

# Planificación territorial para la conectividad

**Dra. Annika Keeley, Banco Mundial y Centro para la Conservación de Grandes Paisajes**

**28 de junio de 2022**



# Esquema

- Visión general del proceso de planificación espacial de los corredores ecológicos
- Introducción a la herramienta de cartografía de corredores de fauna silvestre
- Trabajar con la herramienta
- Acciones prioritarias para la herramienta de conectividad (si el tiempo lo permite)

# Pasos para identificar y priorizar los corredores

Definir los objetivos ecológicos



Selección de especies focales o enfoque de conectividad estructural



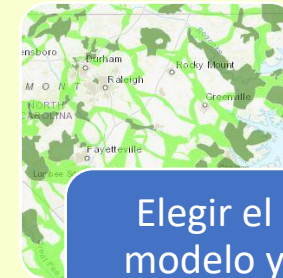
Reunir las capas de datos del SIG



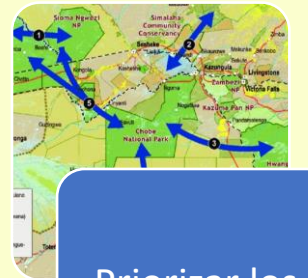
Asignar valores de resistencia



Definir lo que se conecta



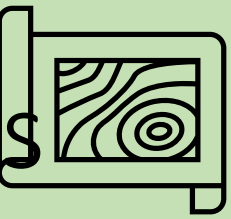
Elegir el modelo y crear el mapa de conectividad



Priorizar los corredores

Evaluar la utilidad potencial de los corredores identificados

# Herramienta de cartografía de los corredores de fauna silvestre



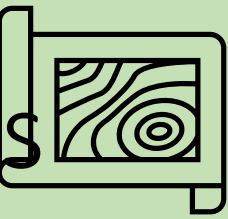
Smithsonian  
Institution

Dr. Grant Connette, Instituto Smithsoniano  
Dr. Nirmal Bhagabati, WWF-US, y otros



<https://grmcco.users.earthengine.app/view/corridor-mapping-tool-v3>

# Herramienta de cartografía de los corredores de fauna silvestre



Smithsonian  
Institution

Dr. Grant Connette, Instituto Smithsoniano

Dr. Nirmal Bhagabati, WWF-US, y otros



1. Convertir las imágenes de satélite recientes en un **mapa de la cubierta del suelo**,
2. **Dibujar elementos lineales** como carreteras, vías férreas, tuberías y vallas
3. Convertir los conjuntos de datos de cobertura del suelo y de características lineales en una superficie de **costes**
4. Indicar las **manchas de origen** de la fauna silvestre
5. **Identificar los posibles corredores de desplazamiento de la fauna silvestre** en función de la dificultad relativa para llegar a cualquier zona del

paisaje desde las manchas de origen.

