



TARAHUMARA
SUSTENTABLE



INFORME FINAL

Proyecto

“Bases biofísicas para el Ordenamiento Ecológico de los 12 municipios de influencia del Proyecto Tarahumara Sustentable”

Supervisores WWF México:

Ing. Manuel Chavez Diaz- Coordinador General del Proyecto Tarahumara Sustentable

M.I. Enrique Prunés soto- Coordinador de la base científica y herramientas para la toma de decisiones del Proyecto Tarahumara Sustentable

Consultores:

Dr. Ángel G. Priego Santander

Geoinformático Eduardo Isunza Vera

M.C. Carlos H. Troche Souza

Junio 2018

ÍNDICE

1	Palabras clave del proyecto.....	1
2	Resumen ejecutivo	1
3	Introducción	2
4	Objetivos (generales y específicos).....	3
4.1	Objetivo General.....	3
4.2	Objetivos Específicos	3
5	Metas.....	4
6	Área de estudio.....	4
7	Metodología	6
7.1	Fundamentos Teórico-Metodológicos	6
7.2	Insumos cartográficos.....	7
7.3	Homologación de las bases de datos espaciales	7
7.4	Método para la elaboración del mapa de paisajes físico-geográficos del área de estudio a escala 1:250 000	8
7.5	Trabajo de Campo.....	8
7.6	Evaluación de la heterogeneidad geocológica	8
7.7	Evaluación de la antropización de la cobertura vegetal de los paisajes.....	9
7.8	Evaluación del potencial natural de los paisajes para las actividades agropecuarias, ecoturísticas y protección de la biodiversidad	10
7.8.1	Análisis del potencial agropecuario	10
7.8.2	Análisis del potencial ecoturístico	11
7.8.3	Análisis de la conectividad que tienen las Áreas Naturales Protegidas en la Sierra Tarahumara.....	12
8	Actividades.....	14
9	Limitaciones u obstáculos al proyecto	15
10	Resultados	15
10.1	Componentes Naturales del Paisaje.....	15
10.1.1	Componente geológico-geomorfológico.....	15
10.1.2	Componente hidro-climático	23
10.1.3	Componente edafo-biógeno	29
10.2	Unidades Taxonómicas de los Paisajes	32
10.3	Factores de Diferenciación de los Paisajes	33
10.4	Algunas Peculiaridades de los Paisajes	34
10.5	Evaluación de la Heterogeneidad Geocológica	39
10.5.1	Riqueza de Paisajes.....	39
10.5.2	Complejidad Tipológica de los Paisajes	39
10.5.3	Complejidad Corológica de los Paisajes	43
10.5.4	Diversidad Paisajística	45

10.5.5	Diversidad Máxima de Paisajes	47
10.5.6	Fraccionamiento Paisajístico	49
10.5.7	Singularidad de los Paisajes	51
10.6	Antropización de la Cobertura Vegetal de los Paisajes.	53
10.7	Conectividad del Paisaje entre Áreas Naturales Protegidas de la Sierra Tarahumara.....	56
10.8	Potenciales Naturales de los Paisajes de la Sierra Tarahumara	59
10.8.1	Potencial natural para la conservación de la biodiversidad.....	59
10.8.2	Potencial natural para las actividades agropecuarias	65
10.8.2.1	Potenciales naturales parciales (relieve, edáfico y climático) para las actividades agropecuarias	66
10.8.2.2	Potencial natural integrado para las actividades agropecuarias.....	74
10.8.3	Potencial natural para las actividades ecoturísticas.....	76
10.8.3.1	Potencial natural para la contemplación de paisajes	77
10.8.3.2	Potencial natural para la realización de paseos a caballo	78
10.8.3.3	Potencial natural para el ciclismo de montaña en la Sierra Tarahumara, Chihuahua	79
10.8.3.4	Potencial natural para la práctica de escalada en roca.....	80
10.8.3.5	Potencial natural para el espeleoturismo	81
10.8.3.6	Potencial natural para la realización de caminatas o excursionismo	82
10.8.3.7	Potencial natural para la foto y fonocaza	83
10.8.3.8	Potencial natural para el montañismo	84
10.8.3.9	Potencial natural para la observación de aves	85
10.8.3.10	Potencial natural para la observación de flora y fauna silvestre	86
10.8.3.11	Potencial natural para el senderismo.....	87
10.8.3.12	Potencial natural para actividades ecoturísticas en la Sierra Tarahumara, Chihuahua	100
11	Taller de Resultados del Proyecto “BASES BIOFÍSICAS PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA SIERRA TARAHUMARA, CHIHUAHUA, MÉXICO.”	102
12	Conclusiones	102
13	Lecciones aprendidas	104
14	Continuidad.....	104
15	Participantes	104
16	Agradecimientos	104
17	Literatura citada y/o fuentes bibliográficas.....	105
18	Anexos	110

1 Palabras clave del proyecto

Bases Biofísicas, Ordenamiento Ecológico, Paisajes Físico-Geográficos, Sierra Tarahumara, Heterogeneidad Geocológica.

2 Resumen ejecutivo

La Sierra Tarahumara alberga una de las áreas boscosas más extensas de Norteamérica, cuenta con un singular y amplio sistema de profundos cañones. La heterogeneidad del paisaje y procesos naturales han resultado en una rica mezcla de ecosistemas templados y tropicales, que alojan una gran diversidad de especies de flora y fauna. Por lo tanto, esta ecorregión se caracteriza por su alta biodiversidad y alto número de especies endémicas. Al ser un depósito de biodiversidad global y al mismo tiempo uno de los lugares más amenazados en el mundo (IUCN) la Sierra Tarahumara es parte de una zona crítica para la biodiversidad. Además, se localiza en la cabecera de las cuencas de los ríos más importantes del noroeste de México, entre estos se encuentran los ríos Fuerte, Conchos y Mayo.

Desde el año 2014 se implementa el proyecto “Gestión integrada del territorio para la conservación de la biodiversidad en áreas de protección y producción en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México” conocido como “Proyecto Tarahumara Sustentable” (PTS), propuesto por el Gobierno de la República al Consejo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial GEF (por sus siglas en inglés), que se implementa a través del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Este proyecto es coordinado de manera conjunta por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés), con el objetivo de mejorar la sustentabilidad de sistemas de áreas protegidas e incorporar la conservación de la biodiversidad y uso sustentable en la productividad de los paisajes terrestres de la Sierra Tarahumara.

Uno de los objetivos del PTS es definir y priorizar las principales unidades del paisaje presentes en la Sierra Tarahumara y desarrollar un modelo adaptativo del paisaje que integre y fortalezca la gobernanza ambiental, es por esto que en la presente investigación se llevó a cabo el levantamiento, clasificación y cartografía de los paisajes físico-geográficos del territorio a escala 1:250 000, a modo de inventario de los ecosistemas a nivel geográfico, como base de sustentación de las etapas posteriores del ordenamiento ecológico a escala. El estudio permitió conocer la heterogeneidad geocológica del área (riqueza, diversidad, complejidad, fraccionamiento y singularidad de los ecosistemas a nivel geográfico).

3 Introducción

La Sierra Tarahumara alberga una de las áreas boscosas más extensas de Norteamérica, cuenta con un singular y amplio sistema de profundos cañones. La heterogeneidad del paisaje y procesos naturales han resultado en una rica mezcla de ecosistemas templados y tropicales, que alojan una gran diversidad de especies de flora y fauna. Por lo tanto, esta ecorregión se caracteriza por su alta biodiversidad y alto número de especies endémicas. Al ser un depósito de biodiversidad global y al mismo tiempo uno de los lugares más amenazados en el mundo (IUCN) la Sierra Tarahumara es parte de una zona crítica para la biodiversidad.

Actualmente las principales amenazas a la biodiversidad y servicios ecosistémicos en la Sierra Tarahumara son la degradación de bosques, deforestación, disminución y contaminación de los recursos hídricos, las cuales actúan indirectamente sobre las especies y pérdida genética por medio de la destrucción, degradación y fragmentación de hábitats y ecosistemas, otras amenazas como la cacería furtiva e introducción de especies no nativas actúan de manera directa sobre las especies. Estas amenazas son causadas principalmente por prácticas de explotación maderera no sustentables, explotación maderera ilegal, pastoreo en los bosques, desmontes de pequeñas áreas para prácticas agrícolas y construcción de viviendas, incendios forestales, construcción de caminos, contaminación por desechos sólidos y líquidos, expansión de la minería, pobreza y carencia de alimento.

En el PTS han sido identificadas como barreras principales para un manejo efectivo de las amenazas a la biodiversidad en la Sierra Tarahumara: (1) La planeación y toma de decisiones para el manejo para la conservación de la biodiversidad y servicios de ecosistema se basa de manera insuficiente en información relevante y confiable debido a la carencia de herramientas de diagnóstico y sistemas de información accesibles y unificados. (2) La gobernanza medioambiental en la Sierra Tarahumara es débil: hay grandes deficiencias en la participación de las partes interesadas, coordinación y aplicación de las políticas y regulaciones. (3) El manejo respetuoso local de la biodiversidad y servicios ecosistémicos de las tierras productivas y áreas de conservación se limita a unos pocos sitios pequeños y aislados.

Para atender estas amenazas una de las estrategias del PTS es definir y priorizar las principales unidades del paisaje presentes en la Sierra Tarahumara y desarrollar un modelo adaptativo del paisaje que integre y fortalezca la gobernanza ambiental.

Por su parte la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, título primero, artículo 3, fracción XXIII (DOF 2014), el ordenamiento ecológico se entiende como "...el instrumento de la política ambiental cuyo objetivo es inducir y regular el uso del suelo y las actividades productivas, como base de la política de desarrollo regional, donde se integren procesos de planeación participativa, con el fin de lograr la conservación y el aprovechamiento racional de los recursos naturales, minimizando su deterioro a través de la selección de sistemas productivos adecuados, en un marco de equidad y justicia social..."

En este sentido, uno de los pasos básicos es el inventario y caracterización del territorio, incluyendo la cartografía a escala regional de los componentes biofísicos, base de sustentación de la toma de decisiones para la protección de la biodiversidad. Además, esta es la premisa adecuada para emprender posteriores investigaciones a escalas más detalladas (1:50 000 – 1:100 000), allí donde sea necesario (Priego y Bocco 2015).

La importancia teórica de este trabajo radica en que ofrece el inventario de ecosistemas a nivel geográfico para el territorio, así como de los diferentes componentes naturales (geológico-geomorfológico; hidro-climático y edafo-biógeno). Además, se abordan por metodologías novedosas y de amplio reconocimiento internacional, el cálculo, evaluación y cartografía de la heterogeneidad geocológica y de los potenciales naturales para las actividades agropecuarias, ecoturísticas y de protección de la biodiversidad. Su importancia práctica puede ser mucho mayor, pues se ofrecen las bases necesarias para la toma de decisiones prácticas para el manejo y protección de la biodiversidad, así como para el uso sustentable de los recursos existentes.

4 Objetivos (generales y específicos)

4.1 Objetivo General

Conocer la estructura, composición y distribución espacial de los paisajes físico-geográficos del territorio y sus potenciales naturales, como base biofísica de las etapas posteriores del ordenamiento ecológico.

4.2 Objetivos Específicos

- Cartografiar la estructura y composición de los paisajes físico-geográficos del territorio a escala 1:250,000.
- Esclarecer y cartografiar la heterogeneidad geo-ecológica del área a través de indicadores de riqueza, diversidad, unicidad, complejidad y fraccionamiento a nivel geográfico.
- Determinar, evaluar y cartografiar el grado de antropización de la cobertura vegetal de los paisajes, mediante indicadores de amplio reconocimiento internacional.
- Identificar y analizar la conectividad que tienen las Áreas Naturales Protegidas presentes en la región de trabajo a través de las diferentes unidades de paisajes.
- Conocer, evaluar y cartografiar los potenciales naturales para distintas actividades socioeconómicas como producción agropecuaria; protección de la biodiversidad y ecoturismo.
- Realizar un Taller de capacitación con el personal técnico de las instituciones y organizaciones participantes en el Proyecto Tarahumara Sustentable, para explicar los alcances de los resultados y las posibilidades de su empleo futuro en etapas posteriores del ordenamiento ecológico.

5 Metas

Las metas para este Informe Final son las siguientes:

- Lograr la cartografía a escala 1:250 000 de los paisajes físico-geográficos del territorio de los 12 municipios de la Sierra Tarahumara.
- Lograr la evaluación espacial de la heterogeneidad geocológica del territorio, a través de indicadores de riqueza, diversidad, complejidad, singularidad y fraccionamiento de paisajes.
- Lograr la evaluación y cartografía de la antropización de la cobertura vegetal de los paisajes.
- Lograr la evaluación y cartografía de los potenciales naturales para las actividades agropecuarias, conservación de la biodiversidad y ecoturismo.
- Lograr la evaluación y cartografía de la conectividad entre áreas naturales protegidas del territorio.

6 Área de estudio

El alcance geográfico del Proyecto incluye los 12 municipios de la Sierra Tarahumara del estado de Chihuahua, a saber: Balleza, Batopilas, Bocoyna, Chínipas, Guachochi, Guadalupe y Calvo, Guazapares, Maguarichi, Morelos, Ocampo, Urique y Uruachi (Figura 1), los cuales cubren un área de 41.652 km² de ecosistemas de alta biodiversidad, en su mayoría pino de montaña, pino-encino y bosque tropical caducifolio, claves para proporcionar servicios ecosistémicos para las comunidades locales y amplias áreas de Chihuahua y otros estados del noroeste de México.

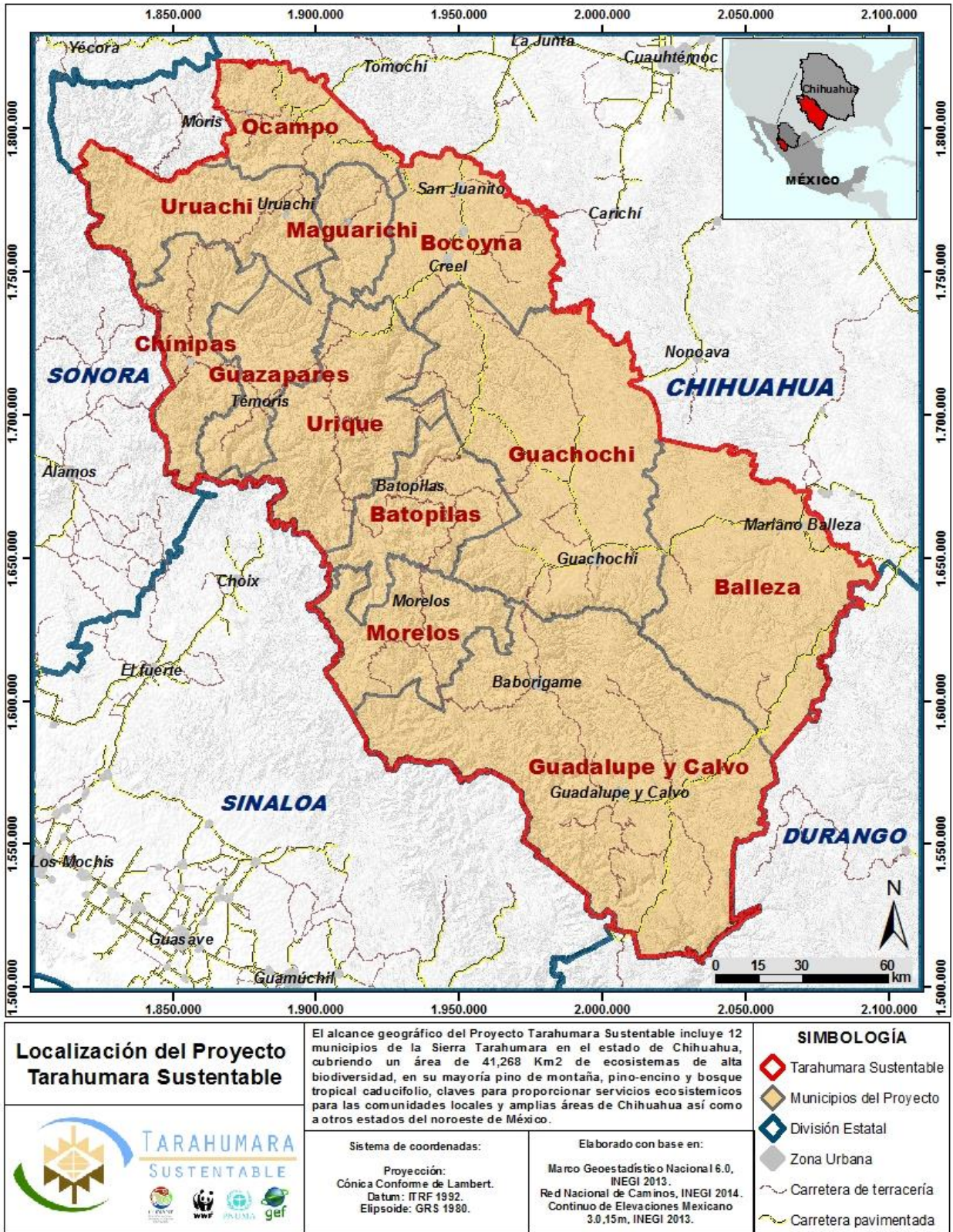


Figura 1. Área de estudio.

7 Metodología

7.1 Fundamentos Teórico-Metodológicos

La presente investigación se apoyó en los postulados de la Geografía Física Compleja o Geografía del Paisaje (Solntsev 1948, Preobrazhenskii 1966, Kalesnik 1970, Isachenko 1973, Arman 1975, Mateo 1984, Hasse 1986, Rougerie y Beroutchachvili 1991, Solntsev 1997, Bastian 2000 y 2001, Shaw y Oldfield 2007) y específicamente, en las adaptaciones de este enfoque realizadas en la Facultad de Geografía de la Universidad de La Habana y en México, a las condiciones del continente americano (Mateo 1984, 2002, Salinas 1994, Priego-Santander *et al.* 2010, Bollo-Manent *et al.* 2015).

La diferenciación de unidades integrales objetivamente existente en la esfera geográfica, se manifiesta bajo la forma de paisajes o geosistemas, o sea de sistemas territoriales complejos, que se han formado de acuerdo a un complicado proceso de evolución y desarrollo. Ellos han cambiado de propiedades y características, de manera ininterrumpida, bajo la influencia de los factores naturales y antropogénicos.

El Paisaje, como concepto científico, surgió en las ciencias geográficas y se ha desarrollado más ampliamente dentro de la Geografía Física Compleja. Se refiere a un tipo particular de sistema material, que está constituido de componentes geográficos intercondicionados e interrelacionados en su distribución, desarrollándose en el tiempo, como parte del todo. Los paisajes son los sistemas complejos en que está estructurada la superficie terrestre y ocurren, únicamente, en la envoltura geográfica.

Los paisajes son también denominados Complejos Territoriales Naturales (CTN), Complejos Físico-Geográficos, Geocomplejos, Complejos Geográficos Naturales, Geosistemas, Geoecosistemas o Complejos Geográficos. Todas estas denominaciones son sinónimas y se utilizan para todas las unidades territoriales naturales, con independencia de su tamaño o complejidad (Sochava, 1963, Mateo, 1984, 2002, Priego-Santander *et al.* 2010, 2013, Bollo *et al.* 2015). Según estas referencias, cada geocomplejo se analiza como un sistema de recursos, un medio de vida y de actividad del hombre, un sistema que conserva fondo genético, un laboratorio natural y como fuente de sentimientos estéticos. Cada unidad de paisaje está formada de una parte de la corteza terrestre con su relieve, la capa de la atmósfera cercana a la tierra, las aguas superficiales y subterráneas, los suelos y las comunidades vegetales y animales. Tal escenario, sirve de base para el desarrollo de la actividad modificadora de la sociedad humana. Los geocomplejos son sistemas dinámicos limitados en el espacio y poseen unidad dialéctica de sus partes componentes.

De acuerdo con Mateo (1984), para establecer la tipología, los paisajes se pueden clasificar de acuerdo con diferentes índices o parámetros, los cuales deben reflejar sus propiedades fundamentales. Pueden clasificarse, por ejemplo, de acuerdo con el carácter de la estructura morfológica, la génesis, el uso, y las posibilidades de su utilización funcional, o sea sus potenciales y otras propiedades. La complejidad, la heterogeneidad de la estructura y la necesidad de utilizar diversos indicadores, determinan que la clasificación debe estar

formada por varios escalones y que se deben cambiar los parámetros de acuerdo con los niveles jerárquicos.

El conocimiento de los complejos tipológicos se basa en el estudio de lo común y lo propio para todo tipo dado. Es en ello, donde radica de manera particular, la importancia teórico-metodológica de la clasificación, como procedimiento principal para generalizar y determinar las regularidades del desarrollo y distribución de los complejos naturales (Mateo 1984, 2002).

La clasificación tipológica de los paisajes debe reflejar el nivel de estudio del territorio, y el grado de su diferenciación espacial. La tipología de los paisajes, además de ser un resultado científico, puede constituir un valioso instrumento en el ordenamiento ecológico y la gestión ambiental.

En la distinción de tales unidades juega un importante papel el “invariante” del paisaje, es decir, aquellos componentes que menos se modifican en el proceso de evolución natural, en un lapso determinado de tiempo, por ejemplo, la litología y la estructura geológica, el relieve y el tipo de clima para unos pocos cientos de años.

Por otro lado, la biota y los suelos son a estas escalas, atributos de los paisajes, o sea, no constituyen factores de diferenciación espacial, sino peculiaridades de la composición geoecológica de los geosistemas.

7.2 Insumos cartográficos

Para la obtención del mapa de paisajes del área de estudio a escala 1:250 000, se emplearon diferentes insumos cartográficos, como información geológica, morfométrica del relieve, climática, edafológica y de vegetación y uso del suelo, de diversas fuentes, a saber:

Geología a escala 1:250 000 (SGM 2000).

Edafología a escala 1:50 000. (Fernández-Reynoso *et al.* 2018)

Clasificación del relieve de México a escala 1:250 000 (Ortiz 2000)

Clima a escala 1:1000 000 (INEGI 2008).

Vegetación y uso del suelo (INEGI 2016)

Curvas de nivel y rasgos hidrológicos a escala 1:50 000 (INEGI 2013).

Además, se elaboraron distintos mapas morfométricos del relieve de acuerdo a la propuesta de Priego-Santander *et al.* (2010), específicamente: ángulo de inclinación de las pendientes, disección horizontal del relieve y disección vertical del relieve.

7.3 Homologación de las bases de datos espaciales

Consistió en analizar y hacer correspondientes en todas las cartas algunos límites naturales como cuerpos de agua, así como áreas urbanas y los límites municipales. Para esto se analizaron todos los mapas de diferentes fuentes y se establecieron los límites mencionados, basándonos en los rasgos que presentaron mejor definición. Además, se revisó la integridad de las bases tabulares asociadas. Finalmente, se analizaron los datos

asociados a las bases geográficas, buscando inconsecuencias en las claves y definiciones de las leyendas.

7.4 Método para la elaboración del mapa de paisajes físico-geográficos del área de estudio a escala 1:250 000

Las etapas que se siguieron para obtener el mapa de paisajes físico-geográficos a escala 1:250 000, se guiaron por la propuesta metodológica de Priego-Santander *et al.* (2010); en síntesis, son las siguientes:

Superposición cartográfica de los mapas de tipos morfométricos del relieve, sistema clasificatorio del relieve y geología. Esto permitió definir los tipos morfogenéticos del relieve, o sea, las bases de las unidades superiores de los paisajes físico-geográficos a escala 1:250 000.

Superposición del mapa de tipos de climas con los resultados del paso anterior. Aquí se obtuvo la definición del tipo de clima que predomina en cada unidad superior y con ello concluyó la definición de unidades superiores de paisajes.

Delimitación de unidades morfológicas inferiores según los criterios de Priego-Santander *et al.* (2010), para montañas, lomeríos, valles y planicies.

Caracterización morfométrica según ángulo de inclinación de las pendientes, de cada unidad morfológica inferior.

Superposición del mapa de vegetación y uso del suelo con los resultados del paso anterior. En este paso se logró la definición de los tipos de cobertura para cada unidad inferior de los paisajes.

Superposición de los resultados del paso anterior con el mapa edafológico. En este punto se logró conocer la composición edáfica de las unidades inferiores de paisajes.

Edición final del mapa y formalización de la leyenda.

Toda la información se integró, procesó y editó, con la ayuda de aplicaciones de SIG ArcGIS 10.5 (ESRI 2016). En la representación cartográfica se emplearon los métodos del fondo cualitativo y símbolos numéricos.

7.5 Trabajo de Campo

Durante el trabajo de campo se comprobó la hipótesis cartográfica. Se tomaron datos sobre la composición litológica, tipo y génesis del relieve, tipos de vegetación y usos del suelo, así como propiedades morfológicas organolépticas del suelo. En el Anexo 2 se muestran algunas fotografías de estaciones de paisaje donde se tomaron los datos mencionados.

7.6 Evaluación de la heterogeneidad geoecológica

Se computó el número de polígonos de paisajes por unidades inferiores y con esta información, se calculó la heterogeneidad físico-geográfica. De acuerdo con Forman (1995), usualmente dos o tres indicadores son suficientes para obtener la respuesta a una pregunta específica sobre heterogeneidad.

En el presente estudio se emplearon seis índices sobre la diversidad de la estructura horizontal de los geocomplejos y uno sobre unicidad, a saber: complejidad corológica y

complejidad tipológica (Snacken y Antrop 1983), riqueza relativa de ecosistemas (Romme 1982), diversidad máxima de paisajes (Turner 1989), diversidad paisajística y fraccionamiento paisajístico (Viktorov 1986). Además, se calculó el índice de singularidad de los paisajes (Mateo 2002). El Cuadro 1 presenta las ecuaciones de cada indicador. En total se emplearon dos índices de complejidad; uno de riqueza, dos de diversidad, uno de fraccionamiento espacial y uno de unicidad de paisajes.

Con estos resultados se analizaron las estadísticas básicas y se realizaron análisis de correlación con el propósito de conocer la probable asociación entre indicadores de heterogeneidad, para facilitar la cartografía. Se realizó la clasificación de los valores de heterogeneidad según los métodos de clases iguales, intervalos geométricos y recesos naturales. Este último método de clasificación (recesos naturales) encuentra agrupaciones inherentes en los datos, identificando puntos de ruptura entre las clases mediante algoritmos de optimización. El propósito fue construir cartogramas por los tres enfoques para conocer cual ofrece mayor diferenciación espacial y proceder entonces a la evaluación de la heterogeneidad geoecológica. Todo el procesamiento estadístico se ejecutó en Statistica 7 (StatSoft 2004).

Cuadro 1. Ecuaciones de los índices empleados para calcular la heterogeneidad geoecológica.

Índice	Ecuación	Referencia
Complejidad Corológica	$CC = n_i / A$	Snacken y Antrop (1983)
Complejidad Tipológica	$CT = n_i / N_c$	Snacken y Antrop (1983)
Riqueza Relativa de Ecosistemas	$R = N_c / N_{c_{max}}$	Romme (1982)
Diversidad Máxima de Paisajes	$H_{max} = \ln(N_c)$	Turner (1989)
Diversidad Paisajística	$IDP = (A / n_i) N_c$	Viktorov (1986)
Fraccionamiento Paisajístico	$K = 1 / n_i$	Viktorov (1986)
Unicidad o Singularidad Paisajística	$S = n_i / N$	Mateo (2002)

Donde:

n_i : número de polígonos de la clase i en la unidad.

N_c : número de clases de paisajes presentes en la unidad.

$N_{c_{max}}$: número máximo de clases de paisajes posibles de ocurrir en la unidad.

A : área de la unidad (en km^2).

N : Número total de polígonos del área de estudio.

7.7 Evaluación de la antropización de la cobertura vegetal de los paisajes

Para el cálculo del índice de antropización de la cobertura vegetal (IACV) se usó la información de la composición en tipos de cobertura de cada geocomplejo INEGI (2016).

El Índice de Antropización de la Cobertura Vegetal (IACV) permite conocer cuál es el grado de modificación que presenta la cobertura vegetal de los geocomplejos, ponderando

los grados de transformación por tipos de utilización. Shishenko (1988) realizó una propuesta de ponderación para los paisajes rusos, la cual ha sido adaptada para el caso de México en varios ejemplos; a saber, cuenca Lerma-Chapala a escala 1:250 000 (Priego-Santander *et al.* 2005), la Sierra-Costa de Michoacán a escala 1:250 000 (Mathews 2011), un sector de la costa de Michoacán a escala de detalle 1:50 000 (Campos *et al.* 2012) y para todo el estado de Michoacán a escala 1:250 000 (Ramírez-Sánchez 2013). Todos estos ejemplos fueron observados y se evaluó la conveniencia de adoptar algunas de estas propuestas o de modificar alguna de ellas para adaptarla a las condiciones objetivas de la Sierra Tarahumara.

Para conocer el grado de alteración de la cobertura vegetal por unidades de paisajes, se calculó el IACV propuesto por Shishenko (1988), el cual se computa con la siguiente ecuación:

$$IACV = \frac{\sum_{i=1}^n ri * Aij}{ATj}$$

Dónde:

IACV: Índice de Antropización de la Cobertura Vegetal.

ri: Ponderación del grado de transformación antropogénica de los paisajes del tipo “i” de cobertura vegetal.

Aij: Área (km²) dedicada al tipo de utilización “i” en el geocomplejo “j”.

ATj: Área total (km²) del paisaje “j”.

Para proceder a la evaluación y cartografía del grado de antropización, se procedió a elaborar un cartograma en 5 clases iguales.

