



# Análisis regional de la conectividad estructural y funcional del Paisaje Sierra de Tapalpa

# ANÁLISIS REGIONAL DE LA CONECTIVIDAD ESTRUCTURAL Y FUNCIONAL DEL PAISAJE SIERRA DE TAPALPA





# ÍNDICE

01 Antecedentes

.....

02 Objetivos y metas del  
proyecto

.....

03 Amenazas a la  
biodiversidad

.....

04 Evaluación de la  
conectividad del Paisaje  
Sierra de Tapalpa

.....

05 Conectividad del  
Paisaje Sierra de Tapalpa

.....

Sección 01

# Antecedentes



# PAISAJE DE LA REGIÓN SIERRA DE TAPALPA



Un paisaje se define como un “mosaico de kilómetros de ancho sobre el cual recurren ecosistemas locales particulares y usos de suelo”.

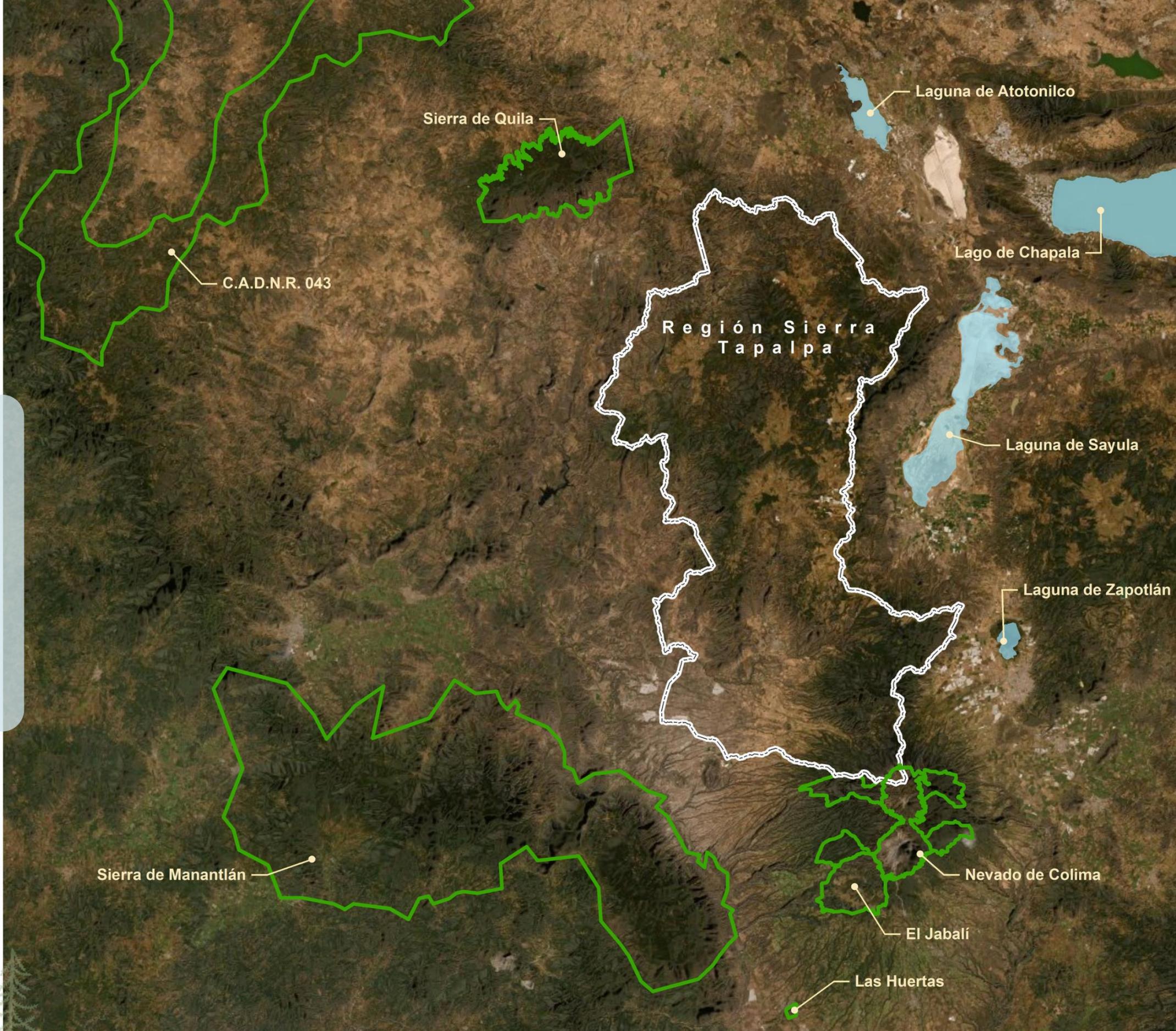
El Paisaje de la Sierra de Tapalpa se conforma por los municipios Atemajac de Brizuela, Chiquilistlán, Tapalpa y San Gabriel, y se sitúa en medio de áreas importantes para la biodiversidad.





## PAISAJE DE LA REGIÓN SIERRA DE TAPALPA

- Alrededor de la Sierra de Tapalpa se encuentran **ANPS y sitios RAMSAR.**
- Diferentes geomorfologías y tipos de suelo que proveen al paisaje una **variedad de grupos de vegetación.**
- **Destaca el bosque de pino** hacia el Oeste, dentro del municipio de Tapalpa y Chiquilistlán.



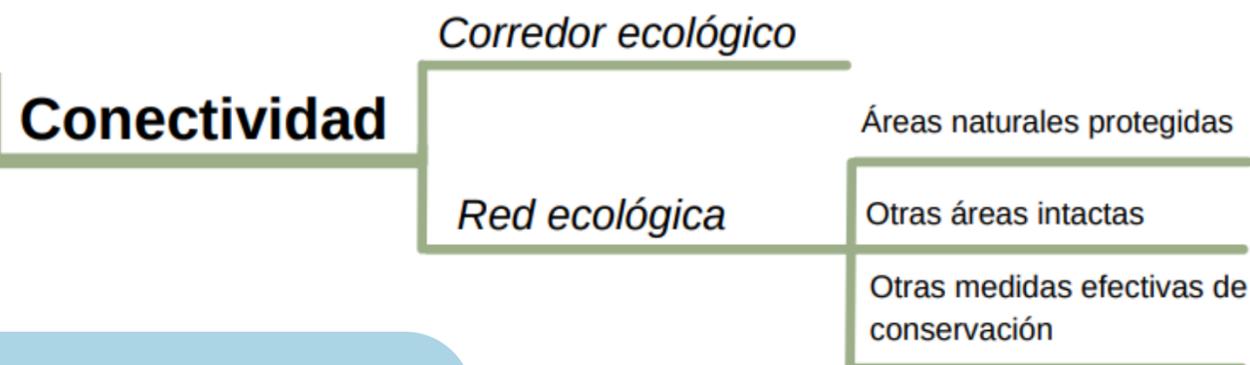
# CONSERVACIÓN DE LA CONECTIVIDAD A TRAVÉS DE REDES Y CORREDORES ECOLÓGICOS (UICN)



“Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)”

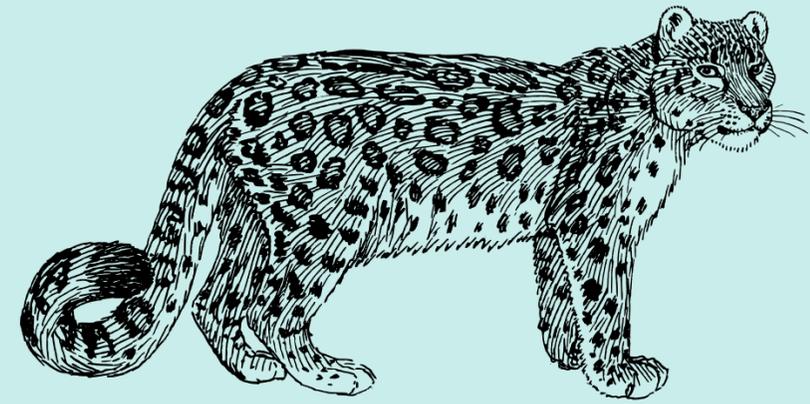


Unir las capacidades institucionales e individuales para a través de la investigación y conocimiento de la biodiversidad, poner en marcha buenas prácticas y mitigar la fragmentación de hábitats.