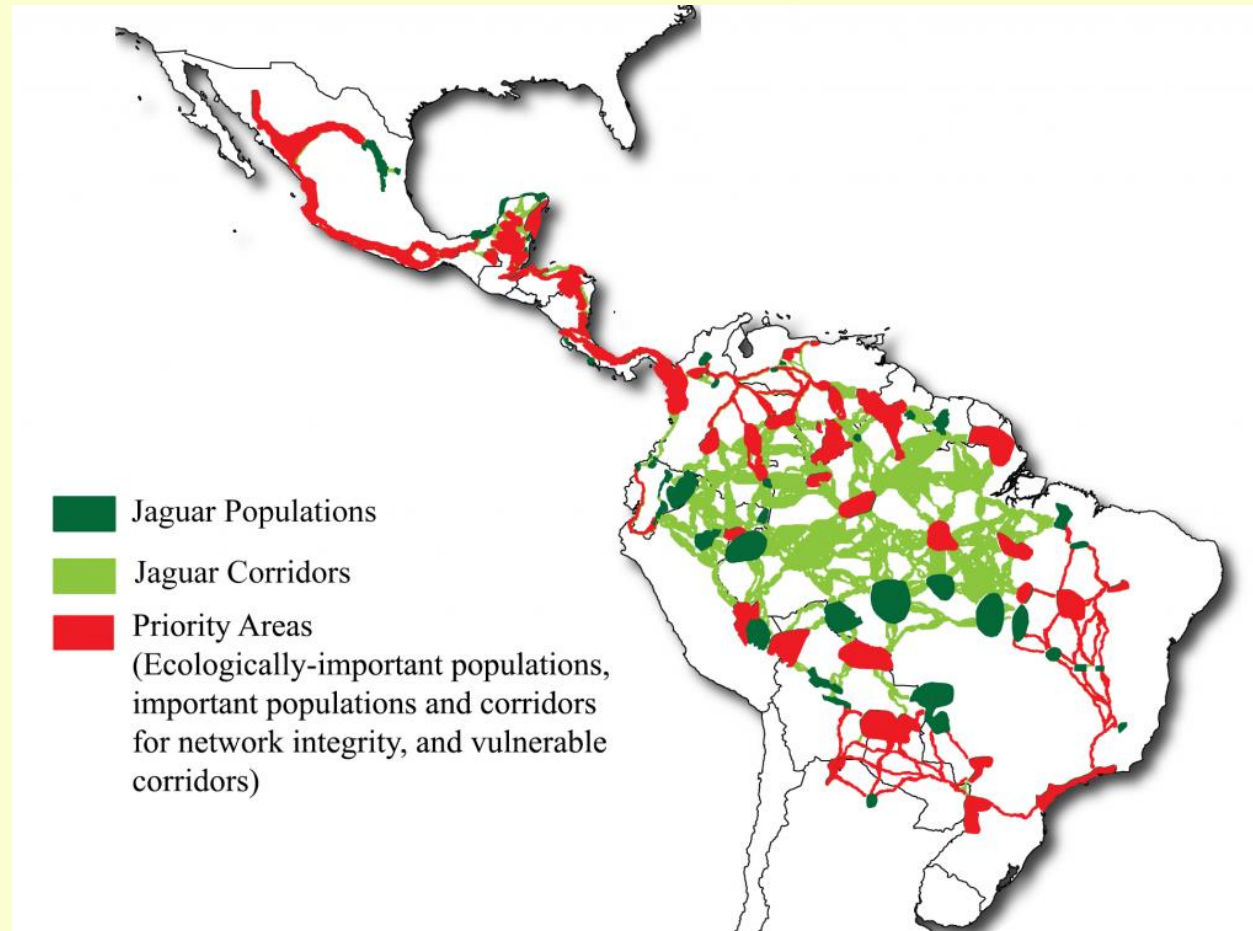
<https://grmcco.users.earthengine.app/view/corridor-mapping-tool-v3>