7.8 Evaluación del potencial natural de los paisajes para las actividades agropecuarias, ecoturísticas y protección de la biodiversidad

7.8.1 Análisis del potencial agropecuario

Esta consistió en evaluar inicialmente el potencial agrícola de los componentes relieve, suelo y clima, con base en criterios indicadores del máximo potencial para los principales cultivos del territorio. El potencial natural del paisaje para la actividad agropecuaria se evaluó integrando los potenciales del relieve, clima y suelo.

Los criterios utilizados y las fuentes de información fueron seleccionados de acuerdo con la escala geográfica de las unidades de paisaje (1:250 000). Todos los potenciales se calcularon mediante análisis de similitud de Gower (Gower 1971), entre los criterios establecidos y las características físico-geográficas de las unidades. El análisis de similitud de Gower permite incluir en la evaluación, tanto indicadores cuantitativos como cualitativos y dicotómicos de presencia-ausencia, ya que hace una estandarización de las variables y el valor resultante puede variar entre 0 y 1.44, en donde el cero corresponde a la mayor similitud entre criterios y unidades de paisaje. El índice de Gower se calculó con el

programa SIMILITUD (Novúa 2011), donado a México por el Instituto de Geografía de Cuba.

Para su representación cartográfica, los valores de similitud se categorizaron, mediante intervalos con rompimiento natural de Jenks, en las clases Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo potencial, en donde la categoría “Muy alto” corresponde a la mayor similitud. Las categorías formadas mediante el método de Jenks se caracterizan porque las desviaciones estadísticas al interior de cada categoría son minimizadas, además que su representación cartográfica muestra una mejor diferenciación espacial. Las clases de Jenks se calcularon con apoyo en Sistema de Información Geográfica (ESRI 2016). El uso de categorías cualitativas permite mayor facilidad en la interpretación del potencial y esto favorece una mejor comunicación de los resultados, los cuales deben trascender el nivel científico-académico hacia otros niveles involucrados en la planificación del paisaje y la toma de decisiones (Bastian et al. 2012).

7.8.2 *Análisis del potencial ecoturístico*

Para calcular, evaluar y cartografiar el potencial natural para el ecoturismo, igualmente se acudió al método de la modelación geográfica, mediante el programa SIMILITUD (Novúa 2011). Las actividades a evaluar fueron las siguientes:

1. Ecoturismo: Senderismo, Observación de Aves, Observación de Flora y Fauna Silvestre, Contemplación de Paisajes, Foto y Fonocaza.
2. Turismo de Aventura: Caminata o Excursionismo, Montañismo, Ciclismo de Montaña, Paseos a Caballo, Escalada en Roca, Rapel y Espeleoturismo.

En todos los casos, se construyeron cartogramas individuales para cada actividad, señalando las unidades de máximo potencial. Para la representación cartográfica se emplearon cartogramas y en el caso de la integración de todos los potenciales ecoturísticos, símbolos pictóricos.

El potencial natural para la protección de la biodiversidad, integró información de riqueza de flora y fauna. Se empleó la información disponible de CONABIO sobre la Norma 059 de SEMARNAT (CONABIO 2015). A partir de esta consulta se obtuvo, separadamente, la cantidad de especies presentes en cada unidad intermedia de paisaje. Se categorizó, por el método rompimiento natural, en cinco clases de riqueza por grupo biológico (muy baja, baja, media, alta y muy alta). Posteriormente y para conjuntar la importancia de la riqueza de especies se elaboró una tabla matricial en la que se confrontaron las clases de riqueza de fauna con las de riqueza de flora para obtener una nueva categorización.

A partir de esta nueva categorización se elaboró el cartograma del potencial natural para la protección de la biodiversidad del territorio, que refleja espacialmente que áreas son importantes para la conservación debido a la cantidad de especies registradas con anterioridad. Evaluación de la conectividad entre áreas naturales protegidas de la Sierra Tarahumara.

7.8.3 Análisis de la conectividad que tienen las Áreas Naturales Protegidas en la Sierra Tarahumara

El método de análisis utilizado para determinar la conectividad del paisaje entre las Áreas Naturales Protegidas de la Sierra Tarahumara se basa en el uso del Linkage Mapper (McRae and Kavanagh, 2011) que es una herramienta SIG diseñada para la modelación de la conectividad y que como otras herramientas (ej. Circuitscape, (Sha and McRae)) requiere de un conjunto de áreas núcleo (en este caso específico las Áreas Naturales Protegidas de la Sierra Tarahumara) y una “superficie de resistencia” que refleja elementos del paisaje natural y antrópico que manifiestan un costo o un riesgo para la conectividad estructural de la biodiversidad.

Esta metodología además de identificar el corredor de menor costo, detecta barreras que pueden impedir el movimiento de especies en y entre los paisajes (e.g. presencia de caminos, ríos, barrancas, etc.). Esta característica hace que a partir del conocimiento de la alta probabilidad de movimiento de especies sea útil para la identificación de sitios óptimos de restauración.

A continuación, se explica detalladamente la generación de cada insumo y su posterior análisis.

Identificación de áreas núcleo

Las áreas núcleo se obtuvieron a partir del mapa oficial de ANPs de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP, 2018). En el territorio de la Sierra Tarahumara se encontraron un total de cinco ANPs para realizar el análisis de conectividad.

Creación de las superficies de resistencia

Para modelar corredores entre las ANPs se desarrolló una capa de superficies de resistencia, el cual se basa en dos diferentes esfuerzos: la cuantificación y mapeo de la alteración antropogénica al territorio, así como las barreras naturales y elementos que conforman el paisaje (ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Criterio, descripción y peso de las variables empleadas para la evaluación de la conectividad.

Criterio	Descripción	Peso
Distancia a vialidades	Las vialidades son barreras antropogénicas que determinan un costo para el establecimiento de los corredores. A menor distancia de la vialidad mayor el costo.	3 = 0 a 500 metros 2 = 501 a 2,000 metros 1 = 2,001 a 5,000 metros 0 = > a 5,000 metros
Cobertura y uso de suelo	Coberturas secundarias y cambios de coberturas naturales son un costo para el movimiento de especies. Sólo las coberturas primarias no representan un costo de movimiento.	3 = Poblados / Cultivo de riego / Pecuario / Pastos inducidos, cuerpos de agua, minería 2 = Cultivos de temporal 1 = Vegetación secundaria (arbórea, arbustiva o herbácea) 0 = Vegetación Primaria
Pendiente	En un sitio como la Sierra Tarahumara, donde las barrancas y las pendientes abruptas pueden jugar un papel importante en el movimiento de la biodiversidad, se considera como un costo.	3 = pendiente mayores a 20° 2 = pendientes entre 10° y 20° 1 = pendientes de 5° a 10° 0 = pendientes menores a 5°
Índices de fragmentación	La fragmentación y la conectividad estructural que se determinan a partir del análisis de los parches de vegetación, constituyen un costo al momento del establecimiento de un corredor.	Valores de 0-1 donde el 1 indica mayor costo y 0 menor costo
Distancia a ríos	En algunos casos los ríos pueden considerarse como barreras de movimiento, sin embargo, también pueden ser considerados corredores naturales a lo largo del mismo. A la inversa del criterio de distancia a vialidades en este criterio a menor distancia del río menor costo de movimiento.	3 = > a 5,000 metros 2 = 2,001 a 5,000 metros 1 = 500 a 2,000 metros 0 = < a 500 metros
Heterogeneidad del paisaje	Este último criterio incluye el análisis de la heterogeneidad del territorio e integra la información de diversidad de los paisajes que puede facilitar la plasticidad o alternativas de movimiento a la biodiversidad.	3 = Muy Baja y Baja 2 = Moderada 1 = Alta 0 = Muy alta

Estas superficies de resistencia representan un costo relativo (e.g. gasto energético o riesgo de mortalidad) de movimiento a través del territorio y pueden ser utilizadas para calcular la distancia de costo ponderado (DCP) hacia las ANPs. Los valores de la DCP se utilizan para producir corredores de menor costo. En linkage Mapper, los valores de los corredores de menor costo se producen al sumar las DCP que están lejos de las ANPs. Los valores más bajos tienen un mejor potencial para servir como corredor.

Modelo de conectividad

Como ya se mencionó la conectividad se modela utilizando las superficies de resistencia, las cuales derivan en distancias de costos ponderados. Linkage Mapper permite al usuario limitar la identificación de corredores basado en una distancia geográfica máxima, costos de distancia y otros. En el caso de la Sierra Tarahumara por considerarse un territorio pequeño, no fue necesario incluir el criterio de distancia geográfica máxima, ya que según bibliografía (Belote et al. 2016, McRae y Kavanagh 2011) datos de distancia máxima de dispersión para mamíferos entran en el rango de 300 km, lo cual sobrepasa por muy poco las distancias entre los extremos del área (norte-sur: ~380 km; Este-oeste: ~180 km).

Para la representación cartográfica se ocuparon los métodos de cartograma y fondo cualitativo.

8 Actividades

Objetivo Específico	Actividades	Productos
Clasificar y cartografiar los paisajes naturales, reconociendo las relaciones entre los distintos componentes de la estructura vertical del paisaje, es decir, entre roca, relieve, condiciones hidro-climáticas, suelos y biota.	Cartografiar la estructura y composición de los paisajes físico-geográficos del territorio del PTS.	Mapa de paisajes físico-geográficos del territorio a escala 1:250,000.
Esclarecer y cartografiar la heterogeneidad geocológica del área a través de indicadores de riqueza, diversidad, unicidad, complejidad y fraccionamiento a nivel geográfico.	Identificar las unidades morfológicas dominantes, subdominantes, raras y únicas; para evaluar la representatividad de la diversidad y riqueza de los paisajes.	Mapas de riqueza, diversidad, complejidad, fraccionamiento y unicidad de los paisajes a escala 1:250,000.
Determinar, evaluar y cartografiar el grado de antropización de la cobertura vegetal de los paisajes, mediante indicadores de amplio reconocimiento internacional.	Identificar, evaluar y cartografiar el índice de antropización de la cobertura vegetal de los paisajes.	Mapas de antropización de la cobertura vegetal de los paisajes a escala 1:250,000.
Identificar y analizar la conectividad que tienen las Áreas Naturales Protegidas presentes en la región de trabajo a través de las diferentes unidades de paisajes.	Análisis de la conectividad entre áreas naturales protegidas en el territorio.	Mapa de conectividad y rutas de bajo costo entre ANPs de la Sierra Tarahumara a escala 1:250 000.

Objetivo Específico	Actividades	Productos
Conocer, evaluar y cartografiar los potenciales naturales para distintas actividades socioeconómicas como producción agropecuaria; protección de la biodiversidad y ecoturismo.	Identificar, evaluar y cartografiar los potenciales naturales de los paisajes para diferentes actividades socioeconómicas.	Mapas de potenciales naturales para el ecoturismo, protección de la biodiversidad y actividad agropecuaria en la Sierra Tarahumara a escala 1:250 000.
Realizar un Taller de capacitación con el personal técnico de las instituciones y organizaciones participantes en el Proyecto Tarahumara Sustentable, para explicar los alcances de los resultados y las posibilidades de su empleo futuro en etapas posteriores del ordenamiento ecológico.	Realización del Taller con los participantes en el Proyecto Tarahumara Sustentable.	Ejecución del Taller los días 17 y 18 de Mayo de 2018.

9 Limitaciones u obstáculos al proyecto

No se presentaron limitaciones u obstáculos al desarrollo del Proyecto. Solamente durante el trabajo de campo, los participantes fueron advertidos por la población local con la que se interactuó, de ser cuidadosos por la situación social actual de la Sierra Tarahumara. Pero no ocurrió ningún percance.

10 Resultados

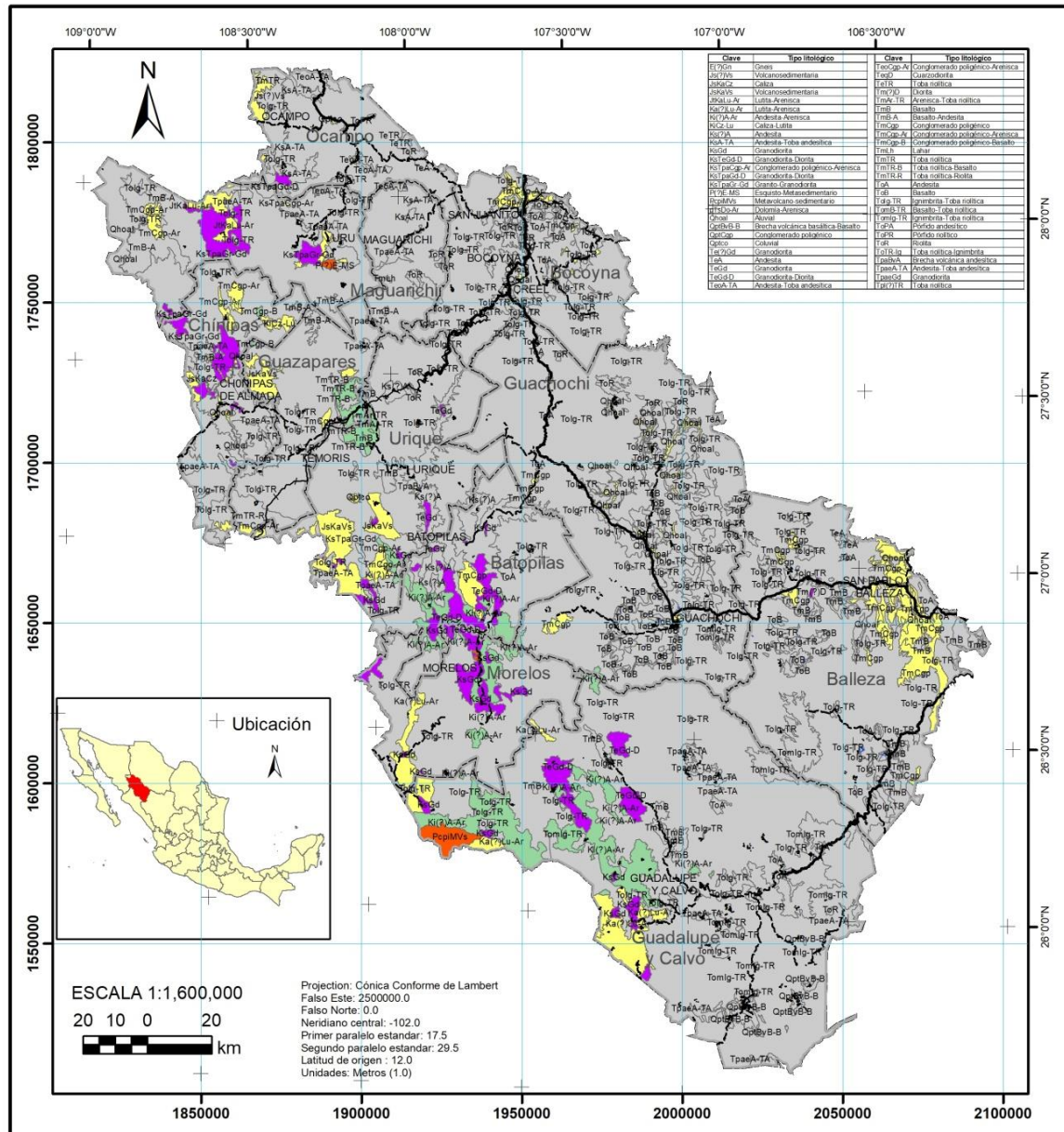
10.1 Componentes Naturales del Paisaje

10.1.1 Componente geológico-geomorfológico

La Sierra Tarahumara geográficamente pertenece a la Sierra Madre Occidental, la cual es resultado de diferentes eventos tectónicos y magmáticos de edad Cretácico y Cenozoico asociados a la subducción de la placa Farallón debajo de la placa de Norteamérica y a la apertura del Golfo de California (Ferrari *et al.* 2005).

Como se aprecia en la Figuras 2 y 3, más de 87 % del área está cubierta por rocas volcánicas entre las que son más abundantes las tobas, las riolitas y las andesitas. En segundo lugar se presentan las rocas sedimentarias como la lutita-arenisca y en tercer puesto, rocas intrusivas como la granodiorita. Ocupando porcentajes menores encontramos rocas del complejo vulcanógeno - sedimentario, calizas y depósitos aluviales.

MAPA DE LITOLOGÍA



SIMBOLOGÍA

- Caserios
- Carreteras
- Municipios
- Tipo de roca
- Intrusiva
- Calle
- Pavimentada
- Litología
- Extrusiva
- Metamórfica
- Terracería
- Híbrida
- Sedimentaria
- Via férrea
- Cuerpo de agua



Conectar para conservar

Fuentes: SGM, 2016. Carta de Litología, Escala 1:250,000. INEGI, 2017. Marco geostadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 2. Mapa de la litología de la Sierra Tarahumara.

Según Mérida-Montiel y Librado-Flores (2009), en casi toda el área de la Sierra Tarahumara, la secuencia vulcanógeno-sedimentaria está cortada por intrusiones de granito-granodiorita, así como por diorita y monzonita.

En la litología del territorio predominan de forma preponderante las rocas ígneas extrusivas. Este hecho ha condicionado que en el paisaje de la Sierra Tarahumara predominen las rocas volcánicas y suelos derivados de estas. La participación de rocas metamórficas es menos importante para los paisajes del área, pues se distribuyen en menos de 1 % del territorio. Municipios como Morelos y Batopilas tienen la mayor heterogeneidad litológica del territorio, mientras que otros como Maguarichi están constituidos en su totalidad por rocas volcánicas extrusivas.

De acuerdo con Mérida-Montiel y Librado-Flores (2009), esta distribución de la litología es muy importante para el territorio, porque hospeda fundamentales yacimientos como el pórfido cuprífero, además de suponer la presencia de mineralización económica a profundidad.

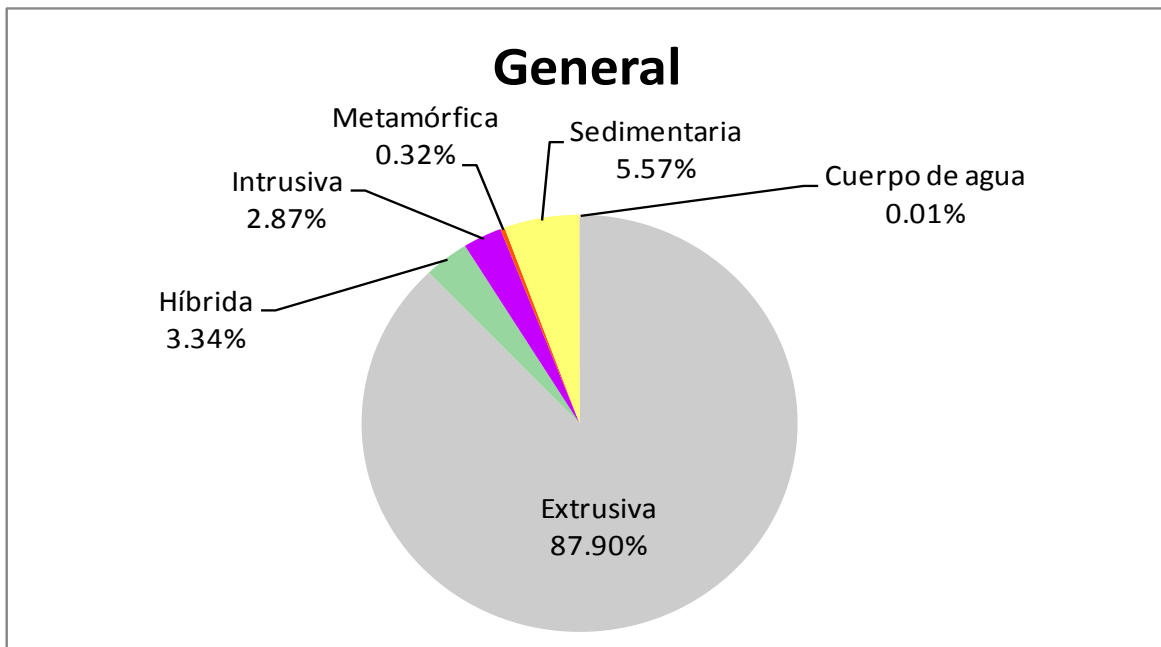


Figura 3. Distribución de los tipos litológicos en la Sierra Tarahumara.

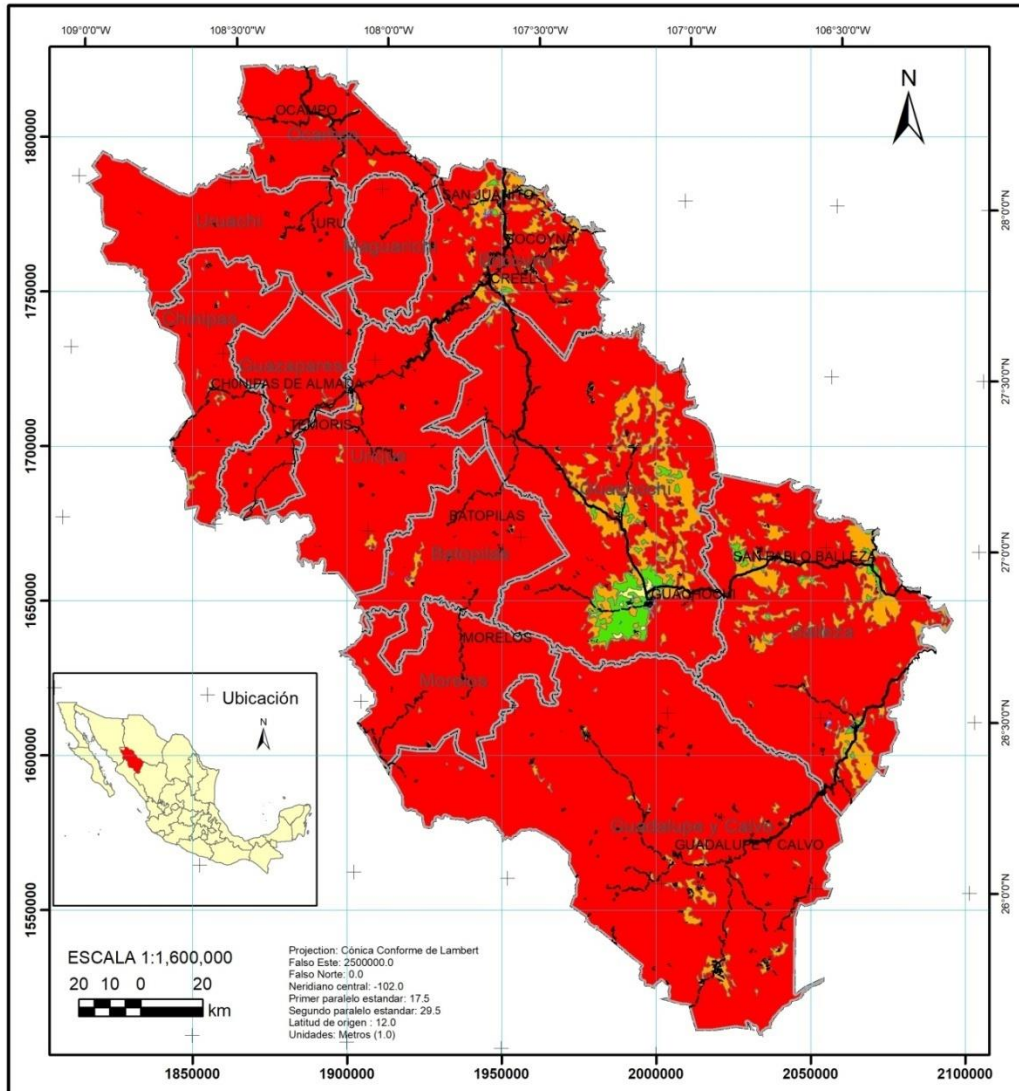
En este contexto geológico, la Sierra Tarahumara constituye un complejo sistema montañoso, donde predominan las montañas y lomeríos, como se puede apreciar en las Figuras 4 y 5, pues abarcan más de 98 % del territorio.

La orogenia volcánica ha condicionado que predominen las montañas con distintos grados de disección vertical y donde destacan los grandes cañones (barrancas) que pueden superar los 1000 m. de profundidad. Debido a esta amplia energía del relieve, durante el trabajo de campo se pudieron apreciar distintos procesos geomorfológicos activos. Las montañas y lomeríos presentan fuertes pendientes y profunda disección, tanto vertical como horizontal.

Son característicos los procesos erosivo-denudativos, como caída de piedras, deslizamiento de bloques, etc.

Municipios como Morelos, Uruachi, Maguarichi, Urique, Guazapares y Ocampo, están constituidos por montañas en más de 99 % de su superficie, mientras que otros como Balleza y Guachochi poseen mayor heterogeneidad geomorfológica, pero con igual predominio de montañas y lomeríos.

MAPA DE DISECCIÓN VERTICAL



SIMBOLOGÍA

- | | | | | |
|------------|---------------|--------------|--------------------|------------------|
| • Caseríos | Carreteras | ▭ Municipios | Disección_Vertical | ■ 40 - 100 |
| ~ Calles | ~ Pavimentada | | m/km ² | ■ > 100 |
| | ~ Terracería | | ■ 2.5 - 15 | ■ Cuerpo de agua |
| | ~ Vía férrea | | ■ 15 - 40 | ■ Área urbana |

Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geostatístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.



Figura 4. Mapa de disección vertical del relieve en la Sierra tarahumara, Chihuahua.

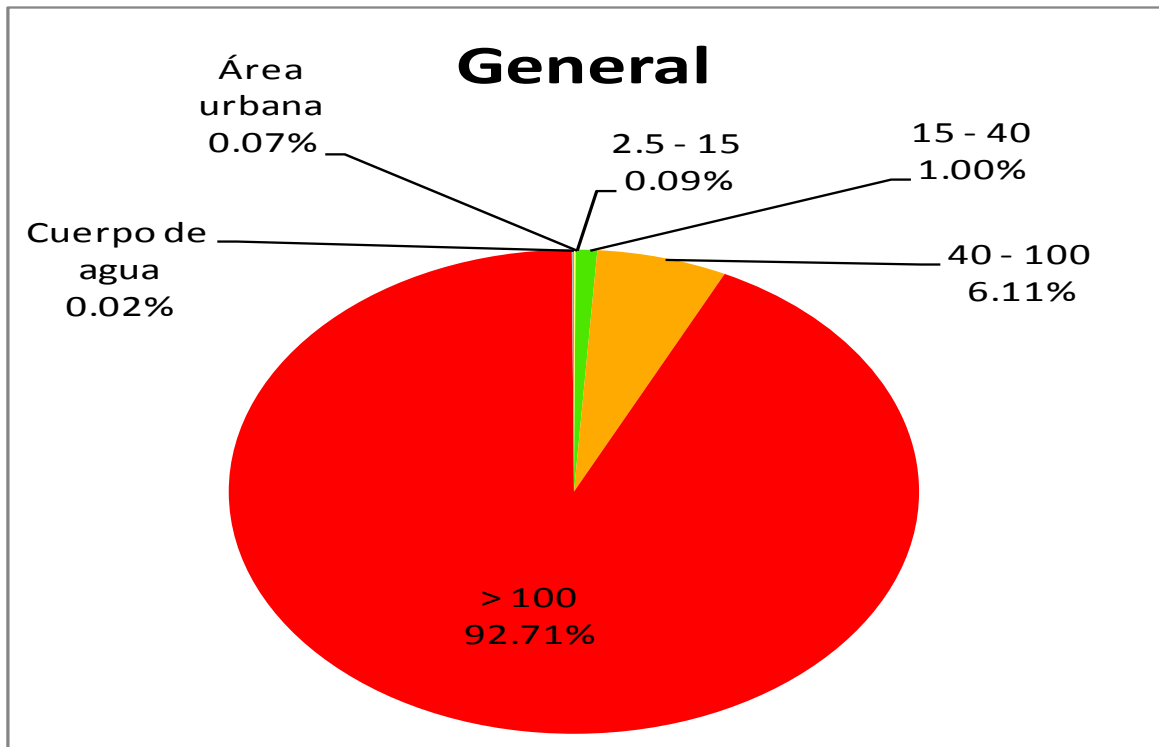


Figura 5. Distribución de los tipos morfométricos del relieve (m/km^2) en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Como se puede apreciar en las Figuras 6 y 7, predomina ampliamente la densidad de drenaje del rango $1-2 km/km^2$. Sin embargo, este hecho, aunado a lo que se aprecia en las Figuras 8 y 9, condiciona un elevado potencial natural erosivo en el territorio, pues las pendientes predominantes superan los 20 grados de inclinación, con más de 50 % de predominio. Como dato interesante, las pendientes menores a 1° y la densidad de drenaje inferior a $0.3 km/km^2$, ocupan las menores superficies en todo el territorio, testimonio del elevado potencial erosivo natural del mismo.

Abundan en el área formas del relieve como cimas en formas de picachos, a veces, ocupando el complejo cumbral completo, debido a la preponderancia de las tobas riolíticas y andesíticas, que ofrecen esta morfología en superficie.

Las pendientes son en muchas ocasiones muy inclinadas y en las zonas donde se ha desmontado la vegetación, se aprecian formas erosivas del relieve. Predominan las laderas convexas (a veces casi verticales, allí donde la litología es de Tobas). Muchos arroyos son temporales y la morfología del perfil es en forma de “garganta” o “V” acerrada.

Además, es posible encontrar planicies, principalmente formadas por ignimbritas y tobas riolíticas, (también por basaltos o andesitas basálticas). Tales llanuras se formaron allí donde los depósitos de caída, resultado de las sucesivas erupciones, rellenaron las depresiones existentes o las partes más altas de los complejos cumbrales.

Las lagunas cercanas a Creel son de origen estructural, lo cual señala su elevada fragilidad. Como tal, esto debe ser considerado en los planes de manejo de estas áreas. Como dato interesante, no se encontraron depósitos lacustres en los alrededores de los sistemas lacustres, lo que permite inferir su relativa juventud como formas del relieve.

