PROPUESTA RUTA DE LA CONECTIVIDAD
Subcuenca Rio Fucha

Julian David Lara Benavides, Yenny Marcela Rosas Mosquera, Nefdy Yuliza Mosquera Moreno
Subdirección de Ecosistemas y Ruralidad
Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) de Bogotá, D.C

1. Contexto del conector

   Según la información del Plan de Ordenamiento Territorial – POT (Decreto 555 de 2021), el conector ecosistémico Subcuenca río Fucha tiene una extensión de 1.847,12 ha y se encuentra ubicado entre doce (12) localidades del Distrito, principalmente San Cristóbal, Kennedy y Fontibón, como se puede observar en la Figura 1 y la Tabla 1. En términos de clasificación de suelo tiene un 58,78% de suelo urbano, 38,26% de suelo rural y 2,96% de suelo de expansión urbana.

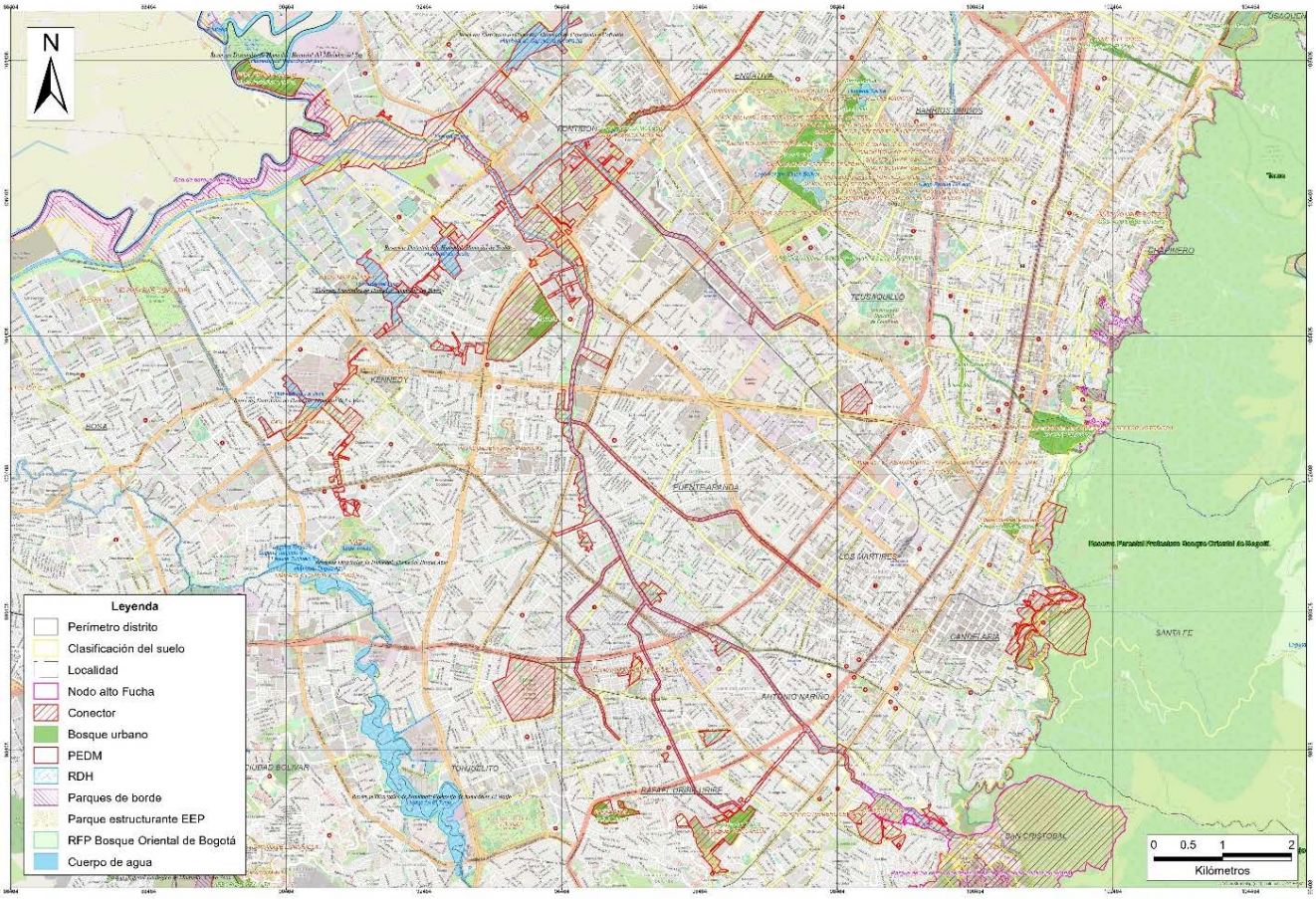


Figura 1. Localización Conector Ecosistémico Subcuenca Río Fucha. Fuente: SDA – SER. 2023

Tabla 1. Distribución del área del conector en las localidades de Bogotá.

Localidad	Extensión (ha)	Porcentaje (%)
Antonio Nariño	33,17	1,80%
Candelaria	33,82	1,83%
Engativá	54,11	2,93%
Fontibón	287,27	15,55%
Kennedy	367,42	19,89%
Los Mártires	2,22	0,12%
Puente Aranda	63,46	3,44%
Rafael Uribe Uribe	72,19	3,91%
San Cristóbal	654,4	35,43%
Santa fe	64,81	3,51%
Teusaquillo	154,4	8,36%
Tunjuelito	59,84	3,24%
Subtotal	**1.847,12**	**100%**

Fuente: SDA – SER. 2023

