural y geográfico, desarrollando estrategias específicas para lograr una planificación territorial integrada y sostenible. (Fernández, 2012)

Materiales y métodos

Esta investigación propone como primer peldaño de estudio identificar como la ocupación del territorio natural alimentado por el desarrollo urbano y económico de Cocachimba, en la microcuenca de Gocta, donde lo fragmentado de diferentes maneras ha afectado la continuidad del paisaje con efectos adversos sobre la biodiversidad y los procesos ecosistémicos.

Este estudio además trazara una malla donde se identifiquen las diferentes características de esta fragmentación, como la expansión de Cocachimba, el trazado de vías de conexión peatonal y vehicular entre sitios de interés y la expansión de las áreas de cultivo y ganadería.

Como esta Microcuenca Hidrográfica se extiende por más de 1805 hectáreas y además cuenta con relieves de terreno montañoso y 3 poblados en su interior, para su correcto análisis se utilizarán las siguientes herramientas:

1. **Análisis GIS (Sistemas de Información Geográfica):** Se utilizará datos espaciales para analizar la distribución de la urbanización actual, identificar áreas de fragmentación

del paisaje y evaluar la conectividad ecológica dentro de la microcuenca. Se empleará programas de software como ArcGIS, QGIS o Google Earth Engine.

2. **Imágenes Satelitales:** Se utilizará imágenes satelitales de alta resolución para realizar análisis de cambios en el uso del suelo a lo largo del tiempo, identificar patrones de urbanización y evaluar el impacto en el paisaje, se usarán programas de software como Google Earth Pro y Sas Planet.
3. **Superposición de Datos:** Mediante software como Autocad, Photoshop y Coreldraw, se superpondrán los datos recolectados de manera que los resultados de la investigación puedan ser expuestos de forma gráfica t fácil de entender.
4. **Encuestas y Entrevistas:** Se llevarán a cabo encuestas a los residentes locales, líderes comunitarios y autoridades municipales para comprender las percepciones sobre el crecimiento urbano, las preocupaciones ambientales y las posibles soluciones. Se anticipa que las entrevistas en profundidad proporcionarán información detallada sobre los desafíos y oportunidades específicos en la microcuenca, además de obtener una mirada global en la posible aceptación de la población hacia las estrategias de solución que se puedan proponer.
5. **Revisión Bibliográfica y Documental:** Se Realizará una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica relacionada con el crecimiento urbano sostenible, la planificación del uso del suelo, la gestión de cuencas hidrográficas y la conservación del paisaje.

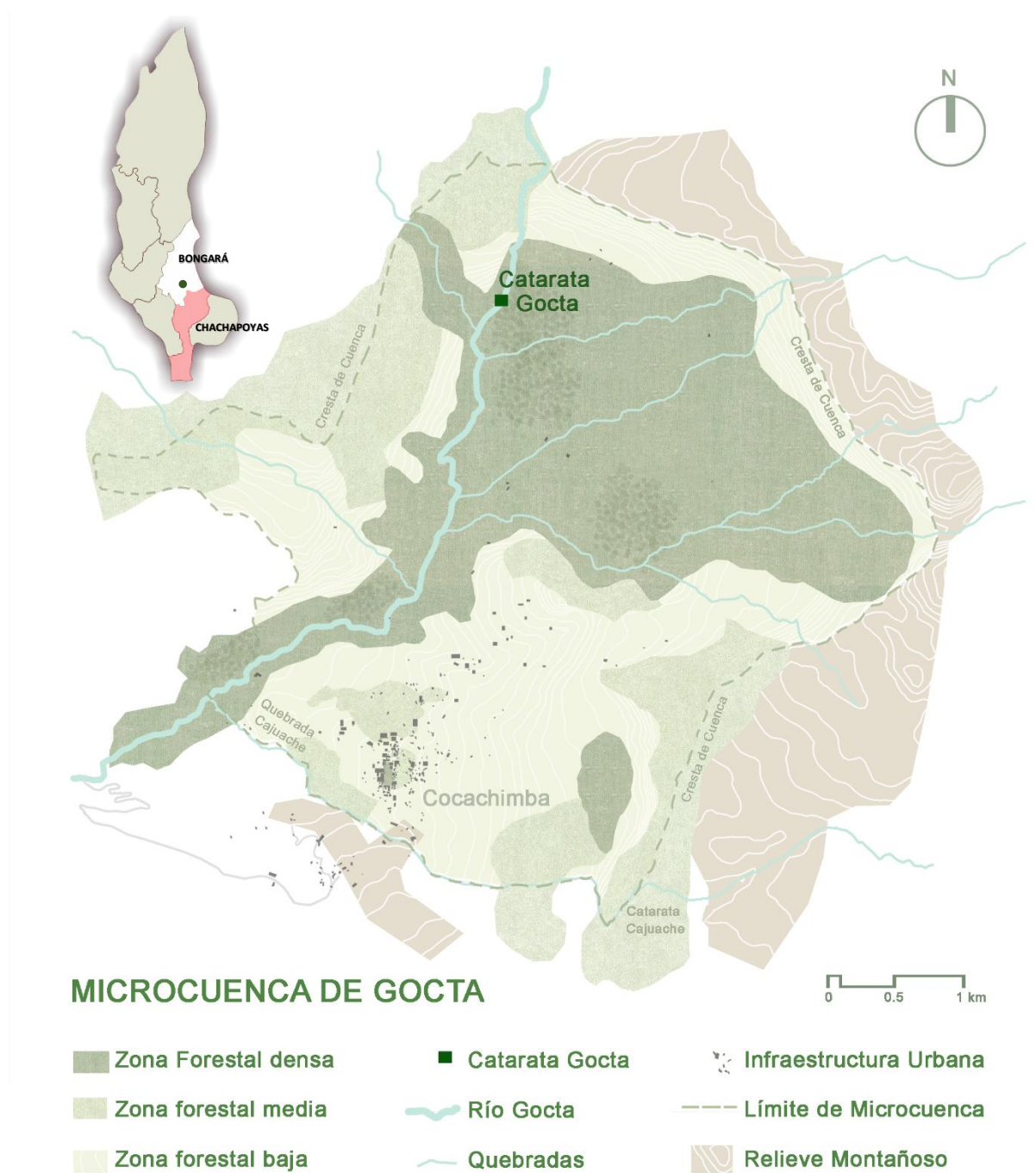
Resultados y discusión

RESULTADO 01:

En primer lugar y debido a la extensión de la microcuenca se procedió a delimitar el área de estudio sector Cocachimba Gocta. El centro poblado de Cocachimba, es nuestro punto de partida para delimitar el área de estudio, ya que su influencia en la fragmentación del paisaje es muy alta, debido a todas las actividades que desarrollan su economía. Este sector comprende un área de 1805 hectáreas con un perímetro aproximado de 21 200m y una altitud entre los 1600 y 2800 msnm, con los siguientes límites físicos:

Por el norte, el este y oeste, el área de estudio limita con la cresta de la cuenca, un relieve montañoso y accidentado, con una combinación de valles profundos, laderas empinadas y altiplanos intermedios, con alturas que varían entre los 600 y 900 metros.

Por el sur limita con la quebrada de la catarata Cajuache.



Desde el descubrimiento de las Catarata de Gocta en 2006, el crecimiento del turismo en Cocachimba ha sido considerable. Según los reportes regionales de turismo por parte del ministerio de comercio exterior y turismo, los índices de visitantes más altos fueron en 2019, año en el cual Gocta recibió a 59531 visitantes, siendo agosto uno de los meses de mayor afluencia, con un total de 8430 turistas con un promedio diario de 281 visitantes .En la actualidad (2024) el flujo turístico ascendió a un promedio de 1300 visitantes por mes, lo que representó un incremento del 22.4% en comparación con el año 2023; aunque por debajo de los niveles del año 2019, debido a la desaceleración del turismo provocada por la pandemia.

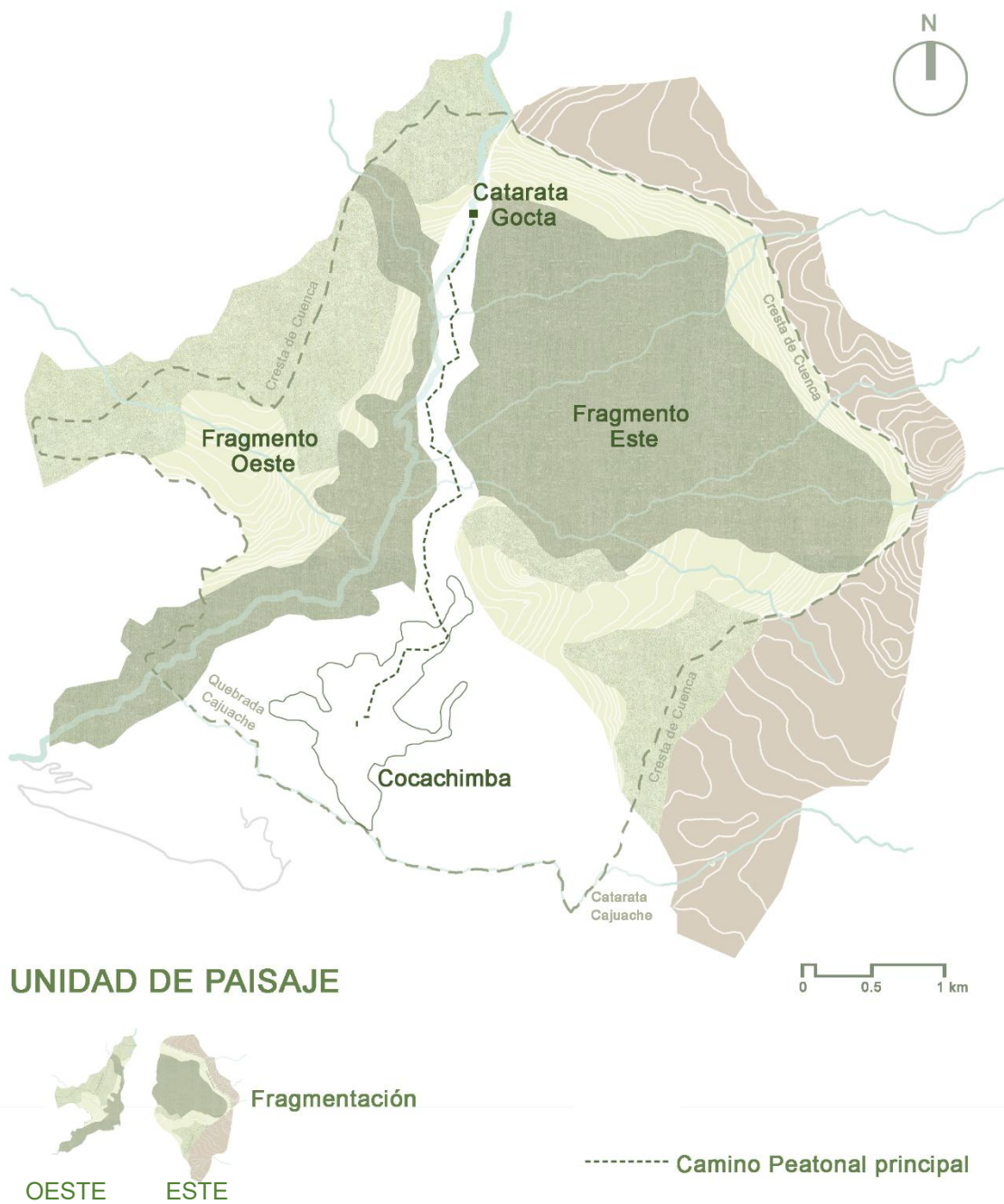
A pesar de esta caída temporal, el crecimiento turístico en Gocta se proyecta con un notable potencial de recuperación. Este crecimiento se verá impulsado, además, por el reconocimiento de la Catarata de Gocta y la Ilaqta de Kuélap en el listado de GREEN DESTINATION TOP 100 STORIES 2024. Ambas ubicaciones forman parte del circuito turístico principal en la región de Amazonas, destacándose como destinos emblemáticos junto con el monumento arqueológico de Kuélap, actualmente en proceso de restauración y revalorización.

Identificar la cantidad de turistas que visitan y visitarán la catarata es un factor clave para entender el impacto en el hábitat del entorno de Gocta. Un mayor número de personas en un área pequeña genera más presión sobre los recursos naturales, lo que amplía el área afectada. Por ejemplo, en los parques nacionales de Estados Unidos, como el Parque Nacional de Yellowstone, se ha identificado que el radio de influencia del impacto ambiental puede extenderse hasta varios kilómetros desde los caminos y senderos debido a la compactación del suelo, la erosión y la alteración de la vegetación (Leung y Marion, 2000). Los ecosistemas sensibles, como los bosques tropicales, bosques andinos, tundras y zonas costeras, tienden a tener un radio de influencia más amplio, ya que son más susceptibles a la degradación debido a su frágil equilibrio ecológico.