MAPA DE DISECCIÓN HORIZONTAL

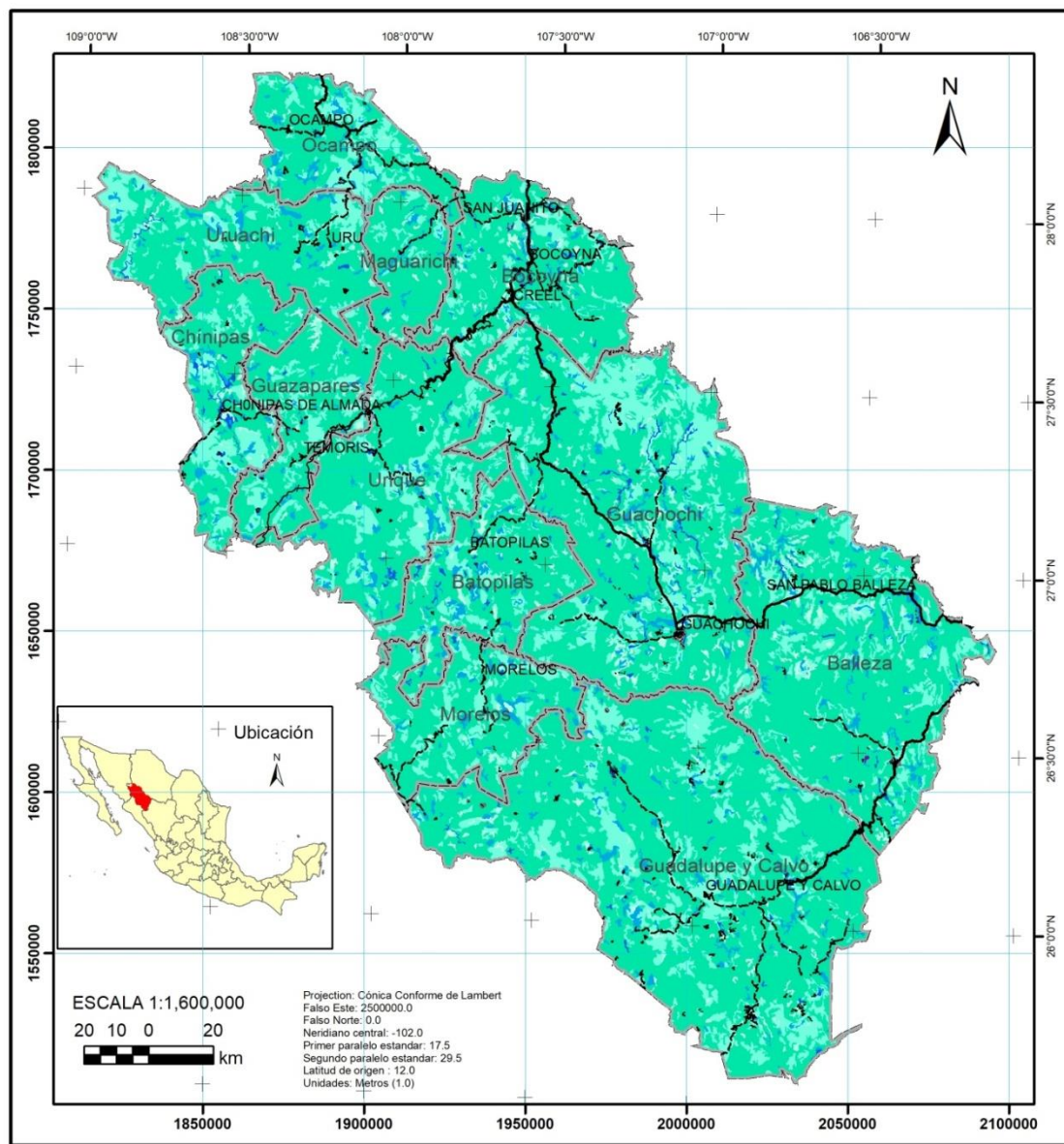


Figura 6. Mapa de disección horizontal del relieve en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

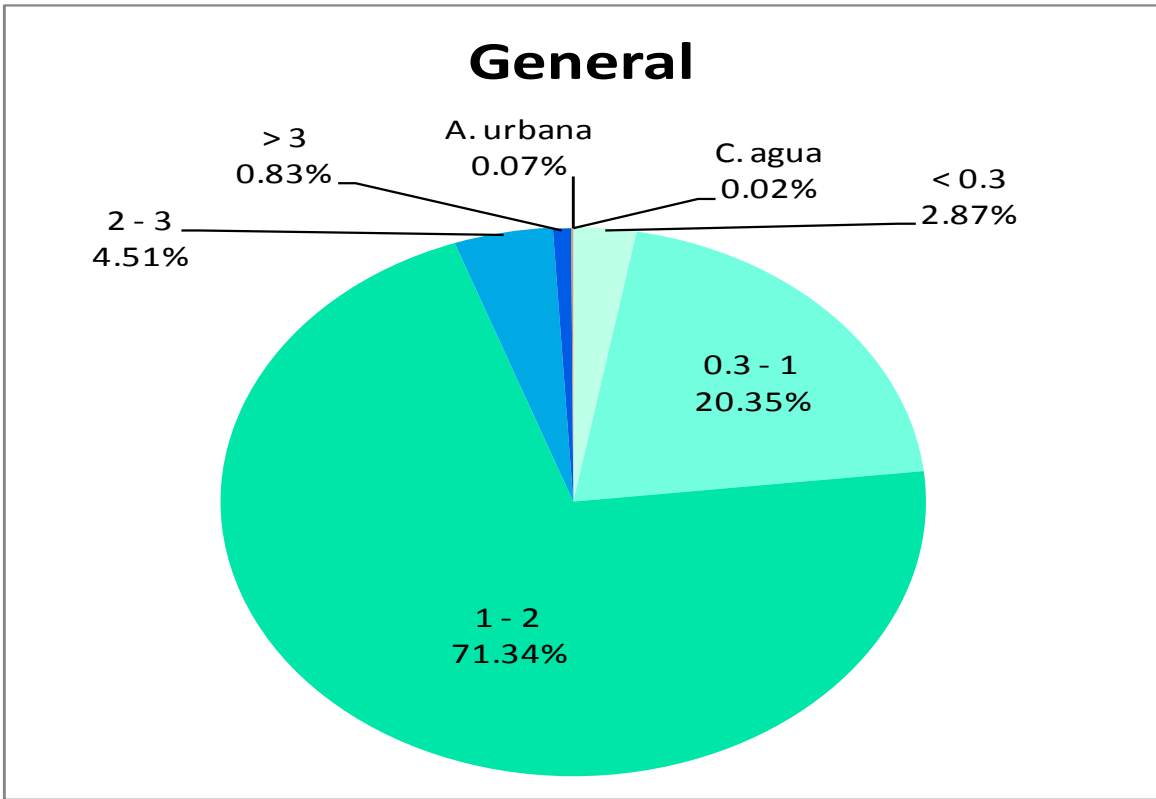


Figura 7. Distribución de la disección horizontal del relieve (km/km^2) en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

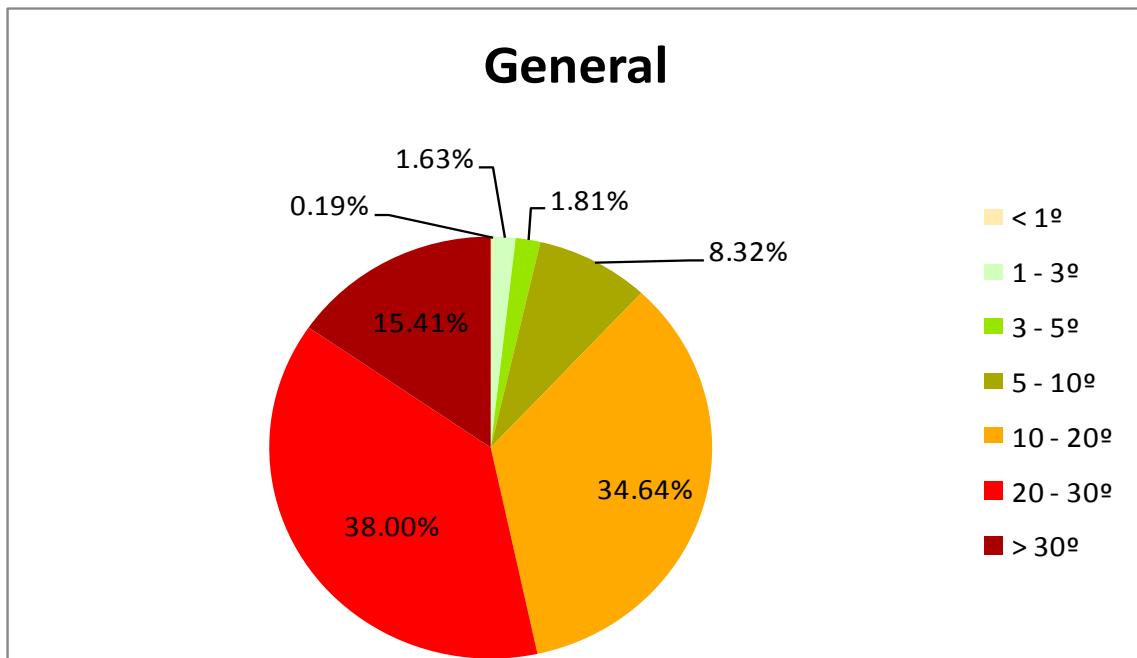
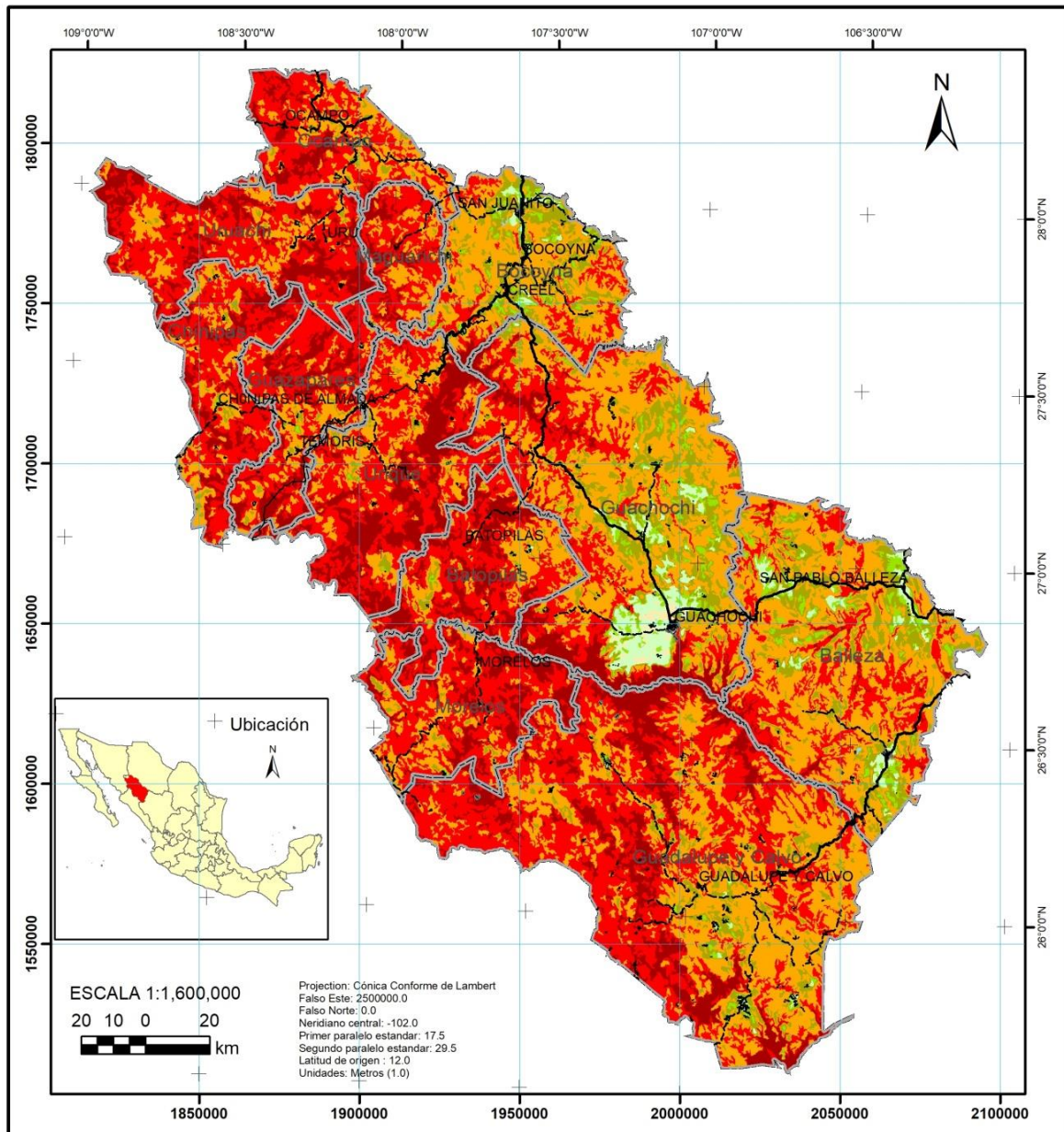


Figura 8. Distribución de las pendientes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

MAPA DE PENDIENTES



SIMBOLOGÍA

+	Caserios	—	Carreteras	□	Municipios	■	3° - 5°	■	> 30°
—	Calles	—	Pavimentada	—	Pendientes	■	5° - 10°	■	Área urbana
—		—	Terracería	■	< 1°	■	10° - 20°	■	Cuerpo de agua
—		—	Vía férrea	■	1° - 3°	■	20° - 30°		

Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.



Conectar para conservar

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 9. Mapa de ángulo de inclinación de las pendientes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

10.1.2 Componente hidro-climático

El análisis climático del área se basa en los trabajos de García (1998, 2006). De acuerdo con las Figuras 10 y 11, en el área de estudio predominan ampliamente los climas del grupo húmedo, representados por el Templado subhúmedo, Semifrío subhúmedo y Cálido subhúmedo. Entre todos estos tipos abarcan más de 92 % del territorio. Los climas secos se extienden en algunos polígonos de la zona central del territorio y hacia la porción norte, pero entre todos no sobrepasan el 8 % del área de estudio. Las principales características de su distribución son las siguientes:

Clima Templado Semifrío Subhúmedo: En las partes más altas de la Sierra Tarahumara, en una franja que abarca de norte a sur y hacia el este del territorio predomina este tipo de clima, caracterizado por las bajas temperaturas en invierno que pueden disminuir hasta -15°C ; suelen ocurrir nevadas en ocasiones y las máximas no son mayores a 15°C . En los meses de verano las temperaturas máximas rara vez superan el rango de $27-29^{\circ}\text{C}$, con mínimas de 10°C . Se pueden registrar lluvias y tormentas de junio a septiembre. Es el segundo tipo climático en extensión superficial del área de estudio (Figuras 10 y 11)

Clima Templado Típico Subhúmedo: Con presencia de humedad en verano que le facilita una media anual de alrededor de 700 mm de precipitación. Durante la entrada del Frente Frío Polar Ártico, en el invierno, también pueden ocurrir precipitaciones frontales y ocasionalmente algunas nevadas. Las máximas temperaturas en verano pueden estar en el rango $28-30^{\circ}\text{C}$ y en invierno pueden disminuir hasta -10°C , en casos extremos. Este es el tipo climático preponderante en el área (Figuras 10 y 11), pues abarca más de 45 % del territorio y se ubica al oeste del anterior, principalmente.

Clima Templado Semicálido Subhúmedo: Se localiza en la periferia del templado subhúmedo (Figuras 10 y 11). La temperatura media anual oscila en el rango $18-24^{\circ}\text{C}$ y las precipitaciones promedio pueden alcanzar los 1000 ml anuales, aunque generalmente son inferiores.

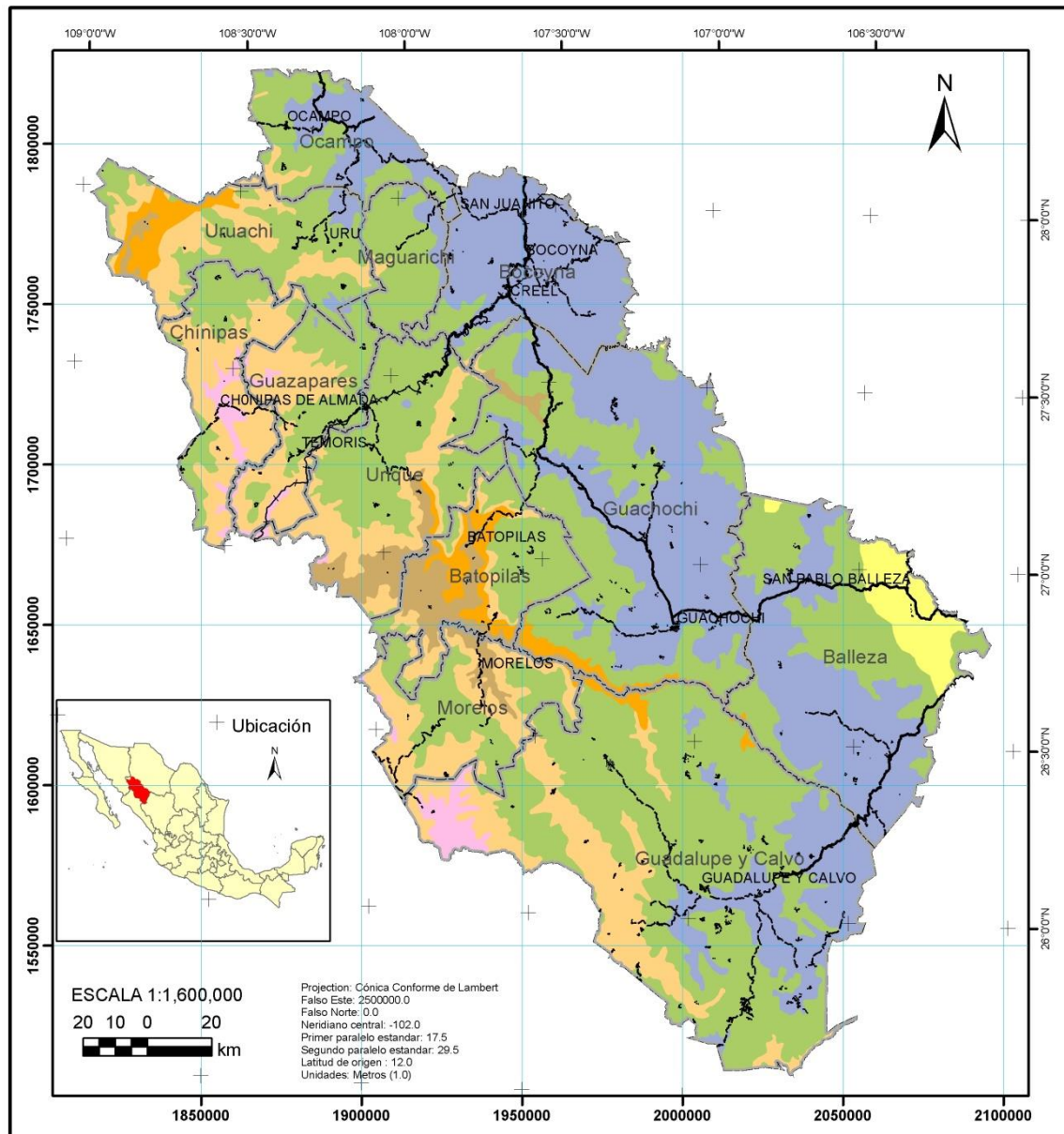
Clima Cálido Subhúmedo: Se presenta en dos sectores hacia el centro-oeste y sur del área de estudio y no alcanza siquiera 2 % del territorio (Figuras 10 y 11). Las temperaturas promedio anuales oscilan entre los 24 y 26°C , mientras que las precipitaciones pueden superar los 1000 ml.

Clima Templado Típico Semiseco: Tampoco logra alcanzar 2% del territorio de estudio y se localiza al norte y oeste-noroeste de la localidad de Balleza (Figuras 10 y 11). Las precipitaciones no suelen superar el rango 400-500 ml como promedio anual y las temperaturas son extremas; en verano pueden superar los 40°C y en invierno pueden descender hasta los -10°C .

Clima Templado Semicálido Semiseco: No alcanza 3 % del territorio y se distribuye en pocos polígonos hacia el extremo noroeste y en el centro del área de estudio (Figuras 10 y 11). Con características muy similares al anterior, solo se reducen los valores extremos de temperaturas; es decir, no es tan extremo.

Clima Cálido Semiseco: Se localiza al centro del área de estudio (Figura 10) y solo alcanza algo más de 3 % del territorio (Figura 11). En humedad se comporta muy similar al anterior, pero las temperaturas promedio suelen ser mayores.

MAPA DE CLIMAS



SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|--------------|---------------|-------------------------------|---------------------------------|
| • Caserios | — Pavimentada | Tipos Climáticos | ■ Templado Semicálido Subhúmedo |
| ~ Calles | — Terracería | ■ Templado Semifrío Subhúmedo | ■ Templado Semicálido Semiseco |
| — Carreteras | — Vía férrea | ■ Templado Típico Subhúmedo | ■ Cálido Subhúmedo |
| □ Municipios | □ Municipios | ■ Templado Típico Semiseco | ■ Cálido Semiseco |

Fuentes: INEGI, 2008. Conjunto de datos vectoriales, Escala 1:1,000,000 Unidades climáticas. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.



Figura 10. Mapa de climas de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

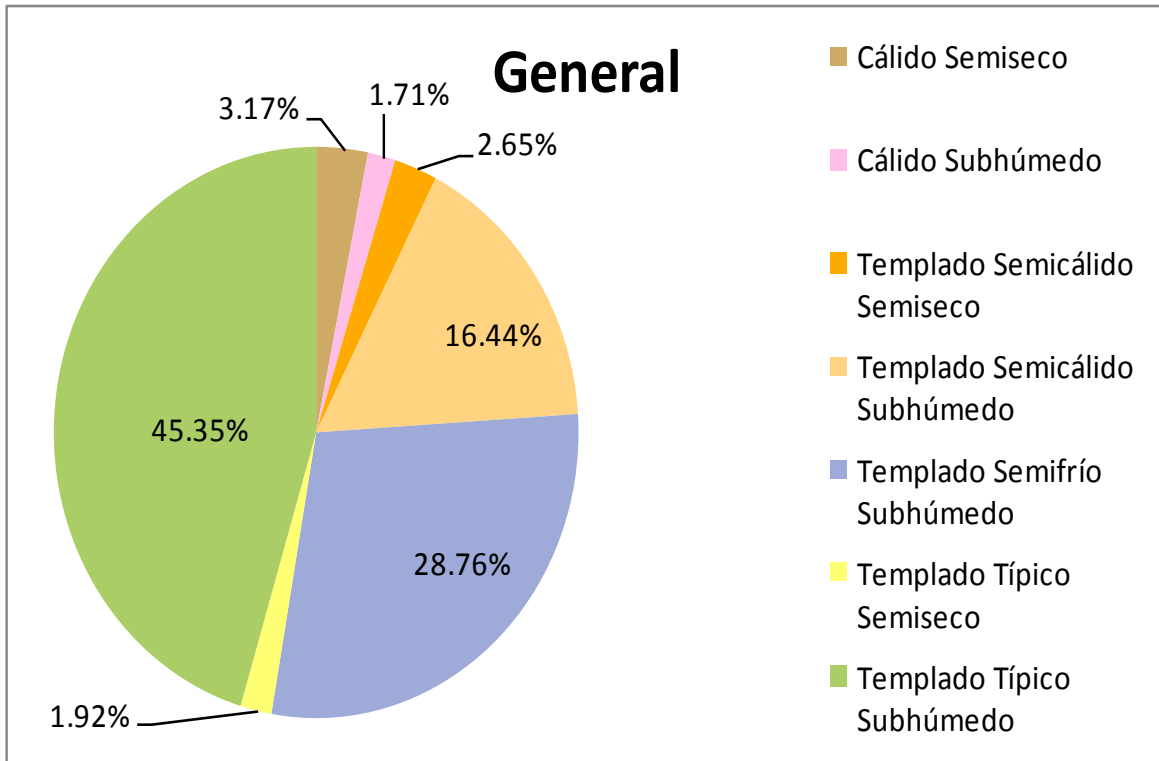


Figura 11. Distribución de los tipos de clima en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

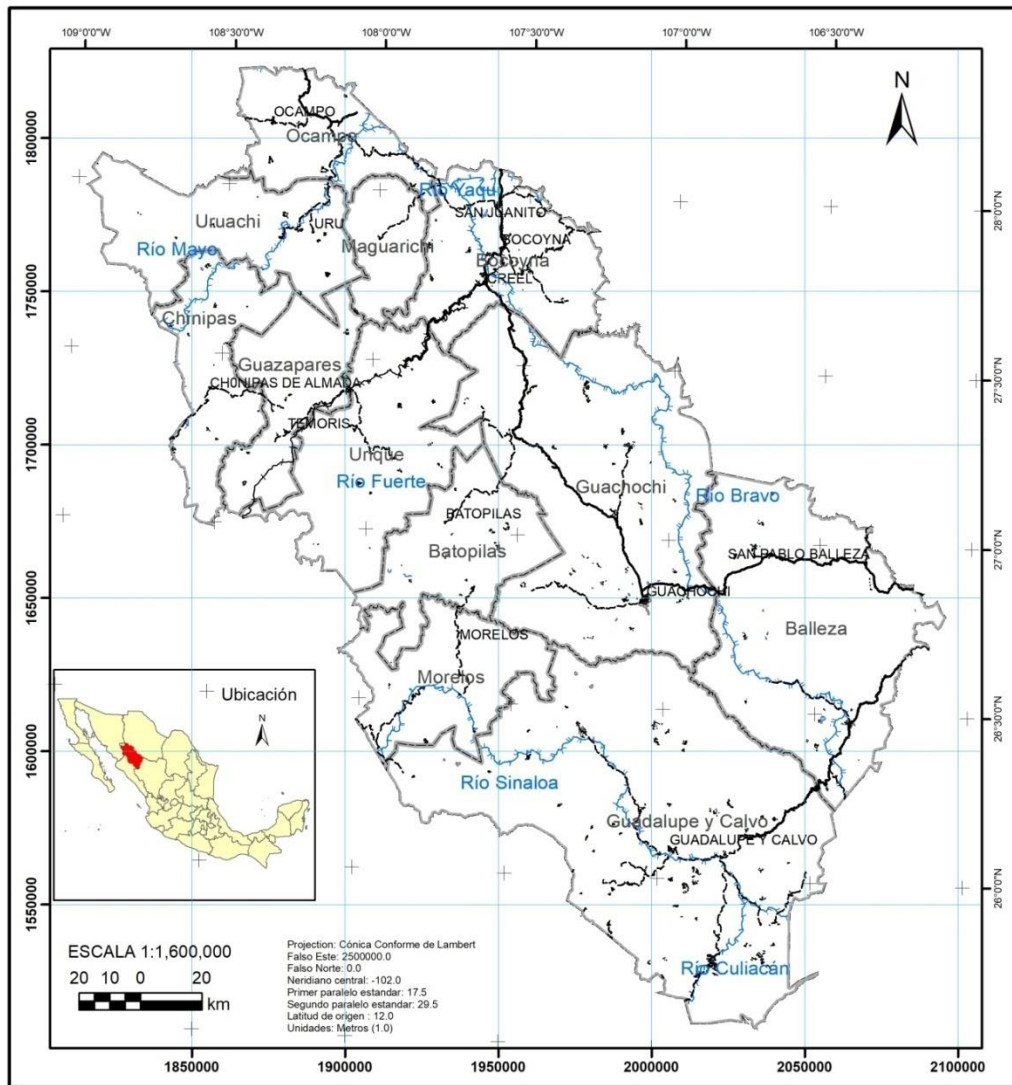
Las Figuras 12, 13 y 14, presentan una interesante información hidrográfica sobre el área de estudio; la delimitación de las cuencas hidrográficas principales (mayor orden a la escala 1:250 000), la tipología de la red de drenaje y la zonificación funcional de las cuencas.

Estos insumos son fundamentales para estudios relacionados con el balance hidrológico del territorio y aunque este no constituye objetivo del presente estudio, queremos hacer algunos breves apuntes:

- a)- Se lograron distinguir cuencas principales para seis sistemas fluviales, sin embargo, es posible que para mayor profundidad en análisis de balance hidrológico, sea conveniente subdividir estas cuencas en subcuencas de orden inferior.
- b)- En el área predominan los tipos de red de drenaje angulado, dendrítico y rectangular, característica típica de zonas montañosas de muy fuerte control tectónico-estructural (volcánico en este caso), lo cual señala su elevada fragilidad ecológica, pues estos tipos e redes son muy sensibles a las perturbaciones antrópicas. Este hecho debe ser considerado en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos hídricos del territorio.
- c)- A la escala 1:250 000, solo se distinguen zonas de cabecera o cabezada y de captación-transporte para el área de estudio. Sin embargo, este hecho está condicionado por el axioma del área mínima cartografiada (1 km² a esta escala), pues evidentemente, en el territorio existen lagunas estructurales y las mismas poseen zona de emisión-confinamiento, que no pudieron ser cartografiadas a esta escala.

d)- Municipios como Batopilas, Guazapares, Urique y Maguarichi, solo reportan zona de captación-transporte, mientras el resto posee área en zona de cabecera (en ningún caso mayor a 20 %). Este hecho revela la elevada fragilidad hidrológica del territorio, porque la zona de cabecera de las cuencas hidrográficas, normalmente no supera el 5 % del área total, mientras que, en el caso de la Sierra Tarahumara, ocho municipios poseen área en zona de cabecera, nunca inferior a 9 % del área total.