El conector se consolida alrededor de la cuenca del río Fucha, uno de los cuerpos hídricos más importante de la sabana de Bogotá dada su conformación y longitud, se divide en cuatro tramos, el primero conformado desde la Reserva Ecológica el Delirio en el páramo de Cruz Verde hasta la KR 7, el tramo II desde la KR 7 hasta la entrega del canal Comuneros, el tramo III desde el canal Comuneros hasta la Av. Boyacá y el tramo IV desde la Av. Boyacá hasta su entrega al río Bogotá. (Secretaría Distrital de Ambiente. Informe Técnico No. 04284, 19 de octubre del 2021). La cuenca presenta un área de 12.991 ha urbanas y 4.545 ha rurales (Cerros Orientales). En su parte alta recibe los aportes hídricos de las quebradas San Cristóbal, El Chuscal, Aguas Claras, Pilar, Mina Vitelma, entre otras.

Por otro lado, y de acuerdo con la base de datos geográfica del Decreto 555 de 2021, en el polígono del conector ecosistémico Subcuenca río Fucha se encuentran varios elementos de la Estructura Ecológica Principal (EEP) del Distrito, como son Áreas Protegidas del Orden Nacional -SINAP-, Sistema Distrital de áreas protegidas, páramos, sistema hídrico y parques urbanos y rurales (Figura 2, Tabla 2). Los elementos de la EEP en el conector suman un total de 1,673.19 ha. Sin embargo, ya que se presentan traslapes entre estos elementos, la extensión real ocupada por esta en el conector es de 1,112.73 ha, correspondientes al 60.24% de este.

Entre los elementos de la EEP destacan por su extensión e importancia la Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá, seis Reservas Distritales de Humedal, el Parque Distrital Ecológico de Montaña (PDEM) Serranía del Zuque y el conjunto de ríos, quebradas y sus rondas que hacen parte del sistema hídrico del conector.

