

PASANTÍA EN ISAGEN

Estudiante

Sebastián Flórez Lucero

Directora

Lina María Hinestroza

Codirector

Andrés Arias Alzate

Trabajo de Grado

En la modalidad de *Pasantía*

Programa de Ecología

Universidad CES

Medellín

Junio 2023

20 de junio de 2023.

Se informa que el estudiante **Sebastián Flórez Lucero** identificado con cédula: No. 1001010493 ha concluido de manera satisfactoria su trabajo de grado titulado “**Pasantía en ISAGEN**” en la modalidad de *Pasantía*.

En calidad de **directora** del trabajo de grado en mención, y luego de haber revisado con detalle y alto rigor científico y académico el presente documento final, se aprueba este Trabajo de Grado como requisito parcial para optar al título de **Ecólogo**.



Lina María Hinestroza Blandón
Cédula: 39386411
Gerencia de Producción de
Energía, Equipo ambiental,
Coordinación Antioquia.



Andrés Arias Alzate
Cédula: 71798587
Facultad de Ciencias y
Biotecnología
Universidad CES.

Pasantía en ISAGEN

Sebastián Flórez Lucero

Resumen

Dentro de la Central Hidroeléctrica Calderas, se establecieron algunas recomendaciones por parte del contratista FAUNATIVA, para poder mejorar la conectividad entre fragmentos de bosque dentro de la central, haciendo énfasis a las especies focales que están dentro del proyecto, durante su etapa de operación; la instalación de pasos de fauna en las vías de influencia del proyecto fue una de esas estrategias. Por lo cual, el propósito de este estudio, bajo la modalidad de pasantía en ISAGEN, fue proponer un diseño de pasos elevados de fauna, en cumplimiento con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental de la central. Estos pasos de fauna silvestre fueron propuestos en función de la ecología de las especies (e.g. comportamientos, hábitos, necesidades). También, se trabajó de la mano con los guardabosques de la empresa, capacitándolos y asesorándolos en diferentes temas ambientales, levantamiento de información de cámaras trampa y recopilación de bases de datos para la central. Esta práctica se ejecutó en seis meses, bajo la modalidad semipresencial en una jornada laboral de 8 horas diarias. Finalizando esta práctica, se obtuvo un aprendizaje en el buen diseño de cruces de fauna, el manejo y creación de bases de datos en Excel para el levantamiento de información, aportando a una buena coordinación del proyecto.

Palabras clave: ISAGEN, Cruces de fauna, Plan de Manejo Ambiental, Educación Ambiental.

TABLA DE CONTENIDO

Artículo I. Tabla de contenido

1. PRESENTACIÓN.....	5
2. RESEÑA DE LA INSTITUCIÓN	7
3. OBJETIVOS.....	7
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	7
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
4. LOGROS ALCANZADOS.....	8
5. DIFICULTADES.....	8
6. RESULTADOS	9
6.1 “DOCUMENTO PARA EL DISEÑO DE PUENTE DE DOSEL PARA EL PRIMATE <i>SAGUINUS LEUCOPUS</i> ”.....	9
6.2 INDICADORES BRE.....	10
6.3 SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (SG-SST).	11
6.4 CURSO DE AVITURISMO.....	12
7. CONCLUSIONES	13
8. BIBLIOGRAFÍA.....	14
9. ANEXOS	16

Presentación

ISAGEN desde el 2019 comenzó a dar cumplimiento a las obligaciones ambientales establecidas por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) para el Plan de Manejo Ambiental (PAM), específicamente con respecto al monitoreo de la fauna asociada a la Central Hidroeléctrica Calderas (L. Hinestroza, com.per. 2022). A la fecha, se han complementado dos años de monitoreo de fauna (anfibios, aves, reptiles y mamíferos) y dos años consecutivos de monitoreo de las especies focales dentro de los predios de la central (L. Hinestroza, com.per. 2022). FAUNATIVA es el contratista encargado de hacer los monitoreos de los cuatro grupos biológicos (anfibios, aves, reptiles y mamíferos), ellos generaron un documento llamado “Medidas de Manejo Calderas Concepto Técnico 2022”, donde plasman algunas estrategias que serán usadas para dirigir esfuerzos y ajustar medidas para garantizar el tránsito y conectividad entre fragmentos de vegetación y hábitats naturales de la central, requerido por la Autoridad Ambiental.

La apertura de carreteras, al igual que todas las obras de infraestructura y actividades humanas, causa efectos negativos sobre el paisaje, por ello su identificación y evaluación es importante con el fin de diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen estos impactos (1-3). Entre los efectos ecológicos más significativos de las carreteras pueden citarse los siguientes: fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativa, alteración del ciclo hidrológico, cambios micro climáticos, producción de material particulado y de ruido, atropellamiento de fauna y contaminación de las aguas y del suelo (4-7). La fragmentación del paisaje ocurre cuando un hábitat grande y continuo se reduce y se subdivide en dos o más fragmentos. Este fenómeno está casi siempre asociado a la tala de bosques para su conversión en otros usos del suelo, pero también ocurre cuando el área es atravesada por una carretera, canal, línea de transmisión u otra obra de infraestructura que divida el área (8).

Ha habido diferentes investigaciones que, basados en sus resultados concluyen que implementar una estrategia como la construcción de cruce de fauna son viables para disminuir los impactos generados por el desarrollo vial (9-11). Sin embargo, muchas veces esta medida no es un indicador adecuado para evaluar la eficacia de las estructuras de cruce, ya que estas pueden estar en mal estado y no responder los hábitos o necesidades de las especies, haciendo que estas estructuras muchas veces no sean efectivas para generar el impacto esperado (15,12).

Según Cunneyworth et al. 2022 (13), los ecólogos y biólogos de la conservación e ingenieros instalan una amplia gama de estructuras de cruce de carreteras para mitigar los factores anteriormente mencionados. Estas estructuras se dividen en dos categorías generales: pasos inferiores o pasos superiores (14). Estos son elegidos en función de los atributos y el comportamiento específico de la especie objetivo (14-15), el tipo de infraestructura vial (es

decir, carretera, carretera de conexión, carretera rural) y el presupuesto requerido (16). Por ejemplo, para los primates, los puentes de dosel (i.e escalera horizontal o puentes de un solo polo o cuerda) se utilizan exclusivamente para aumentar la conectividad del hábitat, como a través de tierras agrícolas (17).

Por ello, la implementación de pasos elevados de fauna se establece como una medida de manejo y se justifica sus acciones encaminadas al mejoramiento de la conectividad para la fauna de la Central Calderas, según el documento “Medidas de Manejo Calderas Concepto Técnico 2022”. Los diferentes grados de conectividad identificados en el paisaje son el resultado de la disponibilidad de coberturas idóneas para el desplazamiento, capacidad de dispersión de la fauna y por supuesto, de la importancia de estas coberturas vegetales para mantener y conectar las poblaciones locales de animales. En este caso se elige un diseño de paso elevado, de una sola línea ya que la especie que queremos impactar es una especie de hábitos arborícolas, la cual pasa la mayoría de tiempo en el dosel, por lo cual, un paso inferior o terrestre no sería lo más adecuado para que esta especie lo use, (18-20). Los pasos se eligen en función de los atributos y comportamiento específico de la especie objeto, estos pasos terrestres se usan más que todo cuando se quieren impactar especies con hábitos que no sean arborícolas, por ejemplo, los tigrillos, zorro perro, pumas, etc.

Cuando se tiene la oportunidad de trabajar en proyectos o empresas como lo es ISAGEN, lo más usual es que se recojan grandes cantidades de información asociada a encuestas, requerimientos, monitoreos, reuniones o cualquier tipo de información que día a día llegan a sus bases de datos, esto provoca un desborde o aumento en el volumen de la información que, muchas veces no está en algún formato virtual, tipo PDF o documentos de Word, sino que también pueden estar en formatos por escrito. Por lo cual, la consolidación de este tipo información en Excel ayuda a que más adelante puedan ser analizados mediante la estadística descriptiva, la cual se utiliza para describir datos, resumirlos y presentarlos de forma que sean fácil de interpretar (21).