MAPA DE CUENCAS HIDROLÓGICAS



SIMBOLOGÍA

- Caseríos
 Carreteras
 Municipios
 Área urbana
- Calles
 Pavimentada
 Cuenca principales
 Cuerpo de agua
- Terracería
- Via férrea

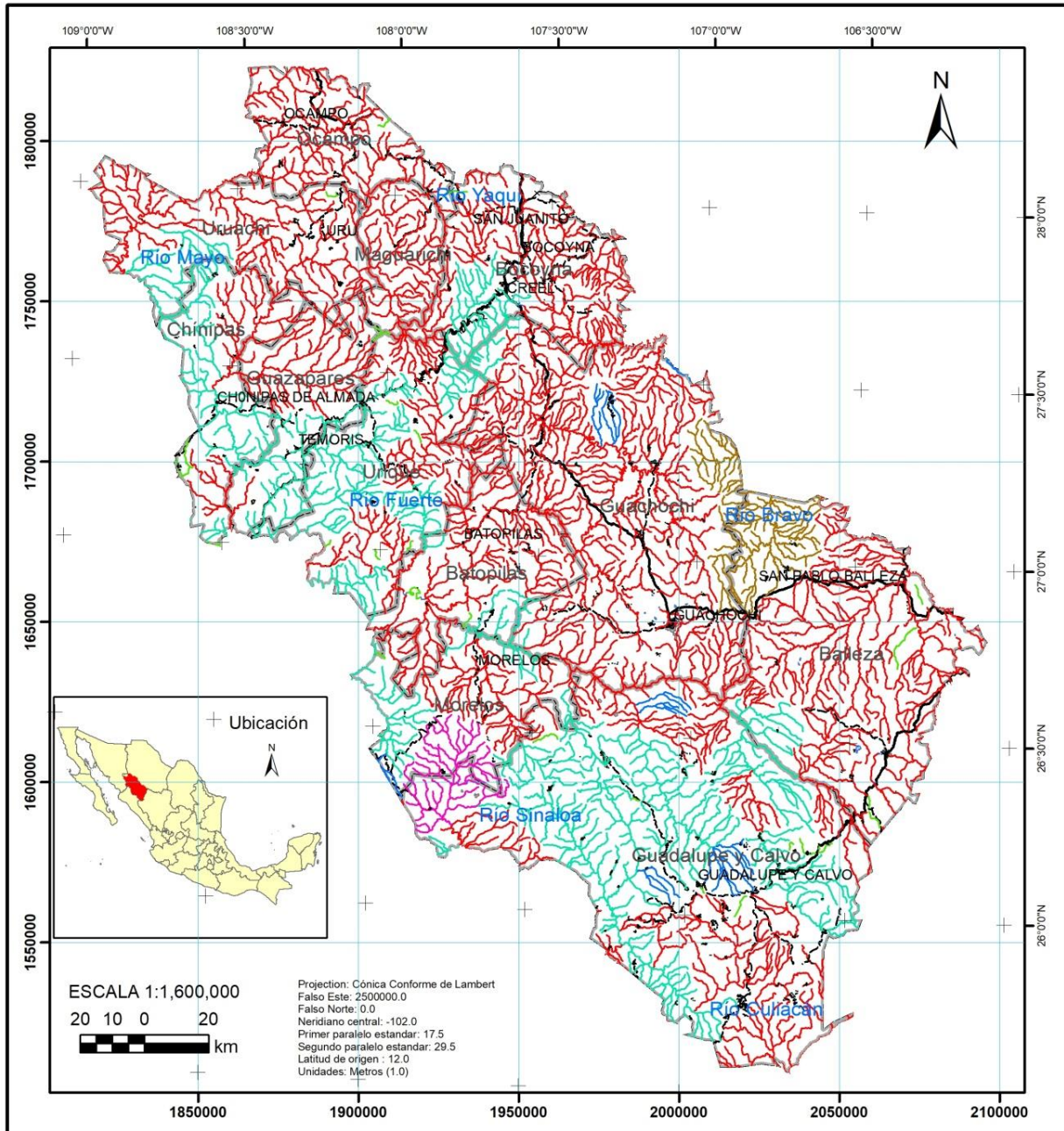
Fuentes: "Mapa de Cuencas Hidrográficas de México, 2007". Escala 1:250000, elaborada por Priego A.G., Isunza E., Luna N. y Pérez J.L. México, D.F. INEGI, 2017. Marco geostadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.



Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 12. Cuencas hidrográficas principales (mayor orden a la escala 1:250 000) de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

MAPA DE TIPOLOGÍA DE LA RED DE DRENAJE



SIMBOLOGÍA

	Caserios		Carreteras		Municipios		Dendrítico		Pinnado		Área urbana
	Calles		Pavimentada		Tipología red		Desordenado		Rectangular		Cuerpo de agua
			Terracería		Angulado		Paralelo				
			Vía férrea								



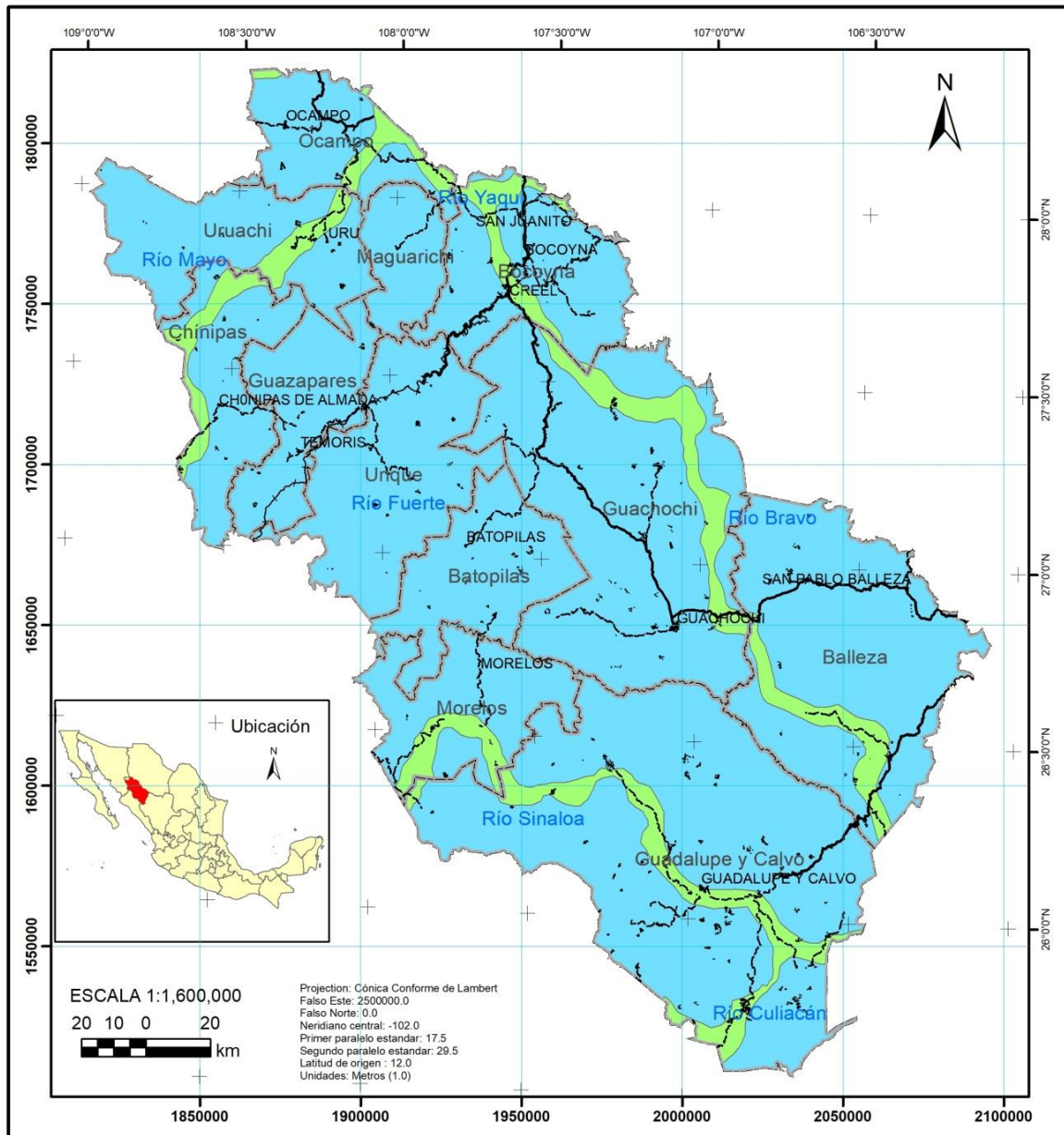
Conectar para conservar

Fuentes: 'Mapa de Tipología de la Red de Drenaje de México, 2007'. Escala 1:250000, elaborada por Priego A.G., Isunza E., Luna N. y Pérez J.L. México, D.F. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 13. Tipología de la red drenaje de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

MAPA ZONIFICACIÓN FUNCIONAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS



SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|------------|-------------|--|----------------|
| • Caserios | Carreteras | Municipios | Área urbana |
| Calles | Pavimentada | Zonificación funcional de cuencas | Cuerpo de agua |
| Terracería | Via férrea | Cabezada | |
| | | Captación-Transporte | |

Fuentes: Mapa de Zonificación Funcional de Cuencas Hidrográficas de México, 2007. Escala 1:250000, elaborada por Priego A.G., Isunza E., Luna N. y Pérez J.L. México, D.F. INEGI, 2017. Marco geoespacial. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.



Figura 14. Zonificación funcional de las cuencas hidrográficas de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

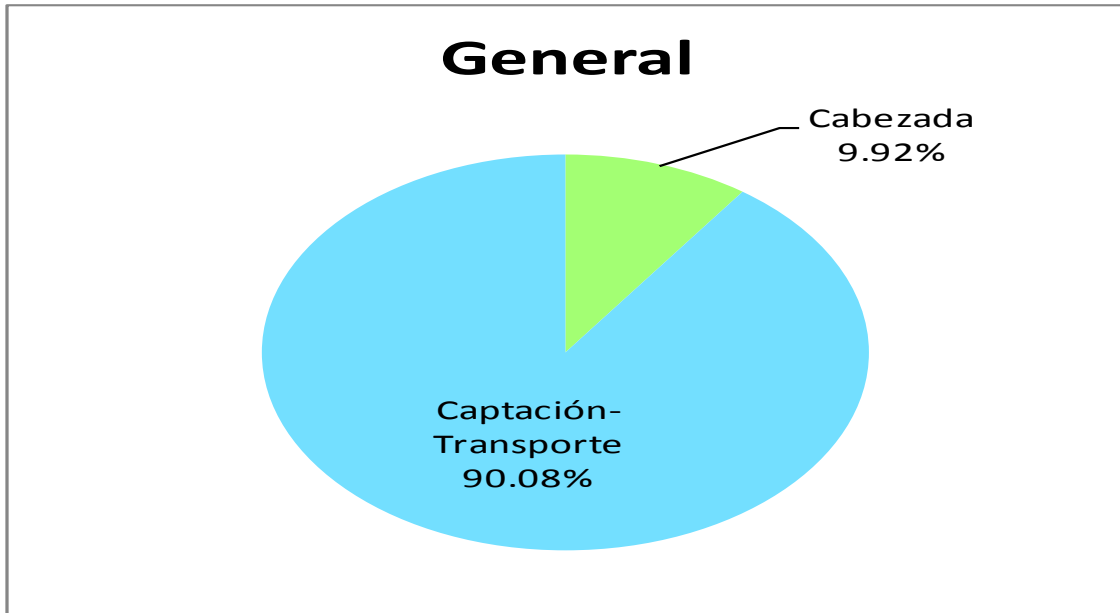


Figura 15. Distribución de las zonas funcionales hidrográficas en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

10.1.3 Componente edafo-biógeno

Las Figuras 16 y 17 ofrecen información sobre la cartografía y distribución de los suelos en el área de estudio. Como se puede apreciar, los Leptosoles y Regosoles cubren más de 93 % del territorio, lo cual es típico de zonas montañosas. Una discusión amplia y detallada de las propiedades físicas y químicas, así como de los potenciales y limitaciones agroproductivas de estos suelos, puede consultarse en el trabajo de Fernández-Reynoso *et al.* (2018), por lo que consideramos innecesario profundizar en este aspecto.

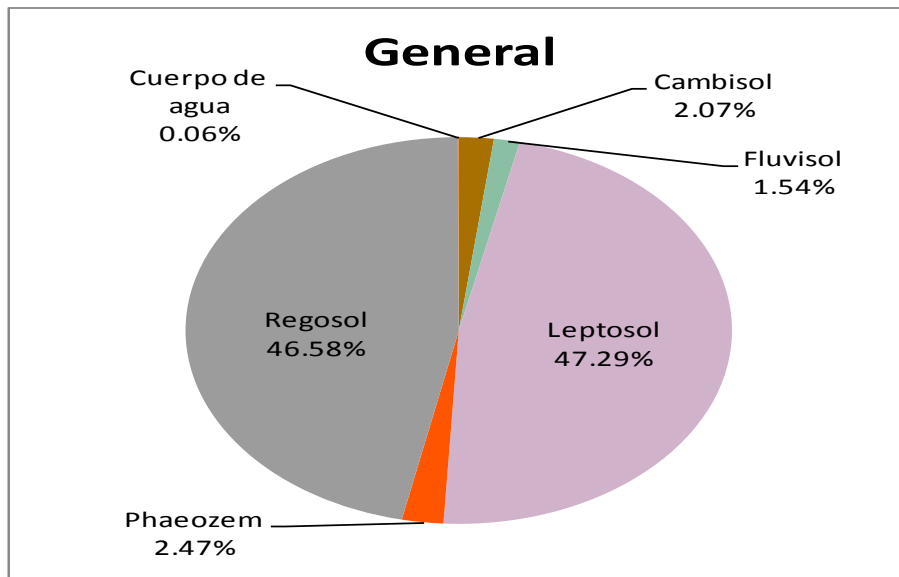
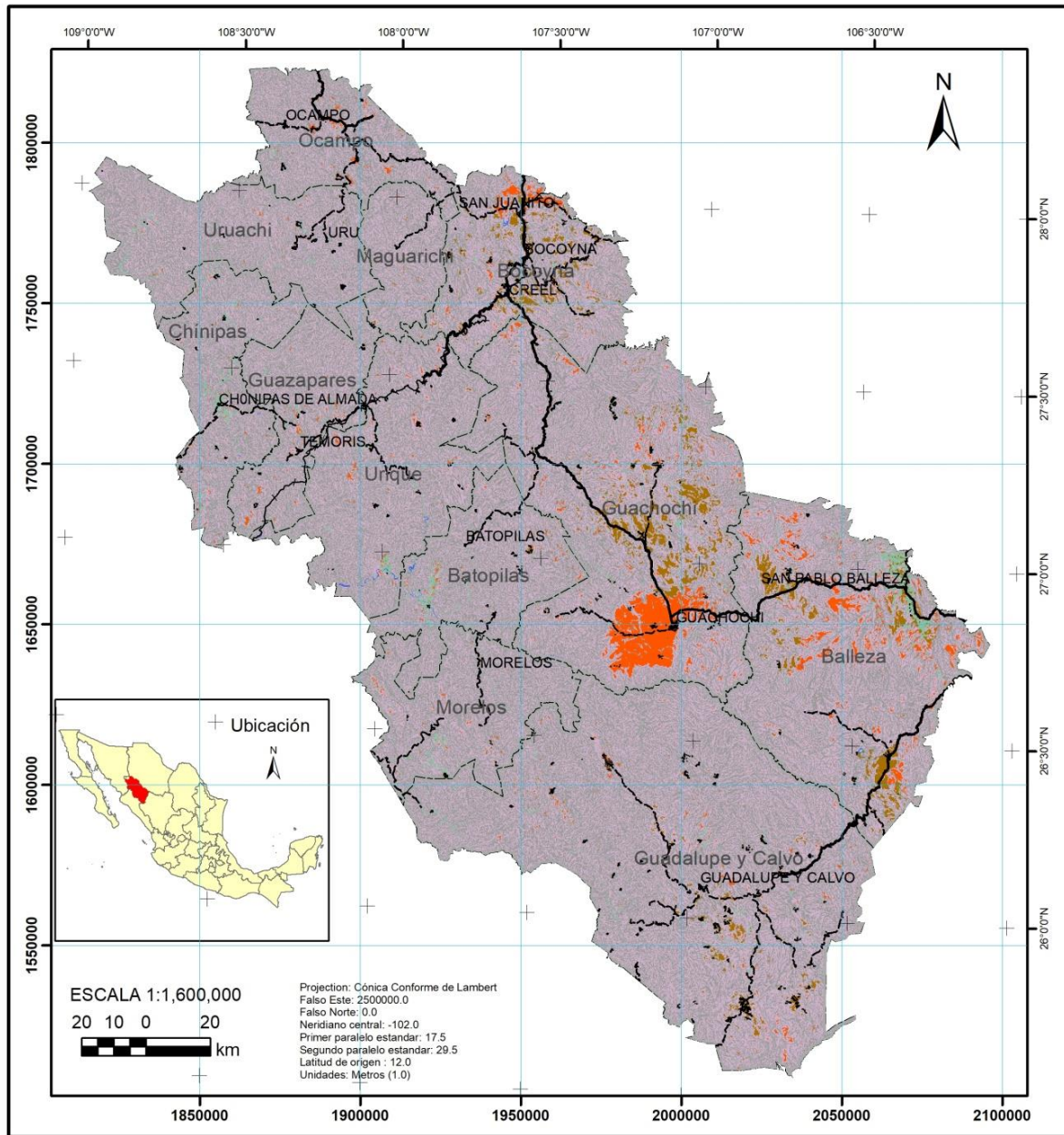


Figura 16. Distribución de los suelos en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

MAPA DE SUELOS



SIMBOLOGÍA

• Caserios	Carreteras	Municipios	Fluvisol	Regosol
Calles	Pavimentada	Tipos de suelo	Leptosol	Cuerpo de agua
	Terracería	Cambisol	Phaeozem	
	Vía férrea			



Conectar para conservar

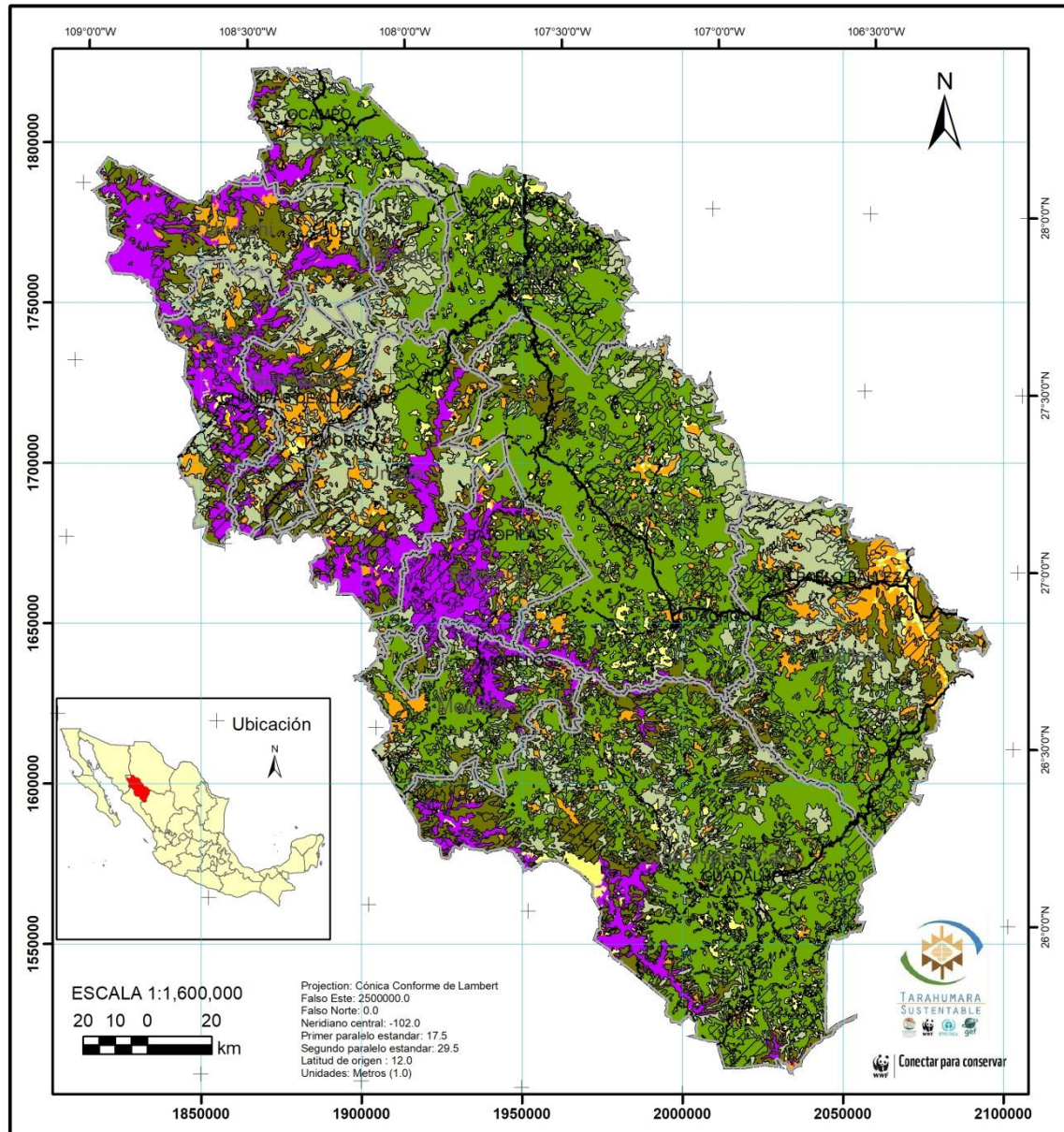
Fuentes: COLPOS, 2017. Mapa edafológico, Escala 1:50,000. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 17. Suelos de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

La cobertura vegetal del territorio está representada por bosques de coníferas, latifoliadas, pastizales y cultivos agrícolas.

MAPA DE VEGETACIÓN Y USO DEL SUELO



SIMBOLOGÍA

• Caseríos	Carreteras	Estado de la Veg.	Oyamel	Agrícola
~ Calles	~ Pavimentada	□ Primaria	Encino	Pastizal
□ Municipios	~ Terracería	▨ Secundaria	Encino-Pino y Pino-Encino	□ Sin vegetación
	~ Vía férrea	Vegetación y uso del suelo	Pino	□ Cuerpo de agua
		■ Ayarín	Selva baja	▨ Urbano

Fuentes: INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 18. Mapa de vegetación y uso del suelo en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

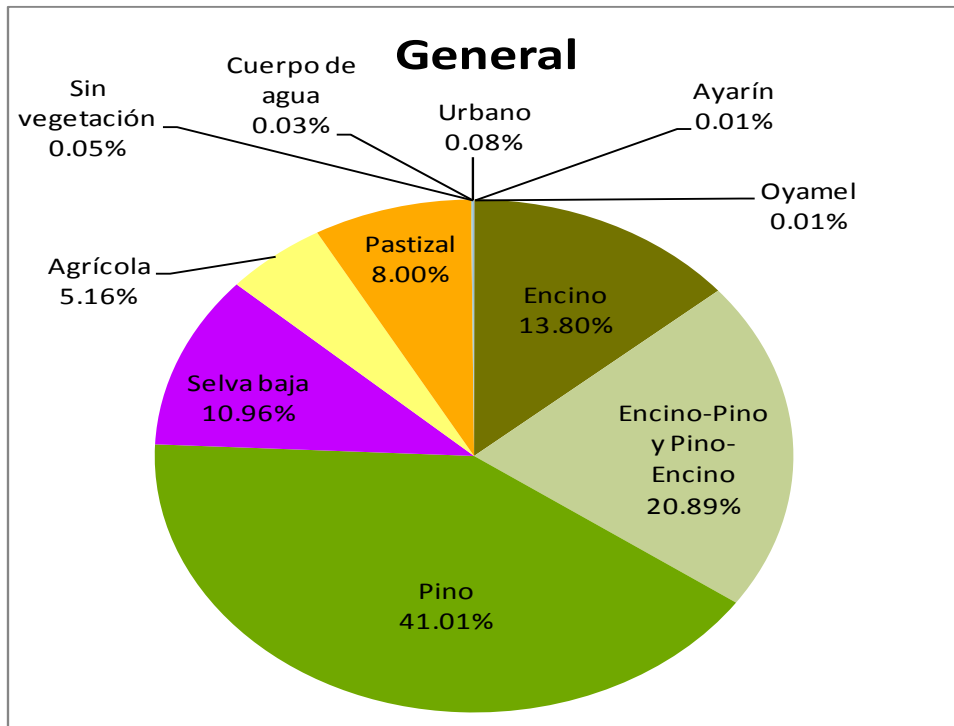


Figura 19. Distribución de la vegetación y usos del suelo en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Los bosques de coníferas, típicos de zonas con climas templados, están representados por Ayarín, Oyamel y Pino, principalmente. Los bosques de latifoliadas presentan el Encino en zonas templadas y la selva baja en áreas más cálidas. Existen también bosques mixtos (Encino-Pino y Pino-Encino) en zonas de transición. Los pastizales pueden ser naturales, inducidos (comunidades de reemplazo) o cultivados (para la ganadería) y finalmente, los cultivos agrícolas, tanto para subsistencia de las comunidades locales, como plantaciones con fines comerciales.

Como se aprecia en las Figuras 18 y 19, los bosques de pinos son el tipo de cobertura vegetal predominante en el territorio, seguidos de los bosques mixtos (encino-pino y pino-encino) y de los bosques de encino. A continuación, aparece la selva baja, los pastizales y los cultivos agrícolas. El resto de las coberturas no alcanza en total a 0.20 % del territorio.

Una discusión detallada de la composición florística y las características ecológicas y biogeográficas de estas coberturas, se puede apreciar en el trabajo de González-Elizondo *et al.* (2012).

10.2 Unidades Taxonómicas de los Paisajes

La escala de trabajo (1:250 000), límite entre los paisajes de escala local y los paisajes de escala regional, permitió definir cinco unidades taxonómicas; dos de carácter regional y tres del nivel local, concretamente, 4 Clases de paisajes, 20 Subclases de paisajes; 85 Localidades; 97 Comarcas complejas y 244 Comarcas simples, de acuerdo con los criterios

de Mateo (1984, 2002). A continuación se presentan los índices diagnósticos de las mismas para el caso de la Sierra Tarahumara (Cuadro 2).

Cuadro 2. Índices diagnósticos de las unidades taxonómicas de los paisajes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Nivel Taxonómico	Índices Diagnóstico	Ejemplo
Clase	Conjunto de morfoestructuras del relieve en una misma condición climática	Paisajes en climas templados.
Subclase	Tipo específico del relieve en un tipo específico de clima.	Montañas en clima templado semifrío subhúmedo.
Localidad	Comunidad territorial. Igual tipo morfogenético del relieve. Homogeneidad litológica y/o del tipo de depósitos. Similares condiciones climáticas.	Montañas tectónico-acumulativas (DV>100 m/km ²) formadas por rocas del complejo vulcanógeno-sedimentario con predominio de rocas extrusivas intermedias, en clima templado subhúmedo.
Comarca compleja	Asociación del mismo conjunto morfológico de mesoformas del relieve. Similar conjunto de formaciones vegetales y/o tipos de usos del suelo Predominio de iguales agrupamientos de suelos.	Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol, Leptosol, Phaeozem y Cambisol.
Comarca simple	Igual situación en un elemento de una mesoforma del relieve con la misma inclinación de las pendientes. Mismo tipo de comunidades vegetales o igual tipo de aprovechamiento del suelo. Similares grupos y subgrupos de suelos.	Medianamente inclinado (10°-20°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

10.3 Factores de Diferenciación de los Paisajes

A la escala de trabajo, tres factores de diferenciación resultaron fundamentales en la distinción de los paisajes del territorio.

El clima, condicionado tanto por la latitud como por los pisos altitudinales, resulta el primer factor de diferenciación en importancia, pues divide el territorio en dos grandes sectores; los paisajes en climas húmedos y los paisajes en climas secos. Ello condiciona la distribución de la cobertura vegetal, así como las adaptaciones ecológicas de los biocomponentes del paisaje a las distintas condiciones climáticas.

El relieve permitió diferenciar cuatro grandes tipos; a saber, montañas, lomeríos, planicies y valles. Del mismo modo, al interior de estos tipos, es el relieve quien condiciona la diferenciación espacial de unidades morfológicas. Llama la atención la ausencia de rampas de piedemontes en el área, al menos a esta escala. Esto es comprensible, porque se necesitan grandes extensiones de llanuras adyacentes, para el desarrollo de este tipo de geocomplejos.

Finalmente, la composición litológica es el tercer factor de diferenciación en importancia. Ella condiciona la constitución químico-mineralógica de los suelos, así como la morfología de las unidades superiores y en parte, la morfogénesis del paisaje.

10.4 Algunas Peculiaridades de los Paisajes

Como la leyenda del mapa de paisajes es explicativa y explícita en cuanto a composición y estructura taxonómica de los paisajes del área. A continuación, se realiza la breve discusión de las peculiaridades más significativas de estos geocomplejos.

Las Figuras 20 y 21 resumen las propiedades de los paisajes del territorio. El Anexo 1 presenta la leyenda detallada de los complejos territoriales naturales de la Sierra Tarahumara. Como se puede apreciar, seis grandes unidades abarcan casi 90 % del territorio, a saber, las montañas y lomeríos en clima templado (semifrío, típico y semicálido). Casi 6 % corresponde a dos unidades; montañas en clima árido (cálido y semicálido) y las restantes 14 unidades se reparten el resto del territorio, pero ninguna alcanza 2% del área total.