**Corredor ecológico:** mantiene, fortalece y restaura la conectividad. Ruta que conecta reservorios de biodiversidad.

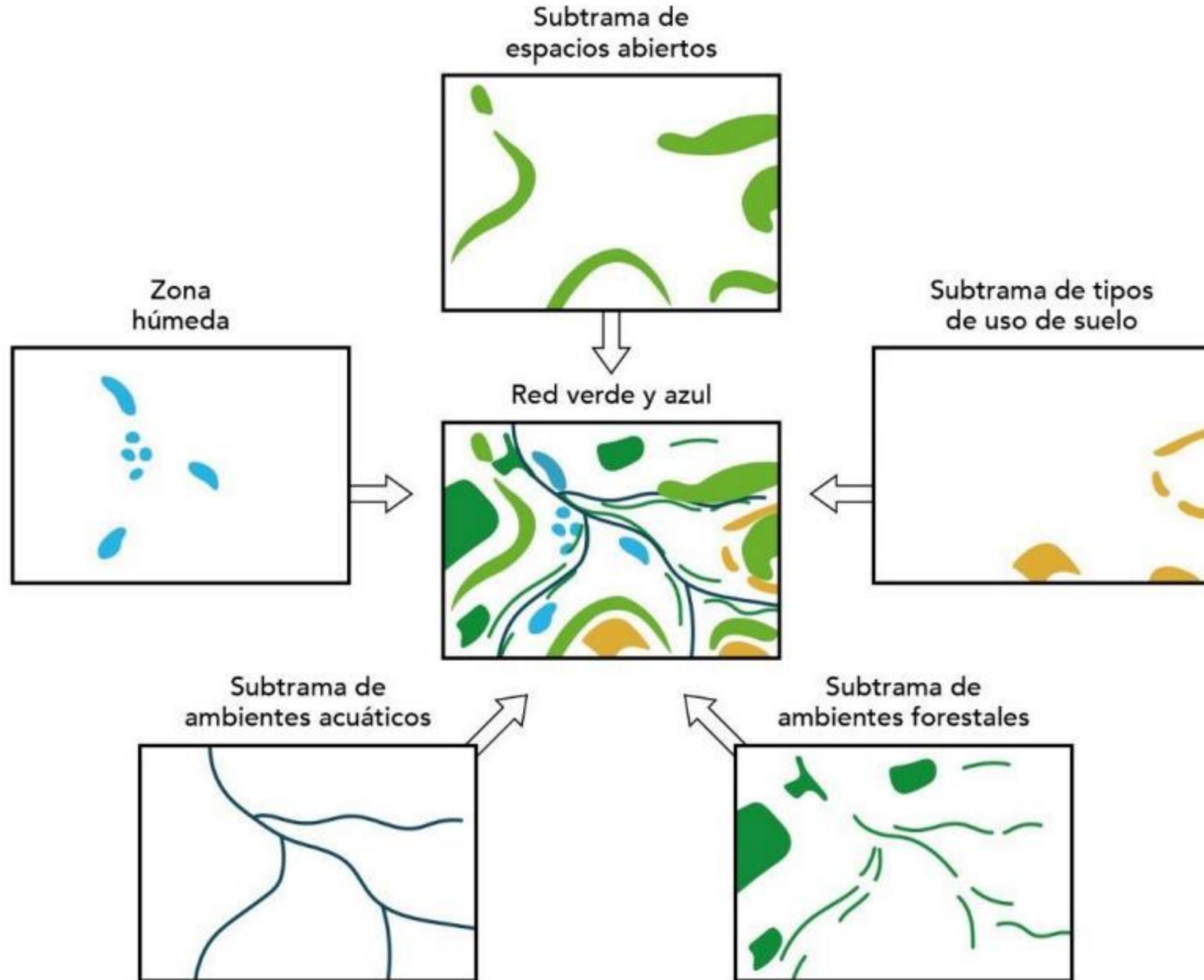




# LA RED VERDE Y AZUL

La RVA refiere a la creación de corredores ecológicos, los cuales son necesarios para que las rutas de viaje de la flora y la fauna se conecten mediante reservorios de biodiversidad.

Se basa en los principios de la ecología del paisaje y tiene como objetivo constituir una red ecológica viable para las especies, compuesta por redes de biodiversidad y corredores.



# PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL

Aspectos relevantes

- Política de gestión de los recursos naturales
- Reconocimiento de los servicios ambientales
- Integrar el desarrollo económico y la gestión del territorio, mediante el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

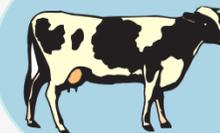
## Criterios ecológicos



Actividades agrícolas



Conservación



Pecuario



Turismo



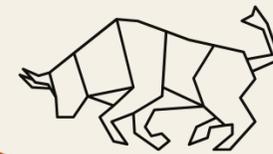
Asentamientos urbanos



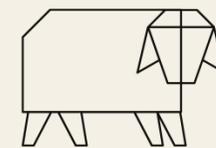
# ESTRATEGIA ESTATAL SOBRE LA BIODIVERSIDAD



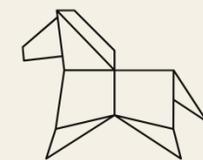
Conservar y salvaguardar la biodiversidad



Desarrollo de conocimientos en el ámbito de la biodiversidad



Redes de científicos, académicos y habitantes de la región



A definir áreas bioculturales prioritarias y sus paisajes naturales

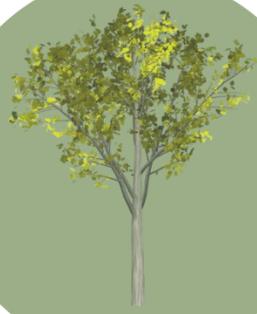
Sección 02

# Objetivos y metas



# Objetivo General

**Caracterizar, analizar y evaluar**  
la conectividad estructural y funcional del paisaje  
Sierra de Tapalpa y su área de influencia para  
orientar la planificación de uso del territorio y  
mejorar el estado de conservación de los hábitats y  
el buen estado ecológico de los ecosistemas y flujos  
de agua



# Objetivos Específicos

Desarrollar un análisis regional de la conectividad estructural y funcional de la Sierra de Tapalpa con base en el Programa Regional de Ordenamiento Ecológico del Territorio

Adaptar y/o formular manuales de mejores prácticas y medidas para la conservación de la biodiversidad en tres principales usos del paisaje: agropecuarias (cultivo de granos y forraje, ganadería), producción de aguacate, frutillas (berries) y papa, y uso habitacional (cabañas) y recreativo (actividades turísticas) del espacio forestal.

Sección 03

# Amenazas a la biodiversidad

La disminución de los hábitats naturales en la Sierra de Tapalpa ha tenido un gran impacto sobre los grupos faunísticos, especialmente los mamíferos de gran tamaño (Ávila et al., 2019)

venado\*

ocelote\*

puma

Estas especies necesitan desplazarse por grandes extensiones de terreno





# AGRICULTURA



Aguacate



Berries



Papa

## IMPACTOS

- Propagación de plagas y uso de agroquímicos
- Atracción de especies de fauna
- Disminución del nivel de acuíferos
- Incendios
- Impacto a la calidad del paisaje
- Contaminación del agua
- Daño en la calidad y productividad de los suelos
- Cambios en el uso de suelo y pérdida de la superficie forestal.
- Otros

