



Hacia un futuro sostenible en Madre de Dios:

conectando bosques, ríos
y comunidades



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Norad



FCDS
Conservación y Desarrollo



**Hacia un futuro
sostenible en
Madre de Dios:**
conectando bosques, ríos
y comunidades



HACIA UN FUTURO SOSTENIBLE EN MADRE DE DIOS: CONECTANDO BOSQUES, RÍOS Y COMUNIDADES

AUTOR

Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS)

COORDINACIÓN GENERAL

Andrea Buitrago, ecóloga, Ms.C., directora de FCDS Perú
Aimy Cáceres, Ph. D., especialista *senior* en biodiversidad del Proyecto Prevenir de USAID

RESPONSABLES DE INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, FCDS

Samuel Otavo Olarte, Ph. D. en Ecología del paisaje y biodiversidad, investigador principal
Luz Alejandra Gómez, ingeniera catastral y geodesta, coordinación de gestión de la información

EQUIPO TÉCNICO, FCDS

Rodrigo Botero, director ejecutivo de FCDS, orientador técnico
Raúl Bello, biólogo, coordinador regional en Madre de Dios
Pedro Botero, experto en fisiografía, analista de paisajes y suelos
Víctor Manuel Moreno, ingeniero ambiental, experto en minería y relacionamiento social
Iván Manuel Sánchez, biólogo, analista en biodiversidad
Elio Matapí Yucuna, especialista en asuntos indígenas y relacionamiento intercultural

EQUIPO TÉCNICO, PROYECTO PREVENIR DE USAID

Ángel Félix, líder de monitoreo y cumplimiento
José Luis Escurra, coordinador de salvaguardas ambientales y sociales
Oliver Liao, especialista en sistemas de información geográfica

COORDINACIÓN DE PUBLICACIÓN

Kjeld Nielsen, Ms.C., director de comunicaciones del Proyecto Prevenir de USAID
Sandra Otoyá, especialista de comunicaciones del Proyecto Prevenir de USAID

CORRECCIÓN DE ESTILO

Jorge Cornejo

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Calambur Comunicación y Diseño

CRÉDITOS FOTOGRÁFICOS

Julissa Barrios / Raul Bello / Kimon Berlin / Héctor Bottai / Stefano Cavanna / Enrique Cúneo / Geoff Gallice / Hans Hillewaert / Patty Ho / Oliver Liao / Miguel Macedo / Elio Matapí Yucuna / Víctor Moreno Rengifo / Samuel Otavo Olarte / Willy Patiachi / Alfred Ruffner / Iván Manuel Sánchez / Luis Tayori / Yuri Ugarte / ACCA – Walter Wust / ACCA – Rich Hoye / Agencia Andina – Carlos Lezama / Candela Perú / Cburnett / Pixabay – Flowersour / Pixabay – Jesús Castro

Crédito de foto de portada: Yuri Ugarte / Shutterstock

En caso no se señale explícitamente, los créditos corresponden a FCDS / Proyecto Prevenir de USAID.

Esta publicación es el resultado de un esfuerzo conjunto entre el Proyecto Prevenir de USAID y la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible.

IMPRESIÓN

Negrapata S. A. C. / Jr. Suecia 1470, urb. San Rafael, Lima, Perú

Primera edición: Agosto 2023

Tiraje: 500 ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú n.º 2023-08090

Impreso en Perú, agosto de 2023

Esta publicación es posible gracias al generoso apoyo de los Estados Unidos de América a través de USAID, y de la Agencia Noruega de Cooperación para el Desarrollo (NORAD). Su contenido es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja necesariamente los puntos de vista de USAID, del Gobierno de los Estados Unidos, o de NORAD.



Tabla de contenido

01

PRÓLOGO NORAD-USAID	8
PRESENTACIÓN	12
AGRADECIMIENTOS	16
SIGLAS Y ACRÓNIMOS	20

INTRODUCCIÓN:	
¿POR QUÉ ESTUDIAR LA CONECTIVIDAD ECOLÓGICA?	24

CAPÍTULO 1:	
MADRE DE DIOS: CAPITAL DE LA BIODIVERSIDAD DEL PERÚ	30
Parque Nacional Bahuaja Sonene	32
Reserva Nacional Tambopata	33
Reserva Comunal Amaraeri	35
Área de estudio	37

02

CAPÍTULO 2:	
¿CÓMO HA CAMBIADO EL PAISAJE DE MADRE DE DIOS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS?	44
Cambios espacio-temporales de las coberturas y usos del suelo entre 2011 y 2019	48
Patrones espaciales de las coberturas y usos del suelo	54

03

CAPÍTULO 3:

BIODIVERSIDAD Y CONECTIVIDAD EN MADRE DE DIOS

58

Definición y descripción del área para el muestreo de biodiversidad

59

Muestreos de biodiversidad

62

Modelamiento de conectividad funcional

84

04

CAPÍTULO 4:

SECTORES DE INTERÉS PARA LA CONECTIVIDAD, LA POBLACIÓN LOCAL Y LAS COMUNIDADES INDÍGENAS: UNA RELACIÓN CON LA TIERRA Y EL BOSQUE

108

Relacionamiento social con mineros, agricultores, concesiones forestales y centros recreativos

110

Gestión intercultural con comunidades indígenas

124

Aproximaciones al conocimiento de la importancia sociocultural de la fauna silvestre en el departamento de Madre de Dios

136

Presiones y amenazas vs. fortalezas y oportunidades de actores en el territorio

138

05

CAPÍTULO 5:

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

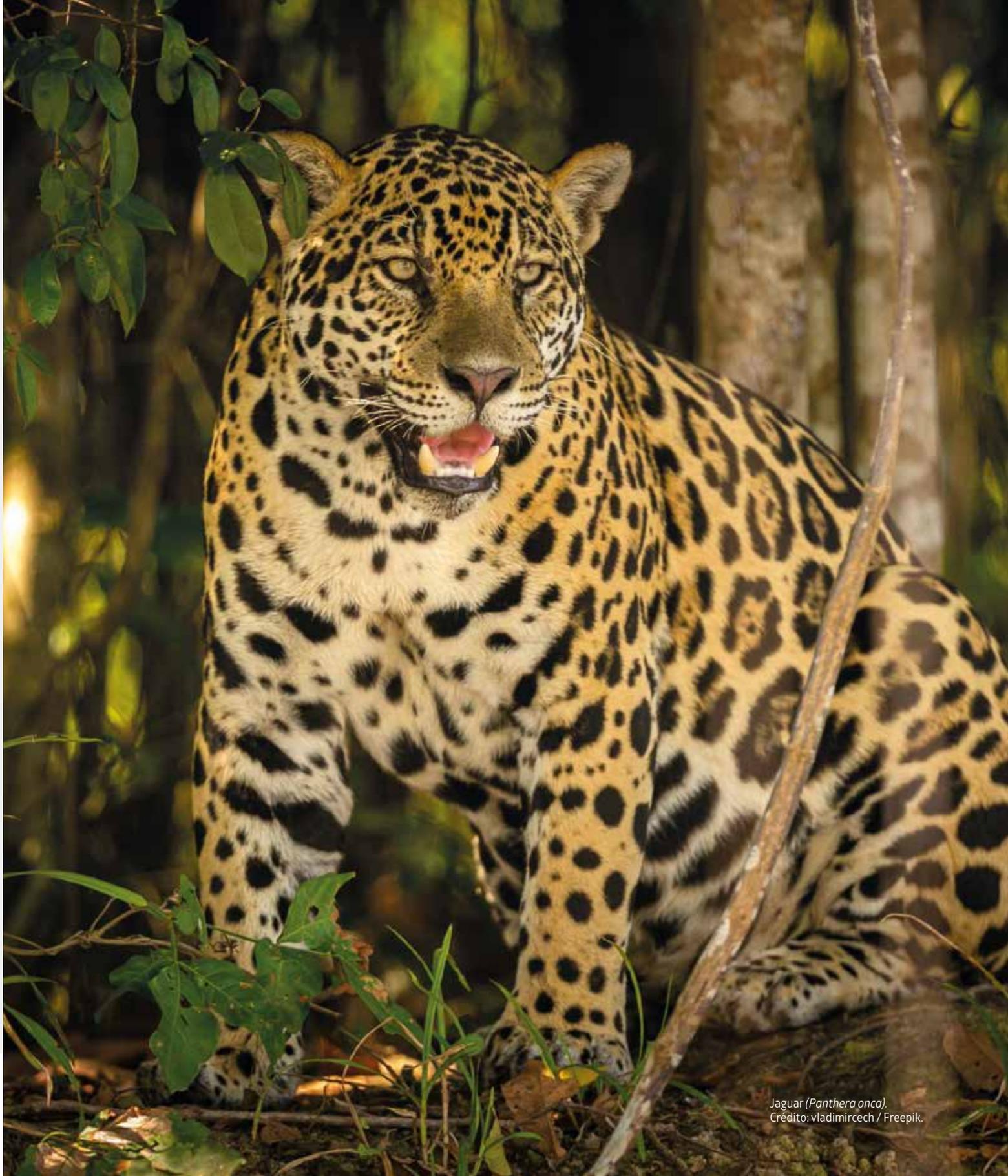
140

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

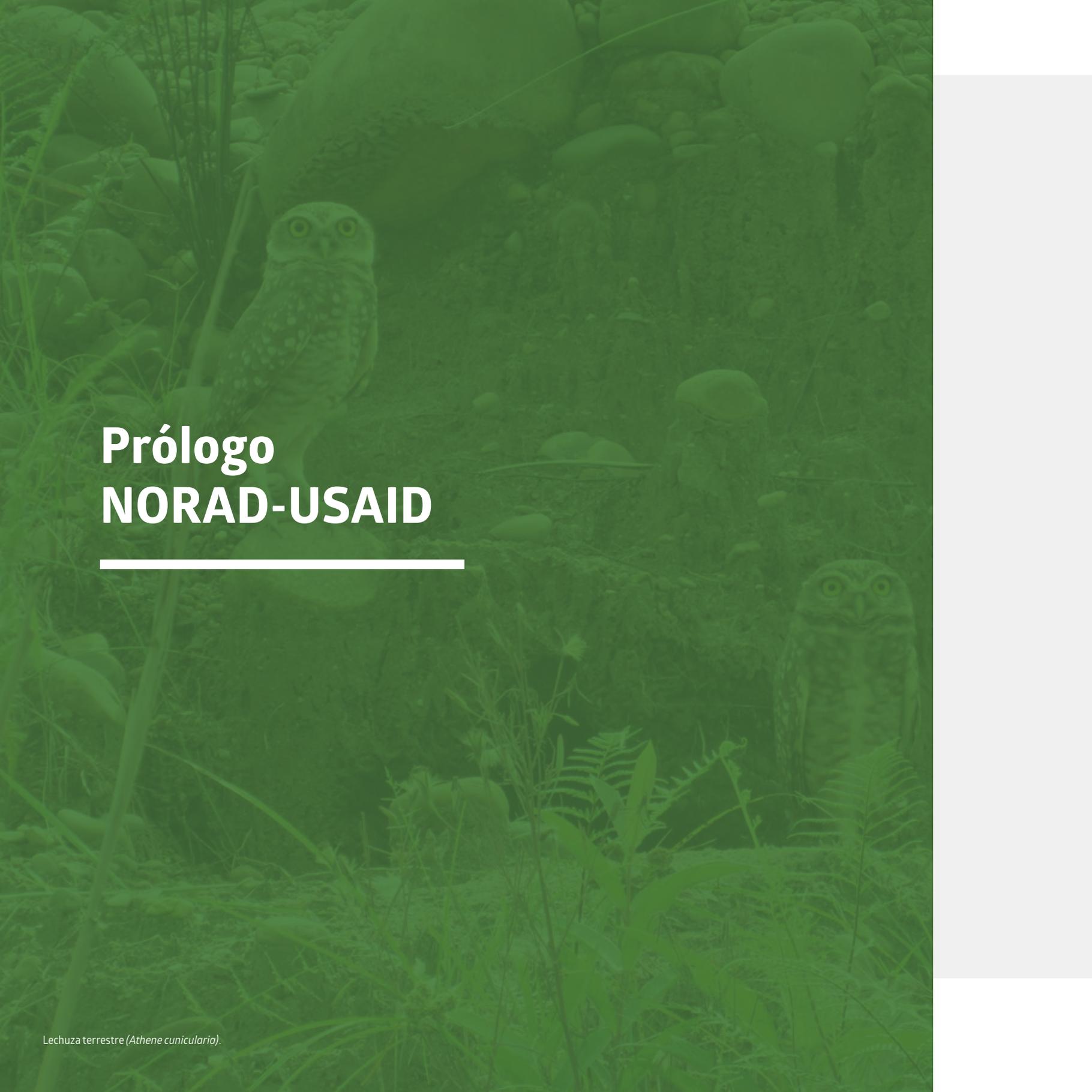
146

ANEXOS

154



Jaguar (*Panthera onca*).
Crédito: vladimircech / Freepik.



Prólogo NORAD-USAID

Salvaguardar la Amazonía peruana y evitar su deforestación es una acción urgente para proteger el futuro del planeta y de la humanidad. Motivados no solo por la conservación de sus bosques y su biodiversidad, sino también por su uso sostenible, en donde la primera línea de beneficiarios sean las poblaciones indígenas y locales, la Agencia Noruega de Cooperación para el Desarrollo (NORAD) y la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) vienen trabajando de manera conjunta, alineando sus agendas de trabajo en la Amazonía peruana de manera efectiva.

Además, nuestro interés compartido en preservar los bosques amazónicos proviene del impacto gravitante que los bosques tropicales tienen en la mitigación del cambio climático al secuestrar grandes cantidades de carbono (CO₂). Por ende, para NORAD y USAID, la sostenibilidad y la permanencia de la Amazonía, que constituye más del 60 % del territorio peruano, es estratégico y esencial en la lucha nacional y global contra el cambio climático.

Como indicó el presidente Joe Biden de los Estados Unidos:

“Ya no podemos retrasar o hacer lo mínimo para abordar el cambio climático. Esta es una crisis existencial global, [...] y todos sufriremos las consecuencias si fallamos”.

Sin embargo, los bosques tropicales están en riesgo. La tasa de deforestación ha ido en incremento por muchos años en la Amazonía. Con la deforestación, no solo se está perdiendo bosques, sino también los bienes y servicios que estos ecosistemas nos brindan: maderas, frutos y alimentos, insumos para medicinas, oxígeno, aporte de agua/llovizna (por evapotranspiración de los árboles) y otros servicios como la fertilidad de suelos y la dispersión de semillas. Ello aunado a los valores

paisajísticos, culturales y el turismo que los bosques brindan, entre otros bienes y servicios. En esa perspectiva, es clave asegurar la conectividad ecológica de los bosques tropicales, porque garantiza la permanencia y salud de la Amazonía.

Sin embargo, Madre de Dios fue el único departamento del Perú que no redujo su pérdida de bosques; por el contrario, tuvo un ligero incremento de deforestación en 2021, 0,4 % respecto a 2020, según el último reporte de Cobertura y pérdida de bosque húmedo amazónico (2021) del Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático del MINAM. El motor más grande de deforestación en Madre de Dios es la minería de oro aluvial, la que es responsable de por lo menos 180,000 hectáreas de bosques amazónicos en los últimos 20 años (2001-2021).

El presente estudio de conectividad ecológica en Madre de Dios busca aportar luces sobre cómo la actividad minera impacta en la permanencia y resiliencia de los bosques tropicales. Es de alto rigor científico, habiendo sido ejecutado por la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS), bajo el proyecto Prevenir de USAID y NORAD. La publicación se nutre del aporte de estudios previos; por un lado, el estudio realizado por la FCDS en el 2017 con el apoyo de USAID, y otro realizado por el Instituto Smithsonian en 2019 sobre el futuro de Madre de Dios bajo condiciones de pérdida de cobertura boscosa.

Aporta una línea base de datos tomados en el campo de Madre de Dios y del análisis de imágenes satelitales. Brinda una herramienta para la planificación y toma de decisiones sobre el territorio de Madre de Dios, pero su metodología es replicable para otros ámbitos de la Amazonía. Así, esta publicación aporta criterios fundamentales para la acción, para el manejo del territorio y alineamiento de las estrategias de conservación y de uso sostenible, y para la lucha contra el cambio climático.

De su elaboración, rescatamos un proceso de activa participación de actores claves en el territorio, como son los pueblos indígenas, los pobladores, los concesionarios mineros, así como las diversas autoridades locales, regionales y nacionales. Compartir y vincular experiencias y conocimientos, incluyendo los saberes ancestrales, ayuda a entender paisajes complejos y gestionarlos de manera sostenible. Se puede aprender mucho de los pueblos indígenas sobre la gestión sostenible de los bosques. Asimismo, visibilizamos la necesidad de consolidar los derechos de tenencia forestal en países con bosques tropicales como el Perú, para asegurar la conectividad ecológica y reducir la deforestación.

Felicitemos a los autores, con quienes unimos esfuerzos y buscamos impulsar acciones para un mejor manejo y gobernanza del territorio nacional. El beneficio será no solo para Madre de Dios —la capital de la biodiversidad en el Perú— y los peruanos, sino para toda la humanidad.

Presentación

Pese a su aparente homogeneidad, la Amazonía está conformada por una compleja variedad de ecosistemas y frágiles flujos interdependientes entre todos sus componentes. La integridad e interconexión de sus bosques, ríos, suelos y humedales sostiene la diversidad natural que la caracteriza y las funciones de las que dependemos para vivir, como la regulación del clima, la productividad del suelo y los ríos o el ciclo del agua. La construcción de infraestructura sin la planificación adecuada, la expansión agrícola y, particularmente, la presencia de actividades ilícitas como la tala y la minería ilegales, fragmentan y degradan ecosistemas terrestres y acuáticos y, con ello, comprometen su capacidad natural de regeneración, no solo para conservarse funcionales sino también para seguir generando servicios ecosistémicos vitales para el desarrollo humano y económico a nivel local, nacional y global.

Para enfrentar este desafío, urge una visión de gestión territorial integral y basada en ciencia y evidencia, que priorice la salud del patrimonio natural del Perú, y consecuentemente, la de las personas que lo habitan. Por ello, el Proyecto Prevenir de USAID ha priorizado el enfoque de conectividad ecológica como herramienta fundamental para prevenir y combatir efectivamente los delitos ambientales y garantizar la conservación de la Amazonía. En este marco, a partir de un proceso competitivo, la Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible (FCDS) fue seleccionada, sobre la base de su sólida experiencia y rigor técnico, para implementar el estudio sobre la conectividad ecológica entre grandes áreas de conservación representativas de la riqueza de Madre de Dios.

Los resultados de este estudio, realizado en estrecha colaboración con pobladores de tres comunidades indígenas, usuarios del bosque, productores y concesionarios mineros, entre otros, permiten, por ejemplo, orientar acciones concretas en recuperación de áreas degradadas por

la minería; potenciar acciones de restauración; y, en suma, contribuir a un mejor ordenamiento territorial basado en información técnica objetiva y confiable que aporte a resolver la superposición de derechos de uso, como parte de procesos de fortalecimiento de la gobernanza y la gobernabilidad territorial.

Este esfuerzo conjunto —que también ha recibido aportes de especialistas y autoridades locales y nacionales— plantea una metodología innovadora basada en la ciencia, el diálogo intercultural y la colaboración, construida para el contexto ecológico y socioeconómico específico del área de estudio, que permite ser adaptada y replicable en distintas regiones, como aporte a una gestión integral y sostenible del territorio. El Proyecto Prevenir de USAID y la FCDS ponemos este estudio a disposición, a fin de orientar compromisos y acciones de prevención y respuesta efectiva a la transformación del paisaje; así como para fortalecer la gobernanza con miras al desarrollo sostenible en la Amazonía peruana.

Violeta Bermúdez

Directora ejecutiva

Proyecto Prevenir de USAID

Andrea Buitrago

Directora del Programa Perú

FCDS



Crédito: Stefano Cavanna / Shutterstock.

Agradecimientos

En primer lugar, nuestro profundo agradecimiento a don Reimundo Redi Barrios y doña Nicolasa, de la Concesión Minera Cinco Rebeldes, a Pablo Callata, de la Asociación de Agricultores Arco Iris, a Vicente Quispe Chaleo, propietario del Centro Recreativo La Madriguera, a Wellington Quispe Chaleo y familia, propietarios del Centro Recreativo El Lago, a Félix Vera, de la Concesión Forestal AGROFOCMA, y a Juan Carlos Lara, de las Concesiones Forestales Asociación Agrobosque/Biobosque.

Hacemos extensivo nuestro especial reconocimiento y gratitud al equipo de profesionales integrado por Julissa Barrios, Miguel Macedo, Luis Tayori y Willy Patiachi, quienes, con su guía experta, apoyo constante y generosidad al compartir su conocimiento del terreno y el contexto, apoyaron decididamente el buen desarrollo de la presente investigación. Asimismo, al equipo de profesionales, técnicos y colaboradores locales que contribuyeron en la fase de campo; su ayuda en la recolección de información en los muestreos de biodiversidad e ideas fueron fundamentales para el avance del estudio. Ellos son: Janeth Ximena Barrios Ccoyori, Michell Frank Ururi, Augusto Jinchu Astete, Kelly Patiachi, Herlin Jhon Signori, Loli Ulises Signori, Isaías Quique, Alejandro Quique, Maicol Quique, Lidia Jazmín Moqui, Andrés Moqui, Ezequiel Moqui, Tomas Tayori, Luis Kayneri, Carmen Takori, Eloy Yabar Cáceres, Ángel Augusto Balarezo, Pedro Maceda y Gilmar Rozas Aliaga.

De igual manera, deseamos expresar nuestro agradecimiento a las diferentes instituciones y organizaciones participantes, por su valiosa contribución y respaldo a la investigación, así como a sus equipos profesionales y técnicos, por facilitarnos el acceso a una amplia red de expertos. Sus recomendaciones nos permitieron establecer colaboraciones fructíferas y enriquecedoras, y

recibir orientación valiosa. Un agradecimiento especial al equipo de ECA Amarakaeri: Walter Quertehuari (presidente), María Elena Irely (vicepresidenta) y Luis Tayori (fiscal); a las Comunidades Nativas Puerto Luz, San José de Karene y Barranco Chico; al equipo del SERNANP: Asvin Flores (jefe de la Reserva Comunal Amarakaeri), Vladimir Ramírez (jefe de la Reserva Nacional Tambopata) y David Aranibar (jefe del Parque Nacional Bahuaja Sonene); al equipo del CINCIA: Luis Fernández (director ejecutivo), César Ascorra (director nacional), Julio Araújo (coordinador de Ecosistemas Acuáticos), Roosevelt García (coordinador de Restauración de Ecosistemas) y Claudia Vega (coordinadora del Programa Mercurio); y al equipo de la Sociedad Zoológica de Fráncfort: Hauke Hoops (director de FZS Perú), Juvenal Silva (coordinador de Amenazas) y Kevin Ibáñez (coordinador de Paisaje Tambopata – Bahuaja Sonene).

Agradecemos también a las entidades del Estado, a las oficinas del Gobierno Regional de Madre de Dios y a las organizaciones sociales, comunitarias y de la sociedad civil, que nos escucharon en las etapas previa y preparatoria al trabajo de campo, en la etapa posterior a este (con datos parciales) y en la etapa de presentación de los resultados finales de esta investigación.

Nuestra profunda gratitud a la Dra. Beatriz Torres, especialista ambiental para la Amazonía de USAID Perú, por su visión estratégica, por su confianza en la calidad de la investigación y en la utilidad de sus resultados, y por su motivación en la publicación del presente documento.

A todos ustedes, muchas gracias.



Guacamayo rojo y verde (*Ara chloropterus*).
Crédito: vladimircech / Freepik.

Siglas y acrónimos

ACOMAD	Asociación de Concesionarios Forestales de Madre de Dios
AGROFOCMA	Asociación Agroforestal y de Conservación del Medio Ambiente
DAP	Diámetro a la altura del pecho
FCDS	Fundación para la Conservación y el Desarrollo Sostenible
GdP	Gobierno del Perú
GEOBOSQUES	Plataforma de monitoreo de los cambios sobre la cobertura de los bosques
IDEP	Infraestructura de Datos Espaciales del Perú
INGEMMET	Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú
IPBES	Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
JRCA	Jefatura de la Reserva Comunal Amaraeri
MINAM	Ministerio del Ambiente del Perú
MINEDU	Ministerio de Educación del Perú
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

Áreas naturales protegidas

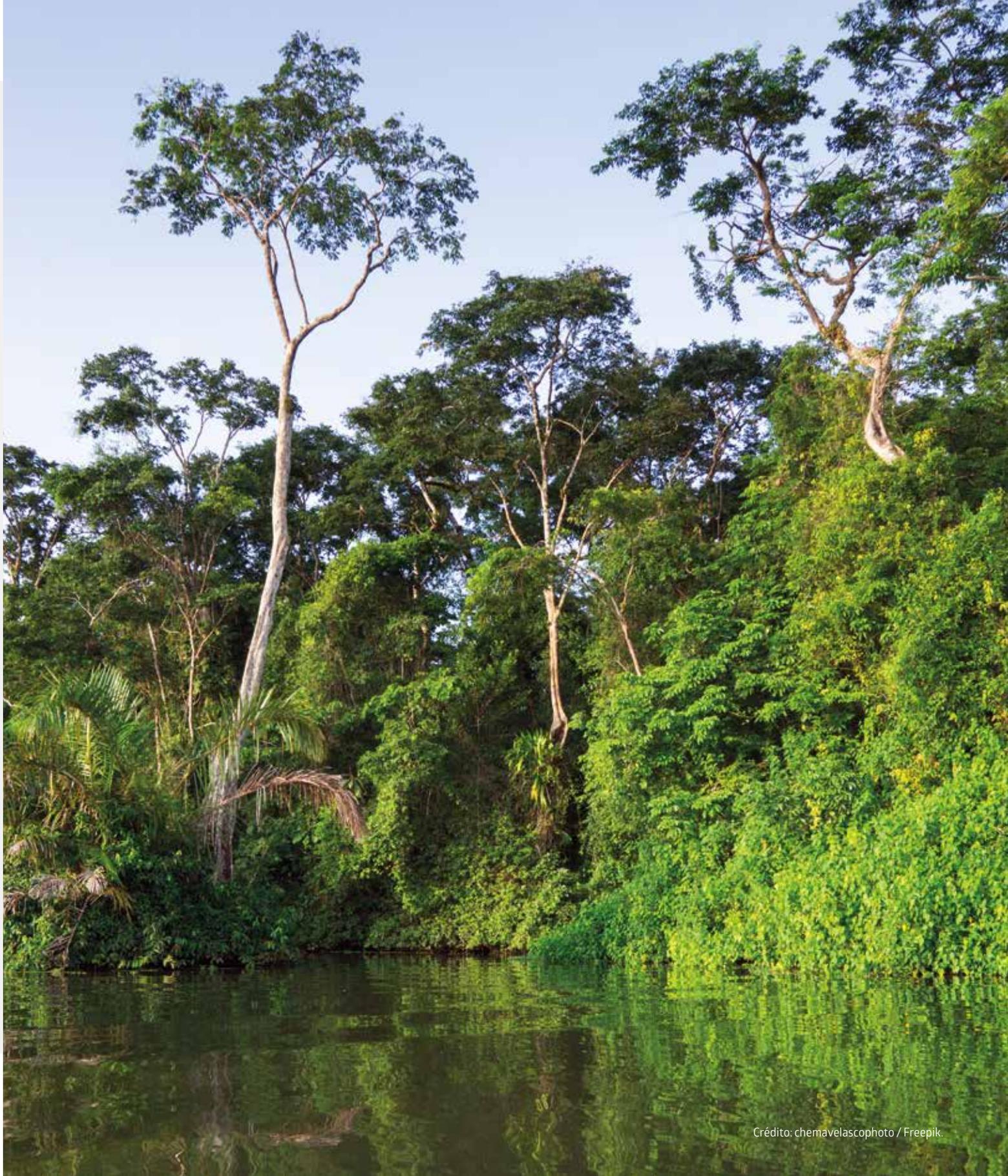
PNBS	Parque Nacional Bahuaja Sonene
RCA	Reserva Comunal Amaraeri
RNT	Reserva Nacional Tambopata

Sitios de muestreo de biodiversidad en Madre de Dios

AAI	Asociación de Agricultores Arco Iris
BCH	Barranco Chico
CCR	Concesión Minera Cinco Rebeldes
NSJ	Nuevo San Juan
PL	Puerto Luz
SJK	San José de Karene
SRB	Santa Rita Baja

Unidades de medida

m	metros
km	kilómetros
ha	hectáreas





Crédito: Candela Perú.

INTRODUCCIÓN

¿Por qué estudiar la
conectividad ecológica?

El concepto de “conectividad del paisaje” está definido por la capacidad del paisaje de mantener los flujos ecológicos y las conexiones entre sus distintos elementos naturales (Forman & Godron, 1986). Esta conectividad es afectada por procesos de fragmentación de hábitat y depende tanto de los aspectos físicos o estructurales del paisaje, como de las características del flujo ecológico y del propio tamaño, comportamiento y movilidad de las especies (Luque *et al.*, 2012; Bennett, 1999). Un patrón espacial discontinuo de hábitats disminuye la conectividad entre sitios aptos para las especies y altera la dispersión de hábitats y especies en función de las condiciones de la matriz que las separa (Otavo & Echeverría, 2017; Uezu & Metzger, 2011; Bennett, 1999). El aislamiento de pequeñas poblaciones a partir de los procesos de fragmentación incrementa el riesgo de extinciones locales, al hacerlas más vulnerables a procesos estocásticos, a catástrofes naturales, a amenazas humanas y a la pérdida de variabilidad genética (Otavo & Echeverría, 2017; Goossens *et al.*, 2016; Banks *et al.*, 2005).

La distribución de los ecosistemas está en gran medida determinada por el factor climático, y los ecosistemas actuales y futuros son reflejo de una interacción compleja entre las variables biofísicas, tales como suelo, clima y uso de la tierra (IPBES, 2019; Forman & Godron, 1986). El efecto del cambio climático, aunado a los efectos de la pérdida de hábitat y la fragmentación de paisajes, conducirán a modificar la composición de la mayoría de los ecosistemas, lo que desplazará los hábitats de muchas especies, aumentará el régimen de pérdida de algunas especies y creará oportunidades para el establecimiento de otras (IPCC, 2022; Pörtner *et al.*, 2022; IPBES, 2019; Keshtkar & Voigt, 2016; Jackson *et al.*, 2009). Además, los cambios en la composición de las comunidades y la distribución de los ecosistemas pueden producir reacciones que afectan el clima mundial y regional, y son una de las causas más importantes de la pérdida de servicios ecosistémicos y de la provisión de las demandas futuras de la sociedad (IPCC, 2022; IPBES, 2019; Golub *et al.*, 2013; Mantyka-Pringle *et al.*, 2015).

La conectividad ecológica permite a las especies moverse y dispersarse en busca de hábitats más adecuados a medida que las condiciones cambian. Esto facilita la adaptación de las especies al cambio climático y aumenta la resiliencia de los ecosistemas (IPCC, 2022; Golub *et al.*, 2013; Hulme, 2005). Los corredores ecológicos y las áreas de amortiguamiento conectadas pueden permitir que las especies se desplacen hacia climas más favorables, lo que evita la fragmentación y la pérdida de hábitats (Keshtkar & Voigt, 2016; Hulme, 2005). De igual manera, en un contexto de cambio climático, en el que algunas poblaciones pueden enfrentarse a condiciones ambientales adversas, la conectividad permite la migración de genes beneficiosos y la adaptación genética de las especies (Goossens *et al.*, 2016; Luque *et al.*, 2012; Banks *et al.*, 2005; Bennett, 1999).

Los ecosistemas saludables y conectados desempeñan un papel importante en la mitigación del cambio climático (IPCC, 2022). Los bosques, las praderas y los humedales conectados pueden almacenar grandes cantidades de carbono, lo que ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a contrarrestar los impactos del cambio climático (IPCC, 2022). Además, los ecosistemas conectados proporcionan servicios como la regulación del agua, la protección contra inundaciones y la polinización, que son fundamentales para la resiliencia de las sociedades humanas frente al cambio climático (IPCC, 2022).

La conectividad a escala de paisaje puede ser evaluada en términos estructurales y funcionales. La conectividad estructural se refiere a las relaciones de continuidad y



adyacencia entre los fragmentos de diferentes tipos de hábitat (composición y estructura del paisaje), mientras que la conectividad funcional alude al comportamiento que presentan las especies en respuesta a los elementos del paisaje, ya sea que estos faciliten o restrinjan el movimiento entre parches de hábitat (capacidades de movimiento) (Galpern *et al.*, 2011; Saura & Rubio, 2010).

El creciente desarrollo de los sistemas de información geográfica ha permitido evaluar la conectividad de hábitat en diferentes paisajes basándose en la teoría de grafos y en la teoría de circuitos eléctricos. Para la primera, un grafo es una estructura topológica formada por nodos y enlaces



Tortugas taricaya (*Podocnemis unifilis*).
Crédito: Candela Perú.

Las cifras más recientes de biodiversidad reportadas en el Perú indican que se han registrado más de 58.000 especies en nueve grupos biológicos.

Los ecosistemas saludables y conectados desempeñan un papel importante en la mitigación del cambio climático.



conectores, de manera que los nodos son los parches de hábitat, y el enlace entre un par de nodos representa el potencial de movimiento entre parches, condicionado por la resistencia del paisaje. Estos enlaces pueden corresponder a corredores físicos o conexiones funcionales (Pascual-Hortal & Saura, 2006). La segunda teoría, por su parte, se basa en una red de circuitos eléctricos que permite el flujo de corriente condicionada por resistencias; en este sentido, se asume que los corredores entre los parches de hábitat son como los circuitos que facilitan el movimiento de un organismo en un paisaje, limitado por una resistencia que representa el grado de dificultad de movimiento (McRae *et al.*, 2008).

A pesar de la importancia de la **conectividad ecológica**, su conservación y su promoción presentan retos. Entre ellos, la *fragmentación de hábitats*, la *pérdida de corredores ecológicos*, la *degradación de paisajes* y la *falta de conciencia sobre su importancia en la gestión territorial*. Para abordar este tipo de retos, es fundamental integrar consideraciones de conectividad ecológica en la planificación del paisaje. Esto implica identificar áreas clave de conectividad, corredores ecológicos y hábitats críticos, así como asegurar su conservación y restauración. La colaboración entre diferentes actores, incluidas instituciones gubernamentales, organizaciones de conservación y comunidades locales, es esencial

para lograr una planificación efectiva del paisaje. En este sentido, la restauración de hábitats degradados y la creación de corredores ecológicos son medidas importantes para promover la conectividad. Esto puede incluir la restauración funcional de ecosistemas nativos, la rehabilitación de humedales y la creación de pasos de fauna que permitan el movimiento de especies entre áreas fragmentadas. La restauración de hábitats contribuye a la mitigación del cambio climático al aumentar la captura de carbono y mejorar la resiliencia de los ecosistemas.

Es necesario aumentar la conciencia y la comprensión sobre la importancia de la conectividad ecológica y su relación con el cambio climático. Esto puede lograrse mediante programas educativos, campañas de sensibilización y la participación de las comunidades locales en proyectos de conservación. La participación ciudadana y la colaboración entre científicos, gestores de recursos naturales, y comunidades indígenas, pueden generar un mayor apoyo y compromiso para la conservación y sostenibilidad del territorio. Asimismo, el cambio climático y la conectividad ecológica son desafíos que trascienden las fronteras nacionales, por lo que la cooperación internacional es fundamental para abordarlos de manera efectiva.

Este proceso de investigación contribuye a la implementación de la Estrategia de Cooperación al Desarrollo del País 2020-2025 de USAID para el Perú, habida cuenta de que la sociedad civil debe participar de manera decidida en el desarrollo de oportunidades económicas lícitas y sostenibles. En específico, es una



Mono ardilla con cría
(*Saimiri boliviensis*).
Crédito: Rich Hoyer / ACCA





Reuniones informativas
y de coordinación con
pobladores locales para
trabajo en campo.



contribución al Objetivo de Desarrollo 3 (OD3): “Perú fortalece el manejo sostenible del medio ambiente y los recursos naturales para expandir beneficios económicos y sociales”. El OD3 respalda el desarrollo de capacidades para conservar los valiosos servicios ecosistémicos de la inmensa biodiversidad del Perú que permiten medios de vida, bienestar y desarrollo económico sostenible, una mejor regulación del clima y del suministro de agua, y beneficios para la salud, la recreación y la cultura, entre otros. Asimismo, el OD3 busca contrarrestar las actividades ilícitas, incluidas la minería ilegal, la tala ilegal y el tráfico de vida silvestre, y abordar la sobreexplotación de los recursos naturales en los bosques amazónicos y las cuencas andinas.

En este contexto, el estudio de conectividad ecológica en Madre de Dios es una valiosa contribución a la generación de insumos técnico-científicos para la toma de decisiones gubernamentales y socioterritoriales en pro de la vida en todas sus expresiones. Contribuye también a la Estrategia Nacional de Biodiversidad y, en general, a los propósitos del Sistema Nacional de Gestión Ambiental del Perú.



Guacamayos rojo y verde (*Ara chloropterus*)
en banco de arcilla o *collpa*.
Crédito: vladimircech / Freepik.

CAPÍTULO 1

Madre de Dios: capital de la biodiversidad del Perú

Las cifras más recientes de biodiversidad reportadas en el Perú indican que se han registrado más de 58,000 especies en nueve grupos biológicos, lo que lo coloca entre los países megadiversos del continente (MINAM, 2019). De acuerdo con los criterios establecidos por la UICN, aproximadamente 389 especies de invertebrados, anfibios, reptiles, aves y mamíferos del Perú se encuentran en alguna categoría de amenaza (peligro crítico [CR], en peligro [EN], vulnerable [VU]) (MINAM, 2019). La mayor parte de esta biodiversidad se encuentra en la Amazonía, de la cual el país tiene la segunda mayor extensión después de Brasil. La Amazonía peruana comprende la parte occidental de la cuenca amazónica, que ocupa cerca de 5.5 millones de km² y es drenada por numerosos ríos de diferente tamaño, entre los cuales destacan por su extensión el Amazonas, el Marañón, el Napo, el Ucayali y el Madre de Dios (Mena & Germaná, 2016).

Madre de Dios es una de las regiones más biodiversas del mundo. Esto es reconocido incluso por la legislación peruana, que designa a este departamento como capital de la biodiversidad del Perú (Ley N.º 26311). El 45 % (3,802,059 ha) de la superficie de Madre de Dios está cubierto por áreas naturales protegidas, tales como el Parque Nacional Manu, la Reserva Nacional Tambopata, la Reserva Comunal Amarakaeri y el Parque Nacional Bahuaja Sonene. Estas áreas naturales desempeñan un papel crucial en la conectividad del Corredor de Conservación Vilcabamba-Amboró, el cual se expande a través de Perú y Bolivia, cubriendo un área de 300,000 km² desde el Parque Nacional Otishi, en la cordillera de Vilcabamba, en el Perú, hasta el Parque Nacional Amboró, en Bolivia (Dallmeier *et al.*, 2020; CEPF & Banco Mundial, 2005). El objetivo del corredor es fomentar un uso planificado de la tierra que cumpla con las necesidades y aspiraciones de la población local, al mismo tiempo que se preservan la diversidad biológica y los beneficios ecológicos que los bosques tropicales brindan (Dallmeier *et al.*, 2020). Además, el corredor promueve la cooperación entre el Perú y Bolivia para abordar los desafíos ambientales y sociales actuales.

El departamento de Madre de Dios incluye una importante diversidad cultural, representada por 14 grupos indígenas, que incluye a los pueblos Harakbut, Matsigenka y Yine. Los harakbuts son nativos de Madre de Dios y existe evidencia que sugiere que se encuentran establecidos en esta región desde hace de 3000 a 5000 años (Dallmeier *et al.*, 2020; Chavarría Mendoza *et al.*, 2020).

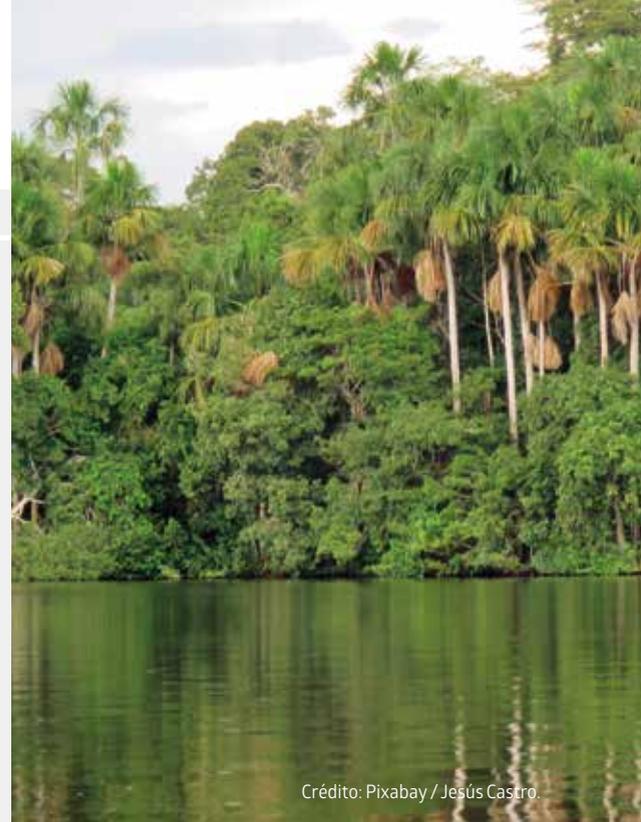
A continuación, se describen las tres áreas naturales protegidas consideradas para el estudio de conectividad ecológica realizado.

Parque Nacional Bahuaja Sonene¹

El Parque Nacional Bahuaja Sonene (PNBS) está ubicado en las provincias de Tambopata, Carabaya y Sandia, en los departamentos de Madre de Dios y Puno respectivamente. Tiene una extensión de 1,091,416 ha. Su objetivo es conservar un mosaico de hábitats que alberga una gran diversidad de flora y fauna, la cual incluye al lobo de río y el ciervo de los pantanos.

Este parque nacional reporta la presencia de más de 600 especies de aves, más de 180 especies de mamíferos y más de 50 especies de anfibios y reptiles. Entre ellas, sobresalen el cóndor de la selva (*Sarcoramphus papa*), el águila harpía (*Harpia harpyja*), el perro de monte (*Speothos venaticus*), los zorros (*Cerdocyon thous* y *Atelocynus microtis*), el lobo de río (*Pteronura brasiliensis*), el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) y el lobo de crin (*Chrysocyon brachyurus*), el oso hormiguero (*Myrmecophaga tridactyla*), el armadillo gigante (*Priodontes maximus*), el maquisapa negro (*Ateles paniscus*) y el jaguar (*Panthera onca*). Entre los reptiles y anfibios sobresalen el caimán negro (*Melanosuchus niger*), la anaconda (*Eunectes murinus*) y la taricaya (*Podocnemis unifilis*).

El PNBS es importante para la conectividad ecológica de la Amazonía, pues conecta las áreas naturales protegidas del Perú con las de Bolivia al colindar con el Parque Nacional Madidi, el cual forma parte del Corredor de Conservación Vilcabamba-Amboró.



Crédito: Pixabay / Jesús Castro.

Este parque nacional conecta las áreas naturales protegidas del Perú con las de Bolivia al colindar con el Parque Nacional Madidi.



1. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1945998-parque-nacional-bahuaja-sonene>

Reserva Nacional Tambopata²

La Reserva Nacional Tambopata (RNT) está ubicada al sur del río Madre de Dios, en los distritos de Tambopata e Inambari de la provincia de Tambopata, departamento de Madre de Dios. Su extensión es de 274,690 ha y su ubicación es contigua al Parque Nacional Bahuaja Sonene, que la rodea íntegramente por el sur, con el que forma una unidad de protección de gran importancia para el país.

En esta reserva se han registrado más de 632 especies de aves, 1200 de mariposas, 103 de anfibios, 180 de peces, 169 de mamíferos y 103 de reptiles. En su interior se encuentran hábitats apropiados para la recuperación y refugio de poblaciones amenazadas de especies como el lobo de río (*Pteronura brasiliensis*), la nutria (*Lontra longicaudis*) y felinos como el yaguarundí (*Puma yagouaroundi*), el puma (*Puma concolor*), el jaguar (*Panthera onca*), el tigrillo (*Leopardus pardalis*) y el margay (*Leopardus wiedii*). Entre las especies de primates están el maquisapa (*Ateles chamek*), el pichico (*Saguinus fuscicollis*), el pichico emperador (*Saguinus imperator*), el mono aullador (*Alouatta seniculus*), el mono nocturno (*Aotus nigriceps*), el mono choro (*Lagothrix lagothricha tschudii*), el mono ardilla (*Saimiri* sp.), el machín blanco (*Cebus albifrons*) y el machín negro (*Sapajus apella*). Otras especies de mamíferos que destacan son el tapir (*Tapirus terrestris*), la huangana (*Tayassu pecari*), el sajino (*Dicotyles tajacu*, con consenso en Perú como *Tayassu tajacu*), el venado colorado (*Mazama americana*), el venado gris (*Mazama gouazoubira*) y los perezosos de dos dedos (*Choloepus hoffmanni*) y de



Crédito: Agencia Andina / Carlos Lezama.

Esta reserva es fundamental para la existencia del Corredor de Conservación Vilcabamba-Amboró.

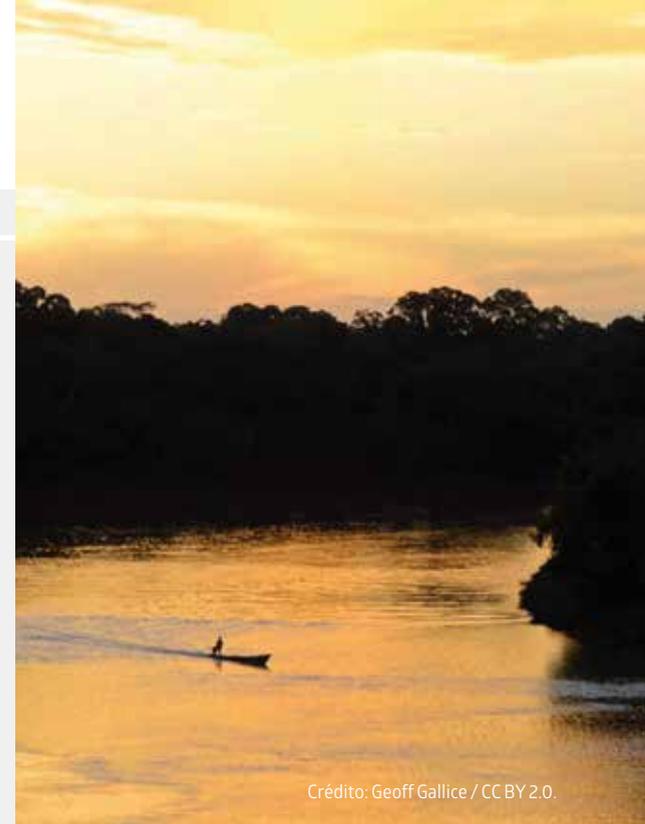


2. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1793047-reserva-nacional-tambopata>

tres (*Bradypus variegatus*). Entre las aves, destaca la presencia del águila harpía (*Harpia harpyja*), del águila crestada (*Morphnus guianensis*), del paujil común (*Mitu tuberosum*), del paujil unicornio (*Pauxi unicornis*) y del paujil carunculado (*Crax globulosa*). Entre los reptiles, sobresalen la boa esmeralda (*Corallus caninus*), el loro machaco (*Bothrops bilineatus*), la boa constrictora (*Boa constrictor*) y la shushupe (*Lachesis muta*). También son comunes el caimán negro (*Melanosuchus niger*), el caimán blanco (*Caiman crocodilus*) y la taricaya (*Podocnemis unifilis*). Entre los peces, destacan el boquichico (*Prochilodus nigricans*), el zúngaro saltón (*Brachyplatystoma filamentosum*), el yahuarachi (*Potamorhyna latior*), el dorado (*Brachyplatystoma flavicans*) y el paco (*Piaractus brachypomus*); y entre las especies no comerciales están el sábalo (*Brycon spp.*), la lisa (*Schizodon fasciatus*) y el bagre (*Pimelodus sp.*).

En la reserva también existen diferentes tipos de vegetación, como los aguajales, los pacales, los bosques de terrazas y los bosques de galería. Se han identificado 17 asociaciones vegetales por tipo de bosque y un total de 1255 especies de plantas. Una especie muy importante que se conserva en la RNT es la castaña (*Bertholletia excelsa*), la especie no maderable comercial más importante en la región y de gran impacto en la economía local.

La Reserva Nacional Tambopata contribuye con la conectividad existente con otras áreas naturales protegidas del departamento (la Reserva Comunal Amarakaeri y los Parques Nacionales Alto Purús y Manu) y los de la vecina Bolivia, por lo que es fundamental para la existencia del Corredor de Conservación Vilcabamba-Amboró.



Crédito: Geoff Gallice / CC BY 2.0.

En Tambopata existen diferentes tipos de vegetación, como los aguajales, los pacales, los bosques de terrazas y los bosques de galería.



Reserva Comunal Amarakaeri³

La Reserva Comunal Amarakaeri (RCA) está ubicada en los distritos de Fitzcarrald, Manu, Madre de Dios y Huepetuhe, provincia de Manu, departamento de Madre de Dios. Tiene una extensión de 402,335 ha y es una de las reservas comunales más grandes del país. Es administrada mediante un modelo de cogestión entre el ECA Amarakaeri, como representante de las 10 comunidades nativas de los pueblos Harakbut, Yine y Matsiguenka, socias de esta área natural protegida, y el Servicio de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP), representante del Estado, a través de la Jefatura de la Reserva Comunal Amarakaeri (JRCA). Posee una alta variedad fisiográfica, compuesta por terrazas, colinas y montañas, en diversos pisos de selva alta y baja, con una gran diversidad de ecosistemas y microclimas que brindan refugio a un enorme número de especies de fauna y flora, muchas de ellas en situación amenazada (Dallmeier *et al.*, 2020). El objetivo de la RCA es “contribuir a la protección de las cuencas de los ríos Eori/Madre de Dios y Karene/Colorado, asegurando la estabilidad de las tierras y bosques y manteniendo la calidad y cantidad de agua, el equilibrio ecológico y un ambiente adecuado para el desarrollo de las comunidades nativas Harakbut” (Dallmeier *et al.*, 2020).

Los científicos estiman que alrededor de 1000 especies de aves, más de 100 especies de anfibios, más de 100 especies de reptiles, más de 15,000 especies de plantas y miles de especies de insectos habitan en la Reserva Comunal Amarakaeri



Crédito: Kimon Berlin / CC BY-SA 2.0.

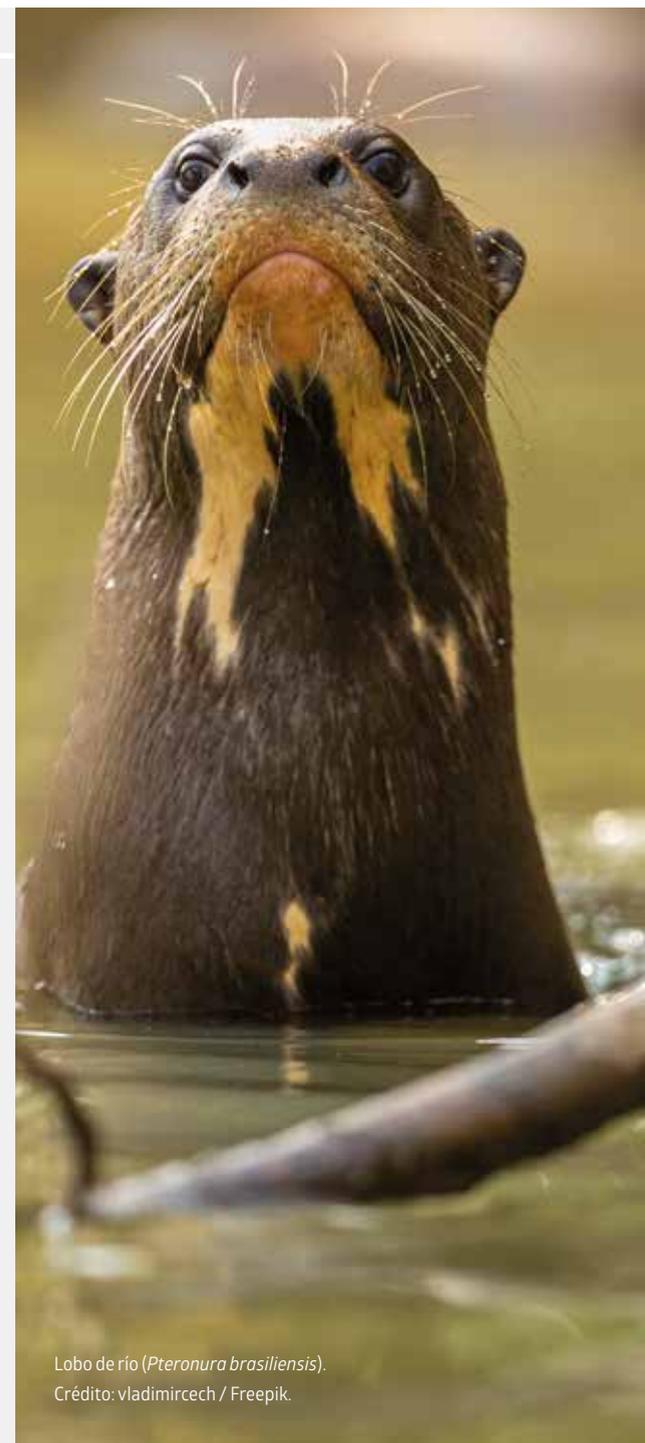
La RCA está compuesta por terrazas, colinas y montañas, en diversos pisos de selva alta y baja, con una gran diversidad de ecosistemas y microclimas.



3. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1928785-reserva-comunal-amarakaeri>

(Dallmeier *et al.*, 2020). Esta alberga importantes especies de fauna silvestre, entre las que destacan el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el lobo de río (*Pteronura brasiliensis*), el mono choro (*Lagothrix lagothricha tschudii*), el tapir (*Tapirus terrestris*), el puma (*Puma concolor*) y el jaguar (*Panthera onca*). Dentro de los reptiles amenazados, se encuentran el jergón (*Bothrops andianus*), el caimán negro (*Melanosuchus niger*), la taricaya (*Podocnemis unifilis*) y el lagarto enano (*Paleosuchus trigonatus*). Entre las aves amenazadas, destaca la presencia del guacamayo rojo (*Ara macao*), del guacamayo militar (*Ara militaris*), del águila arpía (*Harpia harpyja*), del paujil (*Mitu tuberosum*) y de la pava (*Pipile cumanensis*). Entre las especies de flora amenazadas que destacan, están el cedro (*Cedrela odorata*), la caoba (*Swietenia macrophylla*), el sano sano (*Cyathea caracasana*), la sangre de grado (*Croton* sp.), la lupuna (*Ceiba pentandra*) y el ficus (*Ficus* sp.) (Dallmeier *et al.*, 2020).

Aproximadamente 389 especies de invertebrados, anfibios, reptiles, aves y mamíferos del Perú están en riesgo de extinción.



Lobo de río (*Pteronura brasiliensis*).
Crédito: vladimircech / Freepik.

Área de estudio

El estudio de conectividad ecológica se realizó en la Amazonía peruana, en el departamento de Madre de Dios, e incluye la totalidad de la Reserva Comunal Amaraakaeri, la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja Sonene, en un área total aproximada de 3,700,000 ha. Esta área limita al oriente con Bolivia y Brasil; al sur,

con el piedemonte amazónico de los departamentos de Puno y Cusco, que incluye la cuenca del río Tambopata y parcialmente la cuenca del río Inambari; y, al norte y al occidente, con la divisoria de aguas de la gran cuenca del río Madre de Dios (figura 1).

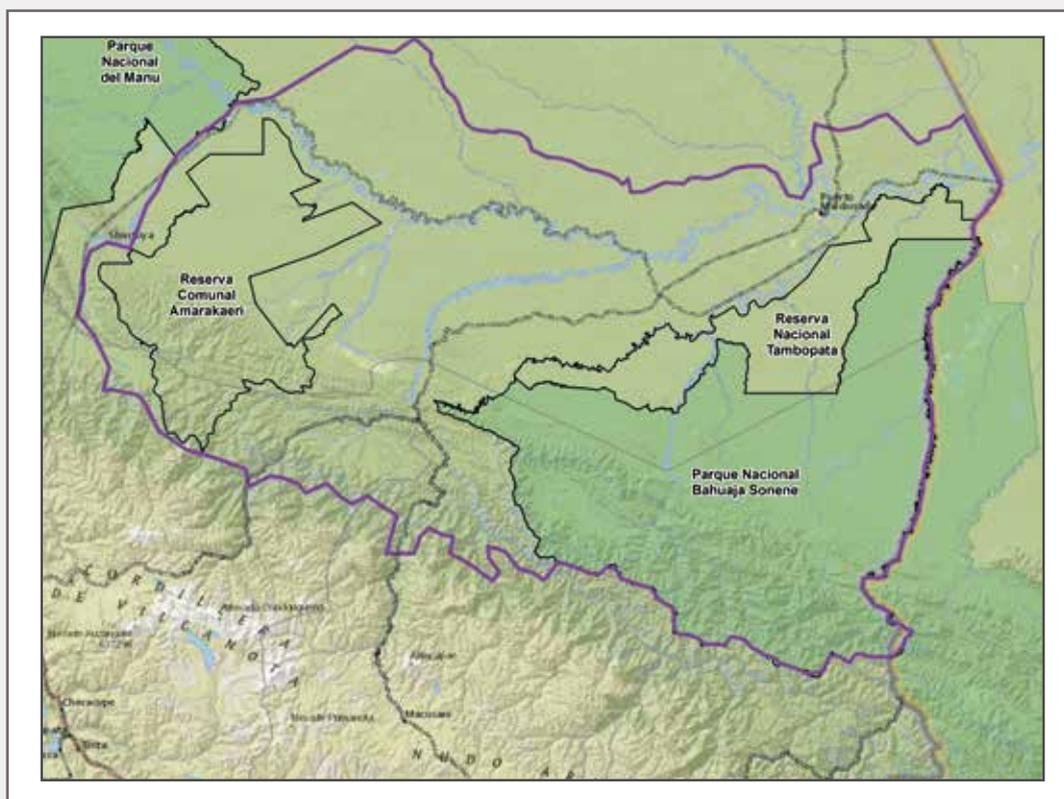


Figura 1. Área de estudio para el análisis de conectividad ecológica entre la Reserva Comunal Amaraakaeri (RCA), la Reserva Nacional Tambopata (RNT) y el Parque Nacional Bahuaja Sonene (PNBS) en Madre de Dios.

Unidades fisiográficas del área de estudio

Con el fin de entender la topografía, la geología, la hidrología y la composición edafológica del área de estudio y cómo estas características determinan la biodiversidad y los procesos ecológicos, se realizó un análisis fisiográfico. Para ello, se utilizó información actual de sensores remotos, tanto de imágenes satelitales (Landsat 8 y Sentinel 2) como de radar (Sentinel 1), a fin de guiar la lectura visual y de los aspectos de relieve, además de la interpretación de coberturas vegetales y de uso del suelo, a una escala de 1:50,000. Adicionalmente, se utilizaron las siguientes fuentes bibliográficas:

- Mapa geomorfológico del Perú (INGEMMET, 2016).
- Zonificación ecológica y económica del departamento de Madre de Dios (Gobierno Regional de Madre de Dios, 2006).
- Proyecto Desarrollo de Capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Región de Puno. Estudio fisiográfico (Gobierno Regional de Puno, 2014).
- Mapa Nacional de Cobertura Vegetal (MINAM, 2015).
- Mapa de clasificación climática del Perú. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI, 2020).

El área de estudio está compuesta por tres subprovincias fisiográficas: Cordillera Oriental de los Andes (C), Gran Llanura Aluvial de Piedemonte de la Cordillera Oriental (P) y Llanura Aluvial de los Grandes Ríos (Al) del río Madre de Dios (tabla 1).

Cordillera Oriental de los Andes (C)



Se debe considerar el origen de los sedimentos depositados en la cuenca del río Madre de Dios, entre los que resaltan los tipos de rocas que, al conformar el cuerpo de la cordillera, dan origen a los materiales parentales que posteriormente generarán los suelos del departamento de Madre de Dios. Según el mapa geomorfológico del Perú (INGEMMET, 2016), en la cordillera de Puno y Cusco que limita con Madre de Dios existen rocas de las siguientes clasificaciones:

- Montañas de rocas ígneas intrusivas.
- Montañas de rocas metamórficas.
- Colinas de rocas metamórficas.
- Montañas de rocas sedimentarias.
- Vallecitos coluvio-aluviales y altiplanos dentro de la cordillera.
- Precordillera en colinas de rocas sedimentarias principalmente. Estas últimas se han dividido en “muy disectadas” y “estructurales moderadamente disectadas”.

Las colinas sedimentarias componen la formación más joven del Terciario, producto de la gran erosión-sedimentación ocurrida durante el último gran pulso diluvial en los procesos de derretimiento de los glaciares de la última edad de hielo. Posteriormente a estos grandes eventos, sobrevino la sedimentación aluvial por ríos trezados que bajaron cargados de depósitos, incluyendo oro en muchos de ellos, y formaron extensas planicies de piedemonte donde se asentó gran parte de la población humana.



Crédito: Pixabay / Flowersour.

Gran Llanura Aluvial de Piedemonte de la Cordillera Oriental (P)

.....

En esta planicie aluvial se han diferenciado cinco grandes paisajes, incluido uno especial debido a la transformación excesiva que ha sufrido por los procesos relacionados con la minería de oro. En este gran paisaje no es posible diferenciar las unidades típicas de una llanura aluvial, puesto que la transformación por movimientos de tierra es tan grande que ya no se aprecian diques, orillares, meandros, terrazas ni ninguna de las formaciones naturales originales. Y aunque no en todos los ríos sucede esto, hay algunos totalmente afectados por la minería de oro que han sido denominados P1: llanura aluvial indiferenciada disturbada por minería (tabla 1).

El segundo gran paisaje en esta subprovincia es el conformado por las terrazas aluviales (P2), que son unidades geomorfológicas situadas normalmente a los lados de las planicies de inundación en posiciones más altas, por lo general no inundables. Se han separado estas terrazas en dos grupos, bajas y altas, que, en lo que concierne a paisajes, obviamente deben tener suelos y aptitudes de uso diferentes.

El tercer gran paisaje (P3) de esta subprovincia es la gran planicie de piedemonte indiferenciada. Es la unidad más

extensa y compleja de la región estudiada. Presenta rasgos de cauces abandonados, antiguas terrazas muy erosionadas y diferentes grados de relieve, desde casi planos hasta ondulados, lo que puede reflejar distintas edades de formación y diferentes suelos. En algunos casos predominan Ultisoles, mientras que en los de relieve ondulado se encuentran Ultisoles y Endoaquepts de acuerdo con las formas de las pendientes, de cóncavas a convexas.

El siguiente gran paisaje diferenciado es el de los planos bajos aluviales, inundables, en ríos trezados del piedemonte (P4). Esta unidad presenta abundantes variaciones en tiempo y espacio, puesto que los ríos con estas características son por naturaleza muy dinámicos y cambiantes, de tal manera que los cauces menores están en continuo movimiento. Así, las islas, los orillares, los meandros y las barras de cauce son formaciones efímeras que pueden cambiar rápidamente. En estas planicies es frecuente encontrar sitios de minería, pero no tan abundantes como en P1.

Por último, en áreas depresionales, probablemente restos de cauces abandonados o antiguos basines, encontramos sistemas pantanosos (P5), en los que predominan Entisoles e Inceptisoles sobresaturados de aguas superficiales y subsuperficiales con predominio de vegetación hidrófila, como palmas y aguajales.

Llanura Aluvial de los Grandes Ríos (AI)

.....

El último gran paisaje diferenciado corresponde a la gran llanura aluvial del río Madre de Dios, que pertenece a la subprovincia fisiográfica Llanuras aluviales de los grandes ríos. Esta subprovincia, con sus diferentes grandes llanuras aluviales, presenta un régimen de sedimentación-erosión muy particular, puesto que las unidades de paisaje que la conforman son claramente diferenciables, como orillares, meandros abandonados, diques y basines, y son estables en el tiempo. Es posible cartografiarlas por separado y tienen suelos y vegetación característicos de los procesos que las forman y las mantienen.

Estas llanuras aluviales, por ser tan extensas, acarrean sedimentos provenientes de múltiples orígenes, lo que hace que sus paisajes-suelos sean también muy distintos de los que forman los ríos de piedemonte. Aquí se diferencian cartográficamente tres unidades (tabla 1):

- AI1: sistemas pantanosos con acumulación de suelos orgánicos.
- AI2: planos aluviales inundables, que incluyen meandros abandonados y orillales antiguos y recientes, con suelos Dystrudepts y Udifluents.
- AI3: terrazas altas y bajas que no fueron diferenciadas en este caso por su poca extensión dentro del área de estudio, con Ultisoles, Inceptisoles y suelos encharcados.



Crédito: Walter Wust / ACCA.

La gran llanura aluvial del río Madre de Dios esta compuesta por paisajes como orillares, meandros abandonados, diques y basines.

.....

Tabla 1. Leyenda fisiográfica para el área de estudio

Subprovincia fisiográfica	Grandes paisajes	Unidad geomorfológica paisaje	Suelos	Fisiografía según Perú	Vegetación	Clima
Cordillera Oriental en Puno y Cusco Zonas Andina y Subandina C	Precordillera en colinas de rocas sedimentarias principalmente C6	RCrs RCERs RCLD Colinas estructurales y no estructurales y lomadas disectadas	Typic Hapludults, Typic Hapludalfs, Lithic Udisamments, Typic Distrudepts (Asociación Mazuco-Cumbre)	Laderas de colinas sedimentarias con pendientes B a D moderadas hasta fuertemente disectadas. También se presentan algunas colinas en roca metamórfica y áreas de colinas y vallecitos con degradación por minería	Bosques de colinas altas y bajas. Bosques de colinas altas con paca	Muy lluvioso, precipitación abundante. Cálido, muy húmedo
		Acm Algunas colinas en roca metamórfica				
		Am Minería				
Llanura Aluvial de Piedemonte de la Cordillera Oriental P	Llanura aluvial indiferenciada disturbada por minería P1	Am Actividad minera en planos aluviales, coluviales, terrazas bajas y colinas	Misceláneo (Consociación Minería)	Terrazas bajas y medias con drenaje bueno a moderado. Colinas bajas disectadas en pequeños cauces	Vegetación natural destruida	Muy lluvioso, precipitación abundante. Cálido, muy húmedo
		Terrazas aluviales P2	P21 Baja	Typic Udifluvents, Aquic Dystrudepts (Asociación Wiango Shimbillo)	Terrazas bajas, drenaje bueno a imperfecto	
	P22 Alta		Fluvaquentic Eutrudepts, Typic Distrudepts, Typic Rodudults (Consociación Aguanegra)	Colinas disectadas bajas. Terrazas medias		
	Piedemonte indiferenciado P3	P31 Casi plano	Typic Hapludults (Consociación Cantera)	Terrazas medias y bajas sin disección	Bosques de terraza alta con castaña o paca, bosque de terraza baja	
		P32 Ondulado	Typic Hapludults, Typic Endoaquepts (Asociación Topa-Sarayacu)	Colinas bajas. Terrazas altas ligeramente disectadas hasta fuertemente disectadas, algunas con drenaje	Algunos bosques de colina baja con castaña	

Subprovincia fisiográfica	Grandes paisajes	Unidad geomorfológica paisaje	Suelos	Fisiografía según Perú	Vegetación	Clima
	Planos bajos aluviales inundables. Ríos tranzados del piedemonte P4	Coma-Comr Complejos de orillares antiguos y recientes	Typic Udifluvents (<i>Consociación Botafogo</i>)	Playas, playones y bancos de arena	Vegetación de islas	
		Ifl Islas fluviales		Islas		
		Ma Meandros abandonados		Albardar amazónico inundable	Bosque de llanura meándrica	
		Pli Planicie inundable		Terraza baja fluvial inundable		
	Ba Barras de arena en cauca					
Sistemas pantanosos P5	Sp Sistema de pantanos y agujales	Aeric Epiaquepts	Terrazas con drenaje muy pobre e imperfecto	Sabana hidromórfica con palmeras, bosque inundable de palmeras		
Llanura aluvial de los grandes ríos AI	Sistema pantanoso con acumulación de suelos orgánicos AI1	Sistemas de pantanos y agujales	Hydric Haplofibrists, Fluvaquentic Eutrudepts (<i>Asociación Aguajal-Aguanegra</i>)	Terrazas bajas y llanura aluvial con drenaje pobre a imperfecto	Bosque inundable de palmeras	Muy lluvioso, precipitación abundante. Cálido, muy húmedo
	Planos aluviales inundables AI2	Meandros abandonados y complejos de orillares meándricos antiguos y recientes	Aquic Dystrudepts, Typic Udifluvents (<i>Asociación Hungurahui-Bonanza-Wingungo-Shimbillo</i>)	Playas, playones y bancos de arena Ma Meandros Coma Islas	Bosques inundables de palmeras, bosques de terraza baja, bosque de llanura meándrica, áreas de no bosque amazónico	
	Terrazas AI3	Terrazas bajas y altas	Typic Hapludults, Typic Dystrudepts, Typic Endoaquepts (<i>Consociación Sarayacu</i>)	Tal Terrazas Tbal-Talma algunas con meandros abandonados		



Crédito: Enrique Cúneo.

CAPÍTULO 2

**¿Cómo ha cambiado el
paisaje de Madre de Dios
en los últimos años?**

Antes de la década de 1960, los bosques amazónicos en Madre de Dios permanecían relativamente intactos, debido sobre todo a su limitada accesibilidad. Esto cambió en las décadas de 1970 y 1980, con la construcción de una carretera que conectaba Puerto Maldonado, la capital de Madre de Dios, con los Andes (Vanthomme *et al.*, 2019). En la década de 1980 y principios de la de 1990, el Gobierno peruano promovió la expansión agrícola en la Amazonía, fomentando la migración de personas desde la sierra hasta la selva. El nuevo modelo económico liberal y austero promovido por el Gobierno y la crisis económica de mediados de la década de 1990 pusieron fin a esta política nacional y dieron lugar a una reducción significativa de la producción agrícola en la región, lo que aceleró el cambio de la economía hacia la minería de oro aluvial (Vanthomme *et al.*, 2019).

En 1993, la carretera que ahora se ha convertido en la carretera Interoceánica estaba sin pavimentar y era intransitable durante la temporada de lluvias. Los bosques amazónicos cubrían más del 99 % del territorio de la región, excepto alrededor de Puerto Maldonado e Iberia, donde la agricultura se desarrolló a lo largo de la carretera como resultado de las políticas proactivas de la década de 1980 (Vanthomme *et al.*, 2019). Para el año 2013, la carretera había sido pavimentada, y se había extendido una red de caminos secundarios sobre ella, cuya longitud ha aumentado siete veces desde 2003, hasta abarcar unos 2889 km, lo que permite el acceso a áreas boscosas bien conservadas e incrementó la deforestación y el establecimiento de minería de oro en áreas como Guacamayo – La Pampa y Delta 1 a lo largo del río Punkiri, mientras que en Huepetuhe la minería continuó creciendo. Los ríos Inambari y Malinowski, junto con sus afluentes, fueron invadidos por la deforestación a pequeña escala y la minería aluvial (Vanthomme *et al.*, 2019).

Con el fin de entender los cambios que han ocurrido en el área de estudio en los últimos años y cuál ha sido el impacto de diferentes actividades humanas, se realizó un análisis de cambio de uso y cobertura del suelo. Para ello, se emplearon las capas de la cobertura de la tierra de los años 2011 y 2019 generadas por el Ministerio del Ambiente (MINAM), disponibles en la plataforma de GEOBOSQUES a una resolución espacial de 30 x 30 m/píxel. La actualización de las capas de cobertura al año 2019 se realizó a partir de la información de bosque y no bosque del mismo año generada por el MINAM. Adicionalmente, se realizó interpretación de imágenes de satélite para determinar las clases de coberturas transformadas no boscosas. Para efectos prácticos del análisis a escala de paisaje y el modelamiento de la conectividad funcional, se reclasificaron las categorías de acuerdo con los siguientes criterios:



Crédito: Enrique Cúneo.

- Concordancias en la definición de las clases según la metodología Corine Land Cover (de acuerdo con la agrupación por niveles que realiza Corine Land Cover).
- Posible similitud ecológica y dinámica de transformación (posible similitud en rasgos composicionales y de estructura ecosistémica, además de aproximación en procesos y patrones de transformación).
- Congruencia espacial de clases o categorías de cobertura y usos del suelo.
- Opiniones de expertos: en tres reuniones y conversaciones, con un promedio de participación de cuatro investigadores y cinco conocedores del territorio, se plantearon las diferentes posibilidades de agrupación de clases, lo que dio como resultado el consenso entre los involucrados.

Las clases de cobertura y los usos del suelo determinados fueron los siguientes:

1. Bosque (bosque de galería o inundable, bosque de tierra firme con posible composición y estructura ecosistémica de bosques conservados).
2. Vegetación secundaria (vegetación degradada después de pérdida o degradación de coberturas naturales, o vegetación en proceso de regeneración hacia cobertura boscosa).
3. Sabanas hidromórficas (áreas planas o ligeramente inclinadas con predominio de vegetación gramínea y herbácea, que se inundan temporalmente durante la estación lluviosa).
4. Agricultura y pastos (zonas donde predomina el uso de agricultura, pastizales y cobertura de herbazales).
5. Áreas mineras (áreas de uso minero y pozas de origen minero).
6. Cuerpos de agua (ríos o cuerpos de agua naturales).
7. Áreas artificiales (infraestructura urbana y rural, infraestructura vial, asentamientos humanos).



Crédito: Enrique Cúneo.

Cambios espacio-temporales de las coberturas y usos del suelo entre 2011 y 2019

El estado actual del paisaje se analizó con base en modelos de cambio del paisaje existentes (McIntyre & Hobbs, 1999), empleando los mapas de coberturas y usos del suelo de los años 2011 y 2019. En específico, se emplearon las siguientes variables: (i) pérdida y fragmentación de coberturas naturales, (ii) tasa de pérdida de coberturas naturales, (iii) proceso dominante del paisaje y (iv) cambios en la matriz durante el periodo estudiado. Por otra parte, se consideró la transformación del paisaje como el porcentaje de hábitat remanente en términos de coberturas naturales (Otavo & Echeverría, 2017; McIntyre & Hobbs, 1999).

Los principales resultados de los cambios espacio-temporales de las coberturas y usos de suelo (tabla 2) muestran que:

- El área de estudio posee una extensión de 3,649,747 ha, de las cuales 3,420,180 ha eran coberturas naturales en 2011 (bosque, vegetación secundaria y sabanas hidromórficas), que disminuyeron a 3,364,174 ha al año 2019.
- En ocho años, las coberturas naturales disminuyeron en un 1.64 %, con una tasa anual de pérdida del 0.21 %. La pérdida de coberturas naturales en el periodo de estudio fue más intensa en bosques, con 52,878 ha deforestadas entre 2011 y 2019, a una tasa anual del 0.20 %.
- La vegetación secundaria tuvo una pérdida de 2999 ha, a una tasa anual del 0.46 %, que es la tasa más alta de pérdida entre las coberturas naturales.
- Las sabanas hidromórficas pasaron de ocupar 3732 ha en 2011 a 3603 ha en 2019; su tasa anual de pérdida fue del 0.44 %.
- Las áreas mineras y las áreas agrícolas se incrementaron en un 89.5 % y un 50.5 %, respectivamente, de 34,519 ha en 2011 a 65,405 ha en 2019 para áreas mineras, y de 54,252 ha a 81,650 ha para agricultura y pastos.

Cobertura	Área (ha)		Pérdida/Ganancia (ha)	Tasa anual de pérdida o ganancia (%)
	2011	2019		
Bosques	3,334,172	3,281,294	-52,878	-0.20
Vegetación secundaria	82,276	79,277	-2,999	-0.46
Sabanas hidromórficas	3,732	3,603	-129	-0.44
Agricultura y pastos	54,252	81,650	27,399	5.11
Áreas mineras	34,519	65,405	30,885	7.99
Cuerpos de agua	138,912	134,457	-4,455	-0.41
Áreas artificiales	1,885	4,062	2,178	9.60

Tabla 2. Variación del área ocupada por los tipos de cobertura y usos del suelo entre 2011 y 2019 en el área de estudio

Los patrones de pérdida de coberturas naturales por actividad minera corresponden a apertura de nuevas áreas y a la expansión de áreas mineras ya existentes. Estos patrones de minería están asociados a cercanía de cuerpos de agua, especialmente en los ríos Madre de Dios, Inambari, Punkiri, Huepetuhe, Caychihue, Nusiniscato, Dos de Mayo, Malinowski, Manuani y Guacamayo Grande (figura 2). Por otro lado, se observa un proceso de cambio de cobertura natural a agricultura y pastos en patrones de espina de pescado, asociado a infraestructura vial, principalmente sobre la vía Interoceánica, caminos vecinales a centros poblados y carreteras trochables adjuntas al río Madre de Dios (Vanthomme *et al.*, 2019) (figura 3). Adicionalmente, la ampliación de zonas de agricultura y pastos establecidas con anterioridad al periodo de estudio, de manera más evidente sobre el margen de los ríos Madre de Dios e Inambari, y a lo largo de la vía Interoceánica entre Puerto Maldonado y Mazuko (figura 3).

Entre 2011 y 2019, se perdieron 52,878 ha de bosques. La minería y la agricultura están entre las principales causas de degradación y pérdida de coberturas naturales.

Figura 2. Variación espacial de los tipos de cobertura y usos del suelo entre 2011 y 2019 en el área de estudio; detalle de la sustitución de coberturas naturales por agricultura y pastos; así como transformación de coberturas naturales a áreas mineras entre los ríos Madre de Dios, Punkiri e Inambari.

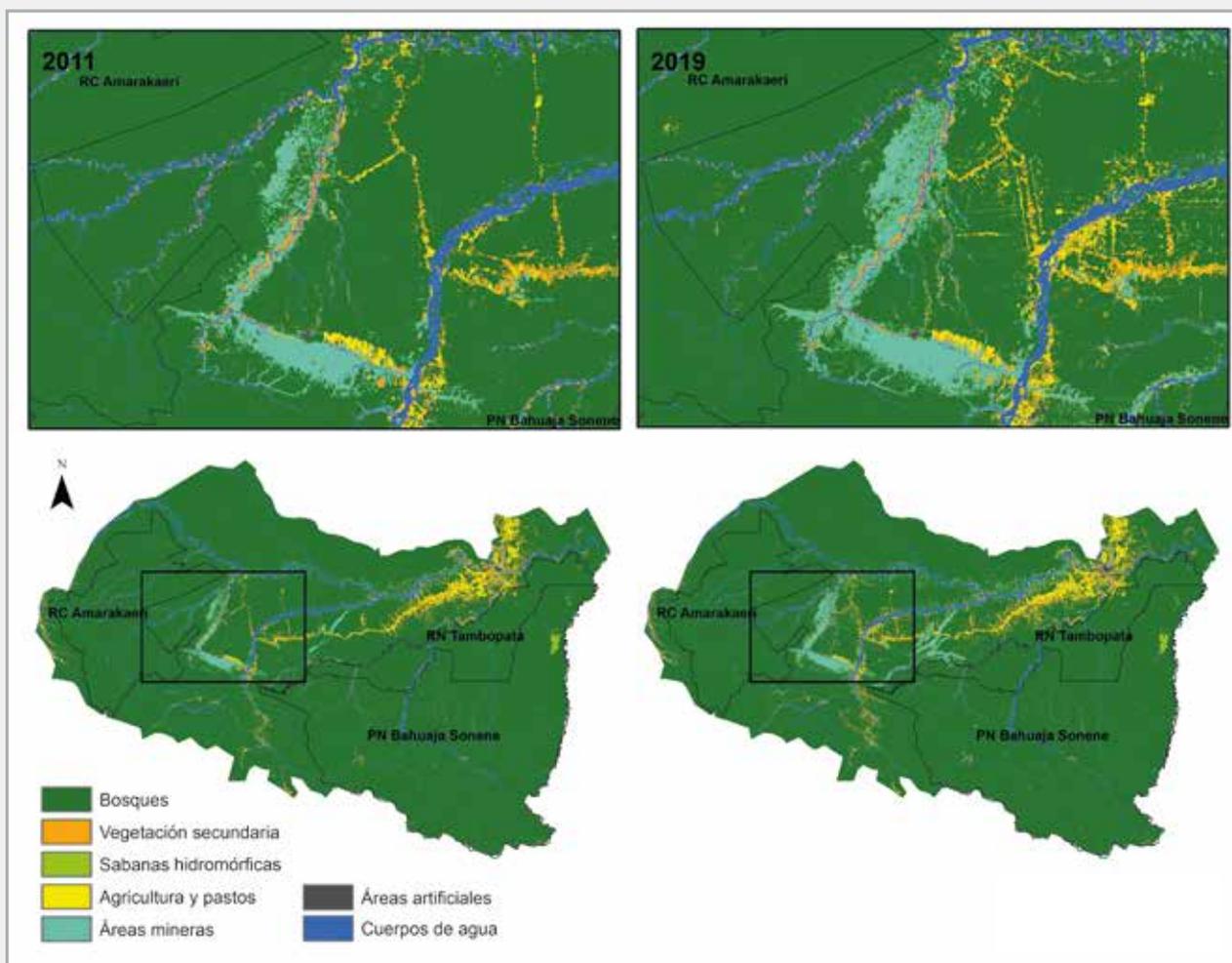
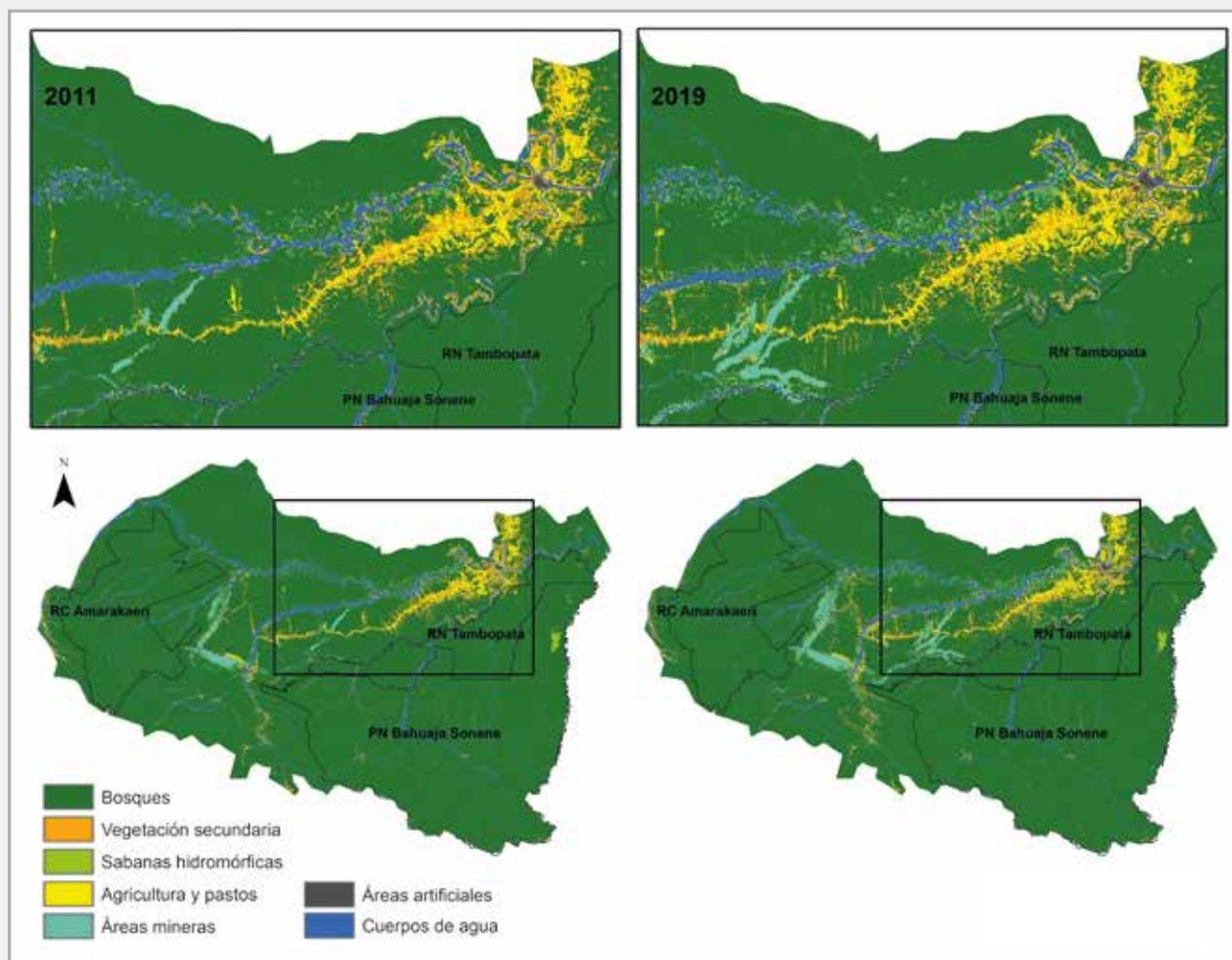


Figura 3. Variación espacial de los tipos de cobertura y usos del suelo entre 2011 y 2019 en el área de estudio; detalle de la sustitución de coberturas naturales por agricultura y pastos adyacentes a la vía Interoceánica, así como transformación de coberturas naturales a áreas mineras en el sector de La Pampa.

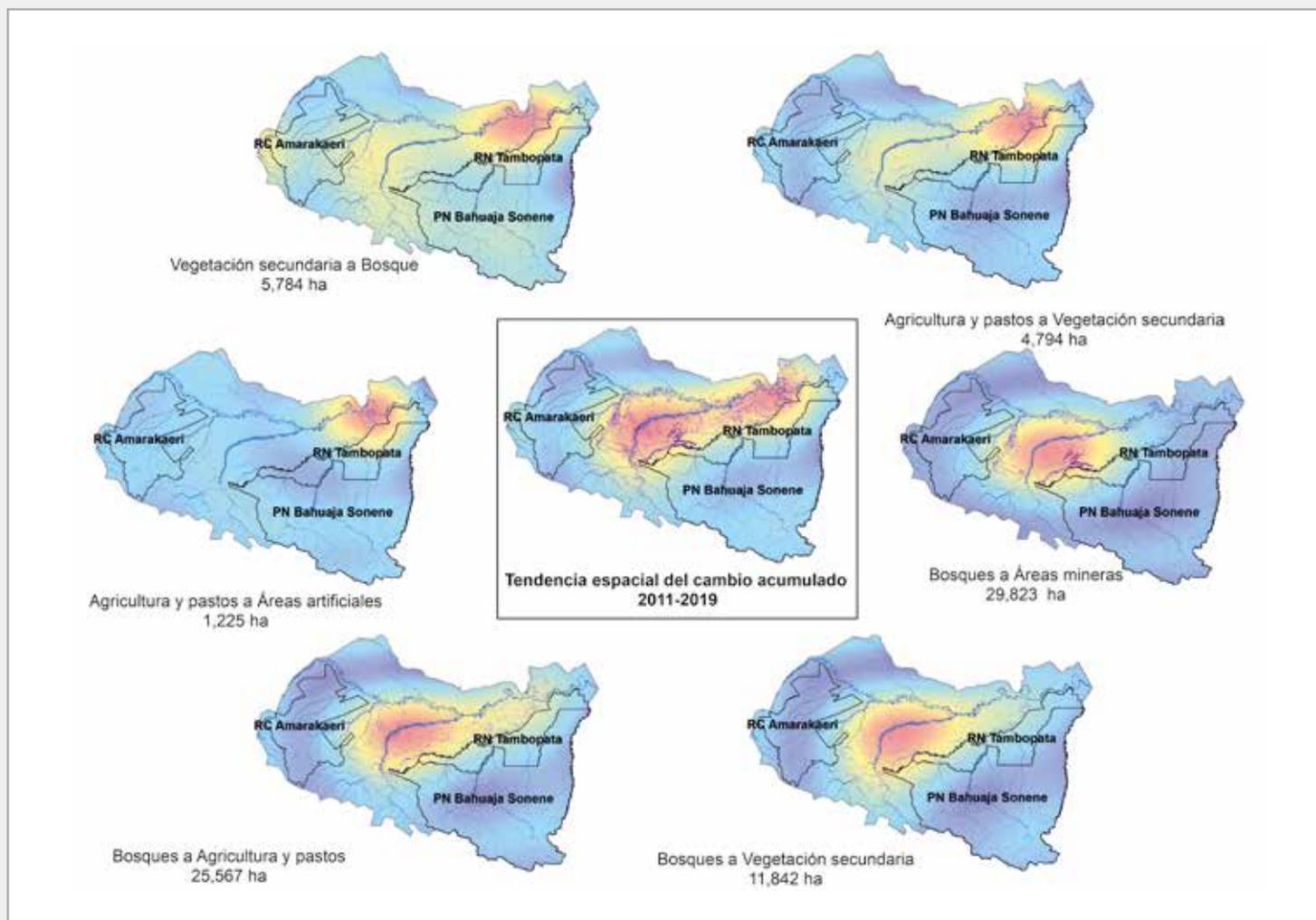


En cuanto a los cambios netos entre cobertura y usos del suelo, aproximadamente 29,823 ha de bosque y 2079 ha de vegetación secundaria se perdieron por el establecimiento de nuevas áreas mineras entre 2011 y 2019, que fue la causa más importante de pérdida y degradación de coberturas naturales. Esto parece ser más evidente en el sector de La Pampa cercano al límite occidental de la Reserva Nacional Tambopata y a los márgenes de los ríos Malinowski, Caychihue y Punkiri, este último en el área de influencia de la Reserva Comunal Amarakaeri. Por su parte, 25,567 ha de bosque y 10,395 ha de vegetación secundaria fueron sustituidas por agricultura y pastos en el mismo periodo de estudio; este proceso de sustitución es espacialmente más evidente en áreas cercanas a la vía Interoceánica y el río Inambari. Adicionalmente, 11,842 ha de bosque fueron degradadas a vegetación secundaria; en este caso, se observa un patrón disperso en el paisaje, pero con tendencia al cambio entre las áreas naturales protegidas, los márgenes de los ríos Madre de Dios e Inambari y el piedemonte amazónico occidental del Parque Nacional Bahuaja Sonene (figura 4). El proceso dominante de transformación en el paisaje es la pérdida de coberturas naturales por el establecimiento de nuevas áreas mineras y agrícolas. La rapidez y la magnitud del avance de la minería y la agricultura son constantes en el territorio, y se configuran como las principales causas directas de degradación y pérdida de coberturas naturales, así como del crecimiento de la infraestructura vial, que subyace al acceso y la posterior colonización de áreas remotas bien conservadas (Vanthomme *et al.*, 2019).

Entre 2011 y 2019, las áreas artificiales se incrementaron en 2178 ha, de las cuales 1225 ha corresponden a la transformación de áreas agrícolas, 618 ha corresponden a vegetación secundaria y 336 ha corresponden a cobertura boscosa. Este último patrón posiblemente esté asociado a la expansión de áreas urbanas y rurales, y también al establecimiento de centros de minería. Este proceso de transformación se observa en las cercanías de la ciudad de Puerto Maldonado (figura 4).

A pesar de la pérdida y degradación de coberturas naturales registradas en el paisaje, se observó la regeneración o restauración de 8616 ha de cobertura boscosa: 5784 ha se regeneraron de vegetación secundaria a bosque; 1690 ha provenientes de usos agrícolas y pastos en 2011 pasaron a bosque en 2019, probablemente por el abandono de tierras; y 1141 ha destinadas a minería en 2011 fueron posiblemente restauradas por acciones del Gobierno e instituciones o iniciativas locales. Igualmente se considera que 4795 ha de agricultura y pastos pasaron a vegetación secundaria. La tendencia al cambio señala que los procesos de regeneración o restauración son más apreciables en la zona norte cercana a la ciudad de Puerto Maldonado, entre los ríos Madre de Dios y Tambopata, límite norte de la Reserva Nacional Tambopata, y en los límites de la Reserva Comunal Amarakaeri, sobre la cuenca del río Punkiri, así como en zonas adyacentes al río Inambari, extendiéndose hacia el piedemonte amazónico (figura 4).

Figura 4. Tendencia espacial del cambio entre 2011 y 2019 de los procesos de mayor magnitud en el área de estudio (se muestran en color rojo las zonas con mayor tendencia de cambio entre coberturas y usos del suelo, y en color azul, las zonas con menor tendencia de cambio)



Patrones espaciales de las coberturas y usos del suelo

Para evaluar los patrones espaciales del paisaje, se utilizaron las métricas que expresaran de mejor manera la configuración espacial de paisajes reales y, además, fueran representativas de componentes esenciales de la estructura del paisaje, como la calidad del parche, el borde del parche, el contexto del parche en el paisaje, y la

conectividad del parche (tabla 3) (Mas *et al.*, 2010; Peng *et al.*, 2010; Cushman *et al.*, 2008; Zeng & Wu, 2005; Liu & Taylor, 2002); y todos los análisis se hicieron con el *software* FRAGSTATS (McGarigal *et al.*, 2013). El cálculo de métricas se realizó por medio del *software* FRAGSTATS (McGarigal *et al.*, 2013).

Tabla 3. Métricas usadas para el análisis de patrones espaciales en el paisaje de estudio (McGarigal *et al.*, 2013)

Clase	Métrica	Descripción	Unidad de medida	Rango de variación
Área, densidad y borde	Área del parche	Área promedio de parche de las coberturas naturales en el paisaje.	Hectáreas	0 y sin límite
	Densidad de parches	Número de parches de coberturas naturales por cada 100 ha.	Numérico	PD > 0
	Densidad de borde	Densidad de la longitud de borde de los parches de coberturas naturales en el paisaje.	Metros por hectárea	ED ≥ 0, sin límite
Área núcleo	Área núcleo media	Área núcleo promedio de las coberturas naturales, especificada por la profundidad de borde según vecindad del parche con otros usos del suelo.	Hectáreas	CORE ≥ 0 y sin límite
Aislamiento/proximidad	Distancia media al vecino más cercano	Proximidad entre parches de coberturas naturales, basada en la distancia media ponderada.	Metros	ENN > 0 y sin límite
Contagio/interspersión	Índice de agregación	Distribución agregada entre parches de un tipo de cobertura y uso del suelo partir de la esperada para una distribución aleatoria.	Porcentaje	-1 _ CLUMPY _ 1

Los resultados principales (tabla 4) muestran que el tamaño promedio de parche de todas las coberturas y usos del suelo disminuyó entre 2011 y 2019, a excepción de las sábanas hidromórficas, cuya variación es mínima. En este sentido, la cobertura boscosa presentó una reducción del 37 % en el tamaño de parche, lo cual se relaciona con la reducción de su área núcleo en un 40 %. En términos funcionales, la reducción de área de parche boscoso —y, por ende, la pérdida de calidad de hábitat expresada como área núcleo— afecta la disponibilidad de recursos para las especies, su reproducción y la persistencia de sus poblaciones en el tiempo, más aún si se consideran los posibles efectos de magnitud y distancia de penetración del efecto borde (Otavo & Echeverría, 2017; Peyras *et al.*, 2013; Lindenmayer & Fischer, 2006; Harper *et al.*, 2005). Este es el caso de hábitats boscosos remanentes insertos en una matriz altamente contrastante dominada por actividades mineras. Las especies más sensibles a la disminución de cantidad y calidad de hábitat son aquellas cuya abundancia es baja y tienen alguna dependencia de hábitats de interior (Otavo & Echeverría, 2017; Laurance *et al.*, 2006). Estas especies pueden incluir animales de gran tamaño que requieren grandes áreas, depredadores y especies especialistas en alimentación o hábitat (Otavo & Echeverría, 2017; Moreira-Arce *et al.*, 2016; De Angelo *et al.*, 2011).

Un patrón generalizado fue el aumento de la densidad de parches y la densidad de borde de todas las coberturas y usos del suelo, lo cual supone procesos de fragmentación de coberturas naturales y cambios en la cantidad y distribución espacial de los parches en el paisaje. Para

En términos funcionales, la reducción de área de parche boscoso afecta la disponibilidad de recursos para las especies.

las coberturas de bosque y de vegetación secundaria, el incremento en la densidad de parches fue del 57 % y del 25 % respectivamente, mientras que el aumento en la densidad de borde fue del 24 % para bosques y del 13 % para vegetación secundaria (tabla 4). Entre 2011 y 2019, los procesos de degradación y fragmentación de parches boscosos fueron más intensos que en vegetación secundaria, lo que ocasionó un mayor número de fragmentos de menor tamaño. Este proceso de fragmentación genera parches de hábitat que poseen diversos bordes o límites con cierto grado de contraste (Lindenmayer & Fischer, 2006). El contraste de los límites del hábitat puede afectar directamente el movimiento de organismos, flujos ecosistémicos e interacciones bióticas a través del paisaje (Peyras *et al.*, 2013; Stevens *et al.*, 2006). Un borde suave, con límite de bajo contraste y permeable, contribuye a vincular los elementos del paisaje, y un borde fuerte, como áreas mineras, con límite altamente contrastante e impermeable, internaliza la dinámica en los

Entre 2011 y 2019, se redujo el tamaño de los fragmentos boscosos, afectando la disponibilidad de recursos para la fauna.

elementos del paisaje (Otavo & Echeverría, 2017; Peyras *et al.*, 2013; Stevens *et al.*, 2006; Bennett, 1999; Forman & Godron, 1986). Los efectos de borde pueden superar los 500 m y han sido reconocidos como un proceso clave que influye en gradientes físicos, comportamiento individual, abundancia de la población, estructura de la comunidad y las interacciones ecológicas en la zona de transición entre dos o más hábitats (Reino *et al.*, 2009; Harper *et al.*, 2005; Laurance *et al.*, 2002).

El incremento en la densidad de parche y en la densidad de borde de usos del suelo agrícola, áreas mineras y áreas artificiales entre 2011 y 2019, indica el establecimiento de nuevas áreas destinadas para estos usos en forma de aperturas en la matriz boscosa del paisaje, y el incremento en extensión de zonas previamente consolidadas en 2011. El aumento de densidad de parches para agricultura y pastos y áreas artificiales fue del 356 %, y para áreas mineras, del 259 % (tabla 4). Las métricas de distancia al

vecino más cercano e índice de agregación para estos tres usos del suelo disminuyeron, lo que indica la agregación de cada uso en determinados sectores —por ejemplo, las áreas de minería en el paisaje se concentran en el río Punkiri, junto a la zona de influencia de la Reserva Comunal Amaraeri; en los ríos Inambari y Malinowski, en la zona de La Pampa; en los ríos Huepetuhe y Caychihue; y en el río Madre de Dios, entre el río Colorado y la ciudad de Puerto Maldonado—, mientras que la agricultura y los pastos están en forma más consolidada sobre la vía Interoceánica, en la parte norte de la Reserva Nacional Tambopata (tabla 4).

Aunque las métricas de distancia al vecino más cercano de las coberturas naturales muestran poca variación entre 2011 y 2019, existe una disminución de la conectividad ecológica del paisaje en zonas con actividades mineras y agrícolas. La conectividad ecológica se define como la capacidad del paisaje de mantener los flujos ecológicos y las conexiones entre sus distintos elementos naturales (Forman & Godron, 1986). Esta conectividad depende tanto de los aspectos físicos o estructurales, como de las características del flujo ecológico y del propio tamaño, comportamiento y movilidad de los animales (Luque *et al.*, 2012; Bennett, 1999). Un patrón espacial discontinuo de hábitats disminuye la conectividad entre sitios aptos para las especies y altera la dispersión de hábitats y especies según la matriz que los separa (Otavo & Echeverría, 2017; Bartlam-Brooks *et al.*, 2013; Uezu & Metzger, 2011; Bennett, 1999). El aislamiento de pequeñas poblaciones a partir de los procesos de fragmentación incrementa

el riesgo de extinciones locales, al hacerlas más vulnerables a procesos estocásticos, catástrofes naturales, amenazas humanas y a la pérdida de variabilidad genética (Otavo & Echeverría, 2017; Goossens *et al.*, 2016; Banks *et al.*, 2005; Hooftman *et al.*, 2004). Se ha demostrado que una alta variabilidad genética permite la conservación de poblaciones y especies viables, al incrementar su capacidad de adaptación al cambio de las condiciones ambientales, la viabilidad de las semillas y el éxito del apareamiento (Habel & Schmitt, 2012; Leimu *et al.*, 2006; Joron & Brakefield, 2003;).

Tabla 4. Cambios en las métricas a nivel de clase usadas para el análisis de patrones espaciales entre 2011 y 2019 en el paisaje de estudio

Uso o Cobertura	Área, densidad y borde									Área núcleo		Aislamiento/proximidad		Contagio/interspersión				
	Área promedio de parche (ha)		↓	Densidad de parches (n.º de parches/100 ha)		↑	Densidad de borde (m/ha)		↑	Área núcleo media (ha)		↓	Distancia media al vecino más cercano (m)		-	Índice de agregación (%)		↓
	2011	2019		2011	2019		2011	2019		2011	2019		2011	2019		2011	2019	
Bosques	97.1	60.7	↓	0.94	1.48	↑	12.92	16.08	↑	81.44	49.07	↓	59	58	-	99	99	-
Vegetación secundaria	1.2	0.9	↓	1.95	2.44	↑	8.17	9.23	↑	0.01	0.00	-	113	113	-	73	68	↓
Sabanas hidromórficas	10.3	10.6	↑	0.01	0.01	-	0.10	0.09	-	3.64	3.78	↑	75	84	↑	93	94	-
Agricultura y pastos	5.0	1.6	↓	0.30	1.37	↑	2.96	6.34	↑	0.25	0.06	↓	147	133	↓	85	79	↓
Áreas mineras	5.3	2.8	↓	0.18	0.64	↑	1.72	4.02	↑	1.03	0.40	↓	113	85	↓	87	83	↓
Áreas artificiales	3.3	1.6	↓	0.02	0.07	↑	0.10	0.28	↑	0.54	0.23	↓	239	144	↓	87	82	↓



Lobo de río (*Pteronura brasiliensis*).
Crédito: vladimircech / Freepik.

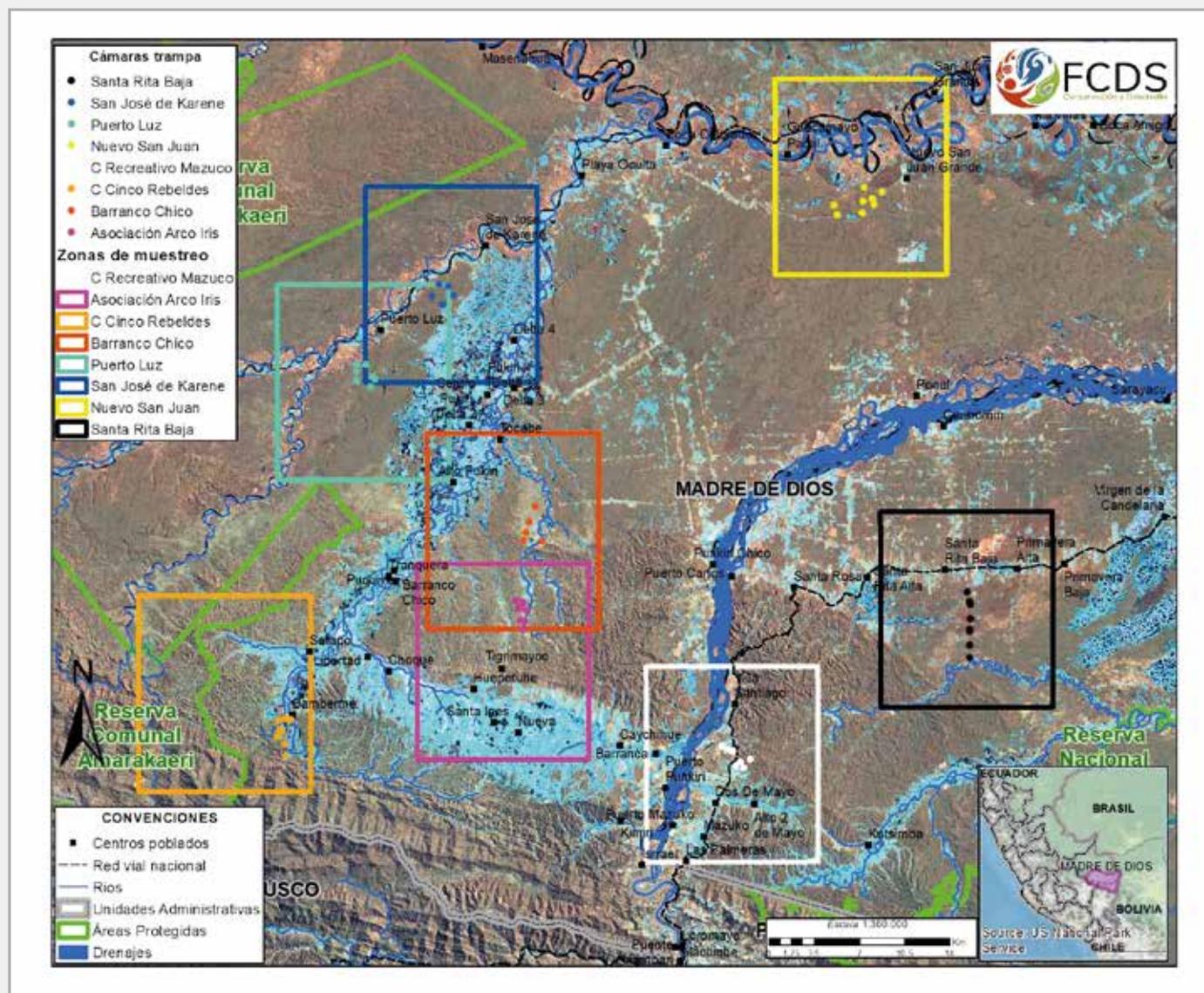
CAPÍTULO 3

Biodiversidad y conectividad en Madre de Dios

Definición y descripción del área para el muestreo de biodiversidad

Para evaluar la biodiversidad en el área de estudio, se determinaron zonas de muestreo que representan elementos característicos del paisaje, tales como minería, agricultura, infraestructura vial, concesiones forestales, influencia de ríos, continuidad de grandes parches boscosos en áreas naturales protegidas, y diferentes actores locales del territorio (comunidades indígenas, mineros, agricultores, castañeros, entre otros). También se consideró la representatividad de unidades fisiográficas que explican las actividades recientes de uso del suelo. En este sentido, se delimitó un polígono de 407,976 ha, donde se definieron ocho sitios estratégicos de muestreo (figura 5) y se localizan el corredor minero; las zonas de amortiguamiento de las áreas naturales protegidas (RCA, RNT, PNBS); las cuencas de los ríos Inambari, Punkiri y Colorado; los centros poblados Mazuko, Huepetuhe, Puerto Carlos, Arazaire, Delta 1, Santa Rosa, Santa Rita Alta, Santa Rita Baja, Nuevo San Juan, Boca Colorado; la vía Interoceánica; las concesiones mineras y las concesiones forestales de la ACOMAD. Finalmente, también incluyen las comunidades indígenas del Ejecutor del Contrato de Administración de la Reserva Comunal Amarakaeri (ECA Amarakaeri): Puerto Luz, San José de Karene y Barranco Chico, que incluye las localidades mencionadas. En este polígono, se definieron ocho sitios estratégicos para desarrollar los muestreos de biodiversidad, en los distritos de Inambari, Huepetuhe y Madre de Dios (figura 5, tabla 5).