# Pasos para identificar y priorizar los corredores



# Consideraciones sobre las especie



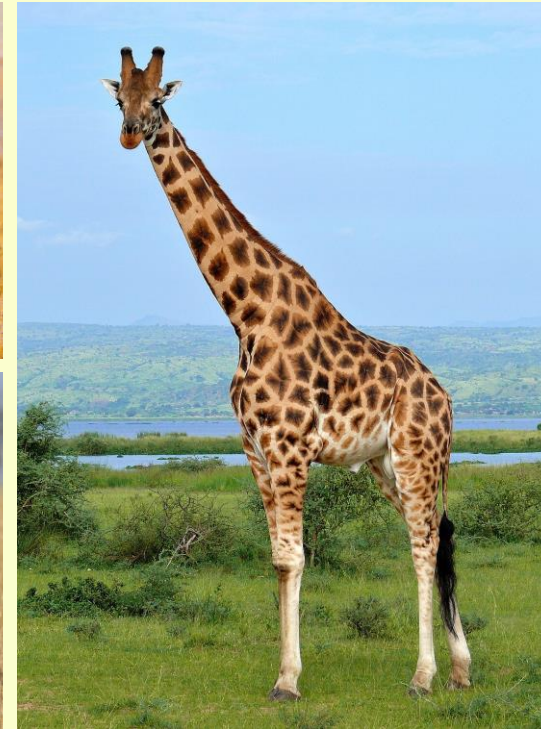
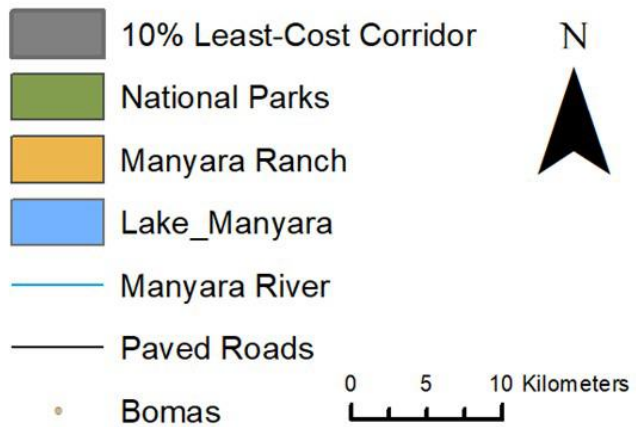
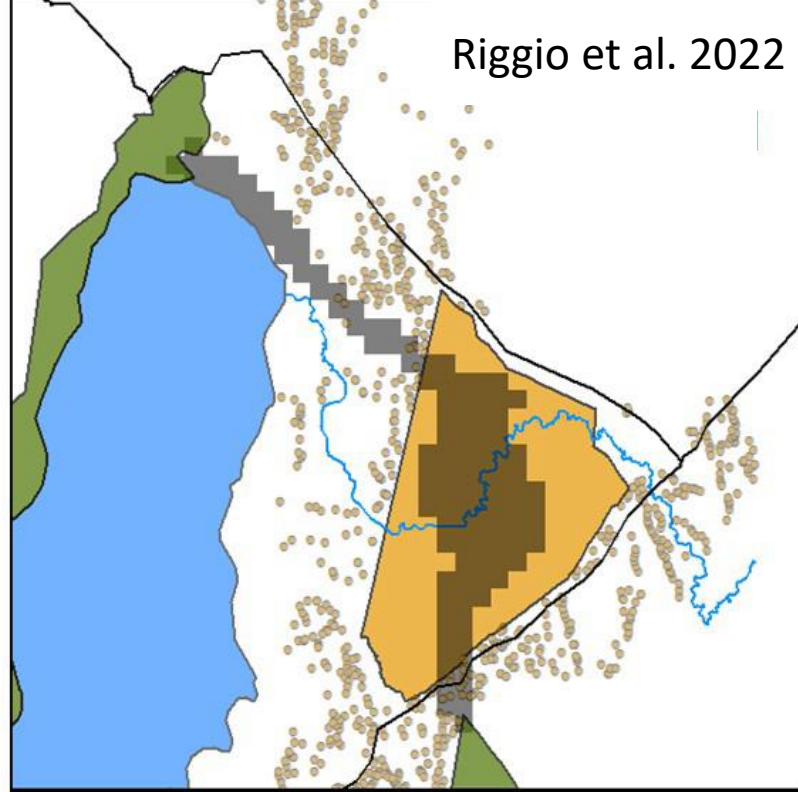
# Consideraciones sobre las especies focales

- Especies emblemáticas Y
- Especies con capacidad de dispersión limitada
- Especialistas en hábitat
- Especies importantes para procesos ecológicos como la polinización
- Especies sensibles a las barreras
- Especies clave