Un estudio realizado en los Parques Nacionales de los Alpes en Europa encontró que el impacto del turismo puede extenderse hasta 300 metros alrededor de los senderos en áreas de vegetación alpina, afectando la regeneración de las plantas y provocando la fragmentación de los hábitats. (Nepal, 2000).

Estos criterios de análisis se pueden aplicar a la microcuenca de Gocta y para ello debemos analizar los factores que presenta este hábitat.

Abordando el análisis desde esta perspectiva (turismo) encontramos en primer lugar la ruta principal hacia la catarata de Gocta desde Cocachimba, un sendero de aproximadamente 5.5km de un camino sinuoso de entre 2 y 3 metros de ancho que se extiende a través de laderas y pendientes, una caminata desafiante que toma alrededor de 2 a 3 horas, dependiendo del ritmo y las condiciones físicas del visitante, este camino se considera peatonal y de herradura ya que también se usan caballos como medio de transporte para algunos turistas que no puede recorrer el camino en su totalidad; esta ruta fragmenta físicamente la microcuenca en dos grandes porciones (este y oeste).



Capa 1 de fragmentación: El camino secciona un hábitat físicamente

Este sendero que sirve de tránsito para los visitantes genera una fuente constante de ruido que tiene efectos amplios y profundos sobre la fauna, ya que especies como el colibrí cola de espátula, gallito de las rocas, algunas especies de primates y otros mamíferos pequeños son sensibles a los sonidos inusuales producidos por la presencia humana. Estos ruidos, que incluyen conversaciones, música, risas, bicicletas y el sonido de los equipos de senderismo,

pueden crear niveles de sonido considerables (80 db), que dependiendo del tipo de especie y el entorno, podría llegar a desplazar a los animales a más de un kilómetro de las áreas turísticas. Este fenómeno se debe a que el ruido altera el comportamiento y los patrones de actividad de los animales, muchas especies dependen de señales auditivas para encontrar pareja, localizar alimento y evitar depredadores, y el ruido antropogénico puede interferir en estos procesos vitales. La exposición a sonidos fuertes e inesperados activa en la fauna una respuesta al estrés que, a largo plazo, altera su bienestar y su actividad normal, además de forzarlas a evitar ciertas áreas o cambiar sus patrones de movimiento. La intensidad y frecuencia de estos ruidos pueden hacer que los animales asocien ciertas zonas con peligro o incomodidad, y por lo tanto, eviten acercarse a ellas incluso cuando el ruido ya no esté presente.

Un estudio en el Parque Nacional de Banff, en Canadá, realizado por Whittaker y Knight (1998), mostró que la vida silvestre evitaba áreas hasta 800 metros de los senderos más frecuentados. En este caso, la presencia de humanos y el ruido generado afectaban particularmente a mamíferos como el ciervo mula, el alce y el oso pardo, que evitaban zonas de actividad humana continua, buscando refugio en áreas cada vez más alejadas. En América Latina, se han documentado patrones similares, especialmente en áreas protegidas en la Amazonía y parques nacionales de los Andes, donde el ruido y la actividad humana afectan a especies como el tapir, el jaguar y diversas especies de aves. En estos ecosistemas, la fauna puede percibir el ruido como una amenaza continua y opta por desplazarse a lugares donde pueden realizar sus actividades sin interrupciones, lo cual impacta sus territorios y puede llevar a conflictos territoriales o reducción de su área de actividad efectiva.

El desplazamiento de los animales no solo altera su bienestar individual, sino también el equilibrio del ecosistema. Al modificar sus patrones de movimiento y restringirse a zonas específicas, las especies pierden acceso a recursos vitales, como áreas de alimentación o sitios de reproducción y pueden enfrentarse a una mayor competencia por los recursos limitados en los refugios seguros. Además, este desplazamiento aumenta el riesgo de conflictos entre especies, lo que puede llevar a una reducción de la biodiversidad y al debilitamiento de las redes tróficas. Por ejemplo, si especies de depredadores como el jaguar o el puma son forzadas a buscar nuevos territorios debido al ruido, pueden entrar en conflicto con otras poblaciones o incluso con zonas habitadas por humanos, creando riesgos para ambos.

La respuesta al estrés causada por el ruido también afecta a nivel fisiológico. Estudios han mostrado que algunos animales presentan niveles elevados de cortisol, una hormona del estrés, cuando se exponen a ruidos intensos y persistentes. Esto no solo impacta su salud, sino que afecta la reproducción y puede reducir la viabilidad de las crías. En áreas con presencia continua

de visitantes, algunas especies pueden incluso reducir su reproducción o experimentar altas tasas de abandono de crías, ya que la perturbación constante representa un entorno no seguro para el cuidado parental.



Capa 2 de fragmentación: El ruido amplifica el efecto de fragmentación.

Otro factor es la erosión y la compactación del suelo, problemas ambientales importantes en áreas naturales con alta afluencia de visitantes ya que alteran tanto el ecosistema del suelo como la vegetación circundante. Según estudios de Hammitt y Cole (1998), el impacto de estas alteraciones puede observarse en un radio de 5 a 30 metros alrededor de los senderos,

especialmente en zonas de bosque templado. No obstante, estos efectos también se evidencian en otros ecosistemas, incluyendo selvas tropicales y áreas montañosas, particularmente en senderos de montaña o en puntos de observación de vistas panorámicas.

La compactación del suelo ocurre cuando el tráfico constante de turistas ejerce presión sobre el suelo, comprimiendo sus partículas y reduciendo el espacio entre ellas. Este proceso es especialmente intenso en senderos estrechos y zonas de mayor afluencia, donde el suelo no tiene oportunidad de recuperarse. Conforme el suelo se compacta, su capacidad para absorber agua disminuye, lo que reduce su infiltración y favorece la escorrentía en épocas de lluvia. Esto aumenta la erosión y el desgaste del sendero y puede afectar las áreas cercanas al provocar deslizamientos o acumulaciones de agua en zonas indeseadas. Además, la compactación afecta las raíces de las plantas, que requieren de un suelo suelto para extenderse y acceder a nutrientes y agua, lo que provoca la pérdida de vegetación alrededor de los senderos y dificulta la recuperación de las especies afectadas.

La erosión es otro efecto directo del tránsito constante en los senderos. Cuando el suelo está compactado y tiene menor capacidad para retener agua, se vuelve más susceptible a la erosión por lluvia, viento y tránsito. A medida que los turistas caminan repetidamente por el mismo lugar, van removiendo la capa superficial del suelo, especialmente en áreas empinadas o en los puntos donde el sendero cambia de dirección. En pendientes, este desgaste es más intenso y puede extenderse más allá de los límites del sendero, afectando la vegetación y acelerando la pérdida de suelo fértil. Además, la erosión lateral, que ocurre cuando las áreas adyacentes al sendero soportan el peso de los turistas que evitan zonas dañadas o embarradas, puede ampliar el ancho del sendero de manera involuntaria, aumentando el impacto del tráfico turístico en el ecosistema.

El último factor que cierra el límite de afectación a la microcuenca de Gocta es su crecimiento ya que desde 2006 hasta el 2024 Cocachimba ha crecido un 63% (2.6% anual). En muchos países, especialmente en regiones desarrolladas, las tasas de crecimiento de la población tienden a ser más bajas, a menudo en torno al 1-2% anual. Un crecimiento del 63% en 18 años superaría con creces estos promedios. (Ver Anexo A)



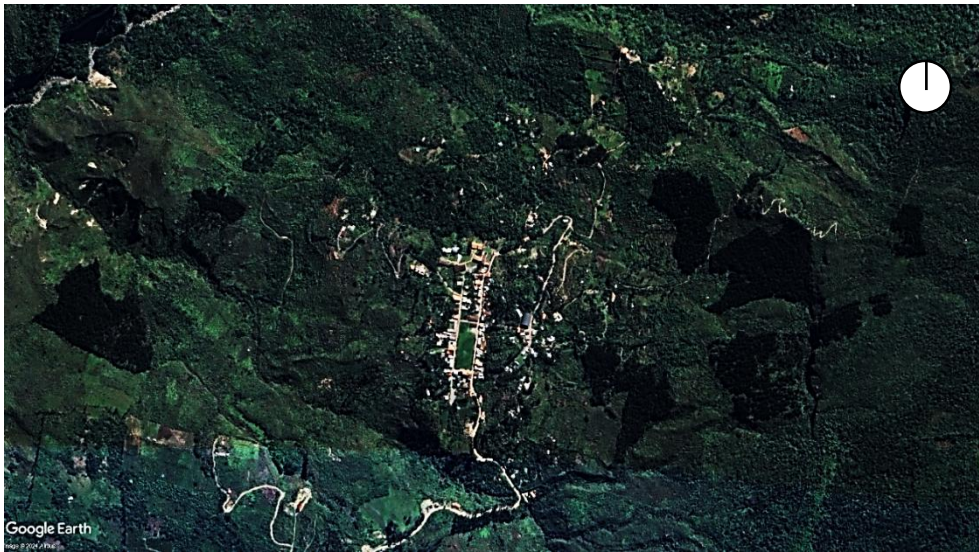
Año 2006 – fuente Google Earth



Año 2012– fuente Google Earth



Año 2019– fuente Google Earth



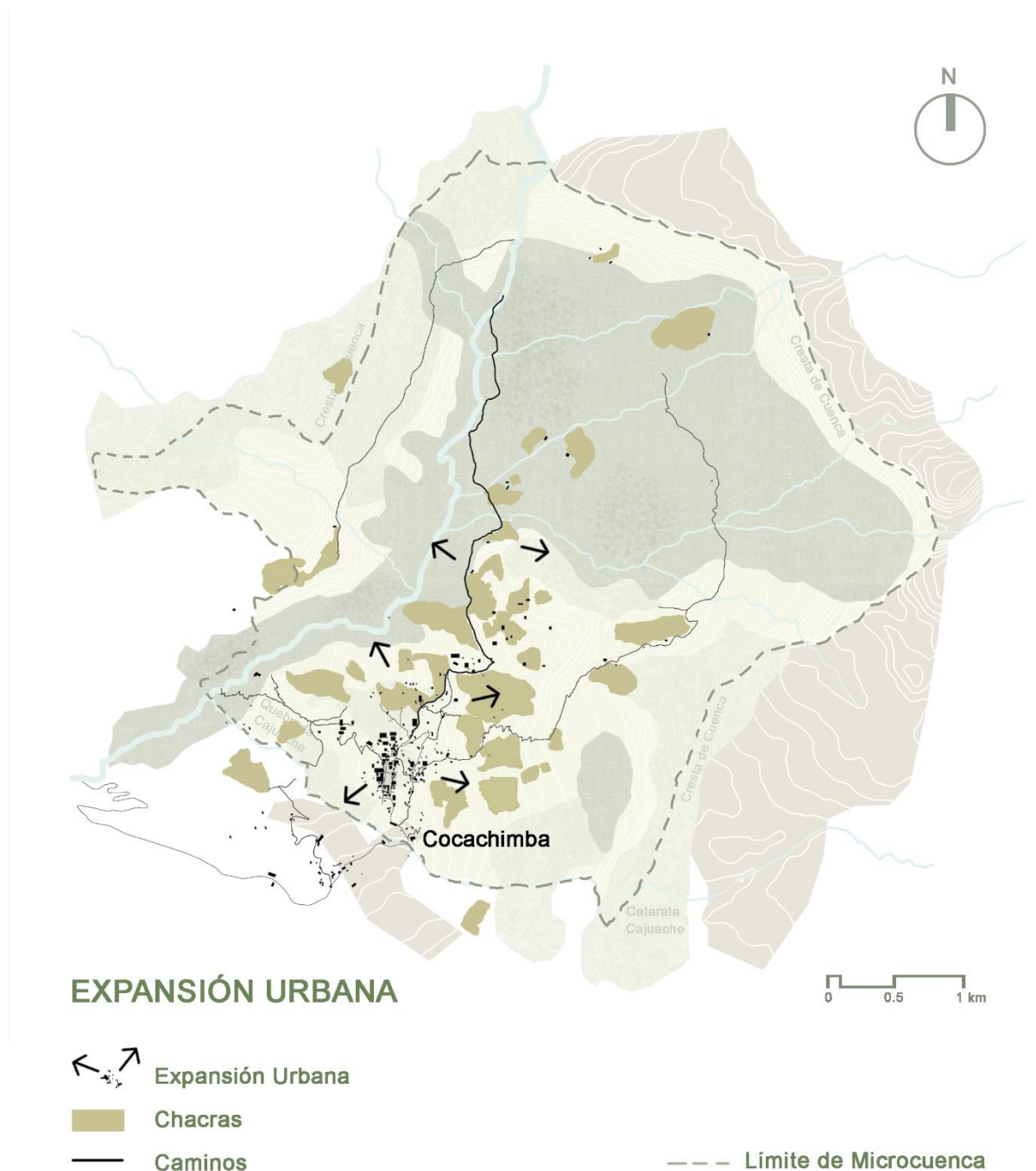
Año 2024— fuente Google

Este factor es el último eslabón que define el límite físico de un hábitat natural que se está fragmentando con todos los demás indicadores mencionados. Al construir hoteles, restaurantes, senderos, carreteras y otras instalaciones de soporte al turismo como servicios básicos, llámese redes eléctricas, redes de agua potable y líneas de internet, el impacto se extiende mucho más allá del área física donde se encuentran estas estructuras, ya que no solo alteran el suelo y la vegetación circundante, sino que también incrementan el acceso de visitantes a zonas previamente aisladas, lo que intensifica la presión sobre los ecosistemas y su posterior fragmentación.