ISAGEN dentro de sus acciones establecidas por la ley incluyen programas para el bienestar de las comunidades dentro de sus áreas de influencia, como lo es el Programa de Información y Participación Comunitaria (PIPC) que contempla, entre otros, los medios ENCOMUNIDAD y espacios como las mesas interinstitucionales (22); en estos espacios se utilizaba el curso de Aviturismo para poder conectar a las comunidades de las áreas de influencia con la fauna asociada, en este caso las aves, así se fomentaba la importancia de las especies que se encuentran en los municipios donde se ubican algunas hidroeléctricas (i.e Amalfi, San Carlos). Dentro de las acciones referentes al Plan de Manejo Ambiental de alguna central de generación de la empresa, se dan visitas programadas llamadas comisiones ambientales donde se apoyan diferentes temas desde el componente biótico, que es donde están los profesionales ambientales, como visitas de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales o algún requerimiento que desde la misma central se le solicita a la empresa, por ejemplo, capacitaciones acerca de la identificación de serpientes venenosas dentro de los predios de alguna central de generación, con el objetivo realizar una gestión de seguridad

y salud preventiva en las actividades empresariales, enfocada en la no ocurrencia de eventos de alto riesgo.

Reseña de la institución

ISAGEN es una empresa privada de generación y comercialización de energía que avanza en el desarrollo de un portafolio de energías renovables que aprovecha fuentes como el agua, el viento, la luz solar y que mantiene el certificado ICONTEC que respalda su Sistema de Gestión de la Calidad, bajo la norma ISO 9001 versión 2015 . En el marco de la política ambiental que tiene ISAGEN, esta, reconoce la importancia de proteger y preservar los ecosistemas, asegurando de manera responsable la continuidad del negocio y aportando al desarrollo de los territorios, así como, de los Planes de Manejo Ambiental que realiza la empresa en función de los componentes físicos, bióticos y sociales.

Los proyectos, obras o actividades sujetos a licencia ambiental o Plan de Manejo Ambiental, durante su etapa de construcción, operación, desmantelamiento o abandono, son objeto de control y seguimiento por parte de las autoridades ambientales. Autoridades que, en el caso de algunas de las centrales hidroeléctricas de ISAGEN ubicadas en el oriente antioqueño, son CORNARE o CORANTIOQUIA, encargadas de vigilar las acciones o procesos que implementan los diferentes proyectos que están bajo su jurisdicción.

Objetivos

Objetivo general

Adquirir nuevos conocimientos y aptitudes a través de una pasantía en ISAGEN, que serán de utilidad en el desarrollo de la vida personal y profesional del practicante.

Objetivos específicos

- Aprender cuáles son algunas de las estrategias de mitigación que implementa un proyecto en función de un impacto ambiental, como lo son los pasos aéreos de fauna.

- Acompañar las comisiones ambientales que, por ser parte del componente biótico, serán apoyadas. Junto con el Programa de Información y Participación Comunitaria (PIPC).
- Apoyar a la creación de diferentes bases de datos en Excel, donde la información allí depositada sea entendible y de fácil acceso.
- Ayudar a la consolidación de una base de datos en función de un monitoreo con cámaras trampa en San Vicente de Chucurí, Sogamoso.
- Enriquecer el proyecto audiovisual “Aprender a conservar nuestros bichos”, para el Programa de Educación Ambiental (PREDA).
- Sensibilizar a los contratistas de algunas centrales hidroeléctricas para que aprendan a diferenciar serpientes venenosas, de no venenosas. En función de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Logros alcanzados

- Se obtuvieron capacidades y habilidades para realizar un buen diseño de paso aéreo para el Tití Gris dentro de la central hidroeléctrica Calderas. Diseño que va en función de la especie a impactar.
- Se pudo conocer algunas centrales hidroeléctricas en el país, dando a conocer los procesos y problemáticas que giran en torno a este tipo de proyectos, no solo en el componente biótico, también en el social.
- Adquirir nuevas habilidades en función al manejo de Excel y la generación de bases de datos, permitiendo un acceso a la información más fácil y agradable.
- Se pudo resaltar la importancia y el valor de las serpientes venenosas y no venenosas dentro de los predios de las centrales de oriente antioqueño de ISAGEN. Brindando herramientas y conocimiento desde la academia para saber diferenciar a estas especies, enfocándonos siempre en la prevención de los accidentes ofídicos.
- La oportunidad de asistir a una de las visitas que hace la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), a la central hidroeléctrica San Carlos, permitió la familiarización con el qué hacer de un profesional ambiental frente a estos escenarios.

Dificultades

- Una de las dificultades que se presentó fue el cambiar de proyecto durante la pasantía, ya que al principio era diseñar y montar 5 pasos elevados en las centrales hidroeléctricas de Luzma I y II, ubicadas en el municipio de Amalfi. Pero por temas de logística y transporte ese proyecto no se pudo llevar a cabo, por lo cual el proyecto en ISAGEN cambió.
- Otra dificultad fue que, aunque se propusieron los pasos elevados para impactar la movilidad del Tití Gris en la central hidroeléctrica Calderas, por temas de logística, no se pudo asistir el día en que este fue instalado en la central.

Resultados

- Elaboración del “Documento para el diseño de puente de dosel para el primate *Saguinus leucopus*”, justificando el porqué del diseño propuesto y algunas recomendaciones para su instalación (Anexo 1).
- Actualización de las bases de datos de fauna y flora amenazada de las centrales hidroeléctricas de oriente antioqueño para el cuarto trimestre del año 2022, en función a los indicadores BRE que la autoridad ambiental, en este caso CORNARE, le pide a ISAGEN.
- Se dictaron dos charlas para la divulgación científica de los ofidios de las centrales hidroeléctricas de oriente antioqueño de ISAGEN, en función de la prevención, seguridad y salud en el trabajo (Anexo 2).
- Se pudo terminar el curso de aviturismo para el Programa de Educación Ambiental (PREDA), cuyo objetivo es sensibilizar e informar a las comunidades que están dentro del área de influencia de algunas de las centrales hidroeléctricas de ISAGEN.
- Consolidación de la información de un monitoreo con cámaras trampa en San Vicente de Chucurí, Sogamoso en una base de datos en Excel. Para que así la información quede de fácil acceso y que posteriormente pueda ser analizada.

“Documento para el diseño de puente de dosel para el primate *Saguinus leucopus*”.

La elaboración del documento para el diseño de puente de dosel enfocado a la especie *Saguinus leucopus* se hizo en función a toda la literatura encontrada de trabajos de primates en Sur América. Es de resaltar, que esta propuesta es el primer puente de dosel para el Tití Gris dentro de la Central Hidroeléctrica Calderas (Img. 1).



Imagen 1. Diseño de paso elevado de una sola línea para el Tití Gris, dentro de la Central Hidroeléctrica Calderas. FAUNATIVA, 2022.

Indicadores BRE.