Riggio et al. 2022



# Conectividad estructural

Una medida de la permeabilidad del hábitat

basado en las características físicas y la disposición de los parches de hábitat

Se supone que es importante para que los organismos se muevan por su entorno

# Conectividad estructural

Una medida de la permeabilidad del hábitat

basado en las características físicas y la disposición de los parches de hábitat

Se supone que es importante para que los organismos se muevan por su entorno

# Conectividad funcional

El grado de evidencia que indica que

los paisajes facilitan o impiden el movimiento de los organismos

# ¿Preguntas?

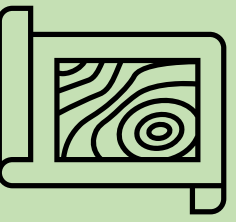


# Pasos para identificar y priorizar los corredores



# Montaje de capas SIG: recursos globales

Conjunto de datos	Descripción	Fuente
Cubierta de la tierra	2020 ESA World Cover a 10 m.	<a href="https://esa-worldcover.org/en">https://esa-worldcover.org/en</a>
Mapa de impacto humano	conjuntos de datos detallados de modificación del uso del suelo a nivel mundial para 1990, 2000, 2010 y 2015; resolución de 0,09 km <sup>2</sup>	Theobald et al. 2020. Datos de la ciencia del sistema terrestre 12.
Altura del árbol	2021 - valor en metros	Lang et al. 2022. arXiv preprint arXiv:2204.08322
Cubierta del tejadillo	Cambio global de la cubierta forestal a partir del conjunto de datos de "campos continuos", con una resolución de 30 m, porcentaje de cada celda de bosque >5 m de altura.	Sexton et al. 2013. International Journal of Digital Earth, 130321031236007.
Intacta la selva global	Captura los efectos de la pérdida, la calidad y la fragmentación del hábitat	Beyer et al. 2020. Conservation Letters 13, e12692.
Base de datos mundial sobre áreas protegidas	La Base de Datos Mundial sobre Áreas Protegidas (WDPA) es la base de datos mundial más completa sobre áreas protegidas terrestres y marinas.	<a href="https://www.iucn.org/theme/protected-areas/our-work/world-database-protected-areas">https://www.iucn.org/theme/protected-areas/our-work/world-database-protected-areas</a>
Cambio forestal global	Cambio forestal global 2000-2019	<a href="https://data.globalforestwatch.org/datasets/14228e6347c44f5691572169e9e107ad">https://data.globalforestwatch.org/datasets/14228e6347c44f5691572169e9e107ad</a>
Lista Roja de especies amenazadas de la UICN	Conjuntos de datos mundiales sobre amenazas, áreas de distribución y acciones de las especies	<a href="https://www.iucnredlist.org/">https://www.iucnredlist.org/</a>
Carreteras	OpenStreetMap	<a href="https://www.openstreetmap.org/">https://www.openstreetmap.org/</a>
WorldPop	Datos cuadriculados globales de alta resolución, incluida la densidad humana	<a href="https://www.nature.com/articles/sdata20171">https://www.nature.com/articles/sdata20171</a>
WorldClim	Datos climáticos mundiales	<a href="https://www.worldclim.org/">https://www.worldclim.org/</a>

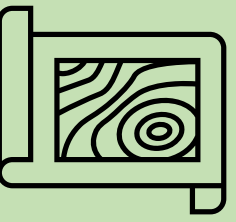


# 1. Seleccionar el área de estudio

## Direcciones

- Elija un área pequeña ( $\sim 100 \text{ km}^2$ ) con una carretera que pase por el medio
- Dibujar un rectángulo

Guardar

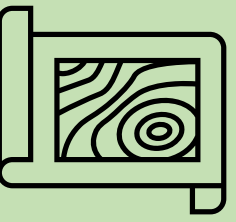


## 2. Crear un mapa de cobertura del suelo

Indique a la herramienta qué es un bosque, una pradera o una zona urbanizada

Guardar





### 3. Añadir las carreteras existentes

Guardar

# Pasos para identificar y priorizar los corredores



Selección de especies focales o enfoque de conectividad estructural



Reunir las capas de datos del SIG

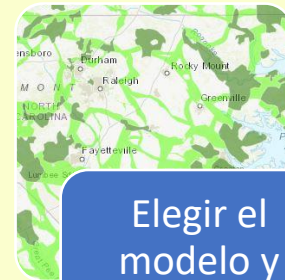


4	17	6	15	17	18	4	9	15	6
19	11	17	11	6	2	2	2	2	2
19	6	6	12	2	8	15	6	19	2
10	9	2	17	6	15				
11	2	4	11	18	6				
2	8	10	15	4	10				
19	6								
17	17								
5	15								