En el caso de los hoteles y alojamientos en áreas naturales, su construcción implica la remoción de vegetación y la compactación del suelo, lo que interrumpe la conectividad del paisaje y restringe los corredores naturales para la fauna. Estas estructuras suelen atraer altos niveles de ruido, emisiones y residuos que afectan negativamente a la fauna local. Además, los hoteles aumentan la densidad de visitantes en áreas circundantes, incrementando la probabilidad de impactos adicionales, como la dispersión de especies invasoras o la alteración del comportamiento de especies sensibles al ruido, desplazándolas a zonas más alejadas y fragmentando aún más su hábitat.

Además se observa el crecimiento desmedido de áreas agrícolas en un entorno natural que fragmenta el paisaje al transformar vastas extensiones de hábitat continuo en parcelas disjuntas y dispersas reduciendo la conectividad ecológica esencial para el movimiento y la supervivencia de la fauna y flora locales. La conversión de terrenos forestales en campos cultivables no solo disminuye la biodiversidad al eliminar hábitats críticos, sino que también interfiere con los ciclos naturales del agua y los nutrientes, exacerbando la erosión del suelo y alterando el

equilibrio de los ecosistemas. Así, la expansión agrícola, sin una planificación territorial adecuada, deteriora significativamente la integridad ecológica y funcional del paisaje.



Capa 3 de fragmentación: Expansión de Cocachimba y Zonas Agrícolas (ZA)

El sendero hacia la Catarata, junto con el ruido turístico, la expansión del pueblo de Cocachimba y el crecimiento de las áreas agrícolas, ha fragmentado la microcuenca de Gocta. El tránsito constante desplaza a la fauna y rompe corredores naturales, mientras que la expansión urbana y agrícola reduce la vegetación nativa y altera el suelo y el flujo de agua. Estos factores

disminuyen la conectividad entre hábitats, afectando la biodiversidad y la capacidad del ecosistema para regenerarse.

La fragmentación y la consecuente reducción de hábitats podría llevar a la pérdida de varias especies de flora y fauna endémicas y vulnerables de la región. En cuanto a la fauna, el área alberga especies como el Gallito de las Rocas (*Rupicola peruvianus*), una ave emblemática de los bosques húmedos de la vertiente oriental de los Andes. Esta especie, conocida por sus hábitos de anidación en acantilados y su sensibilidad al ruido y a la pérdida de hábitat, podría ser una de las más afectadas por la fragmentación (Davies, 2016); El **colibrí cola de espátula** (*Loddigesia mirabilis*) es otra especie emblemática que podría estar en riesgo, ésta ave es endémica de los Andes peruanos y depende de hábitats de bosque nuboso a alturas específicas para su alimentación y reproducción. Su dieta se basa en el néctar de plantas locales y requiere una conectividad de hábitat considerable para acceder a fuentes de alimento dispersas. La fragmentación causada por el turismo, la expansión agrícola y el desarrollo urbano podría reducir su área de distribución y fragmentar las poblaciones de esta especie, afectando su supervivencia a largo plazo (Schuchmann & Züchner, 1999). El **Oso andino** (*Tremarctos ornatus*): También conocido como oso de anteojos, esta especie es emblemática de los Andes y depende de grandes áreas de bosque continuas para moverse y encontrar alimento. La fragmentación del hábitat reduce el acceso a estos recursos y expone a los osos a mayores conflictos con comunidades humanas (Peyton, 1999).

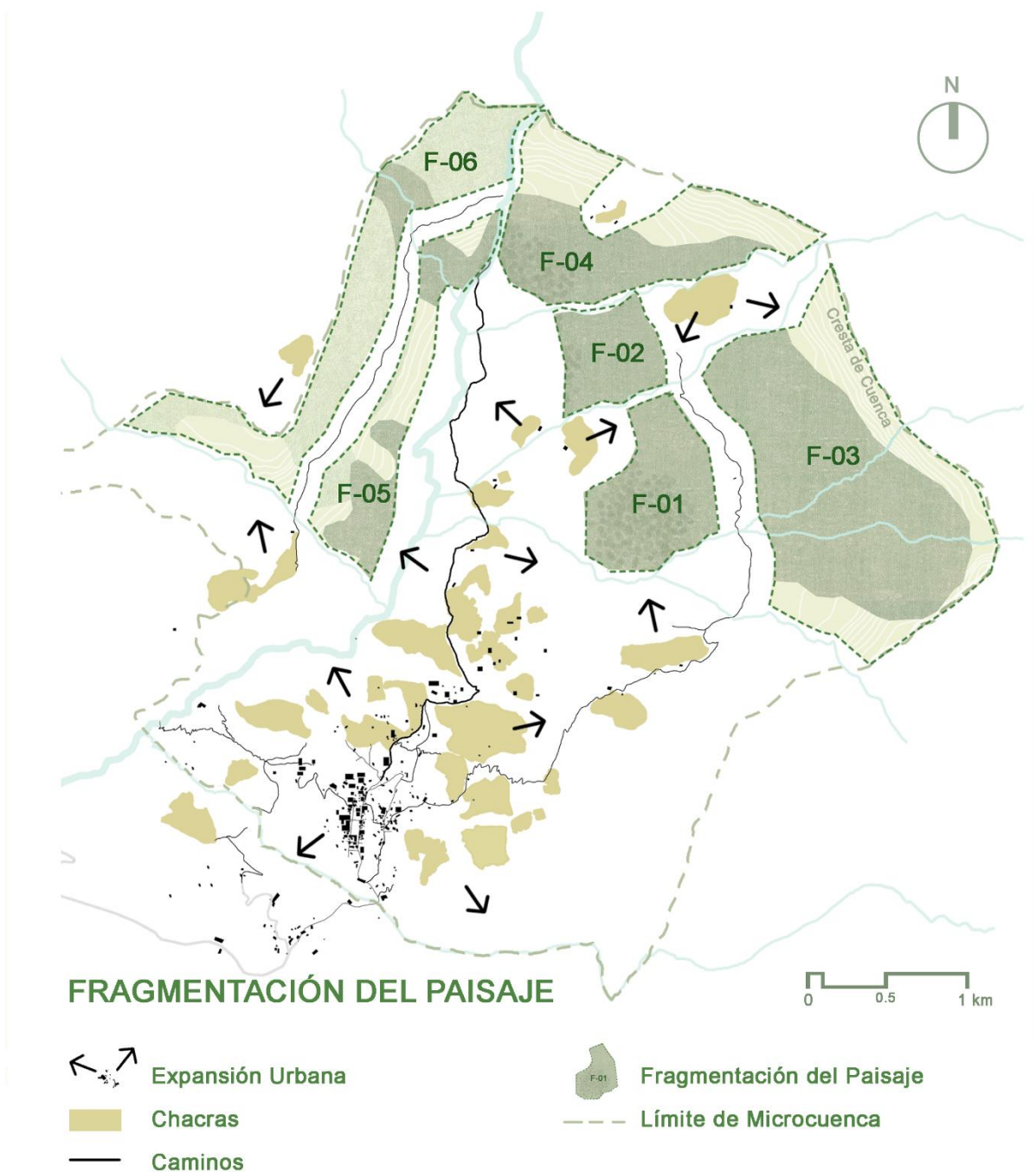
Otra especie en riesgo es la rana de la niebla de Gocta (*Pristimantis* sp.), descrita en el área de la catarata y adaptada a los microclimas húmedos del bosque nuboso. Esta rana es altamente dependiente de la vegetación densa y del ciclo hídrico, ambos amenazados por la expansión agrícola y el turismo en la microcuenca (Rivera, et al., 2019).

En cuanto a la flora, las especies de orquídeas y bromelias que crecen en estos bosques son especialmente sensibles a los cambios en la humedad y al ruido, ya que dependen de polinizadores que evitan áreas perturbadas. La *Sobralia dichotoma*, una orquídea epífita que prospera en la región, es vulnerable debido a su dependencia de hábitats intactos (Zambrano & Pérez, 2020). Asimismo, la fragmentación y la expansión agrícola también afectan a los árboles de la familia Lauraceae, como *Nectandra membranacea*, que proporciona frutos y refugio a varias especies de fauna local; Éstas y más de 1200 especies de flora y fauna se encuentran en peligro. (Ver Anexos D, E, F y G)

En conclusión de un total de más de 1000 hectáreas de bosque conectado capaz de albergar muchas especies, hoy en día podemos hablar de que la fragmentación ha dejado solo 500 hectáreas de bosque sin incidencia con los factores mencionados (Ver Anexo B), estos bosques

estarían fragmentados en 6 porciones; este panorama deja sobre la mesa proponer medidas que resuelvan el manejo de la zona para evitar la continuidad del proceso de fragmentación del paisaje y desarrollar las estrategias para revertir estos efectos.

Cada fragmento, debido a sus particularidades geográficas y a los factores que lo afectan, debe ser analizado de forma individual para luego integrarse en un conjunto mayor. Es decir, el análisis debe ir desde lo micro hacia lo macro.



Capa 4 de fragmentación: 6 fragmentos de bosque en peligro.

Para realizar un análisis adecuado de cada fragmento, es necesario considerar también las quebradas y riachuelos que aparentemente dividen la microcuenca en varios sectores. Aunque a primera vista estos elementos hídricos parecen fragmentar el espacio, en realidad no lo hacen; más bien, funcionan como corredores biológicos naturales.

Los ríos y riachuelos se consideran corredores ecológicos fundamentales dentro de los paisajes fragmentados, ya que facilitan la conectividad entre ecosistemas y garantizan el flujo de especies, nutrientes y agua. Según Hilty et al. (2020), estos corredores naturales son esenciales para conservar la biodiversidad, especialmente en contextos donde las actividades humanas han reducido la continuidad de los hábitats. Su importancia radica no solo en proporcionar rutas para la migración de organismos, sino también en su capacidad para actuar como amortiguadores frente a impactos externos, como el cambio climático y la contaminación.

Fragmento 01 (F-01)

Con un total de 61.7 hectáreas, este es el primer fragmento de paisaje que encontramos en la ruta principal hacia la catarata. Se trata de un bosque natural ubicado en la ladera sur de una de las crestas que se dirige hacia el río Gocta. Este fragmento está delimitado al sur por una quebrada que nace de dos cataratas, siendo la más grande la catarata Golondrinas. Ésta quebrada, como se ha mencionado previamente, conforma un corredor biológico natural que actúa como un límite beneficioso para este fragmento.

En contraste, el límite oeste presenta un radio de afectación acústica y química generado por un terreno de cultivo de 4.3 hectáreas; más al oeste se encuentra la caballeriza comunal, un espacio construido en madera y adobe que alberga los caballos utilizados para transportar turistas hacia la catarata. Este elemento está contiguo a la ruta principal y junto con los terrenos de cultivo, amplifica su radio de acción, lo que reduce aún más la superficie del fragmento que queda sin impacto.

Por el norte, el fragmento está delimitado por la quebrada de otra catarata, mientras que hacia el este limita con una pendiente escarpada que marca el borde inferior de la microcuenca además, este límite cuenta con un camino peatonal de poco tránsito.