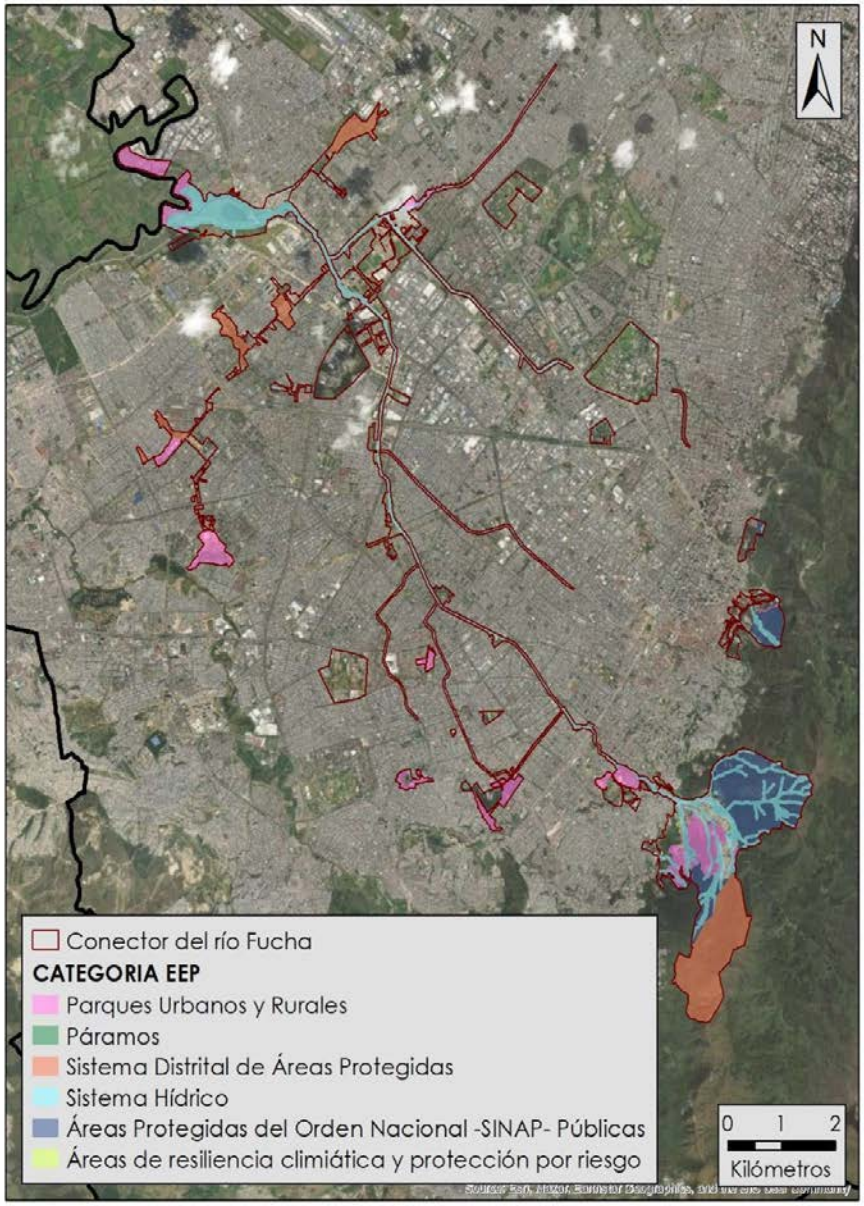


Figura 2. Estructura Ecológica Principal en el conector ecosistémico.

Tabla 2. Elementos de la EEP presentes en el Conector Ecosistémico – SRF

Categoría	Elemento	Área	Extensión (ha)
Áreas Protegidas del Orden Nacional -SINAP- Públicas	Reserva Forestal Protectora Bosque Oriental de Bogotá		443.55
Páramos	Corredor Páramo Cruz Verde – Sumapaz		99.69
Parques Urbanos y Rurales	Parques estructurantes que forman parte de la EEP		121.95
	Parques de Borde	Parque de los cerros orientales (área de ocupación pública prioritaria)	92.14
		Red de parques del Río Bogotá	21.75