CHIQUILISTLÁN

ATEMAJAC DE BRIZUELA

Zona de papa

TAPALPA

SAN GABRIEL



Aguacateras



Invernaderos





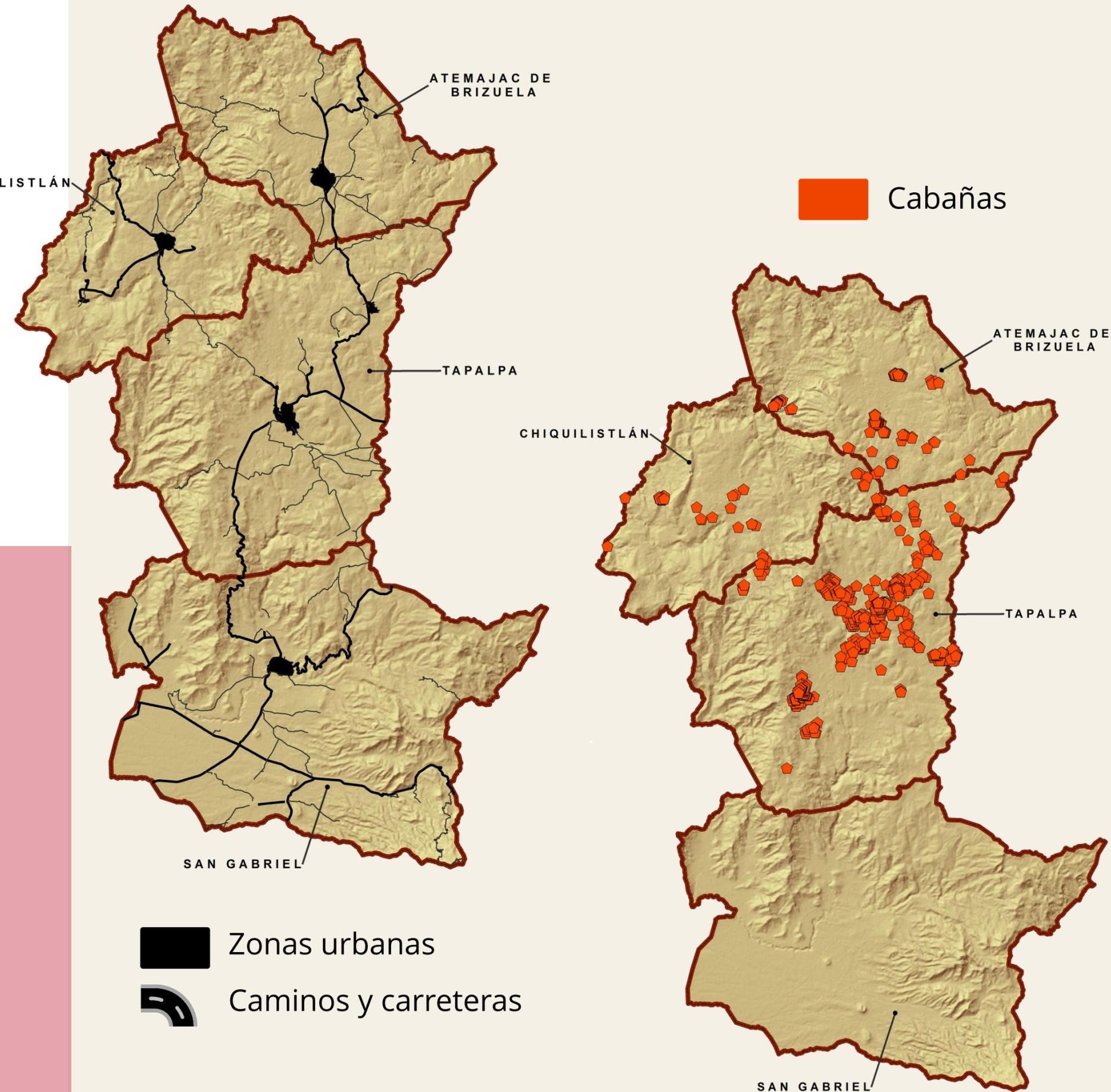
## ZONAS URBANAS Y TURISMO

La expansión urbana y la construcción de nuevas vías de transporte constituyen un impacto negativo.

El turismo es una de las principales actividades económicas. Este sector genera una fuerte derrama, pero a su vez conlleva implicaciones sociales, culturales y ambientales.

## IMPACTOS

- Fragmentación de hábitats
- Disminución de especies de flora y fauna nativa
- Generación de ruido
- Atropellamiento
- Alteración del ciclo hidrológico
- Contaminación de agua y suelo
- Desplazamiento de fauna y cambios en su sistema reproductivo por la iluminación
- Generación de incendios
- Erosión del suelo por el uso de caminos y terracerías
- Otros





## ACTIVIDADES PECUARIAS

La ganadería en Jalisco, es una actividad económica importante en las comunidades rurales.

Por sus prácticas de manejo (quemadas, sobrepastoreo, introducción de pastos), es un factor de presión sobre los recursos naturales.

## IMPACTOS

- Reducción de zonas forestales para la producción de forraje y pastoreo
- Contaminación de cuerpos de agua
- Emisiones de gases de efecto invernadero
- Presencia de enfermedades
- Erosión de suelos



Sección 04

# Evaluación de la conectividad del paisaje Sierra de Tapalpa



Para desarrollar la metodología, se consultaron los siguientes documentos

Fuentes de información destacables

Autor	Título	Año	Revisión
Oscar Godínez Gómez	Evaluación del Estado de Conservación del hábitat de tapir en el Sureste de México	2017	Tesis
McRae B., Popper K., Jones A. Schrindel M., Buttrick A., Hall K. Unnasch B. & Platt J.	Conserving Nature Stage. Mapping omnidirectional conectivity fpr resilient terrestrial landscapes in the Pacific Northwest	2016	Artículo
Robb L. & Schroeder A. M.	Columbia Plateau Ecoregion Addendum: Habitat Connectivity Centrality, Pinch-Points, and Barriers/Restoration Analyses. Chapter 3.	2012	Artículo
UICN	Lineamientos para la conservación de la conectividad a través de redes y corredores ecológicos	2021	Artículo
Jones A.	Mapping habitat connectivity for greater sage-grouse in Oregon's Sage-Grouse Conservation Partnership (SageCon) assessment area	2015	Artículo
BRAD H. MCRAE, BRETT G. DICKSON, TIMOTHY H. KEITT & VIRAL B. SHAH	USING CIRCUIT THEORY TO MODEL CONNECTIVITY IN ECOLOGY, EVOLUTION, AND CONSERVATION	2008	Artículo



## Experiencia del equipo



- Modelado del nicho ecológico
- Modelaciones en software MAXENT
- Distribuciones potenciales
- Trabajos previos sobre el paisaje



## Conectividad estructural

1

Recopilación de registros de flora y fauna del área de estudio en bibliografía y de fuentes locales

2

Generación de Modelos de Hábitat Idóneo (MHI) para las especies de flora y fauna para las cuales se encontraron registros

3

Con base en los MHI y las entrevistas con actores locales, seleccionar las especies representativas y 'sombrija' para la evaluación de conectividad estructural

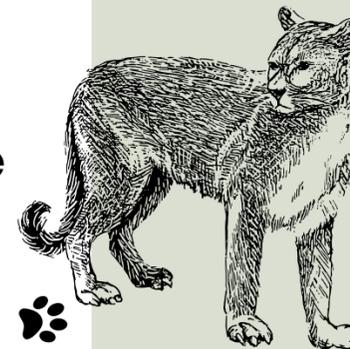
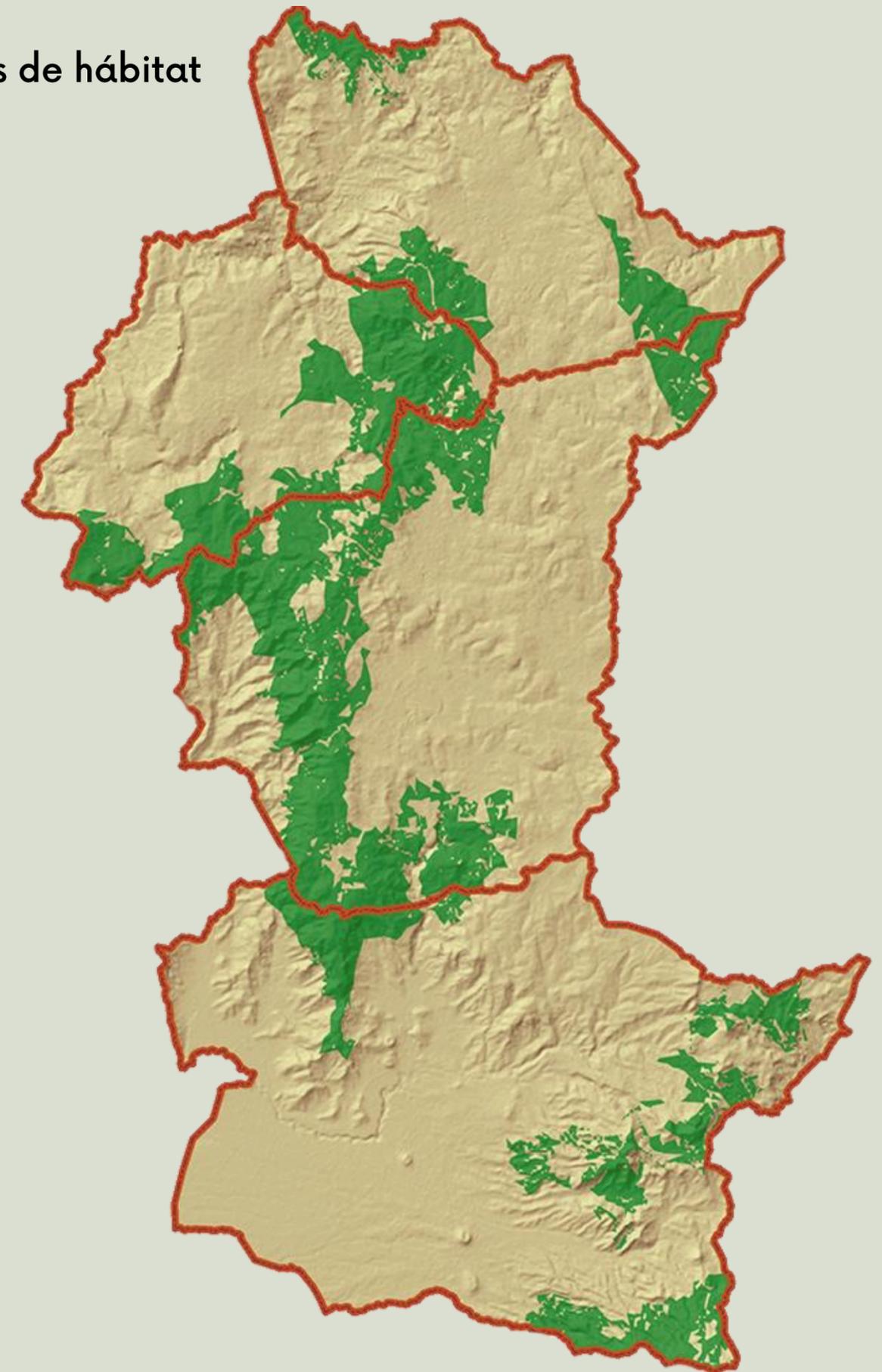
4