Una de las obligaciones de ISAGEN es actualizar el listado de las especies de flora y fauna que están bajo algún grado amenaza según la IUCN, dentro de los predios de las centrales hidroeléctricas. Por lo cual, en el cuarto trimestre de 2022 se realizó el último reporte de las especies amenazadas para que posteriormente fueran enviadas a la autoridad ambiental competente; para que esta solicitara los requerimientos necesarios en base a este reporte (Img. 2a-b).

a

Reported species	#	%	UNCD (international)			National Resolution 1912/2017		
Category	Fauna	Flora	Category	Fauna	Flora			
Flora	43	34%	Critically endangered	1	1	Critically endangered	1	3
Fauna	84	66%	Endangered	5	7	Endangered	3	10
Total	128		Vulnerable	19	13	Vulnerable	21	10
			Near Threatened	16	6	Subtotal	25	23
			Subtotal	41	27	Total	48	
			Total	68		%	52%	48%
			%	60%	40%	Endemic species (species that do not)		
							#	%
						Flora	54	83%
						Fauna	11	17%
						Total	65	

b

Trimestre: Q1, Q2 y Q3

Reported species	#	%	UNCD (international)			National Resolution 1912/2017		
Category	Fauna	Flora	Category	Fauna	Flora	Category	Fauna	Flora
Flora	48	36,09	Critically endangered	1	1	Critically endangered	1	3
Fauna	85	63,91	Endangered	5	9	Endangered	3	11
Total	133		Vulnerable	15	12	Vulnerable	21	10
			Near Threatened	16	5	Subtotal	25	24
			Subtotal	37	27	Total	49	
			Total	64		%	51,02	48,98
			%	57,81	42,19	Endemic species (species that do not)		
							#	%
						Flora	22	83%
						Fauna	16	17%
						Total	38	

Imagen 2. Reporte de las especies de flora y fauna en algún grado de amenaza. Donde, a. Reporte que se generó en el primer trimestre del año 2022, b. Reporte final para el cuarto trimestre del 2022, donde los colores verdes indican un cambio en el número de especies registradas en algún grado de amenaza.

Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST).

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) busca desarrollar procesos basados en la mejora continua, lo cual incluye aspectos como la organización, la planificación y la evaluación para poder anticipar, reconocer y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad de los espacios laborales. En ese orden de ideas, se dictaron dos charlas a los contratistas de MPC de ISAGEN (octubre 25 y diciembre 01 del 2022), que por sus labores de mantenimiento tienen un alto riesgo en campo, dentro de esos, los accidentes ofídicos. Estas

charlas estuvieron orientadas a prevenir los accidentes ofídicos por medio del reconocimiento de especies venenosas y no venenosas dentro de la central Hidroeléctrica San Carlos, charlas que fueron de suma importancia ya que a estos contratistas no se les divulgaba este tipo de información desde el año 2019 (Img. 3).



Imagen 3. Asistencia a la charla de “capacitación de serpientes venenosas y no venenosas” a los contratistas de MPC, dentro de la central hidroeléctrica San Carlos. Tomado por Sebastián Florez L, 2022.

Curso de Aviturismo.

El Programa de Educación Ambiental (PREDA) es un programa usado por la empresa para divulgar y dar a conocer las diferentes especies con las que cuentan la zona donde están ubicadas los proyectos hidroeléctricos, esta herramienta es usada junto con el Programa de Información y Participación Comunitaria (PIPC) para ser llevado a las comunidades. Por lo cual, el curso de Aviturismo brinda esa oportunidad de acercar a las comunidades a las diferentes especies que conviven en su territorio, basado básicamente en elementos audiovisuales. Apoyando con la identificación de especies que si sean verdaderamente de Colombia y aportando con especies interesantes para sacar contenidos audiovisuales (Img. 4).



Imagen 4. Curso virtual de Aviturismo para llevar a las comunidades en función del Programa de Educación Ambiental (PREDA). Modificado ISAGEN-Universidad Corporativa, 2022.

Conclusiones

En cuanto al paso elevado, este se pudo instalar en la central hidroeléctrica Calderas, específicamente en el sitio denominado “Ventanas” que queda en la parte trasera de la central. Este paso elevado piensa ser monitoreado dentro de la central, por medio de cámaras trampa, para ver si efectivamente las especies de Tití Gris hacen uso de estos, pero en este caso ya será el contratista FAUNATIVA que lleve el registro de las especies reportadas usando este paso elevado.

Cuando se realizaron las capacitaciones a los contratistas de MPC de la central hidroeléctrica San Carlos se pudo evidenciar una gran acogida al tema, ya que estos contratistas llevan a cabo muchas labores de campo, por lo cual, son las personas que más comúnmente se encuentran serpientes venenosas dentro de los predios de dicha central y están más expuestos a un accidente ofídico. Por lo cual, estas capacitaciones fueron de mucha ayuda para poder esclarecer dudas y dar a conocer los beneficios que tienen estas especies como controladores biológicos naturales, así se cumple la política de ISAGEN que le apuesta a la no ocurrencia de accidentes de alto riesgo. Al igual que este objetivo que se pudo cumplir, el curso de aviturismo fue un éxito ya que este fue pensado para presentarlo a las comunidades de las zonas de influencia de las centrales de generación, usando especie carismáticas de los cuatro grupos biológicos, en este caso las aves y así, poder mostrar y difundir la fauna asociada a las centrales de ISAGEN.

Una pasantía en ISAGEN abre las puertas a conocer la realidad que tienen las hidroeléctricas en nuestro país. Colombia, gracias a su topografía, pluviosidad y recursos hídricos cuenta con un potencial excepcionalmente alto para desarrollar este tipo de macroproyectos en el territorio, por lo cual, esta pasantía brinda la oportunidad de desarrollarse en un entorno multidisciplinario en los componentes biótico, físico y social, estos, permiten adquirir los conocimientos y aptitudes necesarias para que un profesional ambiental pueda potenciar sus capacidades y contribuir con una buena planeación y ejecución de un proyecto.

Bibliografía

1. GOOSEM, MIRIAM. 2007. Fragmentation impacts caused by roads through rainforests. *Current Science*, 93(11):1587–1595.
2. LAURANCE, WILLIAM F, et al. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forest. *Trends in ecology & evolution* 24(12):659-69.
3. MÜLLER-N, et al. 2013. Patterns and trends in urban biodiversity and landscape design. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities* 123-174.
4. BEDOYA-V MM, ARIAS-ALZATE A & DELGADO-V CA. 2018. Atropellamientos de fauna silvestre en la red vial urbana de cinco ciudades del Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia). *Caldasia* 40:335–348.
5. DELGADO-V CA. 2007. Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol*:6.
6. FORMAN RTT & LE ALEXANDER. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:207–231.
7. DELGADO-V CA. 2014. Adiciones al atropellamiento vehicular de mamíferos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia:7.
8. PRIMACK-R. 1998. *Essentials of conservation biology* 2: 659

9. ARROYAVE, GÓMEZ, et al. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA* 5: 45-57.
10. SIJTSMA FJ, E VAN DER VEEN, A VAN HINSBERG, R POUWELS, R BEKKER, RE VAN DIJK, et al. 2020. Ecological impact and cost-effectiveness of wildlife crossings in a highly fragmented landscape: a multi-method approach. *Landscape Ecology* 35:1701-1720.
11. RINCÓN BDG. 2022. Monitoreo de pasos de fauna silvestre y su uso en el corredor vial Villavicencio-Yopal. UAN: 1-59.
12. ARIAS-ALZATE A (comp.).2016. Sistema Local de Áreas Protegidas de Envigado (SILAPE). Proyecto # 275: 1-213.
13. DONALDSON A & A BENNETT. 2004. Ecological Effects of Roads: Implications for the internal fragmentation of Australian parks and reserves. *Parks Victoria Technical Series # 12*: 1-66.
14. GALLINA – S. 2015. Cámaras trampa, una herramienta para conocer la biodiversidad. INECOL.
15. VALDIVIA ML. 2019. Efectividad de pasos arbóreos en la carretera Interamericana Norte, Sector Cañas -Liberia. Costa Rica. Unpublished.
16. DENNEBOOM D, A BAR-MASSADA & A SHWARTZ. 2021. Factors affecting usage of crossing structures by wildlife – A systematic review and meta-analysis. *Conservation Biology* 777:146061.
17. WANG Y, L GUAN, Z PIAO, Z WANG & Y KONG. 2017. Monitoring wildlife crossing structures along highways in Changbai Mountain, China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 50:119–128.
18. BIROT H, et al. 2020. Artificial canopy bridges improve connectivity in fragmented landscapes: the case of javn slow lorises in an agroforest enviroment. *American Journal of Primatology* 82(4): 1-10.