Fragmento 02 (F-02)

Este fragmento tiene un área aproximada de 36.8 hectáreas y corresponde a la parte opuesta de la ladera de montaña donde se encuentra el fragmento 01, ambos separados por una quebrada que, en este caso, delimita la parte sur del paisaje analizado. Hacia el oeste, limita con el radio de afectación de un terreno de cultivo de 1.5 hectáreas, además de la ruta principal hacia la

catarata. Ambos elementos combinan sus efectos negativos, reduciendo la porción de paisaje al área antes mencionada.

Hacia el este, el límite está marcado por un risco imponente, una barrera física natural para el hábitat. Sin embargo, sobre el risco se encuentra un terreno de cultivo de más de 9 hectáreas, que refuerza aún más el límite del fragmento. Finalmente, hacia el norte, presenta una quebrada generalmente activa que favorece el desarrollo de las especies que habitan en esta área.

Fragmento 03 (F-03)

Este fragmento abarca 229.9 hectáreas, divididas en tres porciones separadas por dos quebradas que confluyen en una catarata y posteriormente, en una quebrada. Se trata de un bosque montano que, a pesar de estar ubicado en una gran planicie con poca vegetación, destaca por encontrarse en la plataforma superior de la microcuenca.

Hacia el oeste, el límite está marcado por un camino peatonal de bajo tránsito que recorre toda la parte alta de la plataforma. Por el norte y el sur, el fragmento está delimitado por quebradas provenientes de distintas cataratas, mientras que al este limita con la cresta superior de la microcuenca, la cual define toda el área de estudio.

Fragmento 04 (F-04)

En este fragmento se decidió incluir los dos niveles de la microcuenca, un área caracterizada por dos laderas que, en conjunto, alcanzan una altura de casi 800 metros en algunos puntos. Debido a su difícil acceso, la afectación por actividades antrópicas es menor. Sin embargo, las 106.4 hectáreas que lo conforman están parcialmente afectadas por un terreno de cultivo ubicado en la segunda plataforma, al este de la primera caída de la catarata de Gocta.

Fragmento 05 (F-05)

Este fragmento abarca un área alargada de 53.13 hectáreas, que recorre toda la ladera inferior del lado oeste de la microcuenca. Al norte, limita con una quebrada y con la segunda caída de la catarata de Gocta. Por el este, su límite está definido naturalmente por el río Gocta, que actúa como una barrera física. Sin embargo, este fragmento no está exento de los efectos negativos de la contaminación acústica generada por la ruta peatonal que conduce hacia la catarata.

Hacia el oeste, limita con la ladera de la plataforma superior de la microcuenca, donde se encuentra un camino secundario utilizado por turistas para acceder a la primera caída de la catarata de Gocta.

Fragmento 06 (F-06)

Este fragmento corresponde a la ladera superior oeste de la microcuenca, con un área aproximada de 69.02 hectáreas. Se caracteriza por pendientes empinadas que oscilan entre los 300 y 400 metros. En su límite norte, se encuentra una quebrada y la primera caída de la catarata de Gocta. Por el oeste, la cresta occidental de la microcuenca marca el límite, mientras que hacia el este se encuentra un camino peatonal de aproximadamente 3 km, utilizado por los turistas para visitar la primera caída de la catarata. Cabe destacar que este camino es exclusivamente peatonal, ya que el uso de caballos es complicado y peligroso debido a la presencia de acantilados que conectan con la base de la microcuenca.

Por el sur, el fragmento está delimitado por una quebrada y terrenos de cultivo, los cuales se expanden gradualmente hacia otros centros poblados.

RESULTADO 02:

El análisis de proyectos que hayan desarrollado estrategias basadas en la reconexión de hábitats o paisajes para disminuir la fragmentación, es fundamental para desarrollar y trazar puntos de partida en la intervención en la microcuenca de Gocta. En este caso se analizará dos proyectos de gran importancia por sus logros en los entornos donde se implantaron.

Senderos de la Reserva del Bosque Nuboso de Monteverde

La reserva se encuentra entre los 1,200 y 1,800 msnm en la cordillera de Tilarán en Costa Rica y abarca 10,500 hectáreas, su biodiversidad es única en centroamérica, sirviendo como un refugio vital para especies endémicas y en peligro de extinción. El clima húmedo y montañoso es el hábitat perfecto para miles de especies.

En este contexto surge el proyecto de “Senderos en la Reserva del Bosque Nuboso de Monteverde” que se desarrolló como una estrategia para gestionar el creciente turismo de manera sostenible. El proyecto busca equilibrar la conservación y el acceso al turismo ecológico, mediante el desarrollo de senderos y pasarelas elevadas que faciliten el tránsito sin dañar directamente la vegetación y el suelo, manteniendo así el ecosistema y los hábitats críticos (Nadkarni & Wheelwright, 2000)

Los senderos en Monteverde están diseñados para reducir el impacto ambiental mediante la construcción de pasarelas elevadas. Estas estructuras permiten que los visitantes se desplacen por encima del suelo, lo cual reduce la compactación y ayuda a la regeneración natural del suelo

y la vegetación. Las rutas se planificaron después de estudios detallados sobre la biodiversidad de la zona, permitiendo limitar el acceso en áreas sensibles para minimizar el daño.

También se desarrollan técnicas avanzadas para prevenir la erosión, especialmente en áreas con pendientes y lluvias constantes, condiciones típicas de Monteverde. Los sistemas de drenaje en los senderos previenen la acumulación de agua y la erosión, protegiendo la salud del suelo y la vegetación. Además, se diseñaron áreas de descanso específicas para evitar la dispersión de visitantes fuera de los senderos, reduciendo el daño y la compactación en el entorno circundante (Nadkarni & Wheelwright, 2000).

El proyecto utiliza principalmente madera tratada localmente y materiales reciclados en la construcción de los senderos. Estos materiales ofrecen durabilidad en condiciones de humedad sin causar un impacto ambiental negativo. Este enfoque de bajo impacto no solo minimiza el uso de recursos, sino que también sensibiliza a los visitantes sobre el uso responsable de materiales en contextos naturales.

Entre las especies más emblemáticas de Monteverde está el quetzal resplandeciente (*Pharomachrus mocinno*), que depende de árboles maduros para anidar y un entorno libre de perturbaciones humanas para reproducirse. Los senderos mantienen a los turistas en zonas específicas, lo cual reduce el ruido y la interacción humana. La evidencia demuestra que un manejo cuidadoso del turismo puede reducir el estrés en las poblaciones de aves y mamíferos locales (Fogden, 2016).

El bosque nuboso es uno de los ecosistemas más diversos en términos de especies vegetales. Entre las muchas especies de flora, las epífitas (plantas que crecen en otras plantas), los musgos y los helechos, son la base de los numerosos hábitats que contiene el proyecto y contribuyen al ciclo de desarrollo de especies animales, son excelentes aclimatadores y mejoran la estabilidad del suelo. Al construir todas las “pasarelas” elevadas, se mantienen estas especies intactas. (Nadkarni & Wheelwright, 2000)

El proyecto también mantiene programas de monitorización para poder mantener actualizado la forma de intervención en cada punto de toda la red de caminos.

La reserva genera empleos directos e indirectos para la población local, esto asegura un compromiso comunitario con la preservación ya que los beneficios económicos del ecoturismo son inmediatos. (Nadkarni & Wheelwright, 2000)

A través de talleres y actividades educativas, el proyecto sensibiliza a la comunidad local sobre la importancia de conservar el bosque y las especies que lo habitan. Además, estas iniciativas fortalecen la participación activa de los residentes en los esfuerzos de conservación, promoviendo prácticas sostenibles en sus actividades cotidianas (Burlingame, 2000).



Senderos elevados de la reserva del Bosque nuboso de Monteverde-Costa Rica

Proyecto de Rehabilitación del Bosque lluvioso de Gondwana

Este Proyecto se centra en restaurar y proteger uno de los ecosistemas más antiguos y ricos en biodiversidad del mundo: el bosque lluvioso de Gondwana en Australia es hogar de muchas especies de fauna y flora únicos y que debido a actividades humanas como la deforestación y el cambio climático han deteriorado ampliamente estas áreas y el proyecto busca revertir esos daños.

Este bosque se encuentra al este de Australia y es parte de un sistema ecológico que existe desde hace millones de años, contiene una amplia biodiversidad, albergando muchas especies de plantas y animales; como marsupiales, aves y reptiles. Sin embargo, el ecosistema enfrenta serias amenazas por culpa de la urbanización, la agricultura y el cambio climático, que han causado que muchas de estas especies estén en peligro (Lindenmayer & Fischer, 2007).

El principal objetivo del proyecto es restaurar los hábitats que han sido dañados y fomentar la conectividad entre las áreas del bosque para disminuir y en algún punto mitigar la

fragmentación que se ha ido implantando en el área. Esto significa que se busca que los animales y plantas puedan moverse libremente por el bosque sin obstáculos. Para lograr esto, el proyecto combina esfuerzos de reforestación, educación y colaboración con las comunidades locales para asegurarse de que todos participen en la conservación además de intervenciones de infraestructura.(Barton et al., 2013).

El proyecto propone la creación de senderos y pasarelas elevadas. Estas estructuras permiten a los visitantes explorar el bosque sin dañar el suelo ni las plantas. Las pasarelas elevadas son geniales porque ayudan a que los animales se muevan libremente por debajo sin ser molestados (Lindenmayer & Fischer, 2007).

El proyecto también utiliza diferentes técnicas para evitar que el suelo se compacte, lo que podría dañar las raíces de las plantas y dificultar que el agua se infiltre. Se identifican las áreas más frágiles del bosque y se crean rutas de acceso que ayudan a proteger estas zonas (Hobbs & Harris, 2001).

Gracias al proyecto, muchas especies de animales han visto mejorar su situación. Se han creado corredores ecológicos que permiten a los animales moverse y encontrar comida sin problemas. Esto es crucial para mantener la salud de sus poblaciones (Lindenmayer & Fischer, 2007).

El proyecto también se ocupa de proteger las plantas nativas que son esenciales para el bosque. Estas plantas no solo son importantes para los animales, sino que también ayudan a mantener el equilibrio del ecosistema (Keith et al., 2014).

RESULTADO 03:

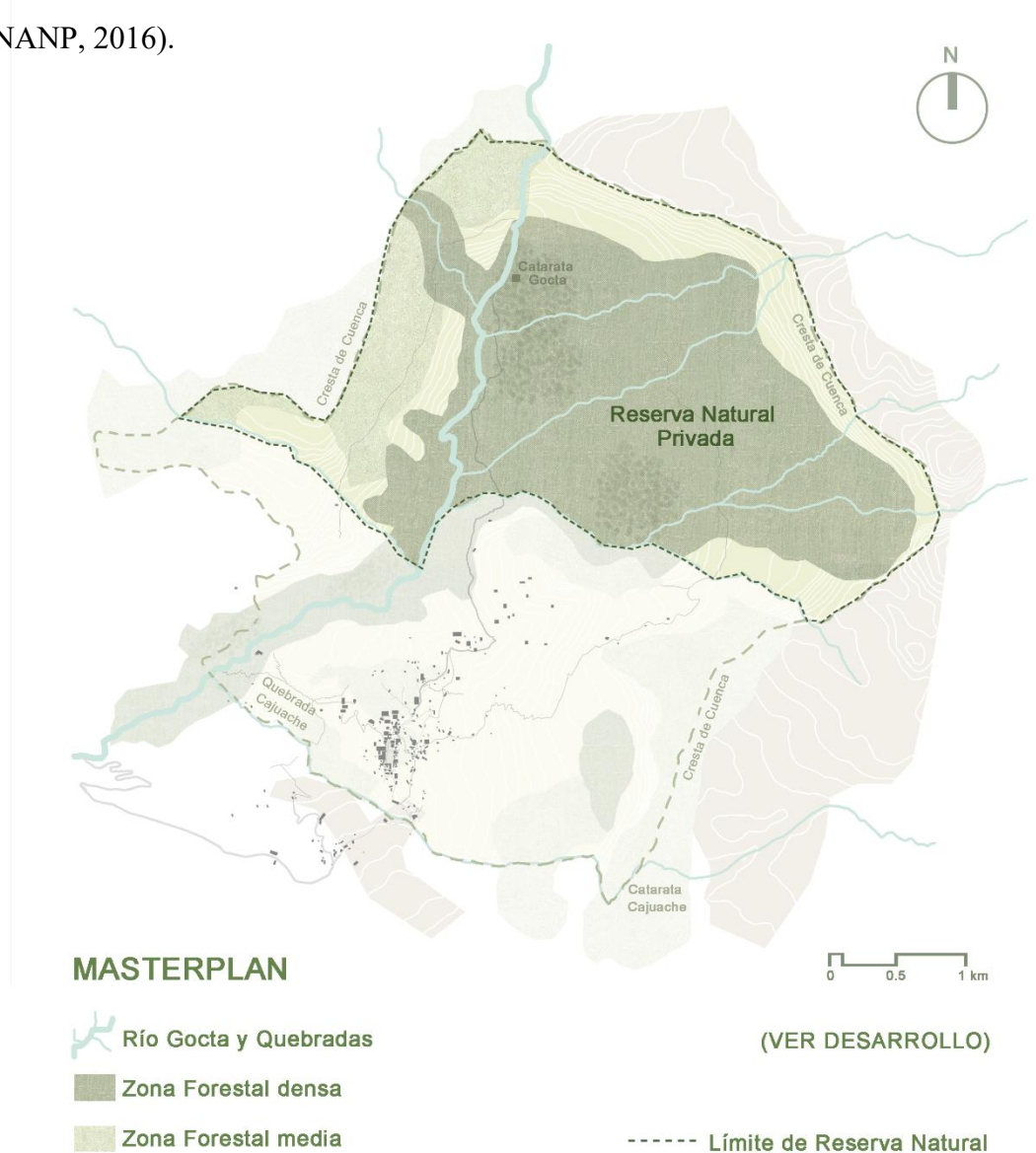
A través del análisis realizado en este documento, podemos definir que la microcuenca de Gocta, requiere con urgencia el desarrollo de intervenciones que ayuden a disminuir y en último caso revertir los efectos de la fragmentación que ha sido identificada en la zona.