Figura 5. Sitios definidos para los muestreos de campo (polígonos de color)



Sitio de muestreo	Nombre	Distrito	Provincia
1	Centros Recreativos de Mazuko "La Madriguera" y "El Lago"	Inambari	Tambopata
2	Asociación de Agricultores Arco Iris	Huepetuhe	Manu
3	Concesión Minera Cinco Rebeldes	Huepetuhe	Manu
4	Comunidad Barranco Chico	Huepetuhe	Manu
5	Comunidad Puerto Luz	Madre de Dios	Manu
6	Comunidad San José de Karene	Madre de Dios	Manu
7	Nuevo San Juan (Concesión Forestal AGROFOCMA)	Madre de Dios	Manu
8	Santa Rita Baja (Asociación AGROBOSQUE / BIOBOSQUE)	Inambari	Tambopata

Tabla 5. Localización de los ocho sitios de muestreo en el departamento de Madre de Dios

En el caso particular de las comunidades indígenas de Puerto Luz, San José de Karene y Barranco Chico, se realizó una reunión con directivos del ECA Amarakaeri con el fin de presentar el proyecto, solicitar su autorización para trabajar con las comunidades y concertar los sitios de muestreo, previo establecimiento de los principios de relacionamiento. Posteriormente, con los líderes y directivos de cada una de las tres comunidades, se presentó el proyecto, y se acordaron los puntos de muestreo con mayor detalle. Durante estas reuniones con las comunidades, también se obtuvo información para preparar los requerimientos logísticos de los muestreos de campo.



Muestreos de biodiversidad

Los muestreos se realizaron entre abril y mayo de 2022, durante 20 días de trabajo en campo. Se destinaron alrededor de 10 días de trabajo a cada uno de los sitios de muestreo. Además, se presentó el proyecto en cada sitio y se capacitó a la comunidad interesada en las diferentes técnicas empleadas.

Muestreos de fauna

Se utilizaron diferentes técnicas de campo para registrar una muestra representativa de la fauna, siguiendo los preceptos de las evaluaciones ecológicas rápidas (*rapid assessment programs* – RAP).

En cada sitio de muestreo, y durante cinco días efectivos, se registró la fauna por medio de: (i) cámaras trampa, (ii) recorridos de observación, (iii) registros ocasionales y (iv) entrevistas no estructuradas. Además, durante los desplazamientos hacia los sitios de muestreo fue posible detectar algunas especies, datos que se consignaron como “registros ocasionales”.

Estos métodos de muestreo no implican la captura o manipulación de los animales y se califican como no invasivos; se consideran óptimos para su implementación en periodos de “corta duración”, pues no interfieren en el comportamiento natural de los animales, permiten hacer

una identificación taxonómica acertada de las especies y son eficientes en su relación costo/beneficio.

Cámaras trampa. En cada sitio de muestreo, se instalaron de cinco a ocho cámaras trampa que permanecieron activas durante cinco días completos (tabla 6) y separadas a una distancia mínima de 1 km unas de otras. La ubicación geográfica de cada cámara trampa se registró mediante GPS.



Revisión de cámara trampa en campo.

Sitio de muestreo	Cámaras instaladas	Días de muestreo	Esfuerzo de muestreo (cámaras-día)	Horas de muestreo
Asociación de Agricultores Arco Iris	8	5	40	960
Comunidad Barranco Chico	8	5	40	912
Comunidad San José de Karene	5	5	25	600
Comunidad Puerto Luz	7	5	35	840
Concesión Minera Cinco Rebeldes	8	5	40	960
Centros Recreativos de Mazuko	8	5	40	960
Nuevo San Juan (AGROFOCMA)	8	5	40	960
Santa Rita Baja (AGROBOSQUE/ BIOBOSQUE)	8	5	40	912
Total	60	40	300	7104

Tabla 6. Esfuerzo de muestreo invertido con las cámaras trampa

Recorridos de observación. Para complementar los registros de las cámaras trampa, en cada punto de muestreo se efectuaron recorridos a pie con el fin de registrar la observación directa de algunas especies y diferentes tipos de rastros (huellas, heces, pelos, rasguños, madrigueras, nidos, restos de animales) que pudieran encontrarse donde se instalaron las cámaras trampa. Se emplearon binoculares para la observación de las especies a larga distancia, y cámaras fotográficas para el registro visual. Se registró el trayecto de cada uno de los recorridos mediante GPS y se complementó con apoyo de la cartografía digital.

Se efectuaron de dos a tres recorridos diarios en cada sitio de muestreo, con una duración aproximada de

dos horas cada uno, lo que dio un total de 63 recorridos y 125.4 horas de muestreo en el polígono de trabajo. Se realizaron los recorridos en la mañana y al finalizar la tarde, sin especificación de transectos determinados, empleando caminos, ríos o adentrándose en el bosque (tabla 7). La población local participó activamente durante los recorridos de observación, no solo en calidad de guías y acompañantes, sino también como conocedores de la fauna, sus rastros, su comportamiento y sus relaciones ecológicas. Durante el recorrido, cuando se producía el avistamiento de un individuo de fauna silvestre, se registraban la hora, la especie (siempre que fuera posible la identificación), la cantidad de individuos, el tipo de registro y el número de fotografías.

Tabla 7. Esfuerzo de muestreo invertido en los recorridos de observación y búsqueda

Sitio de muestreo	Recorridos	Duración (h)
Asociación de Agricultores Arco Iris	8	16
Comunidad Barranco Chico	8	16
Comunidad San José de Karene	6	11
Comunidad Puerto Luz	6	9,85
Concesión Minera Cinco Rebeldes	9	18,3
Centros Recreativos de Mazuko	9	18
Nuevo San Juan (AGROFOCMA)	9	18
Santa Rita Baja (AGROBOSQUE/BIOBOSQUE)	8	18,25
Total	63	125,4

Más de 55 personas en los ocho sitios de muestreo registraron la fauna durante cinco días con cámaras trampa, recorridos de observación, entre otros.

Registros ocasionales. En los desplazamientos hacia los sitios de muestreo o el campamento base, se constató la presencia de especies de fauna, sea por avistamiento directo, rastro o vocalización. Este tipo de registro se diferencia de los obtenidos en los recorridos de observación programados.

Entrevistas no estructuradas. Se efectuaron entrevistas no estructuradas con las personas residentes o propietarios que tuvieran algún conocimiento de la fauna silvestre local, sea por tiempo de permanencia en la zona, interés en las especies por actividades de caza o conocimiento profundo de su territorio. Para facilitar el reconocimiento de las especies de fauna, se utilizó material bibliográfico de apoyo: en algunos casos, las mismas guías

de campo y, en otros, catálogos fotográficos disponibles en internet (Servat *et al.*, 2016; Leite *et al.*, 2009). Mediante estas entrevistas, se recopiló la siguiente información:

- Identificación de especies reconocidas por las comunidades locales.
- Usos que hace la comunidad de la fauna.
- Posibles presiones y amenazas que enfrenta la fauna.
- Importancia y reconocimiento cultural de la fauna por parte de las comunidades harakbuts.
- Nombres de las especies en lengua harakbut.



● Riqueza y composición de especies de fauna

Mediante las cámaras trampa, los recorridos de observación y los registros ocasionales, se registraron 150 especies de los grupos anfibios, reptiles, aves y mamíferos (anexo 1). De las 150 especies registradas, el grupo con mayor cantidad fue el de las aves (104), seguido por los mamíferos (36). Los anfibios (2) y los reptiles (8) fueron poco registrados, ya que para detectar este tipo de especies se requiere implementar técnicas de muestreo específicas y nocturnas.

Respecto de cada una de las técnicas empleadas, independientemente de la duplicidad de registros de especies entre ellas, se puede señalar que se registraron 33 especies con cámaras trampa, 128 en recorridos de observación, 46 en registros ocasionales y 94 en entrevistas no estructuradas.

Los análisis siguientes se realizaron solo con registros provenientes de cámaras trampa, recorridos de observación y registros ocasionales, ya que corresponden a técnicas sistemáticas y cuantificables. Por su parte, los registros obtenidos mediante entrevistas no estructuradas se analizan de manera independiente, debido a que esta

no es una técnica que garantice información acertada de abundancia o frecuencia de especies y poblaciones.

En el grupo de las aves, se registraron especies pertenecientes a 20 órdenes taxonómicos y 39 familias, entre los cuales el orden Passeriformes (aves canoras) obtuvo la mayor cantidad de especies. En el grupo de los mamíferos, se registraron especies de 9 órdenes y 19 familias. Los órdenes Primates (monos) y Rodentia



Águila común (*Rupornis magnirostris*).

(roedores) tuvieron la mayor cantidad de especies (9 y 8, respectivamente), pero no resultan notoriamente más diversos que los demás órdenes. Las especies de reptiles registradas pertenecen a 3 órdenes y 7 familias, y el orden Squamata (lagartos y serpientes) es el de mayor representatividad.

Entre las especies registradas, sobresalen aquellas que presentaron mayor frecuencia, es decir, las que fueron comunes y fácilmente detectadas mediante las técnicas de muestreo (tabla 8). La pucacunga (*Penelope jacquacu*) y la perdiz mayor (*Tinamus major*) fueron las aves con mayor frecuencia de registros, mientras que entre los mamíferos fueron el tapir (*Tapirus terrestris*) y el sajino (*Dicotyles tajacu*). Es interesante que estas especies y otras de la lista sean las más comunes, dado que en Madre de Dios y en la Amazonía en general suelen ser objeto de cacería de subsistencia y/o tráfico (MINAM, 2019; ECA-RCA, 2018; Flores-Ponce *et al.*, 2017; Pérez-Peña *et al.*, 2009).

También sobresalen aquellas que fueron registradas en la mayoría de los sitios de muestreo, razón por la cual pueden estar distribuidas sin mayores restricciones en toda el área de estudio, es decir, en el corredor minero y en las zonas de amortiguamiento. Son las siguientes: el tapir (*Tapirus terrestris*), el sajino (*Dicotyles tajacu*), el majaz o picuro (*Cuniculus paca*), el venado (*Mazama* sp.), la carachupa (*Dasypus* sp.), el añuje (*Dasypsecta variegata*) y el jaguar (*Panthera onca*).

Tabla 8. Especies registradas con mayor frecuencia en los sitios de muestreo

Grupo	Especie	Nombre local	CCR	CRM	AAI	NSJ	SRB	PL	SJK	BCH	Frec. total
Aves	<i>Penelope jacquacu</i>	Pava, pucacunga	1	3	6	4	5		2	1	22
	<i>Tinamus major</i>	Perdiz grande				4	5	2	4	2	17
	<i>Ara severus</i>	Guacamayo de frente castaña	3	2			10				15
	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Paucar, propéndola	2	5	3		2	1			13
	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azul y amarillo	1			1	8	2			12
	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán, tío Juan		3		2	3	1	2		11
	<i>Rupornis magnirostris</i>	Águila común, aguilucho caminero	5	2	1		1	1			10
	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	2	1	1	1	5				10
	<i>Lipaugus vociferans</i>	Wiswinchu, sirio gritón				6		3	1		10
Mamíferos	<i>Tapirus terrestres</i>	Sachavaca, tapir	12	5	31	15	24	4	10	11	112
	<i>Dicotyles tajacu</i>	Sajino	1		16	17	21	5	8	4	72
	<i>Cuniculus paca</i>	Majaz, picuro	9	2	30	5	6	9	7	2	70
	<i>Mazama sp.</i>	Venado	9	3	28	3	10	3	5	6	67
	<i>Dasyopus sp.</i>	Carachupa, armadillo	1	5	2	17	13	6	12		56
	<i>Dasyprocta variegata</i>	Añuje	1	12		8	13	2	2	1	39
	<i>Panthera onca</i>	Tigre, jaguar, otorongo	2	1	12	2	4	3	1	6	31
	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	6		9		3		2	2	22
	<i>Saguinus (Leontocebus) weddelli</i>	Pichico, leoncillo		1		3	9	3	4		20
	<i>Cebus (Sapajus) apella</i>	Mono martín, machín negro		5	2	4	6	1	1	1	20
	<i>Callicebus toppini</i>	Tocón colorado	1	2	2	4	6	1	1		17
	<i>cf. Proechimys sp.</i>	Ratón de monte				8	2		3		13
	<i>Priodontes maximus</i>	Yaugunturo, armadillo gigante			1	4	2	2	1	1	11

Notas: CCR = Concesión Minera Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.

En total, se registraron 150 especies de diversos grupos: 104 aves, 36 mamíferos, 8 reptiles y 2 anfibios.

Del total de especies registradas, 12 están en alguna categoría de amenaza y 1 es migratoria (tabla 9). La UICN establece las categorías de amenaza a escala mundial, mientras que en el Libro Rojo se especifican a escala local (nacional). Cada entidad basa su categorización en la información de las especies disponible en sus respectivas escalas, y por eso una misma especie puede ser catalogada en diferente grado de amenaza en la UICN y en el Libro Rojo. Así, 12 de estas especies se consideran amenazadas a nivel mundial (UICN); 7 especies, a nivel nacional (Libro Rojo); y 6 especies, en las dos escalas.

Las especies en la categoría de mayor amenaza (en peligro – EN) son el lobo de río (*Pteronura brasiliensis*), el maquisapa (*Ateles chamek*) y el mono choro (*Lagothrix lagothricha tschudii*) (tabla 9), por lo que merecen mayor atención en las iniciativas de conservación y manejo que se requiera plantear.

Es muy relevante la situación que se presenta con el maquisapa (*Ateles chamek*) y el mono choro (*Lagothrix lagothricha tschudii*), pues solo fueron registrados en Nuevo San Juan y tienen alguna probabilidad de presencia en Santa Rita Baja según las entrevistas. Se esperaba tener registros en las comunidades indígenas que cuentan con mayores extensiones de bosque continuo, como Puerto Luz y San José de Karene; sin embargo, de acuerdo con la información suministrada, estos primates nunca han tenido presencia en la margen oriental del río Colorado, donde se ubican los centros poblados de dichas comunidades. El maquisapa y el choro son primates con altos requerimientos de hábitat, pues es en los bosques de tierra firme y los bosques inundables poco intervenidos donde normalmente se encuentran y obtienen todos los recursos.



Mono choro (*Lagothrix lagothricha tschudii*)

La única especie migratoria registrada en campo fue el playero colector (*Actitis macularius*), migrante boreal que viaja desde Norteamérica antes de la época de invierno, arriba a Sudamérica en los meses de julio a octubre y, después de invernar, regresa a Norteamérica entre febrero y mayo. Es una especie que puede ocupar diferentes tipos de hábitat asociados a cuerpos de agua, como playas arenosas, humedales, orillas de ríos, charcas temporales e incluso áreas de cultivos. Así pues, puede adaptarse fácilmente a hábitats intervenidos por las actividades antrópicas, y por ello no ha requerido de iniciativas de conservación hasta el momento.

De las 150 especies registradas, 12 están amenazadas, de las cuales el lobo de río, el maquisapa y el mono choro están en peligro de extinción.

Tabla 9. Especies de importancia para la conservación

Clase	Especie (Nom. científico)	Nombre local	UICN	Libro Rojo	Migración
Aves	<i>Actitis macularius</i>	Playero colector	LC	-	Bor.
	<i>Agamia agami</i>	Garza de pecho castaño	VU	-	-
	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán, tío Juan	VU	-	-
	<i>Tinamus tao</i>	Perdiz azul	VU	-	-
Mamíferos	<i>Tayassu pecari</i>	Huangana	VU	NT	-
	<i>Pteronura brasiliensis</i>	Lobo de río	EN	EN	-
	<i>Priodontes maximus</i>	Yaugunturo, armadillo gigante	VU	VU	-
	<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca, tapir	VU	NT	-
	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso bandera	VU	VU	-
	<i>Alouatta seniculus</i>	Coto, mono aullador	LC	VU	-
	<i>Ateles chamek</i>	Mono araña, maquisapa	EN	EN	-
	<i>Lagothrix lagothricha tschudii</i>	Mono choro	VU	EN	-
Reptiles	<i>Podocnemis cf. unifilis</i>	Tortuga terecay, taricaya	VU	VU	-
	<i>Chelonoidis denticulatus</i>	Tortuga motelo	VU	-	-

Notas: EN = En Peligro, VU = Vulnerable, NT = Casi Amenazado, LC = Preocupacion Menor, Bor. = migrante boreal.

Muestreos de flora

Para caracterizar la composición y estructura de los hábitats en los fragmentos de bosque donde se realizaron los muestreos de fauna, se implementaron transectos siguiendo las directrices de Villarreal *et al.* (2004), Rangel y Velásquez (1997), y Gentry (1982).

En cada punto de muestreo, y teniendo como eje central la cámara trampa instalada, se estableció un transecto de 20 m de longitud por 2 m de ancho, para un área de muestreo de 40 m², sin tener en cuenta la orientación.

Dentro de cada transecto, se realizaron subdivisiones de 2 x 2 m para facilitar el registro de las especies vegetales. Cada transecto fue georreferenciado con GPS. En cada transecto, se registraron las diferentes especies de flora cuyo diámetro a la altura del pecho (DAP) es igual o mayor de 10 cm, es decir, se eligieron solamente individuos de porte arbóreo. A cada uno de ellos se les tomaron los siguientes datos: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y comercial, y diámetro de copa. Con el apoyo de personas locales, se identificaron las especies registradas. Se efectuaron muestreos en 45 transectos, que en conjunto suman un área de 1800 m² (tabla 10).



Tabla 10. Esfuerzo de muestreo invertido en los transectos para caracterizar el hábitat

Sitio de muestreo	Transectos	Área (m ²)
Asociación de Agricultores Arco Iris	6	240
Comunidad Barranco Chico	5	200
Comunidad San José de Karene	5	200
Comunidad Puerto Luz	6	240
Concesión Minera Cinco Rebeldes	5	200
Centros Recreativos de Mazuko	6	240
Nuevo San Juan (AGROFOCMA)	6	240
Santa Rita Baja (AGROBOSQUE/BIOBOSQUE)	6	240
Total	45	1800

● Riqueza y composición de especies de flora

En los transectos de vegetación donde las coberturas predominantes eran los bosques (de tierra firme, inundable, fragmentado), se registró un total de 147 especies florísticas pertenecientes a 19 órdenes taxonómicos y 36 familias (anexo 2). La gran mayoría de las especies (92.5 %) pertenece a la clase Magnoliopsida (dicotiledóneas); el 6.9 %, a la clase Liliopsida (monocotiledóneas); y el 0.7 %, a la clase Polypodiopsida (helechos).

Cuatro de las familias de la clase Magnoliopsida muestran la mayor riqueza, con 12 o más especies cada

una, y la familia Fabaceae (leguminosas) fue la que tuvo la mayor cantidad (18 especies). De la clase Liliopsida, sobresalen las palmas (familia Arecaceae), con ocho especies, mientras que la clase Polypodiopsida solo está representada por un helecho arborescente (familia Cyatheaceae).

Entre las especies registradas, sobresalen aquellas que tuvieron mayor frecuencia de registros en los transectos (tabla 11). Predominan las palmas (familia Arecaceae) y las pacas o guaduas (familia Poaceae), lo que puede estar indicando estados de intervención de los bosques causados por la tala selectiva o “entresaca”, donde los árboles maderables muestran una muy baja frecuencia.

Grupo	Familia	Especie	Nombre local	Frecuencia
Liliopsida	Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Paca	21
	Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	Palmera caminante, cashapona	20
	Poaceae	<i>Guadua sp. 1</i>	Paca	16
	Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Huasai, chonta	13
	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Pona	11
Magnoliopsida	Euphorbiaceae	<i>Pseudosenefeldera inclinata</i>	Palo oficial	18

Tabla 11. Especies florísticas más frecuentes y comunes

Del total de especies registradas, tres están en alguna categoría de amenaza según la Lista Roja de la UICN (tabla 12). Estos árboles tienen vocación maderable, razón por la que en algunos países donde se distribuyen han sido sobreexplotados intensivamente. Además, la pérdida de hábitat también ha favorecido la disminución creciente de sus poblaciones.

Tabla 12. Especies florísticas en categorías de amenaza de la UICN

Familia	Especie	Nombre local	UICN
Lecythidaceae	<i>Couratari guianensis</i>	Misa amarillo	VU
Bignoniaceae	<i>Handroanthus incanus</i>	Tahuari	VU
Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i>	Cumala de bajío	EN

Notas: EN = En Peligro, VU = Vulnerable.

Resultados de biodiversidad en los sitios de muestreo

La cantidad de especies de fauna registrada en cada sitio de muestreo presenta una tendencia hacia algunos de los sitios. En la Concesión Cinco Rebeldes (CCR), Santa Rita Baja (SRB), Nuevo San Juan (NSJ) y Puerto Luz (PL), se registró la mayor cantidad de especies de fauna (figura 6). Estos cuatro sitios se localizan casi en los extremos del área de estudio, están separados entre sí por los ríos Inambari y Punkiri, y son próximos a las áreas naturales protegidas. Aparentemente, no tienen tanta influencia de las áreas de minería, como sí la pueden tener los otros cuatro sitios muestreados. Es posible que esta condición sea, en parte, la que determine la mayor riqueza de especies de fauna presentes en estos lugares. Se registraron aves y mamíferos en todos los sitios de muestreo, lo que denota su amplia distribución en el área de estudio y la efectividad de las técnicas de muestreo empleadas, pues favorecen el registro de estos grupos.

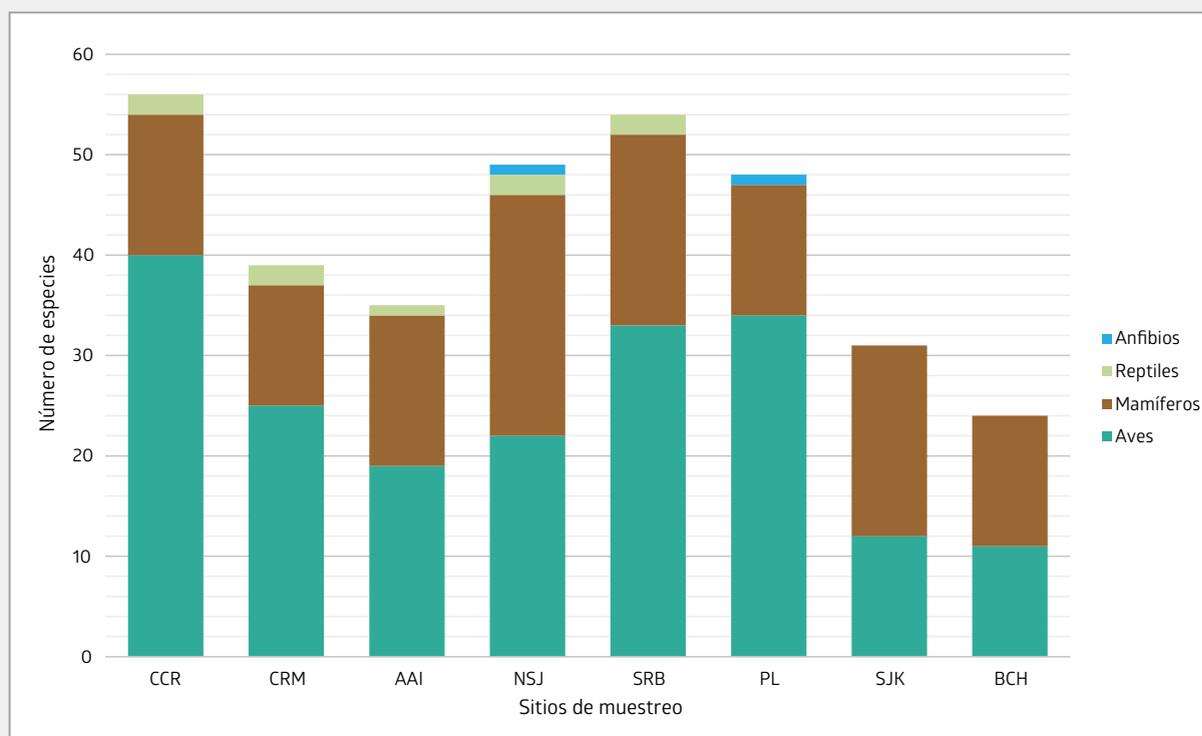


Crédito: Enrique Cúneo.

Figura 6. Riqueza de especies de fauna en cada sitio de muestreo

Grupo de fauna	Sitios de muestreo							
	CCR	CRM	AAI	NSJ	SRB	PL	SJK	BCH
Anfibios				1		1		
Reptiles	2	2	1	2	2			
Aves	40	25	19	22	33	34	12	11
Mamíferos	14	12	15	24	19	13	19	13
Total	56	39	35	49	54	48	31	24

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.



Puesto que la riqueza puede ser influenciada por diferentes factores de un muestreo, con el cálculo de índices de diversidad alfa es posible tener una mejor aproximación al conocimiento de la diversidad del área de análisis; así, la comunidad de Puerto Luz (PL) y la Concesión Minera Cinco Rebeldes (CCR) son los sitios que demuestran la mayor diversidad de fauna, reflejada por los índices de Simpson y Shannon (tabla 13). Por su parte, la dominancia (D) es un índice completamente opuesto a la diversidad, razón por la cual los sitios con mayor diversidad tendrán la menor dominancia y viceversa.

El hecho de que los valores del índice de Simpson sean todos altos y mayores de 0.9 indica, en términos generales, que toda el área de análisis presenta una alta diversidad de fauna, pues el máximo valor sería de 1.0. Cuando esto sucede, cobra importancia el índice 1/D para conocer numéricamente las sutiles diferencias que pudieran existir entre cada sitio evaluado.

Por otra parte, los sitios con menor diversidad de fauna son la comunidad de Barranco Chico (BCH) y la Asociación de Agricultores Arco Iris (AAI), si bien sus valores del índice de Simpson también son relativamente altos (tabla 13).

Tabla 13. Índices de diversidad alfa calculados para los ocho sitios de muestreo

Índices	Sitios de muestreo							
	CCR	CRM	AAI	NSJ	SRB	PL	SJK	BCH
Riqueza	56	39	35	49	54	48	31	24
Dominance_D	0.04	0.05	0.11	0.05	0.05	0.04	0.07	0.10
Simpson_1-D	0.96	0.95	0.89	0.95	0.95	0.96	0.93	0.90
1/Dominance_D	27.46	21.01	9.35	19.41	21.38	28.47	14.49	10.50
Shannon_H	3.67	3.37	2.70	3.40	3.46	3.63	3.02	2.76

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.

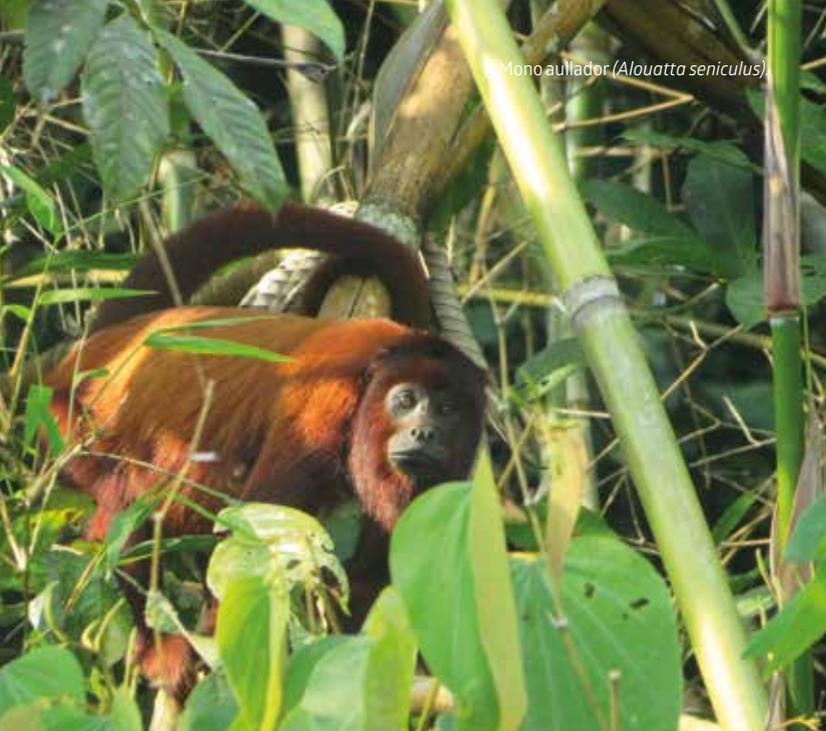
Al considerar las especies de fauna compartidas y exclusivas que pudieran existir al comparar entre sí los sitios de muestreo (diversidad beta, índices de Morisita y Whittaker), se encuentra que la similitud entre sitios varía desde 0.32 (equivalente al 32 %) hasta 0.87 (equivalente al 87 %), con un promedio del 58 %. Esto indica que no hay una alta proporción de especies de fauna compartidas entre los sitios (tabla 14). Solo existe alta similitud entre Nuevo San Juan (NSJ) y la comunidad de San José de Karene (SJK), con un 87 %; entre la Asociación Arco iris (AAI) y la comunidad de Barranco Chico (BCH), con un 83 %; y entre Nuevo San Juan (NSJ) y Santa Rita Baja (SRB), con un 83 %, posiblemente por localización geográfica.

Los índices de diversidad muestran que el área de estudio presenta una alta riqueza de fauna, siendo la comunidad de Puerto Luz y la Concesión Minera Cinco Rebeldes las de mayor diversidad.

Tabla 14. Índice de similitud de Morisita (diversidad beta) calculado para los ocho sitios de muestreo

Sitios de muestreo	ÍNDICE DE MORISITA (SIMILITUD)							
	CCR	CRM	AAI	NSJ	SRB	PL	SJK	BCH
CCR	1							
CRM	0.38	1						
AAI	0.67	0.32	1					
NSJ	0.39	0.53	0.52	1				
SRB	0.55	0.61	0.62	0.83	1			
PL	0.51	0.42	0.57	0.68	0.65	1		
SJK	0.52	0.46	0.69	0.87	0.80	0.73	1	
BCH	0.59	0.35	0.83	0.55	0.67	0.46	0.63	1

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.

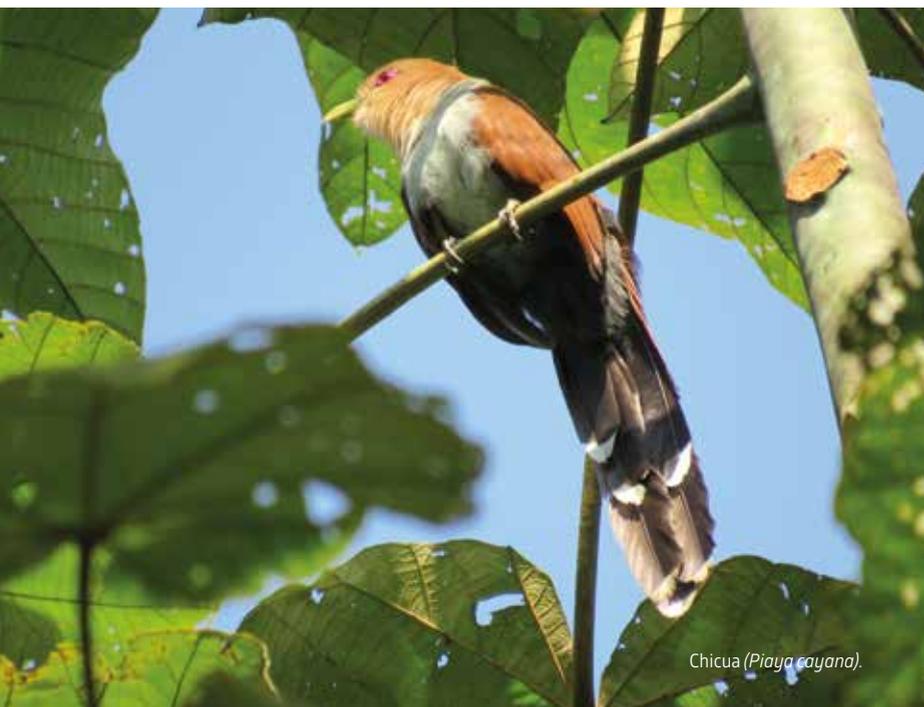


El índice de Whittaker indica el grado de recambio o reemplazo de especies de fauna que existe al comparar entre sí los sitios de muestreo; este presenta valores entre 0,50 (50 %) y 0,73 (73 %), con un promedio del 61 %. Esto indica que el recambio de especies de fauna es relativamente alto, porque más de la mitad de ellas se reemplaza entre los sitios. El mayor recambio ocurre entre la Concesión Cinco Rebeldes (CCR) y Nuevo San Juan (NSJ), con el 73 %; entre la Concesión Cinco Rebeldes (CCR) y la comunidad de San José de Karene (SJK), con el 70 %; y entre la Concesión Cinco Rebeldes (CCR) y la comunidad de Barranco Chico (BCH), con el 70 % (tabla 15).

Tabla 15. Índice de reemplazo de Whittaker (diversidad beta) calculado para los ocho sitios de muestreo

Sitios de muestreo	ÍNDICE DE WHITTAKER (REEMPLAZO)							
	CCR	CRM	AAI	NSJ	SRB	PL	SJK	BCH
CCR	0							
CRM	0.60	0						
AAI	0.60	0.68	0					
NSJ	0.73	0.57	0.67	0				
SRB	0.58	0.51	0.64	0.53	0			
PL	0.67	0.61	0.61	0.59	0.53	0		
SJK	0.70	0.66	0.61	0.53	0.51	0.54	0	
BCH	0.70	0.62	0.66	0.59	0.59	0.67	0.53	0

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.



Chicua (*Piaya cayana*).

El grado de similitud y de reemplazo de especies de fauna encontrado entre los sitios de muestreo está relacionado con su ubicación en el área de análisis y su entorno. Nuevo San Juan (NSJ) está relativamente próximo a San José de Karene (SJK), conectados longitudinalmente por la margen occidental de los ríos Colorado y Madre de Dios. Nuevo San Juan (NSJ) y Santa Rita Baja (SRB), aunque separados por el río Inambari, cuentan con bosques rodeados de actividades agrícolas principalmente. La Asociación Arco Iris (AAI) y la comunidad de Barranco Chico (BCH) están muy próximas entre sí y conectadas linealmente por el río Tocabe y sus tributarios, lo que explica en parte el grado de similitud entre ellas.

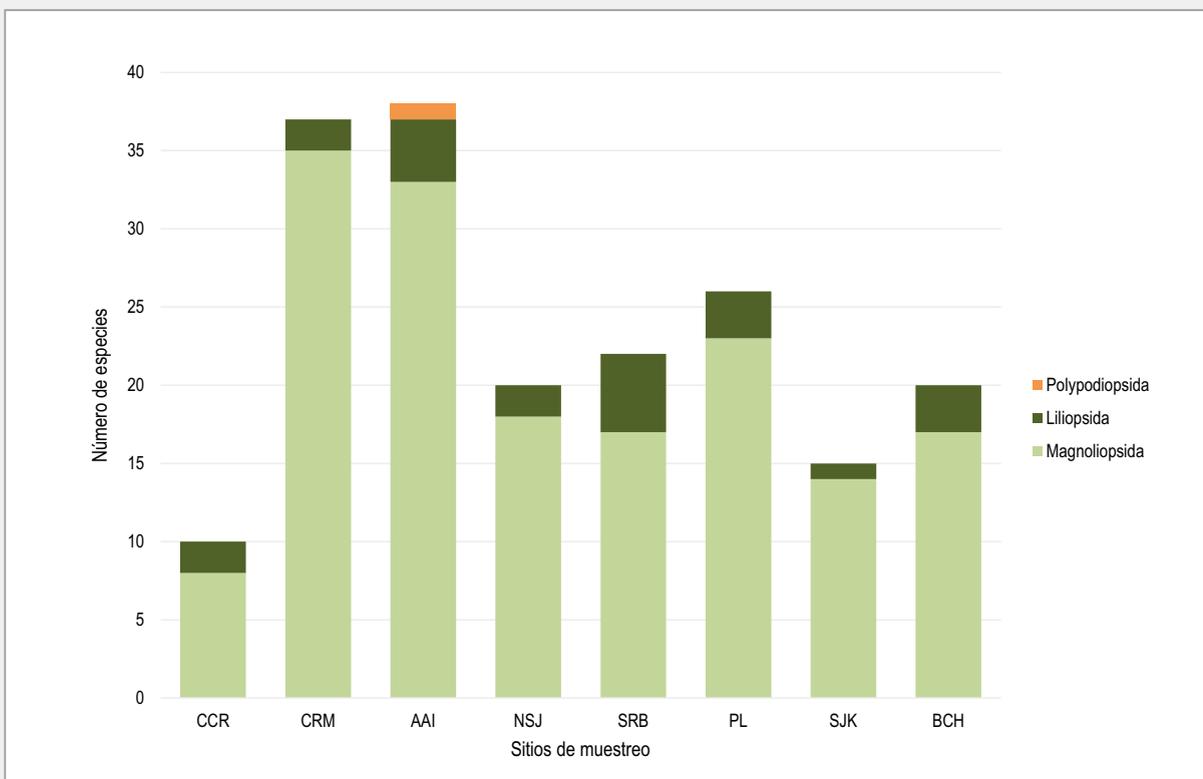
Entre la Concesión Cinco Rebeldes (CCR) y Nuevo San Juan (NSJ) se encuentra prácticamente todo el corredor minero; de igual forma, entre la Concesión Cinco Rebeldes (CCR) y las comunidades de San José de Karene (SJK) y Barranco Chico (BCH) está el área minera sobre el río Inambari, lo que explica parcialmente el alto grado de recambio de especies entre tales sitios.

En cuanto a la flora, en la Asociación de Agricultores Arco Iris (AAI) y en los Centros Recreativos de Mazuko (CRM) se registró la mayor riqueza, con 38 y 37 especies de flora respectivamente (figura 7). Estos dos sitios de muestreo se localizan en zonas con alta dinámica de transformación debido a actividades agropecuarias y de minería. Quizá por esta misma dinámica, las coberturas boscosas presentan varios estados de sucesión en los que coincide la presencia de especies pioneras y especies de estados tardíos de sucesión, aumentando así la diversidad de especies de flora. La Asociación de Agricultores Arco Iris (AAI), además de tener el mayor número de especies, también es el único sitio que cuenta con taxones representantes de las tres clases taxonómicas (Polypodiopsida, Liliopsida, Magnoliopsida), lo que sin duda favorece su alta diversidad de especies. Por otro lado, la Concesión Minera Cinco Rebeldes (CCR) demuestra la menor riqueza registrada (10 especies), quizás explicable por la cercanía existente entre los bosques con áreas de minería activa y donde se realizó un aprovechamiento maderable intensivo. En los cinco sitios de muestreo restantes (NSJ, SRB, PL, SJK, BCH), la riqueza varía entre 15 y 26 especies (figura 7).

Figura 7. Riqueza de especies florísticas en cada sitio de muestreo

Grupo de flora	Sitios de muestreo							
	CCR	CRM	AAI	NSJ	SRB	PL	SJK	BCH
Polypodiopsida			1					
Liliopsida	2	2	4	2	5	3	1	3
Magnoliopsida	8	35	33	18	17	23	14	17
Total	10	37	38	20	22	26	15	20

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.



Al calcular los índices de diversidad alfa, se observa que los Centros Recreativos de Mazuko (CRM) presentan la mayor diversidad de flora dada por los índices de Simpson, Shannon y 1/D (tabla 16). Es de resaltar que la Asociación de Agricultores Arco Iris (AAI), a pesar de contar con la mayor cantidad de especies, no cuenta con la más alta diversidad de flora, pues ocupa el cuarto puesto según los índices calculados (tabla 16). La mayor dominancia (D) la tiene sin duda la Concesión Minera Cinco Rebeldes (CCR), pues es el sitio con menor diversidad de flora (tabla 16).



Tabla 16. Índices de diversidad alfa para las especies de flora calculados para los ocho sitios de muestreo

Índices	Sitios de muestreo							
	CCR	CRM	AAI	NSJ	SRB	PL	SJK	BCH
Riqueza	10	37	38	20	22	26	15	20
Dominance_D	0.19	0.03	0.08	0.06	0.06	0.09	0.10	0.08
Simpson_1-D	0.81	0.97	0.92	0.94	0.94	0.91	0.90	0.92
1/Dominance_D	5.33	30.40	12.64	16.95	15.62	11.27	9.97	12.54
Shannon_H	2.01	3.52	3.10	2.92	2.93	2.91	2.50	2.72

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.



Al calcular los índices de diversidad beta para conocer la similitud y reemplazo de especies de flora entre los sitios de muestreo, se tiene que la similitud varía entre 0,0 (0 %) y 0,48 (48 %), con un promedio del 12 %, lo que resulta notoriamente bajo (tabla 17). La mayor similitud se presenta entre las comunidades de Puerto Luz (PL) y San José de Karene (SJK), con el 48 %, que no es un valor alto.

Entre la comunidad de San José de Karene (SJK) y la Concesión Minera Cinco Rebeldes (CCR) no existe ninguna similitud florística (0 %). Lo mismo ocurre entre esta última y la comunidad de Puerto Luz (PL), pues la similitud es de apenas un 1 % (tabla 17). Estos tres sitios de muestreo se encuentran relativamente próximos y conectados por la cuenca del río Punkiri, pero la nula similitud entre la Concesión Cinco Rebeldes y las dos comunidades indígenas permite sugerir que las coberturas se encuentran en estadios diferentes de sucesión y de composición de flora.

Tabla 17. Índice de similitud de Morisita (diversidad beta) calculado para los ocho sitios de muestreo

Sitios de muestreo	ÍNDICE DE MORISITA (SIMILITUD)							
	CCR	CRM	AAI	NSJ	SRB	PL	SJK	BCH
CCR	1							
CRM	0.02	1						
AAI	0.17	0.02	1					
NSJ	0.11	0.07	0.12	1				
SRB	0.26	0.15	0.13	0.34	1			
PL	0.01	0.14	0.02	0.07	0.07	1		
SJK	0.00	0.04	0.03	0.03	0.05	0.48	1	
BCH	0.25	0.18	0.35	0.05	0.12	0.10	0.04	1

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.

El índice de reemplazo de Whittaker varía entre 0,72 (72 %) y 1,0 (100 %), con un promedio del 90 %, lo que indica que es muy alto entre todos los sitios de muestreo (tabla 18). El mayor valor se da entre la Concesión Minera Cinco Rebeldes (CCR) y la comunidad de San José de Karene (SJK), con el 100 % de recambio de especies de flora, y el menor valor está entre Nuevo San Juan (NSJ) y Santa Rita Baja (SRB), con el 71 % (tabla 18).

La Asociación de Agricultores Arco Iris y los Centros Recreativos de Mazuko mostraron la mayor riqueza de especies de flora, con 38 y 37 especies, respectivamente.

Tabla 18. Índice de reemplazo de Whittaker (diversidad beta) calculado para los ocho sitios de muestreo

Sitios de muestreo	ÍNDICE DE WHITTAKER (REEMPLAZO)							
	CCR	CRM	AAI	NSJ	SRB	PL	SJK	BCH
CCR	0							
CRM	0.96	0						
AAI	0.96	0.97	0					
NSJ	0.93	0.96	0.83	0				
SRB	0.94	0.90	0.90	0.71	0			
PL	0.94	0.78	0.94	0.87	0.88	0		
SJK	1.00	0.92	0.92	0.94	0.95	0.85	0	
BCH	0.93	0.86	0.90	0.95	0.90	0.78	0.94	0

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.

En lo que respecta a la estructura de hábitat, es el estrato arbóreo inferior (12-25 m) el que acumula los mayores valores de abundancia de individuos (N), densidad (individuos/m²) y porcentaje de cobertura (tabla 19), en prácticamente todos los sitios de muestreo, lo que denota que es en dicho estrato donde se acumula la mayor cantidad de biomasa de los bosques evaluados.

Tabla 19. Variables estructurales de cada estrato vertical

Estratos	PL-SJK			NSJ-SRB			AAI-BCH-CCR			CRM		
	N	Dens.	Cob. (%)	N	Dens.	Cob. (%)	N	Dens.	Cob. (%)	N	Dens.	Cob. (%)
Arbóreo superior (> 25 m)	3	0,007	92	3	0,006	85	23	0,038	269	4	0,017	94
Arbóreo inferior (12-25 m)	47	0,107	423	40	0,083	192	49	0,082	138	30	0,125	162
Subarbóreo (5-12 m)	33	0,075	172	18	0,038	23	38	0,063	60	15	0,063	43
Arbustivo (1.5-5 m)	0	0	0	0	0	0	2	0,003	3	0	0	0

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.

De las 147 especies de flora registradas, las maderables misa amarillo y tahuari están catalogadas como Vulnerables (VU), mientras que el cumala de bajo está En Peligro (EN).

Al calcular el índice de predominio fisionómico es posible establecer las especies que resultan dominantes en cada estrato y en cada grupo de sitios de muestreo. En los sitios de muestreo de las comunidades de Puerto Luz (PL) y San José de Karene (SJK), las especies dominantes son la misa blanca (*Eschweilera coriacea*) y el palo oficial (*Pseudosenefeldera inclinata*). En Nuevo San Juan (NSJ) y Santa Rita Baja (SRB), el oje (*Ficus insipida*), la palma chonta (*Astrocaryum murumuru*) y la *Sloanea sp.* (familia Elaeocarpaceae). En los sitios de la Asociación Arco Iris (AAI), Barranco Chico (BCH) y la Concesión Cinco Rebeldes (CCR) son las palmas cumala

colorada (*Iryanthera juruensis*) y cashapona (*Socratea exorrhiza*). Y, por último, en los Centros Recreativos de Mazuko, son la purma caspi (*Casearia bicolor*) y la palma pona (*Iriartea deltoidea*) (tabla 20).

Resulta interesante la dominancia de las palmas (familia Arecaceae) en estos análisis de estructura, pues son coincidentes con las cifras de frecuencia presentadas en la sección de especies comunes, de modo que queda respaldada la aseveración de que esta dominancia se relaciona con las actividades de tala selectiva en los bosques.



Tabla 20. Especies florísticas dominantes según su índice de predominio fisionómico

Sitio de muestreo	Especie dominante	Arbóreo superior	Arbóreo inferior	Subarbóreo	Arbustivo
		(> 25 m)	(12-25 m)	(5-12 m)	(1.5-5 m)
PL-SJK	Especie	<i>Eschweilera coriacea</i>	<i>Pseudosenefeldera inclinata</i>	<i>Pseudosenefeldera inclinata</i>	-
	Nombre local	Misa blanca	Palo oficial	Palo oficial	-
	IPF (%)	18%	20%	26%	-
NSJ-SRB	Especie	<i>Ficus insipida</i>	<i>Sloanea sp.1</i>	<i>Astrocaryum murumuru</i>	-
	Nombre local	Oje	-	Huicungo, chonta	-
	IPF (%)	39%	25%	5%	-
AAI-BCH-CCR	Especie	<i>Iryanthera juruensis</i>	<i>Socratea exorrhiza</i>	<i>Socratea exorrhiza</i>	<i>Xylopia sp.1</i>
	Nombre local	Cumala colorada	Cashapona	Cashapona	Ajo ajo
	IPF (%)	36%	11%	16%	2%
CRM	Especie	<i>Casearia bicolor</i>	<i>Iriartea deltoidea</i>	<i>Iriartea deltoidea</i>	-
	Nombre local	Purma caspi	Pona	Pona	-
	IPF (%)	23%	12%	6%	-

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Kerene / BCH = Barranco Chico.

Modelamiento de conectividad funcional

Selección de especies focales para el modelamiento de la conectividad

.....

Dada la importancia de mapear, recuperar y mantener la conectividad estructural y funcional entre las áreas naturales protegidas, con el fin de construir y caracterizar los corredores de conectividad ecológica, se seleccionaron las siguientes especies de fauna focales: jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*), águila harpia (*Harpia harpyja*), pichico (*Leontocebus weddelli*), pájaro batará grande (*Taraba major*), sajino (*Dicotyles tajacu*), tapir (*Tapirus terrestris*), pucacunga (*Penelope jacquacu*), maquisapa (*Ateles chamek*) y majaz (*Cuniculus paca*) (anexo 3). Estas especies pertenecen principalmente a los grupos de mamíferos y aves, y presentan las siguientes condiciones:

- Especies con registros de presencia en la Amazonía peruana, en particular en el área de interés Reserva Comunal Amaraeri, la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja Sonene.
- Representatividad de los principales eslabones de la cadena trófica (depredadores, consumidores primarios y secundarios), asegurando asimismo la representatividad de la funcionalidad de los corredores ecológicos y procesos ecosistémicos.
- Especies sombrilla: son aquellas que tienen amplia distribución geográfica y abarcan diferentes tipos de hábitat, de manera que cualquier iniciativa de conservación y manejo de ellas favorece indirectamente a todas aquellas especies que compartan el mismo hábitat.
- Especies indicadoras: aquellas cuya distribución geográfica se restringe a la Amazonía, o cuya dieta es especial o altamente dependiente de las coberturas naturales no intervenidas. Estas especies muestran algún grado de vulnerabilidad frente a la fragmentación y pérdida de las coberturas naturales, en particular de los bosques amazónicos. La dieta especial de algunas de ellas —por ejemplo, los carnívoros— implica que demuestran alta dependencia de una oferta alimentaria que pudiera ser afectada si los hábitats han sido transformados.

Las especies focales seleccionadas fueron registradas de manera diferencial en los sitios de muestreo (tabla 21). Seis de estas especies se consideran comunes y de amplia distribución en el área de análisis, pues fueron registradas en la mayoría de los sitios de muestreo; y tres especies se consideran raras en el área porque se registraron en una o dos localidades (tabla 21). Una especie no fue registrada. La presencia de las especies focales comunes permite sugerir que todavía puede existir algún grado de conectividad ecológica en el corredor minero y las zonas de amortiguamiento, pues, aunque no se puede comprobar que exista movilidad de ellas entre diferentes localidades, sí es posible considerar que existen núcleos poblacionales en toda el área, que podrían estar conectados entre sí. Por su

parte, las tres especies focales registradas raras sugieren que existen fuertes presiones que limitan su presencia y distribución en el área de análisis; quizá la fragmentación de los bosques sumada a la presión de la cacería pueden estar determinando su escasa presencia.

Aunque la especie pájaro batará grande (*Taraba major*) no fue registrada en este muestreo, no se descarta su presencia, ya que es una especie propia del sotobosque, que suele ocultarse ante depredadores y presencia humana. En este sentido, se requieren mayores esfuerzos de muestreo para su detección, pues suele ser común en diferentes tipos de hábitats naturales y antrópicos.

Tabla 21. Especies focales registradas en los sitios de muestreo

Especie	Nombre local	Tipo de registro	Sitios de muestreo
<i>Panthera onca</i>	Jaguar, tigre, otorongo	Cámara trampa, rastros, entrevistas	PL, SJK, BCH, AAI, CRM, CCR, NJS, SRB
<i>Cuniculus paca</i>	Majaz, picuro	Cámara trampa, rastros, entrevistas	PL, SJK, BCH, AAI, CRM, CCR, NJS, SRB
<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir, sachavaca	Cámara trampa, observación directa, rastros, entrevistas	PL, SJK, BCH, AAI, CRM, CCR, NJS, SRB
<i>Penelope jacquacu</i>	Pucacunga, pava de monte	Cámara trampa, observación directa, entrevistas	SJK, BCH, AAI, CRM, CCR, NJS, SRB
<i>Dicotyles tajacu</i>	Sajino	Cámara trampa, observación directa, rastros, entrevistas	PL, SJK, BCH, AAI, CRM, NJS, SRB
<i>Leontocebus weddelli</i>	Pichico	Cámara trampa, observación directa, entrevistas	PL, SJK, CRM, NJS, SRB
<i>Puma concolor</i>	Puma, león	Entrevistas	PL, SJK
<i>Harpia harpyja</i>	Águila harpía	Entrevistas	PL, SJK
<i>Ateles chamek</i>	Mono araña negro, maquisapa	Observación directa, entrevistas	NSJ
<i>Taraba major</i>	Pájaro batará grande	No	-

Notas: CCR = Concesión Cinco Rebeldes / CRM = Centros Recreativos de Mazuko / AAI = Asociación Arco Iris / NSJ = Nuevo San Juan / SRB = Santa Rita Baja / PL = Puerto Luz / SJK = San José de Karene / BCH = Barranco Chico.



Jaguar (*Panthera onca*).
Crédito: vladimircech / Freepik.

El registro de la mayoría de las especies focales sugiere algún grado de conectividad ecológica entre el corredor minero y las zonas de amortiguamiento.

Las especies focales fueron agrupadas para modelar corredores de conectividad. Los grupos se basaron en una revisión bibliográfica, y se solicitó el criterio de expertos para obtener información sobre la capacidad de dispersión promedio de las especies, el área mínima requerida por un individuo de cada especie que garantice los recursos necesarios para su supervivencia, y el tipo de cobertura empleada por la especie como hábitat. Adicionalmente, se utilizaron datos de los muestreos, con los que fue posible fortalecer los criterios de agrupación. Con la información disponible, se agruparon las especies en tres grupos diferentes (figura 8).