19. BALBUENA D, et al. 2019. Mitigating tropical forest-fragmentation with natural and semi-artificial canopy bridges. *Diversity* 11:66.
20. FLATT, et al. 2022. Arboreal wildlife bridges in the tropical rainforest of Costa Rica's Osa Peninsula. 1-17.
21. BATANERO, C., & GODINO, J. 2001. Análisis de datos y su didáctica. Departamento de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada.
22. S-Social [Internet]. ISAGEN [Citado 26 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://www.isagen.com.co/es/sostenibilidad/s-social>.

Anexos

1.1 Documento para el diseño de puente de dosel para el primate *Saguinus leucopus*

Artículo II. Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	17
2. ANÁLISIS DE CONECTIVIDAD PARA EL TITÍ GRIS, EN CALDERAS	18
3. SITIOS PROPUESTOS PARA IMPLEMENTAR LOS PASOS ELEVADOS	19
4. CENTRAL CALDERAS.....	20
4.1 REPRESA CALDERAS.....	21
5. <i>SAGUINUS LEUCOPUS</i>	22
6. SEGÚN LA LITERATURA	23
7. DISEÑO DE PASO DE FAUNA PARA EL TITÍ GRIS.....	24
8. INFORMACIÓN PARA LOS DISEÑOS DE PASOS DE FAUNA	27

8.1	CRITERIOS PARA TENER EN CUENTA PARA EL DISEÑO Y MONTAJE DE PUENTES DE DOSEL:	27
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	28
Imagen 1.	Lugares potenciales para implementar pasos elevados para Tití (<i>Saguinus leucopus</i>), 1. Cruce aéreo sobre la vía y por el suelo, 2. Cruce sobre el suelo en la vía, 3, Cruce aéreo y por cable eléctrico, 4. Cruce por cable eléctrico. FAUNATIVA, 2022.....	19
Imagen 2.	Ubicación de la Central Hidroeléctrica Calderas, Antioquia, Colombia. FAUNATIVA, 2022.	20
Imagen 3	Imágenes de los puntos de la propuesta 3, paso elevado de fauna, Casa de Máquinas, Calderas. A. Vista satelital de Casa de Máquinas, Calderas, B. Vista aérea de la Propuesta 3, C. Vista frontal, desde el suelo, de la Propuesta 3, D. Vista del fragmento de bosque. Elaborado por Sebastián Florez Lucero, 2022.	21
Imagen 4	Imágenes de los puntos de la Propuesta 1, paso elevado de fauna, Represa Calderas. A. Vista satelital de la Represa Calderas, B. Vista aérea de la Propuesta 1, C. Vista frontal, desde el suelo, de la Propuesta 1. Elaborado por Sebastián Florez Lucero, 2022. .	22
Imagen 5	Diferentes tipos de diseño para pasos elevados de fauna. A. Tomado de Garzón-Rincón, 2022, B. Tomado de Cunneyworth, et al. 2022, C. Tomado de Teixeira, et al. 2013, D. Tomado de Balbuena, et al. 2019.	24
Imagen 6	Puente de dosel, tomado de Flatt, et al. 2022.....	25
Imagen 7	Diseño de puente de una sola línea, a. Tomado de Birot, et al. 2020, b. Tomado de Balbuena, et al. 2019. (der).....	26

1. Introducción

ISAGEN desde el 2019 comenzó a dar cumplimiento a las obligaciones ambientales enmarcadas principalmente en el monitoreo de la fauna asociada a la Central Hidroeléctrica Calderas. A la fecha, se han realizado un año de monitoreo de fauna y dos años consecutivos de monitoreo de las especies focales, dentro de los predios de la central. Toda esa información será usada para dirigir esfuerzos y ajustar medidas para garantizar el tránsito y conectividad entre fragmentos de vegetación y hábitats naturales.

La apertura de carreteras, al igual que todas las obras de infraestructura y actividades humanas, causa efectos negativos sobre el paisaje, cuya identificación y evaluación es importante con el fin de diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen estos impactos (1-3). Entre los efectos ecológicos más significativos de las carreteras pueden citarse los siguientes: fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativa, alteración del ciclo

hidrológico, cambios micro climáticos, producción de material particulado y de ruido, atropellamiento de fauna y contaminación de las aguas y del suelo (4-7). La fragmentación del paisaje ocurre cuando un hábitat grande y continuo se reduce y se subdivide en dos o más fragmentos. Este fenómeno está casi siempre asociado a la tala de bosques para su conversión en otros usos del suelo, pero también ocurre cuando el área es atravesada por una carretera, canal, línea de transmisión u otra obra de infraestructura que divida el área (8).

Ha habido diferentes investigaciones que, basados en sus resultados concluyen que implementar una estrategia como la construcción de cruce de fauna son viables para disminuir los impactos generados por el desarrollo vial (9, 11). Sin embargo, muchas veces esta medida no es un indicador adecuado para evaluar la eficacia de las estructuras de cruce, ya que estas pueden estar en mal estado y no responder los hábitos o necesidades de las especies, haciendo que estas estructuras muchas veces no sean efectivas para generar el impacto esperado (15,12).

Según Cunneyworth et al. 2022 (13), los conservacionistas e ingenieros instalan una amplia gama de estructuras de cruce de carreteras para mitigar los factores anteriormente mencionados. Estas estructuras se dividen en dos categorías generales: pasos inferiores o pasos superiores (14), elegidos en función del tipo de infraestructura vial (es decir, carretera, carretera de conexión, carretera rural), los atributos y el comportamiento específicos de la especie objetivo (14-15), y el presupuesto (16). Para los primates, los puentes de dosel (escalera horizontal o puentes de un solo polo o cuerda) se utilizan exclusivamente para aumentar la conectividad del hábitat, como a través de tierras agrícolas (17-19), donde el hábitat que interviene es inadecuado. Los puentes de dosel tienen la intención de reducir el impacto de la fragmentación del paisaje mediante el aumento de la cantidad y calidad del hábitat disponible (20-21), y disminuir la erosión de la diversidad genética entre las subpoblaciones (22-23).

La implementación de pasos elevados de fauna se establece como una medida de manejo y se justifica sus acciones encaminadas al mejoramiento de la conectividad para la fauna de la Central Calderas. Los diferentes grados de conectividad identificados en el paisaje serán el resultado de la disponibilidad de coberturas idóneas para el desplazamiento, capacidad de dispersión de la fauna y por supuesto, de la importancia de estas coberturas vegetales para mantener y conectar las poblaciones locales de animales.

2. Análisis de conectividad para el Tití Gris, en Calderas

Durante los monitoreos de especies focales se registraron cuatro (4) localidades donde se registraron cruces de Tití (Img. 1). De acuerdo con el análisis de conectividad se puede ver que la instalación de un paso de fauna será más favorable en las zonas con alto flujo y con mejor conectividad. Los pasos de fauna con baja o ninguna conectividad pueden poner en riesgo a los individuos que transitan entre fragmentos muy separados o aislados.