La propuesta parte de micro intervenciones en la ruta principal de visita a la catarata (Cocachimba – Gocta), estas micro intervenciones en conjunto formarán corredores biológicos que buscarán reconectar los fragmentos de paisaje que se han constituido en el área, además estas intervenciones físicas serán apoyadas con propuestas de políticas de conservación y manejo del turismo en el área.

Esfera de Gestión.

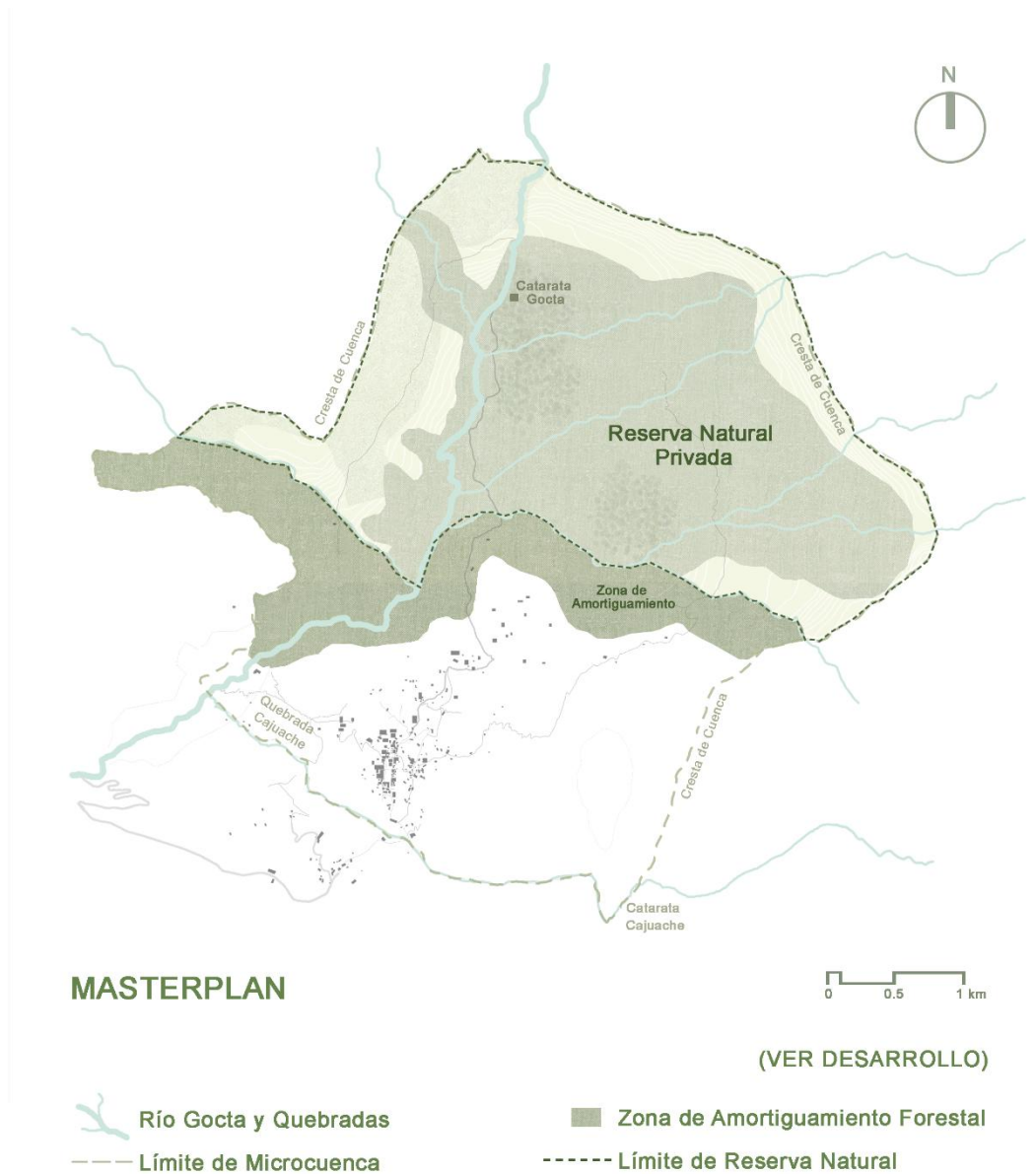
El primer paso para el correcto desarrollo de un proyecto de este tipo es que la microcuenca sea declarada como una Reserva Privada, para que esta pueda ser protegida con fines de

conservación y posteriormente se pueda intervenir de forma adecuada, para ello será necesario promover la inscripción en el SERNANP que es la autoridad encargada de reconocer oficialmente las reservas privadas, asegurando su compromiso con la conservación (SERNANP, 2016).



Esfera de Gestión: Reserva Natural Privada.

Este manejo garantizará el correcto cuidado del ecosistema y evitará que este sea manipulado indebidamente en el futuro. La Microcuenca cuenta en total con más de 2000 hectáreas en las cuales ya forma parte el poblado Cocachimba y terrenos de cultivo, el proyecto plantea generar una reserva privada del 40% del área total de la microcuenca, un aproximado de 910 hectáreas, en las cuales se planteará también una zona de amortiguamiento que sirve como barrera entre el espacio de conservación y las zonas de uso humano intensivo, esto protegerá la reserva de la expansión y desarrollo urbano y rural del poblado de Cocachimba.



Esfera de Gestión: Zona de Amortiguamiento.

Es imprescindible también gestionar la reglamentación y manejo de los futuros visitantes a la microcuenca, respecto a sus actividades de disfrute en el entorno.

Como primer punto fundamental es generar una regla prohibitiva del ruido deliberado en el transcurso de una visita en los recorridos propuestos, esto con la finalidad de evitar la perturbación de las interacciones de especies con su entorno.

Esfera de infraestructura.

La primera etapa de intervención deberá centrarse en manipular la forma de visita turística a través de infraestructura que permita al turista visitar y disfrutar del lugar sin tener una interacción directa y erosiva del entorno. El primer paso parte del mayor punto focal de fragmentación y este es la ruta principal de acceso a la catarata.

En este sendero que se extiende por aproximadamente 5km podemos puntualizar 8 áreas en las cuales implementar las siguientes intervenciones. Dentro del sendero principal se han identificado 5 zonas donde las características topográficas son idóneas para separar el tránsito turístico del suelo y elevarlo a través de puentes.



Se plantea un conjunto de puentes elevados, compuesto por tramos de gran distancia y gran altura, cada puente se detallará en las intervenciones desarrolladas individualmente por cada fragmento de paisaje analizado, estos puentes se caracterizan por un diseño esbelto y minimalista que se integra de manera armónica en el paisaje natural. La estructura primaria de cada puente combina acero estructural, vidrio y acrílico, materiales seleccionados por su resistencia y por su maleabilidad para producir un diseño de menor impacto visual.

Las columnas y tensores se plantean de acero para lograr su esbeltez y que la estructura sea lo más durable posible, proporcionando estabilidad y durabilidad a largo plazo, mientras que las

que los límites y elementos de seguridad de acrílico y vidrio, otorgan al turista un tránsito seguro sin perder visuales hacia el paisaje, además de generar bajos costos en mantenimiento.

Los soportes verticales, que se distribuyen a lo largo de los cinco tramos, están diseñados con estructuras tubulares de acero tensados con cable de acero de alta resistencia para mantener la seguridad estructural y la resistencia al viento; con un acabado en colores blancos y grises característica adoptada de la vegetación endémica del lugar como el árbol de ishpingo, todo esto para mantener una presencia discreta en el paisaje pero sin perderse del todo, separando la estructura del bosque. La elevación de cada puente permite minimizar el impacto en el ecosistema subyacente, facilitando el libre movimiento de fauna terrestre y evitando la compactación del suelo, lo cual es esencial para la preservación del ecosistema.

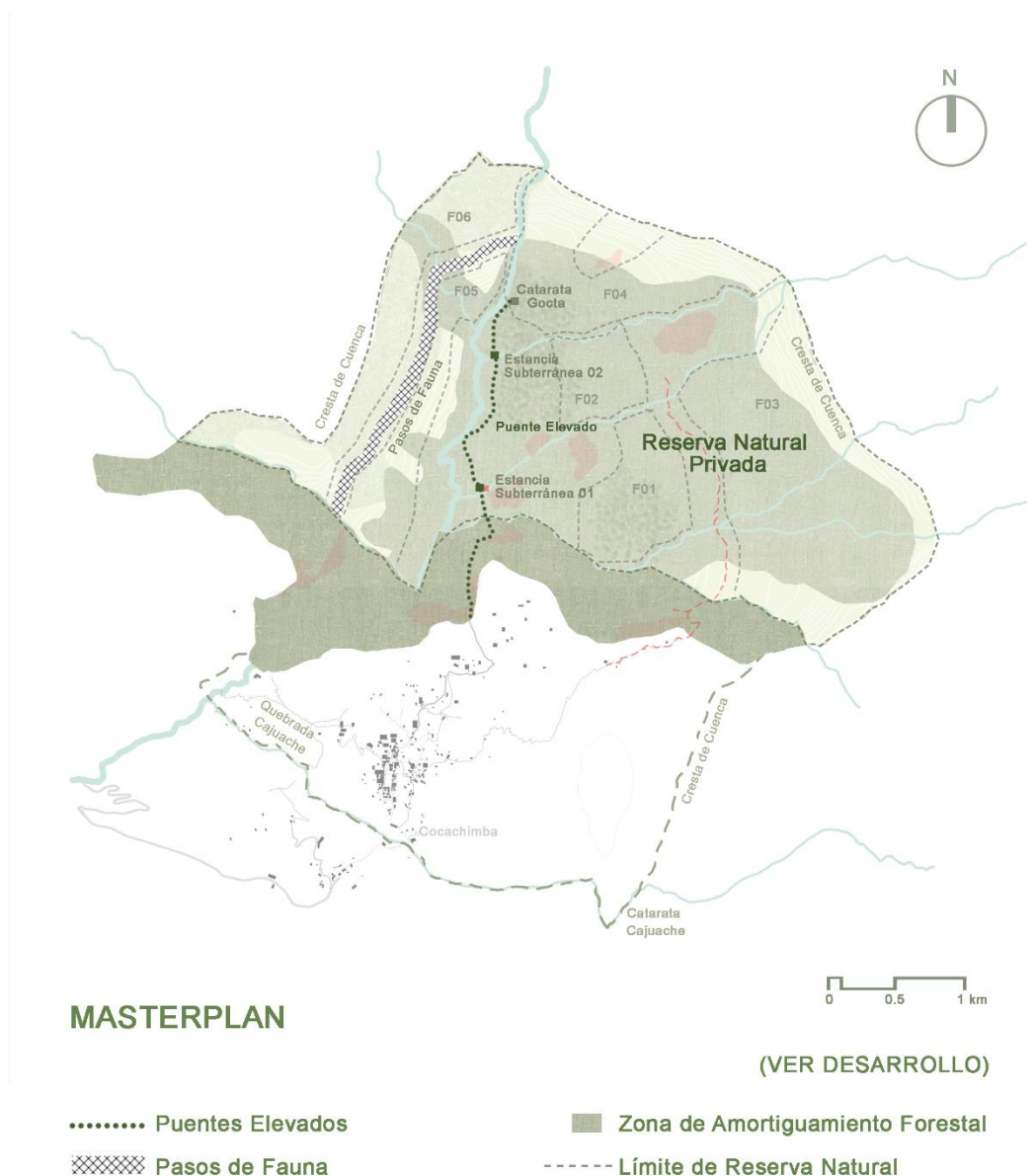


Para mejorar la integración visual con el bosque se optará por dejar a la naturaleza misma de la microcuenca actuar sobre las estructuras para que los puentes formen parte activa del ecosistema, logrando un camuflaje orgánico que embellece el conjunto y atenúa su presencia en el entorno. Estos puentes son únicamente diurnos evitando instalaciones eléctricas y colocación de iluminación artificial que provoco o promueva un impacto negativo en las especies que se pretenden cuidar.