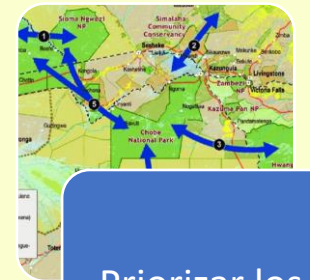
Asignar valores de resistencia



Definir lo que se conecta



Elegir el modelo y crear el mapa de conectividad



Priorizar los corredores

# Mapa de resistencia

32	38	75	17	13	Terminal 2	
42	37	44	12	50	Terminal 2	
53	51	75	44	68	19	55
26	10	73	35	23	64	17
24	33	48	64	17	51	59
Terminal 1		35	12	11	59	18
Terminal 1		25	12	13	84	86

**Resistencia** = dificultad de atravesar el píxel para la especie de interés.

# Estimación de los valores de resistencia

(denominados costes de desplazamiento en la Herramienta de Cartografía de Corredores de Vida Silvestre)

## **Especies focales**

- Inverso de la idoneidad del hábitat
- Funciones de selección de recursos
  - Basado en datos puntuales, pasos o trayectorias
- Modelos mecanicistas
- Opinión de los expertos

## **Estructural**

- Grado de modificación humana/naturaleza



# Estimación de los valores de resistencia

## Especies focales

- Inversa de la idoneidad del hábitat - Spear et al. 2010. Ecología molecular
- Modelos de selección de recursos - Zeller et al. 2012. Ecología del paisaje
  - Basado en datos puntuales, pasos o trayectorias
- Modelos mecanísticos - Golden et al. 2022. Modelización medioambiental y software
- Opinión de expertos - Rabinowitz et al. 2010. Conservación biológica

## Estructural



# Valores de resistencia para el alce

## Cubierta de la tierra

Bosque y arbolado

Chaparral

Desierto y matorral mixto

Bosques y matorrales ribereños

Agricultura

Desarrollado, intensidad media-alta

Desarrollado, de baja intensidad

Carreteras

## Gastos de viaje

1

40

90

20

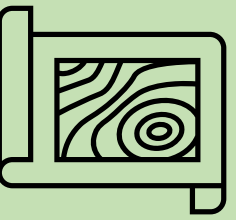
70

100

70

90

4. Asignar los gastos de viaje (también conocidos como valores de resistencia)



Guardar

# ¿Preguntas?



# Pasos para identificar y priorizar los corredores



Selección de especies focales o enfoque de conectividad estructural



Reunir las capas de datos del SIG



4	17	6	15	17	18	4	9	15	6
9	11	17	11	6	2	2	2	2	2
9	6	6	12	2	8	15	6	19	2
Origin	10	9	2	17	6	15			Destination
	11	2	4	11	18	6			
	2	8	10	15	4	10			
9	6								
7	17								
5	15								

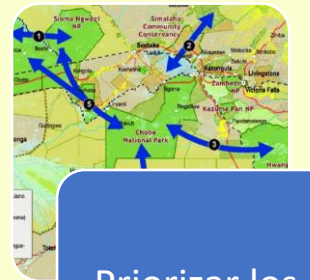
Asignar valores de resistencia



Definir lo que se conecta



Elegir el modelo y crear el mapa de conectividad



Priorizar los corredores

# 5. Creación de áreas de origen de la vida silvestre



Recurso: [Mapa de áreas protegidas globales](#)

Guardar

# Pasos para identificar y priorizar los corredores



Selección de especies focales o enfoque de conectividad estructural



Reunir las capas de datos del SIG

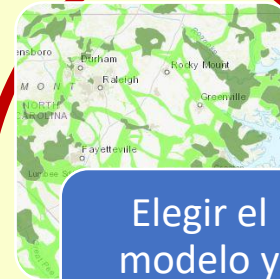


4	17	6	15	17	18	4	9	15	6
19	11	17	11	6	2	2	2	2	2
19	6	6	12	2	8	15	6	19	2
Origin	10	9	2	17	6	15			Destination
	11	2	4	11	18	6			
	2	8	10	15	4	10			
19	6								
17	17								
5	15								