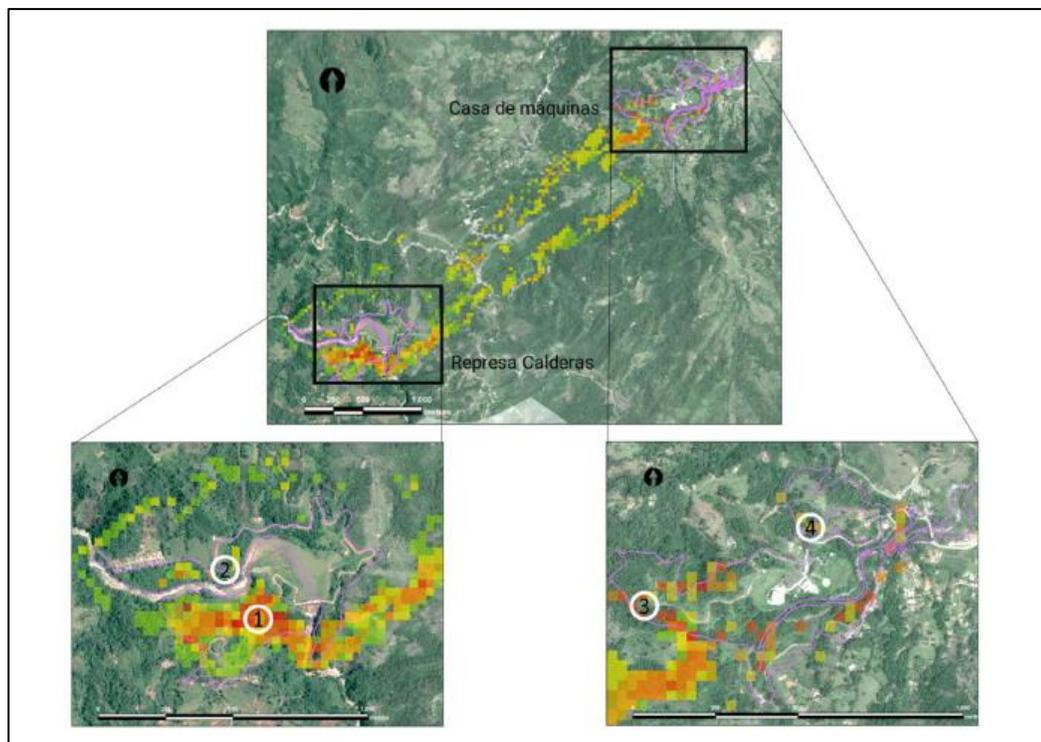


Imagen 5. Lugares potenciales para implementar pasos elevados para Tití (*Saguinus leucopus*), 1. Cruce aéreo sobre la vía y por el suelo, 2. Cruce sobre el suelo en la vía, 3. Cruce aéreo y por cable eléctrico, 4. Cruce por cable eléctrico. FAUNATIVA, 2022.

Para la ubicación de un paso elevado se recomienda considerar las propuestas 1 y 3, del documento “Medidas de Manejo Calderas Concepto Técnico 2022”, FAUNATIVA. Esto debido a que principalmente, generan un mayor impacto favoreciendo el tránsito de un mayor número de individuos, reduciendo los peligros para el Tití. La medida de manejo de un paso elevado para fortalecer la conectividad de estas áreas tendría un buen impacto también para otras especies arborícolas como zarigüeyas, ratones, ardillas, lagartos y serpientes. Las otras opciones se descartan principalmente por la frecuencia de registros y viabilidad en la conectividad en el área con esta estrategia.

3. Sitios propuestos para implementar los pasos elevados

El área donde se realizó el estudio de las especies focales, por parte de ISAGEN y la empresa FAUNATIVA, fue en la Central Hidroeléctrica Calderas. Ubicada dentro de la jurisdicción de

los municipios de San Carlos y Granada (Img. 2). Toda el área del proyecto cubre un rango altitudinal entre los 1100 m y los 1850 msnm, con temperaturas promedio entre los 17°C en la parte más alta y los 25°C en la parte más baja. Todos los predios de la central se encuentran dentro de la zona de vida de bosque muy húmedo premontano.

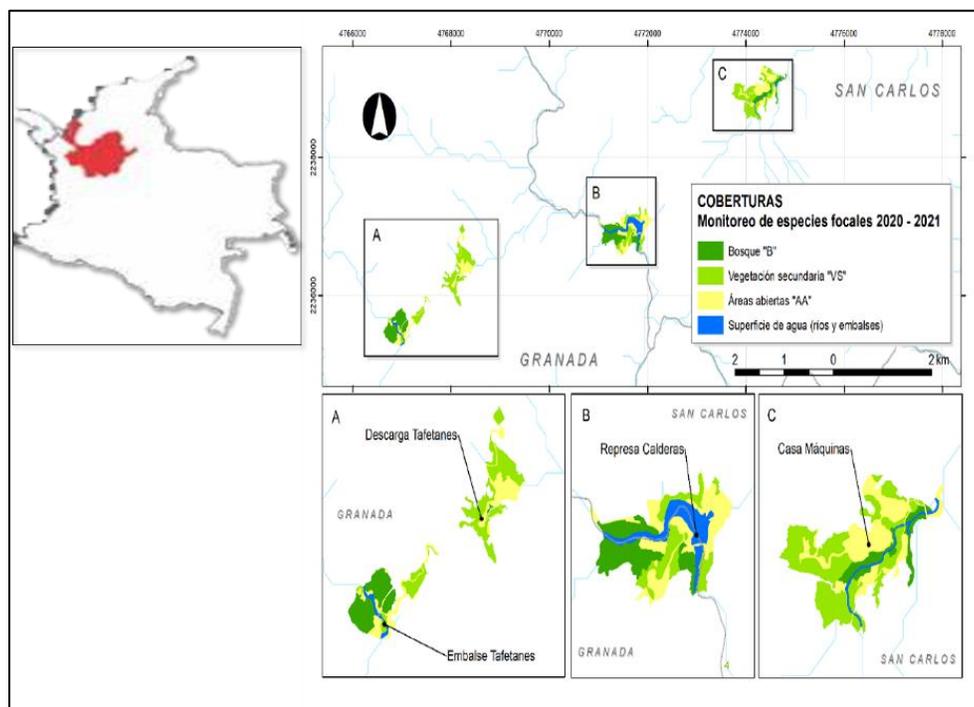


Imagen 6. Ubicación de la Central Hidroeléctrica Calderas, Antioquia, Colombia. FAUNATIVA, 2022.

4. Central Calderas

Acá se ubica el sector “Casa de Máquinas”, nombre por el cual se identifica y donde se piensa implementar un paso elevado de fauna, según el informe de especies focales por parte de FAUNATIVA en el 2022. Adicionalmente, se ubican edificios administrativos y vías del proyecto. La vegetación secundaria y los matorrales bajos dominan amplias áreas dentro del sitio (Img. 3). Pequeñas y discontinuas márgenes de bosque se observan en las orillas de los ríos y de las quebradas. Se observan pequeñas zonas inundadas con pantanos en algunas áreas abiertas. Áreas con potreros y zonas semiurbanas se entremezclan en el paisaje rural, atravesada con varios caminos y carreteras transitadas regularmente.

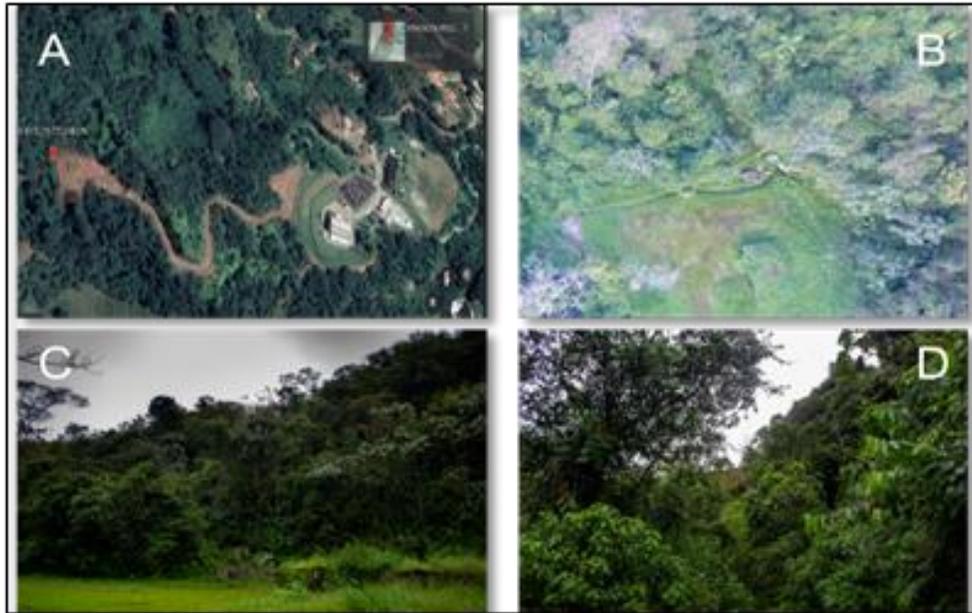


Imagen 7 Imágenes de los puntos de la propuesta 3, paso elevado de fauna, Casa de Máquinas, Calderas. A. Vista satelital de Casa de Máquinas, Calderas, B. Vista aérea de la Propuesta 3, C. Vista frontal, desde el suelo, de la Propuesta 3, D. Vista del fragmento de bosque. Elaborado por Sebastián Florez Lucero, 2022.