Generar Modelos de Calidad de Hábitat

5

Delimitar los parches de hábitat para cada especie

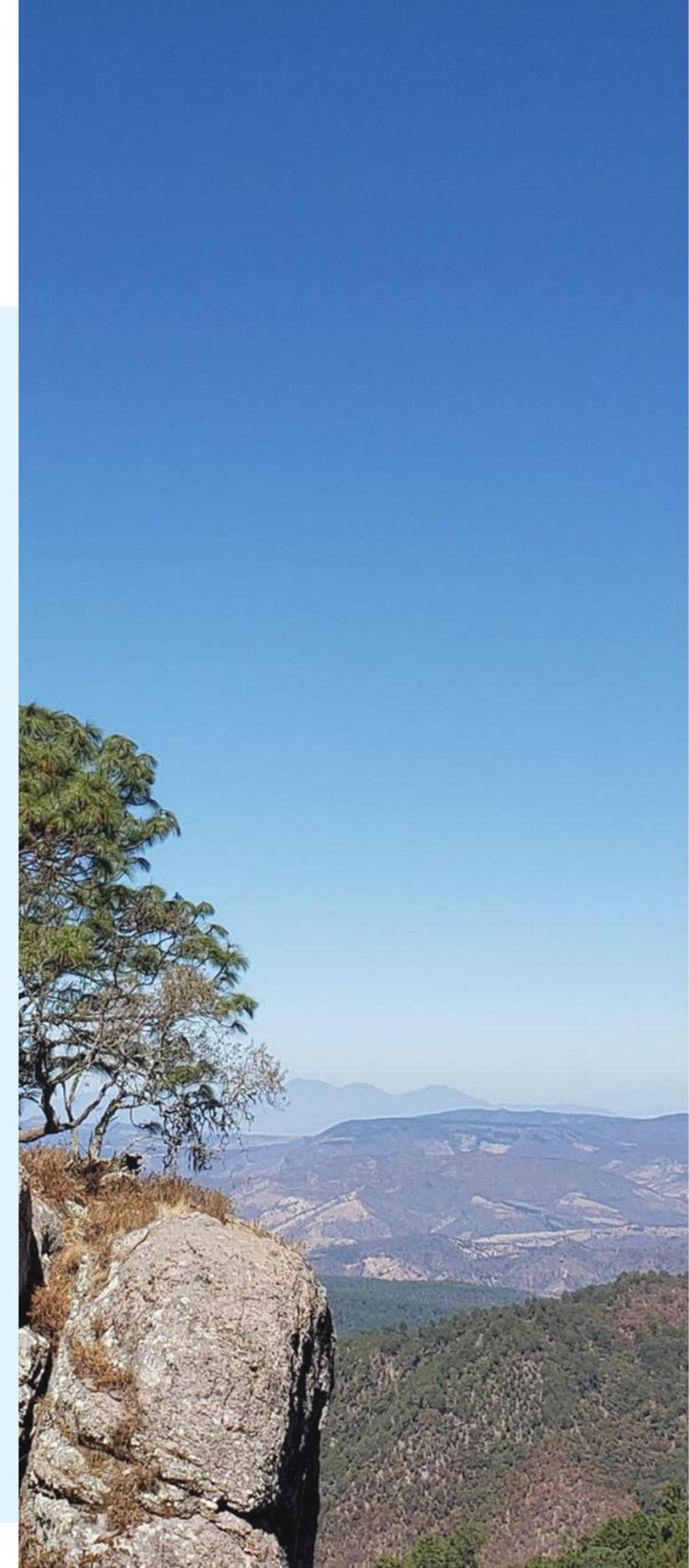
 Parches de hábitat





## Conectividad funcional

- 1 Selección de especies para evaluación de la conectividad funcional
- 2 Obtener capas de resistencia
  - a. Identificación de las variables para formar las capas de resistencia para cada especie
  - b. Investigación bibliográfica para determinar los valores para la reclasificación de variables de resistencia
  - c. Asignación de valores de resistencia para cada especie
  - d. Geodatabase
  - e. Obtención de capas de resistencia por especies
- 3 Obtener corredores de menor costo y cuellos de botella (Linkage Mapper, Pinch Point Mapper)
- 4 Análisis de centralidad (Centrality Mapper)
- 5 Obtener la red de conectividad ecológica del Paisaje Sierra de Tapalpa



La selección de especies para el análisis de conectividad consistió en aquellas que fueron mencionadas en las entrevistas realizadas a los diferentes actores sociales del territorio, y, por otro lado, en elegir 'especies sombrilla'.



## Ocelote (Leopardus pardalis )

Esta especie es indicadora para determinar la calidad del hábitat. Los ocelotes se desplazan entre dos y tres kilómetros en promedio por día, buscando alimento, pareja y hogar.

**Desplazamiento: de 2 a 3 km diarios**



## Venado cola blanca (Odocoileus virginianus)

El venado es una especie muy importante debido a su papel de herbívoro y presa, sus características lo han convertido en una especie muy importante para el medio cinegético en México

**Desplazamiento: 1.1 km al día**



## Puma (Puma concolor)

Al ser un depredador tope en la cadena trófica, su relación con otros organismos es sustancial, ya que tiene efecto sobre las poblaciones de presas y su presencia indica el buen estado de conservación del ecosistema.

**Desplazamiento: de 5 a 40 km diarios**



## Pecarí (Pecari tajacu)

Es una especie que se adapta muy bien a distintos ecosistemas, siempre y cuando existan las condiciones necesarias para su supervivencia.

**Área de distribución durante casi toda su vida: 388 ha**



## Ajolote (*Ambystoma* sp.)

El ciclo de vida típico de los ajolotes es en parte acuático y terrestre, por lo que es doblemente vulnerable a las perturbaciones tanto del agua como de tierra.



## Serpientes de cascabel (*Crotalus* sp.)

Se adaptan muy bien a las zonas perturbadas y cerca de campos agrícolas. A pesar de que las especies de cascabel se distribuyen ampliamente por México, las poblaciones han disminuido debido a la pérdida de hábitat y matanza intencional o accidental por humanos.



## Nutria (*Lontra longicaudis*)

Es una especie clave por las funciones ecológicas que cumple dentro de los ecosistemas. Su población ha disminuido debido a actividades antropogénicas, e.j. derrame de desechos urbanos, extracción de agua y la alta concentración de contaminantes el agua.



Para evaluar la conectividad se generaron los siguientes modelos:

1

MODELO DE HÁBITAT  
IDÓNEO

2

MODELO DE RESISTENCIA

3

MODELO DE CALIDAD  
DEL HÁBITAT

PARCHES DE HÁBITAT



Estos modelos sirvieron para identificar los corredores más importantes por especie:

1

CORREDORES DE MENOR COSTO  
( LINKAGE PATHWAYS )

2

FLUJO DE CORRIENTE ENTRE  
PARCHES VECINOS

3

CENTRALIDAD DE LA RED DE  
CONECTIVIDAD ( CENTRALITY MAPPER )





## MODELO DE HÁBITAT IDÓNEO

Determina los sitios adecuados para la supervivencia de las poblaciones de una especie por medio de la identificación de sus requerimientos ambientales. (Soberón, 2009) (Phillips *et al*, 2006)

### Insumos para el modelo

Resolución: 90 m

- Registros geográficos
- Coberturas bioclimáticas (Cuervo-Robayo *et al.*, 2014)

**860 modelos**

440 flora 420 fauna

**MAXENT**

Grupo	Número de especies	Número de registros geográficos
Aves	275	6,192
Reptiles	76	1,538
Anfibios	27	641
Mamíferos	42	607
Plantas	440	4,364
Polinizadores	3	71
<b>TOTAL</b>	<b>860</b>	<b>13,342</b>

# Coberturas bioclimáticas

Bio #	Descripción de Bioclimas
Bio1	Temperatura Media Anual
Bio2	Rango Medio Diurno (Media mensual) (Temperatura máxima – Temperatura mínima)
Bio3	Isotermalidad (Bio2/Bio7) (* 100)
Bio4	Estacionalidad de la Temperatura (coeficiente de variación)
Bio5	Temperatura Máxima del Mes más Cálido
Bio6	Temperatura Mínima del Mes más Frío
Bio7	Rango de Temperatura Anual (BIO5 - Bi06)
Bio8	Temperatura Media del Trimestre más Húmedo
Bio9	Temperatura Media del Trimestre más Seco
Bio10	Temperatura Media del Trimestre más Caliente
Bio11	Temperatura Media del Trimestre más Frío
Bio12	Precipitación Anual
Bio13	Precipitación del Mes más Lluvioso
Bio14	Precipitación del Mes más Seco
Bio15	Estacionalidad Precipitación (Coeficiente de Variación)
Bio16	Precipitación del Trimestre más Húmedo
Bio17	Precipitación del Trimestre más Seco
Bio18	Precipitación del Trimestre más Caliente
Bio19	Precipitación del Trimestre más Frío