Categoría	Elemento	Área	Extensión (ha)
Sistema Distrital de Áreas Protegidas	Parque Distrital Ecológico de Montaña	Serranía del Zuque	172.77
	Reservas Distritales de Humedal	Humedal de Capellanía o Cofradía	29.32
		Humedal de La Vaca	9.94
		Humedal de Techo	12.30
		Humedal del Burro	19.75
		Humedal del Meandro del Say	1.28
		Humedal Hyntiba	28.67
Sistema Hídrico	Cuerpos de agua artificiales	Acequias, vallados y humedales artificiales	1.26
		Canales artificiales	34.95
		Lagos o lagunas artificiales	0.03
	Cuerpos de agua naturales	Canales y sus rondas	89.67
		Humedales declarados como reserva	99.02
		Lagos lagunas y sus rondas	1.18
		Pantanos y sus rondas	1.69
		Ríos quebradas y sus rondas	390.15
Áreas de resiliencia climática y protección por riesgo			2.13
Total			**1,673.19**

Existen también otras figuras dentro del ordenamiento distrital territorial como son siete (7) Bosques Urbanos, nueve (9) áreas de Actuación Estratégica y 101 parques de proximidad, las cuales constituyen oportunidades para gestionarse total o parcialmente como potenciales nodos de conectividad ecológica.

Algunos bosques urbanos son:

- Bosque Urbano Bavaria
- Bosque Urbano – Parque Estructurante San Carlos:
- Bosque Urbano - Canal Boyacá Modelia:
- Bosque Urbano - Parque Estructurante Santa Lucia
- Bosque Urbano – Parque Estructurante Independencia – Bicentenario:
- Bosque Urbano – Parque Estructurante La Florida:
- Bosque Urbano – Parque Estructurante Zona Franca:

En términos de componente físico conocer la biodiversidad asociada a los Conectores Ecosistémicos es de gran importancia para la implementación de acciones que minimicen los efectos de la degradación de los elementos de la Estructura Ecológica Principal y así se proteja a las especies de fauna y flora presentes en estas áreas.

se identificaron 735 especies para el conector ecosistémico, que se encuentran distribuidas en 25 clases, 91 órdenes y 216 familias. La mayoría de los registros (41; 14%) pertenecen a las plantas Magnoliópsidas con 304 especies; le sigue el grupo de las aves con 267 especies

(36; 13%), seguido de los insectos con 54 especies (7; 31%) y las Liliopsidas con 40 especies (5,55%). Los mamíferos y reptiles estuvieron representados por 11 (1; 49%) y nueve (1; 22%) especies respectivamente. Los demás grupos tuvieron menos de cinco especies registradas cada uno, lo que representa el 7.16 % del total. De los registros encontrados para el conector, se identificaron un total de 32 especies endémicas pertenecientes a los grupos de plantas, aves, anfibios y reptiles. Un total de 13 especies están catalogadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN (2022) como amenazadas a nivel global y trece especies se encuentran en algún grado de amenaza a nivel nacional según la Resolución 1912 de 2017. De éstas, tres especies se encuentran en categoría de amenaza tanto a nivel global como nacional, ejemplo de estas son: la Tingua bogotana (*Rallus semiplumbeus)*, el Cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*), y el Cedro (*Cedrela odorata*). En relación a los mamíferos asociados al área de influencia del conector se encuentra el Tigrillo lanudo (*Leopardus tigrinus*), en estado vulnerables (VU-IUCN), el Murciélago nariz lanza mayor (*Phyllostomus hastatus*) y la Chucha de montaña (*Didelphis pernigra*), especies registradas por el Grupo de Monitoreo de la SER. Además, se registraron las especies de reptiles *Anadia bogotensis* y la *Trachemys callirostris* ssp. *callirostris* (Hicotea) especies que se encuentran en estado vulnerable (VU) a nivel nacional según la Resolución 1912 de 2017.

2. Objetivo general de la ruta

    - Visibilizar los diferentes atributos de los elementos ambientales presentes en la Subcuenca Rio Fucha para la implementación y seguimiento de acciones de conservación de sus ecosistemas y su biodiversidad en elementos de la estructura ecológica principal y otras áreas de especial importancia ambiental.