Figura 8. Agrupación de las especies focales empleadas en el modelamiento de la conectividad funcional

ESTRUCTURA TRÓFICA

Depredadores



Jaguar
(*Panthera onca*)



Puma
(*Puma concolor*)



Águila harpía
(*Harpia harpyja*)

Consumidores secundarios



Pichico
(*Leontocebus weddelli*)



Hormiguero grande
(*Taraba major*)



Sajino
(*Dicotyles tajacu*)

Consumidores primarios



Tapir
(*Tapirus terrestris*)



Pucacunga
(*Penelope jacquacu*)



Maquisapa
(*Ateles chamek*)



Majaz, picuro
(*Cuniculus paca*)

Agrupación de especies para corredores de conectividad

Grupo 1

Bosques, vegetación secundaria, sabanas hidromórficas

Dispersión promedio de 5 km

Área mínima de hábitat ≥ 10 ha

- Majaz (*Cuniculus paca*)
- Batará grande (*Taraba major*)
- Sajino (*Dicotyles tajacu*)

Grupo 2

Bosques

Dispersión promedio de 8 km

Área mínima de hábitat ≥ 30 ha

- Tapir (*Tapirus terrestris*)
- Maquisapa (*Ateles chamek*)
- Pucacunga (*Penelope jacquacu*)
- Pichico (*Leontocebus weddelli*)

Grupo 3

Bosques, vegetación secundaria, sabanas hidromórficas

Dispersión promedio de 50 km

Área mínima de hábitat ≥ 100 ha

- Jaguar (*Panthera onca*)
- Puma (*Puma concolor*)
- Águila harpía (*Harpia harpyja*)

Elaboración del índice espacial de huella humana como matriz de resistencia

La matriz de resistencia es una representación del grado de dificultad (comúnmente conocido como “costo”) que tiene una especie o proceso determinado para desplazarse por el paisaje en función de sus atributos

(Rudnick *et al.*, 2012; Spear *et al.*, 2010). Por lo tanto, los elementos del paisaje que facilitan el movimiento poseen valores bajos de resistencia, mientras que aquellos que dificultan o imposibilitan el movimiento tendrán los valores de resistencia más altos. Sobre la base de Etter *et al.* (2011), proponemos un marco metodológico para construir un indicador cuantitativo de la huella espacial humana en ecosistemas naturales, abordando diferentes variables agrupadas en tres dimensiones (tabla 22) (anexo 4):

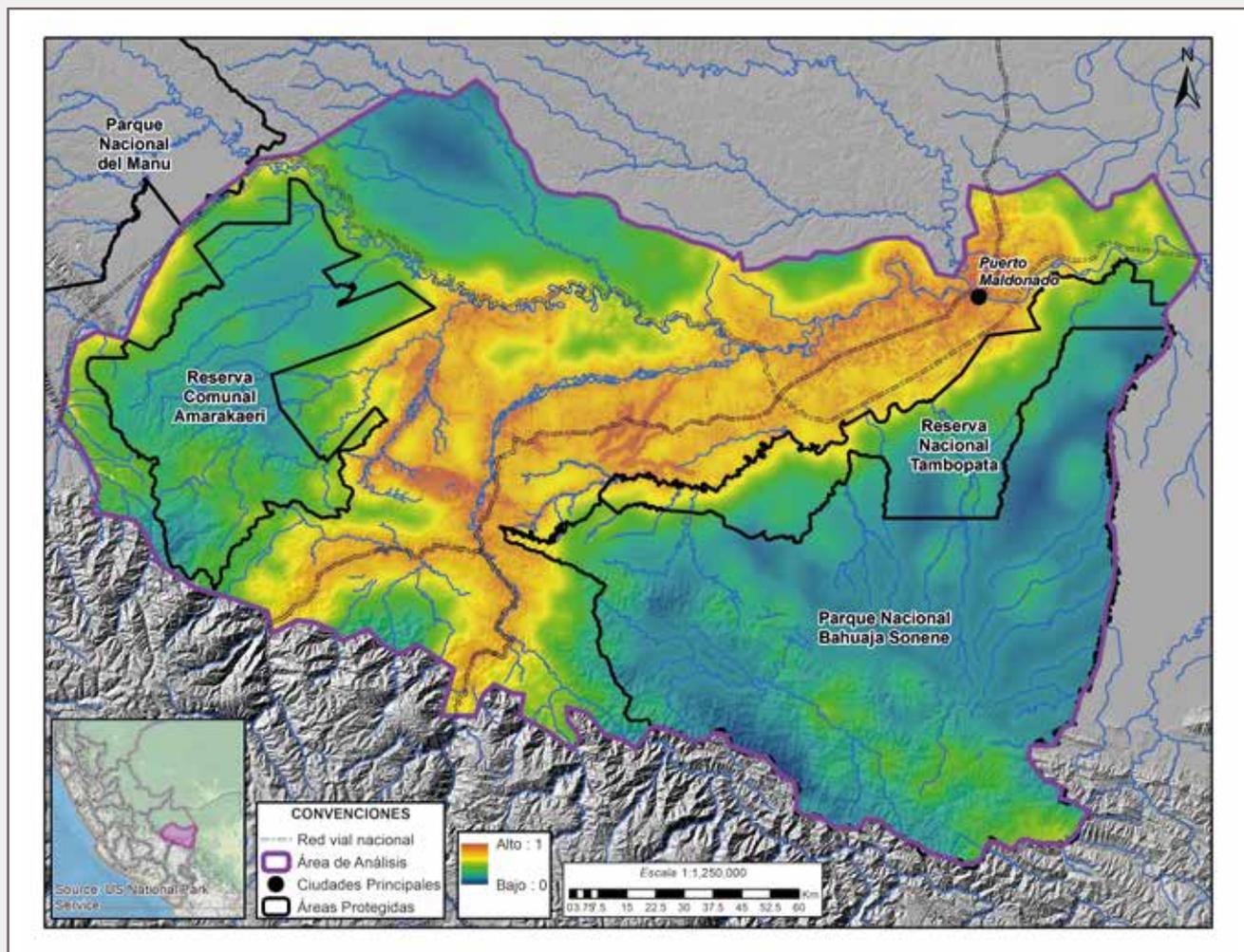
Tabla 22. Variables en la construcción de las dimensiones empleadas en el índice espacial de huella humana

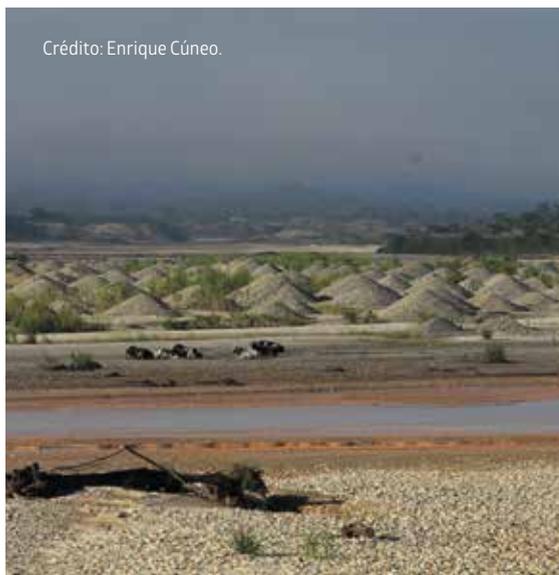
Dimensión	Variables	Año	Fuente
Intensidad de uso del suelo	Distancia a pastos y agricultura	2019	MINAM - GEOBOSQUES - FCDS
	Distancia a zonas mineras	2019	MINAM - GEOBOSQUES - FCDS
	Índice de fragmentación	2019	FCDS
	Distancia a ríos principales	2020	Instituto Geográfico Nacional IDEP - FCDS
	Distancia a zonas artificiales y centros poblados	2020	MINEDU - FCDS
	Distancia a vías de acceso	2019	Ministerio de Transportes y Comunicaciones Infraestructura de Datos Espaciales - Prevenir de USAID
Tiempo de intervención	Pérdida y degradación de coberturas naturales en el paisaje por usos antrópicos entre los años 2011 y 2019	2019	FCDS
Vulnerabilidad biofísica	Índice de biomasa	2019	Anaya <i>et al.</i> (2009) - FCDS
	Índice de aridez	2018	Trabucco y Zomer (2018)
	Anomalías climáticas	2020	Williams <i>et al.</i> , (2007) - FCDS
	RUSLE – ecuación de pérdida de suelo universal revisada	2019	Chadli (2016) - Stone y Hilborn (2012) - FCDS
	· Factor R		
	· Factor K		
	· Factor LS		
· Factor C			
· Factor P			

Intensidad de uso del suelo (Fint): el mapeo de la intensidad de los usos del suelo determina el nivel de modificación del hábitat natural y el patrón temporal de cambio en la composición y estructura de los parches en el paisaje (Ayram *et al.*, 2020; Wu, 2013; Etter *et al.*, 2011). De igual manera, la intensidad del uso del suelo puede expresar diferencias en las magnitudes de afectación y los

procesos de manejo que producen impactos diferenciados en los usos del suelo (Ayram *et al.*, 2020; Etter *et al.*, 2011). La figura 9 muestra los resultados para la intensidad de uso de suelo. Los valores cercanos a 1 representan una mayor intensidad de uso del suelo, y los valores cercanos a 0, una menor intensidad.

Figura 9. Intensidad de uso de suelo





Crédito: Enrique Cúneo.



Crédito: Enrique Cúneo.

Área afectada
por minería
aluvial.

Práctica de
roza y quema.

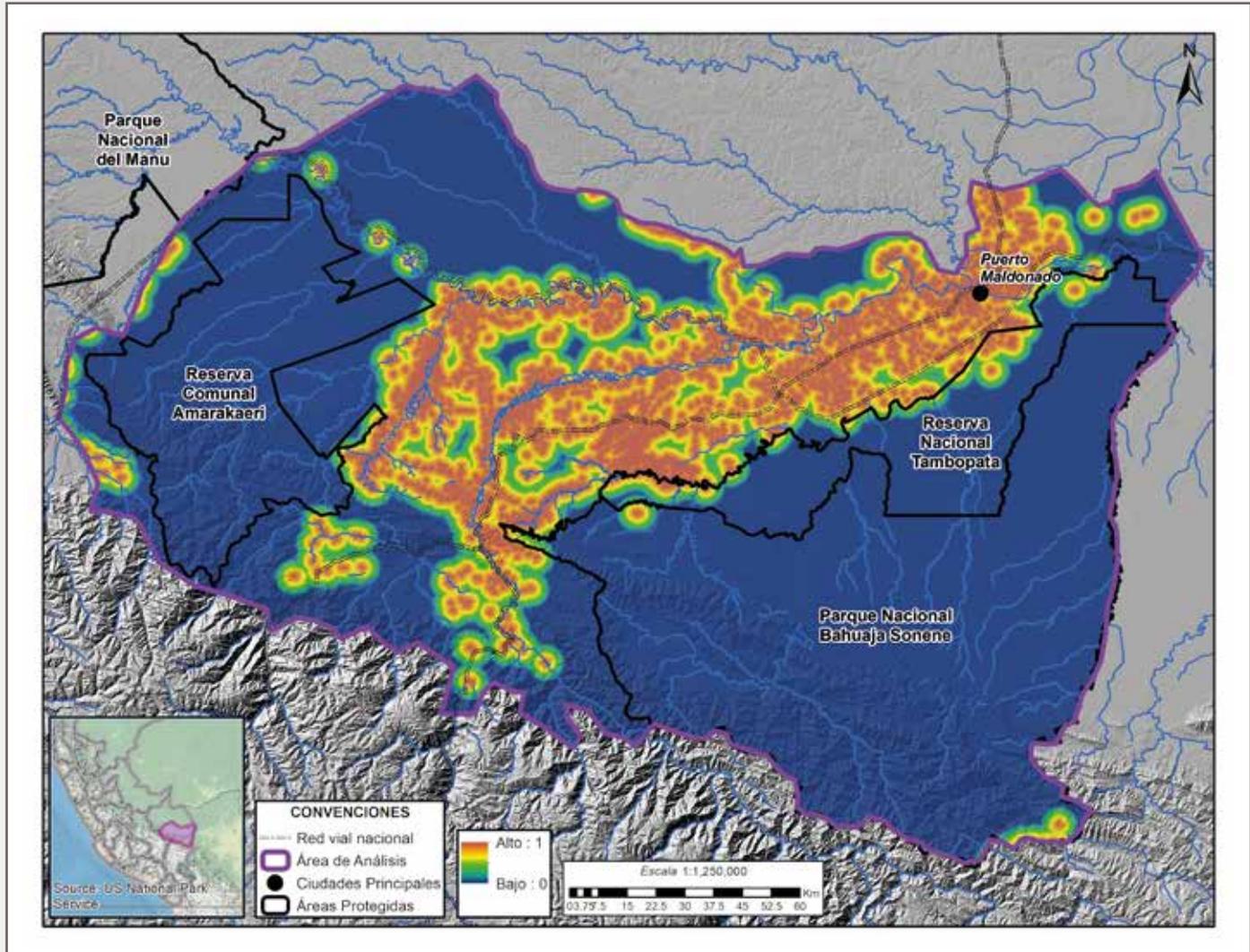


Tiempo de intervención (Ftime): la escala temporal en la que el paisaje ha estado sujeto a perturbaciones humanas determina el tiempo de impacto de los usos del suelo sobre los ecosistemas y el probable retraso temporal de la respuesta ambiental. Los impactos ambientales por lo general implican un lapso que hace que las respuestas bióticas no sean lineales, ya que las especies y los procesos ecológicos pueden tardar años o décadas en adaptarse a un determinado uso del suelo y al cambio de la cubierta, en particular si pequeños parches de vegetación remanente permiten la persistencia temporal de especies propias del hábitat nativo (Ayram *et al.*, 2020; Etter *et al.*, 2011; Gardner *et al.*, 2009; Hanski & Ovaskainen, 2002). Estos retrasos pueden ocultar el impacto de la actividad humana en los paisajes y la biota hasta que se haya alcanzado un

punto de inflexión, después de lo cual pueden ocurrir cambios irreversibles (Etter *et al.*, 2011; Gardner *et al.*, 2009; Dupouey *et al.*, 2002).

Para mapear Ftime, se elaboraron mapas donde se identificaron áreas que han sido objeto de transformación durante el periodo 2011-2019, y que determinaron zonas constantemente transformadas y zonas recientes de transformación. Posteriormente, se asumieron las distancias euclidianas a áreas de transformación como la magnitud de la intervención y se normalizaron los valores suponiendo que un Ftime más alto (que ha sido objeto de transformación constante en el tiempo) puede generar un mayor impacto humano en el paisaje al interactuar con la intensidad del uso del suelo (figura 10).

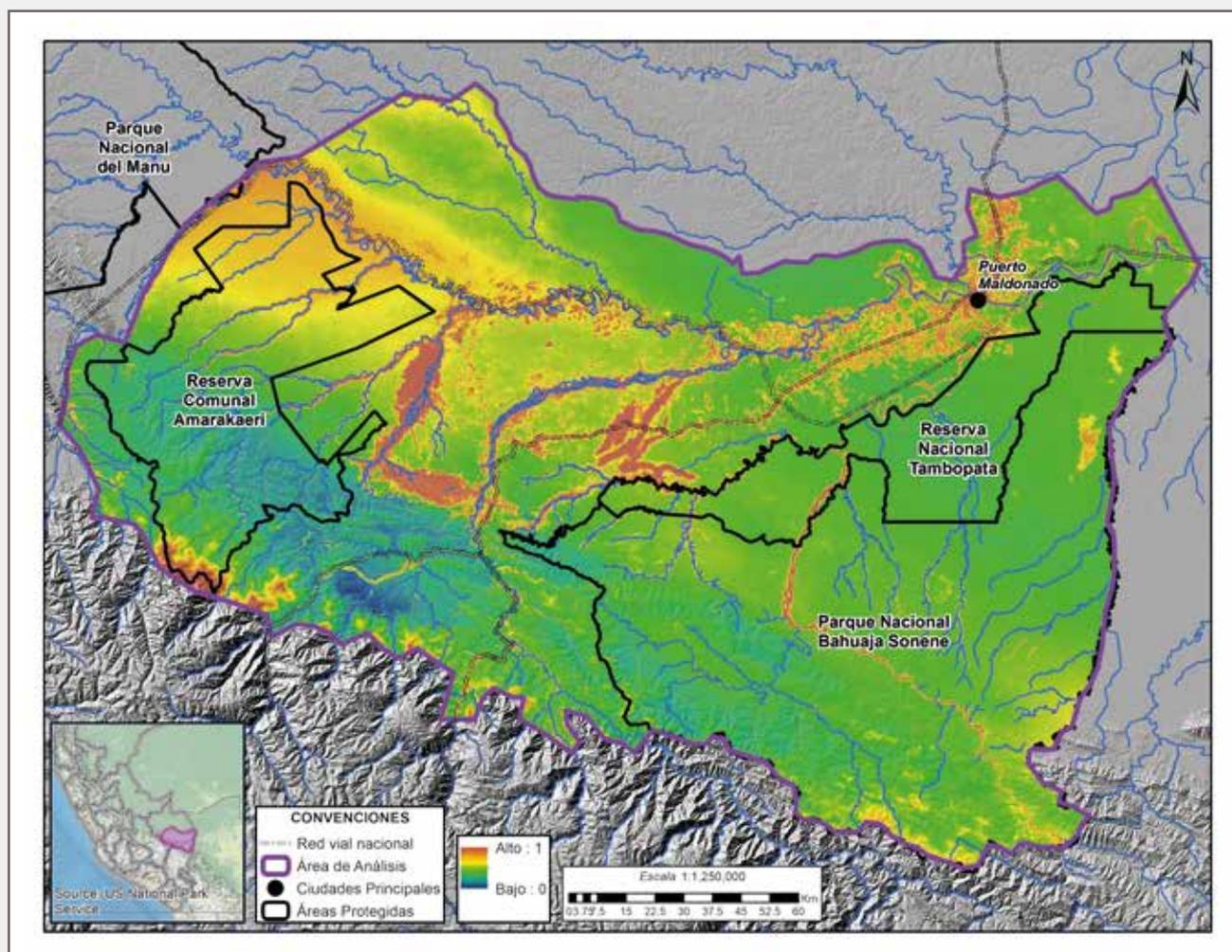
Figura 10. Tiempo de intervención



Vulnerabilidad biofísica (Fvuln): dependiendo de sus características biofísicas, los ecosistemas y los paisajes responden de manera diferencial a las perturbaciones humanas (Ayram *et al.*, 2020; Etter *et al.*, 2011; Hobbs & McIntyre, 2005; Turner *et al.*, 2003). Se asume el concepto de vulnerabilidad como el grado en que un sistema experimenta daños debido a la exposición continua al

uso antropogénico del suelo (Turner *et al.*, 2003). En este sentido, proponemos una medida de la vulnerabilidad biofísica mediante la identificación de “factores de vulnerabilidad” relacionados con condiciones abióticas del paisaje, los cuales son: índice de biomasa, índice de aridez, anomalías climáticas y ecuación de pérdida de suelo.

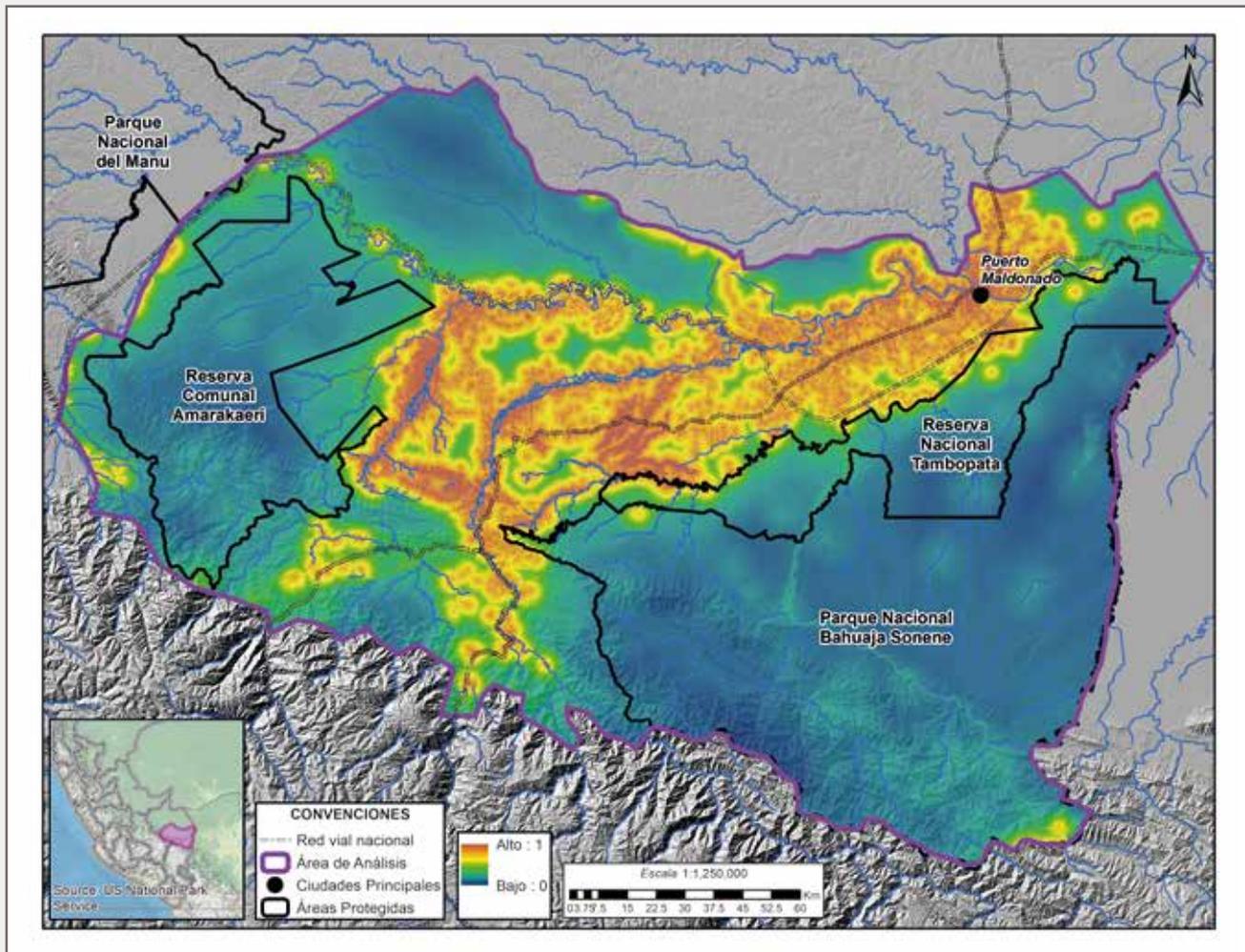
Figura 11. Vulnerabilidad biofísica



El índice espacial de huella humana representa en los valores altos (hacia el naranja) una alta dificultad de movimiento, y en los bajos (hacia el azul), una baja dificultad de movimiento. En este sentido, las zonas donde predominan pastos, áreas agrícolas y minería presentan

mayor resistencia al flujo de procesos ecológicos y organismos, mientras que los parches de coberturas naturales de gran extensión o las áreas distantes de las zonas intervenidas muestran valores de baja resistencia (figura 12).

Figura 12. Índice espacial de huella humana



Definición y evaluación de nodos

.....

La matriz de resistencia para el modelamiento de conectividad funcional se generó a partir del índice espacial de huella humana, bajo el supuesto de que se correlaciona con la resistencia de los paisajes a la dispersión de especies y al flujo de energía.

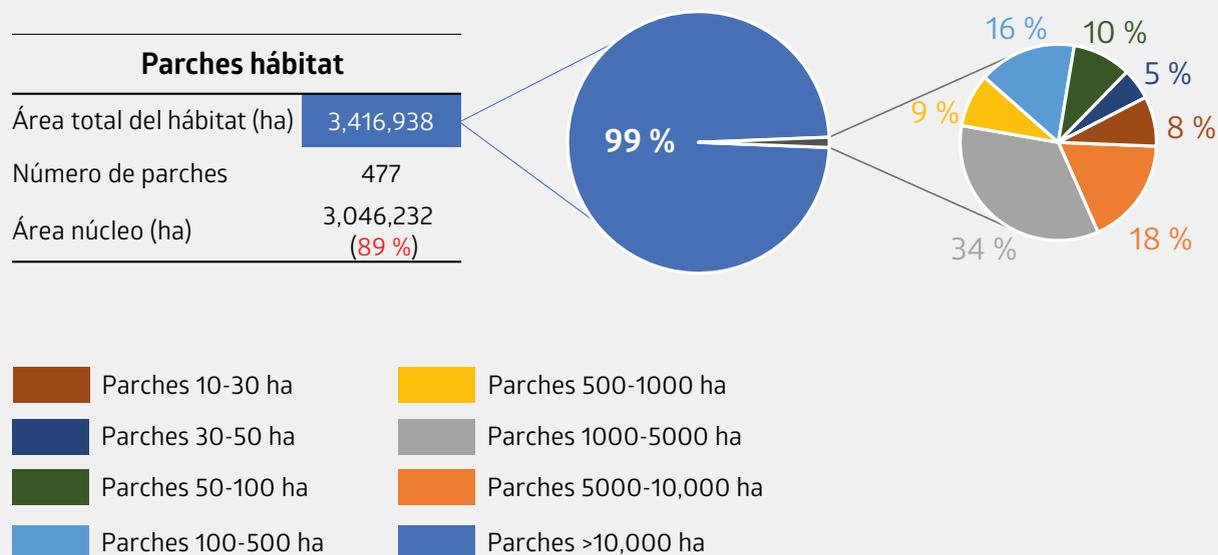
En la práctica, la definición de los parches hábitat o nodos de interés requiere la identificación y agrupación de tipos de coberturas empleadas por las especies; es decir, si una especie o grupo de especies emplean dos o más coberturas naturales, estas deben ser consideradas como hábitat y no ser diferenciadas en el modelo de conectividad. A lo anterior se suma el área mínima de hábitat que se requiere para sostener un individuo de la especie o grupo de especies, pues los recursos que puede ofrecer un parche hábitat de 10 ha no son los mismos que los que brinda un parche hábitat de 100 ha. Por ende, la presencia de las especies varía en función de la calidad y cantidad de los parches hábitat.



El grupo 1 está compuesto por el majaz (*Cuniculus paca*), el pájaro batará grande (*Taraba major*) y el sajino (*Dicotyles tajacu*), cuya dispersión promedio es de 5 km, con parches hábitat conformados por bosques, vegetación secundaria y sabanas hidromórficas de un área mínima de hábitat >10 ha. Como resultado general, se observa que el número de parches para este grupo de especies es de 477, con un área total de 3,416,938 ha, donde el 89 % puede ser considerada como área núcleo o hábitat de calidad (3,046,232 ha) (figura 13). En este sentido, el 99 % del área total está compuesta por parches superiores a 10,000 ha; el restante 1% se compone en su mayoría por parches de entre 1000 y 5000 ha (34 %), parches de entre 5000 y 10,000 ha (18 %), parches de entre 100 y 500 ha (16 %), y parches de entre 50 y 100 ha (16 %) (figura 13).



Figura 13. Nodos o parches hábitat para el grupo 1 de especies (majaz, batará grande y sajino)

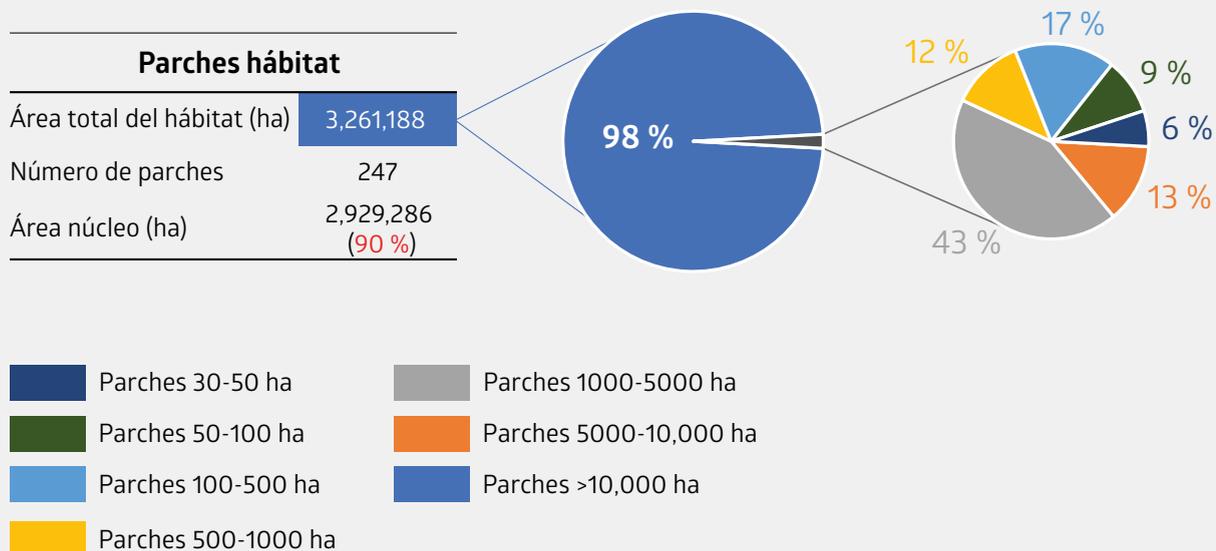




Sachavaca o tapir (*Tapirus terrestris*).
Crédito: Josef Svoboda / Freepik.

El grupo 2 está compuesto por las especies tapir (*Tapirus terrestris*), maquisapa (*Ateles chamek*), pucacunga (*Penelope jacquacu*) y pichico (*Leontocebus weddelli*), con una dispersión promedio de 8 km, parches hábitat conformados por bosques, y un área mínima de hábitat >30 ha. El número de parches hábitat para este grupo de especies es de 247, con un área total de 3,261,188 ha, donde el 90 % puede ser considerada como hábitat de calidad sin efectos de borde o influencia de elementos antrópicos (2,929,286 ha) (figura 14). Aproximadamente el 98 % del área total de hábitat está conformada por parches con tamaño superior a 10,000 ha, y el restante 2 % se encuentra en su mayoría en parches de tamaño entre 1000 y 5000 ha (43 %), de 100 a 500 ha (17 %), de 5000 a 10,000 ha (13 %) y de 500 a 1000 ha (12 %) (figura 14).

Figura 14. Nodos o parches hábitat para el grupo 2 de especies (tapir, maquisapa, pucacunga y pichico)

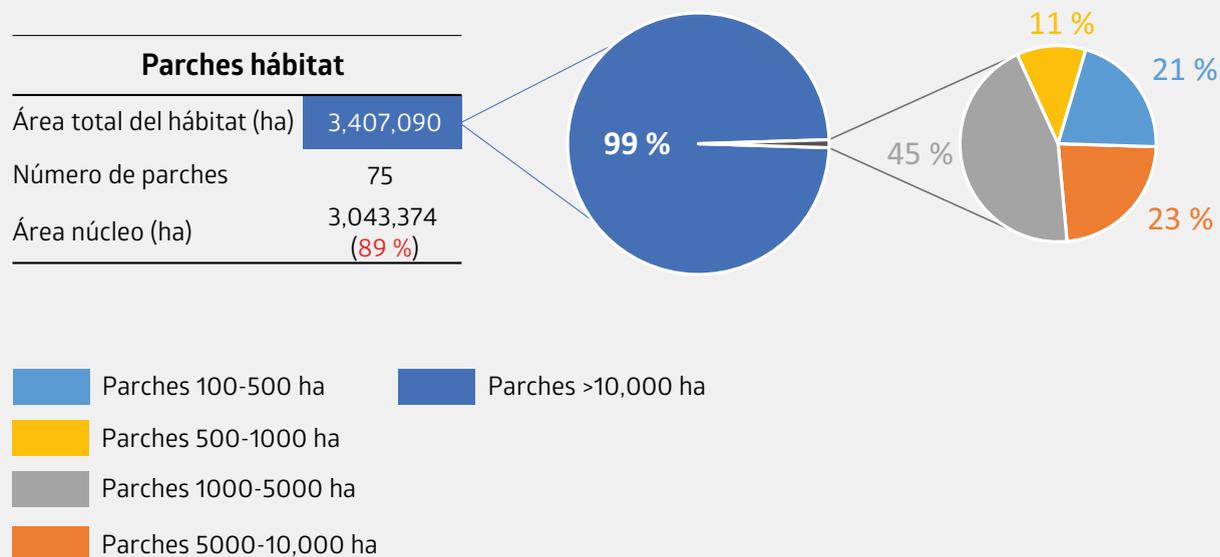


Al grupo 3 pertenecen las especies jaguar (*Panthera onca*), puma (*Puma concolor*) y águila harpía (*Harpia harpyja*), cuya dispersión promedio es de 50 km, con parches hábitat conformados por bosques, vegetación secundaria y sabanas hidromórficas, y un área mínima de hábitat >100 ha. El número de parches hábitat para el grupo 3 es de 75, con un área total de 3,407,090 ha, donde el 89 % puede ser considerada como hábitat de calidad (3,043,374 ha) (figura 15). En su mayoría, el hábitat para las especies del grupo 3 está conformado por fragmentos continuos de más de 10,000 ha (99 % del área total de hábitat); no obstante, el 1 % restante está conformado por un 45 % de parches de entre 1000 y 5000 ha, un 23 % de parches de 5000 a 10,000 ha, un 21 % de parches de 100 a 500 ha, y un 11 % de parches de 500 a 1000 ha (figura 15).



Aguila harpía (*Harpia harpyja*)
Crédito: @murilomazzo / Freepik.

Figura 15. Nodos o parches hábitat para el grupo 3 de especies (jaguar, puma y águila harpía)



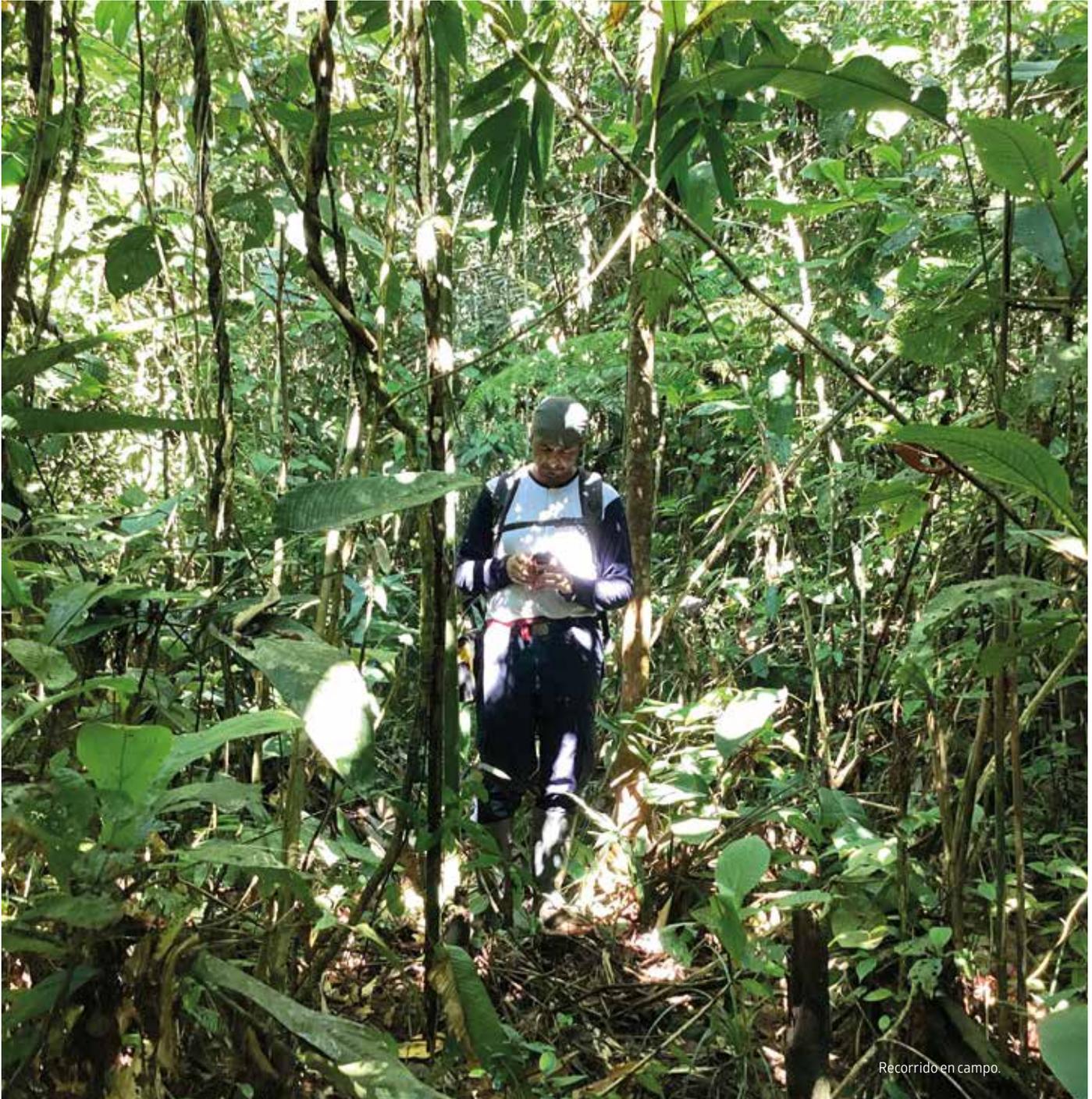
Conectividad ecológica en Madre de Dios

Para evaluar la conectividad ecológica en Madre de Dios, se realizó una revisión de información y de metodologías oficiales utilizadas por el Gobierno del Perú (GdP) para este tipo de ejercicios. Dado que no existía información oficial o no oficial que pudiera ser adaptada o reproducida para el desarrollo de los análisis de conectividad, se generó la metodología correspondiente específica al estudio, utilizando para tal fin la información cartográfica oficial disponible, los análisis de biodiversidad obtenidos en campo, y la caracterización de la composición y estructura del paisaje.

Con los archivos de parches hábitat o nodos para cada grupo de especies y la matriz de resistencia basada en el índice espacial de huella humana, se realizó el modelamiento de corredores de conectividad empleando el *software* libre Linkage Mapper versión 2.0 (McRae & Kavanagh, 2017). El procesamiento que ejecuta se basa en cinco pasos y emplea un archivo en formato vector de los parches hábitat o nodos, un archivo en formato ráster de la matriz de resistencia, y de manera opcional una tabla en archivo de texto donde se indica la distancia euclidiana entre los parches hábitat. El primer paso del procesamiento identifica las áreas centrales adyacentes de cada parche a partir de la creación de archivos ráster de distancia euclidiana entre parches nodos y la ponderación de dichas distancias por la resistencia (McRae & Kavanagh,

2017; McRae *et al.*, 2008). El segundo paso crea una red de vectores de líneas rectas que conectan los parches nodos utilizando datos de áreas centrales adyacentes y distancia (McRae & Kavanagh, 2017; McRae *et al.*, 2008). El tercer paso calcula las distancias ponderadas por costo (resistencia) y las rutas de menor costo entre los parches nodos. El cuarto paso implementa reglas de conectividad de cuatro u ocho celdas, es decir, indica el máximo número de conexiones posibles de cada parche (McRae & Kavanagh, 2017; McRae *et al.*, 2008). Por último, el quinto paso combina los corredores de conectividad de menor costo en un solo archivo, es decir, las rutas de menor costo asociadas con la distancia mínima y el menor costo entre parche de origen y un parche de destino (McRae & Kavanagh, 2017; McRae *et al.*, 2008).

Una vez mapeados los corredores de conectividad, se ejecutaron Centrality Mapper y Pinchpoint Mapper, que utilizan la teoría de circuitos eléctricos mediante el programa Circuitscape para estimar métricas de centralidad e identificar cuellos de botella dentro de los corredores de menor costo (McRae & Kavanagh, 2017). Este método trata los corredores de menor costo como una superficie a través de la cual el flujo de electricidad entre diferentes nodos depende de la resistencia de cada celda dentro de los corredores de menor costo. Centrality Mapper analiza la centralidad del flujo actual a través de la red de ruta de menor costo para identificar qué tan importantes son los nodos y corredores individuales para mantener la red conectada (McRae & Kavanagh, 2017). Por su parte, Pinchpoint Mapper identifica “cuellos de botella”,



Recorrido en campo.



Actividades de muestreo de flora.

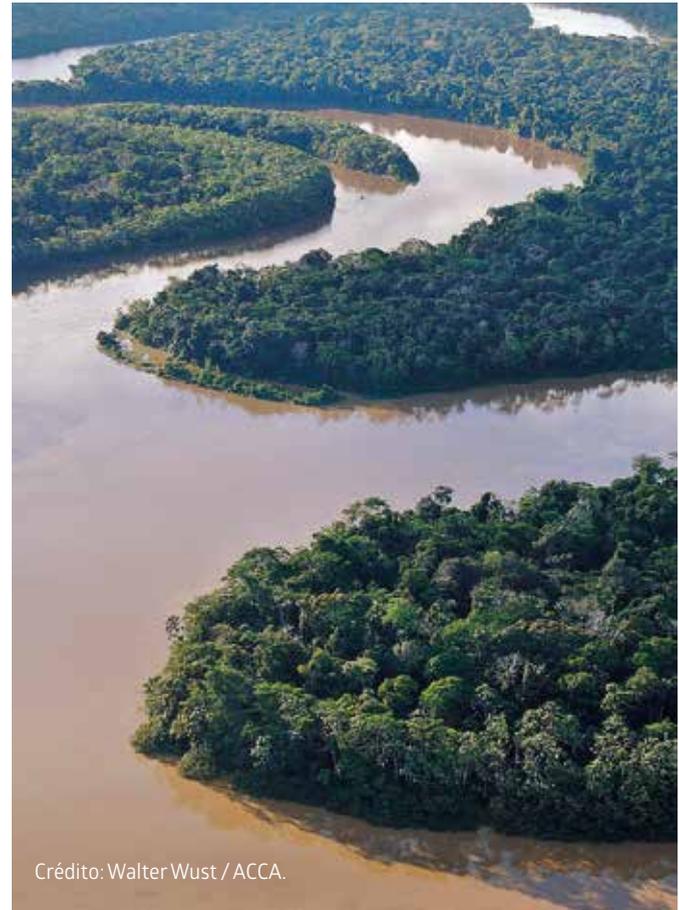
Se identificaron 610 corredores de conectividad conformados por bosques, vegetación secundaria y sabanas hidromórficas para las especies majaz, batará grande y sajino.

es decir, secciones dentro de los corredores de menor costo que limitan el flujo de especies y procesos ecosistémicos (McRae & Kavanagh, 2017). Un cuello de botella puede ocasionarse por la forma y el efecto borde de los parches nodos, al igual que por las limitaciones que ofrecen el paisaje y sus elementos en la permeabilidad. Estos cuellos de botella pueden representar prioridades de conservación y/o manejo, porque un mayor deterioro del hábitat en y alrededor de las secciones de importancia puede interrumpir de manera desproporcionada la conectividad del paisaje.

Los resultados del modelamiento del grupo 1 (*Cuniculus paca*, *Taraba major* y *Dicotyles tajacu*) señalan un total de 610 rutas de menor costo (corredores de conectividad) que enlazan parches hábitat con áreas superiores a 10 ha (figura 16, tabla 23). Este grupo tiene el mayor número de corredores de conectividad potenciales en comparación con los grupos 2 y 3. La longitud acumulada de los corredores de menor costo para el grupo 1 es de 362.4 km, variando de 0.06 km para el corredor con menor longitud a

5.46 km para el de mayor longitud. La longitud promedio de los corredores de conectividad para este grupo es de 0.59 km (tabla 23). Esto se explicaría por una alta disponibilidad de parches hábitat en la matriz antrópica, que pueden ser utilizados como pasos intermedios hacia grandes matrices boscosas por especies generalistas o no demandantes de cantidad y calidad de hábitat. Esta característica, junto con una capacidad de dispersión promedio de 5 km, ofrece variedad en la posibilidad de movimientos de especies con atributos biológicos similares a través del paisaje. No obstante, las dinámicas de cambio de uso y cobertura del suelo amenazan la persistencia de pequeños parches de paso inmersos en matrices donde predominan los usos del suelo de minería y agricultura, más aún considerando que la tasa de incremento anual entre 2011 y 2019 para minería fue del 7.99 % y para agricultura del 5.11 %, lo que representa un aumento de 30,885 ha de actividad minera y 27,399 ha de agricultura y pastos.

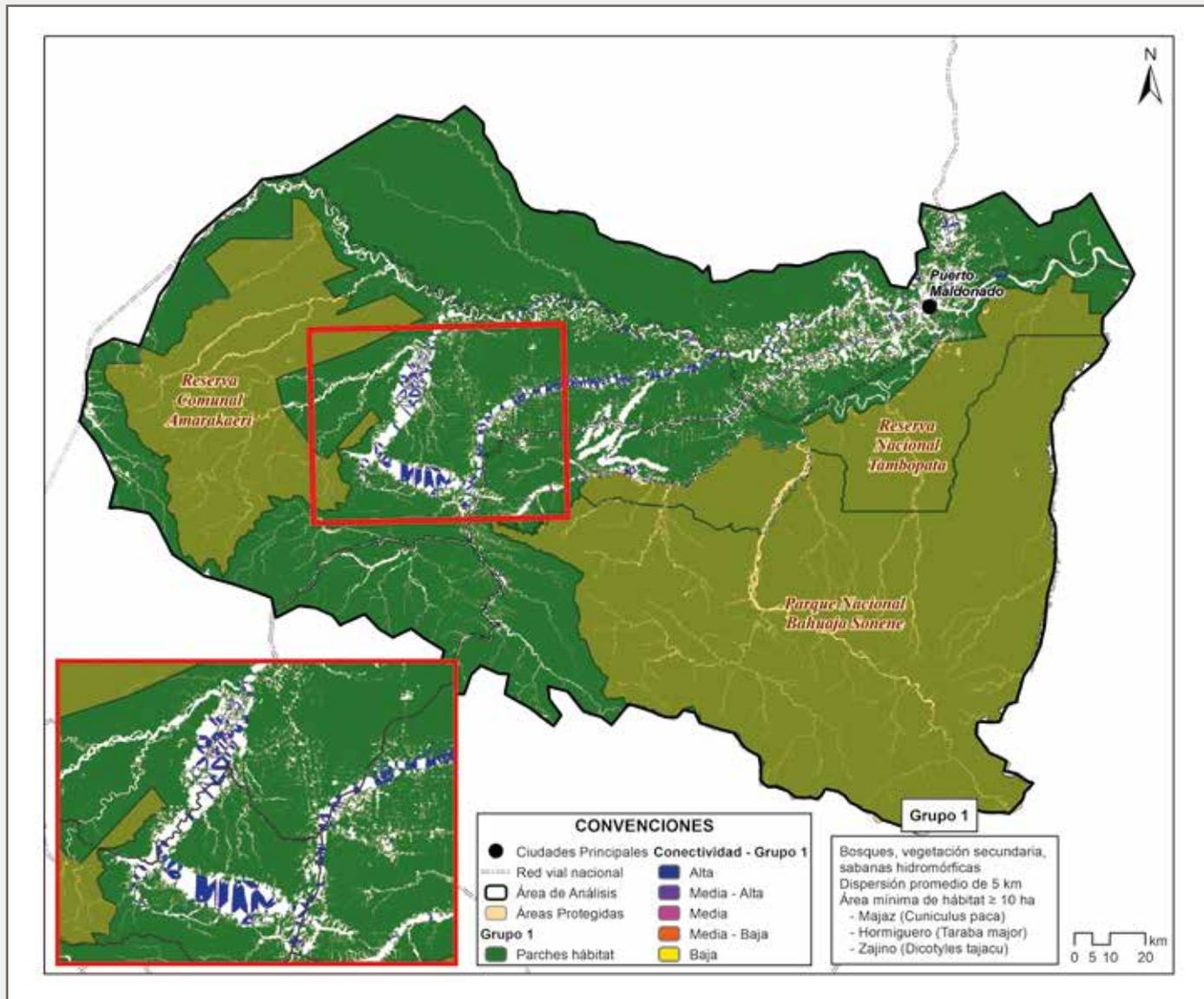
En términos generales, los corredores de conectividad del grupo 1 tienen un área aproximada de 26,873 ha, que representan el 11.5 % del área exenta de coberturas hábitat donde existen procesos antropogénicos que se relacionan con la resistencia al movimiento de las especies o el flujo ecosistémico (matriz de resistencia) (figura 16, tabla 23). De esta área de corredores de conectividad para el grupo 1, cerca del 2,1 % (572 ha) presenta “cuellos de botella” con conectividad media, media baja y baja, que pueden limitar el movimiento de especies y procesos ecosistémicos asociados a interacciones bióticas entre poblaciones (figura 16). Pese a las limitantes que tiene el paisaje por el



Crédito: Walter Wust / ACCA.

nivel de modificación del hábitat natural, junto con la escala temporal en la que ha estado sujeto a perturbaciones humanas y su vulnerabilidad por características biofísicas de los ecosistemas, no se encuentra en un estado avanzado de pérdida de conectividad para especies con atributos similares a los descritos en el grupo 1. En otras palabras, no se identificaron amplias secciones dentro de los corredores de menor costo que limiten el flujo o movimiento de especies y procesos ecosistémicos.

Figura 16. Corredores de conectividad funcional para el grupo 1 (*Cuniculus paca*, *Taraba major* y *Dicotyles tajacu*)

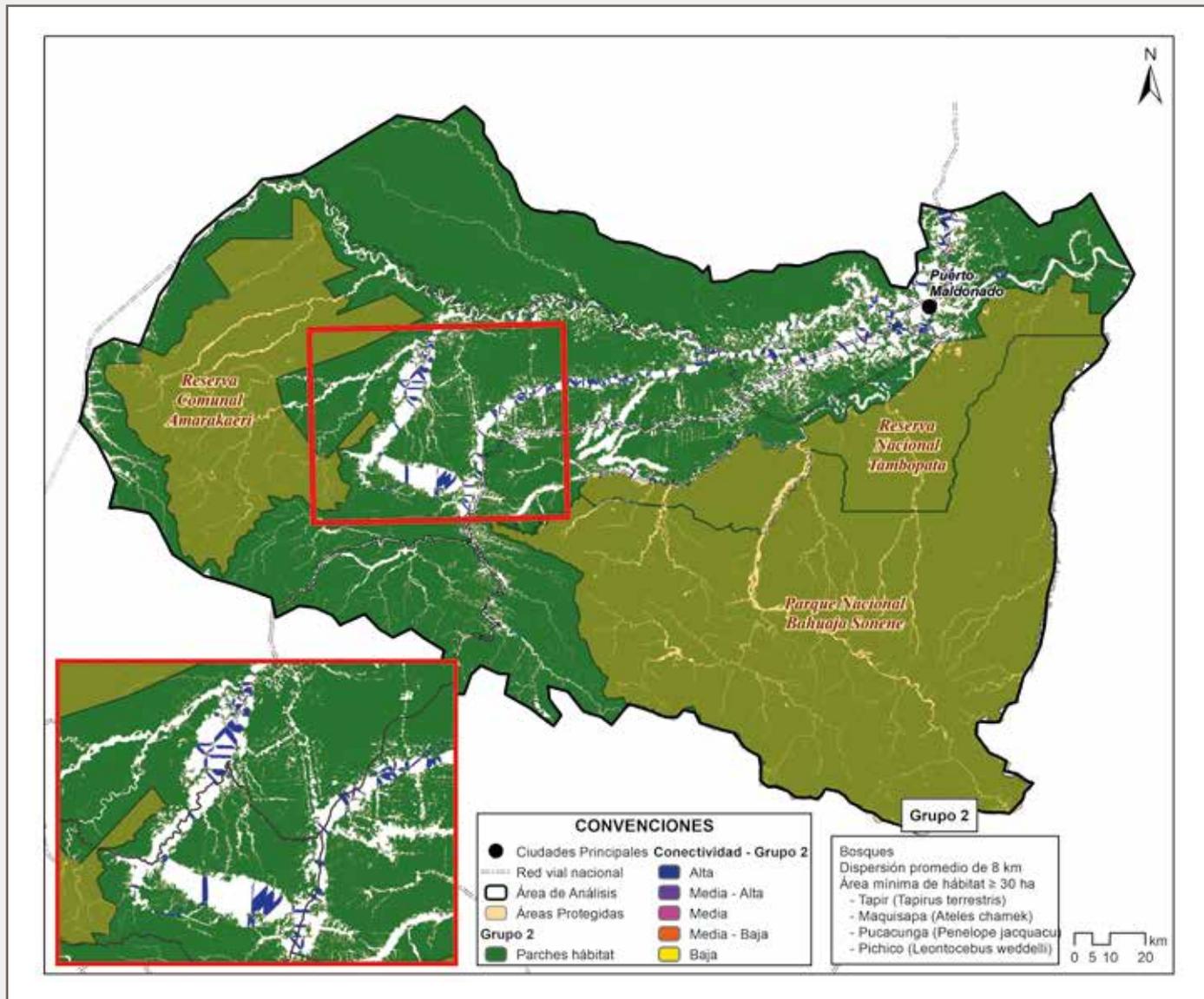


El grupo 2 (*Tapirus terrestris*, *Ateles chamek*, *Penelope jacquacu* y *Leontocebus weddelli*) obtuvo como resultado de la modelación un total de 374 rutas de menor costo (corredores de conectividad), enlazando parches hábitat boscosos con área superior a las 30 ha (figura 17, tabla 23). La longitud acumulada de los corredores de menor costo para el grupo 2 es de 300.1 km, variando de 0.06 km para el corredor con menor longitud a 5.42 km para el de mayor longitud, con una longitud promedio de corredores de conectividad de 0.80 km, que es la mayor longitud promedio observada en comparación con los resultados de los grupos 1 y 3 (tabla 23). Esto puede señalar la reducción de disponibilidad de parches boscosos de tamaño superior a 30 ha en la matriz antrópica, lo cual incrementa las distancias en los enlaces posibles entre parches y hacia matrices boscosas con disponibilidad de recursos para especies con requerimientos específicos; por ende, los costos de movilidad de este tipo de especies se incrementan, mientras que los corredores funcionales disminuyen si se comparan con el número de corredores del grupo 1 (tabla 23). Considerando que la pérdida de coberturas naturales entre 2011 y 2019 fue más intensa en bosques, con 52,878 ha deforestadas, a una tasa anual del 0.20 %, y que las especies del grupo 2 prefieren atributos de composición y estructura relacionados con bosques poco intervenidos, estas pueden ser sensibles a la degradación y pérdida de calidad y cantidad de hábitat a futuro, lo cual reduciría la capacidad de movimiento y los recursos disponibles para la supervivencia de poblaciones viables.