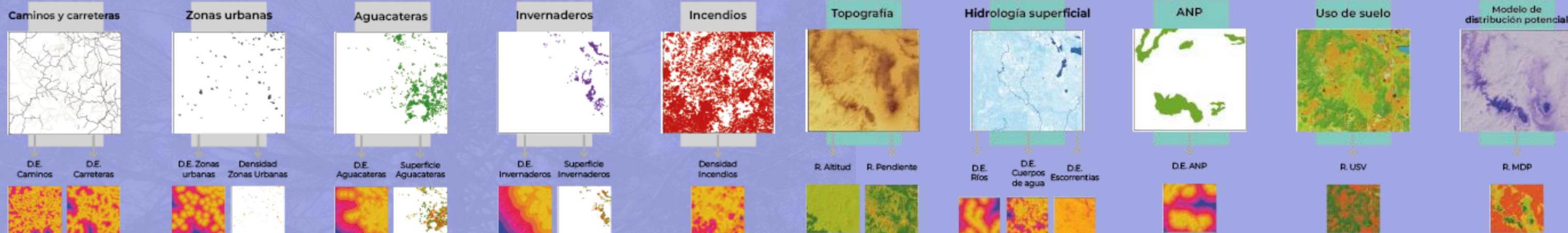


MAXENT identifica **asociaciones** no aleatorias entre **presencias** conocidas de cada una de las especies y **características ambientales**, en una determinada área de estudio.

# MODELO DE CALIDAD DEL HÁBITAT

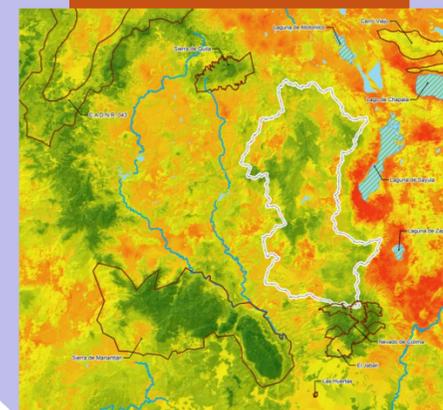
Indica la aptitud del medio ambiente para proveer las condiciones necesarias para la persistencia de las especies (GODÍNEZ, 2017)

Variables



$$MCH = 2 * (MHI + USV) + CAM + CAR + DZU + DEZU + DAG + SAG + DIN + SIN + DEI + ALT + PEN + DCA + DR + DANP$$

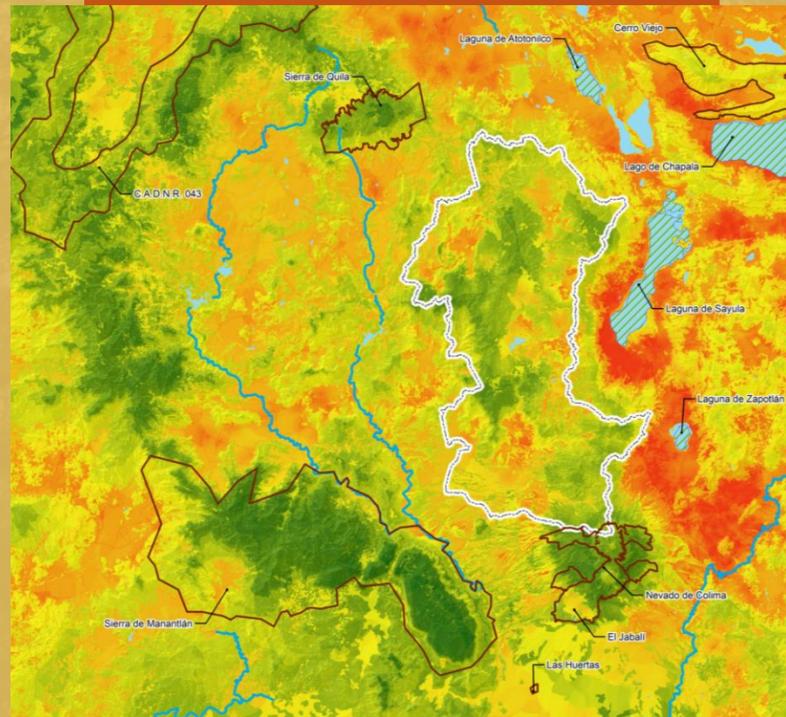
Modelo de calidad del hábitat



# PARCHES DE HÁBITAT

Representan las áreas con mayor calidad del hábitat, varían dependiendo de la especie. (GODÍNEZ, 2017)

## Modelo de calidad del hábitat



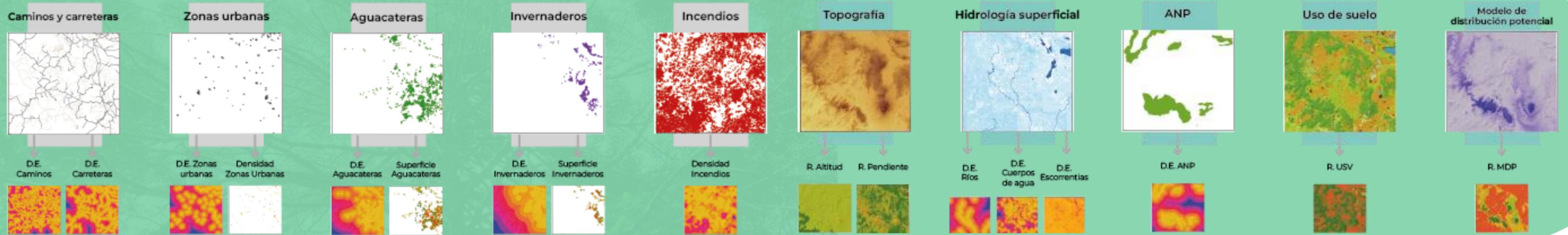
## Parches de hábitat



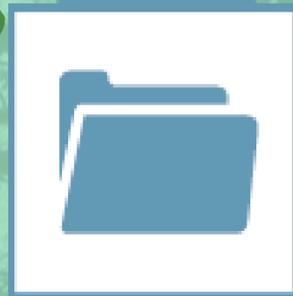
# MODELO DE RESISTENCIA

La resistencia es la dificultad, en términos de costo fisiológico, que una especie experimenta al desplazarse de un parche de hábitat a otro. Los modelos de resistencia cambian por especie, y dependen de las condiciones de hábitat que necesita para sobrevivir y sus amenazas. (Godínez, 2017)