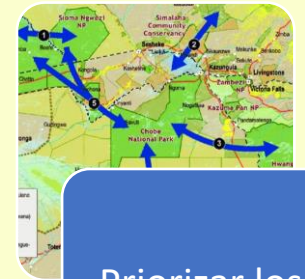
Asignar valores de resistencia



Definir lo que se conecta



Elegir el modelo y crear el mapa de conectividad



Priorizar los corredores

# Del mapa de resistencia al mapa de costes

32	38	75	17	13	Fuente 2	
42	37	44	12	50		
53	51	75	44	68	19	55
26	10	73	35	23	64	17
24	33	48	64	17	51	59
Fuente 1		35	12	11	59	18
		25	12	13	84	86

**Resistencia** = dificultad de atravesar el píxel para la especie de interés.

Coste = suma mínima de las resistencias de una fuente a una célula

Coste de la fuente 1 para esta casilla =  $25+12+17+ \frac{1}{2} (64) = 86$ .

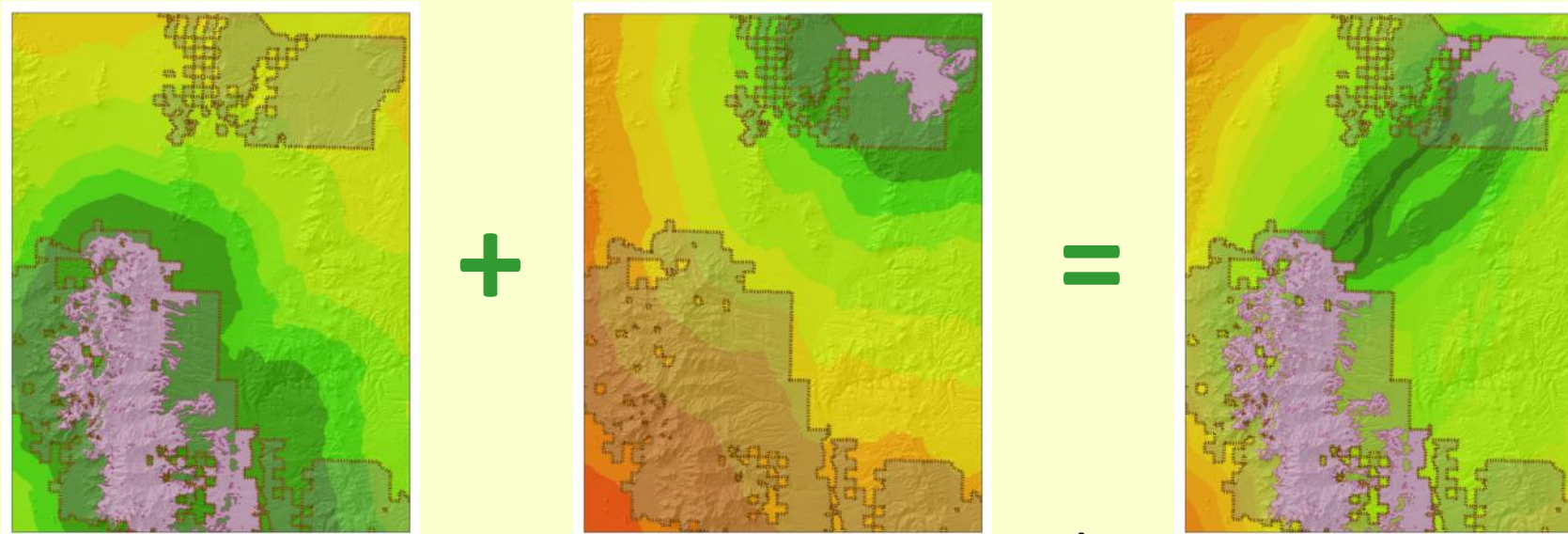
Coste de la Fuente 1 a esta celda = 107.