Los corredores de conectividad del grupo 2 tienen un área aproximada de 24,870 ha, que representan el 6.4 % del área de matriz de resistencia (figura 17, tabla 23), donde existen dinámicas que se relacionan con la resistencia al movimiento de especies y flujo ecosistémicos. De esta área de corredores de conectividad para el grupo 2, cerca del 1.3 % (316.5 ha) presenta “cuellos de botella” con conectividad media, media baja y baja (figura 17). Al igual que en el grupo 1, no se identificaron amplias secciones dentro de los corredores de menor costo que limiten el flujo o movimiento de especies y procesos ecosistémicos.

Existen al menos 374 corredores de conectividad para las especies tapir, maquisapa, pucacunga y pichico, que enlazan parches hábitat superiores a 30 ha.

Figura 17. Corredores de conectividad funcional para el grupo 2 (*Tapirus terrestris*, *Ateles chamek*, *Penelope jacquacu* y *Leontocebus weddelli*)



Las especies depredadoras que conforman el grupo 3 (*Panthera onca*, *Puma concolor* y *Harpia harpyja*) presentaron la menor cantidad de rutas de menor costo (corredores de conectividad) en comparación con los demás grupos, con un total de 71 corredores que enlazan parches hábitat conformados por bosques, vegetación secundaria y sabanas hidromórficas con área superior a 100 ha (figura 18, tabla 23). La longitud acumulada de los corredores de menor costo para el grupo 3 es de 37.3 km, variando de 0.06 km para el corredor de menor longitud a 2.79 km para el de mayor longitud, con una longitud promedio de corredores de conectividad de 0.52 km, la menor registrada para los tres grupos (tabla 23). Esto probablemente puede ser explicado por la baja disponibilidad de parches hábitat de gran tamaño (>100 ha) en la matriz de resistencia, lo cual genera una alta restricción del movimiento expresada en valores de distancia/costo. Aunque este grupo de especies cuenta con una dispersión promedio de 50 km, sus características de grandes depredadores y su lenta reproducción, sus bajas densidades demográficas, su alto requerimiento de presas y sus necesidades de áreas extensas bien conservadas y conectadas, las hacen más vulnerables a las dinámicas de transformación y el impacto humano, expresado en costos de desplazamiento a través de la matriz de resistencia. Si bien el jaguar y el puma tienen una mayor capacidad para utilizar ambientes modificados por el ser humano que otras especies depredadoras con las que coexisten,

prefieren áreas con cierto grado de cobertura natural que los abastecen de refugio, presas y capacidad de movilidad. Por lo tanto, los corredores de conectividad para este grupo de especies están ubicados en sitios estratégicos donde se optimiza su distancia y costo, reduciendo su exposición y la persecución directa, motivada por el desconocimiento cultural y conflictos por depredación.

Intervenciones antrópicas a futuro de alta intensidad en los parches hábitat remanentes en zonas mineras y agrícolas podría disminuir rápidamente la disponibilidad de recursos para grandes depredadores, lo que aumentaría los niveles de superposición espacial por competencia de presas y territorios, y reduciría las condiciones óptimas para mantener y recuperar sus poblaciones, de modo que se incrementaría el riesgo de extinción local.

Los corredores de conectividad del grupo 3 tienen un área aproximada de 4838 ha, que representan el 2 % del área no hábitat expresada como matriz de resistencia (figura 18, tabla 23). De esta área de corredores de conectividad para el grupo 3, cerca del 0.6 % (29.1 ha) presenta “cuellos de botella” con conectividad media, media baja y baja (figura 18). En este sentido, pese a las limitantes que tiene el paisaje por el impacto humano en ecosistemas naturales, no se identificaron amplias secciones dentro de los corredores de menor costo que limiten el flujo o movimiento de especies y procesos ecosistémicos.

Figura 18. Corredores de conectividad funcional para el grupo 3 (*Panthera onca*, *Puma concolor* y *Harpia harpyja*)

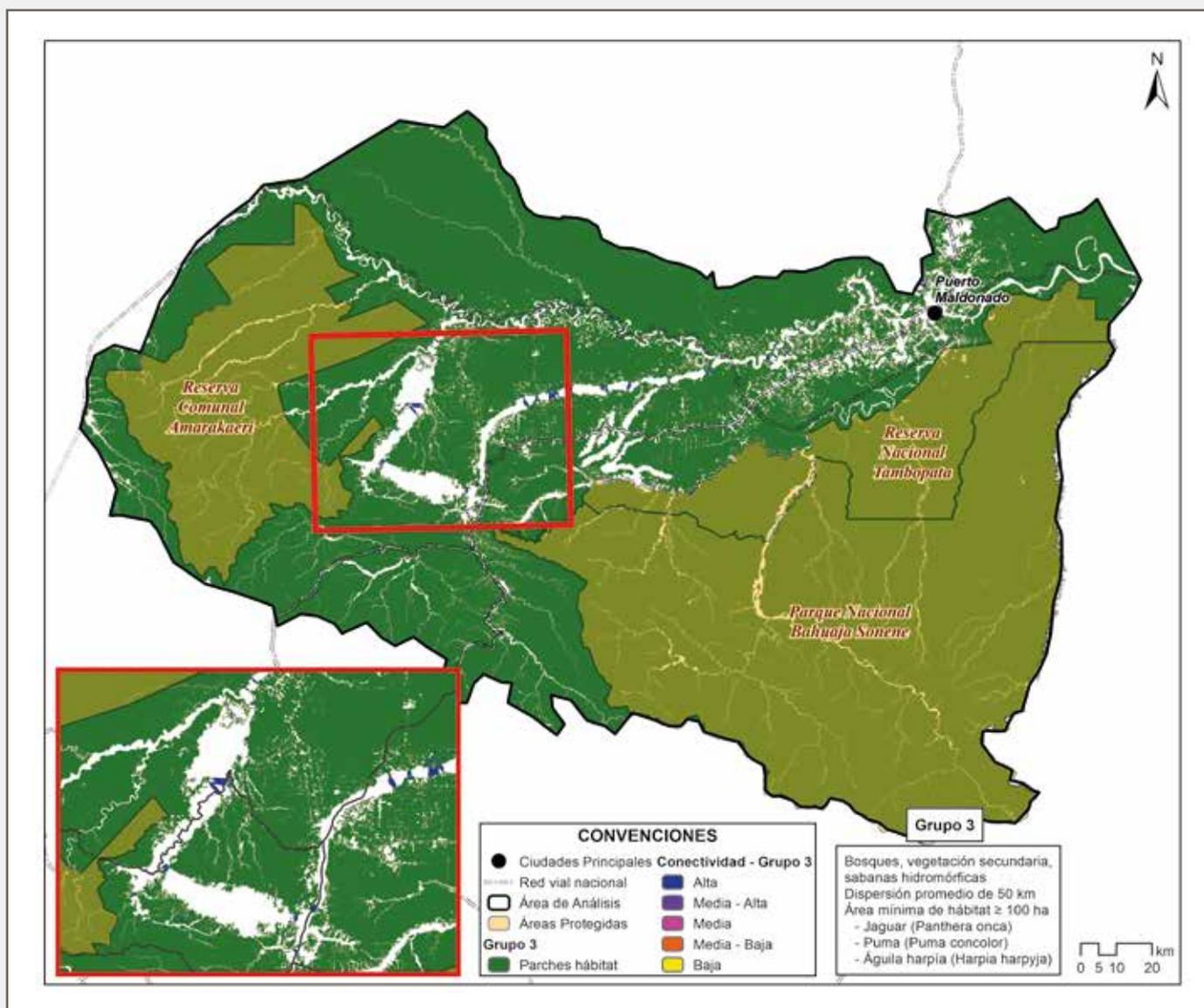


Tabla 23. Requerimientos y corredores de conectividad funcional de menor costo para los tres grupos de especies

	Grupo 1 (<i>Cuniculus paca</i> , <i>Taraba major</i> y <i>Dicotyles tajacu</i>)	Grupo 2 (<i>Tapirus terrestris</i> , <i>Ateles chamek</i> , <i>Penelope jacquacu</i> y <i>Leontocebus weddelli</i>)	Grupo 3 (<i>Panthera onca</i> , <i>Puma concolor</i> y <i>Harpia harpyja</i>)
	Requerimientos de especies		
Hábitat	Bosques, vegetación secundaria, y sabanas hidromórficas	Bosque	Bosques, vegetación secundaria, y sabanas hidromórficas
Tamaño de parche hábitat (ha)	10	30	100
Dispersión promedio (km)	5	30	100
	Conectividad		
Número de corredores de conectividad de menor costo	610	374	71
Longitud acumulada de los corredores de menor costo (km)	362,4	300,1	37,3
Corredor de menor longitud (km)	0,06	0,06	0,06
Corredor de mayor longitud (km)	5,46	5,42	2,79
Longitud promedio de corredores (km)	0,59	0,80	0,52
Área de corredores de conectividad (ha)	26,873	24,870	4838



El jaguar, el puma y el águila harpía tienen 17 corredores de conectividad que enlazan parches hábitat superiores a 100 ha.



Reunión de coordinación en San José de Karene.

CAPÍTULO 4

Sectores de interés para la conectividad, la población local y las comunidades indígenas: una relación con la tierra y el bosque

La participación de socios locales —mineros, agricultores, concesionarios forestales y de centros recreativos, comunidades indígenas— en los procesos de investigación científica es una condición *sine qua non* para lograr resultados exitosos y en contexto territorial. El reconocimiento de saberes ancestrales y locales de diferentes orígenes, el diálogo hacia la identificación de intereses comunes, y la construcción del detalle metodológico con los dueños y usuarios del territorio, son medios de trabajo que contribuyen a la cohesión social, al surgimiento de nuevos liderazgos y a la potenciación de los ya existentes. Asimismo, aporta al intercambio de conocimientos y el aprendizaje mutuo; a la adecuación de métodos de trabajo técnico, científico y de campo; y al reconocimiento propio, por parte de los socios locales, de los valores naturales y culturales de su territorio; con ello, en resumen, se fortalece la gobernanza.

Los conocimientos tradicionales, usos y costumbres cotidianos forman parte de la cultura, la historia y la relación con la naturaleza. Transmitidos por generaciones, son invaluable para comprender y abordar diversos desafíos ambientales, de salud, productivos y sociales. Así, la colaboración entre ciencia occidental y comunitaria permite generar enfoques complementarios y enriquecedores para un mejor entendimiento de las realidades en contextos territoriales complejos.

La investigación científica puede tener un impacto directo en el patrimonio cultural de estas comunidades. Su participación efectiva en la investigación científica contribuye a que se incorporen variables sociales, económicas y culturales que, en lo cotidiano, reflejan acciones de conservación y protección de los ecosistemas y la biodiversidad; así como a la valoración de su territorio y la enorme riqueza natural que albergan. Este empoderamiento genera cambios en las decisiones sociales y familiares, fortalece su autonomía y capacidad para enfrentar desafíos socioambientales, y promueve enfoques de desarrollo sostenibles y proyectos de vida hacia el buen vivir basados en la aptitud de estos ecosistemas.

Relacionamiento social con mineros, agricultores, concesiones forestales y centros recreativos

Sector Puerto Maldonado – Vía Interoceánica

Este sector corresponde principalmente al relacionamiento social con las comunidades de Santa Rita Baja y Nuevo San Juan. Se observa que la degradación y pérdida de coberturas naturales en esta zona es ocasionada principalmente por minería ilegal, contaminación de cuerpos de agua, aprovechamiento forestal selectivo, infraestructura vial no planificada y monocultivos de grandes extensiones. Los resultados del modelamiento de conectividad señalan para este sector un total de 293 rutas de menor costo para el grupo 1, 217 para el grupo 2, y 48 para el grupo 3 (tabla 24, figuras 19, 20, 21).



Área intervenida por actividad minera.
Crédito: Enrique Cúneo.

Tabla 24. Rutas de menor costo de conectividad para el sector de Puerto Maldonado y Vía Interoceánica

Grupo 1				
Conectividad	Número de rutas de menor costo (LCP)	Longitud acumulada (km)	Promedio longitud de rutas de menor costo (km)	Promedio distancia/costo (LCP)
Baja	63	4.65	0.07	5285
Media baja	59	10.46	0.18	12,649
Media	66	26.41	0.4	29,425
Media alta	74	53.94	0.73	53,630
Alta	31	37.66	1.21	92,012

Grupo 2				
Conectividad	Número de rutas de menor costo (LCP)	Longitud acumulada (km)	Promedio longitud de rutas de menor costo (km)	Promedio distancia/costo (LCP)
Baja	47	3.6	0.08	5230
Media baja	31	6.72	0.22	14,154
Media	49	27.13	0.55	39,930
Media alta	55	54.33	0.99	74,605
Alta	35	71.78	2.05	153,903

Grupo 3				
Conectividad	Número de rutas de menor costo (LCP)	Longitud acumulada (km)	Promedio longitud de rutas de menor costo (km)	Promedio distancia/costo (LCP)
Baja	11	0.76	0.07	4539
Media baja	9	1.21	0.13	8339
Media	10	2.98	0.3	21,864
Media alta	9	6.43	0.71	52,705
Alta	9	12.43	1.38	103,699

Figura 19. Rutas de menor costo de conectividad, centralidad de parches y “cuellos de botella” del grupo 1 (*Cuniculus paca*, *Taraba major* y *Dicotyles tajacu*) para el sector de Puerto Maldonado y Vía Interoceánica

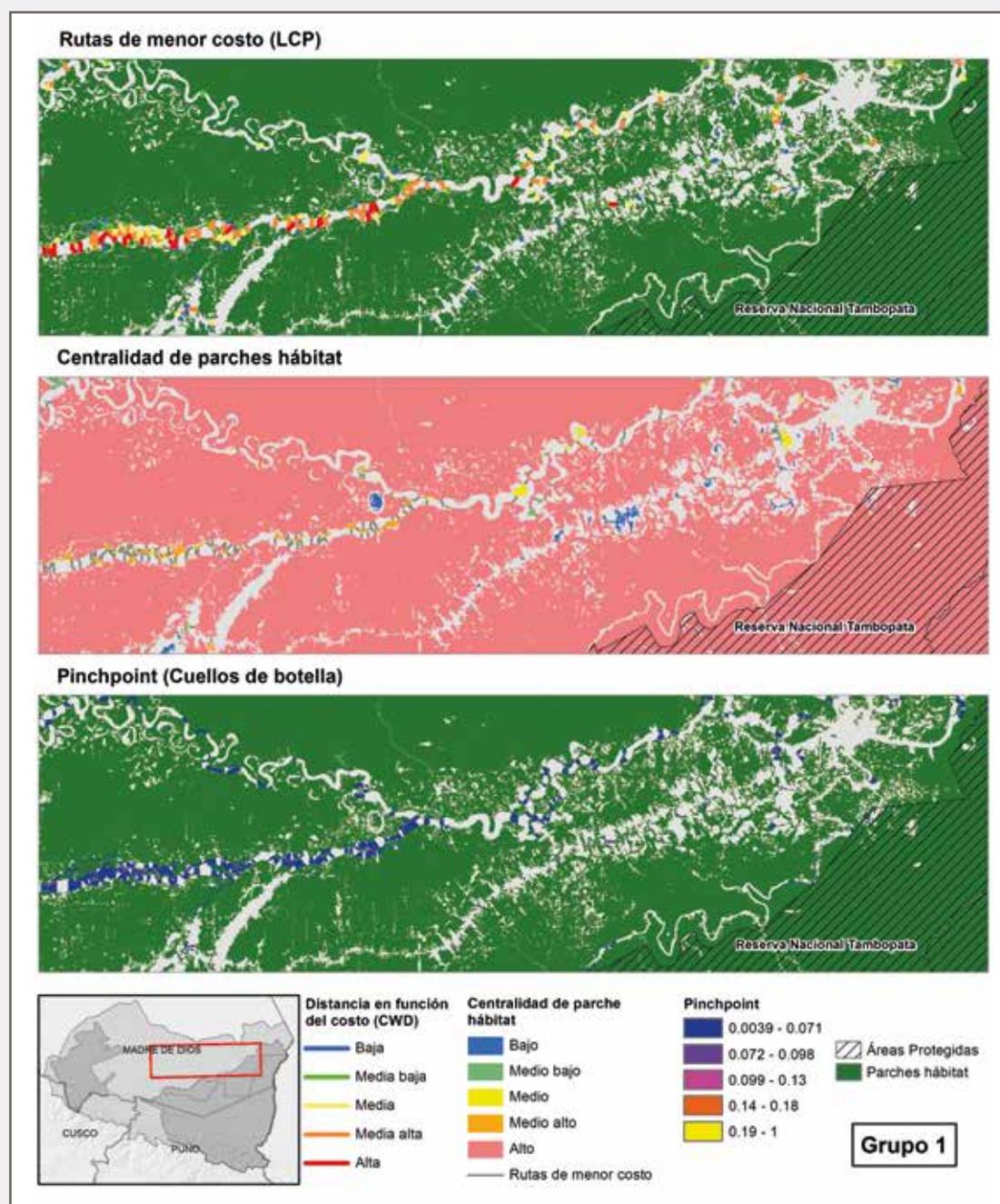


Figura 20. Rutas de menor costo de conectividad, centralidad de parches y "cuellos de botella" del grupo 2 (*Tapirus terrestris*, *Ateles chamek*, *Penelope jacquacu* y *Leontocebus weddelli*) para el sector de Puerto Maldonado y Vía Interoceánica

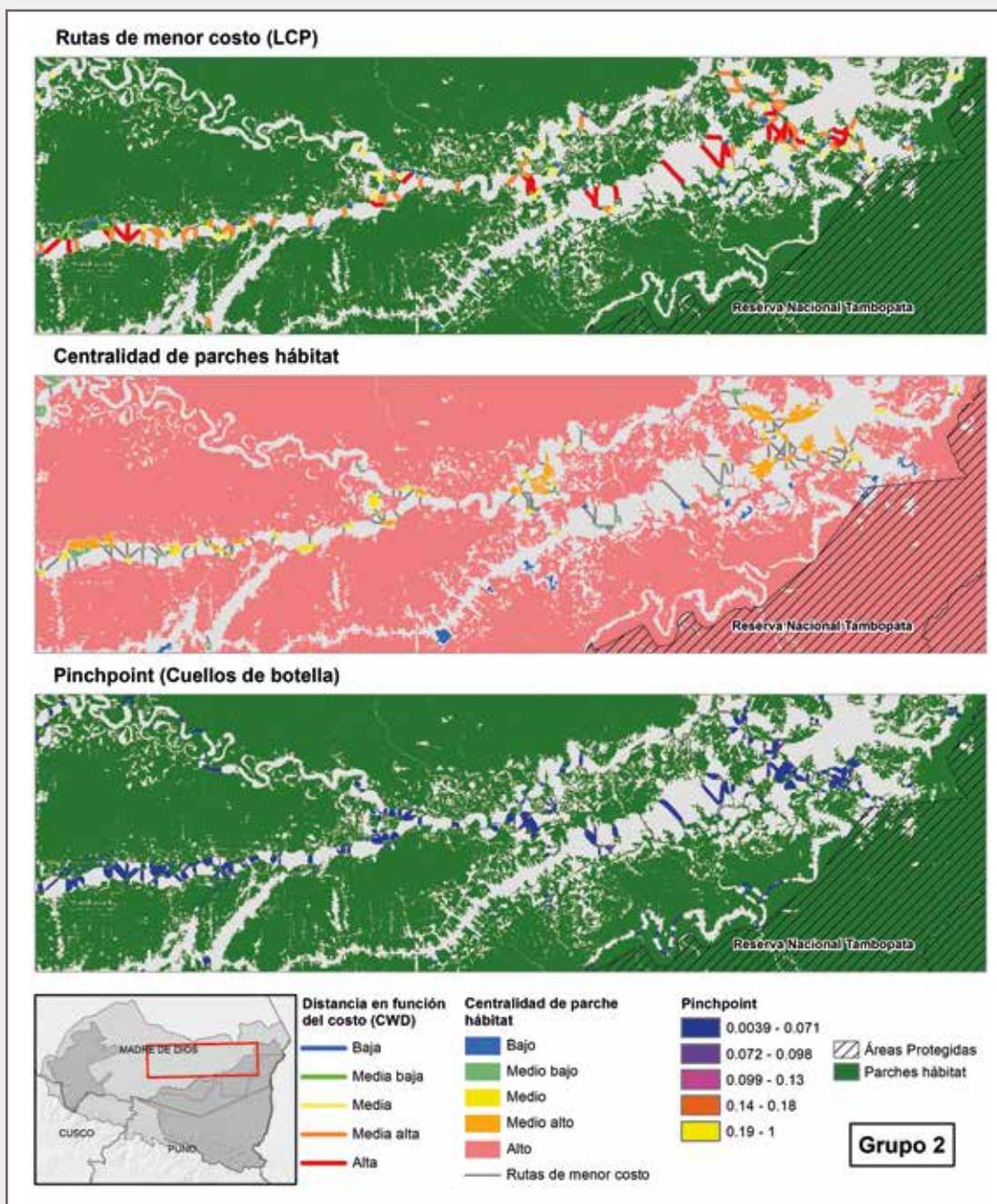
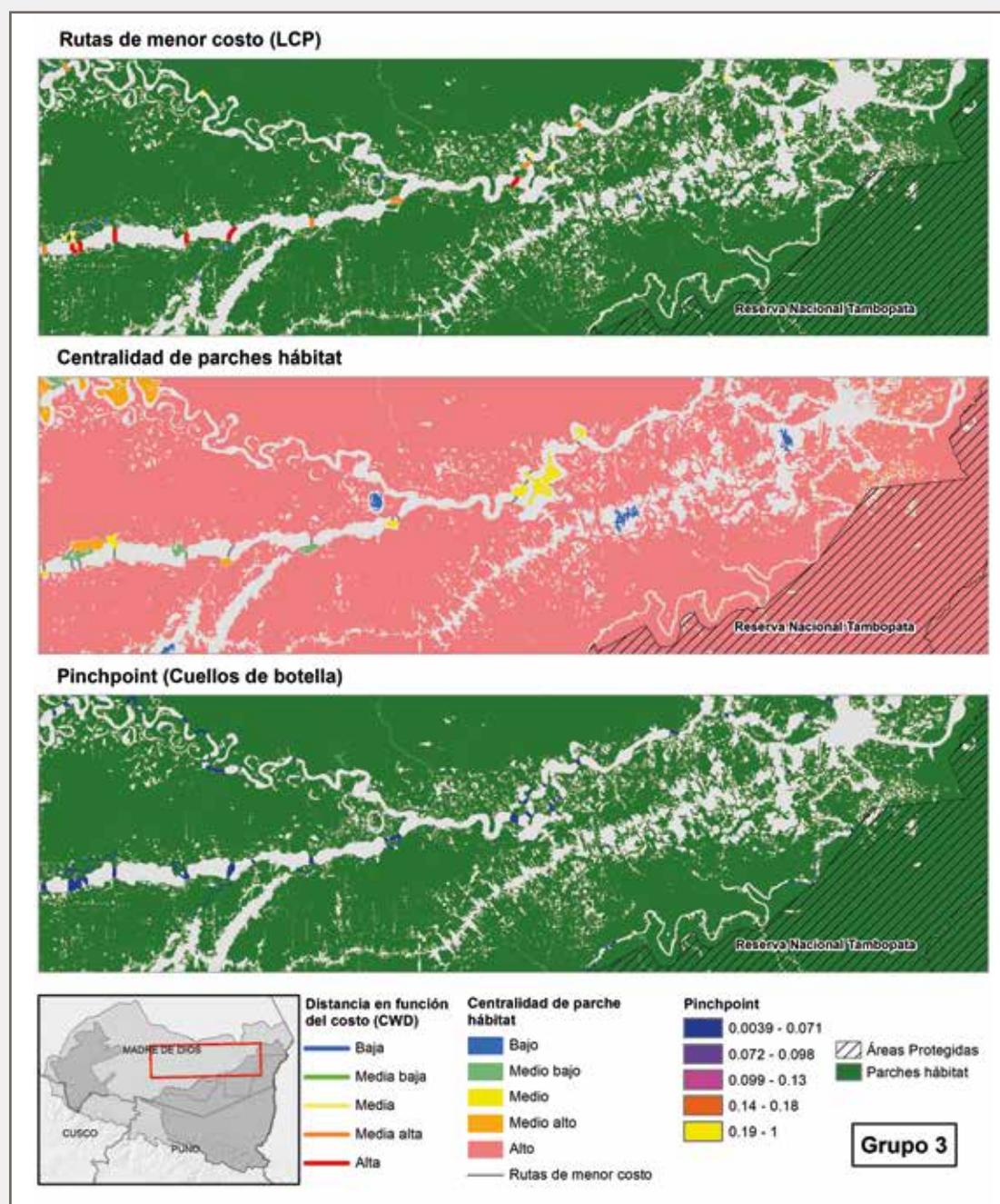


Figura 21. Rutas de menor costo de conectividad, centralidad de parches y “cuellos de botella” del grupo 3 (*Panthera onca*, *Puma concolor* y *Harpia harpyja*) para el sector de Puerto Maldonado y Vía Interoceánica



Comunidad de Santa Rita Baja

La población de Santa Rita Baja está ubicada en el distrito de Inambari, al lado de la carretera Interoceánica, a pocos minutos de La Pampa. Sus pobladores viven principalmente de actividades agrícolas, mineras y diferentes tipos de comercio. Los pobladores tienen sus predios privados y chacras al lado de la carretera y accesos. Debido al aumento de la delincuencia, estos se han organizado creando rondas comunales e instalando tranqueras para controlar el paso de vehículos y personas, sobre todo hacia Centromín y Nuevo San Juan, con lo que han disminuido los incidentes de robos y asaltos. Muchos de los lugareños se han organizado en asociaciones como Biobosque y Agrobosque, entre otras, para fortalecer e impulsar sus productos, acceder a fuentes de financiamiento y trabajar técnicamente. Además, también cuentan con concesiones forestales de aprovechamiento sostenible de no maderables; estas se encuentran en su mayoría dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata y cumplen una función de protección del área misma. Lamentablemente, estas áreas concesionadas y predios privados están siendo presionados por la minería ilegal, que está expandiendo su área, amenazando a los titulares y a los defensores de sus territorios, quienes son perseguidos y muchas veces asesinados con impunidad.

Otra amenaza fuerte y promovida por las autoridades locales es la imposición de una carretera que cruza varias concesiones forestales entre el río Manuani y la quebrada Jayabe, lo que crea un fuerte conflicto social entre pobladores e invasores que están ingresando en áreas concesionadas para invadir territorio y abriendo áreas de cultivo de manera ilegal. Se crea así un problema para los titulares, que podrían perder o ver caducar sus concesiones, abriendo una brecha más grande para que las invasiones organizadas ganen terreno. A pesar de un contexto inseguro, los pobladores fundadores de Santa Rita Baja quieren seguir trabajando el bosque y vivir de ello, apostando por una agricultura sostenible, por la agroforestería, y organizándose para acceder a mejores mercados y financiamiento. También quieren seguir apostando por la protección del bosque que tienen, y son conscientes de que, con el paso del tiempo, la fauna ha disminuido. Han visto y ven un cambio continuo en su territorio. Por ello, es necesario fortalecer sus capacidades para optimizar la gestión de las acciones de control y vigilancia y aprovechamiento de sus concesiones, dado que esto ayudaría a que generen más recursos y mantengan sus bosques más seguros. La idea de hacer un turismo comunitario ronda por sus cabezas; es algo por lo que también quieren apostar, además de ser un sitio donde se puede hacer investigación a diferentes niveles.

Comunidad de Nuevo San Juan

El centro poblado de Nuevo San Juan (reubicación) se encuentra en el distrito de Madre de Dios. Se puede llegar a él por Santa Rita Baja, vía Centromín, cruzando el río Inambari, y de ahí, por carretera, hasta las orillas del río Madre de Dios. Otro acceso es por Colorado. Sus actividades principales son la agricultura, la ganadería, la minería y el comercio. Es un pueblo aún en crecimiento y fuerte expansión, la cual se ve limitada por la presencia de concesiones forestales maderables u otras de castaña, principalmente. Carreteras promovidas por los gobiernos locales parten o afectan concesiones, lo que ejerce una fuerte presión sobre la cobertura boscosa y favorece las invasiones ilegales para el establecimiento de áreas agrícolas y la tala selectiva de árboles maderables o protegidos, como la castaña, y crea problemas/conflictos legales entre titulares y pobladores. Otro problema severo es la superposición de territorio o derechos con concesiones o petitorios mineros, además de la presencia de minería ilegal. En Nuevo San Juan, la minería se trabaja con maquinaria pesada, y la afectación y transformación de la cobertura boscosa es rápida. Lamentablemente, la minería mueve más recursos económicos y normalmente gana disputas en las que no hay acuerdos entre los titulares, o mediante presión y/o amenazas se quedan y

se apoderan del área. Una buena oportunidad para crear una cadena de trabajo sostenible es el aprovechamiento de la castaña; para ello, las concesiones deben hacer más efectivo su trabajo, ubicando y censando sus árboles para realizar una mejor recolección e involucrar a los pobladores en todos los procesos hasta su puesta en el mercado. Como es un centro poblado en crecimiento y expansión, el cambio de bosque a tierras agrícolas va a aumentar, por lo que es un momento ideal para crear o formar organizaciones para capacitar y, de alguna manera, tecnificar el trabajo agrícola o agroforestal. Esto con el objetivo de que el impacto a largo plazo no sea mayor y se dirija a áreas destinadas a este fin, así como para zonificar su territorio para diferentes usos (protección del bosque, del agua, del paisaje, etc.). Este lugar también tiene potencial para la investigación; contar con una infraestructura básica dentro de su concesión, como ellos anhelan, es clave para la AGROFOCMA. Esto permitiría, en primer lugar, tener presencia física y, en segundo lugar, tener una mayor recurrencia de gente idónea en el área (trabajadores, estudiantes, investigadores, etc.), reportar irregularidades y generar información e investigación. Con el tiempo, incluso se podría atraer algún tipo de turismo vivencial y comunitario.



Área intervenida por minería aluvial.
Crédito: Enrique Cúneo.

Sector de Huepetuhe y Mazuko

.....

En este sector, se observa que la degradación y pérdida de coberturas naturales es ocasionada principalmente por minería ilegal, contaminación de cuerpos de agua, aprovechamiento forestal selectivo, infraestructura vial no planificada, y colonización de áreas remotas bien conservadas. Los resultados del modelamiento de conectividad señalan para este sector un total de 105 rutas de menor costo para el grupo 1, 28 para el grupo 2, y 7 para el grupo 3 (tabla 25; figuras 22, 23, 24).

Tabla 25. Rutas de menor costo de conectividad para el sector de Huepetuhe y Mazuko

Grupo 1				
Conectividad	Número de rutas de menor costo (LCP)	Longitud acumulada (km)	Promedio longitud de rutas de menor costo (km)	Promedio distancia/costo (LCP)
Baja	15	1.02	0.07	5499
Media baja	21	3.36	0.16	12,453
Media	18	5.99	0.33	26,172
Media alta	20	12.76	0.64	51,300
Alta	31	81.95	2.64	212,460

Grupo 2				
Conectividad	Número de rutas de menor costo (LCP)	Longitud acumulada (km)	Promedio longitud de rutas de menor costo (km)	Promedio distancia/costo (LCP)
Baja	4	0.35	0.09	5193
Media baja	6	1.17	0.2	13,454
Media	4	2.18	0.54	44,260
Media alta	6	5.97	0.99	80,350
Alta	8	24.98	3.12	256,403

Grupo 3				
Conectividad	Número de rutas de menor costo (LCP)	Longitud acumulada (km)	Promedio longitud de rutas de menor costo (km)	Promedio distancia/costo (LCP)
Baja	1	0.07	0.07	5193
Media baja	0	0	0	0
Media	1	0.29	0.29	21,825
Media alta	2	1.65	0.82	66,596
Alta	3	3.27	1.09	90,349

Figura 22. Rutas de menor costo de conectividad, centralidad de parches y “cuellos de botella” del grupo 1 (*Cuniculus paca*, *Taraba major* y *Dicotyles tajacu*) para el sector de Huepetuhe y Mazuko

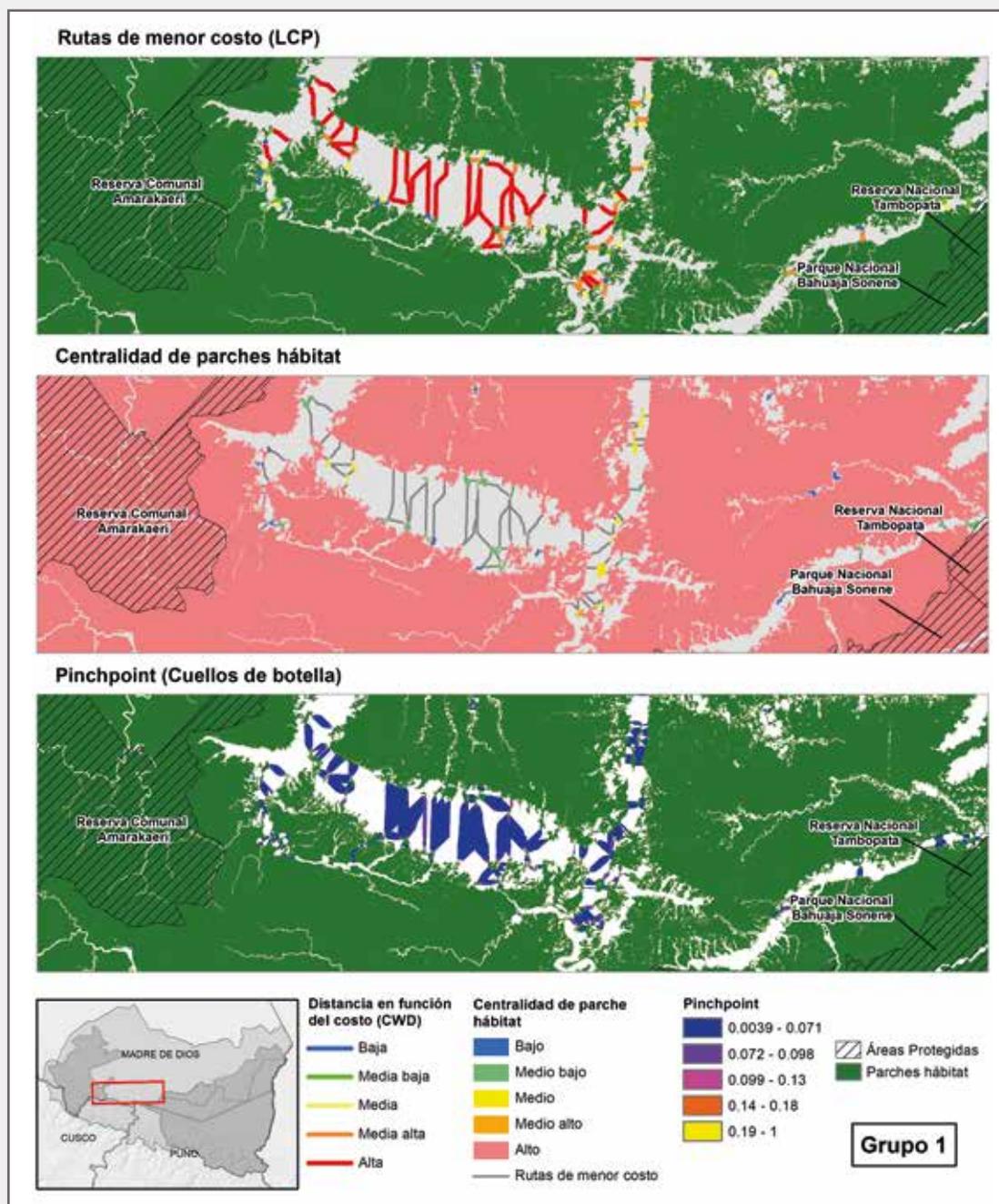


Figura 23. Rutas de menor costo de conectividad, centralidad de parches y “cuellos de botella” del grupo 2 (*Tapirus terrestris*, *Ateles chamek*, *Penelope jacquacu* y *Leontocebus weddelli*) para el sector de Huepetuhe y Mazuko

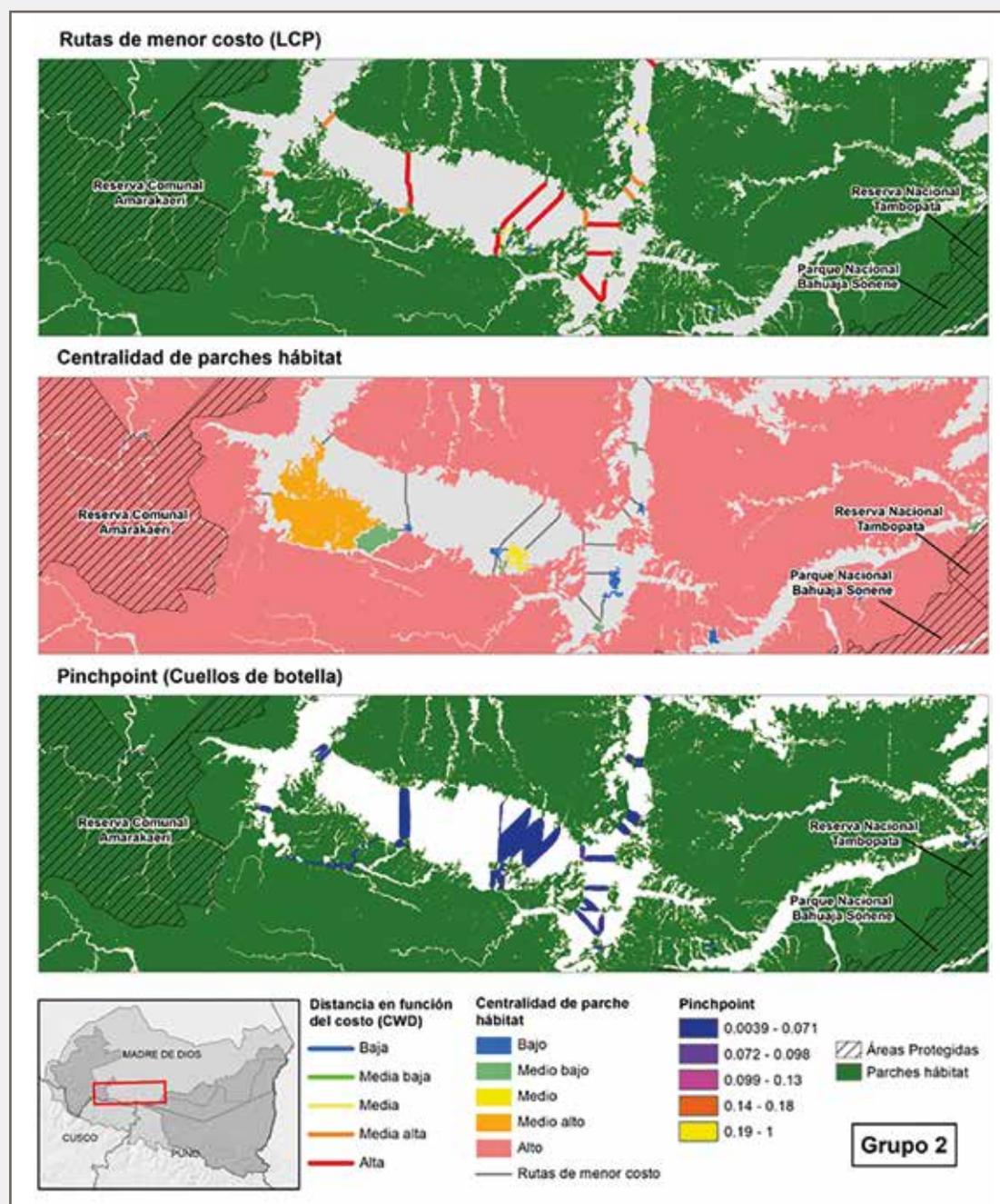
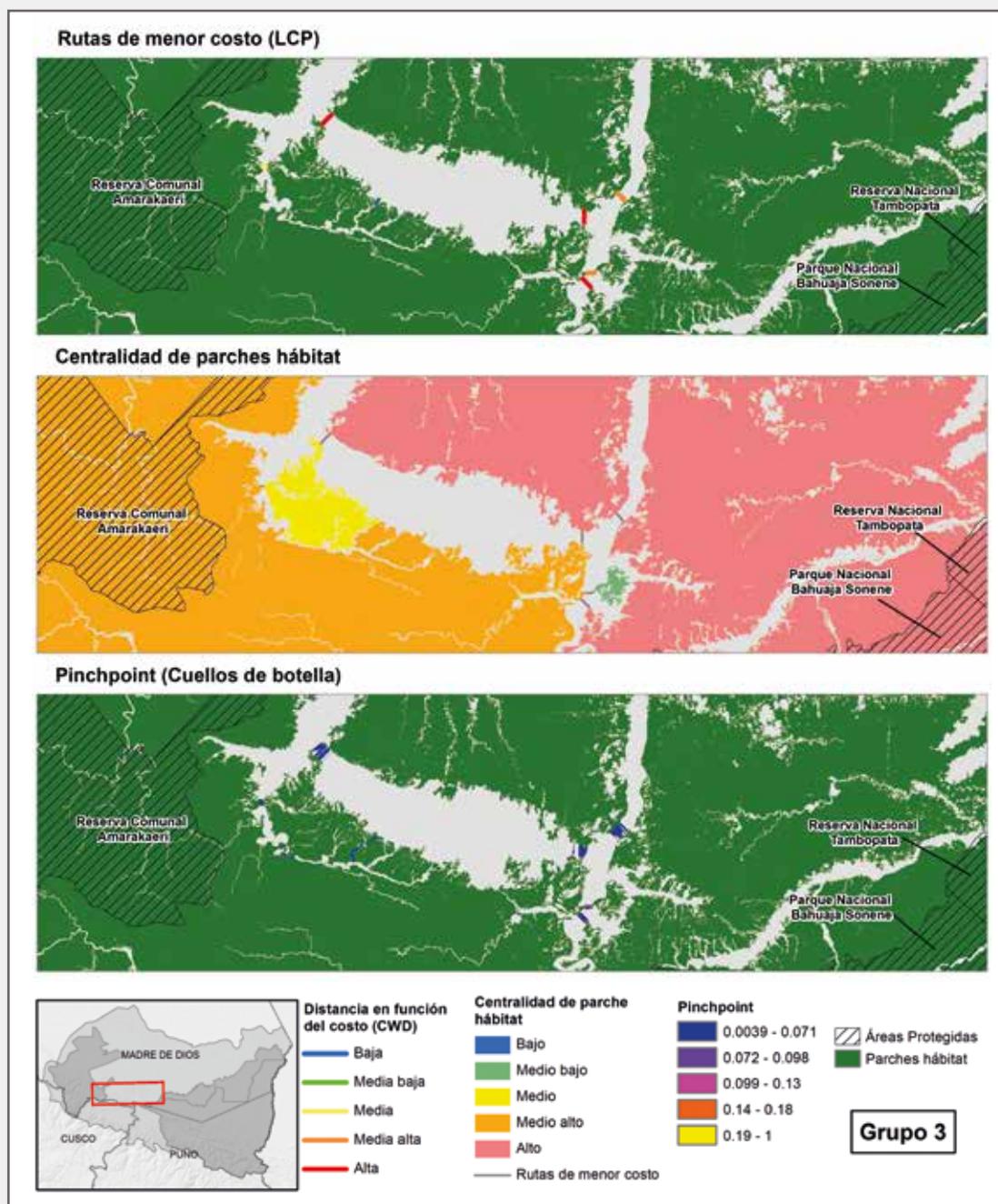


Figura 24. Rutas de menor costo de conectividad, centralidad de parches y "cuellos de botella" del grupo 3 (*Panthera onca*, *Puma concolor* y *Harpia harpyja*) para el sector de Huepetuhe y Mazuko



Huepetuhe (Concesión Minera Cinco Rebeldes – Asociación de Agricultores Arco Iris)

La forma más común de llegar a Huepetuhe es por Mazuko. Desde allí, se debe vadear el río Inambari y luego tomar una camioneta 4x4 que deja al viajante en este distrito, el cual cuenta con municipalidad, puesto de salud, centros educativos con una población en crecimiento y un comercio alto, sobre todo para actividades relacionadas con la minería y la agricultura. Huepetuhe está dentro del corredor minero y desde él se puede llegar a Cinco Rebeldes, la última concesión minera dentro del corredor. Gracias a don Redi y su familia, se pudo acceder al área para hacer los estudios correspondientes y ver la realidad local. Luego de un poco más de una hora en camioneta cruzando el río Huepetuhe y observando lo impactante que puede ser la actividad minera, se llegó al centro poblado Bamberme; allí, entre los ríos Alto Punkiri y Bamberme, fue posible observar los esfuerzos de una familia para trabajar una minería responsable y sostenible. Ellos también cuentan con un fundo agrícola, “Micaela”, con 8 ha de cultivo de diferentes productos locales para consumo y venta local. Tienen, asimismo, una concesión de ecoturismo que colinda con la zona de amortiguamiento de la Reserva Comunal Amarakaeri, que es un filtro estratégico para evitar presiones fuertes sobre esta área protegida y ecosistema

de piedemonte. Gracias a los ingresos generados por la minería, don Redi ha podido solventar los estudios de dos de sus hijas: una es veterinaria y la otra es bióloga. Tiene además otra hija que estudia Biología y otro hijo que sigue la carrera de Ingeniería Forestal. Por el interés y la visión de sus hijos, la familia está promoviendo actualmente un centro de investigación, para lo cual cuenta con alianzas con organizaciones nacionales y extranjeras que impulsan tecnologías limpias y reforestación; además, invitan a más organizaciones o profesionales a que acudan a su centro a realizar sus estudios. Ellos están haciendo una actividad diferente, apostando por un desarrollo en el lugar que va más allá de la minería. A pocos minutos de Huepetuhe, se encuentra a la Asociación de Agricultores Arco Iris, donde muchas familias no solo se dedican a la agricultura y la agroforestería, sino que también protegen más de 5000 ha de bosque al lado del distrito, lo que permite conservar una buena diversidad de flora y fauna, pero especialmente proteger el bosque donde se generan las fuentes del agua que se consume en Huepetuhe. Esta Asociación necesita ser fortalecida y capacitada técnicamente para que mejoren la producción y encuentren mercados para la venta de sus productos.

Mazuko (Centros Recreativos y Asociación de Agricultores 2 de Mayo)

.....

Ubicado en el distrito de Inambari, al lado de la carretera Interoceánica, Mazuko es un lugar estratégico para el comercio de insumos, abarrotes y transporte para actividades mineras, agrícolas y forestales, pues se encuentra estratégicamente más cerca de Cusco. Cerca también están las comunidades nativas de Kotzimba y Arazaeri. Los principales ríos son el Inambari, el 2 de Mayo y la cabecera del río Jayave, que nace en la cumbre de los Andes, en el departamento de Puno. El río 2 de Mayo es considerado contaminado y sin actividad biótica debido a la minería, que también ha afectado varios aguajales en la zona. La minería en este lugar se trabaja con maquinaria pesada y bombas de succión. Existe una alta migración de Ucayali y Loreto, de personas que alquilan predios para cultivos de papaya y que realizan un consumo y cacería aparentemente descontrolados de la fauna local, además de invadir predios privados y realizar tala selectiva; o que se establecen a la fuerza en nuevas áreas. Al igual que en los otros puntos de muestreo, aquí también los pobladores se sienten y están fuertemente expuestos a los asaltos. A pocos minutos de la ciudad, se encuentran la Asociación de Agricultores 2 de Mayo y la Asociación de Centros Recreacionales de Mazuko, que se han unido

para realizar una actividad diferente, con una conciencia del territorio y con interés en ampliar y destinar una zona para conservación, y para combatir la invasión a bosques que aún tienen poca presión. Existe un alto potencial para el ecoturismo, para hospedaje, para restaurantes, para miradores y para actividades de recreación. Como toda asociación, necesitan que sus capacidades de gestión y sus recursos técnicos sean fortalecidos para mejorar la producción y oferta de sus productos y servicios.

Existe una alta migración de personas de Ucayali y Loreto, las que alquilan predios para cultivar papaya y consumen y cazan fauna local de forma aparentemente descontrolada.

Gestión intercultural con comunidades indígenas

La evidencia concreta más antigua de la presencia humana en la cuenca del Madre de Dios consiste en registros de fitolitos de flora identificados en núcleos de suelos en un promontorio sobre el río Los Amigos. Su antigüedad fue registrada por análisis del isótopo radioactivo de carbono (C14) con fechas entre 2341 a. C. y 947 d. C. (Chavarría Mendoza *et al.*, 2020). Los registros mostraron un impacto humano leve y migrante, sin concentración de población ni alteración importante del bosque (Chavarría Mendoza *et al.*, 2020). Aunque no hay vestigios de cerámica ni otros artefactos asociados que darían indicios de quiénes o de cómo llegaron allí, se puede afirmar que han existido poblaciones humanas en esta cuenca desde hace por lo menos 4000 años, y que cultivaban maíz y yuca (Chavarría Mendoza *et al.*, 2020).

Los pueblos indígenas han demostrado, a lo largo del tiempo, ser los principales guardianes de sus bosques y del entorno natural, y han enfrentado serias amenazas de actividades extractivas como la minería de oro y la tala forestal ilegal y descontrolada, llevadas a cabo tanto por colonos como por forasteros. Sin embargo, estos guardianes se enfrentan ahora a una presión significativa

Madre de Dios alberga 14 grupos indígenas, que incluyen a los pueblos Harakbut, Matsigenka y Yine.

de fuerzas socioeconómicas externas que los instan a adoptar prácticas mineras y forestales ajenas a su cultura y a renunciar a su autoestima y esencia cultural (Chavarría Mendoza *et al.*, 2020). Lamentablemente, la educación pública vigente no se adapta de manera adecuada a la realidad sociocultural de estos pueblos indígenas, lo que ha llevado a una rápida pérdida de su lengua y, por consiguiente, de sus conocimientos y prácticas tradicionales (Chavarría Mendoza *et al.*, 2020). Estos saberes ancestrales han sido la base que les ha permitido vivir en equilibrio con su entorno y conservarlo de manera sostenible, pero ahora están en peligro de desaparecer.



Sector de Delta 1, Puerto Luz, San José de Karene y Barranco Chico

.....

Este sector corresponde principalmente a comunidades indígenas del pueblo harakbut. Se observa que la degradación y pérdida de coberturas naturales es ocasionada principalmente por minería ilegal, contaminación de cuerpos de agua y colonización de áreas remotas bien conservadas. Los resultados del modelamiento de conectividad señalan para este sector un total de 103 rutas de menor costo para el grupo 1, 43 para el grupo 2, y 7 para el grupo 3 (tabla 26; figuras 25, 26, 27).