3. Objetivos específicos de la ruta

    - Vincular a actores sociales presentes a lo largo de la zona de influencia de la Subcuenca Rio Fucha para el fomento de participación y apropiación de sus territorios y el cambio hacia una cultura de ambiente a lo largo de la cuenca.

DESARROLLO METODOLOGICO

4. Cronograma de trabajo

Semana	Fechas	Actividad	Responsable
Semana 1	1 al 9 noviembre	Consulta de fuentes secundarias Recolección de información primaria	Julián Lara, Yenny Rosas, Nefdy Mosquera
Semana 2	11 al 16 noviembre	Diseño preliminar y espacializacion	Julián Lara, Yenny Rosas, Nefdy Mosquera

Semana 3	19 al 24 noviembre	Preparación preliminar: Reconocimiento, logística, cronograma de actividades.	Julián Lara, Yenny Rosas, Nefdy Mosquera Trasporte Policía
Semana 4	25 al 30 noviembre	Momento de reconocimiento y prueba Co-construccion con comunidad	Julián Lara, Yenny Rosas, Nefdy Mosquera

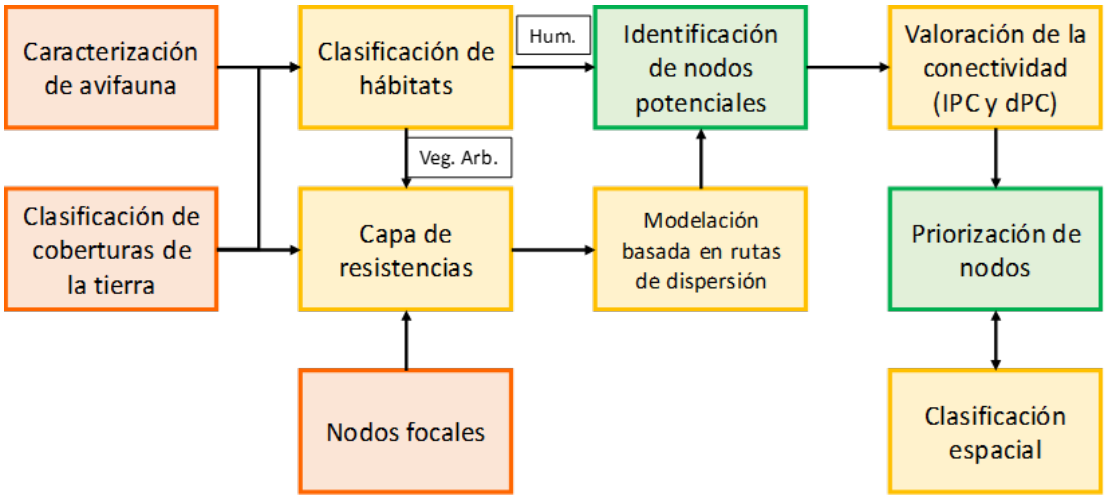
1. Consulta de fuentes secundarias

Con el fin de priorizar áreas importantes para el mantenimiento y el mejoramiento de la conectividad ecológica en el conector se llevó a cabo un ejercicio de modelación basada en hábitats. Se entiende la conectividad ecológica como la "capacidad de mantener los flujos ecológicos de individuos, materia y energía y las conexiones entre los distintos espacios o elementos claves en el funcionamiento de los ecosistemas" (Hill, 1995, citado en Ruiz et al., 2008).

La metodología abordó los dos componentes de la conectividad ecológica, la conectividad estructural y la conectividad funcional, definiendo una aproximación complementaria entre estas. La conectividad estructural se deriva de las relaciones espaciales entre los elementos estructurales del paisaje (Correa et al., 2016), mientras que la conectividad funcional se refiere a "la capacidad del territorio para permitir los desplazamientos de organismos" (Taylor et al., 1993, citado en Gurrutxaga & Lozano, 2008).

La metodología empleada consistió en tres pasos principales, 1) la identificación de nodos potenciales para la conectividad, 2) la valoración de la conectividad entre esos nodos, y 3) la priorización final de los nodos. La Figura 7 presenta un esquema del flujo de trabajo implementado.