# Modelización del mínimo coste: Mapa de costes

138	141	160	131	127		
106	104	107	115	146		
62	60	72	105	117	87	124
37	29	70	66	66	51	108
12	17	24	67	46	74	129
Terminal 1		18	31	43	82	108
		13	31	44	90	150

Coste de la distancia - coste del viaje desde la Fuente 1 a *cada celda*

# Modelización del mínimo coste: Corredor de menor coste



Mapa de costes1 + Mapa de costes2 =  
Corredor de menor coste

La modelización del menor coste identifica la zona en la que el animal tendría el menor coste de desplazamiento.

NO es un camino previsto (los animales no tienen un conocimiento perfecto del paisaje).



# Modelización de los corredores de menor costo

4	17	6	15	17	18	4	9	15	6
19	11	17	11	6	2	2	2	2	2
19	6	6	12	2	8	15	6	19	2
Origin	10	9	2	17	6	15	Destination		
	11	2	4	11	18	6			
	2	8	10	15	4	10			
	6	12	9	12	18	6			
19	6	19	4	8	18	12	4	18	18
17	17	4	17	18	6	4	17	6	19
6	15	18	6	10	11	6	8	9	11

Mapa de costes

4	17	6	15	17	18	4	9	15	6
19	11	17	11	6	2	2	2	2	2
19	6	6	12	2	8	15	6	19	2
Origin	10	9	2	17	6	15	Destination		
	11	2	4	11	18	6			
	2	8	10	15	4	10			
	6	12	9	12	18	6			
19	6	19	4	8	18	12	4	18	18
17	17	4	17	18	6	4	17	6	19
6	15	18	6	10	11	6	8	9	11

Least-Cost Path

4	17	6	15	17	18	4	9	15	6
19	11	17	11	6	2	2	2	2	2
19	6	6	12	2	8	15	6	19	2
Origin	10	9	2	17	6	15	Destination		
	11	2	4	11	18	6			
	2	8	10	15	4	10			
	6	12	9	12	18	6			
19	6	19	4	8	18	12	4	18	18
17	17	4	17	18	6	4	17	6	19
6	15	18	6	10	11	6	8	9	11

Least-Cost Corridor

# Modelado de corredores

Rudnick et al. 2012. El papel de la conectividad del paisaje en la planificación e implementación de las prioridades de conservación y restauración. Temas de Ecología

- Vías/corredores de menor coste
- Rutas factoriales de mínimo coste
- Teoría de los circuitos
- Teoría de los gráficos
- Núcleo resistente
- Modelo de movimiento basado en el individuo
- Modelización espacialmente explícita de la población

# Modelado de corredores

Rudnick et al. 2012. El papel de la conectividad del paisaje en la planificación e implementación de las prioridades de conservación y restauración. Temas de Ecología

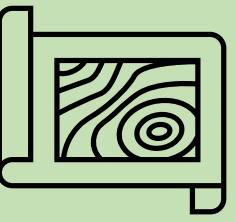
- Vías/corredores de menor coste
- Rutas factoriales de mínimo coste
- Teoría de los circuitos
- Teoría de los gráficos
- Núcleo resistente
- Modelo de movimiento basado en el individuo
- Modelización espacialmente explícita de l

Cada enfoque ayuda a modelar algún aspecto de la conectividad.

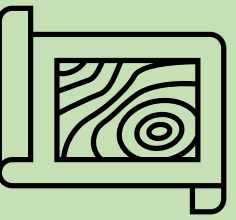
Ningún enfoque es el mejor para todas las tareas.

Puede utilizar más de un enfoque por tarea.