Tabla 26. Rutas de menor costo de conectividad para el sector de Delta 1, Puerto Luz, San José de Karene y Barranco Chico

Grupo 1				
Conectividad	Número de rutas de menor costo (LCP)	Longitud acumulada (km)	Promedio longitud de rutas de menor costo (km)	Promedio distancia/costo (LCP)
Baja	21	1.39	0.07	5768
Media baja	14	1.88	0.13	11,820
Media	19	5.87	0.31	27,113
Media alta	15	9.25	0.62	53,967
Alta	34	51.63	1.52	134,204

Grupo 2				
Conectividad	Número de rutas de menor costo (LCP)	Longitud acumulada (km)	Promedio longitud de rutas de menor costo (km)	Promedio distancia/costo (LCP)
Baja	7	0.46	0.07	5460
Media baja	8	1.25	0.16	13,743
Media	6	2.62	0.44	37,341
Media alta	8	8.11	1.01	87,907
Alta	14	34.4	2.46	216,704

Grupo 3				
Conectividad	Número de rutas de menor costo (LCP)	Longitud acumulada (km)	Promedio longitud de rutas de menor costo (km)	Promedio distancia/costo (LCP)
Baja	1	0.06	0.06	5160
Media baja	2	0.19	0.09	8136
Media	1	0.17	0.17	15,827
Media alta	2	1.44	0.72	54,882
Alta	1	2.79	2.79	247,183

Figura 25. Rutas de menor costo de conectividad, centralidad de parches y "cuellos de botella" del grupo 1 (*Cuniculus paca*, *Taraba major* y *Dicotyles tajacu*) para el sector de Delta 1, Puerto Luz, San José de Karene y Barranco Chico

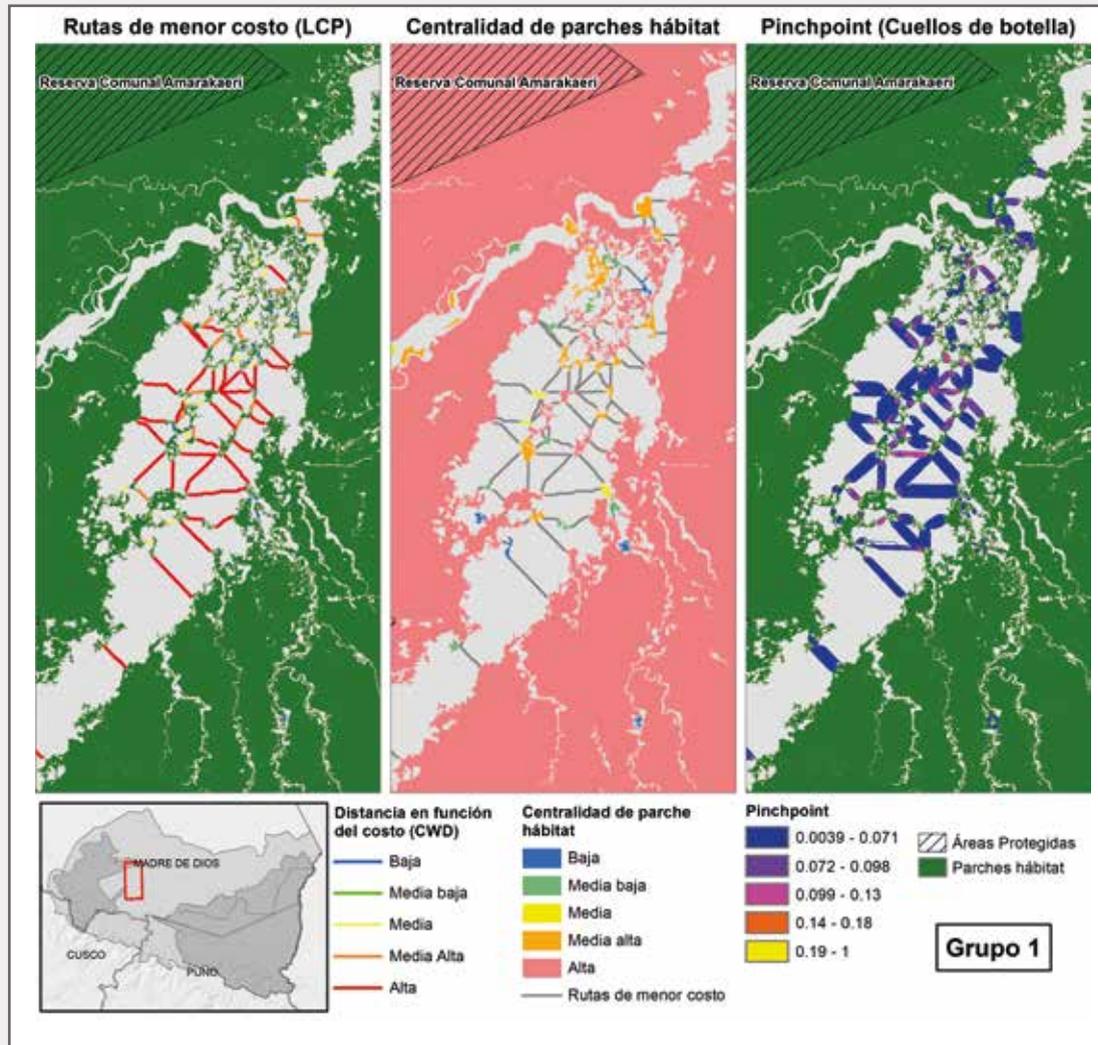


Figura 26. Rutas de menor costo de conectividad, centralidad de parches y "cuellos de botella" del grupo 2 (*Tapirus terrestris*, *Ateles chamek*, *Penelope jacquacu* y *Leontocebus weddelli*) para el sector de Delta 1, Puerto Luz, San José de Karene y Barranco Chico

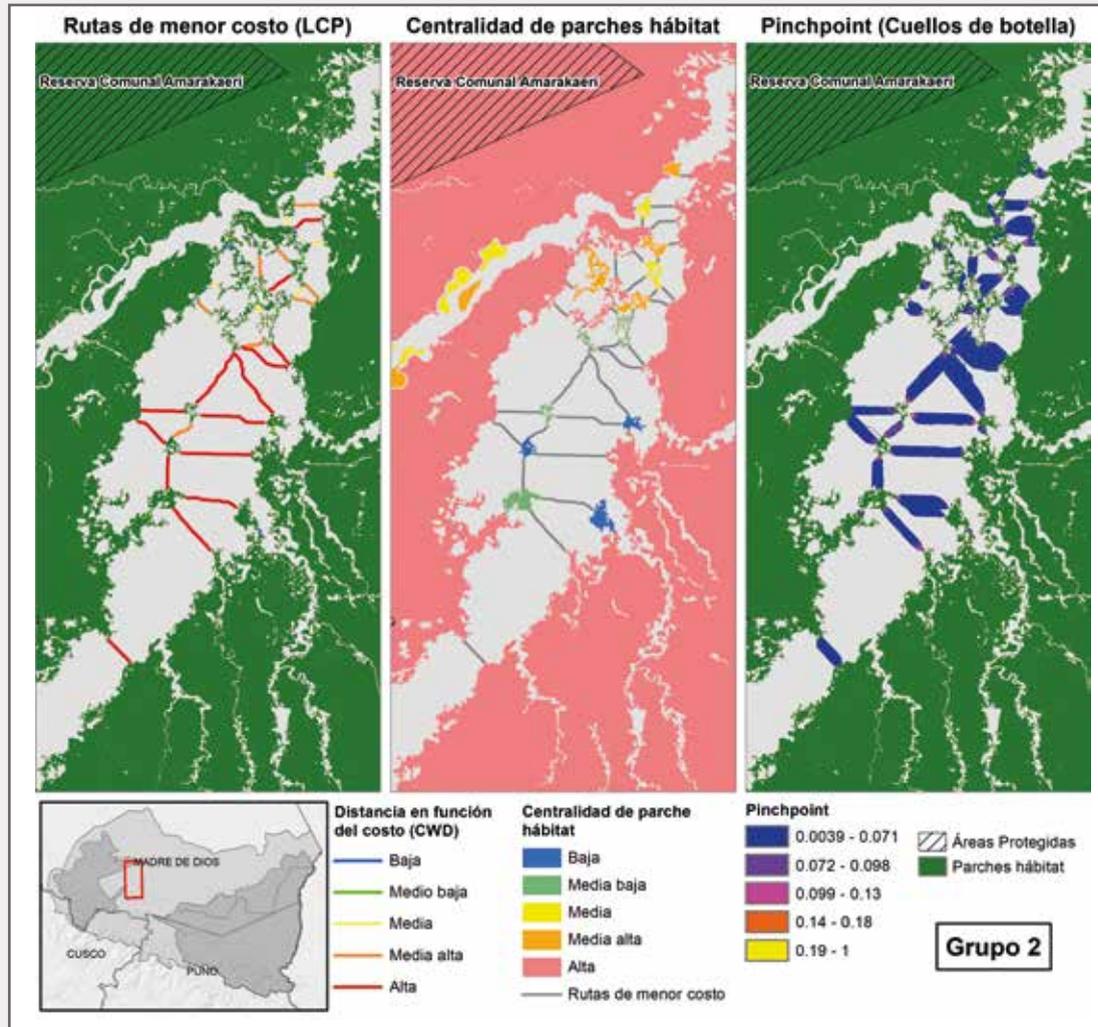
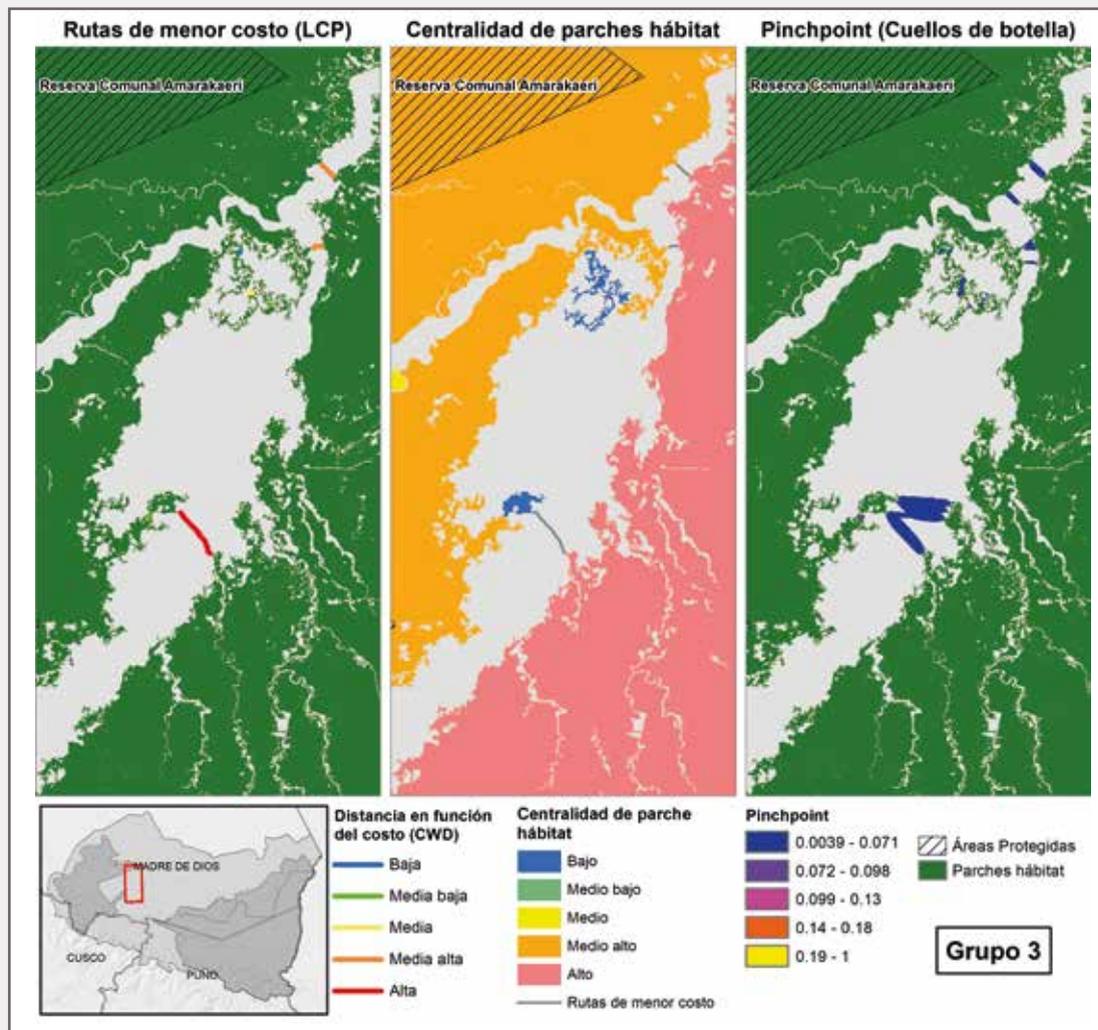


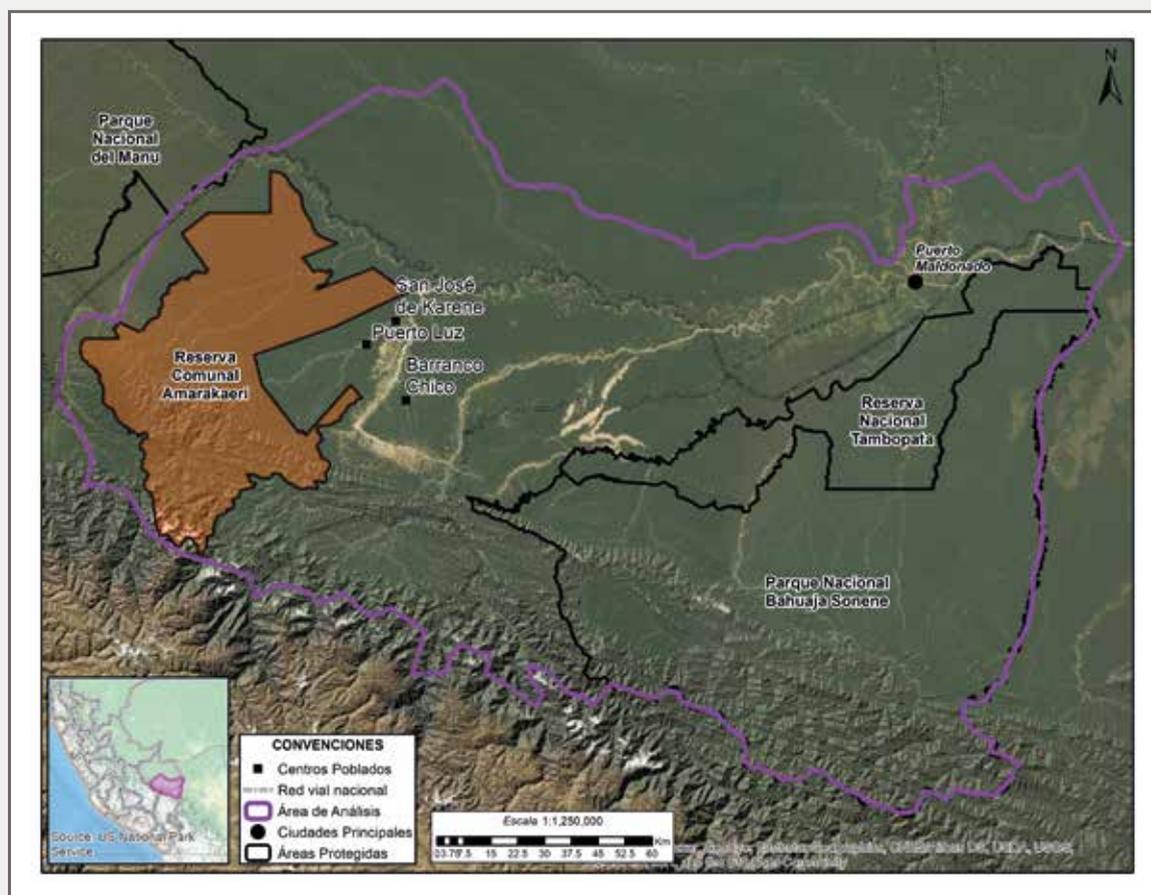
Figura 27. Rutas de menor costo de conectividad, centralidad de parches y "cuellos de botella" del grupo 3 (*Panthera onca*, *Puma concolor* y *Harpia harpyja*) para el sector de Delta 1, Puerto Luz, San José de Karene y Barranco Chico



Las diferentes visitas realizadas tuvieron como objetivo dialogar con las comunidades de San José de Karene, Puerto Luz y Barranco Chico (figura 28), con el fin de recolectar información con enfoque social, territorial y cultural, además de reflexiones orientadas a construir un escenario de confianza que permita identificar las afectaciones al territorio y oportunidades mediante el manejo sostenible de los recursos naturales existentes en los territorios indígenas.

Las visitas realizadas tuvieron como objetivo recolectar información, además de construir confianza que permita identificar las afectaciones al territorio y oportunidades.

Figura 28. Localización de las comunidades de San José de Karene, Puerto Luz y Barranco Chico





Conectividad según la visión indígena

.....

La conectividad para las tres comunidades visitadas del pueblo harakbut es el conocimiento tradicional existente en los mayores y que se transmite a los hijos y los nietos. Este conocimiento es la capacidad de interpretar los fenómenos de la naturaleza, los calendarios de la cosmovisión natural, que a su vez están conectados con los espíritus, donde tiene relación y conexión desde lo más alto hasta lo más profundo. También se denomina conocimiento a la forma de recibir las diferentes energías que aplican al calendario. El pueblo harakbut considera que la conectividad se puede definir en la actualidad en tres puntos:

1. Cuando eran puros

Cuando eran puros, los pueblos vivían en unidad y reunidos en sus malocas o casas ancestrales, practicando sus diferentes formas de vivir en relación con la naturaleza y donde se originaron sus ancestros. Sin conocer las necesidades actuales, solo se hacían los trabajos y prácticas ancestrales, como caza, pesca, faenas (mingas), y sus diferentes rituales y bailes tradicionales. Todo era armonía, y eso se llama “vida plena” o el “buen vivir harakbut”.

2. Contacto con la nueva sociedad

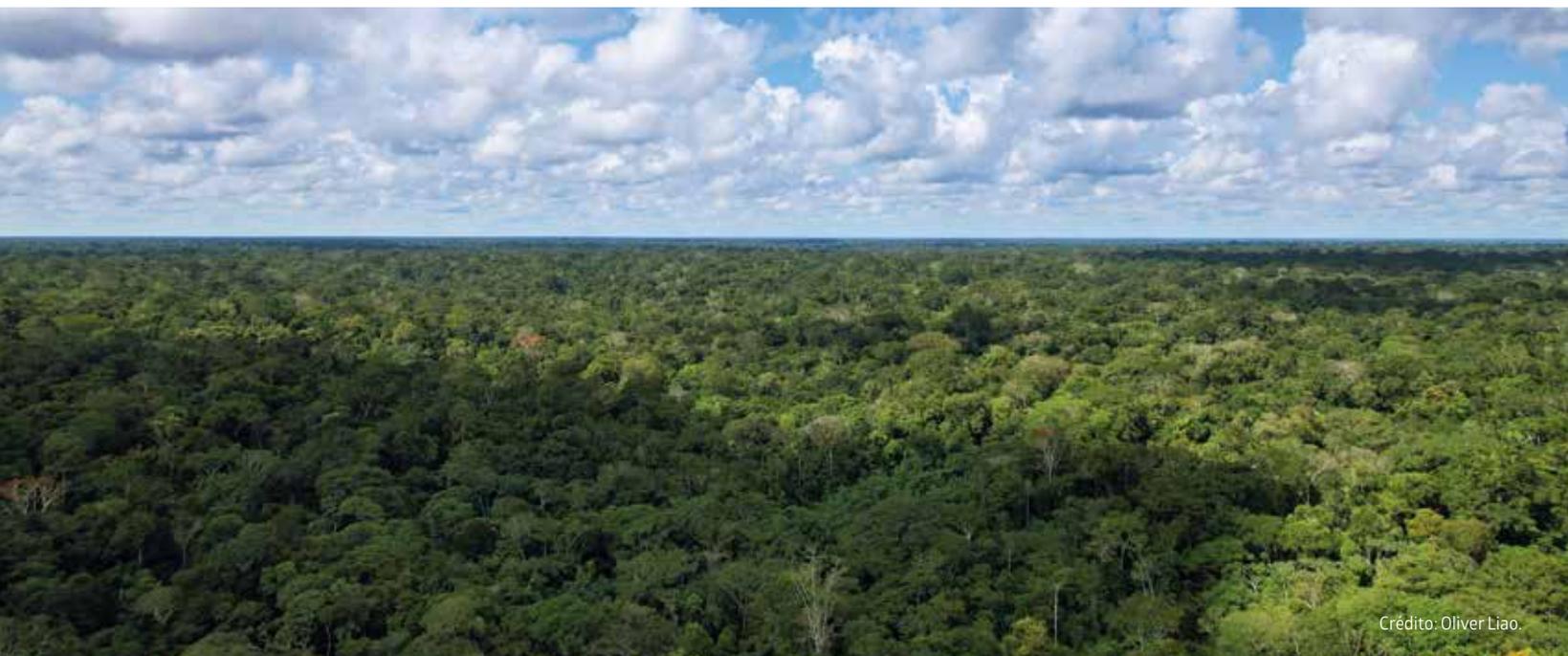
Se tomó contacto con la nueva sociedad hace aproximadamente 50 años, cuando llegaron los primeros colonos al territorio harakbut. Estos personajes eran de la Iglesia católica. Llegaron con el fin de evangelizar a las personas que habitaban en el territorio. En ese tiempo, esta población indígena vivía en una sola casa llamada maloca, donde practicaban sus diferentes formas de vivir entre ellos (faenas, barbasqueada y rituales de baile).

En palabras de ellos mismos, todos los objetos que traían los ‘hombres blancos’ eran vistos por los indígenas como algo hermoso, curioso. Así, empezaron a seguir a

estas personas por donde transitaban, y se empezaron a esparcir por todo el territorio, hasta conformar las 10 comunidades actuales. También llegaron la Iglesia evangelista y el Instituto Lingüístico de Verano, los cuales, aparte de evangelizar, recogían unas piedras amarillas que encontraban y se las llevaban en sus avionetas en grandes cantidades. Para el indígena, esa piedra no tenía valor, pero para los ‘hombres blancos’ sí, porque esa piedra era el oro. Esto hizo que la población indígena dejara de practicar la cultura ancestral, sobre todo los bailes tradicionales.

3. Las costumbres tradicionales se convierten en actividades económicas

En la actualidad, ya se tiene contacto directo con el ‘hombre blanco’. Además, la masiva actividad de la minería en el territorio ha llevado a la pérdida de las costumbres indígenas; por ejemplo, las faenas se hacen, pero se tiene que pagar a la gente que viene a trabajar, y no se invita a la comunidad a preparar la barbasqueada como actividad cultural de pesca. Ya no se comparten los productos de la región que provienen de la caza y la pesca. Todo se vende, pues se ha perdido la cultura por la presencia de la minería ilegal. A pesar de esto, se ha logrado mantener intacta la lengua materna harakbut.



Conservación y manejo del territorio según la visión indígena

Conservación y manejo según, la visión indígena, es la forma de transferencia del conocimiento de los abuelos y del propio sistema agrícola colectivo, que zonificó las áreas de interés comunal y guardó las zonas de interés especial, proveyendo de diálogo, manejo y planificación sobre el territorio, e implementando la vigilancia comunal, respaldada por sus vigilantes. Los abuelos actúan como transmisores del conocimiento hacia los jóvenes para poder mantener y cuidar el territorio, siempre tomando en cuenta las relaciones que tiene el indígena con la naturaleza, lo que abarca la interpretación de los fenómenos naturales y las diferentes épocas del calendario, y, con ello, seguir utilizando los recursos como un sistema de vida propia.

Los puntos antes desarrollados se incluyen dentro del conocimiento tradicional del territorio, que se va transfiriendo a las nuevas generaciones. Gracias a este conocimiento, los recursos naturales se aprovechan de la siguiente manera:

- Estos pueblos indígenas utilizan la madera única y exclusivamente para la construcción de sus casas comunitarias.
- La hoja de la palma crisneja se utilizaba especialmente para techar la casa, pero se ha extinguido.
- Las chacras en grandes extensiones se llaman “chacras rotatorias” y en ellas se siembran yuca, plátano, maíz y barbasco, especialmente, además de cítricos.
- La pesca aún se desarrolla de manera tradicional empleando el barbasco.
- La actividad más importante del territorio para cría de peces es la piscigranja, ya que el río se encuentra contaminado con mercurio proveniente de la minería de oro.
- Se utilizan los materiales del bosque para hacer flechas o lanzas para la cacería, además de para la elaboración de cestos y bolsos de fibras.
- También se usa el recurso mineral oro del territorio comunal en beneficio de la comunidad, una iniciativa de emprendimiento familiar para la educación de los hijos, la salud y la gestión comunal.
- Se utilizan los ríos y quebradas para la recreación, a fin de generar economía mediante el turismo comunitario.
- Se realizan de manera cultural o tradicional actividades para la recolección de los diferentes productos y semillas del bosque, manteniendo la identidad cultural mediante la siembra de árboles maderables y plantones de cacao, ya que cuentan con 34 especies nativas de cacao.

Con estos diferentes usos de los recursos naturales, los habitantes de estas tres comunidades se autosustentan para poder sobrevivir y no entrar directamente en la minería ilegal masiva que está degradando los territorios. No obstante, algunos habitantes de las comunidades consideran la actividad minera como fuente de ingreso para el sustento de sus familias.

Las diferentes formas comunitarias de aporte para el buen vivir consisten en enseñar los valores y principios culturales a la asamblea, adultos, jóvenes y niños, aconsejándoles para el cuidado del territorio y el buen vivir. Las mujeres se organizan en grupos y clanes para gestionar necesidades básicas en salud, educación y saneamiento, tomando buenas decisiones para definir el buen futuro de la organización.

La consolidación de la junta directiva para poder obtener préstamos bancarios con el fin de cumplir con los objetivos del sistema agrícola ha aportado al buen vivir comunitario, pues ello permite realizar las prácticas tradicionales, como faenas o mingas, barbasqueadas comunales e intercambio de productos.

En diferentes ocasiones, las comunidades han defendido el territorio de manera colectiva para disminuir las superposiciones de territorios indígenas con las actividades de minería ilegal: “Así enseñamos a los jóvenes a defender el territorio y no se pierde la esperanza de sus herencias transgredidas o maltratadas”, señala la comunidad indígena. El aporte más importante para el buen vivir de la comunidad es la enseñanza y práctica de la lengua harakbut.

Las comunidades nativas consideran que sus conocimientos culturales —el calendario fenológico de la cultura, la caza, la pesca, la estación del tiempo cultural, la transmisión oral sobre el comportamiento de la naturaleza integral del territorio y el sistema de salud propia en cuanto a lo curativo y preventivo— pueden llevarse al círculo científico y, de esta forma, buscar su reconocimiento y realizar una fusión entre la ciencia occidental y la ciencia indígena. Esto sucede, por ejemplo, con el uso de las plantas medicinales, cuya importancia se demostró durante la pandemia, pero también con la interpretación de los sueños, el canto de aves y el conocimiento del bosque. Todo esto es transferido mediante la oralidad y haciendo los cantos curativos,

identificando las diferentes enfermedades y el intercambio de los conocimientos ancestrales.

La visión general a futuro de estas comunidades nativas es tener una vida digna dentro del territorio, recuperando muchas de las costumbres perdidas por los factores antes mencionados. Además, contar con seguridad jurídica y vigilancia permanente para proteger las prácticas, los usos y las costumbres; tener estatutos claros al servicio de la buena gobernanza; mantener las prácticas y la lengua materna harakbut; y practicar la medicina ancestral. De igual manera, ser una comunidad con la capacidad de comercializar sus recursos (plátano, yuca, cacao y pescado de las piscigranjas), tener profesionales indígenas para ayudar a consolidar una comunidad colectiva, contar con proyectos sostenibles y productivos en marcha, y consolidar una comunidad organizada con proyecciones urbanas con esencia harakbut.

Las mujeres indígenas, mediante grupos y clanes, coordinan acciones en salud, educación y saneamiento, forjando un futuro sólido para la comunidad.

Aproximaciones al conocimiento de la importancia sociocultural de la fauna silvestre en el departamento de Madre de Dios

A partir de entrevistas no estructuradas realizadas a comunidades locales, se logró conocer en parte las relaciones que existen entre ellas y las especies de fauna de su territorio. Es claro que las comunidades indígenas harakbuts asentadas en las zonas de amortiguamiento de áreas protegidas, además de la cacería de subsistencia, también tienen una relación espiritual con los seres vivos (animales y plantas) de su territorio.

A continuación, se presentan, de manera condensada, los aspectos más relevantes que caracterizan el conocimiento y las relaciones entre las comunidades locales y la fauna silvestre (tabla 27).

Las comunidades nativas aspiran a un futuro digno en su territorio, revitalizando tradiciones perdidas.



Trabajo de campo en territorio de Puerto Luz.

Tabla 27. Importancia sociocultural de la fauna silvestre en el departamento de Madre de Dios

Actores	Especies animales / conocimiento local y relaciones
<p>Campesinos y colonos de concesiones mineras y forestales no maderables</p>	<ul style="list-style-type: none"> - La expansión de asentamientos, actividades agrícolas y minería aluvial de oro ha provocado la transformación y pérdida de coberturas boscosas, lo que a su vez ha impactado negativamente en poblaciones de algunas especies en particular, como el maquisapa (<i>Ateles chamek</i>), el paujil (<i>Mitu tuberosum</i>) y la huangana (<i>Tayassu pecari</i>), que antiguamente (20 años atrás) eran comunes pero actualmente están casi extintos en áreas de concesiones mineras. Pueden observarse en las cercanías de las áreas protegidas (Reserva Nacional Tambopata). - Campesinos y colonos en Santa Rita Baja han tomado acciones retaliativas para proteger cultivos de maíz y arroz: En el año 2000 hubo un envenenamiento masivo de huanganas (<i>Tayassu pecari</i>), y desde ese entonces casi han desaparecido. - Suele haber conflictos con el puma (<i>Puma concolor</i>) y el jaguar (<i>Panthera onca</i>) porque estos animales se acercan a los corrales del ganado y los propietarios recurren a su caza. - Los guacamayos han disminuido porque los aguajales (<i>Mauritia flexuosa</i>) han sido afectados o transformados. Es en esta cobertura donde suelen congregarse para anidar o para consumir sus frutos.
<p>Comunidades harakbuts: Puerto Luz San José de Karene Barranco Chico</p>	<p>Los animales son concebidos desde el entorno o ambiente en el que se encuentran. Existen los animales del agua, los animales del suelo, los animales que vuelan, los animales nocturnos, los animales de los árboles, entre otros.</p> <p>Cacería de subsistencia para el consumo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mamíferos medianos y grandes: sachavaca, venado, sajino, huangana, ronsoco, majaz, carachupa, yaungunturo, monos y micos, ardillas, oso perezoso, ñuñe, conejo. Los carnívoros como felinos y zorros no se cazan para consumo. - Aves: pavas, perdices, paujiles, patos, palomas, entre otros. - Reptiles: tortugas, caimanes blancos. - Peces: sábalo, paco, doncella, palometa, boquichico. - Insectos: larvas de avispas, larvas de coleópteros (suris). <p>Uso cultural:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Loros, guacamayos, pavas, paujiles y tucanes: las plumas son para uso decorativo en accesorios culturales como collares y coronas. - Aves rapaces (águilas): las plumas se usan en la elaboración de flechas. - Monos ardilla (<i>Saimiri boliviensis</i>): se crían como mascotas. - Pájaro utuk (<i>Momotus momota</i>): se crían como mascotas. <p>Relaciones culturales:</p> <p>Algunos animales dan señales de eventos positivos o negativos sobre las personas o el territorio.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pájaro chicua (<i>Piaya cayana</i>): su canto avisa que algo malo va a suceder. - Guacamaya: cuando vuela bajo, algo malo va a suceder. - Pájaro cho-cho (familia Furnariidae): su primer canto avisa que algo bueno está por suceder. - Monos coto (<i>Alouatta seniculus</i>): su canto anuncia lluvia. - Víbora: si se cruza por el camino, un trabajo no se concretará. Una relación de pareja no resultará favorable. <p>Algunos animales que eran cazados en exceso se aparecen en sueños y luego se encarnan en personas; en estos casos en particular, tales animales no se seguían cazando: tigre, sachavaca, sajino, huangana, maquisapa.</p> <p>El tigre (<i>Panthera onca</i>) es respetado y temido porque antiguamente ha atacado a miembros de las comunidades.</p> <p>Percepciones sobre las amenazas y presiones que enfrenta la fauna:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los animales se están acabando, principalmente en los alrededores de los poblados. Quizás por influencia de la gente blanca y la maquinaria de las actividades mineras. - Los animales se vuelven más asustadizos por temor a las personas.

Presiones y amenazas vs. fortalezas y oportunidades de actores en el territorio

En la tabla 28, se presenta una relación de las presiones y amenazas vs. las fortalezas y oportunidades de diferentes actores del territorio que otorgaron su permiso y acompañaron el muestreo en campo y los análisis de conectividad.

Tabla 28. Relación entre presiones y amenazas, y fortalezas y oportunidades, de diferentes actores del territorio

ACTORES	PRESIONES-AMENAZAS	FORTALEZAS (for.) / OPORTUNIDADES (op.)
Concesiones forestales: Santa Rita Baja y Nuevo San Juan	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la delincuencia. - Las áreas concesionadas y predios privados están siendo presionadas por la minería ilegal. - Amenazas a los titulares de las concesiones y algunas veces hasta asesinatos a defensores de sus territorios. - Imposición de una carretera que cruza varias concesiones forestales entre el río Manuani y la quebrada Jayabe. - Sobreposición de territorio o derechos con concesiones o petitorios mineros. 	<p>For. Los pobladores se han organizado, creando rondas comunales y tranqueras para controlar el paso de personas, sobre todo hacia Centromín y Nuevo San Juan.</p> <p>For. Asociaciones (Biobosque y Agrobosque).</p> <p>For. Apuestan por la protección del bosque.</p> <p>Op. Los pobladores fundadores de Santa Rita Baja quieren seguir trabajando del bosque y vivir de ello, apostando por una agricultura sostenible, agroforestería, organizándose mejor para acceder a mejores mercados y financiamiento.</p> <p>Op. Fortalecer sus capacidades para hacer una mejor gestión del control y vigilancia, y aprovechamiento de sus concesiones.</p> <p>Op. Turismo comunitario.</p> <p>Op. Realizar investigaciones en las concesiones.</p> <p>Op. Crear una cadena de trabajo sostenible en el aprovechamiento de castaña.</p> <p>Op. Crear un centro de investigación dentro de la Concesión AGROFOCMA.</p>
Asociaciones mineras: Concesión Minera Cinco Rebeldes	<ul style="list-style-type: none"> - Superposición de concesión minera y forestal. - Afectación ecosistémica por minería de oro colindante a la Concesión Minera Cinco Rebeldes, lo que disminuye el potencial ecoturístico de la zona el río Bamberme. - Aumento de delincuencia enfocada en concesiones mineras. - Ingreso de personas ajenas a la concesión minera. 	<p>For. Concesión minera donde se realiza investigación sobre restauración de áreas degradadas por la minería, uso de tecnologías limpias libre de mercurio, inventarios biológicos de flora y fauna, y evaluación de calidad de agua en pozas mineras (CINCIA, AGC, FCDS, universidades extranjeras Columbia y Berkeley).</p> <p>Op. Ecoturismo y turismo vivencial: proveer servicios de hospedaje, alimentación, transporte y recreativos.</p> <p>Op. Servicios profesionales y técnicos: guías locales, conocimiento del contexto local.</p> <p>Op. Agricultura en el "Fundo Micaela": crianza de animales: granja de cerdos y gallinas; chacras: plantas en producción (copoazú, plátano, yuca, limón, cacao, uncucha, carambola, achiote, anona).</p> <p>Op. Piscicultura (aprovechamiento de las pozas).</p> <p>Op. Alto potencial de observación de fauna silvestre.</p>

ACTORES	PRESIONES-AMENAZAS	FORTALEZAS (for.) / OPORTUNIDADES (op.)
<p>Centros recreativos: La Madriguera y El Lago</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vía Interoceánica (atropellamiento de fauna). - Afectación a cauces de los ríos y bosques por las actividades mineras ilegales. - Infraestructura eléctrica. - Cacería. - Tala selectiva. - Ocupación ilegal de terrenos con vocación de conservación. 	<p>For. Potencial ecoturístico: proveen servicios de hospedaje, alimentación, transporte y recreativos.</p> <p>For. Plantaciones frutales.</p> <p>For. Conformación de asociaciones para combatir la invasión de bosques primarios.</p> <p>For. Conciencia de cuidado de su territorio.</p> <p>Op. Potencial recreativo.</p> <p>Op. Zona de interés para monitoreo constante.</p> <p>Op. Alto potencial de observación de fauna silvestre.</p> <p>Op. Ampliación de zona de interés para conservación.</p>
<p>Asociaciones de agricultores: Arco Iris</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Minería ilegal. - Cacería. - Invasión del territorio. - Desarticulación de las entidades del gobierno y falta de acompañamiento a actores locales. - Tala selectiva. - Degradación ecosistémica y establecimiento de especies oportunistas (pacales). 	<p>For. Pertenencia al territorio y sus tradiciones agrícolas (chacra).</p> <p>For. Visión de la conservación de bosques, ríos y quebradas para el bienestar de sus habitantes.</p> <p>For. Mecanismos de gestión autónomos.</p> <p>Op. Producción agrícola próspera (cacao, copoazú, plátano, carambola).</p> <p>Op. Fortalecimiento entre socios para el monitoreo y conservación del territorio.</p>
<p>Comunidades ECA: San José de Karene, Puerto Luz y Barranco Chico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Carreteras. - Delincuencia. - Superposiciones de los territorios indígenas con las actividades de minería ilegal. - Afectaciones a los cauces de los ríos y a los bosques por las actividades mineras ilegales. - Uso de recursos naturales (cacería, madera, pesca y frutos silvestres). - Contaminación por turismo no controlado. - Degradación ecosistémica y establecimiento de especies oportunistas (pacales). - Desarticulación de las entidades del gobierno y falta de acompañamiento a actores locales. - Invasión del territorio. - Tala selectiva. 	<p>For. Las comunidades nativas cuentan con: Plan de Vida de las comunidades y el Plan Maestro del ECA.</p> <p>For. La lengua materna harakbut se mantiene en las comunidades.</p> <p>For. Vigilancia y monitoreo para la protección del territorio.</p> <p>For. Emprendimiento de piscicultura.</p> <p>Op. Incentivar el intercambio de conocimiento entre la ciencia occidental y la ciencia indígena.</p> <p>Op. Turismo comunitario.</p> <p>Op. Documento de "vida plena" (en elaboración).</p> <p>Op. Apoyo a los proyectos sostenibles para aplicar la vida plena (Plan de Vida).</p> <p>Op. Constituir la empresa comunal indígena.</p> <p>Op. Recuperar los usos y costumbres del pueblo harakbut.</p> <p>Op. Territorio con seguridad jurídica y vigilancia permanente.</p> <p>Op. 34 variedades nativas de cacao reconocidas para vender y que sea el mejor chocolate.</p> <p>Op. La comunidad organizada como familias grandes con proyección urbana con esencia harakbut.</p> <p>Op. Generación de ingresos para las comunidades desarrollando sus costumbres y el aprovechamiento sostenible de la naturaleza, y no depender de la minería ilegal.</p> <p>Op. Aprovechamiento de aguajales, unguraguales, castaños, cacao nativo, árboles maderables (chihuahuaco, tornillo, misa, lupuna).</p>



Crédito: Enrique Cúneo.

CAPÍTULO 5

Conclusiones y recomendaciones

La evaluación del estado de conservación del paisaje señala que entre 2011 y 2019 la pérdida de coberturas naturales fue de 56,000 ha (bosques, vegetación secundaria y sabanas hidromórficas), y que esta fue más intensa en bosques, con 52,878 ha deforestadas en este periodo. En comparación, las áreas mineras y áreas agrícolas se incrementaron en un 89.47 % y un 50.5 % respectivamente, de 34,519 ha en 2011 a 65,405 ha en 2019 para las áreas mineras y de 54,252 ha en 2011 a 81,650 ha en 2019 para agricultura y pastos. Especialmente, los patrones de pérdida de coberturas naturales por actividad minera corresponden a la apertura de nuevas áreas y la expansión de áreas mineras ya existentes, y están asociados a cercanía de cuerpos de agua, en especial en los ríos Madre de Dios, Inambari, Punkiri, Huepetuhe, Caychihue, Nusiniscato, Dos de Mayo, Malinowski, Manuani y Guacamayo Grande. Además, se observa un proceso de cambio de cobertura natural a agricultura y pastos en patrones de espina de pescado, asociado a infraestructura vial, principalmente sobre la vía Interoceánica, caminos vecinales a centros poblados y carreteras trochables adjuntas al río Madre de Dios. Con base en estos resultados, se puede señalar que el paisaje estudiado presenta un estado de fragmentación inicial, en el que es común observar la división de parches hábitat que genera un incremento en el número de parches con menor área, el incremento de la distancia entre parches hábitat y el aumento de los efectos de borde, lo cual puede afectar a futuro la disponibilidad de recursos para las especies, su reproducción y la persistencia de sus poblaciones.

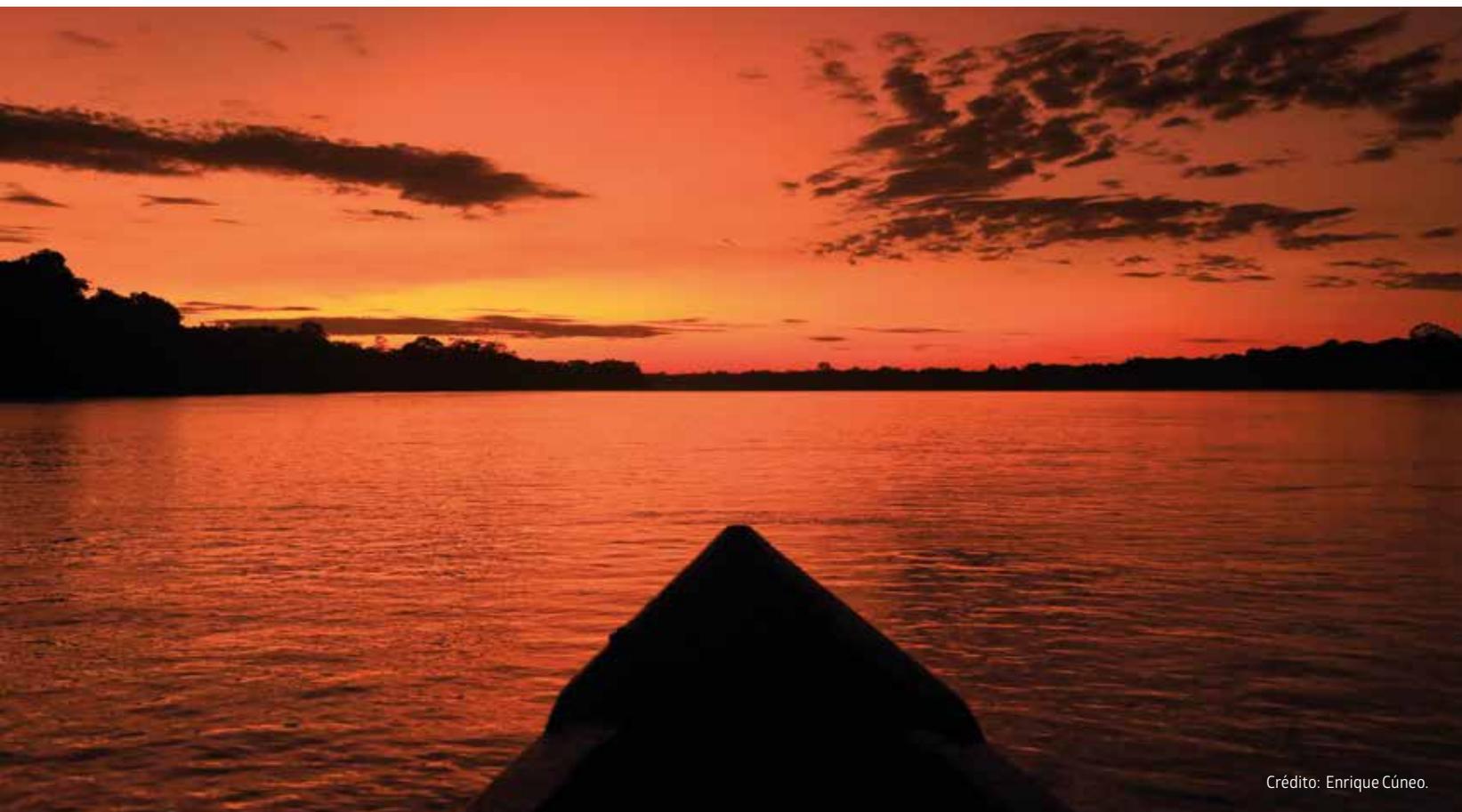
La diversidad de fauna (150 especies) y flora (147 especies) registrada en los sitios de muestreo puede ser extensible a toda el área de estudio. Este resultado sugiere que, a pesar de las presiones que han existido sobre los bosques causadas por diferentes actividades antrópicas, los ecosistemas todavía conservan elementos biológicos y procesos ecológicos apropiados para las iniciativas de fortalecer la conectividad funcional del paisaje. La presencia de especies como el jaguar (*Panthera onca*), la sachavaca (*Tapirus terrestris*), el armadillo gigante (*Priodontes maximus*), el maquisapa (*Ateles chamek*), el mono choro (*Lagothrix lagothricha tschudii*) y el lobo de río (*Pteronura brasiliensis*), ubicadas en categorías de amenaza y con altos requerimientos de

hábitat, puede brindar oportunidades de conservación, investigación y de uso sostenible en diversas líneas (por ejemplo, ecoturismo, turismo de investigación, monitoreo comunitario, aprovechamiento sostenible del bosque, entre otras) para las comunidades locales en la región Madre de Dios a partir de la oferta natural del territorio. En la estructura del hábitat, el estrato arbóreo inferior (12-25 m) acumula los mayores valores de abundancia de individuos (N), densidad (individuos/m²) y porcentaje de cobertura, en prácticamente todos los sitios de muestreo, lo que denota que en este estrato se acumula la mayor cantidad de biomasa de los bosques evaluados. Resulta llamativa la dominancia de las palmas (familia *Arecaceae*) en los análisis de estructura, pues esto sugiere que se relaciona con la escasez de árboles maderables de gran porte, diezmados por las actividades de tala selectiva en los bosques. Por lo tanto, se recomienda fortalecer acciones e iniciativas locales de restauración, y diseños de enriquecimiento del bosque con especies nativas maderables y no maderables que fortalezcan las posibilidades de diversificar las actividades productivas en consonancia con la conservación.

En los ocho sitios de muestreo, la diversidad estimada con el índice de Simpson demostró valores entre 0.89 y 0.96, lo que indica una alta diversidad de fauna. La comunidad de Puerto Luz y la Concesión Minera Cinco Rebeldes demostraron la mayor diversidad. Existe una muy baja similitud y un alto grado de recambio de especies faunísticas entre los ocho sitios de muestreo, igualmente

asociada a la separación que hace el corredor minero entre los sitios y por los diferentes grados de intervención que tienen los bosques de la región. Aunque los muestreos en campo tuvieron una duración de 30 días, se recomienda aumentar el esfuerzo de muestreo en investigaciones posteriores, con el fin de incrementar la captura de registros por las diferentes técnicas empleadas, lo que redundará en información más robusta para sustentar técnicamente la viabilidad o no de decisiones políticas, de desarrollo sectorial y aplicación de la ley que tengan injerencia en el territorio.

En el caso de las comunidades harakbuts (Puerto Luz, Barranco Chico y San José de Karene), los animales forman parte importante de su dieta alimenticia y también de su cultura ancestral. Desafortunadamente, el conocimiento tradicional sobre la fauna se ha perdido paulatinamente entre las nuevas generaciones. Entre las comunidades campesinas de mineros y agricultores, la fauna ha sido objeto de cacería y de desplazamiento forzado, a tal punto que en algunos sectores ya han desaparecido especies como las huanganas (*Tayassu pecari*), el maquisapa (*Ateles chamek*) y el paujil (*Mitu tuberosum*). Los grandes felinos, como el tigre (*Panthera onca*) y el puma (*Puma concolor*), suelen tener conflictos con pobladores locales al atacar a los animales domésticos. Se recomienda, entonces, fortalecer el diálogo intercultural integrando diferentes sistemas de conocimiento y uso, con miras a la recuperación de sistemas ancestrales de manejo (en el caso harakbut), y que favorezcan sistemas o mecanismos



de gobernanza compartidos en territorios con diversidad de aproximaciones frente a la conservación, la producción y el bienestar local.

Respecto al proceso técnico de modelamiento de corredores de conectividad, se requiere de una capacidad óptima de *hardware* y *software*, ya que los archivos empleados contienen gran cantidad de información, además de la complejidad en las operaciones matemáticas

Pese a las problemáticas socioambientales en el paisaje estudiado, este mantiene un alto nivel de biodiversidad y conectividad funcional.



y estadísticas para el cálculo de métricas y salidas espacialmente explícitas. Los resultados obtenidos señalan que más del 90 % del área del paisaje puede ser considerada como hábitat para los diferentes grupos de especies. No obstante, las zonas donde predominan las actividades mineras y los usos del suelo para pastos y agricultura tienen un alto índice espacial de huella humana, lo que restringe la movilidad de las especies.

El grupo 1 de especies (*Cuniculus paca*, *Taraba major* y *Dicotyles tajacu*) cuenta con un total de 610 rutas de menor costo (corredores de conectividad) que enlazan parches hábitat con área superior a 10 ha. Por su parte, el grupo 2 (*Tapirus terrestris*, *Ateles chamek*, *Penelope jacquacu* y *Leontocebus weddelli*) obtuvo como resultado un total de 374 rutas de menor costo, enlazando parches hábitat boscosos con área superior a 30 ha. Por último, el grupo 3 (*Panthera onca*, *Puma concolor* y *Harpia harpyja*) presentó 71 de rutas de menor costo que enlazan parches hábitat conformados por bosques, vegetación secundaria y sabanas hidromórficas con área superior a 100 ha. En este sentido, se puede considerar que, a pesar de las múltiples problemáticas socioambientales observadas en el paisaje de estudio, este mantiene un alto nivel de conectividad. Aun así, de continuar la trayectoria de pérdida y degradación de hábitat, y dado que se carece de medidas de planificación y gestión para la conservación, protección y restauración de ecosistemas, se esperaría a futuro un paisaje severamente deforestado, con pequeños parches de bosque nativo altamente modificados, aislados y sin conectividad, rodeados de usos de suelo altamente contrastantes.

Se proponen tres sectores de interés para la conectividad funcional del paisaje: (1) sector Puerto Maldonado – Vía Interoceánica; (2) sector de Huepetuhe y Mazuko; y (3) sector de Delta 1, Puerto Luz, San José de Karene y Barranco Chico, donde se recomienda iniciar la mitigación de impactos ambientales mediante la restauración de ecosistemas naturales y la implementación de opciones sostenibles de uso del suelo, como sistemas agroforestales, silvopastoriles, cercas vivas y aprovechamiento de productos no maderables del bosque, entre otros, ya que en estos sectores se pueden apreciar elementos y dinámicas característicos del paisaje, como minería, agricultura, infraestructura vial, concesiones forestales, influencia de ríos, continuidad de grandes parches boscosos en áreas naturales protegidas, y diferentes actores locales del territorio (comunidades indígenas, mineros, agricultores, castañeros, entre otros).

En materia de planificación y ordenamiento del territorio, la propuesta de zonificación ecológica y económica no está diseñada de una manera acorde con la realidad de los procesos de transformación que se están presentando en el territorio, por lo que se sugiere revisar y ajustar la propuesta ya existente para que tenga en cuenta la escala de los procesos y su actualización. También existe bastante superposición de figuras legales con los títulos de concesión minera, que, por su tipo de intervención, intensifica el uso y daño del suelo, haciendo muy difíciles los procesos de recuperación y restauración del bosque y los ecosistemas.

Se propone profundizar en el análisis integral del territorio en un área más amplia que dé cuenta de las relaciones naturales y socioecológicas de los paisajes de piedemonte y planicie amazónica, en relación con los flujos naturales, conectividad funcional entre grandes biomas, así como el análisis socioeconómico de las dinámicas de minería en otros sectores del paisaje, que pueden ser prevenidas o manejadas con un enfoque de intervención temprana.



Trabajo de campo en territorio de Santa Rita.

Referencias bibliográficas

- Anaya, J. A., Chuvieco, E., & Palacios-Orueta, A. (2009). Aboveground biomass assessment in Colombia: A remote sensing approach. *Forest Ecology and Management*, 257(4), 1237-1246.
- Ayram, C. A. C., Etter, A., Díaz-Timoté, J., Buriticá, S. R., Ramírez, W., & Corzo, G. (2020). Spatiotemporal evaluation of the human footprint in Colombia: Four decades of anthropic impact in highly biodiverse ecosystems. *Ecological Indicators*, 117, 106630.
- Banks, S., Finlayson, G., Lawson, S., Lindenmayer, D., Paetkau, D., Ward, S., & Taylor, A. (2005). The effects of habitat fragmentation due to forestry plantation establishment on the demography and genetic variation of a marsupial carnivore. *Biological Conservation*, 122, 581-597.
- Bartlam-Brooks, H. L., Bonyongo, M. C., & Harris, S. (2013). How landscape scale changes affect ecological processes in conservation areas: External factors influence land use by zebra (*Equus burchelli*) in the Okavango Delta. *Ecology and Evolution*, 3(9), 2795-2805.
- Bennett, A. F. (1999). Linkages in the landscape: The role of corridors and connectivity in wildlife conservation. Gland, Suiza, y Cambridge, Reino Unido: IUCN.
- CEPF & Banco Mundial. (2005). *Tropical Andes hotspot: Vilcabamba-Amboró Conservation Corridor Peru and Bolivia briefing book*. Washington D. C.
- Chadli, K. (2016). Estimation of soil loss using RUSLE model for Sebou watershed (Morocco). *Modeling Earth Systems and Environment*, 2, 1-10.
- Chavarría Mendoza, M. C., Rummenholler, K., & Moore, T. (Eds.). (2020). *Madre de Dios, refugio de pueblos originarios*. Lima: USAID.
- Cushman, S. A., McGarigal, K., & Neel M. C. (2008). Parsimony in landscape metrics: Strength, universality, and consistency. *Ecological Indicators*, 8, 691-703.
- Dallmeier, F., Bravo, A., & Tweddle, M. (2020). *Amarakaeri: Connecting biodiversity | Conectando la biodiversidad*. Washington D. C. Smithsonian Institution Scholarly Press. <https://doi.org/10.5479/si.16847062>
- De Angelo, C., Paviolo, A., & Di Bitetti, M. (2011). Differential impact of landscape transformation on pumas (*Puma concolor*) and jaguars (*Panthera onca*) in the Upper Paraná Atlantic Forest. *Diversity and Distributions*, 17, 422-436.
- Dupouey, J. L., Dambrine, E., Laffite, J. D., & Moares, C. (2002). Irreversible impact of past land use on forest soils and biodiversity. *Ecology*, 83, 2978-2984.
- ECA-RCA (Ejecutor del Contrato de Administración de la Reserva Comunal Amarakaeri). (2018). *Plan de vida institucional 2019-2023 del Ejecutor del Contrato de Administración de la Reserva Comunal Amarakaeri*.

Etter, A., McAlpine, C. A., Seabrook, L., & Wilson, K. A. (2011). Incorporating temporality and biophysical vulnerability to quantify the human spatial footprint on ecosystems. *Biol. Conserv.*, 144(5), 1585-1594.

Flores-Ponce, F., Torres-Oyarce, L., Bardales-Alvites, C., Mora, L., Muñoz, L., Odicio-Iglesias, M., Maffei, L., & Isasi-Catalá, E. (2017). *Guía de identificación de especies de caza. Una mirada a partir del monitoreo de la cacería en el Área de Conservación Regional Comunal Tamshiyacu Tahuayo (ACRCTT)*. Lima: WCS.

Forman, R. T., & Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. Nueva York: Wiley.

Galpern, P., Manseau, M., & Fall, A. (2011). Patch-based graphs of landscape connectivity: A guide to construction, analysis and application for conservation. *Biological Conservation*, 144, 44-55.

Gardner, T. A., Barlow, J., Chazdon, R., Ewers, R. M., Harvey, C. A., Peres, C. A., & Sodhi, N. S. (2009). Prospects for tropical forest biodiversity in a human-modified world. *Ecology Letters*, 12, 561-582.