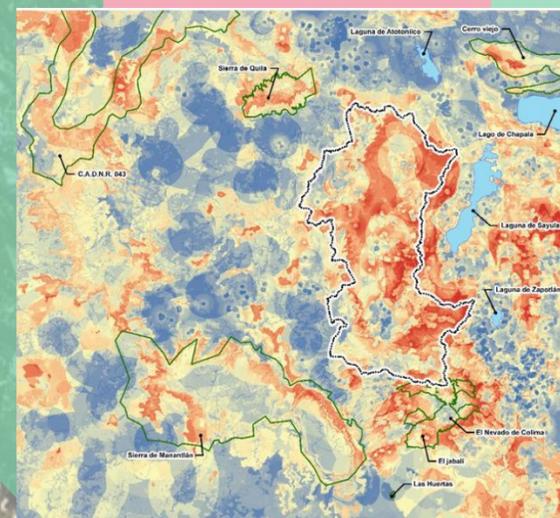
Variables



GEODATABASE



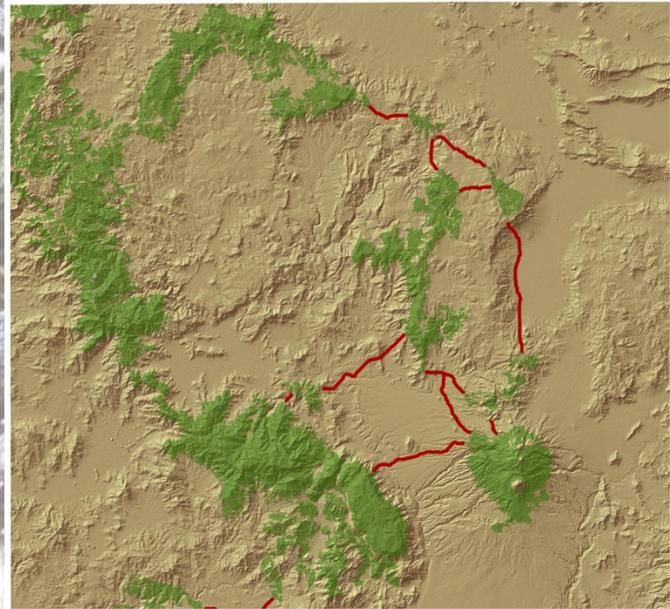
Resistencia



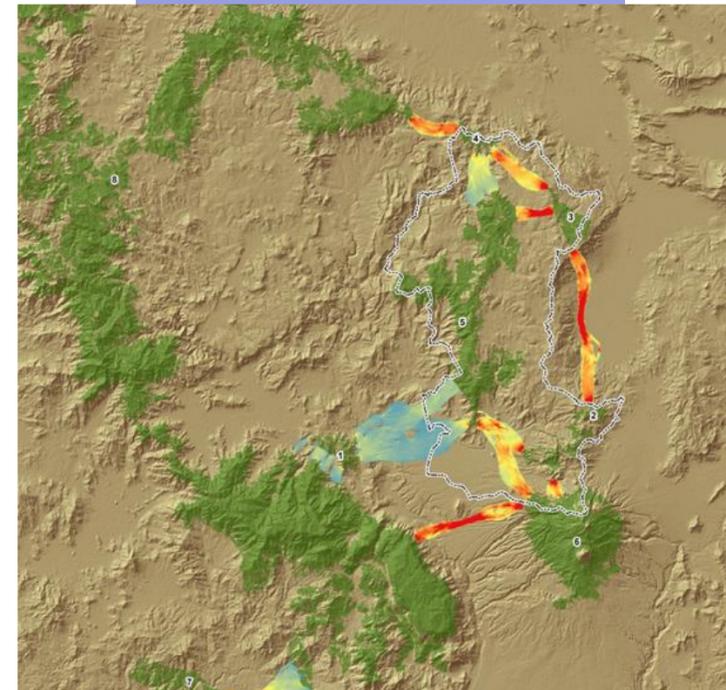
# FLUJO DE CORRIENTE ENTRE PARCHES VECINOS (PATHWAYS MAPPER) (Gallo, s.f.)

“Pinchpoint Mapper” analiza la fragmentación del territorio y predice la conectividad entre espacios de alto valor ecológico. Las áreas con mayor flujo de corriente o pinch points son las más importantes para la conectividad, por lo que estas deben de ser priorizadas.

Corredores de menor costo



Flujo de corriente

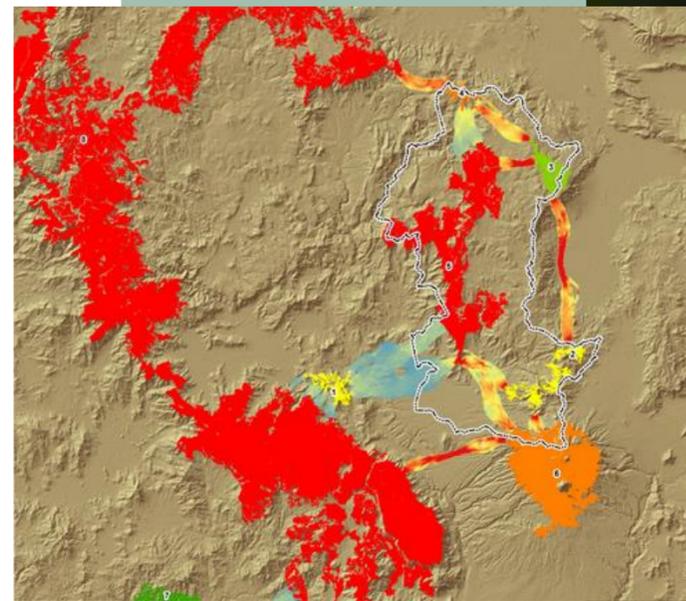
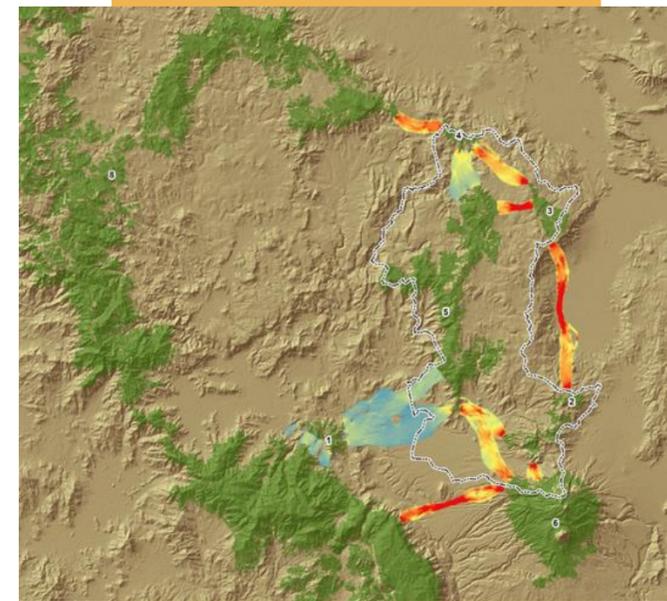


# CENTRALIDAD DE LA RED DE CONECTIVIDAD (CENTRALITY MAPPER)

El análisis de centralidad mide la importancia que posee un parche de hábitat para el mantenimiento de una red de conectividad, es decir, los parches que presenten un alto valor de centralidad son prioritarios para conservar el movimiento dentro de la red y su pérdida provocaría la desconexión del sistema. (Gallo, s.f.) (Godínez)

Corredores de menor costo

Análisis de centralidad



Sección 05

# Conectividad del Paisaje Sierra de Tapalpa



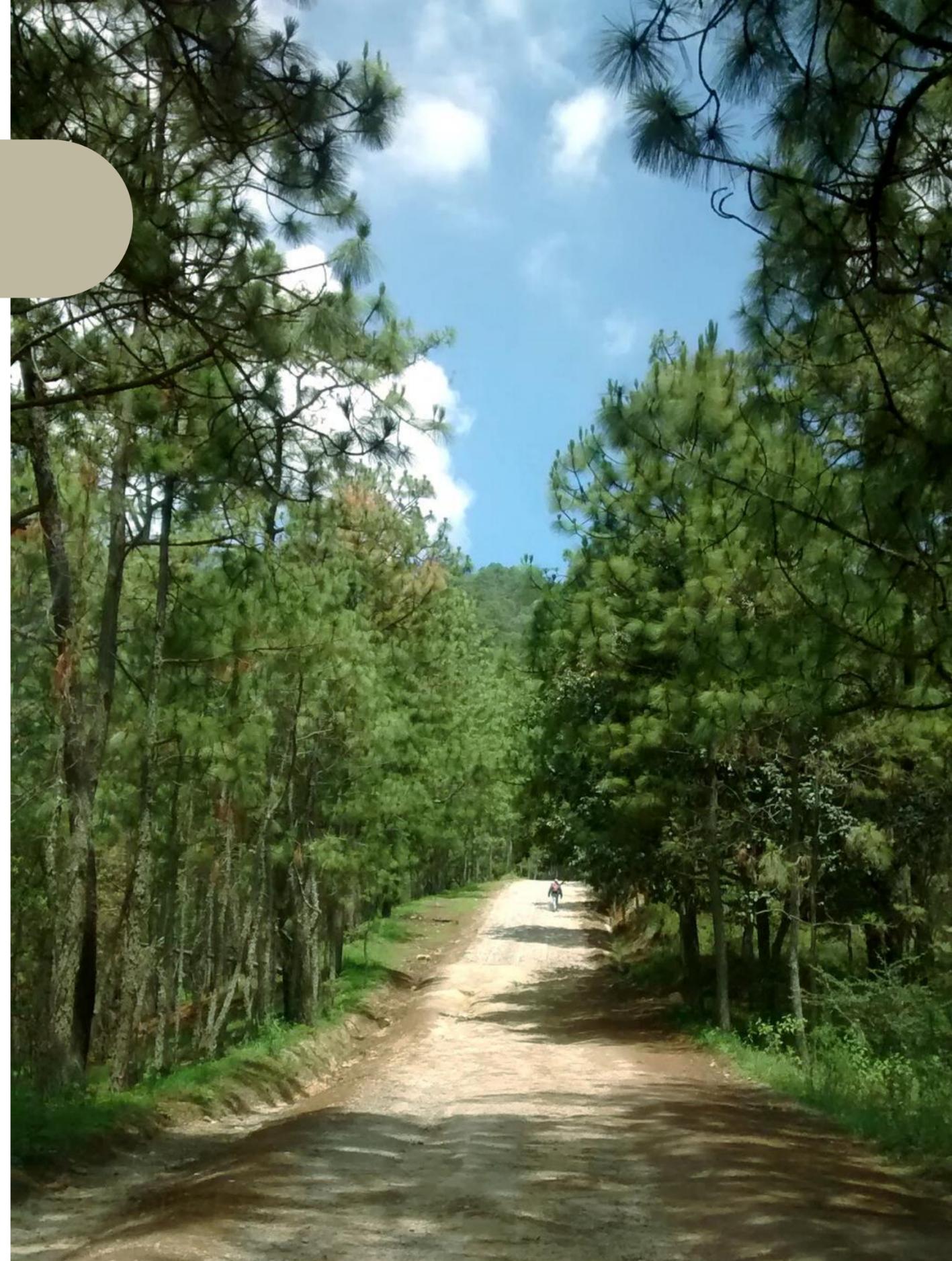
Se definieron 4 redes de conectividad para el PST, a partir de las especies utilizadas para modelar los corredores.