4.1 Represa Calderas

En este sitio confluyen las aguas del Rio Calderas y se represan para ser conducidas a la casa de máquinas desde la captación. Distintos tipos de coberturas y estados de sucesión pueden observarse en este sitio (Img. 4). Los principales fragmentos de bosque se encuentran en márgenes del Rio Calderas y márgenes de la represa. En esta zona se identifica la mejor conectividad, con grandes parches de vegetación boscosa, áreas abiertas y vías, contribuyen a la disminución de la conectividad de esta zona.



Imagen 8 Imágenes de los puntos de la Propuesta 1, paso elevado de fauna, Represa Calderas. **A.** Vista satelital de la Represa Calderas, **B.** Vista aérea de la Propuesta 1, **C.** Vista frontal, desde el suelo, de la Propuesta 1. Elaborado por Sebastián Florez Lucero, 2022.

5. *Saguinus leucopus*

Es un primate de cuerpo pequeño (360-575g). Todos los titís se consideran frugívoros-insectívoros, ya que se alimentan principalmente de frutas maduras e invertebrados, complementando su dieta en diversos grados de exudados de plantas y néctar. También pueden llegar a consumir algunos mamíferos pequeños (33-34). Esta especie es capaz de tragar semillas de tamaño pequeño a mediano de una amplia diversidad de plantas de dosel y sub-dosel, que posteriormente defecan intactas. Dada a su capacidad de desplazarse a través de zonas afectadas antropogénicas y cruzar grandes distancias entre fragmentos forestales, lo hace un excelente dispersor de semillas (33-34). *Saguinus leucopus* es un primate endémico de Colombia, con un área de distribución restringida entre los 0 y los 1500 msnm, localizado en la región central de los Andes, donde se ha perdido la mayor cantidad de hábitat producto de las actividades (32).

Según De Luna et al. 2016 (29), evaluaron el comportamiento y la ecología de este primate, donde encontraron que estas especies en su comportamiento, el movimiento es la actividad más representativa por este primate (representando el 56% de los registros de comportamiento), seguido por el descanso (24%) y la alimentación (19%). El comportamiento social representó solo el 1% de los registros, incluyendo el acalamiento,

agresión, intercambio de alimentos, etc. La clasificación de los tipos de hábitat donde los animales se ubicaban, forrajeaban o defecaban son:

- Interior del bosque (> 10m de la frontera entre el bosque y pastos circundantes)
- Borde del bosque (entre 0 y 10m de los pastos)
- Pastos

Los pastos se usaron principalmente para alcanzar fragmentos de bosque adyacente o árboles aislados, aunque estos pastos fueron visitados más frecuentemente durante los meses de menor productividad de frutos en todo el hábitat (29). También usaba los bordes del bosque con más frecuencia en los periodos de baja productividad de frutos y pasó más tiempo al interior del bosque durante los periodos de mayor productividad (29).

6. Según la literatura

Para llegar a un buen diseño de pasos elevados para la fauna hay que tener en cuenta ciertos criterios, recomendaciones y evaluaciones que se ha encontrado en diferentes artículos, en base al uso y la efectividad de los cruces para la fauna silvestre. En el contexto de la evaluación y la revisión de los artículos se debe tener en cuenta una distinción entre el “uso” y la “eficacia” de una estructura de cruce de vida silvestre. El uso de una estructura puede definirse en términos generales como la tasa de detección de individuos o especies, mientras que la eficacia se relaciona con una cuestión específica o el objetivo de la mitigación (24).

El éxito a largo plazo de la medida de mitigación dependerá en última instancia de su eficacia, por ejemplo ¿En qué medida han mitigado el efecto de barrera de las carreteras y evitado la extinción local de poblaciones debido a los efectos de barrera o de las carreteras? Por lo cual, se debe cuantificar la eficacia, en relación con los objetivos específicos de la ubicación y de la especie. También, la presencia o descripción de la vegetación que está cerca del camino debería ser descrito (24).

El objetivo de cada proyecto debe ser específico para la ubicación, las especies de interés y la naturaleza del problema. Se recomienda el uso del enfoque SMART (específico, medible, alcanzable, realista y cronometrado) para establecer un objetivo específico y facilitar así una evaluación más completa de las medidas de mitigación (24).

7. Diseño de paso de fauna para el Tití gris

La revisión de los artículos enfocados en las especies, el uso y el diseño de pasos para la fauna silvestre, servirán como una base para sugerir un diseño de paso elevado para la especie *Saguinus leucopus*. Los diseños de estos pasos para la fauna silvestre deberían seguir ciertos criterios propuestos por Forman et al. 2003 (21), los cuales se deben de tener en cuenta a la hora de proponer una medida de mitigación como lo son los pasos para la fauna silvestre. Los criterios son: reducir las tasas de mortalidad en las carreteras, mantener la conectividad del hábitat, mantener el intercambio genético, permitir la dispersión y recolonización o mantener los procesos meta poblacionales y los servicios ecosistémicos. Hay muchos diseños de puentes para el cruce de fauna (Img. 5), según la literatura encontrada, algunos de estos puentes están enfocados en reducir el efecto de barrera en las carreteras o ayudar a la conectividad entre los parches fragmentados dentro de una zona específica (13,24). Los diseños van desde puentes de escalera (10,13,27) hasta puentes que son de una sola línea (17,26,28), pero estos diseños deberían estar enfocados en las especies a impactar con este tipo de puentes (24).

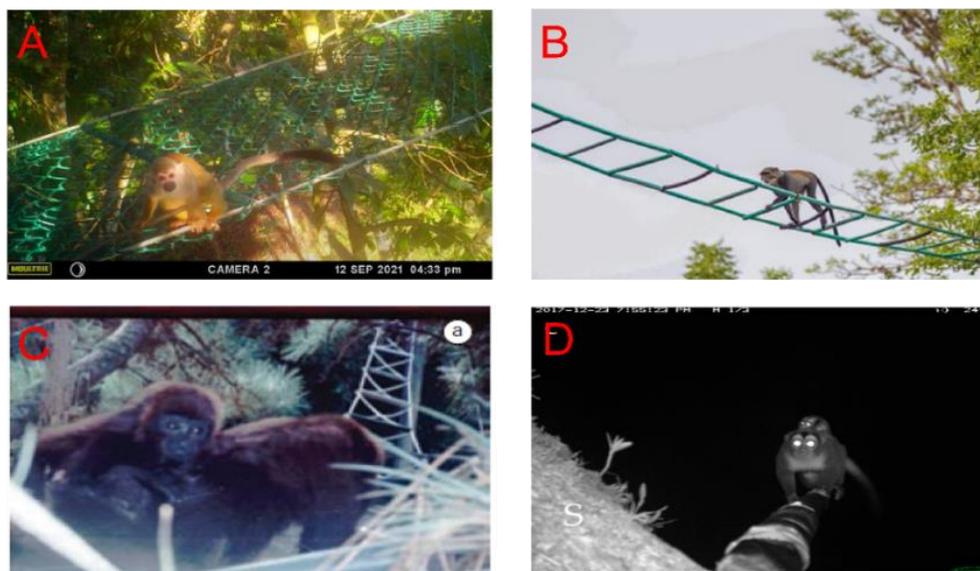


Imagen 9 Diferentes tipos de diseño para pasos elevados de fauna. **A.** Tomado de Garzón-Rincón, 2022, **B.** Tomado de Cunneyworth, et al. 2022, **C.** Tomado de Teixeira, et al. 2013, **D.** Tomado de Balbuena, et al. 2019.