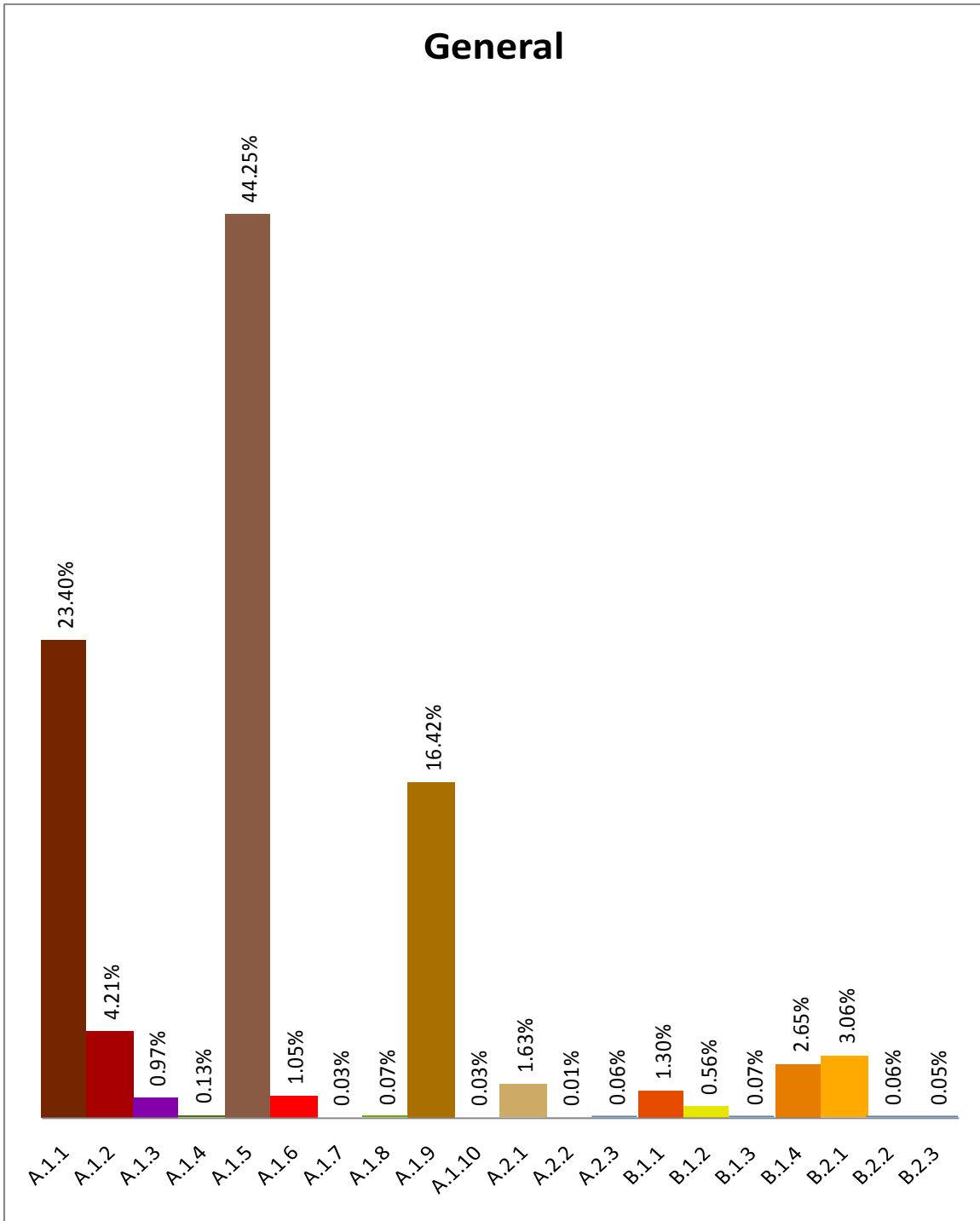
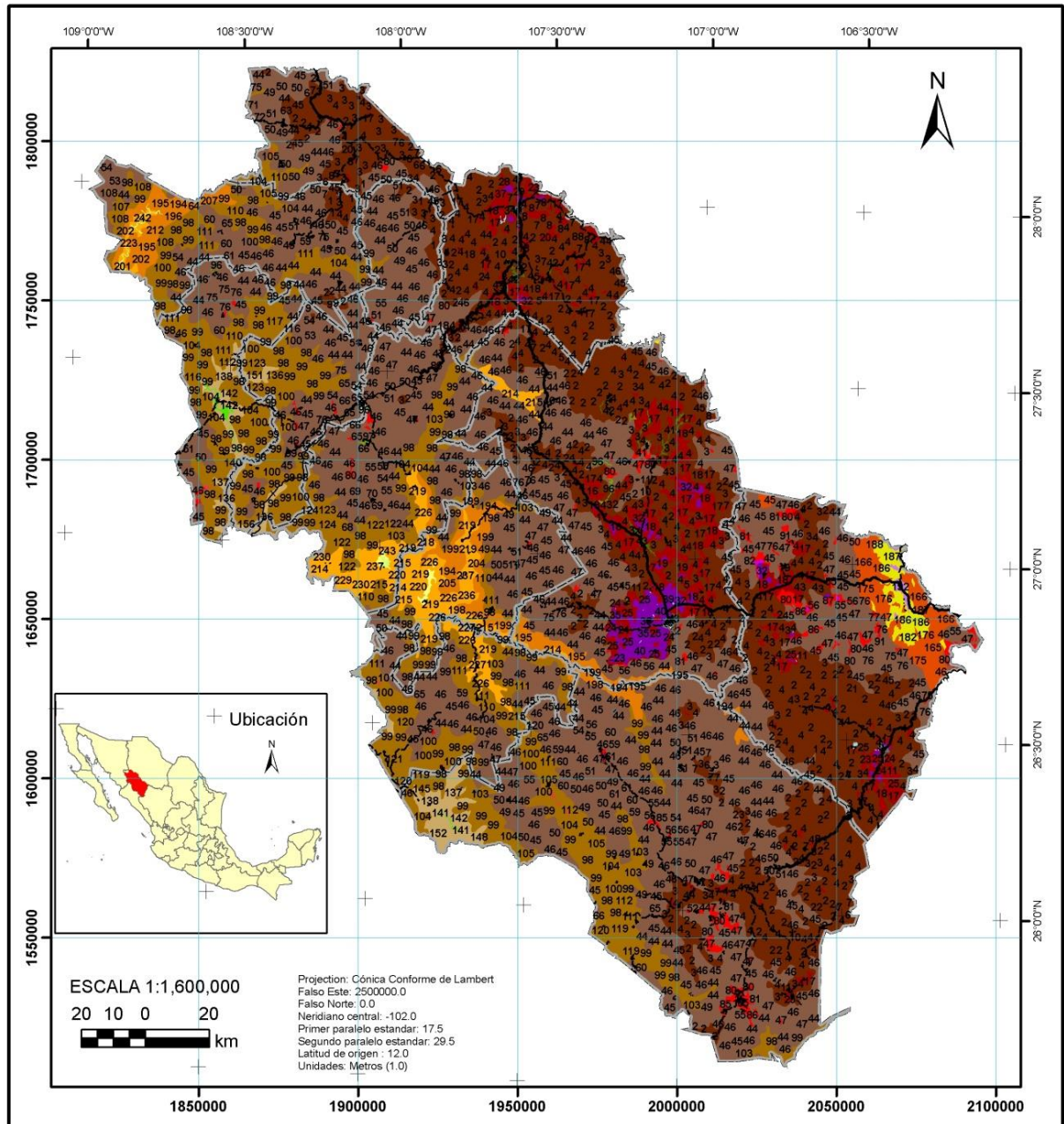


Figura 20. Distribución de geosistemas en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Sí se analiza el Anexo 1, se podrá comprobar que las montañas y lomeríos volcánicos y tectónicos predominan de forma contundente en el territorio (casi 90 % del área). Ello indica el fuerte control estructural de los paisajes de la Sierra Tarahumara y permite comprender la existencia de solo cinco grupos de suelos, debido al predominio de determinadas condiciones litológicas y climáticas.

MAPA DE PAISAJES FÍSICO-GEOGRÁFICOS



SIMBOLOGÍA

- Caserios
- Pavimentada
- Calles
- Terracería
- Carreteras
- Via férrea
- Municipios



Conectar para conservar

Fuentes: INEGI, 2008. Conjunto de datos vectoriales, Escala 1:1,000,000 Unidades climáticas. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 21. Mapa de paisajes físico-geográficos de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

MAPA DE PAISAJES FÍSICO-GEOGRÁFICOS

SIMBOLOGÍA

	A.1.1- Montañas en clima templado semifrío subhúmedo
	A.1.2- Lomeríos en clima templado semifrío subhúmedo
	A.1.3- Planicies en clima templado semifrío subhúmedo
	A.1.4- Valles en clima templado semifrío subhúmedo
	A.1.5- Montañas en clima templado típico subhúmedo
	A.1.6- Lomeríos en clima templado típico subhúmedo
	A.1.7- Planicies en clima templado típico subhúmedo
	A.1.8- Valles en clima templado típico subhúmedo
	A.1.9- Montañas en clima templado semicálido subhúmedo
	A.1.10- Lomeríos en clima templado semicálido subhúmedo
	A.2.1- Montañas en clima cálido subhúmedo
	A.2.2- Lomeríos en clima cálido subhúmedo
	A.2.3- Valles en clima cálido subhúmedo
	B.1.1- Montañas en clima templado típico semiseco
	B.1.2- Lomeríos en clima templado típico semiseco
	B.1.3- Planicies en clima templado típico semiseco
	B.1.4- Montañas en clima templado semicálido semiseco
	B.2.1- Montañas en clima cálido semiseco
	B.2.2- Lomeríos en clima cálido semiseco
	B.2.3- Valles en clima cálido semiseco
	Áreas urbanas
	Cuerpos de agua



 Conectar para conservar

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Fuentes: INEGI, 2008. Conjunto de datos vectoriales, Escala 1:1,000,000 Unidades climáticas. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Figura 21 (Continuación). Leyenda resumida (unidades superiores) de los paisajes físico-geográficos de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

De forma abrumadora, los paisajes de la Sierra Tarahumara poseen carácter volcánico. Ello se expresa en la morfología de las unidades, en los suelos y en la litología.

La zonalidad vertical del paisaje es fundamental para comprender la distribución de ecosistemas geográficos en la Sierra Tarahumara. La alta Tarahumara se caracteriza por el predominio de paisajes volcánicos en clima semifrío subhúmedo. En estas condiciones abundan los bosques de pino y mixtos (pino-encino y encino-pino), en suelos Leptosoles y Regosoles, principalmente. Al parecer, las condiciones climáticas severas, no han permitido el desarrollo abundante de los Andosoles, a pesar del fuerte contenido volcánico de los depósitos de caída y de gran parte de la litología.

Contrastante resulta la coexistencia espacial de dos tipos climáticos diferentes como los climas húmedos y los climas áridos. En las condiciones de climas del grupo de los húmedos, predominan las fajas de vegetación que normalmente siguen el siguiente gradiente (de los más fríos a los más cálidos): bosques de coníferas – bosques mixtos – bosques de latifoliadas. En las condiciones de climas del grupo de los áridos, predomina el gradiente pastizal- matorral- bosque de latifoliadas (selva baja). Sin embargo, es justo señalar que en las condiciones actuales de cambios climáticos globales, se pudo observar durante el trabajo de campo, cierta tendencia al aumento de ecotonos, o sea, de franjas de transición donde coexisten distintos tipos de vegetación, aparente incompatibles. Este no es un fenómeno exclusivo de la Sierra Tarahumara y se trata en la práctica, de adaptaciones de los biocomponentes a las condiciones que el hombre ha ido introduciendo debido a las modificaciones ambientales que ha sufrido la geósfera en los últimos 100 años, principalmente.

Ello ha dado como resultado, la existencia de paisajes disímiles en muy poca distancia superficial. Se pueden observar las adaptaciones fisiológicas de los biocomponentes a los rigores de los componentes abióticos del paisaje. La xeromorfía (déficit de humedad) tiene su expresión en la abundancia de hojas pequeñas y duras. Cuando los suelos son delgados y poco desarrollados, la peinormorfía (déficit de nutrientes) tiene su expresión en el reciclaje directo de los mismos, o sea, los bosques se nutren de su propia productividad primaria. Esto es típico de zonas de mucha pendiente y suelos incipientes. En estas condiciones, la fragilidad ecológica aumenta de forma exponencial con la disección vertical, lo cual debe considerarse en la toma de decisiones sobre el manejo de estos recursos, sobre todo con la fauna, que deberá adaptarse a tales modificaciones cada vez más frecuentes.

En resumen, las peculiaridades de los paisajes físico-geográficos de la Sierra Tarahumara se pueden sintetizar en:

La evolución geológica y tectónica condiciona el predominio de rocas volcánicas, mismas que ocupan más de 87 % de los paisajes del área.

Resultado de la evolución tectónica, el relieve del área presenta un amplio dominio de geoformas positivas: a) Montañas 92.71 % y Lomeríos 6.11 %. Del mismo modo, en la amplia variabilidad geomorfológica se pueden encontrar geosistemas tan contrastantes como las lagunas estructurales existentes en el área, las cuales son una peculiaridad geoecológica.

En la Sierra Tarahumara predominan los paisajes volcánicos y estructurales.

La gran amplitud del relieve y la sectorialidad continental, condicionan una amplia variabilidad climática la cual incluye climas semifríos, templados, semicálidos y cálidos. Así mismo, es posible encontrar climas áridos y húmedos.

La morfogénesis del relieve y la variabilidad climática restringen la tipología de suelos que solo alcanza a cinco grandes grupos edáficos: Leptosoles, Regosoles, Phaeozems, Cambisoles y Fluvisoles. La presencia de Fluvisoles revela un pasado mucho más húmedo que los climas contemporáneos, con abundante flujo hídrico capaz de facilitar la génesis este tipo de suelo, a pesar de la altura absoluta y de encontrarse casi todo el territorio en zonas de cabeceras de cuencas hidrográficas.

Los gradientes de distribución de la cobertura vegetal acusan contrastantes ecotonos, en los cuales están bien definidos los correspondientes a los climas áridos y a los húmedos.

10.5 Evaluación de la Heterogeneidad Geoecológica

La evaluación de la heterogeneidad geoecológica se basó en indicadores de riqueza, diversidad, complejidad, fraccionamiento y unicidad de los paisajes. A continuación, se realiza el análisis de cada indicador.

10.5.1 Riqueza de Paisajes

Las Figuras 22 y 23 ofrecen la cartografía y frecuencias de la Riqueza de Paisajes en el territorio.

Como se puede apreciar, más de 86 % de las unidades del territorio presentan alta o muy alta riqueza de paisajes. Esta elevada riqueza se acumula en 22 comarcas complejas del territorio, incluyendo unidades de todos los tipos climáticos presentes en el área, pero con la peculiaridad de que en todos los casos se trata de sistemas montañosos. En contraste, la baja y muy baja riqueza está presente en más de 45 geocomplejos, pero no compromete más que 2.34 % del territorio. La riqueza media se presenta en 29 comarcas complejas y apenas se extiende en algo más del 11 % de la superficie de estudio.

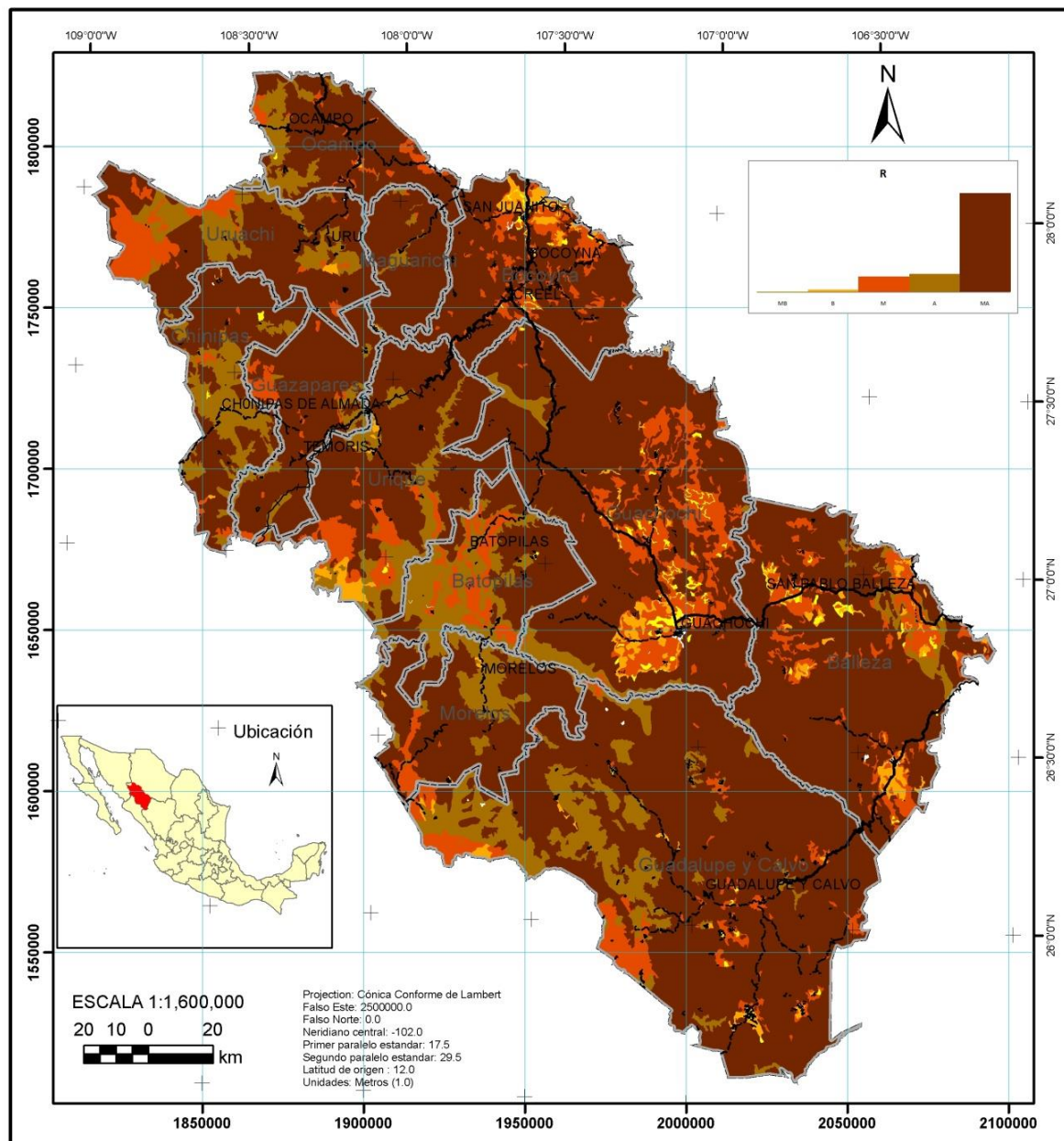
La riqueza de paisajes computa el número máximo de comarcas simples que pudieran contener las comarcas complejas, o sea, calcula el número de clases de paisajes que existen en una unidad dada en relación al número máximo posible de existir. Entonces, eso significa que en más de 86 % del territorio de la Sierra Tarahumara, los paisajes poseen entre 81-100 % de unidades inferiores posibles de ocurrir. Este hecho implica una connotación ecológica indiscutible para la biodiversidad, puesto que la elevada heterogeneidad geoecológica supone un comportamiento similar en la diversidad biológica, como se ha demostrado en los últimos 15 años (Priego-Santander *et al.* 2003, 2004 y 2013).

10.5.2 Complejidad Tipológica de los Paisajes

La complejidad tipológica (CT) calcula la relación entre el número de polígonos y el número de clases al interior de una unidad dada. En el área de estudio predominan los paisajes de complejidad tipológica media en más de 63 % del territorio (Figuras 24 y 25) y

a continuación los de complejidad alta (16.32 %), el resto de las clases no alcanza individualmente 9% en ningún caso.

Riqueza de Paisajes (R)



SIMBOLOGÍA

- | | | | | |
|------------|---------------|--------------|--------------------------------|---------------------|
| • Caseríos | Carreteras | ▣ Municipios | Riqueza de Paisajes (R) | ■ Media 0.41 - 0.60 |
| ~ Calles | ~ Pavimentada | | ■ Muy Baja ≤ 0.20 | ■ Alta 0.61 - 0.80 |
| | ~ Terracería | | ■ Baja 0.21 - 0.40 | ■ Muy Alta ≥ 0.81 |
| | ~ Vía férrea | | | |



Conectar para conservar

Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 22. Riqueza de paisajes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

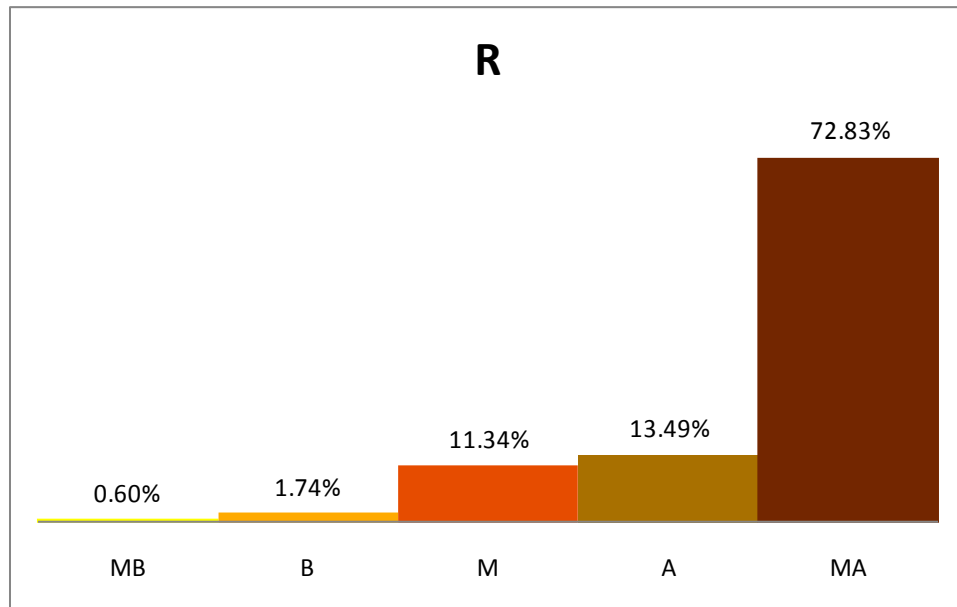


Figura 23. Distribución de la riqueza de paisajes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

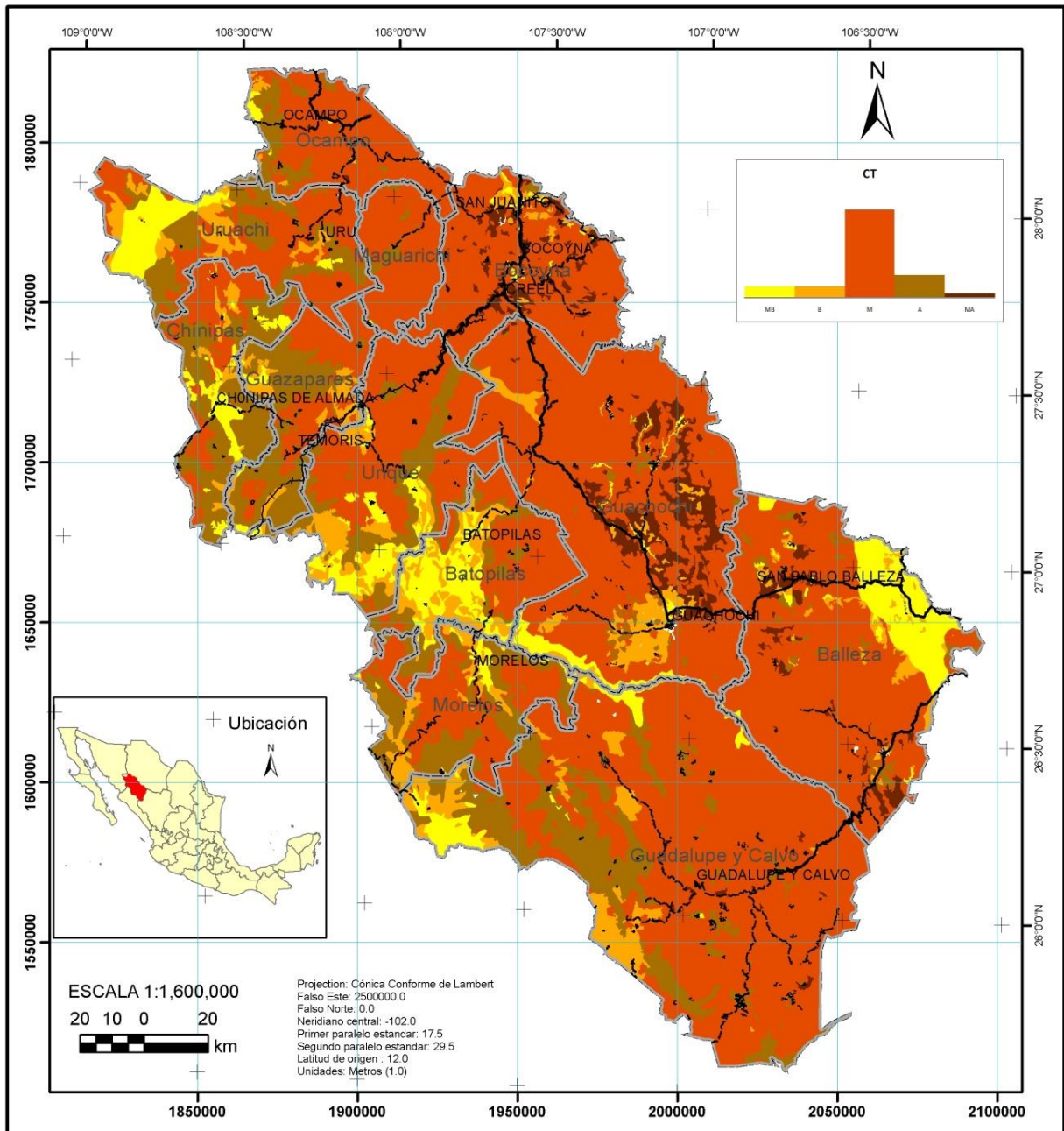
Esto significa que en la Sierra Tarahumara dominan los paisajes con relativo equilibrio entre el número de clases y el número de polígonos y son menos frecuentes, aquellas unidades donde el número de clases se aproxima al número de polígonos o por el contrario, cuando el número de polígonos supera muchas veces al número de clases.

Lo anterior tiene un importante significado práctico. Por ejemplo, existen 16 unidades que tienen una sola clase inferior y están representadas en un solo polígono ($CT=1$) y ninguna supera los 10 km² de área total. Su complejidad es mínima, pero el solo hecho de que existan en un solo ejemplar (un único polígono), indica claramente la necesidad de un extremo cuidado en su asimilación socioeconómica, porque una modificación elevada de sus propiedades naturales puede conducir a la pérdida de dichas unidades, sin posibilidad de reemplazo, al menos en el corto plazo.

En contraste, existen 4 unidades constituidas por entre 3 y 5 clases representadas en centenares de polígonos (pueden tener más de 1400) y cuya área se extiende siempre en miles de km² (pueden alcanzar más de 16700 km²). Estos son los casos de mayor complejidad, pero al unísono, resulta evidente que las posibilidades de utilización no encierra los riesgos del caso anterior.

Afortunadamente, más de 60 % del área de estudio presenta complejidad tipológica media, como ya se señaló anteriormente, donde existe cierto equilibrio entre número de polígonos y número de clases, lo cual ofrece mayores posibilidades en la toma de decisiones sobre el manejo de recursos (y menos presión), pues se trata de miles de km².