Figura 7. Esquema de flujo metodológico para la modelación de conectividad.



Fuente: Secretaría Distrital de Ambiente (2023).

El área de análisis fue igual al área influencia definida para la caracterización de biodiversidad, con el propósito adicional de reducir el efecto de los bordes sobre la valoración del aporte a la conectividad funcional de los nodos más cercanos a estos, teniendo en cuenta que su importancia puede aumentar a medida que el borde se desplaza mediante la aplicación de un buffer, y en la medida en que este sea mayor (Zhang et al, 2021). No obstante, es importante dejar claro que la priorización final de áreas para la conectividad se refiere sólo a aquellas ubicadas dentro del conector.

Los principales insumos para el análisis fueron los resultados de la caracterización de avifauna, específicamente la lista de especies de aves registrada en el conector y sus hábitats asociados, y una capa de clasificación de coberturas de la tierra para identificar los hábitats presentes. Esta capa fue generada a escala 1:5,000 mediante interpretación visual de un mosaico de ortofotos del año 2017 (FAC, 2017), aplicando un ajuste a la metodología Corine Land Cover.

A partir de estos insumos se definieron los 'Humedales' y 'Vegetación arbórea y arbustiva' como los hábitats a modelar, ya que a ellos se asocia una cantidad importante de especies, y al mismo tiempo requieren acciones específicas de preservación y restauración, además de su uso sostenible. En particular, los humedales tienen una importancia fundamental para la conservación de la biodiversidad como ecosistemas representativos de la región biogeográfica del altiplano Cundiboyacense.

A partir de la capa de coberturas de la tierra se identificaron los polígonos correspondientes a cada uno de los dos hábitats seleccionados. Posteriormente, para la identificación de nodos potenciales para la conectividad, en el caso del hábitat

'Humedales' se procedió a su generación mediante la unión de los polígonos contiguos correspondientes a este.

En el caso de la 'Vegetación arbórea y arbustiva' se incluyó un paso previo con el fin de identificar áreas con otro tipo de coberturas que por su localización puedan aportar al mejoramiento de la conectividad de este hábitat. Para ello, previamente las coberturas fueron clasificadas también según su propósito definiendo las siguientes categorías:

- Mantenimiento de la conectividad: coberturas que actualmente corresponden al hábitat y por tanto ya aportan a su conectividad, por lo cual requerirían acciones orientadas a su mantenimiento y cuidado, sin descartar acciones de enriquecimiento.
- Mejoramiento de la conectividad: coberturas que actualmente no corresponden al hábitat, pero por su naturaleza se considera que tienen potencial para aportar a su conectividad, a partir de procesos de restauración ecológica o enriquecimiento vegetal.

Con este fin, se aplicó un método de modelación espacial de rutas de dispersión de menor costo basado en la aplicación de la teoría de circuitos electrónicos, con la cual se representa la estructura del paisaje como un circuito conformado por nodos y resistencias. Las resistencias reflejan la permeabilidad del paisaje al movimiento de los organismos, mientras que los nodos constituyen los diferentes fragmentos de hábitat en el paisaje (McRae et al., 2008).

La capa de resistencias requerida se generó a partir de la clasificación de coberturas de la tierra. Con este insumo se procedió a correr la herramienta Circuitscape (Shah & McRae, 2008), cuyo producto principal es una capa con valores de flujo acumulado de corriente para cada píxel, los cuales representan la probabilidad de que un individuo pase por un nodo o fragmento en el paisaje.

Una vez obtenido este producto, se calculó y asignó el promedio de flujo acumulado a cada polígono de cobertura, a partir del cual se procedió a identificar aquellos polígonos con mayor potencial para la conectividad. Para ello se categorizaron los valores obtenidos mediante una clasificación de cinco (5) niveles. Los polígonos en los tres niveles superiores (1 a 3) fueron tomados como aquellos con potencial para la conectividad de la 'Vegetación arbórea y arbustiva'.