Los puentes de dosel tienen la intención de reducir el impacto de la fragmentación del paisaje mediante el aumento de la cantidad y calidad del hábitat (20-21), mientras que la disminución de la erosión de la diversidad genética entre las subpoblaciones (22-23). El uso de puentes de dosel se está convirtiendo en una mitigación estándar del efecto barrera que permite a los primates cruzar brechas donde el hábitat no es adecuado (13). Este tipo de puente ha sido bastante efectivo en las especies de primates que se ha pensado impactar

(13,17-18,26-28). Ya que, estos tipos de puentes van anclados a las ramas de los árboles, favoreciendo la conectividad de las especies arborícolas en el dosel (Img. 6).



Imagen 10 Puente de dosel, tomado de Flatt, et al. 2022.

Los puentes de una sola línea son más baratos en cuanto a costos y tiempo de instalación, a comparación con otros tipos de diseño de puente, como son los de tipo (17,26,28). Los diseños de una sola línea para estos tipos de puentes son probablemente suficientes y menos costosos para los primates, dada las observaciones de uso constante de cables telefónicos y eléctricos (13). Este tipo de diseño es muy útil para especies de mamíferos de cuerpo pequeño, ya que, a medida que aumenta la masa corporal, el centro de gravedad se desplaza hacia arriba, por lo tanto, la estabilidad de un individuo en un puente disminuye (Img. 7). Por lo cual, se predice el uso de puentes de dosel más frecuente para especies más pequeñas, que entre las más grandes (13). Por lo cual, el potencial balanceo vinculado con este diseño, que podría aumentar con puentes de este estilo más largos, hace que sea menos seguro para mamíferos de gran tamaño (28).

a



b



Imagen 11 Diseño de puente de una sola línea, a. Tomado de Birot, et al. 2020, b. Tomado de Balbuena, et al. 2019. (der)

Según Balbuena et al. 2019 (26), los puentes de dosel natural (NCBs) tienen ventajas sobre los puentes de dosel artificiales (ACBs) en reducir el costo y el tiempo de adaptación, debido a la familiarización animal con el sustrato y la posibilidad de que las ramas formen parte de las trayectorias preexistentes. Sin embargo, la implementación de puentes de dosel natural no sería óptima o poco accesible en zonas donde los parches de vegetación están muy separados entre sí. Por otra parte, las soluciones híbridas que involucren materiales locales, que sea familiar para los animales, puede reducir el costo de estos puentes, ya que solo se necesitaría una línea paracord, correas, equipo de escalada y una cámara trampa (26).

La especie que se quiere impactar en este caso es *S. leucopus*, la cual es una especie endémica de Colombia, distribuida en el interfluvio Magdalena-Cauca. Es una especie de hábitos arbóreos, este tipo de comportamiento lo hace un animal de largos desplazamientos a través del dosel de los árboles, basando su dieta principalmente de frutos maduros e invertebrados (33-34). Por lo cual, según la información obtenida del comportamiento y ecología de esta especie (*Saguinus leucopus*), sumado a lo encontrado en la literatura de varios ejemplos de estudios enfocados a diferentes especies que hacen el uso de pasos de fauna, se recomienda para esta especie un diseño de puente de dosel de una sola línea (17,26,28).

8. Información para los diseños de pasos de fauna

Hay que tener en cuenta ciertos criterios para poder llevar a cabo una buena ejecución de puentes de dosel, estas serían según la literatura citada:

8.1 Criterios para tener en cuenta para el diseño y montaje de puentes de dosel:

1. Altura de poste, si aplica.
2. Tipo de postes a implementar, materiales que eviten el desgaste al estar expuestos a la intemperie.
3. Profundidad a la cual van a ser empotrados los postes.
4. Longitud y ancho del paso o puente de fauna, el ancho solo si aplica.
5. Longitud y ancho de paso vial o zona donde se interrumpe la conectividad.
6. Tipo de árbol al cual será sujetado el puente, si aplica.
7. Altura y diámetro del árbol (características, morfología).
8. DAP, Diámetro a la Altura del Pecho.
9. Cobertura vegetal, en porcentaje (%).
10. Tipo de cobertura vegetal, si son pastos, cultivos, bosques de galería, etc.
11. Distancia entre las ramas del árbol, del cual se conecta el paso.
12. Distancia entre postes, en donde va a ser fijado el paso de fauna.
13. Tipo de cuerda, que evite el desgaste temprano debido a la exposición de la intemperie, materiales poco invasivos.
14. Diámetro de la cuerda, la cual permita el buen agarre de las especies.
15. Distancia a un cuerpo de agua, si aplica.
16. Distancia que hay entre el cableado eléctrico y el paso de fauna, si aplica.

17. Altura del paso en función de la carretera o una vía, que cumpla con las normas viales que imponga la autoridad competente y así, evitar accidentes.
18. Distancia que hay entre la vía y el paso de fauna.
19. Se pueden implementar el uso de plantas que hagan parte de la dieta de los primates para sembrar o poner en el lugar del paso elevado, esto para atraer la atención de estas especies al paso o cerca de cuerpos de agua
20. Rutas por donde se han identificado las especies a impactar, sus recorridos en la zona donde se piensa ubicar el paso de fauna.
21. El lugar específico del paso elevado debe de elegirse en función de un análisis de conectividad que demuestre las zonas más fragmentadas, para así con el puente favorecer la conectividad entre fragmentos.
22. El monitoreo de los pasos elevados se puede llevar a cabo por medio de cámaras trampa, estas deberían de ir a un extremo del paso elevado, para poder registrar si efectivamente las especies a impactar están usando o no los pasos elevados.

9. Bibliografía

1. GOOSEM, MIRIAM. 2007. Fragmentation impacts caused by roads through rainforests. *Current Science*, 93(11):1587-1595.
2. LAURANCE, WILLIAM F, et al. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forest. *Trends in ecology & evolution* 24(12):659-69.
3. MÜLLER-N, et al. 2013. Patterns and trends in urban biodiversity and landscape design. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities* 123-174.
4. BEDOYA-V MM, ARIAS-ALZATE A & DELGADO-V CA. 2018. Atropellamientos de fauna silvestre en la red vial urbana de cinco ciudades del Valle de Aburrá (Antioquia, Colombia). *Caldasia* 40:335-348.
5. DELGADO-V CA. 2007. Muerte de mamíferos por vehículos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia. *Actual Biol*: 6.
6. FORMAN RTT & LE ALEXANDER. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics* 29:207-231.