Por otro lado en la segunda ruta que se dirige hacia la primera caída de la catarata, al encontrarse casi en su totalidad por pendientes escarpadas, presenta conveniencia para plantear pasos de fauna, que permitirán reconectar los fragmentos ocasionados por esta ruta medianamente transitada. Este tipo de pasos se utilizan en áreas naturales y parques donde la presencia de

caminos para visitantes puede interrumpir los desplazamientos naturales de especies pequeñas y medianas, como mamíferos, reptiles y anfibios. Al reconectar fragmentos de hábitat, estos pasos permiten que los animales puedan acceder a recursos como alimento, refugio y zonas de reproducción sin tener que atravesar las rutas frecuentadas por los turistas.

Además, las zonas de descanso y recuperación del turista serán ubicadas y tratadas de tal forma que cualquier actividad que se desarrolle en estas áreas provoque la menor perturbación en el entorno natural y esto no solo implica el ruido si no también estrategias de convivencia con el entorno.



Master Plan de propuesta general.

La red de puentes peatonales elevados, los pasos de fauna y las estrategias de manejo turístico sostenible forman parte de un enfoque integral para revertir la fragmentación del paisaje en el bosque de la microcuenca de Gocta y desarrollar corredores biológicos que fomentan la conectividad ecológica y la conservación.



Vista 1



Estancia Subterránea



Estancias y Puente Elevado



Pasos de Fauna

Estas estrategias de intervención se distribuirán según la clasificación de los seis fragmentos de paisaje identificados. El desarrollo de las intervenciones para cada fragmento se presenta a continuación, respondiendo de manera específica a las esferas de intervención previamente expuestas.



Estancia Subterránea.

Reconectando el Fragmento 01 (F-01)

En este fragmento de paisaje, como primera estrategia de intervención, se propone implementar la política conjunta indicada en el análisis de la 'Esfera de Gestión' para declarar toda el área como Reserva Natural Privada. Con esta medida, se lograría recuperar dos áreas de cultivo, de 4.3 hectáreas y 3.5 hectáreas respectivamente. Además, dentro de este contexto, se encuentra un local comunal de 150 m², denominado La Caballeriza, infraestructura utilizada para resguardar los caballos que sirven como medio de transporte desde Cocachimba hasta este punto, que representa la mitad del trayecto total hacia la catarata. Parte de la intervención incluye eliminar La Caballeriza y el uso de caballos como transporte. Aunque esta medida podría parecer socialmente inviable debido al impacto en la comunidad, es esencial priorizar el cuidado de las especies endémicas que habitan en esta microcuenca.

El camino principal peatonal también se suma a los otros tres factores mencionados (las dos áreas de cultivo y La Caballeriza). Este camino es la principal fuente de contaminación acústica y erosión del suelo debido al alto tráfico turístico diario. La suma de estos cuatro factores genera un radio de afectación de 33.3 hectáreas en total.

Para lograr reconectar el Fragmento 01 con el río Gocta, es fundamental construir un puente elevado que se separe la ruta turística del suelo, con el objetivo de restablecer la continuidad del paisaje. En este caso particular, el puente tendría un diseño adaptado a la topografía del terreno, con una elevación progresiva que variaría entre 4 y 23 metros de altura, abarcando una distancia total de 325, debido a la topografía este puente rematará en una estancia con la particularidad de que estará emplazada dentro de un túnel, para así lograr que el paisaje natural cruce por encima de la ruta turística, logrando generar un descanso cubierto y tratado sin generar desconexión entre hábitats; además con la implementación de una zona de amortiguamiento que se plantea hacia el sur de toda la microcuenca el fragmento 01 quedaría completamente reconectado y protegido para su posterior monitoreo y conservación.



Reconectando el Fragmento 02 (F-02)

Este fragmento requiere la recuperación de las áreas agrícolas y la implementación de puentes elevados en la ruta turística correspondiente a su área inmediata. Estos factores abarcan un radio de acción de 106 hectáreas en todo el conjunto, las cuales serían recuperadas y reconectadas mediante la construcción de los puentes y la rehabilitación de los terrenos de cultivo.

Al oeste de este fragmento de paisaje se encuentra un tramo del camino peatonal de 1,112 metros, una ruta que atraviesa áreas montañosas con pendientes escarpadas. Esta ruta será reemplazada por dos puentes de 350 metros y un tercero de 400 metros, todos conectados por

estaciones de descanso aéreas equipadas con bebederos y observatorios para aves. Además, todos los puentes estarán dotados de sistemas de seguridad para garantizar la protección de los turistas.

Estas estructuras no solo reducirán el contacto directo de los visitantes con el suelo, sino que también facilitarán el recorrido al contar con pendientes más controladas que las del terreno natural. Con estas intervenciones, se logrará la recuperación y reconexión de 109 hectáreas de bosque.



Reconectando el Fragmento 03 (F-03)

Este fragmento es el de mayor área sin embargo requiere la menor intervención, puntualmente, solo requiere la recuperación de la ruta peatonal secundaria de 1779 metros, ruta que tendrá que limitarse al uso exclusivo de investigación de la futura y flora de la reserva natural privada.

Reconectando el Fragmento 4 (F-04)

En este fragmento, por sus particularidades geográficas, como lo son los acantilados de 550 m (inferior) y 250 m (superior), solo presenta un área de cultivo en la parte alta del acantilado inferior, al plantear la reserva se recuperará esta área con un total de 19 has. Hacia el sur oeste de este fragmento en la base de la catarata se implementarán 1 puente elevado de 250 metros que rematará a 130 metros de la base de la catarata de Gocta, además de plantear una estancia de descanso subterránea para organizar el disfrute de la base de la catarata por grupos de turistas, minimizando el tumulto y el ruido excesivo por parte del turista.

Reconectando el Fragmento 5 (F-05)

Este fragmento, que se caracteriza por su extensión y su ubicación al pie de un acantilado que se eleva hacia el oeste para conectar con la parte alta de la microcuenca, presenta características particulares que influyen en su estado de conservación. Al tratarse de una zona con topografía accidentada y difícil acceso, el fragmento conserva gran parte de su cobertura vegetal natural, lo que minimiza la necesidad de intervenciones directas. Sin embargo, su principal afectación proviene del radio de acción generado por la ruta principal, que actúa como una fuente de presión antrópica, principalmente en términos de contaminación acústica y erosión del suelo. Con las intervenciones que se desarrollen la ruta como los puentes y pasos de fauna, se reducirá al mínimo sus índices de fragmentación, con esto lograríamos recuperar 59 has de bosque totalmente libre de incidencias antrópicas.

Reconectando el Fragmento 6 (F-06)

En esta área, es fundamental plantear conexiones que ayuden a reducir el radio de fragmentación de la ruta secundaria hacia la primera caída de la catarata de Gocta. Este camino, que tiene una distancia de 3.27 km, está delimitado por un acantilado al este y por la montaña que asciende hacia la cresta oeste de la microcuenca. Estas condiciones hacen más complejas las intervenciones de gran envergadura. Por ello, se propone la instalación de 11 pasos de fauna elevados para reconectar ocho sectores del trayecto.

Estos pasos estarán contruidos con mallas de acero y una subestructura tubular también de acero, lo que permitirá el cruce de especies arbóreas sin que estas tengan contacto directo con los visitantes. Además, esta medida se complementará con una normativa que implemente un recorrido silencioso de los turistas, lo cual favorecerá la recuperación del 30 % de las 43 hectáreas de bosque fragmentado por esta ruta peatonal.

Este conjunto de soluciones reconecta las áreas fragmentadas del paisaje de la microcuenca de Gocta, permitiendo el movimiento natural de las especies, disminuyendo el riesgo de aislamiento genético y favoreciendo la regeneración del hábitat. Esta estrategia integrada demuestra un modelo de conservación que equilibra la presencia humana con la protección del entorno, promoviendo la recuperación ecológica y la sostenibilidad a largo plazo.

Conclusiones

La microcuenca de Gocta presenta un alto grado de fragmentación, lo que afecta negativamente su ecosistema. Es prioritario implementar medidas que restablezcan la conectividad ecológica, como corredores biológicos y pasos de fauna, para facilitar el movimiento de especies y reducir el aislamiento genético.

1. Una de las estrategias fundamentales es declarar el 40% de la microcuenca como **Reserva Natural Privada**, con la incorporación de una zona de amortiguamiento. Esto garantizará la conservación del ecosistema frente a las presiones de expansión urbana y rural, promoviendo una gestión sostenible a largo plazo.
2. Dentro del desarrollo de **Infraestructura Turística Sostenible** se propone la construcción de puentes elevados y pasos de fauna para minimizar el impacto turístico en el entorno natural. Estas estructuras no solo reducen la erosión del suelo y la contaminación acústica, sino que también integran materiales y diseños que respetan la estética del paisaje y las dinámicas del ecosistema.
3. **Normativas para el turismo** y el manejo de visitantes a través de regulaciones como la prohibición del ruido deliberado y la limitación de actividades invasivas. Esto busca preservar las interacciones naturales de las especies, reducir el estrés en la fauna local y evitar impactos negativos adicionales.
4. Las intervenciones se adaptan a las particularidades de cada uno de los seis fragmentos identificados en el área. Estas incluyen desde recuperación de terrenos agrícolas hasta el desarrollo de infraestructura que favorezca la conectividad, como túneles, zonas de descanso, y áreas de observación de aves, logrando una recuperación de hasta 109 hectáreas en algunos casos.

Recomendaciones

Para complementar y garantizar el correcto funcionamiento y la mejora gradual de las intervenciones de este proyecto es fundamental desarrollar las siguientes recomendaciones.

1. Monitoreo y Vigilancia Ambiental Participativa estableciendo equipos capacitados los cuáles deben ser conformados por especialistas y miembros de la comunidad local para supervisar el impacto de las intervenciones.

Es de vital importancia monitorizar la actividad y progreso de los hábitats por ello es necesario utilizar tecnologías como cámaras trampa o drones para evaluar su recuperación, y posteriormente generar una base de datos que pueda ser actualizada constantemente para conformar un estudio más detallado de la evolución de la microcuenca.

2. Desarrollar talleres y programas educativos para sensibilizar a las comunidades locales sobre la importancia de la conservación, esto es fundamental para la aceptación del proyecto y su replicación o ampliación.

Incluir a las escuelas locales en programas de monitoreo ecológico para fomentar un sentido de pertenencia hacia el proyecto, logrando que la nueva mecánica de funcionamiento del turismo formule identidad en la población menor de edad.

3. Regular la gestión de residuos sólidos generados por el turismo, implementando un sistema de recolección y reciclaje dentro de las rutas y zonas de descanso. Crear una normativa para que los visitantes adopten prácticas de "turismo cero residuos" durante sus visitas.