Una vez definidos los nodos potenciales se procedió a valorar la conectividad funcional entre estos para cada uno de los dos hábitats modelados, para lo cual se calculó el Índice de Probabilidad de Conectividad (PC), el cual está basado en los conceptos de disponibilidad de hábitat y probabilidad de dispersión. Este índice considera cada parche de hábitat como un espacio al interior del cual también hay conectividad, y al

mismo tiempo evalúa las conexiones en términos de la probabilidad de dispersión entre parches (Saura & Pascual-Hortal, 2007).

El cálculo de este índice se realizó aplicando un método de modelación fundamenta en conceptos y métodos derivados de la teoría de grafos, la cual modela relaciones entre objetos mediante su representación como estructuras compuestas por nodos conectados mediante enlaces. Los nodos representan las áreas a conectar y los enlaces son las conexiones entre ellos (Saura & Pascual-Hortal, 2007).

Así mismo, el cálculo del índice PC integra la distancia de dispersión como parámetro para evaluar la probabilidad de dispersión, para lo cual la revisión hecha para la caracterización de avifauna permitió encontrar información sobre los rangos de hogar (home range) para las especies Arremon assimilis y Porphyriops melanops, con base en los cuales definir este parámetro. La primera de estas especies se asocia a sotobosques y estratos medios de bosques y arbustales, mientras que la segunda es una especie acuática asociada a humedales y en peligro de extinción (EN) a nivel nacional.

Para definir la distancia lineal de dispersión media se utilizó la ecuación alométrica de Bowman (2003), en la cual la raíz cuadrada del rango hogareño (home range) se multiplica por 12. Para A. assimilis se obtuvo información de Castaño et al. (2019) sobre su rango de hogar en los bosques andinos de los cerros orientales, mientras que para P. melanops se obtuvieron los datos de Roselli & Castro-Vargas (2019) sobre rangos de dispersión en localidades de la Sabana de Bogotá. La Tabla 5 presenta los valores obtenidos.

Tabla 5. Distancias de dispersión media de las especies representativas utilizadas para cada hábitat.

Hábitat	Especie	Rango de hogar promedio ± desviación estándar	Distancia de dispersión lineal
Vegetación arbórea y arbustiva	*Arremon assimilis*	0.50 ± 0.47 ha[1]	0.8 km
Humedales	*Porphyriops melanops*	17.6 ± 42.4 ha[2]	8.51 km

Fuente: 1. Castaño et al. (2019); 2. Roselli & Castro-Vargas (2019).

Contando con estos datos y con los nodos potenciales previamente seleccionados, se procedió a calcular el Índice de Probabilidad de Conectividad (PC) para cada uno de los hábitats modelados, haciendo uso de la herramienta Conefor 2.6 (Saura & Torné, 2009). El PC es un índice que caracteriza la conectividad a nivel de toda el área

analizada, en una escala de 0 a 1, por lo cual, con el fin de realizar la priorización de los nodos potenciales previamente identificados, se calculó también el valor del delta de Probabilidad de Conectividad (dPC), el cual caracteriza la importancia de cada uno de los nodos para la conectividad del paisaje en términos de porcentaje.

Los valores de PC obtenidos en ambos casos fueron bajos, de 0,1223 para la vegetación arbórea y arbustiva y de 0,0005 para los humedales, mostrando una baja y muy baja disponibilidad de hábitat respectivamente. Los valores de dPC por su parte fueron clasificados en cinco niveles, siendo el nivel 1 el de mayor prioridad y el nivel 5 el de menor prioridad para la conectividad. Tras unir los nodos de Humedales y de Vegetación arbórea y arbustiva en una misma capa, su respectiva clasificación en cinco niveles de prioridad arrojó la distribución espacial que se presenta en la Figura 8.

Figura 8. Distribución espacial de nodos por categoría de prioridad según valores de dPC.

2. Recolección de información primaria
3. Diseño preliminar y espacializacion
4. Co-construccion con comunidad
5. Momento de reconocimiento y prueba
6. Diseño final de la ruta