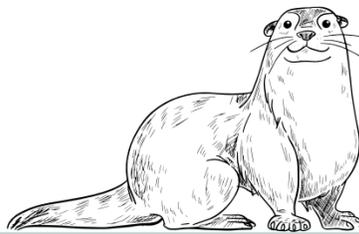
1 Red de conectividad nutria

2 Red de conectividad ajolote

3 Red de conectividad casbabel

4 Red de conectividad mamíferos

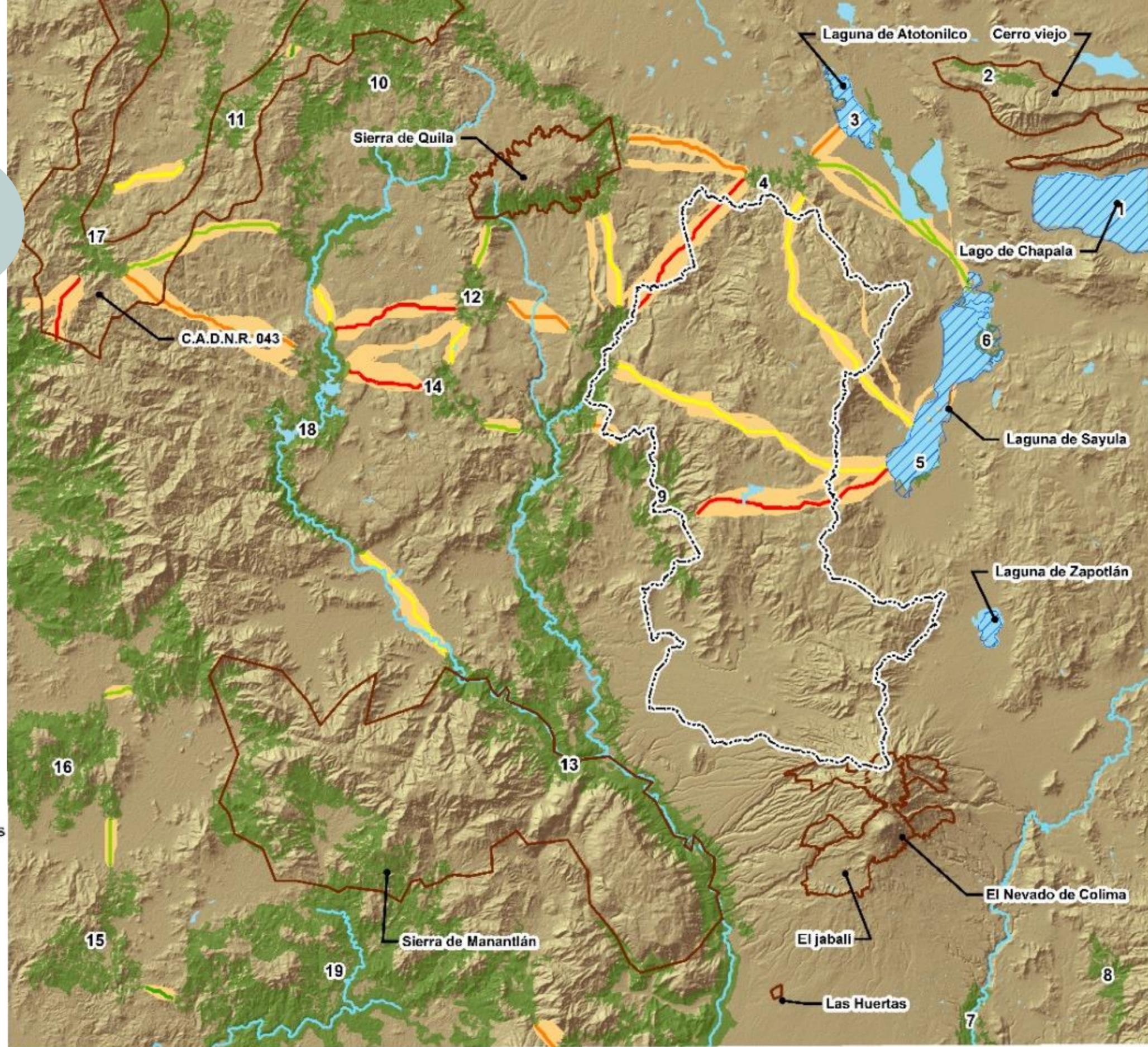


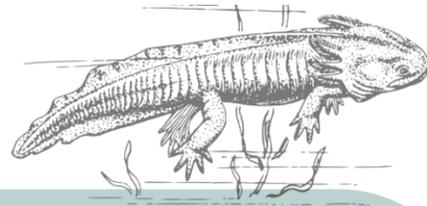


# Red de conectividad Nutria (Lontra longicaudis)



Se redujeron los corredores de menor costo, priorizando **28 corredores** para el área de estudio

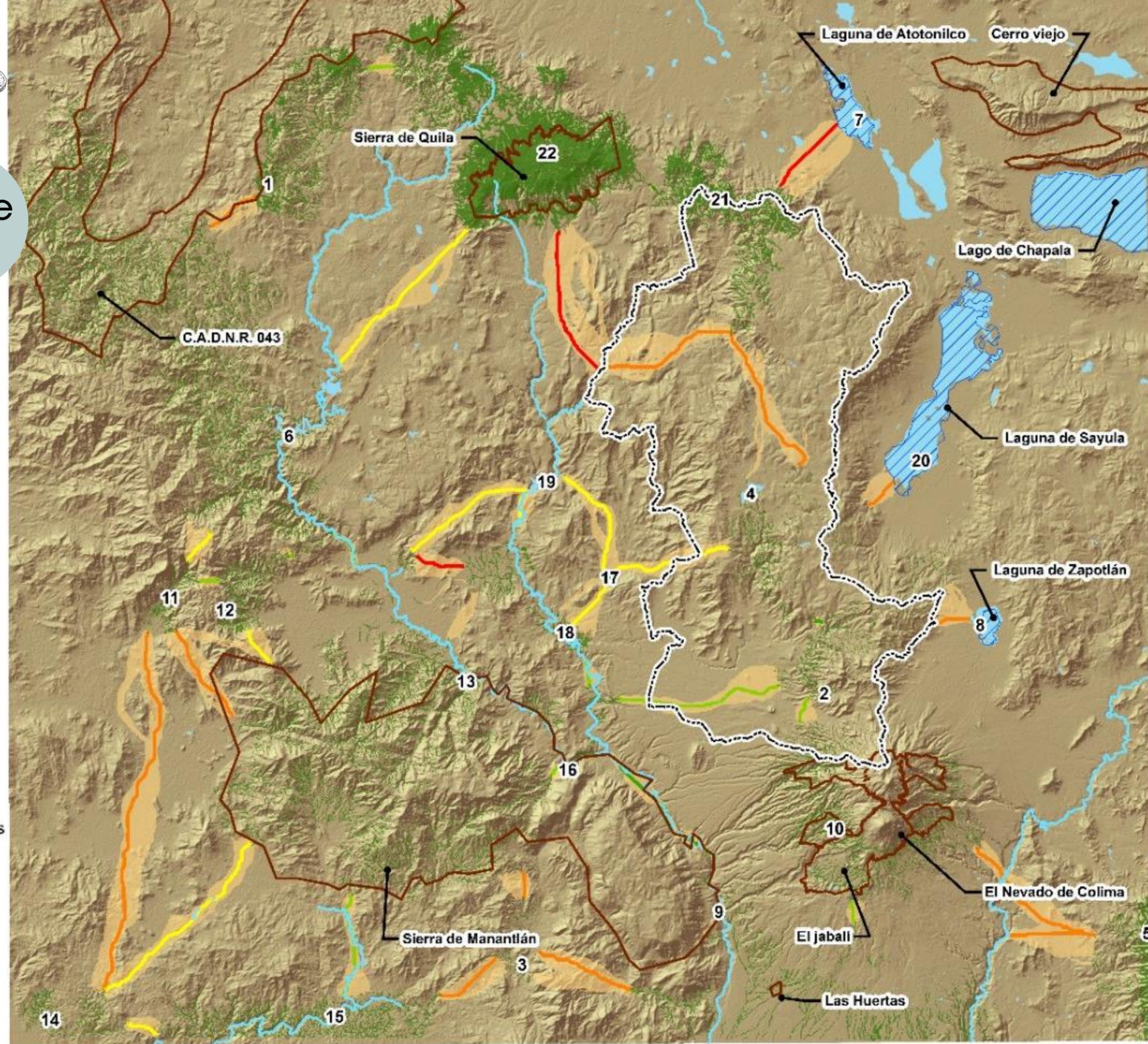


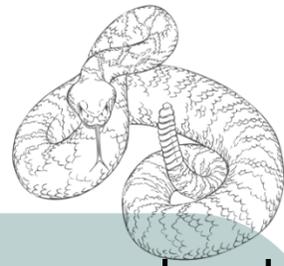


# Red de conectividad Ajolote Ambystoma sp.



Se redujeron los corredores de menor costo, priorizando **38 corredores** para el área de estudio