Referencias

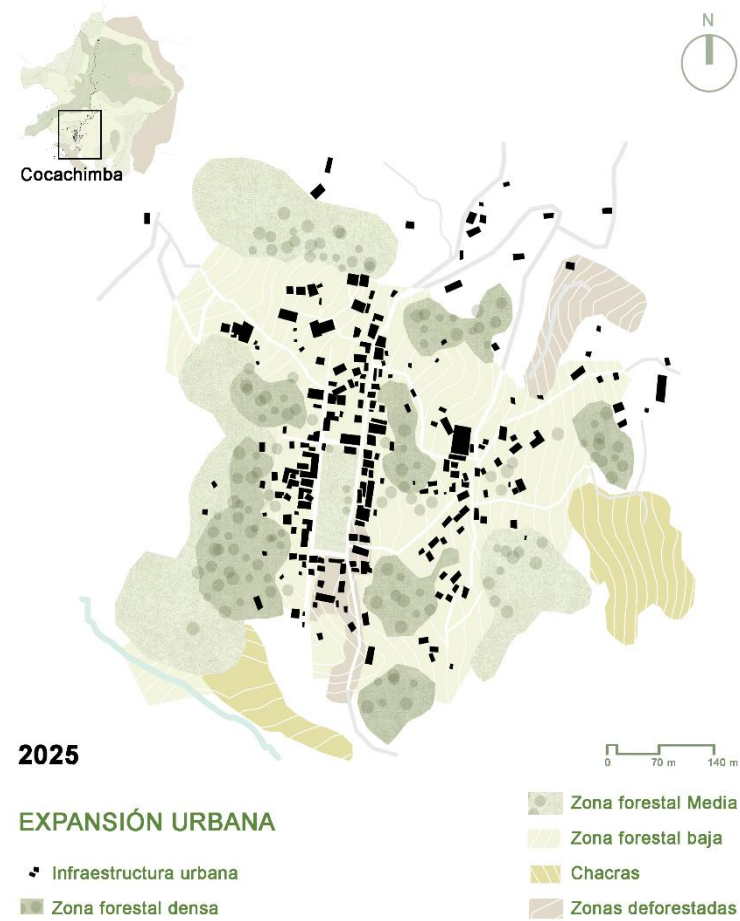
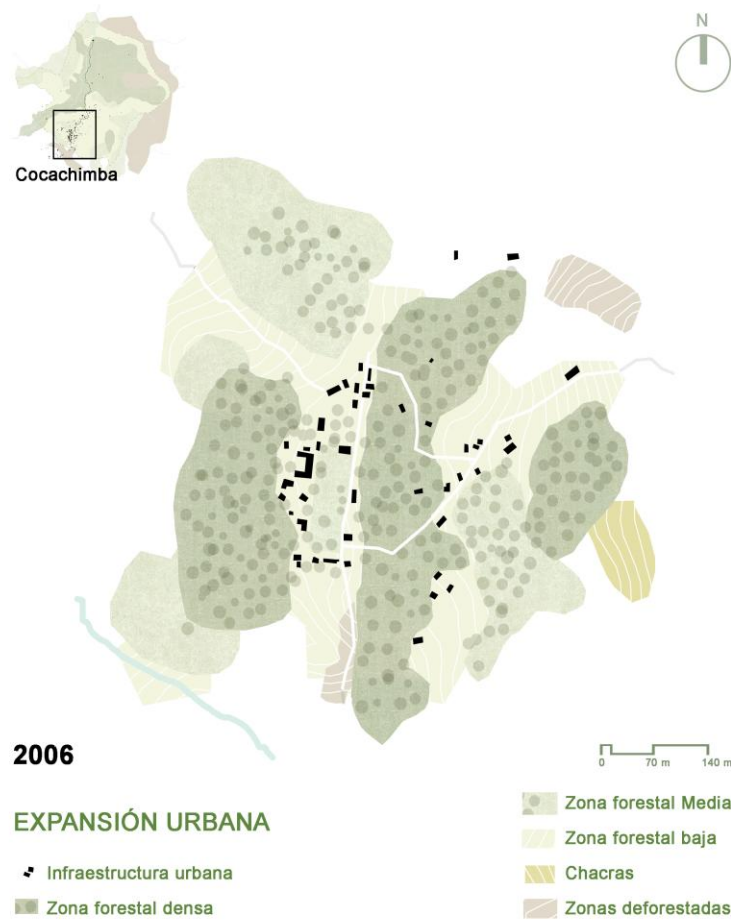
- Szek, M. (2012). *Fragmentación del paisaje en áreas protegidas*.
- Romero Oviedo, M. J., & Martínez Bravo, C. M. (2016). *Efecto de la fragmentación del paisaje sobre la diversidad de mamíferos terrestres en la Vereda El Diamante, Tierralta*
- Feoli-Boraschi, S. (2009). Corredores biológicos: Una estrategia de conservación en el manejo de cuencas hidrográficas. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 6(17), 1-5.
- García, D. (2011). *Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema*.
- 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), 106–132.
- Navarro Rodríguez, M. del C., González Guevara, L. F., Flores Vargas, R., & Amparán Salid, R. T. (2015). *Fragmentación y sus implicaciones: Análisis y reflexión documental*.
- Vivanco Font, E. (2023). *Corredores biológicos y pasos de fauna: Regulación en Chile, Costa Rica y España*.
- Ordoñez Gálvez, J. J. (2011). *Cartilla técnica: ¿Qué es cuenca hidrológica?*.
- Español Fernández, E. (2015). *Ideas clave y evolución en la ordenación territorial contemporánea: paradigmas disciplinares en base a los planes regionales de Nueva York (1929), Londres (1944), Copenhague (1947), París (1965), Barcelona (1966 y 2004), Bolonia (2004) y Marsella (2012)*.
- Leung, Y. F., & Marion, J. L. (2000). *Recreation impacts and management in wilderness: A state-of-knowledge review*. USDA Forest Service Proceedings.
- Nepal, S. K. (2000). *Tourism in protected areas: The Nepalese Himalaya*. *Annals of Tourism Research*.
- Whittaker, D., & Knight, R. (1998). *Understanding wildlife responses to humans*. *Wildlife Society Bulletin*.
- Hammitt, W. E., & Cole, D. N. (1998). *Wildland recreation: Ecology and management*. Wiley.
- Davies, K. (2016). *Ecología y conservación de aves de los Andes: Una revisión de *Rupicola peruvianus* en bosques fragmentados*. *Journal of Neotropical Ornithology*.

- Schuchmann, K. L., & Züchner, T. (1999). *Loddigesia mirabilis*: Species account and ecology.
- Peyton, B. (1999). *Ecology and Conservation of the Andean Bear and Mountain*
- Rivera, P., Martínez, L., & Castillo, A. (2019). *Distribución y conservación de anfibios en los Andes nororientales de Perú.*
- Zambrano, J., & Pérez, M. (2020). *Impacto de la fragmentación del hábitat en las especies de orquídeas epífitas en el bosque nuboso peruano.* Revista Andina de Botánica.
- Hilty, J. A., et al. (2020): *Guidelines for conserving connectivity through ecological networks and corridors.*
- Nadkarni, N. M., & Wheelwright, N. T. (2000). *Monteverde: Ecología y conservación de un bosque nuboso tropical.* Oxford University Press.
- Fogden, M. P. (2016). *Monteverde: Ecología y conservación de un bosque nuboso tropical.*
- Burlingame, L. (2000). *The Quetzal and Cloud Forest Conservation: A Case Study in Monteverde, Costa Rica.* En Nadkarni, N. M., & Wheelwright, N. T. (Eds.), *Monteverde: Ecología y conservación de un bosque nuboso tropical.*
- Fischer, J., & Lindenmayer, D. B. (2007). *Landscape modification and habitat fragmentation: A synthesis of their effects on biodiversity.*
- Barton, D. C., Lindh, J., & Hoh, J. (2013). *Understanding the impact of mining on rainforest ecosystems: A case study from the Gondwana region.* *Environmental Management.*
- Hobbs, R. J., & Harris, J. A. (2001). *Restoration ecology: Repairing the Earth's ecosystems in the new millennium.* *Restoration Ecology.*

Anexos

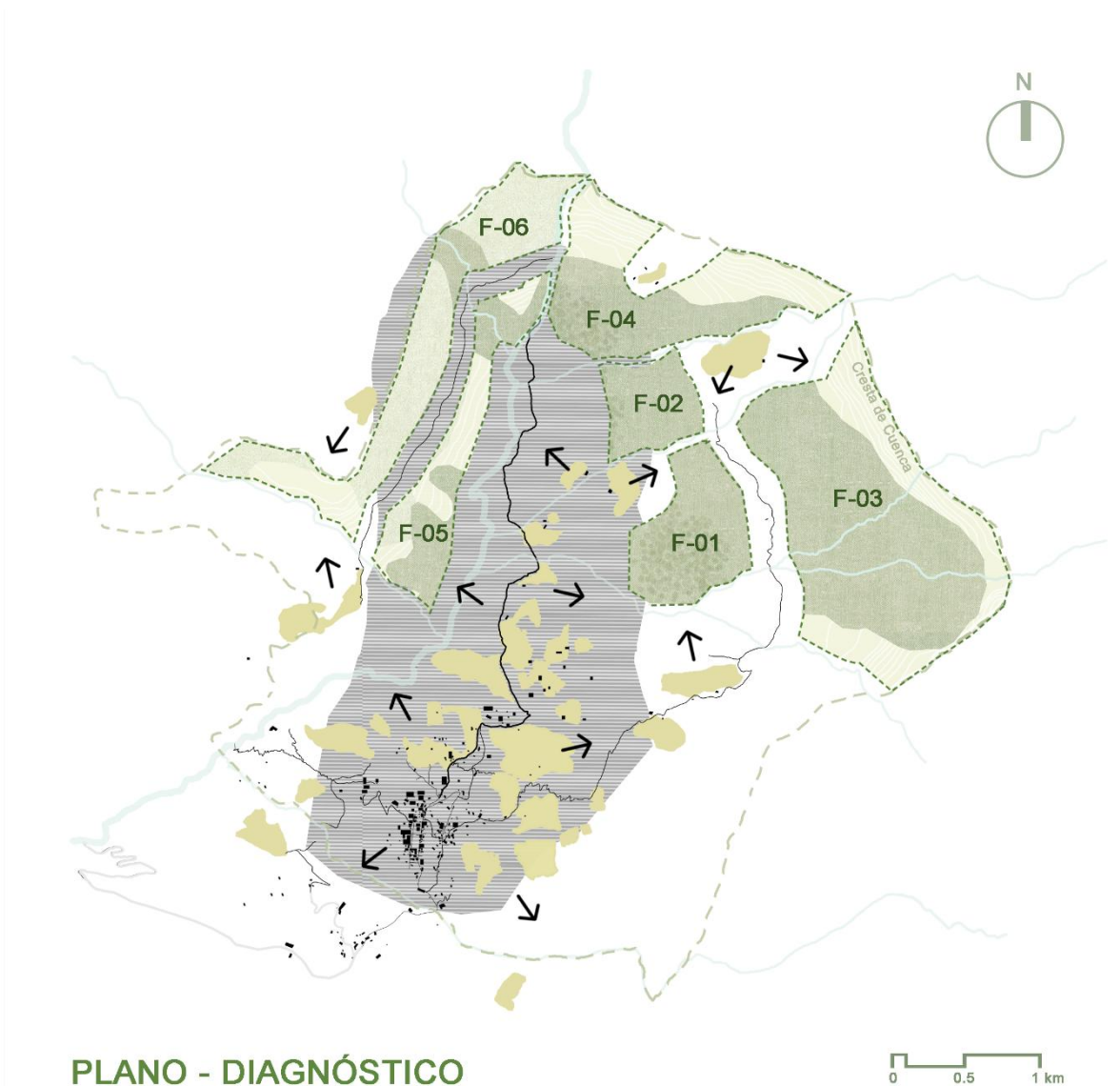
Anexo A

Expansión Urbana de Cocachimba.



Anexo B

Diagnóstico general de problemática.