7. DELGADO-V CA. 2014. Adiciones al atropellamiento vehicular de mamíferos en la vía del Escobero, Envigado (Antioquia), Colombia: 7.
8. PRIMARCK-R. 1998. Essentials of conservation biology 2:659.
9. ARROYAVE, GÓMEZ, et al. 2006. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. Revista EIA 5:45-57.
10. RINCÓN BDG. 2022. Monitoreo de pasos de fauna silvestre y su uso en el corredor vial Villavicencio-Yopal. UAN: 1-59.
11. VALDIVIA ML. 2019. Efectividad de pasos arbóreos en la carretera Interamericana Norte, Sector Cañas-Liberia. Costa Rica. Unpublished.
12. ARIAS-ALZATE A (comp.). 2016. Sistema Local de Áreas Protegidas de Envigado (SILAPE). Proyecto #275: 1-213.
13. CUNNEYWORTH, et al. 2022. Canopy bridges are an economical mitigation reducing the road barrier effect for three of four species of monkeys in Diani, Kenya. Folia Primatológica. 1-18.
14. SMITH DJ, et al. 2015. Wildlife crossing structures: an effective strategy to restore or maintain wildlife connectivity across roads. In Handbook of Road Ecology. Pp 172-183.
15. CHEN HL, KOPROWSKI. 2019. Can we use body size and road characteristics to anticipate barrier effects of roads in mammals? A meta- análisis. Hystrix, Italian Journal of Mammalogy. 30: 1-7.
16. LINDSHIELD SM. 2016. Protecting nonhuman primates in peri-urban environments: a case study of Neotropical monkeys, corridor ecology, and coastal economy in the Caribe Sur of Costa Rica. In Ethnoprimatology, pp. 357-369.
17. BIROT H, et al. 2020. Artificial canopy bridges improve connectivity in fragmented landscapes: the case of javan slow lorises in an agroforest environment. American Journal of Primatology 82(4): 1-10.
18. DAS J, et al. 2009. Canopy bridges: an effective conservation tactic for supporting gibbon populations in forest fragments. In The Gibbons. Developments in Primatology: Progress and Prospects, pp. 6-22.
19. NEKARIS KAI, et al. 2020. Implementing and monitoring the use of artificial canopy bridges by mammals and birds in an Indonesian agroforestry environment. Diversity 12(10): 1-7.

20. SPELLERBERG IF. 2002. Ecological Effects of Roads: The Land Reconstruction and Management. Ecological Effects of Roads. CRC Press.
21. FORMAN RTT, et al. 2003. Road Ecology. Science and solutions. Washington, DC, Island Press.
22. REED DH. 2004. Extinction risk in fragmented hábitats. Animal Conservation. 7(2): 181-191.
23. HOLDEREGGER R, DI GIULIO M. 2010. The genetic effects of roads: a review of empirical evidence. Basic and Applied Ecology. 11(6): 522-531.
24. VAN DER REE R. et al. 2007. Overcoming the barrier effect of roads how effective are mitigation strategies? An international review of the effectiveness of underpasses and overpasses designed to increase the permeability of roads for wildlife. International Conference on Ecology and Transportation and the Environment, pp. 432-431.
25. NARVÁEZ RIVERA GM, LINDSHIELD SM. 2016. An experimental evaluation of artificial wildlife bridges crossing structures for new world monkeys in Costa Rica. In Joint Meeting of the International Primatological Society and the American Society of Primatologists.
26. BALBUENA D, et al. 2019. Mitigating tropical forest-fragmentation with natural and semi-artificial canopy bridges. Diversity 11:66.
27. TEIXEIRA, et al. 2013. Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. Biota Neotropical. 13. 117-123.
1. FLATT, et al. 2022. Arboreal wildlife bridges in the tropical rainforest of Costa Rica's Osa Peninsula. 1-17.
29. DE LUNA, et al. 2016. Behavior and Ecology of the White-Footed Tamarin (*Saguinus leucopus*) in a Fragmented Landscape of Colombia: Small Bodied Primates and Seed Dispersal in Neotropical Forest. Tropical Conservation Science. 9. 788-808.
30. RONCANCIO, et al. 2011. Densidad poblacional de *Saguinus leucopus* en remanentes de bosque con diferentes características físicas y biológicas. Mastozoología Neotropical. 18. 105-117.
31. DEFLER T.R. 1981. The density of *Alouatta seniculus* in the Eastern Llanos of Colombia. Primates. 22(4): 564-569.

32. DEFLER, T. R. 2004. Primates of Colombia. Santa Fe de Bogotá: Conservation International.
33. MITTERMEIER, et al. 2014. Handbook of mammals of the world. Primates. Lynx editions.
34. GARBER, P.A. 1993b. Feeding ecology and behaviour of the genus Saguinus. In: Marmosets and tamarins: systematics, behaviour, and ecology. Rylands A.B.(Ed.), pp. 273-295. Oxford: Oxford University Press.

1.2 Asistencia a las charlas de “capacitación de serpientes venenosas y no venenosas”.



ASISTENCIA A EVENTOS INTERNOS

5

Formato FO• 38-5

NOMBRE DEL EVENTO: Capacitación identificación de Serpientes
 COORDINADO POR: Centrales Oriente Antioqueño
 INSTRUCTOR(ES)
 O HABILITADOR(ES): Sebastian Florez

INTENSIDAD (horas): 1 FECHA: Dic. 01-2012

LUGAR: Edificio de Mando. NECESIDAD DE FORMACIÓN:

HORARIO: 7:00 a 030C

Contratistas

#	CÉDULA	Esc'iba el Aombre	NOMBRE FIRMA de su Emgres;
1		MPC Jose Mejorado c.10	Mejorado c.10
2		MPC Asociados Juan Abas Cantillo Amador	Abas Cantillo J.
3		MPC y Asociados Fernando Izamas V.	Fernando I.
4		MPC y Asociados Eouquin Ramos	<i>[Signature]</i>
5		MPC Sergio Quintero	<i>[Signature]</i>
6		MPC Juan Francisco	Juan Franco
7		MPC Carlos Eduardo Cero	Carlos Cero
8		MPC Jesus Maria Hincapie	Jesus Maria
9		MPC Adelaida Urrutia J	Adelaida Urrutia J
10		MPC Fabian Gutierrez	Fabian
11		MPC Diego Juan Ceballos	<i>[Signature]</i> L.C.
12		MPC Manuel Maria	MANUEL M.D
13		MPC Alfredo H.	<i>[Signature]</i>
14		MPC Wilson Usme Ramos	Wilson Usme R
15		MPC Jorge Andres Lavele Vargas	Jorge Andres

	Trabajadores ISAGEN Cédula	Contratistas Escriba el Nombre de su Empresa	NOMBRE	FIRMA
16		MPC	Jonathan Jimenez	Jonathan J
17		MPC	MAURICIO MURILLO OSORIO	MAURICIO M.
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				

Vertical text on the right margin, possibly a page number or reference code.



ASISTENCIA A EVENTOS INTERNOS

Formato F0138-5

NOMBRE DEL EVENTO:	Simulacro Centrales Oriente SCA-JAG-CAL		
COORDINADO POR:	Centrales Oriente		
INSTRUCTOR(ES) O HABILITADOR(ES):	Claudia Guerrero		
INTENSIDAD (horas):	40mm	FECHA:	Oct-25/2022
		HORARIO:	08:50 Am
LUGAR:	Pomo Presa Principal Panchina.	PREFERENCIA EDUCATIVA:	Simulacro Emergencia

REGISTRO DE ASISTENTES

#	Trabajadores ISAGEN Cédula	Contratistas Escriba el Nombre de su Empresa	NOMBRE	FIRMA
1	1001010493	ISAGEN	Sebastian Flores Lucero	<i>[Signature]</i>
2	71798604	ISAGEN	Alejandro Berrio Corzo	<i>[Signature]</i>
3	1081408539	ISAGEN	Claudia Yamile Guerrero Jaramillo	<i>[Signature]</i>
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

1.3 Certificado del Curso de Aviturismo



Certificado de participación otorgado

Sebastián Flórez Lucero

Nombres y apellidos

1001010493

Número de identificación

Completó con éxito el curso virtual

Aviturismo: una oportunidad de desarrollo en nuestras
zonas de influencia

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Juan Esteban Flórez Arango", is enclosed within a thin black rectangular border.

Certifica

Juan Esteban Flórez Arango

Gerente Talento Humano

Aprobado el 03/01/2023



U70466C582A17