Complejidad Tipológica (CT)



SIMBOLOGÍA

<ul style="list-style-type: none"> • Caserios — Carreteras — Calles — Pavimentada — Terracería — Vía férrea 	<ul style="list-style-type: none"> □ Municipios 	<p>Complejidad Tipológica (CT)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Muy Baja ≤ 3.500 ■ Baja 3.501 - 7.000 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Media 7.001 - 13.50 ■ Alta 13.51 - 23.33 ■ Muy Alta ≥ 23.34
---	--	--	---



Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 24. Mapa de complejidad tipológica de los paisajes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

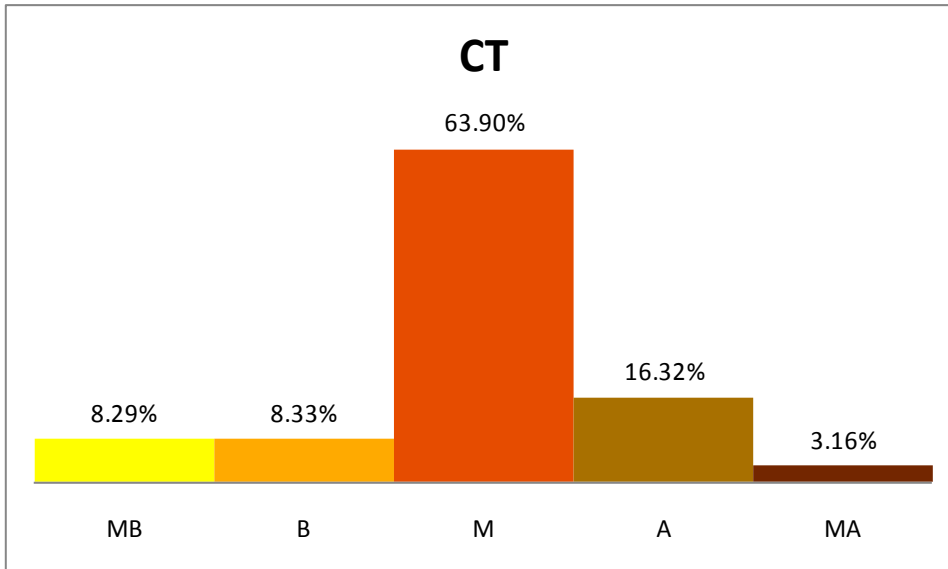


Figura 25. Distribución de la complejidad tipológica de los paisajes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

10.5.3 Complejidad Corológica de los Paisajes.

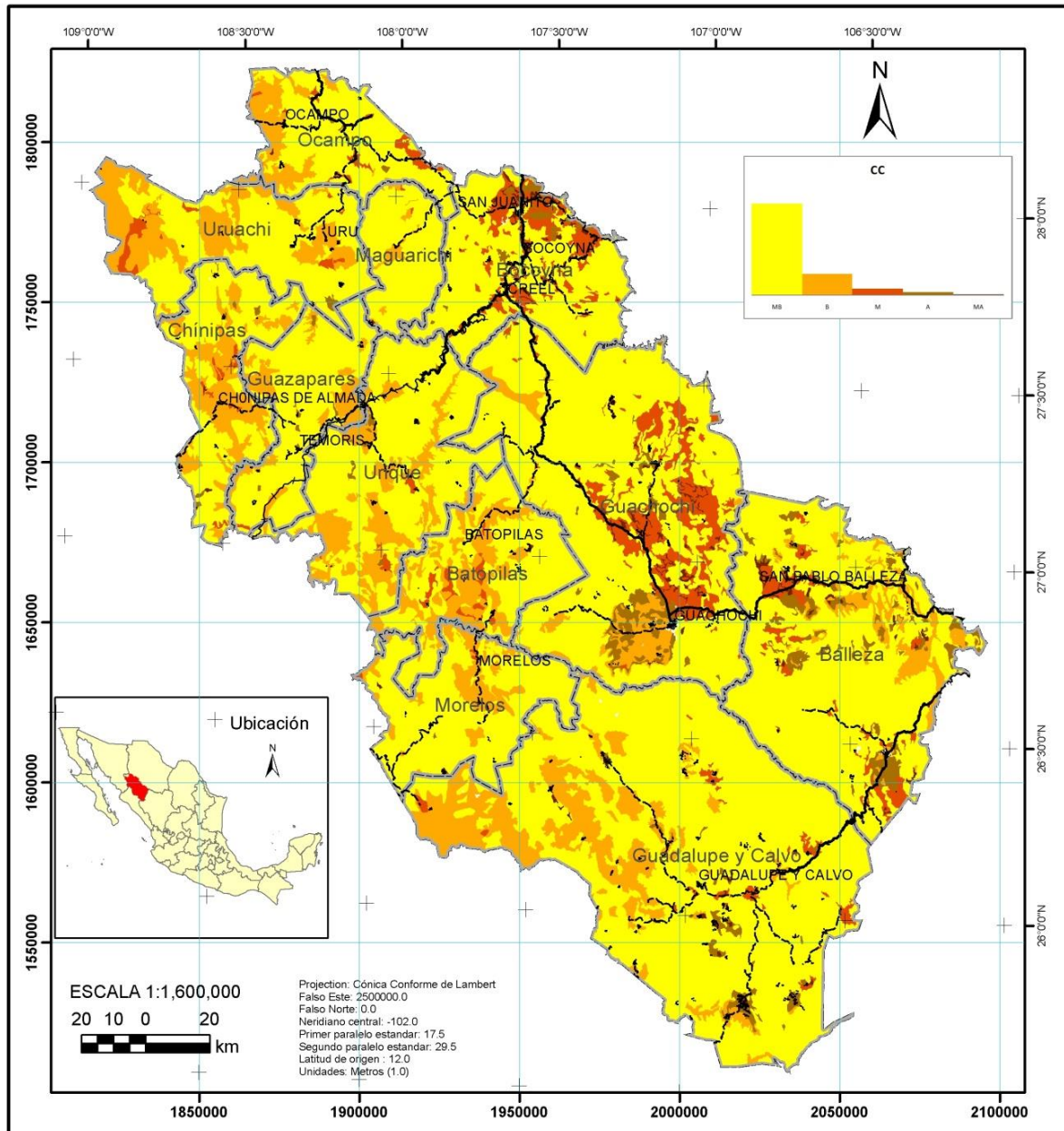
Este indicador mide la relación entre el número de polígonos y el área de las unidades. Las Figuras 26 y 27 ofrecen la cartografía y el histograma de frecuencia para el territorio.

En la Sierra Tarahumara predominan de manera clara los paisajes con complejidad corológica baja y muy baja, pues entre ambos cubren más de 91 % de la superficie total del territorio. Ello significa que en más de 40 800 km² del área de estudio, están presentes unidades con fuerte desproporción entre los polígonos y el área, donde existen relativamente pocos polígonos en relación al área total de los geocomplejos, que es muchas veces mayor.

En contraste, existen solamente algo más de 1400 km² donde ocurre exactamente lo contrario, o sea, son unidades donde el número de polígonos es aproximadamente la mitad del total del área en km² (muy alta complejidad).

Al igual que en el caso anterior, este hecho posee implicaciones prácticas importantes. Mientras en el primer caso se trata de pocos polígonos en gran extensión superficial, en el segundo encontramos que el área de los geosistemas es mucho más pequeña comparada con el número de polígonos que la conforman. Este hecho sugiere mayores facilidades para la asimilación socioeconómica en el primer caso y mayor cuidado en las políticas de aprovechamiento en el segundo.

Complejidad Corológica (CC)



SIMBOLOGÍA

<ul style="list-style-type: none"> • Caseríos — Carreteras — Calles — Pavimentada — Terracería — Vía férrea 	<ul style="list-style-type: none"> ▭ Municipios 	<p>Complejidad Corológica (CC)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Muy Baja ≤ 0.03114 ■ Baja $0.03115 - 0.08400$ ■ Media $0.08401 - 0.1694$ ■ Alta $0.1695 - 0.3610$ ■ Muy Alta ≥ 0.3611
---	--	--



TARAHUMARA
SUSTENTABLE

Conectar para conservar

Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geostatístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 26. Mapa de complejidad corológica de los paisajes de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

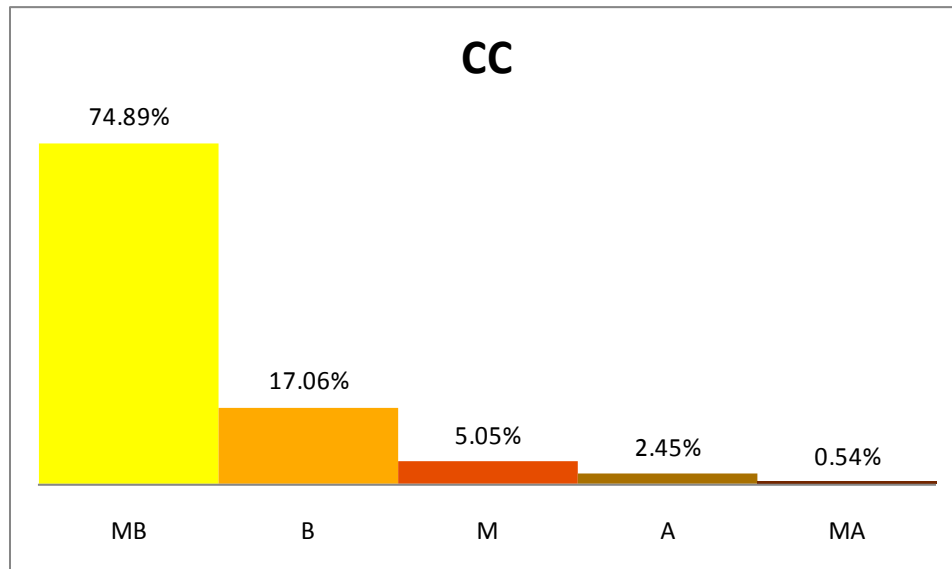


Figura 27. Distribución de la complejidad corológica de los paisajes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

10.5.4 Diversidad Paisajística

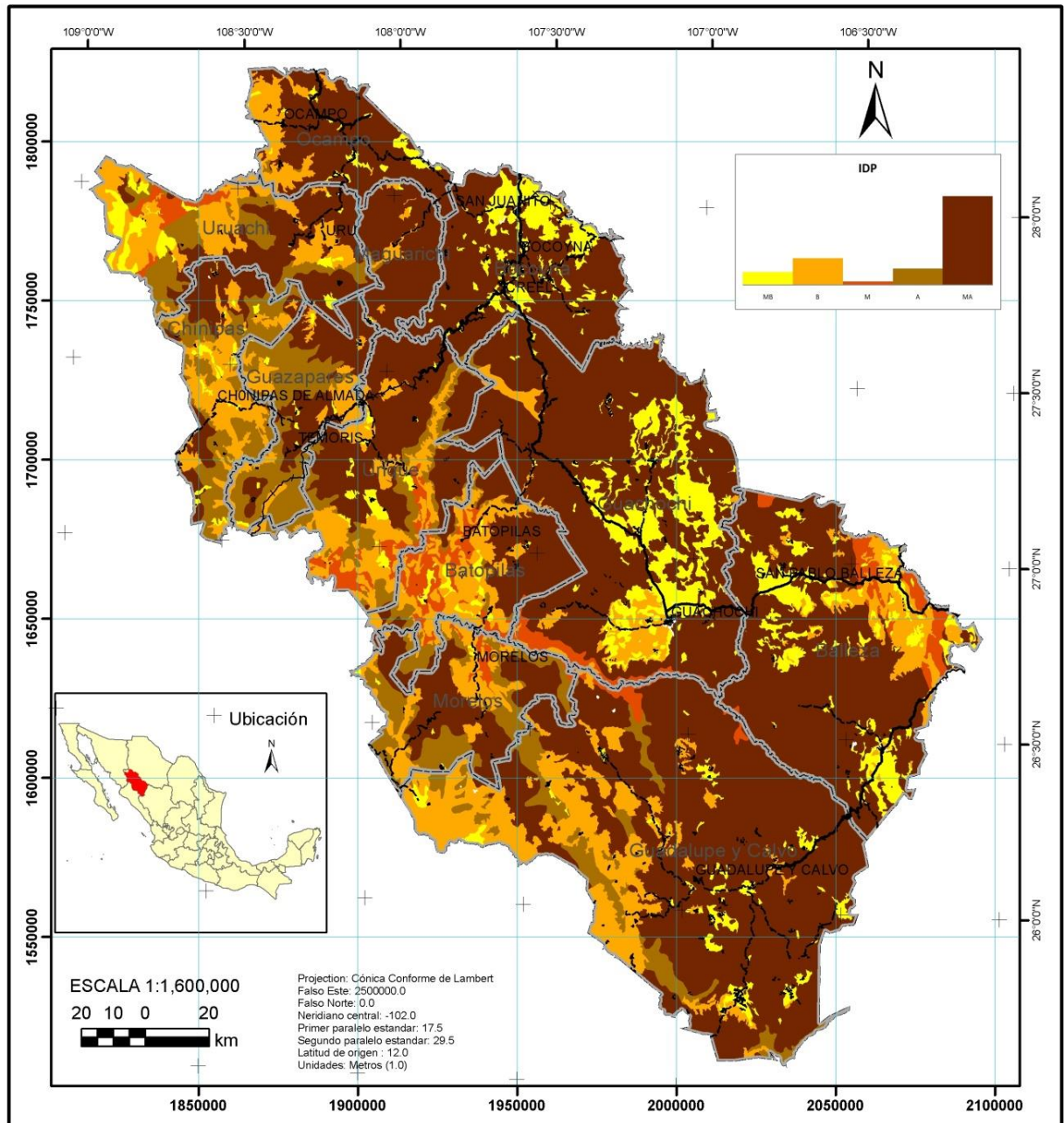
El Índice de Diversidad Paisajística, depende directamente del número de clases de paisajes y de la relación entre el área y el número de polígonos. Es máxima la diversidad cuando aumentan el área y el número de clases y disminuyen los polígonos. Por el contrario, es mínima en condiciones de pocas clases y áreas pequeñas.

La diversidad paisajística es un indicador directo de geodiversidad. De acuerdo a las Figuras 28 y 29, en la Sierra Tarahumara predominan los geosistemas de elevada diversidad, pues las clases alta y muy alta totalizan algo más de 70 % del territorio. Ello implica que se trata de un área de importante connotación ecológica y de una biodiversidad significativa.

Es interesante destacar que las clases de alta y muy alta diversidad abarcan geocomplejos de montañas tanto de climas húmedos como de climas áridos, o sea, la geodiversidad máxima ocurre en todas las condiciones climáticas del área de estudio.

La implicación práctica de este indicador es notable; como se trata de un indicador directo de diversidad geocológica no son necesarias interpretaciones adicionales. Es decir, las zonas calientes de biodiversidad se deben buscar en los geosistemas con alta y muy alta diversidad paisajística. Además, estas son áreas significativas para la protección y/o conservación de ecosistemas, pues incluyen la mayor variabilidad abiótica, lo cual también posee importancia para la prestación de servicios ambientales.

Índice de Diversidad Paisajística (IDP)



SIMBOLOGÍA

- | | | | | |
|------------|---------------|--------------|--------------------------------------|------------------------|
| • Caserios | Carreteras | ▭ Municipios | Diversidad Paisajística (IDP) | Media 115.38 - 208.86 |
| ~ Calles | ~ Pavimentada | | ■ Muy Baja ≤ 42.82 | ■ Alta 208.87 - 265.13 |
| | ~ Terracería | | ■ Baja 42.83 - 115.37 | ■ Muy Alta ≥ 265.14 |
| | ~ Vía férrea | | | |



Conectar para conservar

Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 28. Mapa de diversidad paisajística en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

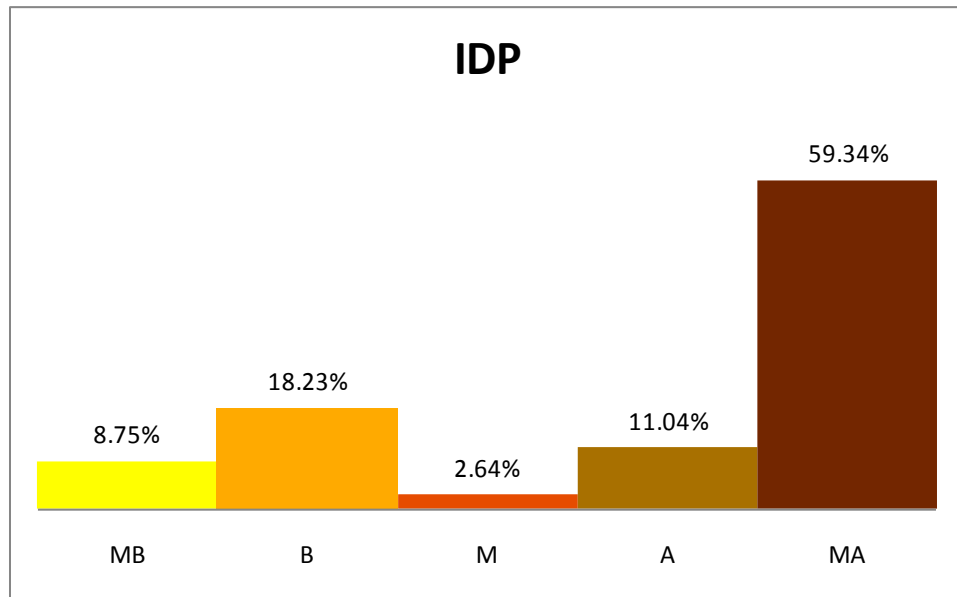


Figura 29. Distribución de la diversidad paisajística en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

10.5.5 Diversidad Máxima de Paisajes

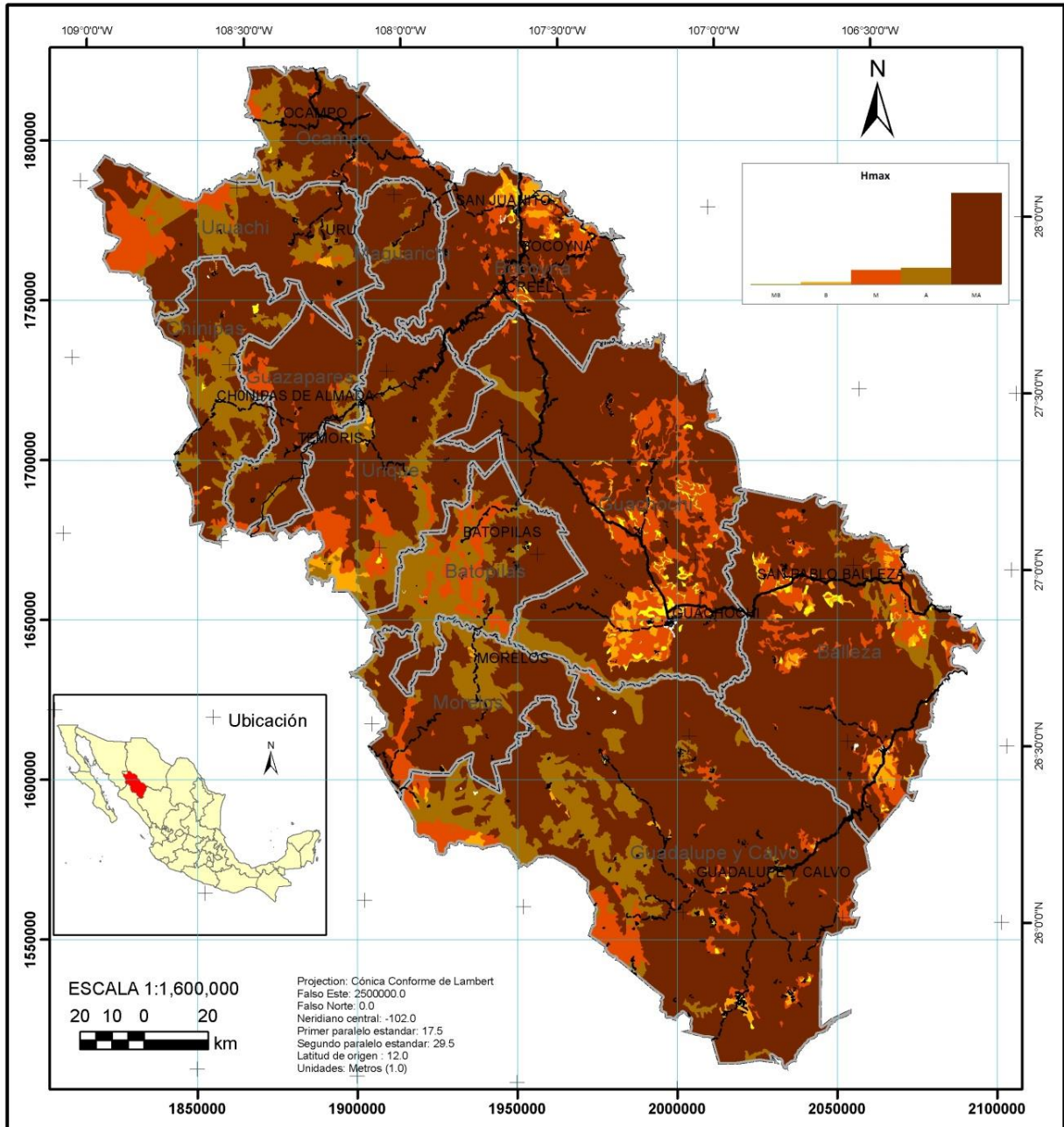
Como en el caso anterior se trata de un indicador directo de diversidad geocológica. En este caso solo se considera el número de clases de paisajes, lo cual lo asemeja mucho al indicador de riqueza de paisajes, pues no considera ni el área ni el número de polígonos (solo el logaritmo natural del número de clases).

De acuerdo a las Figuras 30 y 31, en el área predominan claramente los paisajes con máxima diversidad con más de 86 % del territorio (alta y muy alta diversidad máxima). De igual modo, abarcando geocomplejos de todos los grupos climáticos.

De acuerdo con estos resultados, más de 38 000 km² de la Sierra Tarahumara poseen alta o muy alta diversidad máxima de geosistemas. Ello supone que las áreas naturales protegidas (ANPs) del territorio deben abarcar parte importante de estos geocomplejos. De no ser así, debería replantearse la delimitación y zonificación funcional de las ANPs existentes, pues estas son zonas calientes de eco y biodiversidad.

Es importante señalar que la conservación de estos territorios no necesita la protección estricta de todos estos geosistemas, si no, de partes significativas de los mismos, lo cual depende básicamente de las características de los biocomponentes, por ejemplo de la fauna que atesoren y sus necesidades vitales.

Diversidad Máxima (Hmax)



SIMBOLOGÍA

<ul style="list-style-type: none"> Caserios Calles Carreteras Pavimentada Terracería Vía férrea 	<ul style="list-style-type: none"> Municipios 	<p>Diversidad Máxima (Hmax)</p> <ul style="list-style-type: none"> Muy Bajas ≤ 0.4467 Baja 0.4468 - 0.8198 Media 0.8199 - 1.1315 Alta 1.1316 - 1.3919 Muy Alta ≥ 1.3920
---	---	--



Conectar para conservar

Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 30. Mapa de diversidad máxima de paisajes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

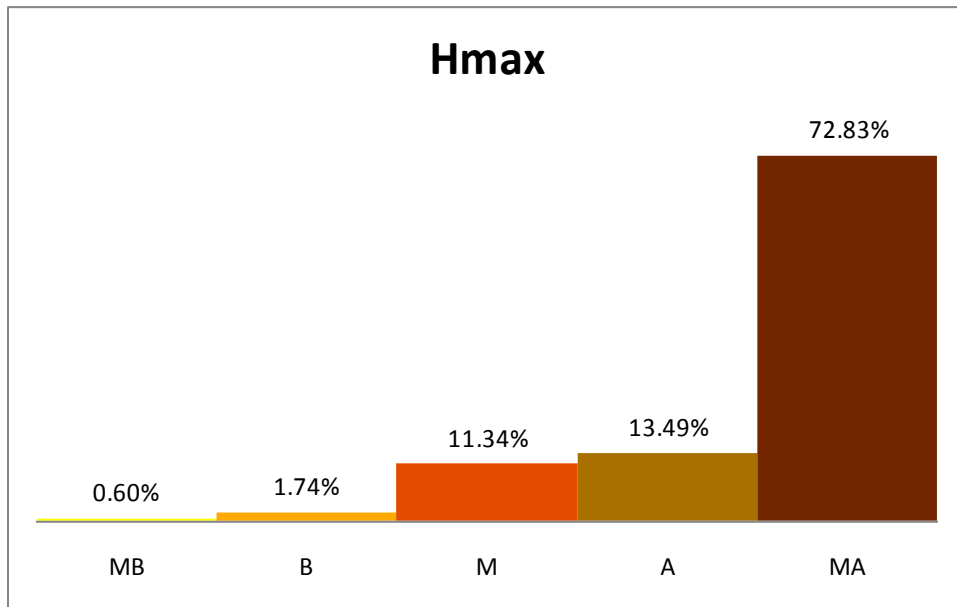


Figura 31. Distribución de la diversidad máxima de paisajes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

10.5.6 Fraccionamiento Paisajístico

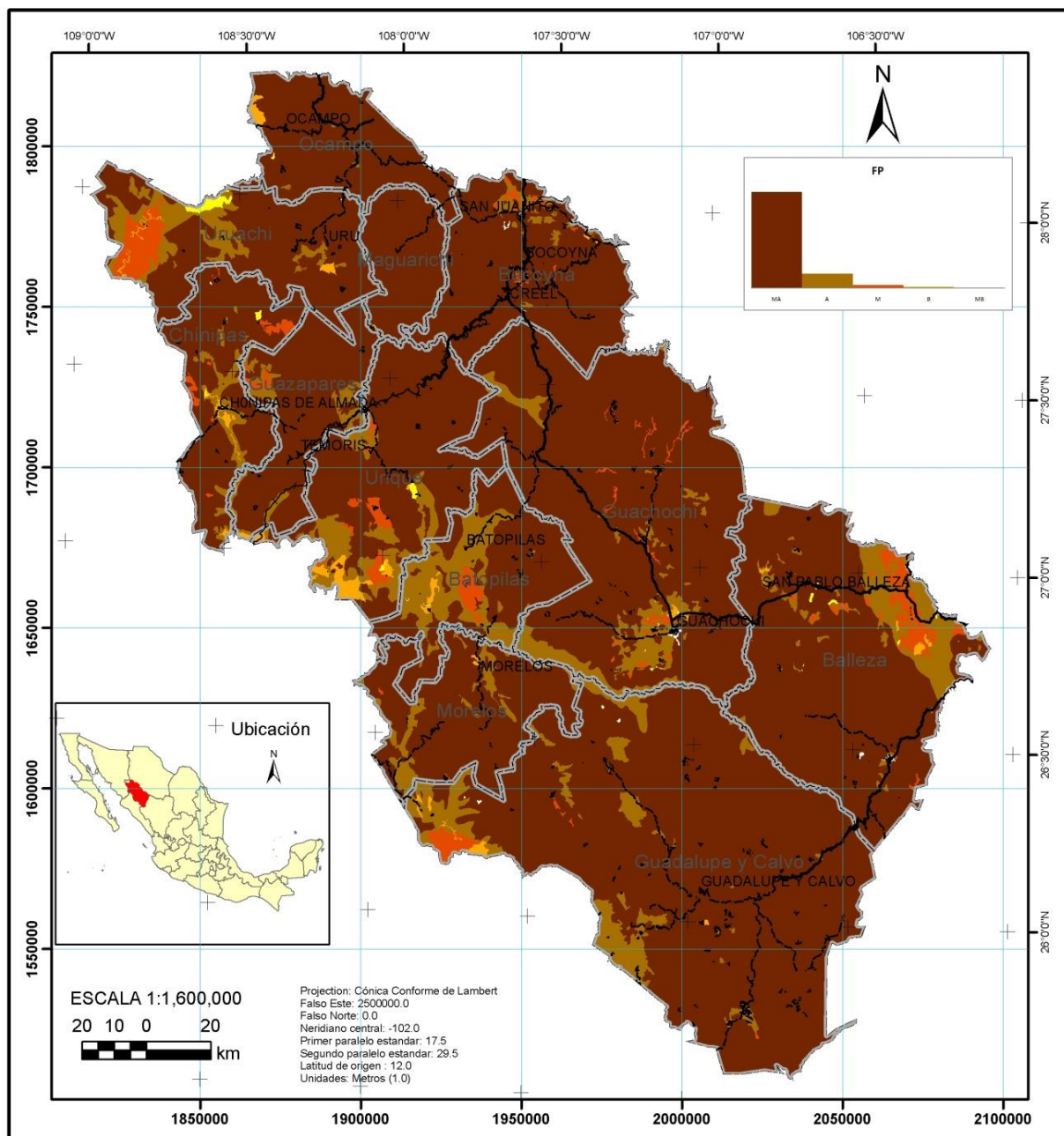
El índice de fraccionamiento paisajístico es una elaboración matemática sobre la división corológica de las unidades. A medida que se aproxima a cero es mayor y vs. Este indicador nos permite conocer cuales unidades están más fragmentadas y cuales están más cohesionadas.

De acuerdo a las Figuras 32 y 33, en la Sierra Tarahumara predominan los paisajes con alto y muy alto fraccionamiento espacial (más de 96 % del área), o sea, que se destacan por el gran número de polígonos que los componen en sus unidades inferiores. Ello es típico de áreas de gran diversidad geoecológica, como ha quedado en evidencia según los dos índices anteriores.

Esta máxima fragmentación ocurre sin hacer distinción entre tipos climáticos y de igual modo abarca casi todos los tipos de relieve. Este hecho reafirma la gran importancia ecológica del territorio y da sustento a las inferencias obtenidas por los indicadores anteriores, o sea, se trata de un territorio de muy elevado fraccionamiento geográfico, el cual se relaciona con una elevada diversidad geoecológica.

No obstante, en este caso llama la atención la muy escasa distribución de las clases de baja y muy baja fragmentación, las cuales por su limitada distribución, pudieran contener ejemplares de geosistemas únicos. Ello debe ser considerado también en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos del territorio.