Gentry, A. H. (1982). Patterns of neotropical plant diversity. *Evolutionary Biology*, 15, 1-84.

Gobierno Regional de Madre de Dios. (2006). *Propuesta de zonificación ecológica y económica del departamento de Madre de Dios. Fisiografía*. Escala 1:700 000.

Gobierno Regional de Puno. (2014). *Proyecto Desarrollo de Capacidades para el Ordenamiento Territorial de la Región de Puno. Estudio fisiográfico*. Escala 1: 25 000.

Golub, A. A., Henderson, B. B., Hertel, T. W., Gerber, P. J., Rose, S. K., & Sohngen, B. (2013). Global climate policy impacts on livestock, land use, livelihoods, and food security. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(52), 20894-20899. <https://doi.org/10.1073/pnas.1108772109>

Goossens, B., Sharma, R., Othman, N., Kun-Rodrigues, C., Sakong, R., Ancrenaz, M., Ambu, L. N., Jue, N. K., O'Neill, R. J., Bruford, M. W., & Chikhi, L. (2016). Habitat fragmentation and genetic diversity in natural populations of the Bornean elephant: Implications for conservation. *Biological Conservation*, 196, 80-92.

Habel, J. C., & Schmitt, T. (2012). The burden of genetic diversity. *Biological Conservation*, 147, 270-274.

Hanski, I., & Ovaskainen, O. (2002). Extinction debt at extinction threshold. *Conservation Biology*, 16, 666-673.

Harper, K. A., Macdonald, S. E., Burton, P. J., Chen, J., Brosnokske, K. D., Saunders, S. C., ... Esseen, P. A. (2005). Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes. *Conservation Biology*, 19(3), 768-782.

Hobbs, R. J., & McIntyre, S. (2005). Categorizing Australian landscapes as an aid to assessing the generality of

landscape management guidelines. *Global Ecology & Biogeography*, 14, 1-15.

Hooftman, D. A., Billeter, R. C., Schmid, B., & Diemer, M. (2004). Genetic effects of habitat fragmentation on common species of Swiss fen meadows. *Conservation Biology*, 18, 1043-1051.

Hulme, P. E. (2005). Adapting to climate change: Is there scope for ecological management in the face of a global threat? *Journal of Applied Ecology*, 42(5), 784-794. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01082.x>

INGEMMET (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico del Perú). (2016). *Mapa geomorfológico del Perú*. Escala 1:1000000. <https://www.gob.pe/institucion/ingemmet/informes-publicaciones/2028284-mapa-geologico-del-peru-1-1-000-000>

IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio, H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneeth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin,

I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis & C. N. Zayas (Eds.). Bonn: IPBES Secretariat.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2022). Summary for policymakers [H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller & A. Okem (Eds.)]. En *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem & B. Rama (Eds.)] (pp. 3-33). Cambridge, Reino Unido, y Nueva York, Estados Unidos de América: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781009325844.001.

Jackson, S. T., Betancourt, J. L., Booth, R. K., & Gray, S. T. (2009). Ecology and the ratchet of events: Climate variability, niche dimensions, and species distributions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(Suppl. 2), 19685-19692. <https://doi.org/10.1073/pnas.0901644106>

Joron, M., & Brakefield, P. M. (2003). Captivity masks inbreeding effects on male mating success in butterflies. *Nature*, 424, 191-194.

Keshtkar, H., & Voigt, W. (2016). Potential impacts of climate and landscape fragmentation changes on plant distributions: Coupling multi-temporal satellite imagery

with GIS-based cellular automata model. *Ecological Informatics*, 32, 145-155. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2016.02.002>

Laurance, W. F., Lovejoy, T. E., Vasconcelos, H. L., Bruna, E. M., Didham, R. K., Stouffer, P. C., Gascon, C., Bierregaard, R. O., Laurance, S. G., & Sampaio, E. (2002). Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16, 605-618.

Laurance, W. F., Nascimento, H. E., Laurance, S. G., Andrade, A., Ribeiro, J. E., Giraldo, J. P., Lovejoy, T. E., Condit, R., Chave, J., Harms, K. E., & D'Angelo, S. (2006). Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. *Proc Natl Acad Sci USA*, 103, 19010-19014.

Leimu, R., Mutikainen, P., Koricheva, J., & Fischer, M. (2006). How general are positive relationships between plant population size, fitness and genetic variation? *Journal of Ecology*, 94, 942-952.

Leite, R., Foster, R. B., & Wachter, T. S. (2009). *Mamíferos grandes del sudeste de la Amazonia peruana - Parque Nacional Manu, Concesión para Conservación Los Amigos, y Parque Nacional Alto Purús*. Rapid Color Guide 231, versión 3. Environmental & Conservation Programs, The Field Museum, Chicago.

Lindenmayer, D. B., & Fischer, J. (2006). *Habitat fragmentation and landscape change: An ecological and conservation synthesis*. Washington: Island Press.

Liu, J., & Taylor, W. W. (2002). *Integrating landscape ecology into natural resource management*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.

Luque, S., Saura, S., & Fortin, M. J. (2012). Landscape connectivity analysis for conservation: Insights from combining new methods with ecological and genetic data. *Landscape Ecology*, 27(2), 153-157. <https://doi.org/10.1007/s10980-011-9700-5>

Mantyka-Pringle, C. S., Visconti, P., Di Marco, M., Martin, T. G., Rondinini, C., & Rhodes, J. R. (2015). Climate change modifies risk of global biodiversity loss due to land-cover change. *Biological Conservation*, 187, 103-111. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.04.016>

Mas, J-F., Gao, Y., & Pacheco, J. A. N. (2010). Sensitivity of landscape pattern metrics to classification approaches. *Forest Ecology and Management*, 259, 1215-1224.

McGarigal, K., Cushman, S., Neel, M., & Ene, E. (2013). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical Maps. University of Massachusetts (Landscape Ecology Program).

McIntyre, S., & Hobbs, R. (1999). A framework for conceptualizing human effects on landscapes and its relevance to management and research models. *Conservation Biology*, 13, 1282-1292.

- McRae, B. H., Dickson, B. G., Keitt, T. H., & Shah, V. B. (2008). Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution, and conservation. *Ecology*, *89*(10), 2712-2724.
- McRae, B. H., & Kavanagh, D. M. (2017). Linkage Mapper Connectivity Analysis Software. [Programa informático] Seattle: The Nature Conservancy. Disponible en: <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>.
- Mena, J. L., & Germaná, C. (Eds.). (2016). *Diversidad biológica del sudeste de la Amazonía peruana: avances en la investigación*. Consorcio Purús-Manu: WWF, CARE Perú, ProNaturaleza, ProPurús, Sociedad Zoológica de Fráncfort, ORAU. Lima.
- MINAM (Ministerio del Ambiente del Perú). (2015). *Mapa nacional de cobertura vegetal*. Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural. Escala 1: 100 000.
- MINAM (Ministerio del Ambiente del Perú). (2019). *Sexto Informe Nacional sobre la Diversidad Biológica – La biodiversidad en cifras*. Viceministerio de Desarrollo Estratégico de los Recursos Naturales, Dirección General de Diversidad Biológica, Dirección de Conservación Sostenible de Ecosistemas y Especies. Lima, Perú.
- Moreira-Arce, D., Vergara, P. M., Boutin, S., Carrasco, G., Briones, R., Soto, G. E., & Jiménez, J. E. (2016). Mesocarnívoros respond to fine-grain habitat structure in a mosaic landscape comprised by commercial forest plantations in southern Chile. *Forest Ecology and Management*, *369*, 135-143.
- Otavo, S., & Echeverría, C. (2017). Fragmentación progresiva y pérdida de hábitat de bosques naturales en uno de los hotspots mundiales de biodiversidad. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, *88*(4), 924-935.
- Pascual-Hortal, L., & Saura, S. (2006). Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices: Towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, *21*(7), 959-967.
- Peng, J., Wang, Y., Zhang, Y., Wu, J., Li, W., & Li, Y. (2010). Evaluating the effectiveness of landscape metrics in quantifying spatial patterns. *Ecological Indicators*, *10*, 217-223.
- Pérez-Peña, P., Riveros, M. S., Mayor, P., Ramos-Rodríguez, M. C., Aquino, R., López-Ramírez, L., Bodmer, R. E., Bowler, M., Antúnez, M., Puertas, P. E., Flores, G., García, G., Tapia, C. J., Charpentier, E., Bardales-Alvitez, C., Torres-Oyarce, L., Ramos, V., Ortiz, A., Gonzales-Tanchiva, C., Díaz-Ñaupari, M. E., Segura, J., Calle, A., Ruck, L., Beraún, Y., & Mejía, K. (2009). Estado poblacional del sajino (*Pecari tajacu*) y huangana (*Tayassu pecari*) en la Amazonía peruana. *FOLIA Amazónica*, *26*(2), 103-120. doi: <https://doi.org/10.24841/fa.v26i2.429>.
- Peyras, M., Vespa, N. I., Bellocq, M. I., & Zurita, G. A. (2013). Quantifying edge effects: The role of habitat contrast and

species specialization. *Journal of Insect Conservation*, 17, 807-820.

Pörtner, H.-O., Roberts, D. C., Adams, H., Adler, C., Aldunce, P., Ali, E., Begum, R. A., Betts, R., Kerr, R. B., & Biesbroek, R. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Ginebra, Suiza: IPCC.

Rangel-Ch., J. O., & Velásquez, A. (1997). Métodos de estudio de la vegetación. En J. Rangel-Ch., P. D. Lowy-C. & M. Aguilar-P. (Eds.), *Colombia: diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia* (pp. 59-87). Bogotá: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.

Reino, L., Beja, P., Osborne, P. E., Morgado, R., Fabião, A., & Rotenberry, J. T. (2009). Distance to edges, edge contrast and landscape fragmentation: Interactions affecting farmland birds around forest plantations. *Biological Conservation*, 142, 824-838.

Rudnick, D., Ryan, S. J., Beier, P., Cushman, S. A., Dieffenbach, F., Epps, C., ... Trombulack, S. C. (2012). *The role of landscape connectivity in planning and implementing conservation and restoration priorities*. Issues in Ecology. Report 16. Washington D. C.: Ecological Society of America.

Saura, S., & Rubio, L. (2010). A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape. *Ecography*, (July 2009).

SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). (2020). *Mapa climático del Perú*. Escala 1:400 000.

Servat, G., Vitorino, J., Cruz, R., Campos, M., Portillo, A., & Gregory, T. (2016). *Birds of the Amarakaeri Communal Reserve (800-1100 masl)*. Madre de Dios, Peru. Smithsonian Conservation Biology Institute.

Spear, S. F., Balkenhol, N., Fortin, M. J., McRae, B. H., & Scribner, K. I. M. (2010). Use of resistance surfaces for landscape genetic studies: Considerations for parameterization and analysis. *Molecular Ecology*, 19(17), 3576-3591.

Stevens, V. M., Leboulengé, É., Wesselingh, R. A., & Bagueette, M. (2006). Quantifying functional connectivity: Experimental assessment of boundary permeability for the natterjack toad (*Bufo calamita*). *Oecologia*, 150, 161-171.

Stone, R. P., & Hilborn, D. (2012). *Universal Soil Loss Equation (USLE)*. Factsheet. Ontario: Ministry of Agriculture. Food and Rural Affairs.

Trabucco, A., & Zomer, R. J. (2018). Global aridity index and potential evapotranspiration (ET0) climate database v2. CGIAR Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI). Publicado en línea. Disponible en el portal del CGIAR-CSI.

Turner, B. L., Kasperson, R. E., Matson, P. A., McCarthy, J. J., Corell, R. W., Christensen, L., Eckley, N., Kasperson,

J. X., Luers, A., Martello, M. L., Polsky, C., Pulsipher, A., & Schiller, A. (2003). A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *100*, 8074-8079.

Uezu, A., & Metzger, J. P. (2011). Vanishing bird species in the Atlantic Forest: Relative importance of landscape configuration, forest structure and species characteristics. *Biodiversity and Conservation*, *20*, 3627-3643.

Vanthomme, H., Sánchez-Cuervo, A. M., Garate, P., Bravo, A., & Dallmeier, F. (2019). *El futuro de Madre de Dios: simulador de paisajes productivos del Smithsonian para un desarrollo sostenible*. Washington D. C. Smithsonian Institution Scholarly Press. <https://doi.org/10.5479/si.9781944466282.Sp>

Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M., & Umaña, A. M. (2004).

Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad (2.ª ed.). Bogotá, Colombia: Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Williams, J. W., Jackson, S. T., & Kutzbach, J. E. (2007). Projected distributions of novel and disappearing climates by 2100 AD. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *104*(14), 5738-5742.

Wu, J. (2013). Landscape sustainability science: Ecosystem services and human well-being in changing landscapes. *Landscape Ecology*, *28*(6), 999-1023.

Zeng, H., & Wu, X. B. (2005). Utilities of edge-based metrics for studying landscape fragmentation. *Computers, Environment and Urban Systems*, *29*, 159-178.



Crédito: Enrique Cúneo.

Anexos

ANEXO 1

LISTA TAXONÓMICA DE ESPECIES DE FAUNA REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

Clase	Orden	Familia	Especie (nombre científico)	Nombre local	Nombre en lengua harakbut	UICN	Libro Rojo	Endemismo	Migración
Anfibios	Anura	Bufoidea	<i>Rhinella marina</i>	Sapo	Kuboroi	LC	-	-	-
Anfibios	Anura	Leptodactylidae	<i>Leptodactylus sp.</i>	Rana	Wamöi	-	-	-	-
Reptiles	Crocodylia	Alligatoridae	<i>cf. Caiman crocodilus</i>	Caimán, lagarto blanco	Mämä	LC	-	-	-
Reptiles	Squamata	Colubridae	<i>Imantoides cenchoa</i>	Serpiente	Biwi	LC	-	-	-
Reptiles	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis punctatus</i>	Lagartija	-	LC	-	-	-
Reptiles	Squamata	Dactyloidae	<i>Anolis sp.</i>	Lagartija	-	-	-	-	-
Reptiles	Squamata	Teiidae	<i>Kentropyx altamazonica</i>	Lagartija	Pignpign	LC	-	-	-
Reptiles	Squamata	Tropiduridae	<i>cf. Plica umbra</i>	Lagartija	-	LC	-	-	-
Reptiles	Testudines	Podocnemididae	<i>Podocnemis cf. unifilis</i>	Tortuga terecay, taricaya	Wäkare	VU	VU	-	-
Reptiles	Testudines	Testudinidae	<i>Chelonoidis denticulatus</i>	Motelo	Sawe	VU	-	-	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Pseudastur albicollis</i>	Gavilán blanco	-	LC	-	-	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rostrhamus sociabilis</i>	Gavilán caracolero	Sign wapäro (hembra)	LC	-	-	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	Águila común, aguilucho caminero	ĩĩ	LC	-	-	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus tyrannus</i>	Águila negra	Sign wapäro (macho)	LC	-	-	-
Aves	Anseriformes	Anatidae	<i>Amazonetta brasiliensis</i>	Pato brasileño	-	LC	-	-	-
Aves	Anseriformes	Anhimidae	<i>Anhima cornuta</i>	Camungo	-	LC	-	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie (nombre científico)	Nombre local	Nombre en lengua harakbut	UICN	Libro Rojo	Endemismo	Migración
Aves	Apodiformes	Trochilidae	<i>cf. Chionomesa lactea</i>	Colibrí de pecho zafiro	-	LC	-	-	-
Aves	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	<i>cf. Nyctidromus albicollis</i>	Tuhuayo	Berö	LC	-	-	-
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Rinahui, gallinazo cabeza roja	-	LC	-	-	-
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Cathartes melambrotus</i>	Gallinazo cabeza amarilla	Mätuk Heihei	LC	-	-	-
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Gallinazo negro	Mätuk	LC	-	-	-
Aves	Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero coleador	Witwüt	LC	-	-	Bor.
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita rojiza	Pöyëre (hembra)	LC	-	-	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma-perdiz rojiza	Äpöbedn	LC	-	-	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	<i>Patagioenas subvinacea</i>	Paloma rojiza	Tük'kü	LC	-	-	-
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Chloroceryle amazona</i>	Martín pescador amazónico	Bengtarak'kut (hembra)	LC	-	-	-
Aves	Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i>	Martín pescador grande	Bengtarak'kut (macho)	LC	-	-	-
Aves	Coraciiformes	Momotidae	<i>Momotus momota</i>	Relojero, burgo	Utuk	LC	-	-	-
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	Vacamuchacho	-	LC	-	-	-
Aves	Cuculiformes	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuco ardilla, chicua	Pikwä	LC	-	-	-
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Daptrius ater</i>	Caracara negro	Wëka	LC	-	-	-
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Herpetotheres cachinnans</i>	Huanchahui, halcón reidor	-	LC	-	-	-
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Ibycter americanus</i>	Tatatao	Wëyawëya	LC	-	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie (nombre científico)	Nombre local	Nombre en lengua harakbut	UICN	Libro Rojo	Endemismo	Migración
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Micrastur mirandollei</i>	Halcón montés	-	LC	-	-	-
Aves	Falconiformes	Falconidae	<i>Milvago chimachima</i>	Shihuango	-	LC	-	-	-
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Mitu tuberosum</i>	Paujil común	Budn	NT	NT	-	-
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis guttata</i>	Chachalaca jaspeada	Päsak	LC	-	-	-
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Penelope jacquacu</i>	Pava, pucacunga	Päröng	LC	-	-	-
Aves	Galliformes	Odontophoridae	<i>Odontophorus stellatus</i>	Codorniz, corcovado	-	LC	-	-	-
Aves	Gruiformes	Psophiidae	<i>Psophia leucoptera</i>	Trompetero	-	NT	-	-	-
Aves	Gruiformes	Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i>	Unchala, rascón	-	LC	-	-	-
Aves	Opisthocomiformes	Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i>	Shansho, hoazin	Mäyäkochikoi	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Corvidae	<i>Cyanocorax violaceus</i>	Urraca violácea	Beyabeya	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Cotingidae	<i>Cotinga maynana</i>	Cotinga de garganta morada	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i>	Wiswinchu, sirio gritón	Bakpaya	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Donacobiidae	<i>Donacobius atricapilla</i>	Donacobio	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Formicariidae	<i>Formicarius sp.</i>	Gallito hormiguero	-	-	-	-	-
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Lepidocolaptes sp.</i>	Trepador	-	-	-	-	-
Aves	Passeriformes	Furnariidae	<i>Xiphorhynchus guttatus</i>	Trepador de garganta anteada	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	Golondrina ala rasposa sureña	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Cacicus cela</i>	Paucar	-	LC	-	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie (nombre científico)	Nombre local	Nombre en lengua harakbut	UICN	Libro Rojo	Endemismo	Migración
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Icterus cayanensis</i>	Bolsero de hombro pintado	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus oryzivorus</i>	Tordo gigante, chichirrichi	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius angustifrons</i>	Paucar, oropéndola	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius bifasciatus</i>	Paucar grande	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Psarocolius decumanus</i>	Paucar crestado	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	<i>Arremon cf. taciturnus</i>	Gorrión pectoral	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Myrmoborus myotherinus</i>	Hormiguero de cara negra	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Cissopis leverianus</i>	Tángara urraca	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus carbo</i>	Tángara de pico plateado	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Ramphocelus nigrogularis</i>	Tángara enmascarada	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Thraupidae	<i>Volatinia jacarina</i>	Semillero negro azulado	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Troglodytidae	<i>Cyphorhinus arada</i>	Cucarachero musical	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Turdidae	<i>Catharus sp.</i>	Zorzal	-	-	-	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>cf. Rhytipterna simplex</i>	Plañidero grisáceo	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cf. ferox</i>	Copetón de cresta corta	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiozetetes granadensis</i>	Mosquero de gorro gris	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Ochthornis littoralis</i>	Tirano de agua	-	LC	-	-	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Pitangus lictor</i>	Bienteveo menor	-	LC	-	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie (nombre científico)	Nombre local	Nombre en lengua harakbut	UICN	Libro Rojo	Endemismo	Migración
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Pipite, iirano tropical	-	LC	-	-	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Agamia agami</i>	Garza de pecho castaño	-	VU	-	-	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza grande	Kapiro (macho)	LC	-	-	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza bueyera	Kapiro (hembra)	LC	-	-	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Pilherodius pileatus</i>	Garza tumuy	Kapiro cocheri	LC	-	-	-
Aves	Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Tigrisoma lineatum</i>	Garza tigre colorada, puma garza	Biwikoi	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Bucconidae	<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	Buco golondrina	Bakoi wiru (macho)	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Bucconidae	<i>Monasa flavirostris</i>	Monjita pico amarillo	Paipagn	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Bucconidae	<i>Monasa morphoeus</i>	Monjita frente blanca	Tá'ing (de altura)	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Bucconidae	<i>Monasa nigrifrons</i>	Monjita negra	Tá'ing (de bajal)	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Galbulidae	<i>cf. Jacamerops aureus</i>	Jacamar grande	-	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Galbulidae	<i>Galbula cyanescens</i>	Jacamar de frente azulada	-	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Campephilus melanoleucos</i>	Carpintero de cresta roja	Bengko	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Campephilus rubricollis</i>	Carpintero de cuello rojo	-	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Dryocopus (Hylatomus) lineatus</i>	Carpintero lineado	-	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes cruentatus</i>	Carpintero de penacho amarillo	Burutète	LC	-	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie (nombre científico)	Nombre local	Nombre en lengua harakbut	UICN	Libro Rojo	Endemismo	Migración
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus castanotis</i>	Tucaneta parda	Kusakat	LC	-	-	-
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Pteroglossus sp.</i>	Tucán	-	-	-	-	-
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i>	Tucán, tío Juan	Shirokwedn	VU	-	-	-
Aves	Piciformes	Ramphastidae	<i>Selenidera reinwardtii</i>	Tucaneta de collar dorado	-	LC	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	Loro harinoso	-	NT	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona ochrocephala</i>	Loro frente amarilla	Toaro	LC	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona sp.</i>	Loro	-	-	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara ararauna</i>	Guacamayo azul y amarillo	Anékei	LC	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara chloropterus</i>	Guacamayo rojo y verde	Yognka	LC	NT	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara macao</i>	Guacamayo escarlata	Akoibedn/ wakoybedn	LC	NT	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Ara severus</i>	Guacamayo de frente castaña	-	LC	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Aratinga weddellii</i>	Loro chacarero	-	LC	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris cyanopectera</i>	Perico de ala cobalto	-	LC	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Brotogeris sanctithomae</i>	Perico tui	-	LC	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionites leucogaster (xanthomerus)</i>	Loro 7 colores, chirricle	-	LC	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus menstruus</i>	Loro cabeza azul	-	LC	-	-	-
Aves	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Psittacara leucophthalmus</i>	Cotorra de ojo blanco	-	LC	-	-	-
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	Lechuza terrestre	-	LC	-	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie (nombre científico)	Nombre local	Nombre en lengua harakbut	UICN	Libro Rojo	Endemismo	Migración
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Megascops choliba</i>	Lechuza tropical, urcututu	-	LC	-	-	-
Aves	Strigiformes	Strigidae	<i>Pulsatrix perspicillata</i>	Lanchiña, ataulero, búho de anteojos	-	LC	-	-	-
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i>	Perdiz cenicienta	-	LC	-	-	-
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus undulatus</i>	Panguana, perdiz ondulada	-	LC	-	-	-
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus variegatus</i>	Perdiz abigarrada	-	LC	-	-	-
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus major</i>	Perdiz grande	-	LC	-	-	-
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus sp.</i>	Perdiz	-	-	-	-	-
Aves	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus tao</i>	Perdiz azul	Kognpo	VU	-	-	-
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon collaris</i>	Trogón acollarado	-	LC	-	-	-
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon melanurus</i>	Trogón de cola negra, huaucó	-	LC	-	-	-
Aves	Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon viridis</i>	Trogón de cola blanca	-	LC	-	-	-
Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	<i>cf. Odocoileus peruvianus</i>	Venado cola blanca	-	LC	-	-	-
Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado colorado	Bawi	DD	DD	-	-
Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama nemorivaga</i>	Venado gris	-	LC	-	-	-
Mamíferos	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama sp.</i>	Venado	-	-	-	-	-
Mamíferos	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Dicotyles tajacu</i>	Sajino	Mökas	LC	-	-	-
Mamíferos	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Tayassu pecari</i>	Huangana	Akkudui/yari	VU	NT	-	-
Mamíferos	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo	Wandpi sösö	LC	-	-	-
Mamíferos	Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	Tigre, jaguar, otorongo	Pet-pet	NT	NT	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie (nombre científico)	Nombre local	Nombre en lengua harakbut	UICN	Libro Rojo	Endemismo	Migración
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>	Manco	Mëimëi	LC	-	-	-
Mamíferos	Carnivora	Mustelidae	<i>Pteronura brasiliensis</i>	Lobo de río	Kamikami	EN	EN	-	-
Mamíferos	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	Achuni, coati cola anillada	Kapiwi	LC	-	-	-
Mamíferos	Cingulata	Chlamyphoridae	<i>Priodontes maximus</i>	Yaugunturo, armadillo gigante	Akbaku	VU	VU	-	-
Mamíferos	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Carachupa mediano, armadillo	-	LC	-	-	-
Mamíferos	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus sp.</i>	Carachupa, armadillo	-	-	-	-	-
Mamíferos	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>cf. Philander sp.</i>	Zarigüeya	-	-	-	-	-
Mamíferos	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis marsupialis</i>	Zarigüeya	-	LC	-	-	-
Mamíferos	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo, liebre amazónica	Wërö	LC	-	-	-
Mamíferos	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	Sachavaca, tapir	Kemë	VU	NT	-	-
Mamíferos	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso bandera	Siwa	VU	VU	-	-
Mamíferos	Primates	Atelidae	<i>Alouatta seniculus</i>	Coto, mono aullador	Toyore	LC	VU	-	-
Mamíferos	Primates	Atelidae	<i>Ateles chamek</i>	Mono araña, maquisapa	Söwë	EN	EN	-	-
Mamíferos	Primates	Atelidae	<i>Lagothrix lagothricha tschudii</i>	Mono choro	Wambasiwa/shok	VU	EN	-	-
Mamíferos	Primates	Cebidae	<i>Aotus nigriceps</i>	Musmuquí	Okbu	LC	-	-	-
Mamíferos	Primates	Cebidae	<i>Cebus (Sapajus) apella</i>	Mono martín, machín negro	Jö	LC	-	-	-
Mamíferos	Primates	Cebidae	<i>Cebus albifrons</i>	Machín blanco	Jö-waiere/ökwayëre	NT	-	-	-

Clase	Orden	Familia	Especie (nombre científico)	Nombre local	Nombre en lengua harakbut	UICN	Libro Rojo	Endemismo	Migración
Mamíferos	Primates	Cebidae	<i>Saguinus Leontocebus weddelli</i>	Pichico, leoncillo	-	LC	-	-	-
Mamíferos	Primates	Cebidae	<i>Saimiri boliviensis</i>	Mono huasa, fraile	Īhpī	LC	-	-	-
Mamíferos	Primates	Pitheciidae	<i>Callicebus toppini</i>	Tocón colorado	Tōka	LC	-	-	-
Mamíferos	Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Ronsoco, capibara	Akidn'et	LC	-	-	-
Mamíferos	Rodentia	Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	Majaz, picuro	Kayare	LC	-	-	-
Mamíferos	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Dasyprocta variegata</i>	Añuje	Mäpi	DD	-	-	-
Mamíferos	Rodentia	Dasyproctidae	<i>Myoprocta pratti</i>	Punchana	-	LC	-	-	-
Mamíferos	Rodentia	Echimyidae	<i>cf. Proechimys sp.</i>	Ratón de monte	-	-	-	-	-
Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	<i>Hadroskiurus ignitus</i>	Ardilla gris	Wäwēsik	LC	-	-	-
Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	<i>Hadroskiurus spadiceus</i>	Ardilla baya	Wäwēbend	LC	-	-	-
Mamíferos	Rodentia	Sciuridae	<i>Microsciurus sp.</i>	Ardilla enana	-	-	-	-	-
3 clases	33 órdenes	67 familias	150 especies	-	-	12	7	-	1

Notas: EN= En Peligro, VU = Vulnerable, NT = Casi Amenazado, LC = Preocupacion Menor, DD = Datos Insuficientes..

ANEXO 2

LISTA TAXONÓMICA DE ESPECIES DE FLORA REGISTRADAS EN LOS SITIOS DE MUESTREO

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre local
Polypodiopsida	Cyatheaales	Cyatheaceae	<i>Alsophila sp. 1</i>	Helecho
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i>	Huicungo, chonta
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Astrocaryum sp. 1</i>	Chapaja
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Euterpe precatoria</i>	Huasai, chonta
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Iriartea deltoidea</i>	Pona
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i>	Aguaje
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Oenocarpus bataua</i>	Ungurahui
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Socratea exorrhiza</i>	Palmera caminante, cashapona
Liliopsida	Arecales	Arecaceae	<i>Wettinia augusta</i>	Sachapona, ponilla
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Guadua angustifolia</i>	Paca
Liliopsida	Poales	Poaceae	<i>Guadua sp. 1</i>	Paca
Magnoliopsida	Caryophyllales	Nyctaginaceae	Indeterminado 3	-
Magnoliopsida	Caryophyllales	Polygonaceae	<i>Triplaris sp. 1</i>	Tangarana
Magnoliopsida	Crossosomatales	Staphyleaceae	<i>Staphylea occidentalis</i>	Ingaina
Magnoliopsida	Ericales	Actinidaceae	<i>Saurauia sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	<i>Cariniana sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	<i>Couratari guianensis</i>	Misa amarillo
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	<i>Eschweilera coriacea</i>	Misa blanca
Magnoliopsida	Ericales	Lecythidaceae	<i>Eschweilera sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Manilkara bidentata</i>	Quinilla
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Micropholis melinoniana</i>	Quinilla
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria caimito</i>	Caimito
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria sp. 1</i>	-

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre local
Magnoliopsida	Ericales	Sapotaceae	<i>Pouteria trilocularis</i>	Caimitillo
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Tornillo
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Dialium guianense</i>	Palo sangre
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Erythrina fusca</i>	Amasisa
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga alba</i>	Pacay ralo, shimbillo colorado
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Shimbillo
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga oerstediana</i>	Shimbillo
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp. 1</i>	Shimbillo
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp. 2</i>	Shimbillo
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp. 3</i>	Shimbillo
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp. 4</i>	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp. 5</i>	Incapa
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga sp. 6</i>	Pacay de monte
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Inga thibaudiana</i>	Shimbillo de monte
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Myroxylon balsamum</i>	Estoraque
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Ormosia amazonica</i>	Huayruro
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Pterocarpus rohrii</i>	Palisangre
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Pterocarpus sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Fabales	Fabaceae	<i>Tachigali sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Aspidosperma rigidum</i>	Remo caspi
Magnoliopsida	Gentianales	Apocynaceae	<i>Couma macrocarpa</i>	Leche caspi
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	<i>Amaioua sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Gentianales	Rubiaceae	Indeterminado 2	-
Magnoliopsida	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Handroanthus incanus</i>	Tahuari
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Aiouea grandifolia</i>	Laurel moena
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Aiouea sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Aniba terminalis</i>	Moena

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre local
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Endlicheria formosa</i>	Cunshi moena
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Endlicheria sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra cissiflora</i>	Moena blanca
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra cuspidata</i>	Moena blanca
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra reticulata</i>	Laurel
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra sp. 2</i>	Misa
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Nectandra sp. 3</i>	Laurel
Magnoliopsida	Laurales	Lauraceae	<i>Ocotea sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Laurales	Siparunaceae	<i>Siparuna decipiens</i>	Palo de agua
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona papilionella</i>	Anonilla
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Annona sp. 2</i>	Cara waska
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Guatteria sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	Indeterminado 5	-
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Oxandra mediocris</i>	Espintana
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Oxandra xylopioides</i>	Espintana negra
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Unonopsis sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Magnoliales	Annonaceae	<i>Xylopia sp.1</i>	Ajo ajo
Magnoliopsida	Magnoliales	Myristicaceae	<i>Iryanthera juruensis</i>	Cumala colorada
Magnoliopsida	Magnoliales	Myristicaceae	<i>Iryanthera sp.</i>	Cumala
Magnoliopsida	Magnoliales	Myristicaceae	<i>Otoba parvifolia</i>	Aguanillo, cumala
Magnoliopsida	Magnoliales	Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	Cumala blanca
Magnoliopsida	Magnoliales	Myristicaceae	<i>Virola sp. 1</i>	Cumala
Magnoliopsida	Magnoliales	Myristicaceae	<i>Virola surinamensis</i>	Cumala de bajo
Magnoliopsida	Malpighiales	Chrysobalanaceae	<i>Licania sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Chrysochlamys sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Clusiaceae	<i>Garcinia sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Hevea guianensis</i>	Shiringa

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre local
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Hevea sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Mabea sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Pausandra trianae</i>	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Pseudosenefeldera inclinata</i>	Palo oficial
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i>	Lechero
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Sapium marmieri</i>	Caucho masha
Magnoliopsida	Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Sapium sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Ochnaceae	<i>Quiina florida</i>	Coloradillo
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	<i>Casearia bicolor</i>	Purma caspi
Magnoliopsida	Malpighiales	Salicaceae	Indeterminado 7	-
Magnoliopsida	Malpighiales	Violaceae	<i>Leonia glycyarpa</i>	Huevo motelo, tamara
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Apeiba membranacea</i>	Peine de mono
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Apeiba sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Cavanillesia hylogeiton</i>	Sachalupuna
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Eriotheca sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Guazuma sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Heliocarpus americanus</i>	Huampo
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Huberodendron sp. 1</i>	Copal
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Huberodendron swieteniioides</i>	Aletón semental
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Luehea sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Luehea sp. 2</i>	Algodón de monte
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Topa, palo balsa
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Pseudobombax sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Quararibea wittii</i>	Zapotillo
Magnoliopsida	Malvales	Malvaceae	<i>Sterculia apeibophylla</i>	Sapote
Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i>	Yacushapana amarilla

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre local
Magnoliopsida	Myrtales	Combretaceae	<i>Terminalia sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Myrtales	Melastomataceae	<i>Miconia sp. 2</i>	Llanguillo
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	Indeterminado 1	-
Magnoliopsida	Myrtales	Myrtaceae	<i>Psidium sp. 1</i>	Guayabilla
Magnoliopsida	Oxalidales	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea fragrans</i>	Huangana casha
Magnoliopsida	Oxalidales	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Proteales	Sabiaceae	Indeterminado 4	-
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Batocarpus sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Batocarpus sp. 2</i>	-
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Brosimum rubescens</i>	Palo peruano
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Brosimum sp. 1</i>	Rapincho
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Castilla ulei</i>	Caucho negro
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Clarisia racemosa</i>	Mashonaste
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus gomelleira</i>	Renaco
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus insipida</i>	Oje
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Ficus sp. 2</i>	Leche leche
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Maquira sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Naucleopsis sp. 1</i>	Patavaca
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Perebea angustifolia</i>	Moquete de tigre
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Perebea sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Chimicua
Magnoliopsida	Rosales	Moraceae	<i>Pseudolmedia macrophylla</i>	Pama
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia engleriana</i>	Cetico
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia latiloba</i>	Cetico
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia polystachya</i>	Cetico

Clase	Orden	Familia	Especie	Nombre local
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia sciadophylla</i>	Cetico
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Cecropia sp. 1</i>	Cetico
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma bicolor</i>	Sachauvilla
Magnoliopsida	Rosales	Urticaceae	<i>Pourouma minor</i>	Uvilla
Magnoliopsida	Santalales	Coulaceae	<i>Minquartia guianensis</i>	Huacapú
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	<i>Astronium lecointei</i>	Cedrillo
Magnoliopsida	Sapindales	Anacardiaceae	Indeterminado 6	-
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	<i>Protium aracouchini</i>	Copal
Magnoliopsida	Sapindales	Burseraceae	<i>Protium sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i>	Cedro masha
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea guidonia</i>	Requia blanca
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Guarea sp. 2</i>	Sacsaqute
Magnoliopsida	Sapindales	Meliaceae	<i>Trichilia sp. 1</i>	-
Magnoliopsida	Sapindales	Sapindaceae	<i>Cupania cinerea</i>	Ana negra
3 clases	19 órdenes	37 familias	147 especies	

ANEXO 3

DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES FOCALES

Jaguar, tigre, otorongo (*Panthera onca*)

.....

En el Nuevo Mundo (continente americano) es el felino de mayor tamaño y único representante del género *Panthera* (orden Carnivora, familia Felidae), y por su dieta exclusivamente carnívora se ubica en el tope de la cadena trófica como uno de los máximos depredadores del bosque húmedo tropical (Quigley *et al.*, 2017). Suele ser un depredador generalista-oportunista, capaz de cazar activamente sajinos (*Pecari tajacu*), huanganas (*Tayassu pecari*), capibaras o ronsocos (*Hydrochoerus hydrochaeris*), venados (*Odocoileus* spp., *Mazama* spp.), dantas (*Tapirus terrestris*), majaz (*Cuniculus paca*), osos hormigueros (*Tamandua* spp.), paujiles (*Crax* spp.), caimanes (*Caiman crocodilus*), boas (*Boa constrictor*), anacondas (*Eunectes murinus*), armadillos (*Priodontes maximus*, *Dasypus* spp.) y, ocasionalmente, animales domésticos y ganado (vacuno, equino, caprino, porcino) (Quigley *et al.*, 2017).

Se distribuye desde el sur de México hasta el norte de Argentina, en un rango altitudinal de 0-1500 m s. n. m. Habita por lo general en bosques húmedos, zonas

pantanosas, sabanas naturales y matorrales, aunque también puede ocupar vegetación secundaria, cultivos de palma y pastos (Quigley *et al.*, 2017). En la clasificación de especies amenazadas según la UICN y el Libro Rojo (SERFOR, 2018), el jaguar se encuentra en la categoría casi amenazado (NT); no es una especie endémica o migratoria. Suelen ocurrir conflictos con los pobladores rurales y ganaderos por el ataque ocasional de este felino a los animales domésticos.



Puma, león (*Puma concolor*)

Es el segundo felino (orden Carnivora, familia Felidae) de mayor tamaño en el Nuevo Mundo después del jaguar y, al igual que este, tiene una dieta exclusivamente carnívora, por lo que es otro representante del grupo de los máximos depredadores terrestres (Nielsen *et al.*, 2015). Suele cazar presas más pequeñas de las que caza el jaguar cuando son simpátricos en la misma región, pero el puma demuestra preferencia por los venados (*Odocoileus* spp., *Mazama* spp.), los sajinos (*Pecari tajacu*), las huanganas (*Tayassu pecari*), los armadillos (*Dasypus* spp.) y, en general, por mamíferos terrestres de más de 1 kg de peso. De igual manera, puede cazar animales domésticos y ganado de menor tamaño (caprino, porcino) (Nielsen *et al.*, 2015). También es considerado un depredador generalista y oportunista. Es el vertebrado con la mayor distribución geográfica en América, desde el sur de Canadá hasta el sur de Argentina y Chile, en un rango altitudinal de 0-4800 m s. n. m. (Nielsen *et al.*, 2015).

El puma es una especie ecológicamente más plástica que el jaguar, pues tolera una amplia gama de hábitats, incluyendo bosques húmedos, bosques secos, sabanas, humedales, llanos, desiertos, páramos, bosques montanos,



aunque con cierto grado de cobertura densa nativa, donde obtiene camuflaje, refugio y presas (Nielsen *et al.*, 2015). Según la UICN, el puma se encuentra en la categoría de preocupación menor (LC), y en el Libro Rojo (SERFOR, 2018), en la categoría casi amenazado (NT). No es una especie endémica o migratoria. Suelen ocurrir conflictos con los pobladores rurales y ganaderos por el ataque ocasional de este felino a los animales domésticos.

Águila harpía (*Harpia harpyja*)

Es considerada el ave rapaz (orden Accipitriformes, familia Accipitridae) de mayor potencia y tamaño del Nuevo Mundo, y es uno de los mayores depredadores aéreos y arborícolas. Suele cazar perezosos de dos dedos (*Choloepus* spp.) y de tres dedos (*Bradypus variegatus*), monos aulladores (*Alouatta* spp.), monos choros (*Lagothrix lagothricha tshudii*), machines (*Cebus* spp.), majaces (*Cuniculus paca*), añujes (*Dasyprocta* spp.), chosnas (*Potos flavus*), eiras (*Eira barbara*), puerco espines (*Coendou* spp.), aves grandes (pavas, paujiles y guacamayas) y, ocasionalmente, iguanas (*Iguana iguana*) (BirdLife International, 2021a).

Se distribuye desde el sur de México hasta el sur de Brasil, en un rango altitudinal de 0-1000 m s. n. m. (BirdLife International, 2021a). En el Perú, se distribuye en el flanco oriental de la cordillera de los Andes, principalmente por debajo de los 600 m de altitud, y es más abundante en los bosques de llanura amazónica de los departamentos de Loreto, Ucayali y Madre de Dios, aunque también hay registros en los departamentos de San Martín, Huánuco, Pasco, Junín, Cusco y Puno (SERFOR, 2018). Habita selvas húmedas de tierras bajas, bien conservadas y de gran

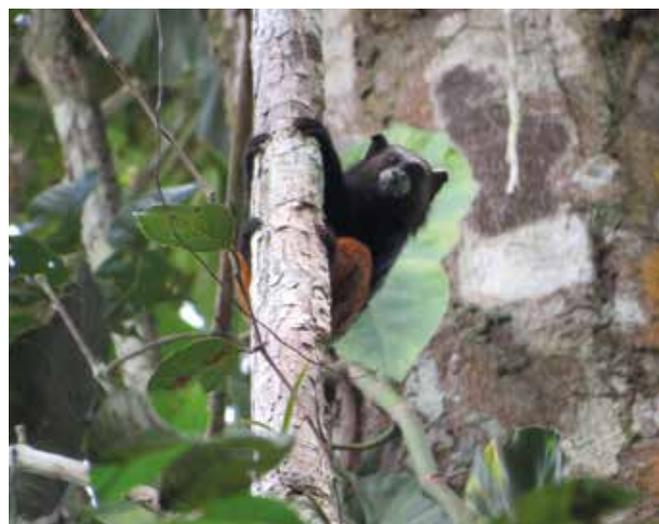
extensión, aunque se tienen registros visuales y de nidos en bosques cercanos a pequeños asentamientos humanos y zonas de explotación forestal y ganadería (BirdLife International, 2021a). En la clasificación de especies amenazadas según la UICN, el águila harpía se encuentra en la categoría casi amenazado (NT), mientras que, en el Libro Rojo (SERFOR, 2018), se encuentra en la categoría vulnerable (VU). No es una especie endémica o migratoria. Suele ser objeto de caza por pobladores rurales, quienes creen que sus animales domésticos pueden ser atacados por esta águila.



Pichico, leoncillo (*Leontocebus weddelli*)

Este primate perteneciente a la familia Cebidae se distribuye en la Amazonía de Brasil, Perú y Bolivia. Se encuentra en los bosques amazónicos de tierras bajas, tanto primarios como secundarios, y puede vivir en bosques sin un dosel cerrado, pero con un sotobosque denso (Ravetta *et al.*, 2021). El tamaño de su área de dominio vital oscila entre 25 y >100 ha; tiene hábitos diurnos y arborícolas, y su dieta se compone de pulpa de fruta, exudados, néctar, invertebrados y pequeños vertebrados; los grupos por lo general varían en tamaño de dos a nueve individuos (Ravetta *et al.*, 2021). En áreas de simpatria, grupos de *L. weddelli* forman tropas de especies mixtas con *Saguinus imperator* o *Saguinus labiatus* y *Callimico goeldii*. El sistema de apareamiento es principalmente poliándrico y monógamo, pero puede haber poligamia y poliginandria (Ravetta *et al.*, 2021).

Según la UICN, se encuentra en categoría de preocupación menor (LC), mientras que no se encuentra evaluado en el Libro Rojo de la fauna silvestre del Perú (SERFOR, 2018).



Batará grande (*Taraba major*)

.....

Especie de ave perteneciente a la familia *Thamnophilidae* (hormigueros), que se distribuye desde el sur de América del Norte hasta América del Sur, desde México a Panamá, en bosques primarios o secundarios o en zonas arbustivas y zonas intervenidas (BirdLife International, 2021b). Es un ave que alcanza una longitud de 20 cm; los machos tienen el vientre, el pecho y el cuello de color blanco, y su cabeza y dorso son de color negro; las hembras tienen la cabeza y el dorso de color marrón; tanto el macho como la hembra tienen un copete o cresta en la parte superior de su cabeza; se alimentan básicamente de insectos; construyen su nido en los árboles; y su nidada no supera los tres huevos (Martin, 2009).



Sajino, pecarí de collar (*Dicotyles tajacu*)

.....

Es un miembro del grupo de los marranos de monte (orden *Artiodactyla*, familia *Tayassuidae*), caracterizado por conformar grupos numerosos de hasta 50 individuos que se mueven por senderos dentro del bosque en búsqueda de recursos alimentarios como frutos, tubérculos, raíces, semillas, pequeños vertebrados como lagartos, e invertebrados como caracoles y artrópodos, hecho que los cataloga como omnívoros y consumidores secundarios

dentro de la cadena trófica. Buscan parte de su alimento cavando u hozando el suelo con el hocico, de forma que dejan “hozaderos” como parte de sus rastros, al igual que otros animales.

Se distribuye desde el suroeste de los Estados Unidos de América hasta el norte de Argentina, en un rango altitudinal de 0-2800 m s. n. m. En el Perú, se encuentra prácticamente

en toda la región amazónica, por debajo de los 2000 m s. n. m. Habita en bosques húmedos (conservados o intervenidos), generalmente asociado a cuerpos de agua; puede incluso visitar áreas agrícolas para consumir tubérculos cultivados.

Según la UICN, el sajino se encuentra en la categoría de preocupación menor (LC), y no está reportado en el Libro Rojo (SERFOR, 2018). No es una especie endémica o migratoria. Es un mamífero muy apetecido por su carne y es objeto de caza por campesinos e indígenas en toda su área de distribución.



Crédito: Cburnett / CC BY-SA 3.0

Sachavaca, tapir (*Tapirus terrestris*)

.....



Crédito: vladimircech / Freepick

Es un mamífero ungulado (orden Perissodactyla, familia Tapiridae) de gran tamaño, pues llega a pesar hasta 250 kg; puede clasificarse como forrajeador/frugívoro, pues su dieta se compone de hojas, ramas, hierbas, frutas y, ocasionalmente, flores, consolidándose como un consumidor primario dentro de la cadena trófica (Varela *et al.*, 2019). En la Amazonía, esta especie consume bastantes frutos de palmas, entre ellas el aguaje (*Mauritia flexuosa*), la palma real (*Maximiliana maripa*) y el wasai (*Euterpe* spp.), cuyas semillas puede dispersar (Varela *et al.*, 2019).

Se distribuye únicamente en Sudamérica, desde el norte de Colombia hasta el sur de Brasil y el norte de Argentina, en un rango altitudinal de 0-2000 m s. n. m. Habita en bosques húmedos, de tierra firme e inundables, bosques secos, generalmente asociado a cuerpos de agua (Varela *et al.*,

2019). En la clasificación de especies amenazadas según la UICN, el tapir amazónico se encuentra en la categoría vulnerable (VU), pero en el Libro Rojo de la fauna silvestre del Perú (SERFOR, 2018) se encuentra en la categoría casi amenazado (NT); no es una especie endémica o migratoria.

Pucacunga, pava de monte (*Penelope jacquacu*)

.....

Pertenciente al grupo de las pavas, guacharacas y paujiles (orden Galliformes, familia Cracidae), la pava de monte (*Penelope jacquacu*) es propia del sotobosque, donde forrajea y se alimenta principalmente de frutos maduros de consistencia blanda y semillas (BirdLife International, 2016). Anidan igualmente en ramas del sotobosque a 5 m de altura (Martin, 2009). Se distribuye en la zona tropical de Sudamérica, en las cuencas orinocense y amazónica en Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, en un rango altitudinal de 0-700 m s. n. m. Habita en bosques húmedos, bosques riparios, bosques inundables, bordes de bosques (BirdLife International, 2016). Según la UICN, la pava de monte se encuentra en categoría de preocupación menor (LC), y no está reportada en el Libro Rojo de la fauna silvestre del Perú (SERFOR, 2018). No es una especie endémica o migratoria. Al igual



que muchas aves de estas características, suele ser cazada por pobladores rurales, para el consumo de su carne.

Maquisapa, mono araña negro (*Ateles chamek*)

Este primate, de la familia Atelidae (monos araña, cotudos y barrigudos), se encuentra en el centro-norte de Bolivia, el noreste de Perú y el oeste de la Amazonía brasileña (Rabelo *et al.*, 2018). En el Perú, se encuentra en los departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco, Pasco, Junín, Cusco, Madre de Dios y Puno. Se distribuye al sur del río Amazonas y a ambas márgenes del río Ucayali. Ocurre en simpatria con *A. belzebuth* en la Reserva Nacional Pacaya Samiria; y habita de manera casi exclusiva en bosques primarios (SERFOR, 2018). Se mantiene en grupos de hasta 18 individuos; es de hábitos diurnos y arbóreos; se alimenta de frutas, complementando su dieta ocasionalmente con hojas, flores, cortezas, invertebrados y pequeños anfibios (Martin, 2009).

Esta especie es preferida para la caza de subsistencia. Está extinta en áreas cercanas a asentamientos humanos



y suele ser la primera en desaparecer por perturbaciones de hábitat. Su población se encuentra en declive y es probable que en un periodo de tres generaciones desaparezca el 50 % o más de la población total en el Perú (SERFOR, 2018).

Majaz, picuro (*Cuniculus paca*)

Es un roedor de tamaño mediano (orden Rodentia, familia Cuniculidae) y de hábitos crípticos, pues es activo principalmente de noche y en su territorio puede tener un sistema de madrigueras interconectadas que usa como refugio y sitio de crianza. Está estrechamente relacionado con los cuerpos de agua, pues los usa como vía de escape cuando percibe alguna amenaza (Emmons, 2016). Es un frugívoro oportunista que se alimenta de frutos maduros e inmaduros caídos en el suelo, complementando su dieta con semillas, tubérculos, hojas y tallos tiernos (Emmons, 2016).

Se distribuye desde el sudeste de México hasta el sur de Brasil y el norte de Paraguay, en un rango altitudinal de 0-2000 m s. n. m. Habita en bosques húmedos, montanos, secos y subxerofíticos (conservados o intervenidos), y demostrando algún grado de tolerancia a la cercanía de áreas agrícolas (Emmons, 2016). Según la UICN, se



Crédito: Hans Hillewaert / CC BY-SA 3.0.

encuentra en categoría de preocupación menor (LC), y no está reportado en el Libro Rojo de la fauna silvestre del Perú (SERFOR, 2018). No es una especie endémica o migratoria. Es quizás el mamífero más apetecido por su carne, y es objeto de cacería por campesinos e indígenas en toda su área de distribución.

Compendio de información biológica y ecológica de las especies focales

Espece	Nombre común	Distribución geográfica	Ecorregiones del Perú	Categoría trófica / dieta	Hábitat/densidad	Categoría de amenaza UICN	Categoría de amenaza Libro Rojo (SERFOR, 2018)
<i>Panthera onca</i>	Jaguar, otorongo, uturuncu	Desde México hasta el norte de Argentina.	YUN, SB, SP	Depredador/ carnívoro: mamíferos medianos y grandes, reptiles.	Bosques, zonas pantanosas, sabanas naturales, matorrales, vegetación secundaria, cultivos de palma, pastos.	NT	NT
		Rango altitudinal: 0-1500 m s. n. m.			Densidad poblacional: 1-3 individuos / 390 km ²		
					2.20 individuos / 100 km ²		
		2.8-4.2 individuos / 100 km ²					
<i>Puma concolor</i>	Puma, león, lluchu-puma	Desde el sur de Canadá, hasta el sur de Argentina y Chile.	BPP, BSE, COS, VOC, PAR, PUN, YUN, SB	Depredador/ carnívoro: mamíferos medianos, aves, reptiles.	Bosques, zonas pantanosas, sabanas naturales, páramos, matorrales, vegetación secundaria, pastos.	LC	LC
		Rango altitudinal: 0-4800 m s. n. m.			Densidad poblacional: 4-7 individuos / 100 km ²		
<i>Harpia harpyja</i>	Águila arpía	Desde el sur de México hasta el sur de Brasil.	SB	Depredador/ carnívoro: mamíferos medianos, reptiles y aves.	Bosques, mosaicos de bosque/pastos.	NT	VU
		Rango altitudinal: 0-1000 m s. n. m.			Densidad poblacional: 1-2 individuos / 150 km ²		

Especie	Nombre común	Distribución geográfica	Ecorregiones del Perú	Categoría trófica / dieta	Hábitat/densidad	Categoría de amenaza UICN	Categoría de amenaza Libro Rojo (SERFOR, 2018)
<i>Leontocebus weddelli</i>	Pichico	Amazonía en Brasil, Perú y Bolivia.	SB	Consumidor secundario: frugívoro-insectívoro	Bosques, vegetación secundaria.	LC	-
		Rango altitudinal: 0-500 m s. n. m.			Densidad poblacional: 16-43 individuos / km ²		
<i>Taraba major</i>	Batará grande	Desde el sur de México hasta el norte de Argentina.	SB	Consumidor secundario: insectívoro-frugívoro	Bosques, vegetación secundaria.	LC	-
		Rango altitudinal: 0-2200 m s. n. m.					
<i>Pecari tajacu</i>	Sajino	Desde América tropical hasta subtropical, desde el sudoeste de los Estados Unidos de América hasta el norte de Argentina en Sudamérica	BPP, BSE, YUN, SB, SP	Consumidor secundario/omnívoro	Bosques, sabanas naturales, zonas pantanosas, matorrales, vegetación secundaria, pastos.	LC	-
		Densidad poblacional: 1.2-8.2 individuos / km ²					
<i>Tapirus terrestris</i>	Tapir, sachavaca	Desde el norte de Colombia hasta el sur de Brasil y norte de Argentina.	YUN, SB, SP	Consumidor primario: herbívoro, frugívoro	Bosques, zonas pantanosas, sabanas naturales, vegetación secundaria, matorrales.	VU	NT
		Rango altitudinal: 0-2400 m s. n. m.			Densidad poblacional: 3-40 individuos / 100 km ²		

Especie	Nombre común	Distribución geográfica	Ecorregiones del Perú	Categoría trófica / dieta	Hábitat/densidad	Categoría de amenaza UICN	Categoría de amenaza Libro Rojo (SERFOR, 2018)
<i>Penelope jacquacu</i>	Pucacunga, pava de monte	Amazonía de Colombia, Venezuela, Guyana, Surinam, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil.	SB	Consumidor primario: frugívoro	Bosques, zonas pantanosas con cobertura boscosa, vegetación secundaria.	LC	-
		Rango altitudinal: 0-700 m s. n. m.			Densidad poblacional: 5.6-8.2 individuos / km ²		
<i>Ateles chamek</i>	Mono araña negro, maquisapa	Amazonía de Brasil, Perú y Bolivia.	YUN, SB, SP	Consumidor primario: frugívoro	Bosques de tierra firme e inundables.	EN	EN
		Rango altitudinal: 0-500 m s. n. m.			Densidad poblacional: 14-49 individuos / km ²		
<i>Cuniculus paca</i>	Majaz, picuro, zamaño, liebre, samani	Desde México hasta el sur de Brasil.	BPP, BSE, YUN, SB	Consumidor primario: frugívoro, ferbívoro	Bosques, zonas pantanosas con cobertura boscosa.	LC	-
		Rango altitudinal: 0-2000 m s. n. m.			Densidad poblacional: 4-90 individuos / km ²		

BPP, Bosque Pluvial del Pacífico; BSE, Bosque Seco Ecuatorial; COS, Costa; VOC, Vertiente occidental; PAR, Páramo; PUN, Puna; YUN, Yungas; SB, Selva Baja; SP, Sabana de Palmera.