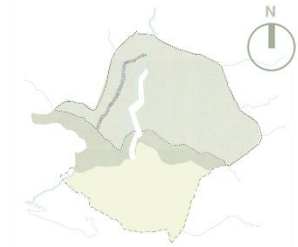
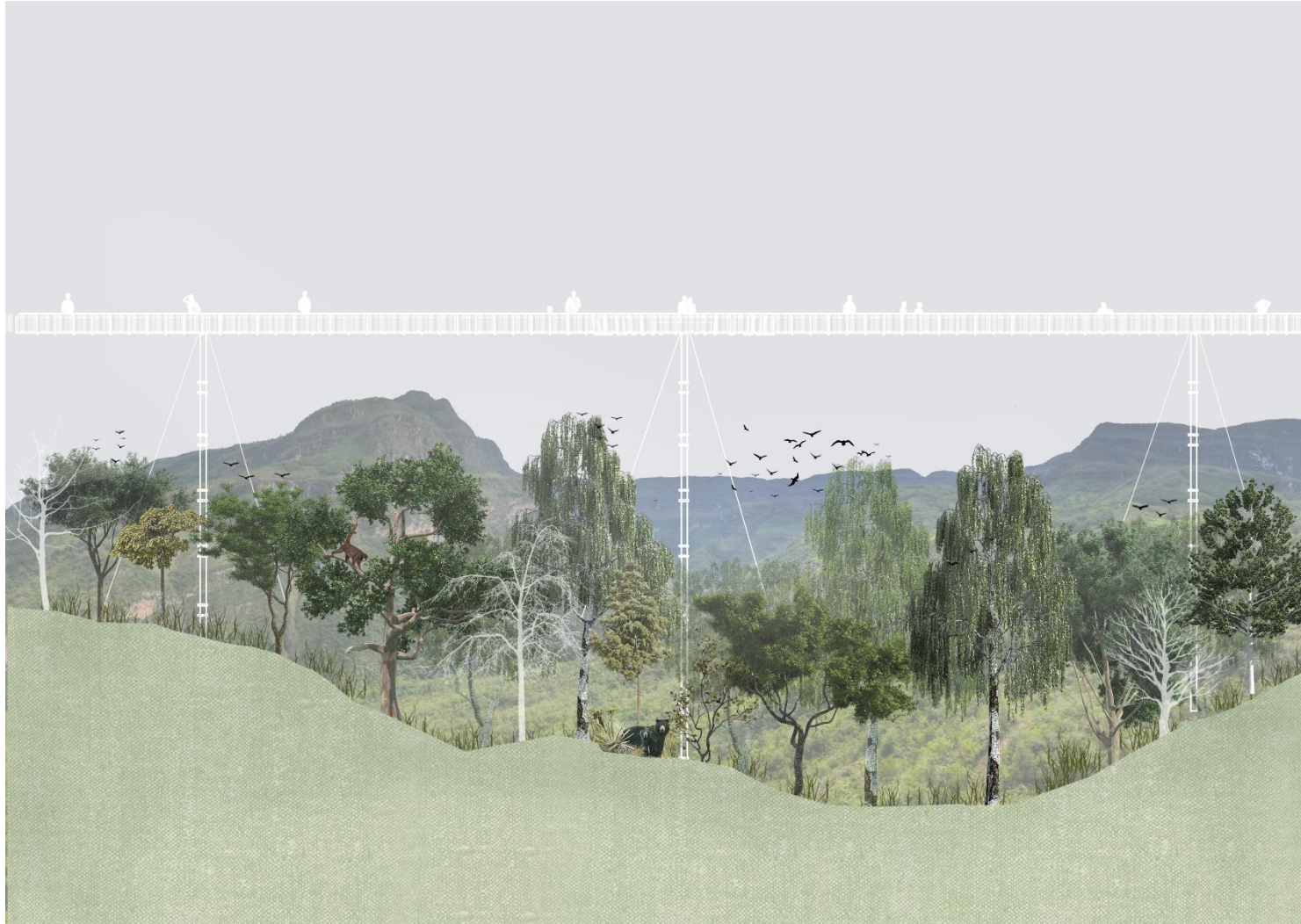


PLANO - DIAGNÓSTICO

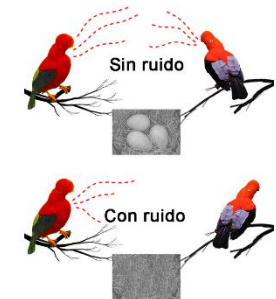
- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
|  | Expansión Urbana |  | Fragmentación del Paisaje |
|  | Chacras |  | Límite de Microcuenca |
|  | Caminos |  | Contaminación acústica (800 m) |

Anexo C

Continuidad del Paisaje.



PLANO GUÍA -
PUENTE ELEVADO



La comunicación entre
especies puede verse
afectada con ruido externo.

**CONTINUIDAD
CON EL PAISAJE**

Anexo D

Lista de árboles endémicos de la Microcuenca de Gocta.

Nombre Común	Nombre Científico	Altura (m)	Diámetro del Tronco (cm)	Características Destacadas
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	11–23	33–48	Árbol recto, con leve torcedura; hojas caducas; importante en reforestación.
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	18–32	36–76	Tronco recto, ligeramente engrosado en la base; corteza con olor característico.
Ishpingo	<i>Ocotea sp.</i>	18–25	25–56	Árbol recto, con más de una leve torcedura; hojas aromáticas; madera valiosa.
San Pablo	<i>Gordonia fruticosa</i>	15–22	15–51	Árbol con torceduras leves; flores vistosas; utilizado en reforestación.
Chichcabrava	<i>Ocotea cernua</i>	15–35	17–76	Especie comercial; se desarrolla en bosques aluviales inundables; madera de calidad.
Huacapú	<i>Minuartia guianensis</i>	Hasta 30	—	Madera muy dura; corteza utilizada en medicina tradicional; frutos comestibles.
Cacao de monte	<i>Theobroma subincanum</i>	12–20	20–30	Frutos comestibles; pulpa dulce-ácida; importante en la alimentación local.
Intimpa	<i>Podocarpus glomeratus</i>	Hasta 30	Hasta 200	Conífera endémica; copa globosa; importante en la conservación de bosques nublados.
Cerezo andino	<i>Prunus huantensis</i>	Hasta 27	—	Hojas coriáceas; frutos negros y esféricos; crece en bosques montanos.
Chuque	<i>Viburnum triphyllum</i>	Hasta 15	—	Hojas de textura parecida al papel; flores blancas; útil en restauración ecológica.
Umari	<i>Poraqueiba sericea</i>	30–40	60–100	Frutos comestibles; pulpa con sabor agradable; madera utilizada en construcción.
Casho Moena	<i>Ocotea costulata</i>	13	47	Madera de color amarillo; fácil de trabajar; utilizada en carpintería.

Anexo E

Lista de aves endémicas de la Microcuenca de Gocta.

Nombre Común	Nombre Científico	Tamaño Aproximado	Hábitat	Alimentación	Actividad	Notas
Colibrí cola de espátula	<i>Loddigesia mirabilis</i>	15 cm	Bosque montano húmedo	Néctar	Diurno	Endémico de Perú; en peligro de extinción.
Gallito de las rocas	<i>Rupicola peruvianus</i>	32 cm	Bosque nublado	Frutas	Diurno	Ave nacional del Perú; notable por su plumaje naranja brillante.
Tucán andino	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	30-35 cm	Bosque montano	Frutas, insectos	Diurno	Pico verde característico; común en áreas boscosas.
Piculet pechiescamado	<i>Picumnus rufiventris</i>	10 cm	Bosque secundario	Insectos	Diurno	Pequeño pájaro carpintero; difícil de observar.
Tangara escarlata	<i>Ramphocelus sanguinolentus</i>	18 cm	Bosque húmedo	Frutas, insectos	Diurno	Plumaje rojo intenso; frecuente en bordes de bosque.
Colibrí de garganta púrpura	<i>Helianthus viola</i>	11 cm	Bosque montano húmedo	Néctar	Diurno	Brillo metálico en la garganta; activo en jardines y claros.
Carpintero de cuello negro	<i>Colaptes atricollis</i>	28 cm	Bosque seco y montano	Insectos	Diurno	Pico fuerte; tamborileo característico en árboles.
Lechuza peruana	<i>Megascops roboratus</i>	23 cm	Bosque seco	Insectos, pequeños vertebrados	Nocturno	Vocalizaciones distintivas; difícil de observar.
Piquero de garganta blanca	<i>Asthenes fuliginosa</i>	16 cm	Matorrales andinos	Insectos	Diurno	Plumaje pardo con garganta blanca; activo en arbustos.
Perlita tropical	<i>Polioptila plumbea</i>	11 cm	Bosque seco y húmedo	Insectos	Diurno	Canto melodioso; se mueve en parejas o grupos pequeños.

Anexo F

Lista de insectos endémicos de la Microcuenca de Gocta.

Especie	Nombre común	Tamaño Aproximado	Hábitat	Alimentación	Actividad	Notas
<i>Atta sexdens</i>	Hormiga cortadora de hojas	6–8 mm (obreras)	Suelo forestal	Hongo cultivado en hojas	Diurna	Conocida como "curuhuinsi" o "siquisapa"; forma grandes colonias subterráneas.
<i>Pothea jaguaris</i>	Chinche asesina	3–4 cm	Bosque denso	Insectos	Nocturna	Depredador eficiente de insectos; se alimenta succionando fluidos de sus presas.
<i>Paederus ornaticornis</i>	Juetazo o zorrillo	12–14 mm	Vegetación densa	Materia orgánica en descomposición	Nocturna	Produce una secreción irritante que puede causar dermatitis en humanos.
<i>Quesada gigas</i>	Cigarra gigante	5–6 cm	Árboles de la selva	Savia de plantas	Diurna	Emite un canto característico durante el día; se encuentra en zonas cálidas.
<i>Golofa porteri</i>	Escarabajo cornudo	7–8 cm	Zonas montañosas con gramíneas	Savia de plantas	Nocturna	Machos poseen cuernos grandes; se alimenta de los cogollos de plantas.
<i>Phasmatodea</i>	Insectos palo y hoja	10–30 cm	Árboles y arbustos	Hojas de plantas	Nocturna	Excelente camuflaje que imita ramas o hojas; se mueve lentamente.

Anexo G

Lista de mamíferos endémicos de la Microcuenca de Gocta.

Especie	Nombre común	Tamaño	Locomoción	Alimentación	Actividad
Tremarctos ornatus	Oso de anteojos	1.2–2 m; hasta 140 kg	Terrestre y parcialmente arborícola	Omnívoro (frutas, bromelias, hojas, insectos, carne)	Diurno / Crepuscular
Oreonax flavicauda	Mono choro de cola amarilla	54 cm cuerpo; cola hasta 63 cm; ~10 kg	Arborícola	Frugívoro (frutas, hojas, flores, semillas)	Diurno
Aotus miconax	Mono nocturno andino	25–35 cm cuerpo; cola 30–40 cm; 0.7–1.1 kg	Arborícola	Frugívoro e insectívoro	Nocturno
Mustela frenata	Comadreja de cola larga	25–40 cm; cola 12–22 cm; 170–300 g	Terrestre (ocasionalmente arborícola)	Carnívoro (roedores, aves, reptiles, insectos)	Nocturno / Crepuscular
Chibchanomys trichotis	Ratón de agua de oreja peluda	10–14 cm; cola 7–10 cm; 30–60 g	Terrestre, semiacuático	Insectívoro (larvas, insectos acuáticos)	Nocturno
Potos flavus	Martucha	40–60 cm; cola 40–60 cm; 1.5–4.6 kg	Arborícola	Frugívoro (frutas, néctar)	Nocturno
Coendou prehensilis	Puercoespín arborícola	30–60 cm; cola 30–50 cm; 2–5 kg	Arborícola	Herbívoro (hojas, frutas, corteza)	Nocturno
Nasua nasua	Coatí	40–70 cm; cola 40–60 cm; 3–6 kg	Terrestre y arborícola	Omnívoro (frutas, insectos, pequeños vertebrados)	Diurno
Eira barbara	Tayra	60–70 cm; cola 40–50 cm; 5–7 kg	Terrestre y arborícola	Omnívoro (frutas, pequeños mamíferos, aves)	Diurno
Dasyprocta fuliginosa	Agutí	40–60 cm; cola corta; 2–4 kg	Terrestre	Frugívoro (frutas, semillas)	Diurno
Cuniculus paca	Paca	60–80 cm; cola corta; 6–12 kg	Terrestre	Frugívoro (frutas, tubérculos)	Nocturno
Mazama americana	Venado colorado	85–105 cm; 20–30 kg	Terrestre	Herbívoro (hojas, frutos, brotes)	Crepuscular / Nocturno
Leopardus pardalis	Ocelote	70–100 cm; cola 30–45 cm; 8–15 kg	Terrestre y arborícola	Carnívoro (mamíferos pequeños, aves, reptiles)	Nocturno
Pecari tajacu	Sajino	90–100 cm; 15–25 kg	Terrestre	Omnívoro (frutas, raíces, pequeños animales)	Diurno
Tapirus terrestris	Tapir amazónico	1.8–2.5 m; 150–250 kg	Terrestre	Herbívoro (hojas, frutos, brotes)	Nocturno / Crepuscular
Pteronura brasiliensis	Nutria gigante	1.5–1.8 m; 22–32 kg	Semiacuático	Piscívoro (peces)	Diurno
Inia geoffrensis	Delfín rosado	2–2.5 m; 85–185 kg	Acuático	Piscívoro (peces, crustáceos)	Diurno
Ateles chamek	Mono araña negro	40–60 cm; cola 70–85 cm; 6–9 kg	Arborícola	Frugívoro (frutas, hojas, semillas)	Diurno
Callicebus oenanthe	Mono titi de San Martín	25–35 cm; cola 35–45 cm; 0.8–1.2 kg	Arborícola	Frugívoro (frutas, hojas)	Diurno
Saimiri sciureus	Mono ardilla	25–35 cm; cola 35–45 cm; 0.7–1.1 kg	Arborícola	Omnívoro (frutas, insectos)	Diurno