Fraccionamiento Paisajístico (FP)



SIMBOLOGÍA

• Caserios	Carreteras	▭ Municipios	Fracc. Paisajístico (FP)	■ Medio 0.1251 - 0.2500
~ Calles	▬ Pavimentada		■ Muy Alto ≤ 0.0455	■ Bajo 0.2501 - 0.5000
	▬ Terracería		■ Alto 0.0456 - 0.1250	■ Muy Bajo ≥ 0.5001
	▬ Vía férrea			



Conectar para conservar

Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 32. Mapa de fraccionamiento paisajístico en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

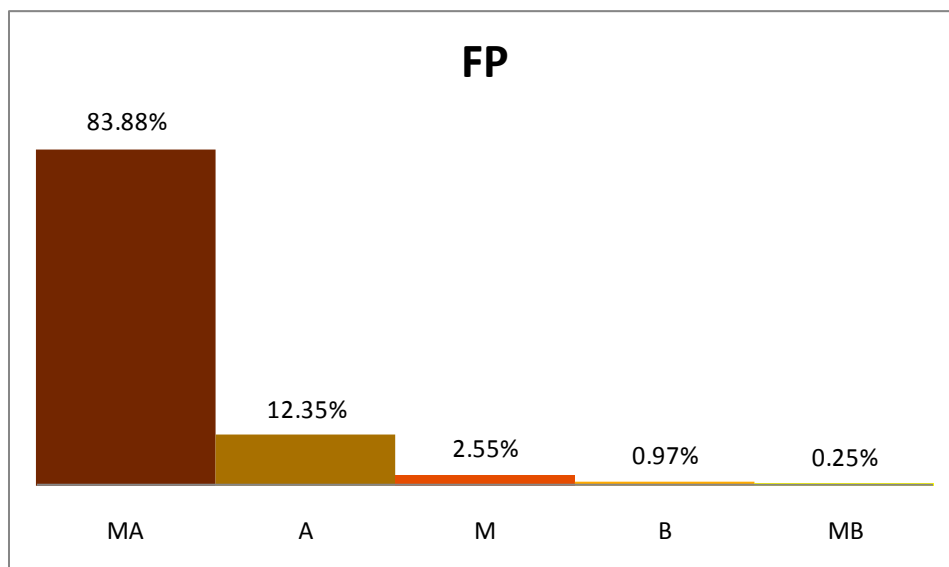


Figura 33. **Distribución** del fraccionamiento paisajístico en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

10.5.7 Singularidad de los Paisajes

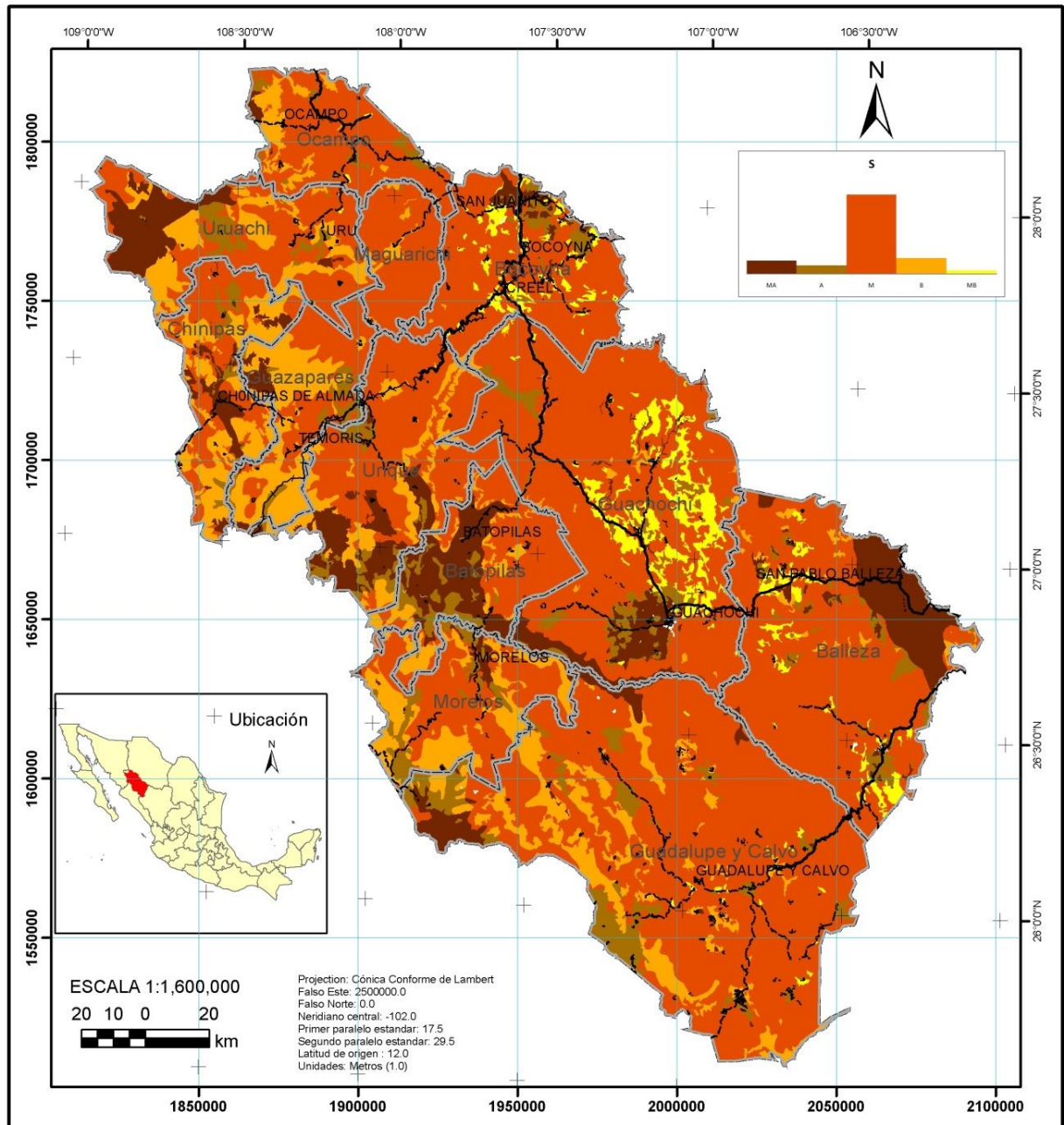
El índice de singularidad de los paisajes permite conocer cuán únicas, singulares o raras son las unidades de un territorio. Se trata de un indicador que puede ser interpretado como el inverso del índice de riqueza de paisajes, pero considerando únicamente el número de polígonos.

De acuerdo a las Figuras 34 y 35, en el territorio son más frecuentes los geocomplejos de singularidad media, los cuales abarcan más de 65 % del área de estudio. Sin embargo, en este caso la mayor importancia está en los valores altos y muy altos, pues son indicadores directos de posibles zonas de endemismo biológico. Estos geocomplejos solo contienen algo más de 18 % del territorio, pero se trata de una extensión superior a los 8000 km².

Lo anterior implica que en estos geosistemas se puede explorar la existencia de especies endémicas, pues se trata de las condiciones geográficas más raras de la Sierra Tarahumara. Ello tiene particular importancia para la planificación territorial y el manejo de áreas protegidas, pues si algunos de estos geosistemas son de difícil acceso y no se poseen registros biológicos de los mismos, sería importante priorizar los inventarios en estas zonas.

En contraste, los complejos naturales con categoría de muy baja singularidad, generalmente son ejemplos de las áreas de mayor diversidad geológica, lo cual también debe ser considerado en la toma de decisiones.

Singularidad de los Paisajes (S)



SIMBOLOGÍA

	Caserios		Carreteras		Municipios		Singularidad (S)		Media 0.0231 - 0.0461
	Calles		Pavimentada				Muy Alta ≤ 0.0112		Baja 0.0462 - 0.0632
			Terracería				Alta 0.0113 - 0.0230		Muy Baja ≥ 0.0633
			Vía férrea						



Conectar para conservar

Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0, resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 34. Mapa de singularidad de los paisajes de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

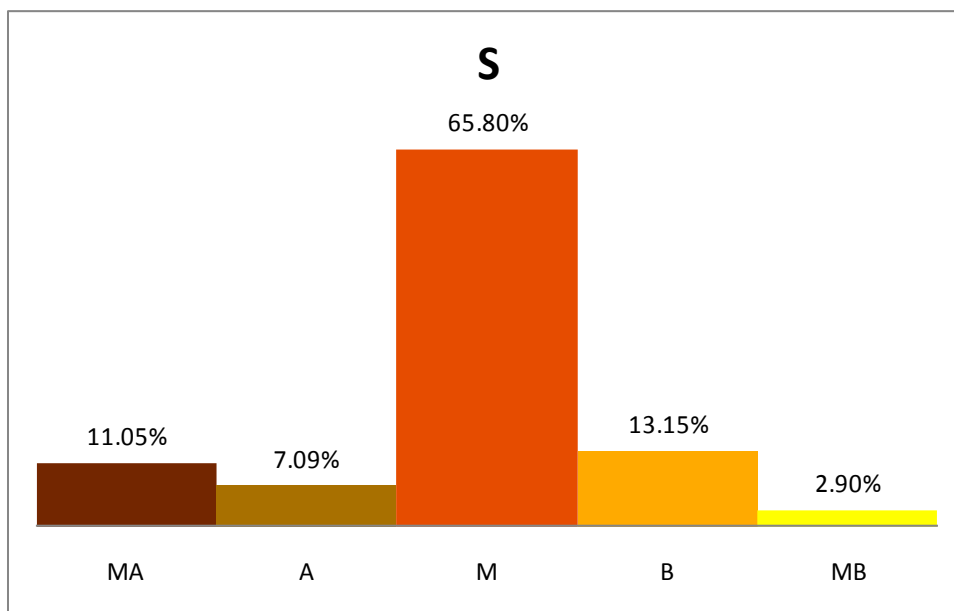


Figura 35. Distribución de la singularidad de los paisajes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

10.6 Antropización de la Cobertura Vegetal de los Paisajes.

Las figuras 36 y 37 muestran la cartografía y las frecuencias del grado de antropización de la cobertura vegetal de los paisajes de la Sierra Tarahumara. Las definiciones de los grados de antropización de la cobertura vegetal de los paisajes encontrados en el territorio son las siguientes:

Muy Bajo ($IACV \leq 0.20$): Unidades de paisajes que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y seminatural en más de 90% del polígono. Menos de 10 % de la superficie corresponde a actividades agropecuarias y no se encuentran elementos urbanos y/o industriales.

Bajo ($0.21 < IACV < 0.40$): Unidades de paisajes que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y seminatural en 55-60 % del polígono. Las actividades agrícolas se desarrollan en menos de 10 % del área total. Se presenta pastizal y/o herbazal hasta en 25 % del territorio y no se encuentran elementos urbanos y/o industriales.

Medio ($0.41 < IACV < 0.60$): Unidades de paisajes que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y seminatural en 15-20 % del polígono. Las actividades agropecuarias abarcan hasta 80 % de la superficie y no se presentan elementos urbanos y/o industriales.

Alto ($0.61 < IACV < 0.80$): Unidades de paisajes que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y seminatural en 2-3 % del polígono. Más de 87 % de la superficie se emplea para actividades agropecuarias y se encuentran elementos urbanos y/o industriales hasta en 7 % del territorio.

Muy Alto (IACV>0.81): Unidades de paisajes que mantienen su cobertura vegetal en estado natural y seminatural en menos de 0.5 % del polígono. Más de 60 % del territorio se utiliza para actividades agropecuarias y se encuentran elementos urbanos y/o industriales en 38-40 % de la superficie.

Como se puede observar, más de 84% del territorio (37,989 km²) son paisajes con muy baja antropización de la cobertura. Si a este porcentaje se suma el 14% de territorio que posee bajo grado de antropización, entonces más de 98% del territorio se encuentra en un buen estado de conservación de sus coberturas naturales.

Se aprecia que los paisajes con alto y muy alto grado de antropización (aprox. 2%) se encuentran principalmente en las regiones donde existe algún asentamiento humano importante como Creel, Guachochi, Balleza o San Juanito. Algunos polígonos donde existe la actividad minera se encuentran dentro de la categoría de alto grado de antropización.

Al interior de cada clase del grado de antropización (muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto) se realizó un análisis de los tipos de cobertura vegetal dominante – uso de suelo. En este análisis se agruparon los bosques, selvas y pastizal natural en estado primario y los arbóreos en estado sucesional secundario (ver Figura 38) en el grupo denominado “Vegetación conservada”. En otro grupo, llamado “Vegetación degradada” se incluyeron las coberturas arbustivas y herbáceas secundarias, así como los bosques cultivados y el pastizal inducido. Un tercer grupo, denominado “Agricultura o vegetación muy degradada” se incluyeron las coberturas de agricultura de temporal, temporal anual, de riego permanente, riego anual y pastizal cultivado. Finalmente, la categoría de “Sin vegetación o uso urbano” estuvo integrada por aquellos polígonos de áreas desprovistas de vegetación (generalmente minería a cielo abierto) y zonas urbanas.

En la Figura 38 se muestra la distribución acumulada de cada grupo de vegetación por categoría de antropización. Se observa claramente que la vegetación conservada se encuentra mayoritariamente en las categorías de baja y muy baja antropización, aunque aún se aprecia un poco de vegetación conservada en la categoría de alta antropización.

La vegetación degradada se aprecia en poca proporción (10% aprox.) en las categorías de baja y media antropización. Se podría decir que este tipo de vegetación se encuentra en el parteaguas de una cobertura natural bien conservada o degradada, por lo tanto, una atención especial a este tipo de coberturas para programas de restauración o protección es relevante.

La categoría de muy alta antropización está dominada exclusivamente por la cobertura de “sin vegetación o uso urbano”. Finalmente, en la categoría de alta antropización la “agricultura o vegetación muy degradada” es la que predomina y es interesante observar que un porcentaje, aunque sea muy pequeño, corresponde a “vegetación bien conservada”. Es importante recordar que el porcentaje de superficie que estas categorías representan en el territorio de la Sierra Tarahumara es menor a 2%.

Grado de Antropización de la cobertura vegetal de los Paisajes de la Sierra Tarahumara

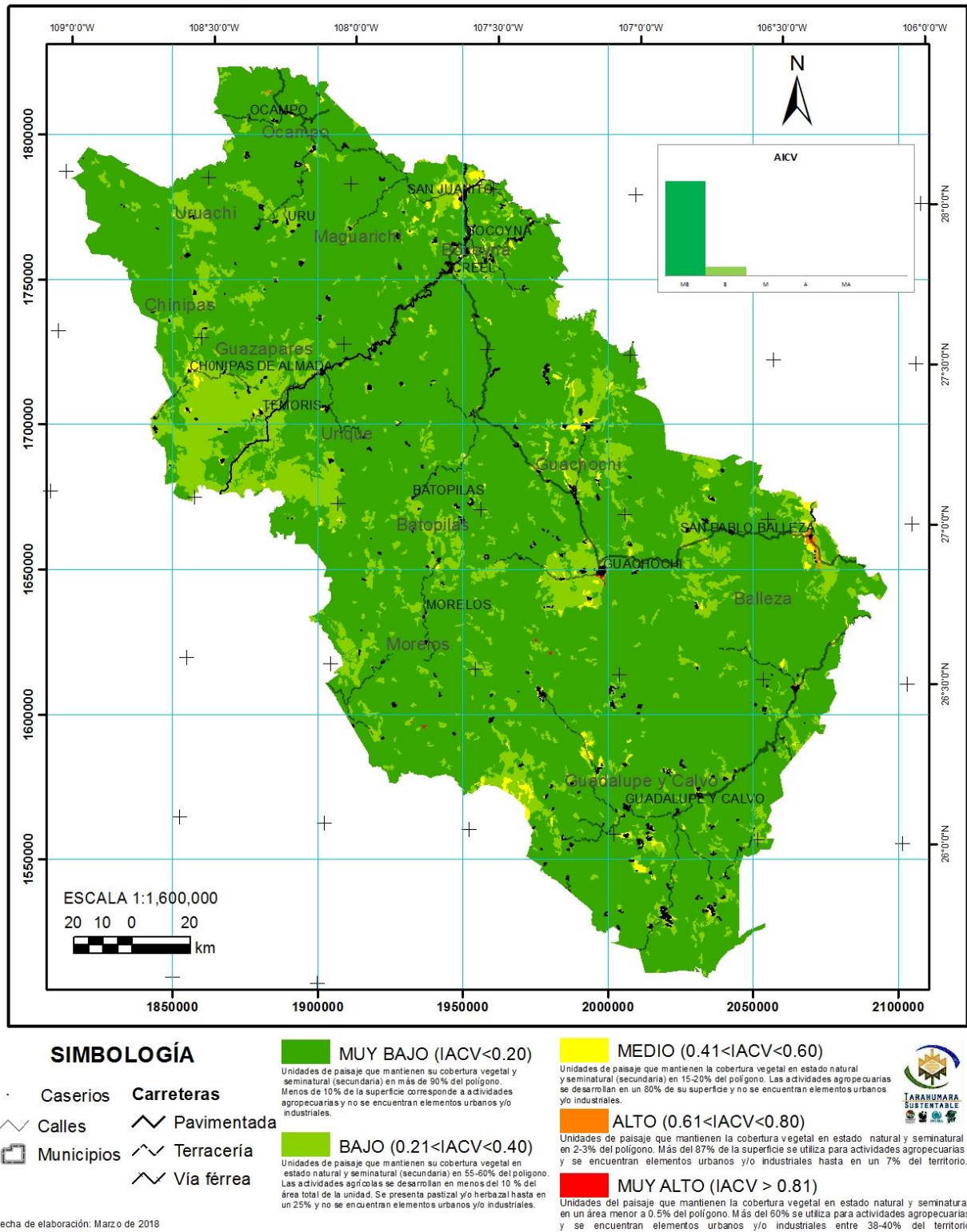


Figura 36. Antropización de la cobertura vegetal de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

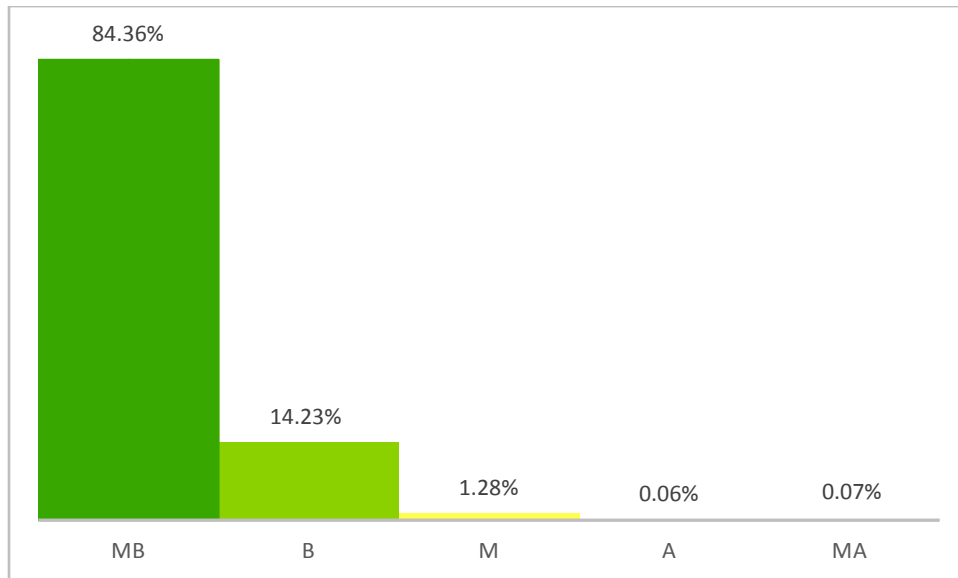


Figura 37. Distribución del grado de antropización de la cobertura vegetal en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

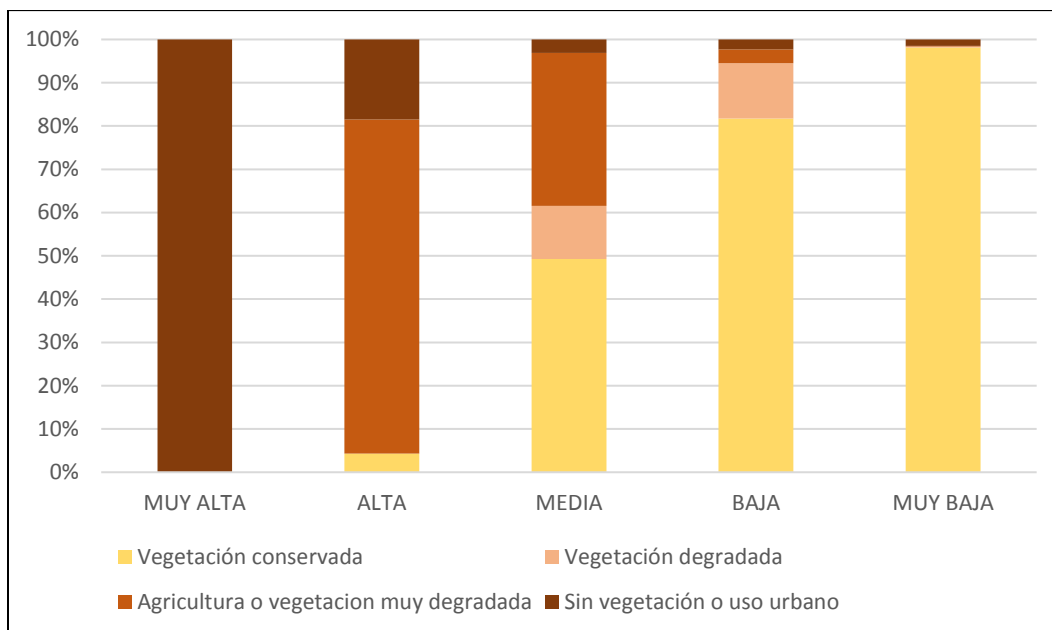


Figura 38. Distribución acumulada de cada tipo de vegetación en las categorías de antropización de la cobertura vegetal.

10.7 Conectividad del Paisaje entre Áreas Naturales Protegidas de la Sierra Tarahumara.

Usando la superficie de resistencia generado a partir de las variables descritas anteriormente en la metodología e incluyendo su respectivo peso ponderado, podemos

apreciar en la Figura 39 la distribución espacial de las rutas de menor costo para unir las diferentes áreas del Territorio de la Sierra Tarahumara. En este caso se puede observar que hay diferentes opciones de conectividad (color verde oscuro) y que cruzan por diferentes partes del territorio.

La capa continúa de probabilidad de conectividad, representada en colores que van desde rojo, pasando por amarillo y finalizando en verde, muestra por cuales superficies es más fácil realizar la conectividad entre las áreas núcleo.

Al final, quedaron un total de ocho conexiones o rutas de menor costo. Sin embargo, en las rutas de menor costo mostradas en el Cuadro 3, se eliminó la ruta que el software establece entre Papigochic y Tutuaca ya que, debido a los límites utilizados en el análisis, Linkage mapper consideró, a estas dos ANP's como áreas separadas, cuando en la realidad comparten límites fuera del territorio de la Sierra Tarahumara. Por otro lado, en esta misma tabla se agregó un segundo corredor entre Cerro Mohinora y Papigochic (ID 8) debido a que en la capa de probabilidad de conectividad presentaba otra opción de corredor que incluía áreas de la parte oriente de la región.

Cuadro 3. Posibles corredores entre ANP's según los criterios y pesos asignados para el modelo 2.

ID Corredor	ANPS que se conectan	Distancia directa entre ANPS (m)	Distancia de la Ruta de menor costo (km)	% de distancia incrementada en ruta de menos costo
1	Cascada de Bassaseachic - Papigochic	16.65	18.94	13.7
2	Cascada de Bassaseachic - Tutuaca	5.60	6.62	18.2
3	Cascada de Bassaseachic – Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	105.94	124.60	17.61
4	Papigochic – Cerro Mohinora	200.60	222.13	10.70
5	Papigochic – Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	120.05	136.94	14.07
6	Tutuaca – Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui	109.09	139.40	27.78
7	Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui – Cerro Mohinora	171.45	206.44	20.41
8	Cerro Mohinora - Papigochic	200.60	292.77	45.95

Los criterios utilizados para este modelo de conectividad priorizan las distancias a vías de comunicación existentes en la Sierra Tarahumara. Se considera que los corredores óptimos para la conectividad entre ANPs tienen que pasar lo más lejos posible de los caminos y carreteras, debido a que son fuente importante de muerte de fauna por atropellamiento. El segundo criterio priorizado se trata de la vegetación presente ya que existe mayor facilidad de movimiento de biodiversidad en coberturas primarias y secundarias naturales. Aun así, podemos apreciar visualmente que, las rutas de menor costo atraviesan caminos o carreteras

principales. Al momento de implementación de los corredores, se puede considerar la factibilidad de construir cruces de fauna en estos sectores.

Conectividad del paisaje entre Áreas Naturales Protegidas de la Sierra Tarahumara

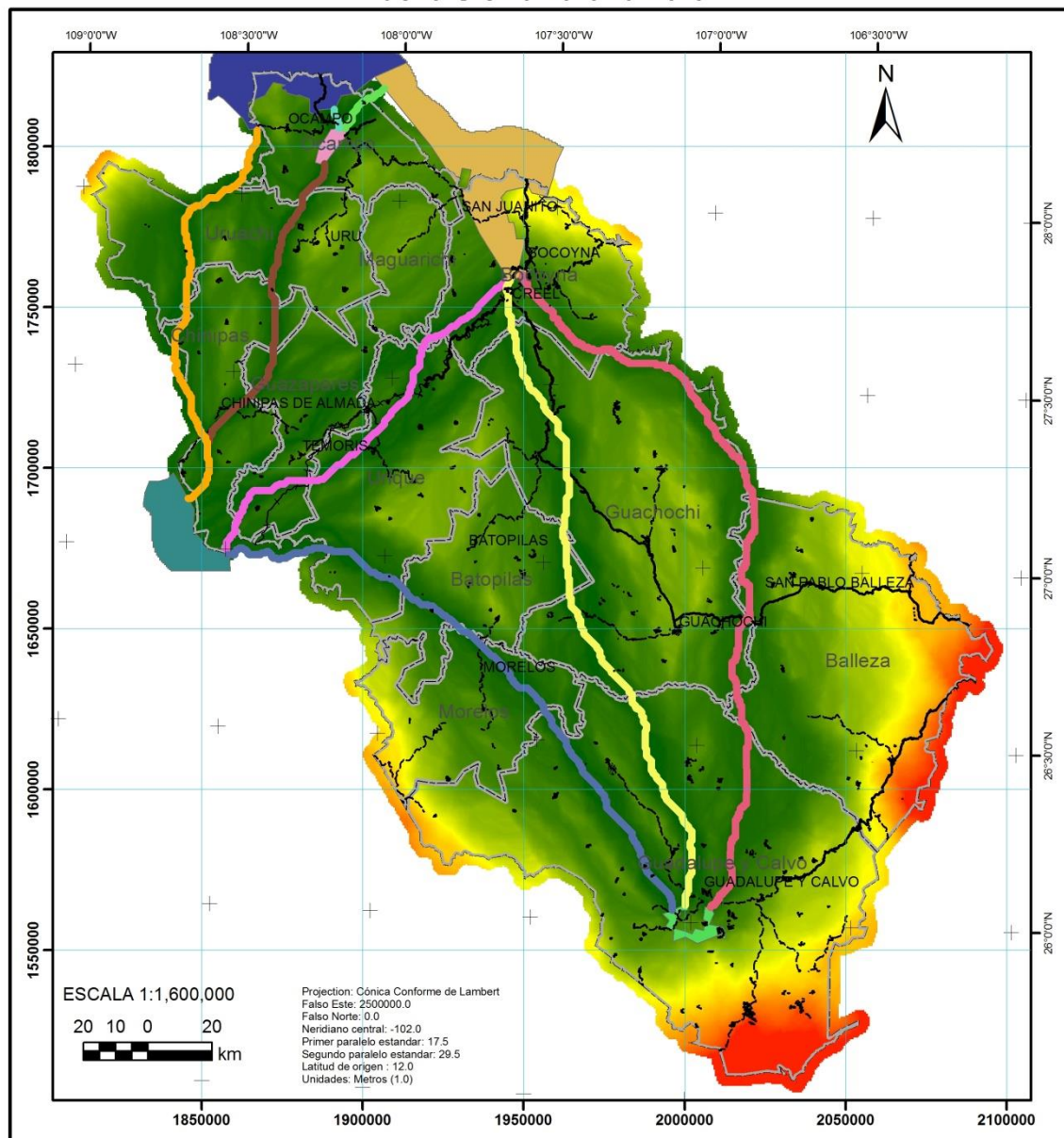


Figura 39. Mapa de conectividad y rutas de bajo costo entre ANPs de la Sierra Tarahumara.

Como se mencionó en la parte metodológica estos criterios y pesos pueden modificarse y los trazos de las rutas de menor costo también se modificarán. Se considera que los criterios utilizados para este análisis de conectividad toman en cuenta los elementos más importantes en el tema de movimiento de la biodiversidad. Por otro lado, es novedosa la inclusión de dos índices de paisaje los cuales priorizan áreas del territorio que tienen una importancia en la geodiversidad y singularidad del paisaje, asegurando de alguna forma la protección de estas características del territorio físico-geográfico.

10.8 Potenciales Naturales de los Paisajes de la Sierra Tarahumara

10.8.1 Potencial natural para la conservación de la biodiversidad

Las Figuras 40 y 41 muestran los cartogramas que representan la riqueza de especies de flora y fauna respectivamente. En ambos cartogramas coincide el porcentaje de superficie con muy alta riqueza de especies (más de 59%). Ésta muy alta riqueza de flora representa una presencia probable de más de 611 especies. En el caso de fauna la muy alta riqueza representa la presencia probable de más de 220 especies de los diferentes grupos taxonómicos.

La siguiente categoría de riqueza de flora y fauna con mayor porcentaje en el territorio es la categoría de alta riqueza con casi 20%. En ambos cartogramas la distribución de estas dos categorías de riqueza está concentrada hacia el este para la categoría muy alta riqueza y en el oeste la categoría de alta riqueza de especies.

Las categorías media, baja y muy baja riqueza de especies, de flora y fauna respectivamente y que suman un total de aproximadamente 20% se encuentran cercanos a los centros poblados de Balleza, Guachochi, Bocoyna, San Juanito. También se puede apreciar muy baja riqueza en las barrancas cercanas a Guachochi y en el sector nor-oeste por el río Mayo. El patrón encontrado de baja a muy baja riqueza de especies cerca de poblados coincide con lo que se observa regularmente en otras regiones y territorios, sin embargo, la ausencia de registros cercanos al río Mayo podría deberse a la falta de accesibilidad hasta esta región y por lo tanto una falta de muestreo de especies.