Referencias bibliográficas

- BirdLife International. (2016). *Penelope jacquacu*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T22678386A92771552. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-3.RLTS.T22678386A92771552.en>
- BirdLife International. (2021a). *Harpia harpyja*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T22695998A197957213. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22695998A197957213.en>
- BirdLife International. (2021b). *Taraba major*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T22701251A167216154. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22701251A167216154.en>
- Emmons, L. (2016). *Cuniculus paca*. The IUCN Red List of Threatened Species 2016: e.T699A22197347. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2016-2.RLTS.T699A22197347.en>
- Martin, M. (Ed.). (2009). *Amazonia, guía ilustrada de flora y fauna*. Programa de Cooperación Hispano Peruano – Proyecto Araucaria XXI Nauta. Ministerio del Ambiente – Enlace Regional Loreto. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo – Oficina Técnica de Cooperación. Impreso por Serigráfica Industrial S. A. ISBN: 978-612-45650-0-7.
- Nielsen, C., Thompson, D., Kelly, M., & López-González, C. A. (2015). *Puma concolor*. The IUCN Red List of Threatened Species 2015: e.T18868A97216466. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-4.RLTS.T18868A50663436.en>
- Quigley, H., Foster, R., Petracca, L., Payan, E., Salom, R., & Harmsen, B. (2017). *Panthera onca* (errata version published in 2018). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T15953A123791436. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T15953A50658693.en>
- Rabelo, R. M., Silva, F. E., Vieira, T., Ferreira-Ferreira, J., Paim, F. P., Dutra, W., Silva Júnior, J. S., & Valsecchi, J. (2018). Extension of the geographic range of *Ateles chamek* (Primates, Atelidae): Evidence of river-barrier crossing by an Amazonian primate. *Primates*, 55, 167-171.
- Ravetta, A. L., Heymann, E. W., Rylands, A. B., Calouro, A. M., Messias, M. R., Alves, S. L., Wallace, R. B., Mollinedo, J. M., & Mittermeier, R. A. (2021). *Leontocebus weddelli* (amended version of 2020 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T160939221A192315781. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T160939221A192315781.en>
- SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). (2018). *Libro rojo de la fauna silvestre amenazada del Perú* (1.ª ed.). Lima: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
- Varela, D., Flesher, K., Cartes, J. L., De Bustos, S., Chalukian, S., Ayala, G., & Richard-Hansen, C. (2019). *Tapirus terrestris*. The IUCN Red List of Threatened Species 2019: e.T21474A45174127. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-1.RLTS.T21474A45174127.en>

ANEXO 4

VARIABLES EMPLEADAS EN LAS DIMENSIONES DEL ÍNDICE ESPACIAL DE HUELLA HUMANA

Para todas las variables empleadas en cada una de las dimensiones, se realizó la normalización de los pesos en una escala de 0 a 1, donde el valor máximo o cercano a 1 expresa restricciones al movimiento de especies, materia y energía, mientras que valores cercanos a 0 se asumen como poca restricción de movilidad por los diferentes elementos del paisaje.



Crédito: joreasonable / Freepik.

Dimensión intensidad de uso del suelo

Distancia a pastos y agricultura. Para el cálculo de esta variable, se empleó una distancia euclidiana de 8 km a parches de pastos y agricultura de 2019; posteriormente, se normalizó la variable en valores de 0 a 1 considerando que una menor distancia a pastos y agricultura puede generar resistencia al movimiento de especies y procesos

ecosistémicos (valores cercanos a 1). Mientras que, conforme la distancia a este tipo de uso aumenta, los impactos directos e indirectos hacia la biodiversidad y el movimiento de especies y procesos ecosistémicos disminuyen (valores cercanos a 0) (figura 1).

Figura 1. Distancia a pastos y agricultura, 2019

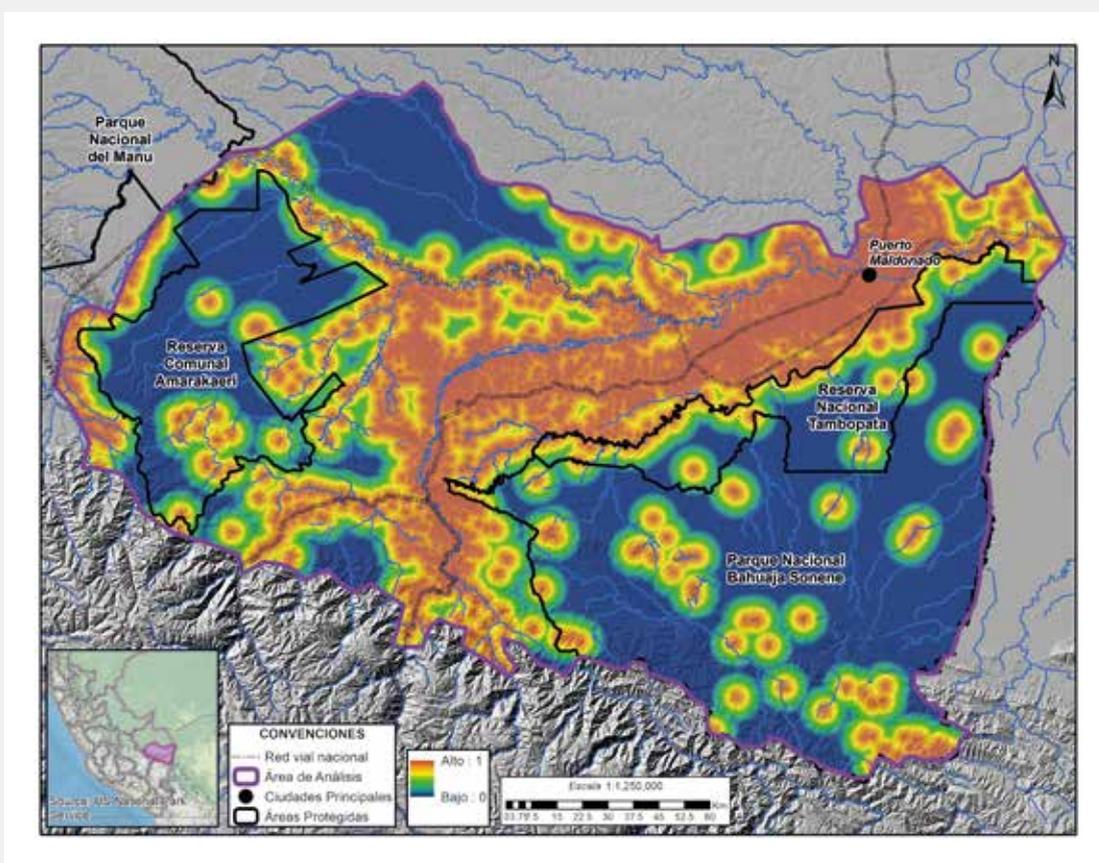
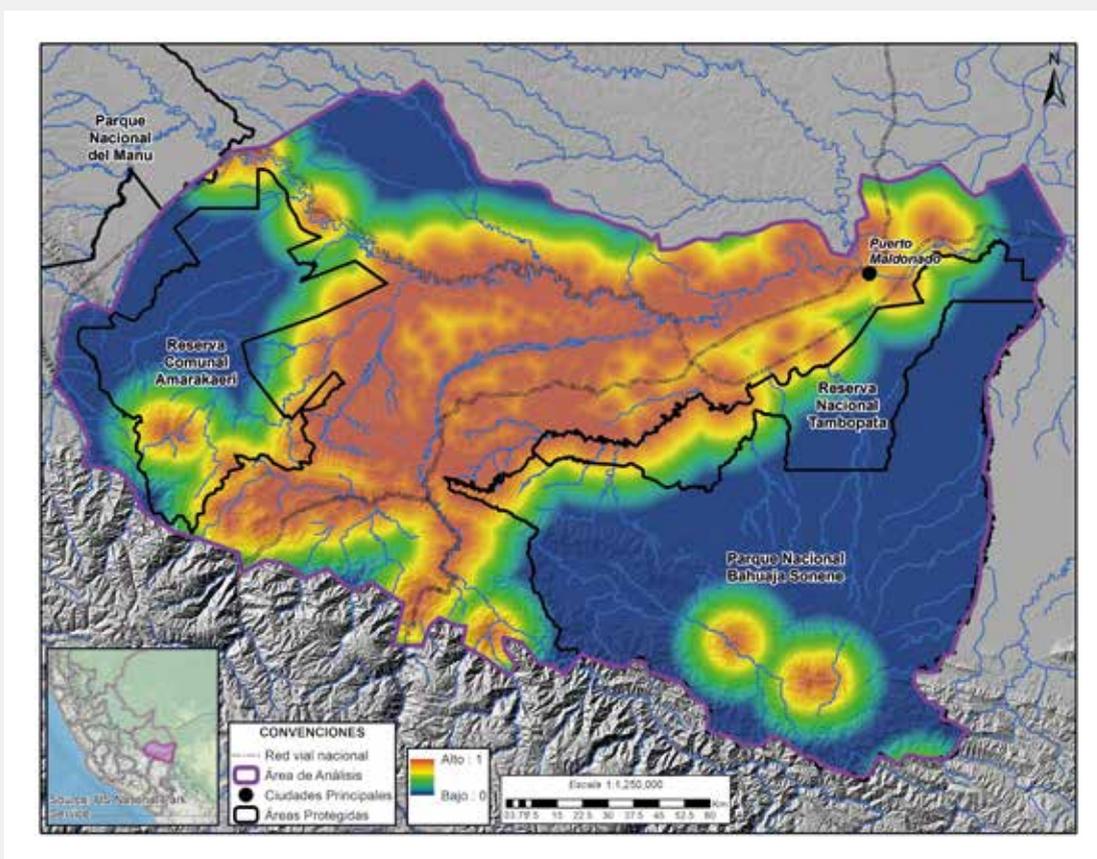


Figura 2. Distancia a minería, 2019



Distancia a zonas mineras. La variable empleada se basa en la hipótesis de disminución de diversidad y conectividad por prácticas altamente invasivas en el territorio y de baja capacidad de recuperación en zonas afectadas por minería intensiva; además, su escala temporal, de intensidad y magnitud puede ser considerada de al menos dos generaciones. Por lo tanto, se presenta como una variable dominante en el paisaje, que varía en diferentes escalas y afecta no solo la diversidad en la zona, sino también factores culturales, sociales y económicos. Los valores cercanos a 1 expresan mayores impactos directos

e indirectos, mientras que aquellos cercanos a 0, menor nivel de impacto. Es importante aclarar que todo tipo de impacto de actividades humanas en un paisaje no solo tiene efectos negativos sobre la misma área afectada, sino también ejerce un efecto de borde donde la magnitud de su efecto depende de la actividad, magnitud e intensidad con que esta se produzca. La explotación a cielo abierto genera impacto visual por alteraciones en elementos del paisaje como cuerpos de agua, deforestación y degradación de suelos, entre otros (figura 2).

Distancia a centros poblados. Este componente parte del supuesto de que la distancia a la que se encuentren diferentes especies de los puntos de acceso de los cazadores va a influenciar la abundancia de estas en el territorio (Benítez-López *et al.*, 2010). Para el cálculo de esta variable, se empleó una distancia euclidiana de

40 km, posteriormente normalizada en valores de 0 a 1, donde 0 indica un menor impacto o influencia de centros poblados sobre la biodiversidad y conectividad ecológica, y 1, un mayor impacto sobre poblaciones de especies y su movilidad en el paisaje (figura 3).

Figura 3. Distancia a centros poblados

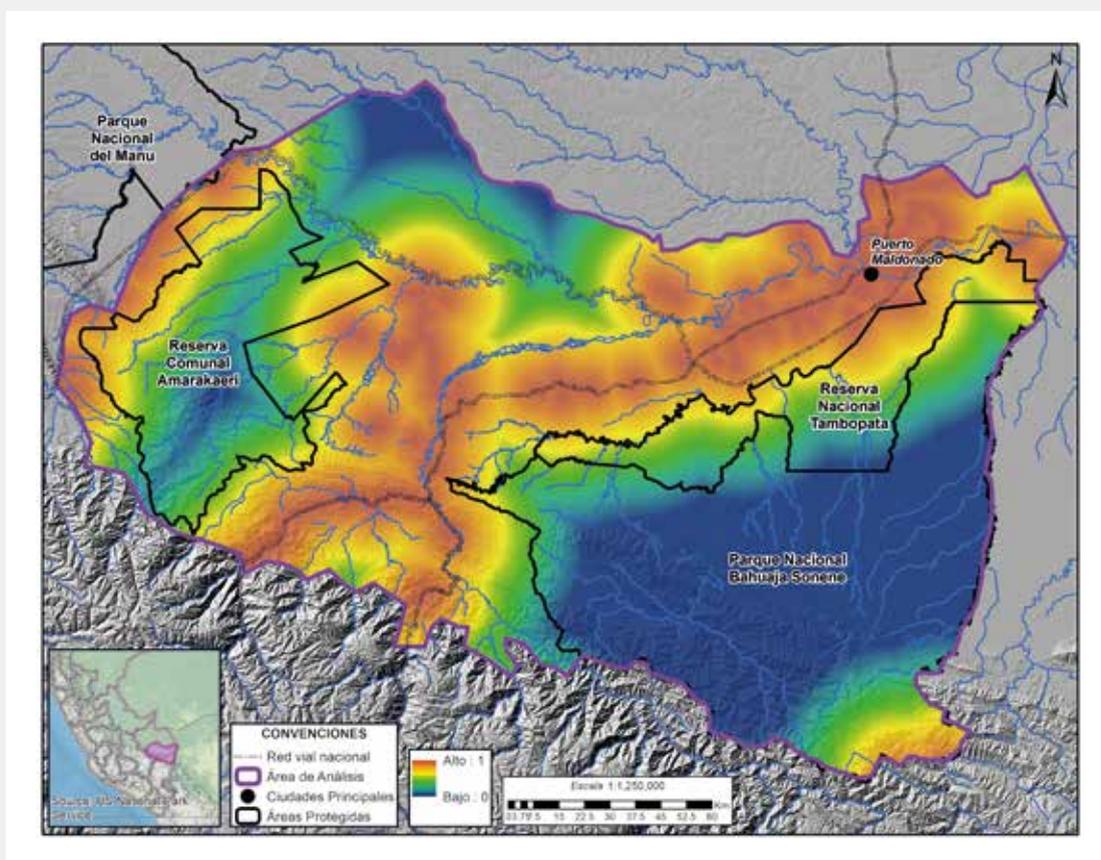
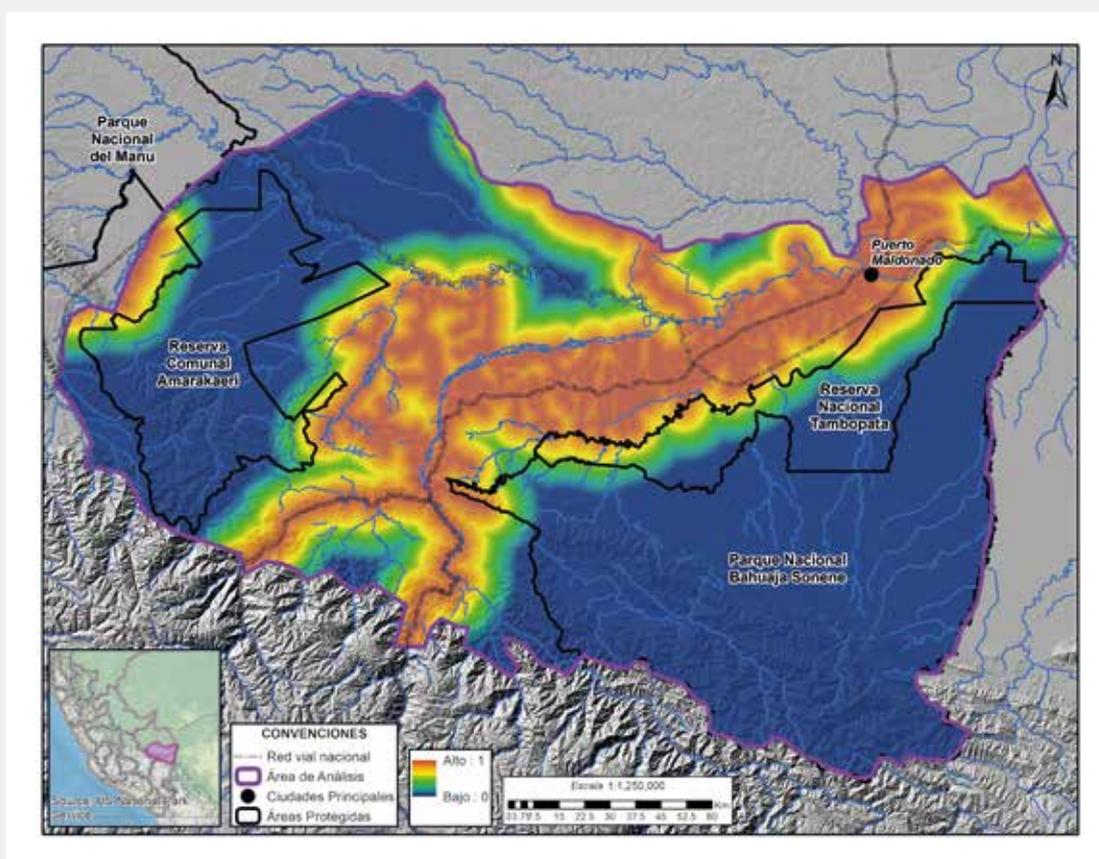


Figura 4. Distancia a vías



Distancia a vías de acceso. De acuerdo con Benítez-López *et al.* (2010), el efecto de las vías sobre la biodiversidad puede evidenciarse incluso en un radio de 17 km desde la vía. En este sentido, se calculó la distancia

euclidiana a 17 km de las vías, normalizando después la variable en un rango entre 0 y 1, donde 1 es valor de alto impacto sobre la biodiversidad y, conforme disminuye a 0, se reduce el impacto (figura 4).

Distancia a ríos principales. Los ríos son canales fluviales útiles para la movilización de productos y población, lo cual facilita la extracción del recurso natural y la colonización de zonas alejadas de infraestructura vial. En este sentido, los sistemas de transporte alternativo pueden tener gran impacto en la degradación y transformación de

las coberturas naturales. Igualmente, en la zona de estudio se observan patrones de pérdida de coberturas naturales por actividad minera asociados a cercanía de cuerpos de agua, especialmente en los ríos Madre de Dios, Inambari, Punkiri, Huepetuhe, Caychihue, Nusiniscato, Dos de Mayo, Malinowski, Manuani y Guacamayo Grande (figura 5).

Figura 5. Distancia a ríos

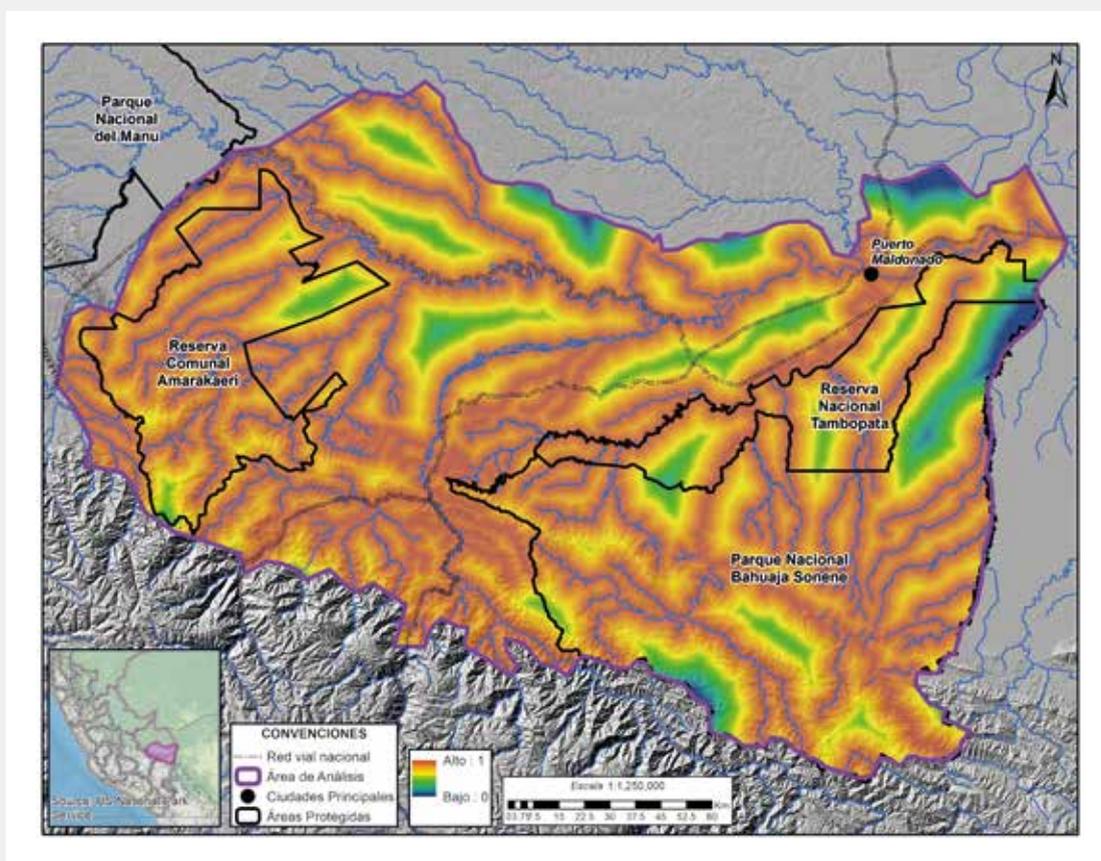
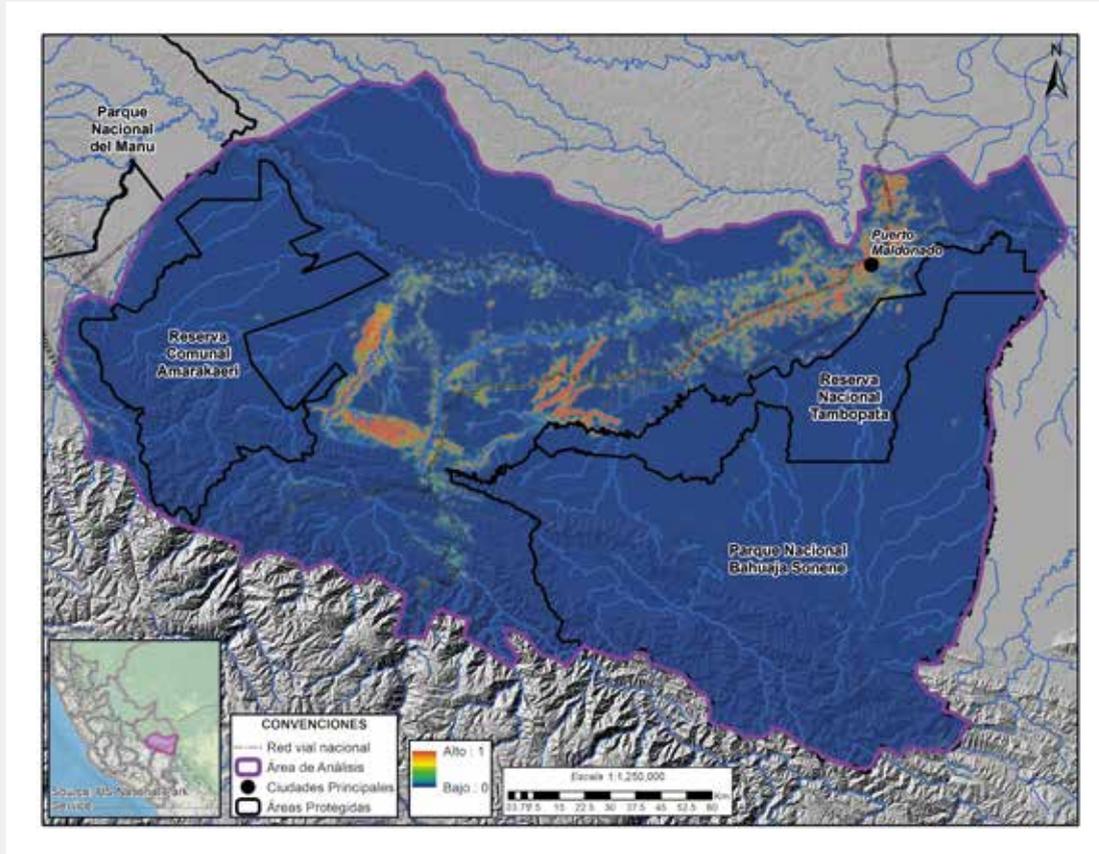


Figura 6. Índice de fragmentación



Índice de fragmentación. Medida de fragmentación generada a través del método por contagio, tomando como insumo las coberturas y usos del suelo del año 2019 convertidas en un archivo binario (natural/transformado) de tipo geotiff. La medida de fragmentación toma valores de 0 a 1, dependiendo del patrón detectado en la imagen; 0 representa un paisaje sin fragmentar, y 1 es la fragmentación máxima donde los píxeles de cobertura natural están separados entre sí (figura 6). La

fragmentación es el proceso de división de hábitat continuo en parches discontinuos, aislados unos de otros por una matriz con propiedades diferentes a las del hábitat original (Fischer & Lindenmayer, 2007; Forman & Godron, 1986). Los principales impactos de la fragmentación a nivel del paisaje son la reducción del tamaño y calidad del hábitat boscoso, el aumento del borde y el número de parches, y la pérdida de conectividad (Laurance *et al.*, 2002).

Vulnerabilidad biofísica

Índice de biomasa. La metodología para calcular este índice fue la propuesta por Anaya *et al.* (2009). Por lo tanto, se asumen los valores cercanos a 1 como limitaciones al movimiento de procesos y especies en el paisaje, mientras que los valores cercanos a 0 facilitan su movilidad. Para

realizar este índice, se tomaron la proporción de arbolado por píxel (VCF) de MOD44 (DiMiceli *et al.*, 2015) y el índice de vegetación EVI de MOD13A1 (Didan, 2015), determinando la biomasa a partir de modelos matemáticos (Anaya *et al.*, 2009) (figura 7).

Figura 7. Índice de biomasa

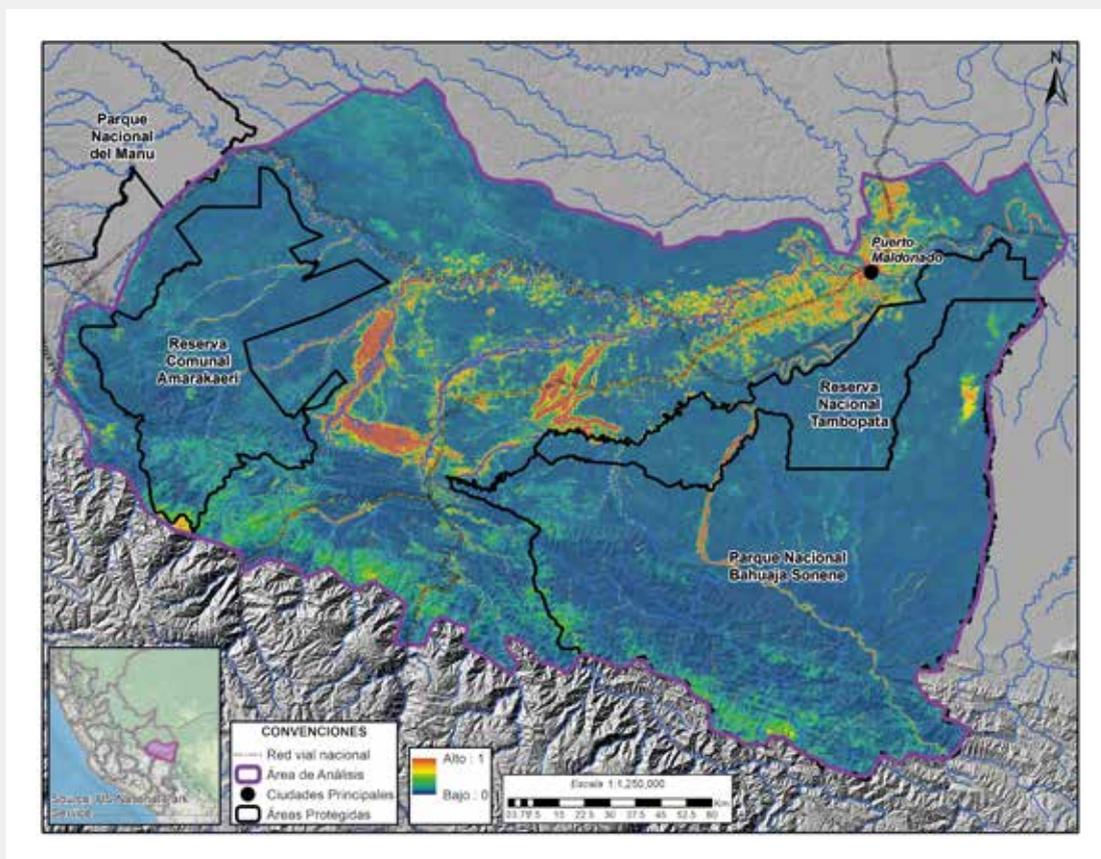
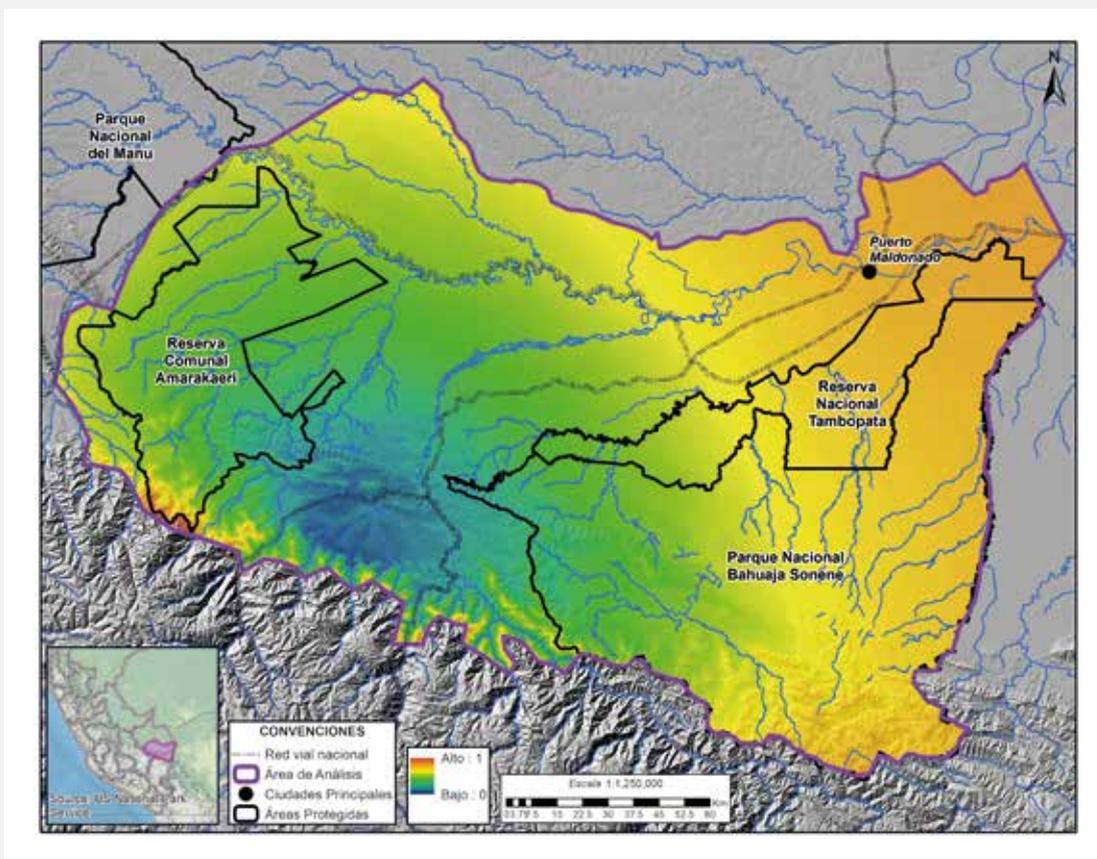


Figura 8. Índice de aridez



Índice de aridez. Mapa de aridez generado a partir de la relación entre la precipitación y la evapotranspiración potencial que permite la identificación de áreas deficitarias o excedentes de agua de lluvia para el sostenimiento de los ecosistemas, obtenido a partir de la metodología propuesta y desarrollada por Trabucco y Zomer (2018). El agua es la principal limitante de la actividad biológica. Es probable que la aridez cause una reducción en la productividad

ecológica y económica de los ecosistemas terrestres (Trabucco & Zomer, 2018). Los valores cercanos a 1 indican una menor disponibilidad de humedad para el crecimiento potencial de vegetación, mientras que valores cercanos a 0 expresan disponibilidad de humedad y menor riesgo de aridez ante intervenciones de alto impacto antrópico (figura 8).

Anomalías climáticas a 2030. Una de las respuestas de la biodiversidad al cambio climático está dada por los desplazamientos y migraciones de especies y poblaciones hacia zonas climáticas adecuadas, lo cual modifica su rango de distribución, así como procesos asociados a interacciones bióticas. No obstante, la capacidad adaptativa de las especies depende de limitaciones fisiológicas, por lo cual especies con alta vulnerabilidad al cambio climático y baja adaptabilidad corren el riesgo de sufrir extinciones locales (Root *et al.*, 2003). Esta variable parte del supuesto de cambios abruptos en el clima al año 2030, que pueden exceder los límites fisiológicos de especies de flora y fauna, limitando la cantidad y calidad de hábitat adecuado para su supervivencia, lo cual afectará de manera directa la movilidad de materia y energía a

través del paisaje. La metodología para calcular anomalías climáticas fue propuesta por Williams *et al.* (2007). Para realizar este índice, se utilizaron las variables bioclimáticas de temperatura anual promedio (Bio 1) y la precipitación anual promedio (Bio 12) tomadas de la base de datos de CHELSA para el clima actual y para el año 2030 (Karger *et al.*, 2017). Para representar el clima de 2030, se utilizaron los siguientes modelos climáticos: CNRM-CM5, CSIRO-MK3-6-0, GFDL-ESM2G, GFDL-ESM2M, HadGEM2-CC, HadGEM2-ES, IPSL-CM5A-LR, MIROC5 y MRI-CGCM3 para los RCP 4.5 (escenario de emisiones intermedias) y 8.5 (escenario de emisiones altas). Los valores cercanos a 1 representan un cambio abrupto en el clima futuro, mientras que los valores cercanos a 0 refieren a un menor cambio (figura 9).

Figura 9. Anomalías climáticas

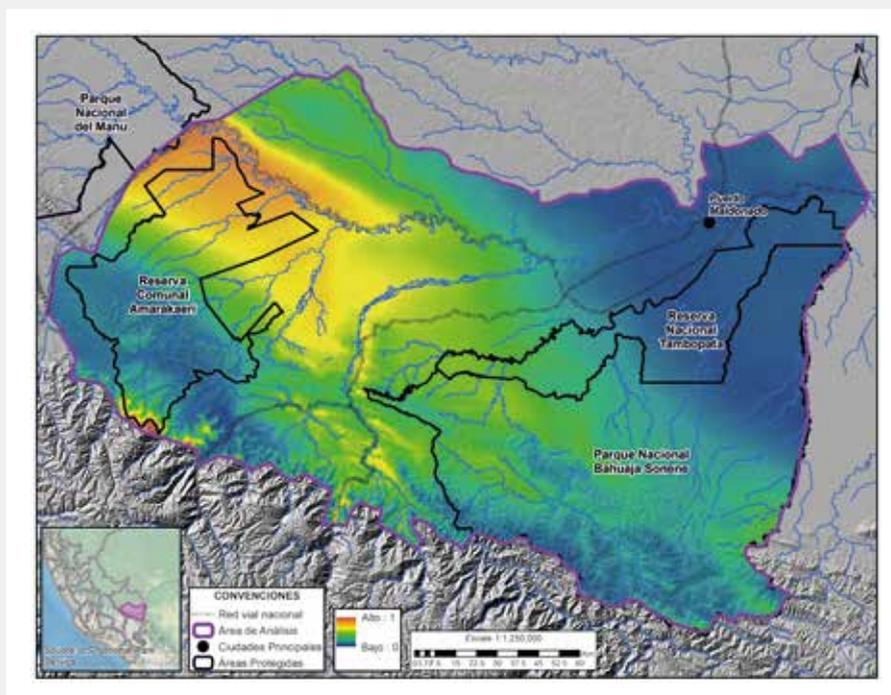
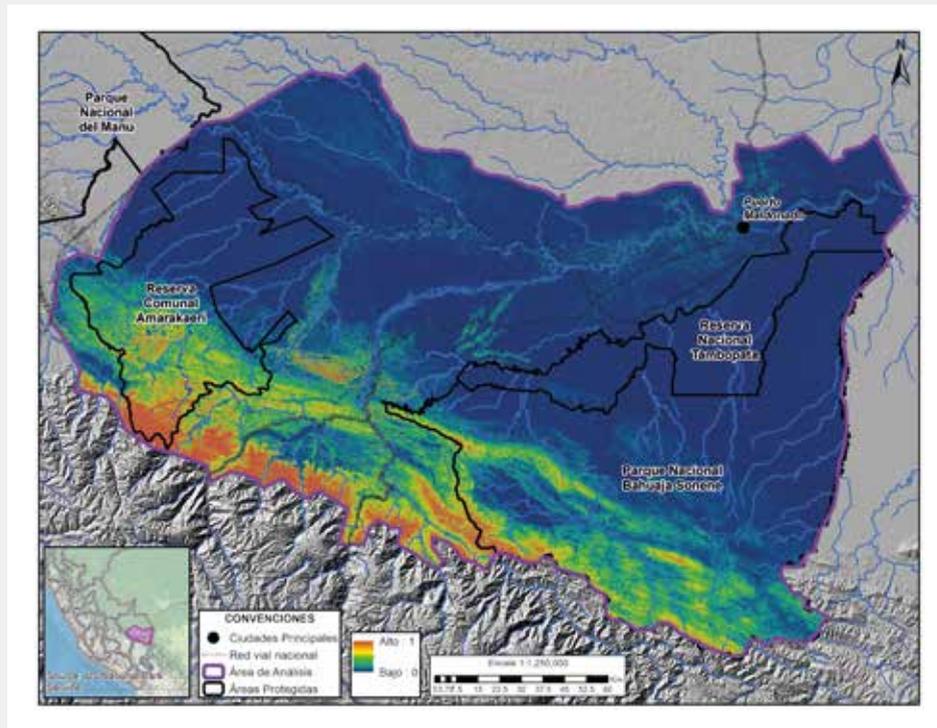


Figura 10. Ecuación de pérdida de suelo universal revisada



RUSLE – ecuación de pérdida de suelo universal revisada. Es un método cuantitativo de evaluación indirecta de la pérdida de suelo por procesos de erosión hídrica. Es una ecuación de tipo paramétrico que contempla los factores determinantes del proceso erosivo: agresividad climática, susceptibilidad del suelo a la erosión, influencia de la longitud e inclinación de la pendiente, protección ofrecida por la cobertura vegetal y eficacia de las medidas de conservación (Chadli, 2016) (figura 10). Esta ecuación está compuesto por varios factores, donde R es el factor de precipitación y escorrentía por ubicación geográfica (figura 10.1); K es el factor de erodabilidad del

suelo, el cual parte del supuesto de que la composición del suelo es clave para entender la susceptibilidad de las partículas al desprendimiento y al transporte por lluvia y la escorrentía (figura 10.2); LS es el factor de longitud-gradiente de la pendiente (figura 10.3); C es el factor de cultivo/vegetación y gestión, y se utiliza para determinar la eficacia relativa de los sistemas de gestión del suelo y de los cultivos en términos de prevención de la pérdida de suelo (figura 10.4); y P es el factor de prácticas de apoyo, que tiene en cuenta los efectos de las prácticas que reducen la cantidad y la velocidad de la escorrentía, que, a su vez, aminoran la cantidad de erosión (figura 10.5).

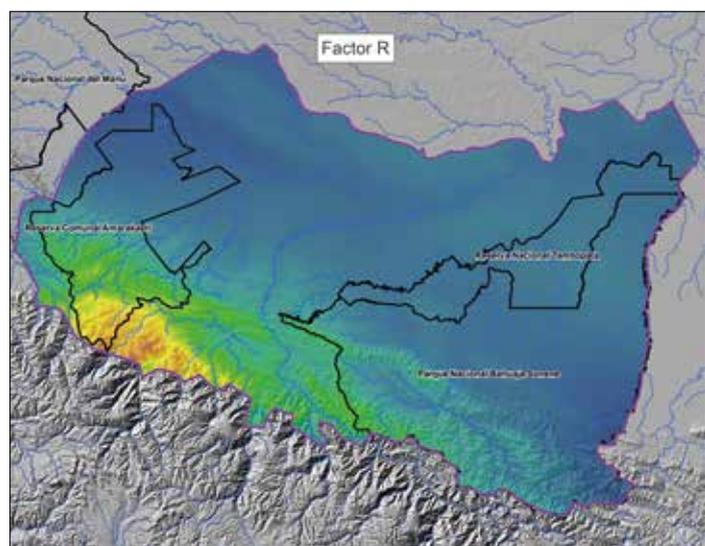


Figura 10.1. Factor de precipitación y escorrentía por ubicación geográfica

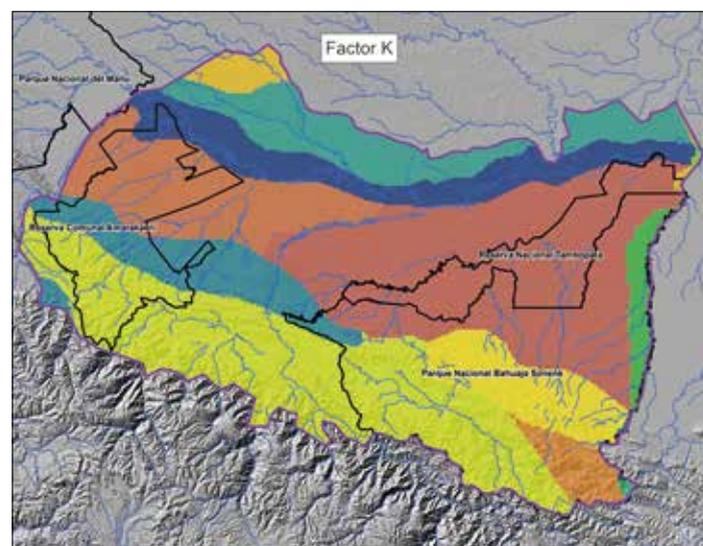


Figura 10.2. Factor de erodabilidad del suelo

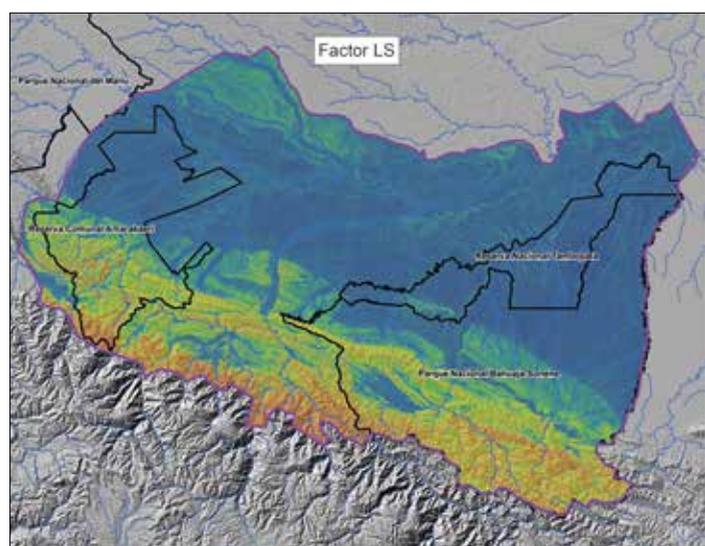


Figura 10.3. Factor de longitud-gradiente de la pendiente

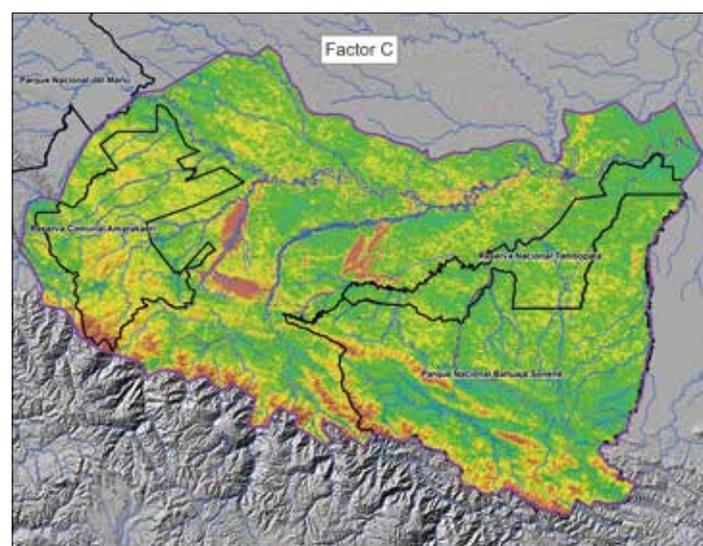


Figura 10.4. Factor de cultivo/vegetación y gestión del suelo

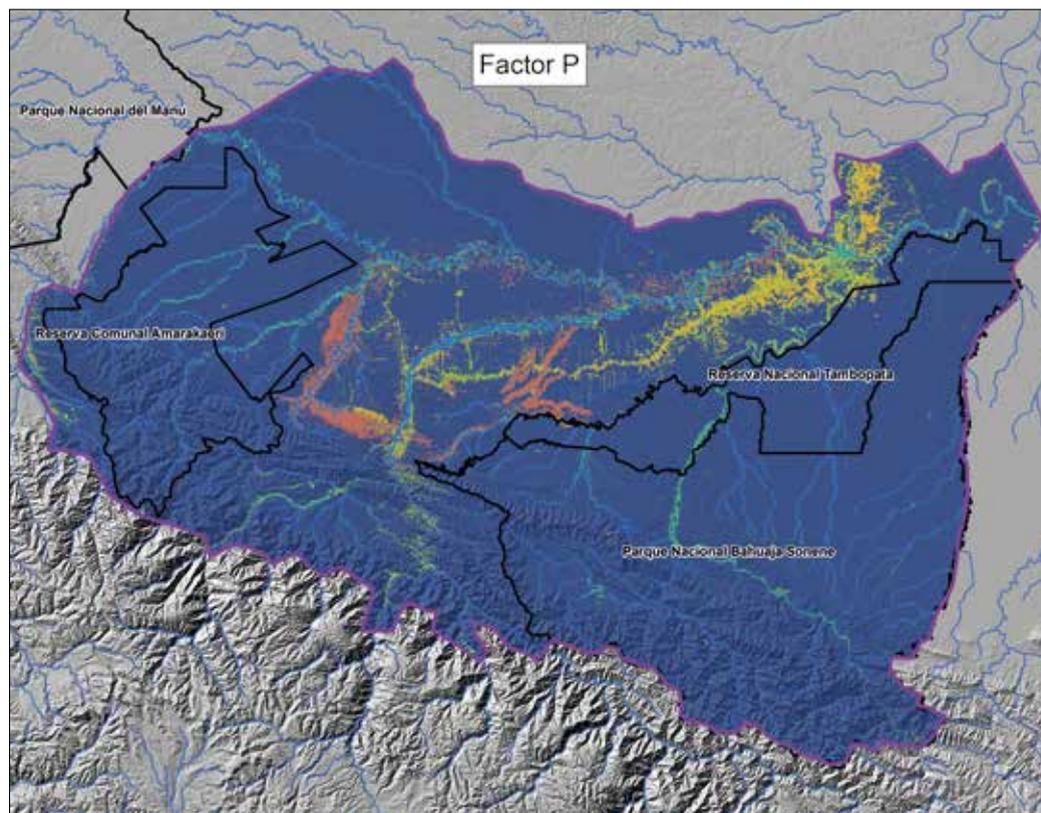


Figura 10.5. Factor de prácticas de apoyo

Referencias bibliográficas

- Anaya, J. A., Chuvieco, E., & Palacios-Orueta, A. (2009). Aboveground biomass assessment in Colombia: A remote sensing approach. *Forest Ecology and Management*, 257(4), 1237-1246.
- Benítez-López, A., Alkemade, R., & Verweij, P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*, 143(6), 1307-1316.
- Chadli, K. (2016). Estimation of soil loss using RUSLE model for Sebou watershed (Morocco). *Modeling Earth Systems and Environment*, 2, 1-10.
- Didan, K. (2015). MOD13Q1 MODIS/Terra Vegetation Indices 16-Day L3 Global 250m SIN Grid V006 [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Fecha de consulta: 10 de junio de 2022. <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD13Q1.006>
- DiMiceli, C., Carroll, M., Sohlberg, R., Kim, D., Kelly, M., & Townshend, J. (2015). MOD44B MODIS/Terra Vegetation Continuous Fields Yearly L3 Global 250m SIN Grid V006 [Data set]. NASA EOSDIS Land Processes DAAC. Fecha de consulta: 10 de junio de 2022. <https://doi.org/10.5067/MODIS/MOD44B.006>
- Fischer, J., & Lindenmayer, D. B. (2007). Landscape modification and habitat fragmentation: A synthesis. *Global Ecology and Biogeography*, 16, 265-280.
- Forman, R. T., & Godron, M. (1986). *Landscape ecology*. Nueva York: Wiley.
- Karger, D. N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., Zimmermann, N. E., Linder, P., & Kessler, M. (2017). Climatologies at high resolution for the Earth land surface areas. *Scientific Data*, 4, 170122. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.122>
- Laurance, W. F., Lovejoy, T. E., Vasconcelos, H. L., Bruna, E. M., Didham, R. K., Stouffer, P. C., Gascon, C., Bierregaard, R. O., Laurance, S. G., & Sampaio, E. (2002). Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: A 22-year investigation. *Conservation Biology*, 16, 605-618.
- Root, T., Price, J., Hall, K. *et al.* (2003). Fingerprints of global warming on wild animals and plants. *Nature*, 421, 57-60. <https://doi.org/10.1038/nature01333>
- Trabucco, A., & Zomer, R. J. (2018). Global aridity index and potential evapotranspiration (ET0) climate database v2. CGIAR Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI). Publicado en línea. Disponible en el portal del CGIAR-CSI.
- Williams, J. W., Jackson, S. T., & Kutzbach, J. E. (2007). Projected distributions of novel and disappearing climates by 2100 AD. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(14), 5738-5742.

“

La generación de conocimiento y evidencia es fundamental para orientar a los gobiernos y planificar el desarrollo de actividades productivas. Este estudio se alinea con el Objetivo 2 del Plan Estratégico de Desarrollo Nacional (PEDN) al 2050, enfocado en la gestión sostenible del territorio para prevenir y reducir las amenazas a las personas y sus medios de vida, en un contexto de cambio climático. Será un insumo importante en el Plan de Desarrollo Concertado de Madre de Dios, el cual se desarrolla con el acompañamiento de CEPLAN.

Soc. Martha Vicente. Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN). Abril de 2023.

.....

En este estudio, científicos, mineros, agricultores y tres comunidades harakbuts trabajamos juntos para conocer más sobre las especies locales y cómo conservarlas. Con cámaras trampa y otras técnicas de rastreo, obtuvimos cerca de 1000 registros de 150 especies en áreas de conservación que colindan con zonas fuertemente impactadas. Con ello, hemos generado evidencia científica que nos ayudará a fortalecer estrategias de gestión territorial. Ver la conectividad nos da esperanza y motivación para recuperar y restaurar los bosques, reconectando los puentes entre la biodiversidad y la humanidad.

Blga. Julissa Barrios. Concesión Minera Cinco Rebeldes, Madre de Dios. Abril de 2023.

”



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Norad



FCDS
Conservación y Desarrollo