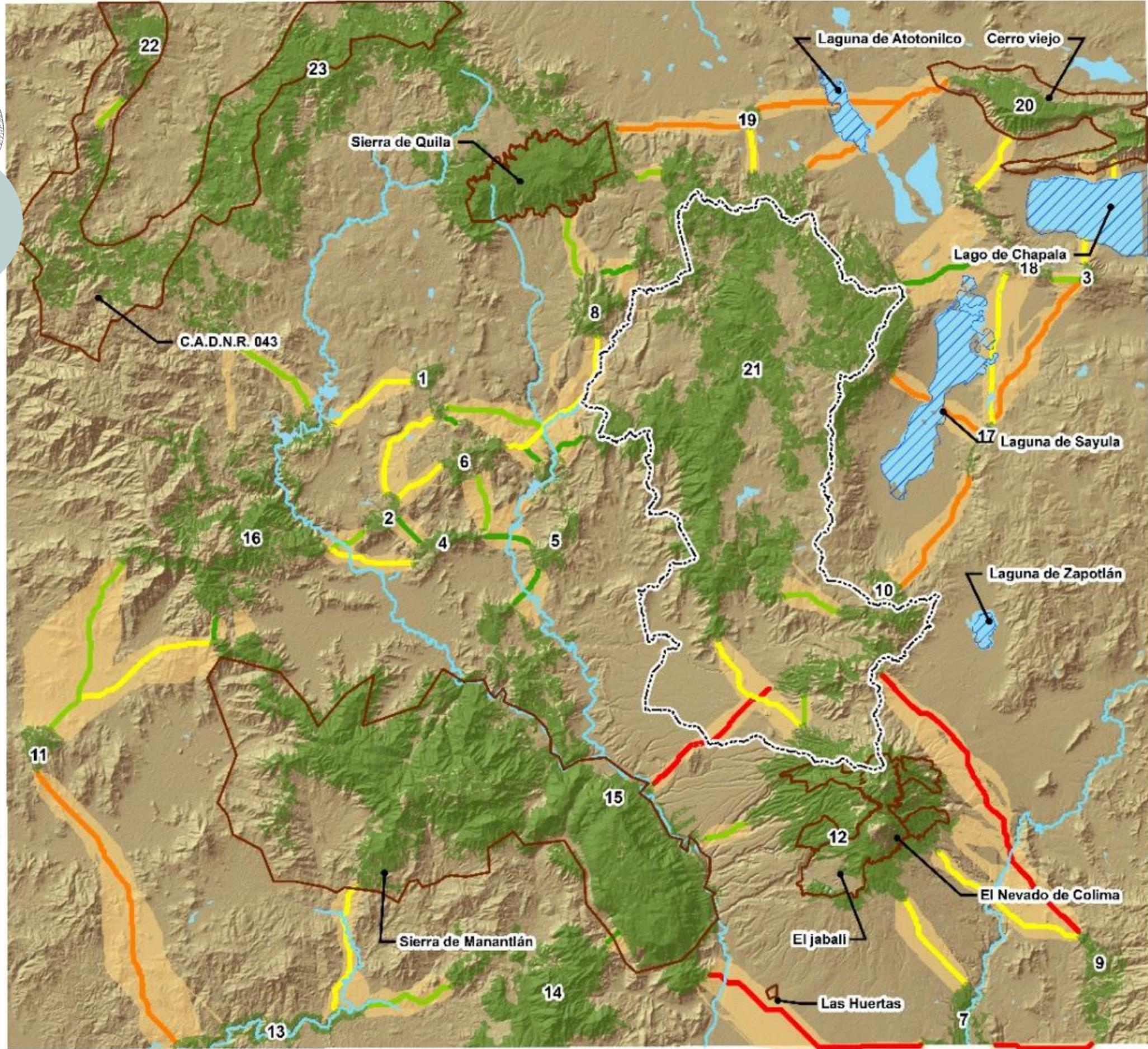


# Red de conectividad Cascabel

Crotalus sp.



Se redujeron los corredores de menor costo, priorizando **49 corredores** para el área de estudio





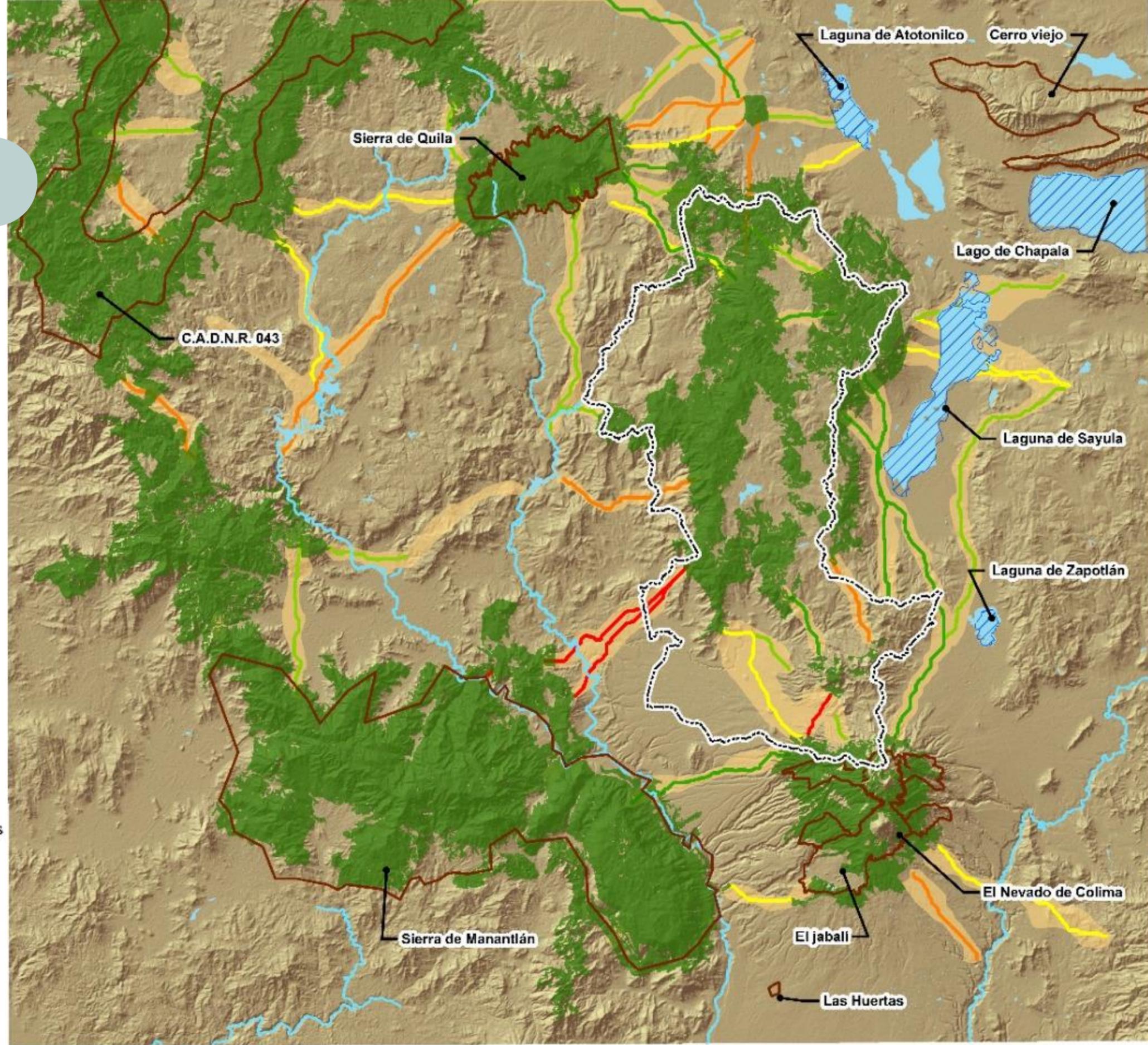
## Red de conectividad mamíferos



Se **sumaron** los corredores de menor costo identificados para los mamíferos de gran tamaño (ocelote, puma, pecarí y venado) **86** corredores



Se redujeron los corredores de menor costo, priorizando **47** corredores para el área de estudio





GRACIAS