6. Ejecute el análisis de conectividad.



7. Crear un escenario alternativo y volver a realizar el análisis



# Otras herramientas de planificación de la conectividad

<https://conservationcorridor.org/corridor-toolbox/programs-and-tools/>



# ¿Preguntas?

# Pasos para identificar y priorizar los corredores



Selección de especies focales o enfoque de conectividad estructural



Reunir las capas de datos del SIG

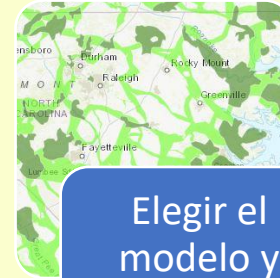


4	17	6	15	17	18	4	9	15	6
19	11	17	11	6	2	2	2	2	2
19	6	6	12	2	8	15	6	19	2
Origin	10	9	2	17	6	15			Destination
	11	2	4	11	18	6			
	2	8	10	15	4	10			
19	6								
17	17								
5	15								

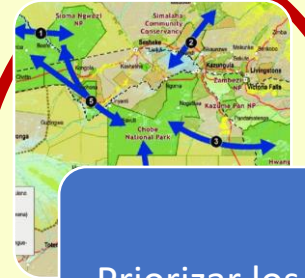
Asignar valores de resistencia



Definir lo que se conecta



Elegir el modelo y crear el mapa de conectividad



Priorizar los corredores

# Acciones prioritarias para la herramienta de conectividad

**Prioridad = Valor + Amenaza + Oportunidad**

**Valor:** los beneficios para la biodiversidad y el bienestar humano que aporta un corredor

**Amenaza:** factores que aumentan la probabilidad de que el valor de conectividad de un corredor se reduzca en el futuro.

**Oportunidad:** factores que influyen en la capacidad de los conservacionistas para llevar a cabo con éxito las acciones de conservación de la conectividad deseada dentro o alrededor de un corredor.

# Acciones prioritarias para la herramienta de conectividad

- Nombre de la variable
- Descripción de la variable
- Motivo de la inclusión
- Categorías propuestas
- Ejemplos de fuentes de datos

# Acciones prioritarias para la herramienta de conectividad

	VALUE VARIABLES						THREAT VARIABLES				OPPORTUNITY VARIABLES									
	Biodiversity	Ecosystem services	Climate adaptation value	Connected habitat significance	Dispersal/migration use	Corridor dweller use	Linear infrastructure development	Climate change exposure	Habitat loss	Human population expansion	Economic opportunity	Land use compatibility	Community values	Tenure security	Jurisdictional complexity	Local community governance	Civil society capacity	Social capital		
Variable weight	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Corridor Name																			Reviewer	Recommended conservation action(s)
Corridor1	25	2	3	1	2	1	1	11	3	3	2	2	3	1	2	1	1	2		
Corridor2	10	3	2	2	1	3	2	2	1	2	3	1	2	3	2	3	2	1		
Corridor3	7	3	2	2	2	2	3	5	1	1	2	1	3	2	1	2	3	2		



# Acciones prioritarias para la herramienta de conectividad

<b>Corredor</b>	<b>VALOR</b>	<b>AMENAZA</b>	<b>OPORTUNIDAD</b>	<b>EN GENERAL</b>
Corredor1	0.500	0.600	0.500	0.517
Corredor2	0.514	0.200	0.583	0.489
Corredor3	0.542	0.467	0.417	0.477

# Pasos para identificar y priorizar los corredores

Definir los objetivos ecológicos



Selección de especies focales o enfoque de conectividad estructural



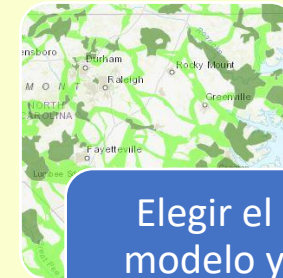
Reunir las capas de datos del SIG



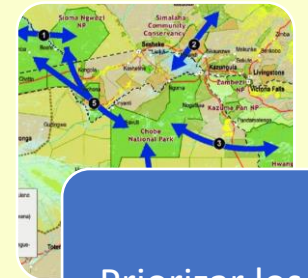
Asignar valores de resistencia



Definir lo que se conecta



Elegir el modelo y crear el mapa de conectividad



Priorizar los corredores

Evaluar la utilidad potencial de los corredores identificados

¿Preguntas?

[annika@largelandscapes.org](mailto:annika@largelandscapes.org)