Riqueza de Fauna en la Sierra Tarahumara

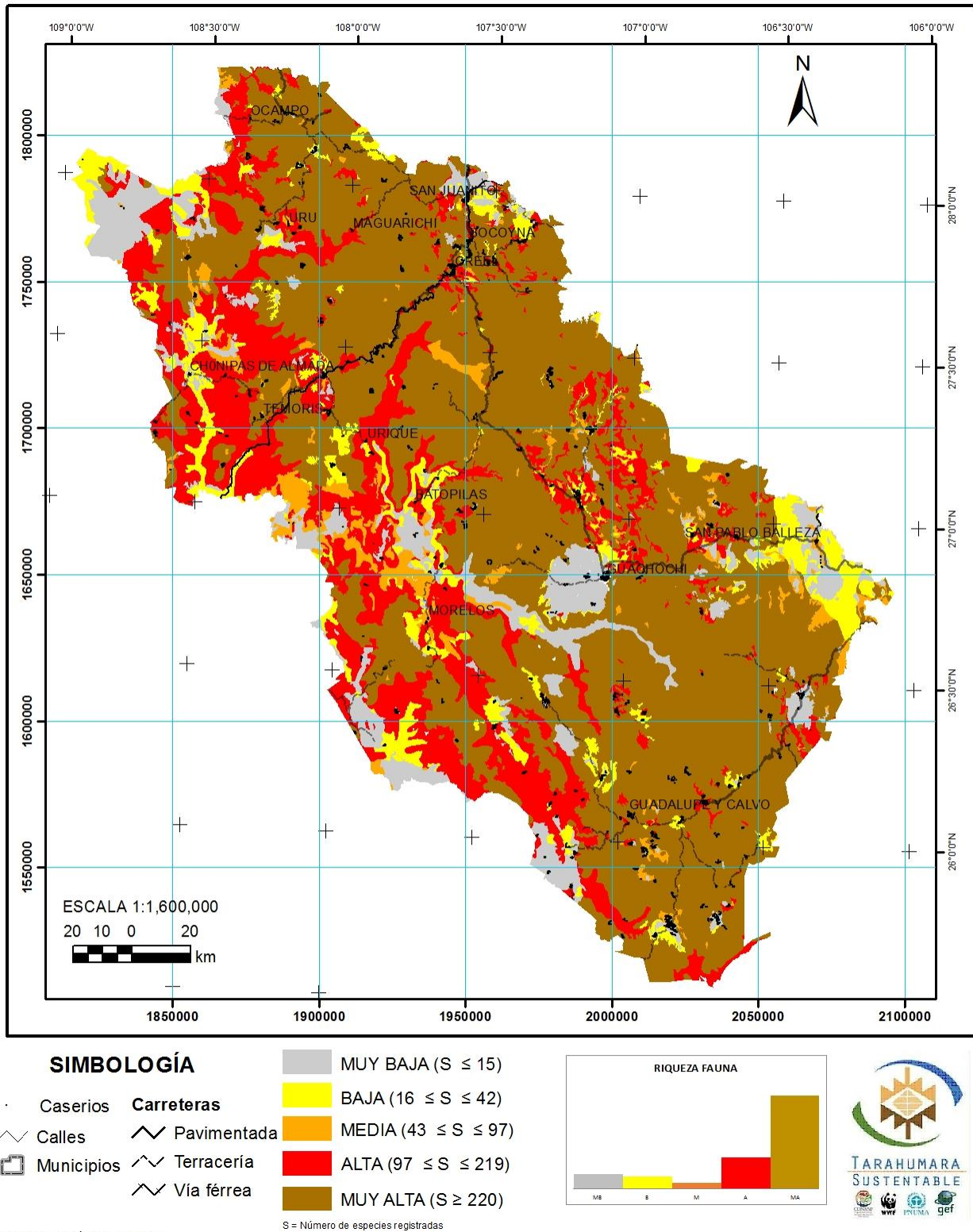


Figura 41. Riqueza de especies de fauna de la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

La generación de la tabla matricial (Cuadro 4) muestra la coincidencia de categorías de riqueza de especies en las unidades intermedias de paisaje. Este cuadro refleja que la mayoría de las unidades intermedias se encuentran en las categorías muy baja y baja riqueza de especies. Por el contrario, en las categorías de alta y muy alta riqueza solamente encontramos 7 unidades de paisaje.

Cuadro 4. Matriz de categorías de riqueza de especies de flora y fauna con unidades intermedias de paisaje.

Riqueza de Biodiversidad		Riqueza de Flora*				
		Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Riqueza de Fauna*	Muy Baja	3.1, 4.1, 5.1, 7.1, 7.2, 8.2, 9.1, 10.1, 10.2, 13.1, 14.1, 15.1, 19.2, 21.1, 24.1, 26.2, 27.1, 28.1, 28.2, 29.1, 32.1, 36.1, 38.1, 39.1, 40.1, 42.1, 43.1, 44.1, 45.1, 46.1, 47.1, 50.1, 51.1, 52.1, 53.1, 54.1, 56.1, 57.1, 58.1, 60.1, 61.1, 63.1, 64.1, 65.1, 65.2, 66.2, 67.1, 71.1, 72.1, 74.1, 77.1, 79.1, 81.1, 82.1, 83.1, 84.1, 85.1	8.1, 12.1, 20.1, 31.1, 66.1, 69.1	30.1		
	Baja	23.1, 48.1, 49.1, 55.1, 59.1, 80.1	11.1, 37.1, 62.1, 73.1	2.1, 16.1, 19.1	70.1	
	Media	41.1, 68.1	6.2, 26.1, 33.1, 78.1	25.1, 75.1		
	Alta	22.1			6.1, 18.1, 34.1, 35.1, 76.1	
	Muy Alta					1.1, 17.1

* Unidades intermedias de paisaje presentes en cada categoría de riqueza de especies

El Cuadro 5 muestra la clasificación obtenida a partir de la tabla matricial anterior, en la que se muestran las categorías resultantes del potencial natural para la conservación de la biodiversidad. Según las diferentes combinaciones entre la riqueza de especies de flora y la riqueza de especies de fauna se obtuvieron cinco categorías, en la que el potencial “medio” fue el que más se repitió (5 veces), seguido de las categorías de “bajo” y “muy bajo”. Solo se obtuvo una repetición para las categorías de alto y muy alto potencial.

Cuadro 5. Categorías del Potencial Natural para la Conservación de la Biodiversidad.

Riqueza de Biodiversidad		Riqueza de Flora				
		Muy Baja	Baja	Media	Alta	Muy Alta
Riqueza de Fauna	Muy Baja	MB	MB	B		
	Baja	MB	B	M	M	
	Media	B	M	M		
	Alta	M			A	
	Muy Alta					MA

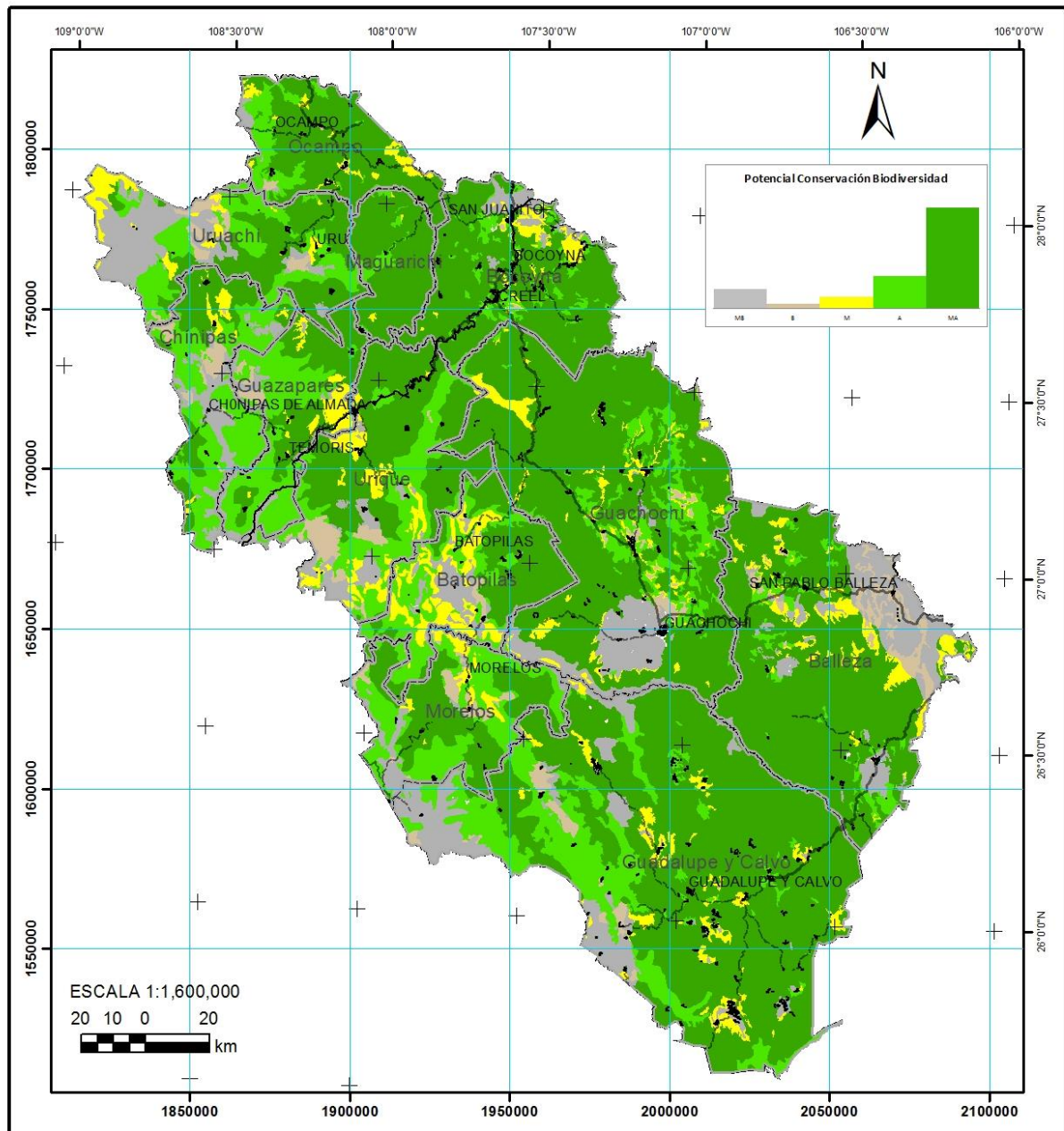
MA: Muy Alto, A: Alto, M: Medio, B: Bajo, MB: Muy Bajo

En la Figura 42 se refleja espacialmente la distribución del potencial natural para la conservación de la biodiversidad. De acuerdo con este mapa y la Figura 43, en el territorio aunque existen tan solo 2 unidades intermedias (ver Cuadro4) en la categoría de muy alto potencial, estas ocupan más del 59% del territorio. Por el contrario, aunque existen 69 unidades de paisaje que se encuentran en la categoría de muy bajo potencial, solamente representan 11% del territorio.

La inmensa mayoría del territorio de la Sierra Tarahumara (+ de 78 %), posee alto o muy alto potencial para la conservación de la biodiversidad. Ello no significa en ningún caso que es necesario proteger toda el área. Bajo estrictos criterios de sustentabilidad ecológica, esto indica que existe suficiente territorio para garantizar la protección de la biodiversidad, sin menoscabo de la implementación de actividades socioeconómicas que sean garantes del bienestar económico de la población.

Sin embargo, es evidente que la implementación práctica de las propuestas de aprovechamiento y conservación, necesita análisis a escalas más detalladas que las que ofrece la visión regional. Ello indica la necesidad imperiosa e impostergable de emprender investigaciones a escalas más detalladas como 1:50 000.

Potencial natural para la protección de la biodiversidad de la Sierra Tarahumara



SIMBOLOGÍA

- Caserios
- Carreteras
- Calles
- Pavimentada
- Municipios
- Terracería
- Vía férrea

POTENCIAL	DEFINICIÓN
Muy Alto	Paisajes con máxima biodiversidad; muy alta riqueza de fauna (mayor a 219 especies) y muy alta riqueza de flora (mayor a 610 especies).
Alto	Paisajes con elevada presencia de biodiversidad; alta riqueza de fauna (hasta 219 especies) y alta riqueza de flora (hasta 610 especies).
Medio	Paisajes con valores medios de la presencia de biodiversidad; media riqueza de fauna (en promedio hasta 97 especies) y media riqueza de flora (en promedio hasta 199 especies).
Bajo	Paisajes con valores bajos de la presencia de biodiversidad; baja riqueza de fauna (en promedio hasta 42 especies) y baja riqueza de flora (en promedio hasta 79 especies).
Muy Bajo	Paisajes con mínima biodiversidad; muy baja riqueza de fauna (en promedio hasta 15 especies) y muy baja riqueza de flora (en promedio hasta 223 especies).

Fecha de elaboración: Abril de 2018



Figura 42. Mapa del potencial natural para la conservación de la biodiversidad de la Sierra Tarahumara.

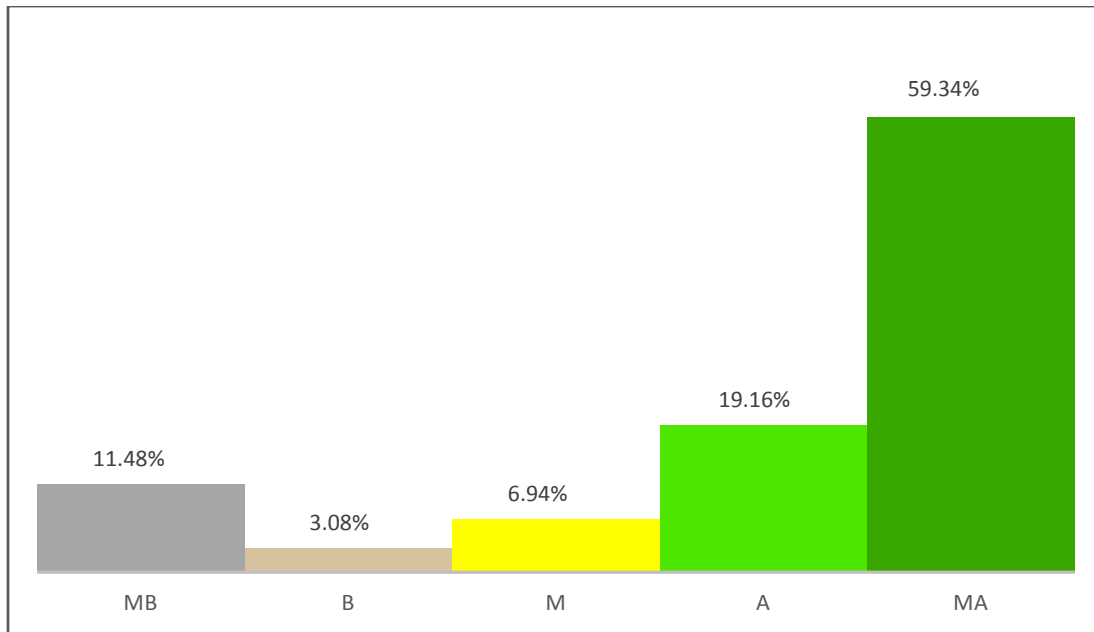


Figura 43. Distribución del potencial natural para la conservación de la biodiversidad en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

10.8.2 Potencial natural para las actividades agropecuarias

La evaluación y cartografía del potencial agropecuario se realizó para 11 cultivos seleccionados (los más solicitados en el área de estudio, a saber: maíz, manzana, pastos cultivados, pastos inducidos, chile verde, avena, sorgo, frijol, cacahuete, trigo y papa) y se dividió en tres etapas; potencial del relieve, potencial edáfico y potencial climático.

Para la evaluación del relieve se emplearon los criterios establecidos para México según Bocco et al. (2010) y pueden ser consultados en el Anexo 3.

Los indicadores de evaluación empleados para el caso del potencial edáfico son de acuerdo a criterio experto de Fernández-Reynoso et al. (2017) y se consideran válidos únicamente para el área de estudio. Los mismos se pueden apreciar en el Cuadro 6 y las definiciones de compatibilidad suelos – cultivos son las siguientes:

C = Compatible. El cultivo puede realizarse. Las propiedades morfológicas del suelo son adecuadas a los requerimientos ecológicos de la planta.

PC = Parcialmente Compatible. El cultivo puede realizarse con limitaciones. Necesidad de diseño de manejo o de administración de insumos para obtener cosechas aceptables.

I = Incompatible. El cultivo no debe realizarse. Las propiedades morfológicas del suelo no son adecuadas a los requerimientos ecológicos de la planta.

Cuadro 6. Compatibilidad suelos – cultivos para la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Suelos	Cultivos										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
CEE	PC	C	C	PC	PC	C	PC	PC	I	C	I
FEE	C	C	C	I	C	C	C	C	C	C	C
LEE	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
PEE	I	PC	PC	I	I	I	I	I	I	I	I
PLE	PC	C	C	PC	PC	PC	PC	PC	I	PC	I
REE ¹	I	I	I	PC	I	I	I	I	I	I	I
REE ²	I	I	I	PC	I	I	I	I	I	I	I

Suelos: CEE = Cambisol Esquelético Epiléptico, FEE = Fluvisol Eútrico Esquelético, LEE = Leptosol Eútrico Esquelético, PEE = Phaeozem Esquelético Epiléptico, PLE = Phaeozem Lúvico Epiléptico, REE¹ = Regosol Esquelético Epiléptico y REE² = Regosol Eútrico Epiléptico. *Cultivos:* A = Maíz, B = Manzana, C = Pasto Cultivado, D = Pasto Inducido, E = Chile Verde, F = Avena, G = Sorgo, H = Frijol, I = Cacahuate, J= Trigo y K=Papa.

La evaluación del potencial climático para la actividad agropecuaria se basa en el criterio experto de Fernández-Reynoso et al. (2017) y de igual modo, se considera válido únicamente para el área de estudio. Se apoya en los rangos óptimos de precipitación y temperatura para cada cultivo y se exponen a continuación en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Rangos óptimos (según criterio experto) de temperatura y precipitación para cultivos seleccionados en la Sierra Tarahumara.

Cultivos	Rango Óptimo	
	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Maíz	500-1100	18-24
Manzana	850-1050	8-20
Pasto Cultivado	500-800	18-30
Pasto Inducido	400-600	18-30
Chile Verde	550-750	13-26
Avena	300-700	15-21
Sorgo	450-650	25-29
Frijol	450-700	16-24
Cacahuate	500-700	25-30
Trigo	450-650	15-20
Papa	600-900	15-24

10.8.2.1 *Potenciales naturales parciales (relieve, edáfico y climático) para las actividades agropecuarias*

Las Figuras 44 y 45 exponen los resultados de la evaluación del potencial del relieve para las actividades agropecuarias. Solo se lograron diferenciar tres clases a la escala 1:250 000 (Alto, Medio y Bajo). Como se puede apreciar, dicho potencial es muy limitado, pues más de 40 000 km² corresponden al potencial Bajo, recomendable básicamente para la actividad forestal, coincidiendo con las características montañosas del territorio.

No obstante, este criterio se refiere a la agricultura tecnificada y semitecnificada y no incluye a la agricultura tradicional, la cual se puede desarrollar con éxito. Esto señala nuevamente, la necesidad de emprender investigaciones a escalas más detalladas, puesto que la escala regional 1:250 000, permite obtener una visión global e integral del territorio, pero no es adecuada para valorar agricultura tradicional, puesto que su área mínima es 1 km².

Potencial del relieve para actividades agropecuarias en la Sierra Tarahumara

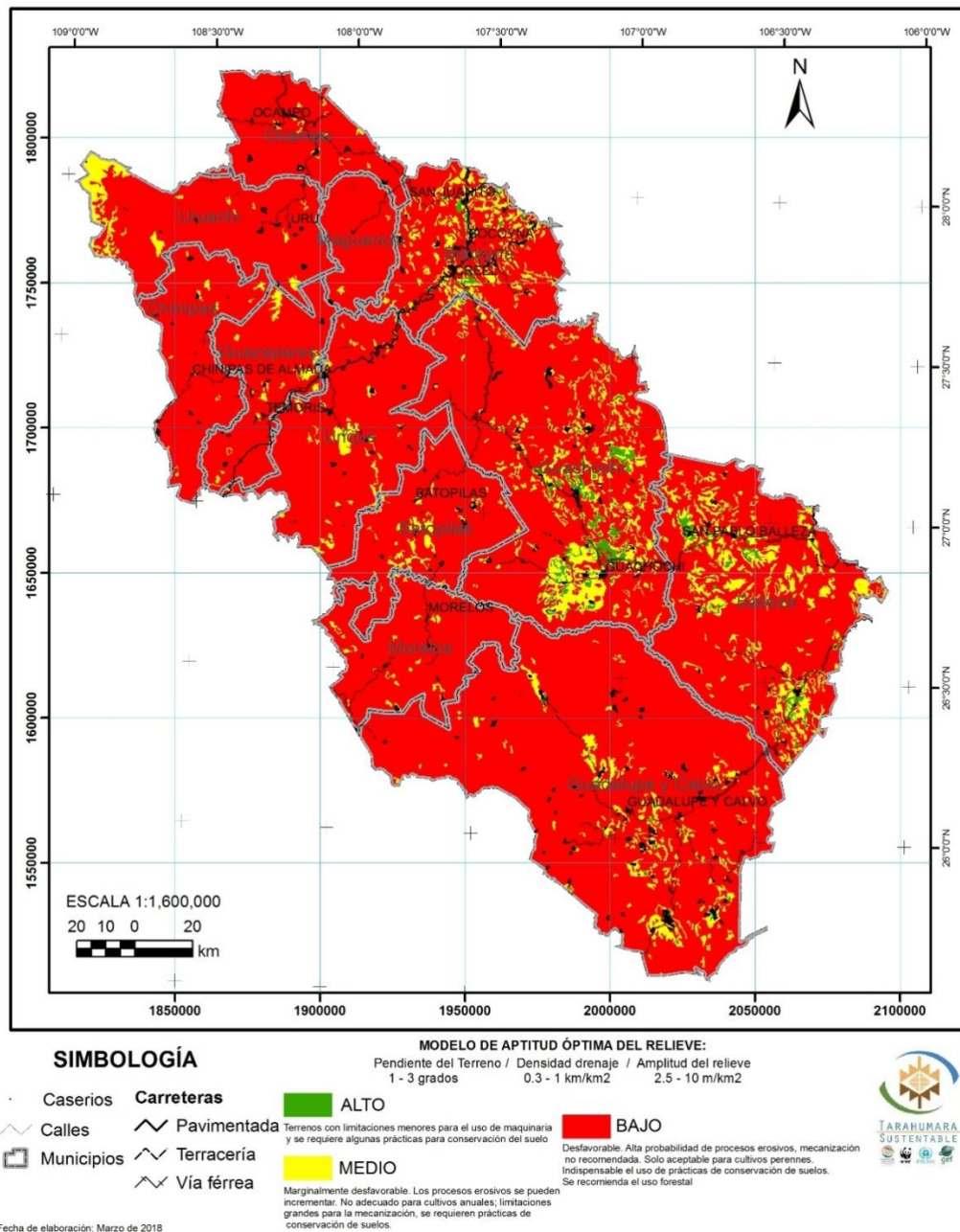


Figura 44. Potencial del relieve para las actividades agropecuarias en la Sierra Tarahumara.

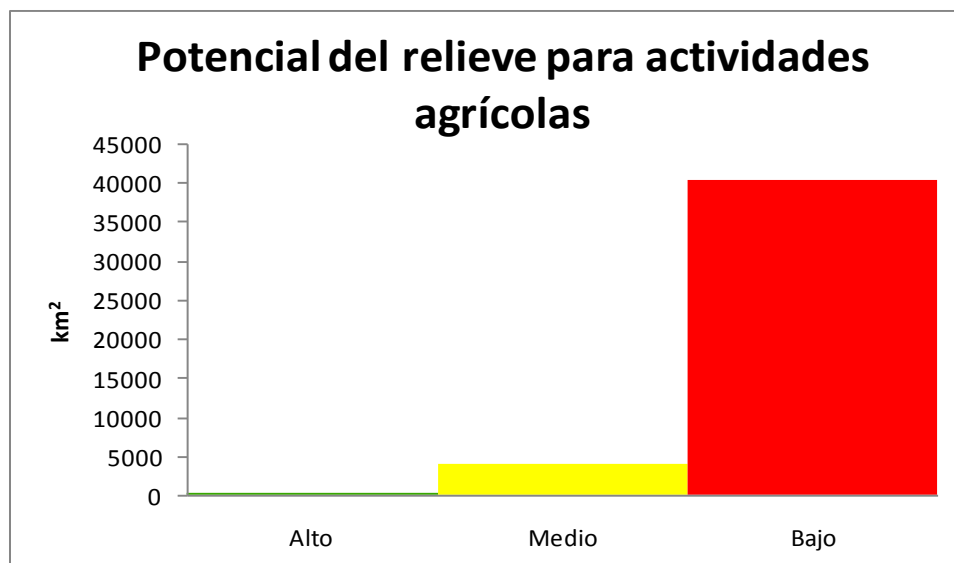


Figura 45. Histograma de frecuencia de los potenciales agropecuarios en la Sierra Tarahumara.

No obstante lo anterior, en la Figura 45 se logra detectar algunas pocas decenas de km² con potencial Alto para el desarrollo de las actividades agropecuarias. Estas áreas son esenciales investigarlas a escalas más detalladas porque en ellas se encuentran las zonas óptimas para garantizar proteína animal y leche para la población local. Además, existen más de 3000 km² de potencial Medio en los que también se debería profundizar, para desplegar en ellos la actividad agropecuaria en el territorio. Sin embargo, las áreas con potencial Bajo (más de 40 000 km²) solo deben usarse, en caso de necesidad, para agricultura tradicional.

En síntesis, las zonas con potencial Bajo solo deben ocuparse para agricultura tradicional, mientras que las superficies con potenciales Medio y Alto, pueden aceptar otras modalidades de actividades agropecuarias, pero con ciertas limitaciones.

Las Figuras 46 y 47 exponen la distribución del potencial edáfico de la Sierra tarahumara, para los cultivos seleccionados.

Como se puede apreciar, predomina de manera clara el potencial Medio, con complejos de suelos mayoritarios de Phaeozem y Cambisol, los cuales son poco favorables a la mayoría de los cultivos e inaceptables para el cacahuate y la papa. Poco favorable significa que se necesita de diseño de manejo o de suministro de insumos, para obtener cosechas aceptables.

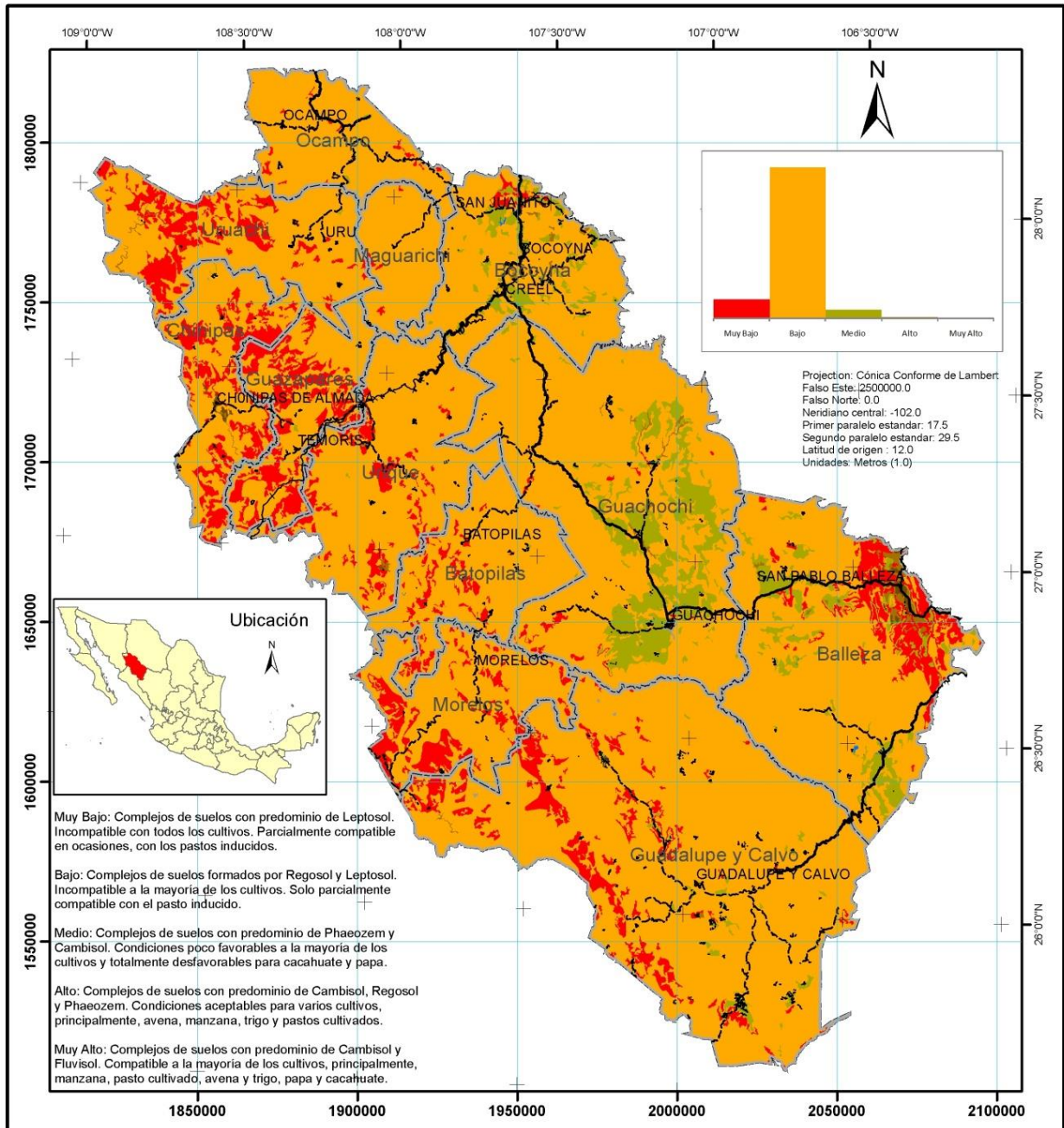
Del análisis del Cuadro 6, se pueden obtener algunas inferencias importantes, por ejemplo:

a)- La manzana, los pastos inducidos y cultivados, el trigo y la avena, son los cultivos para los cuales existen mejores condiciones edáficas en el territorio, mientras que para el cacahuate y la papa existen las mayores restricciones, pues solo son adecuados para su cultivo los Fluvisoles, de hecho, los suelos con menor distribución en el territorio.

b)- Los Fluvisoles, suelos con menor distribución espacial, son compatibles con la mayoría de los cultivos, salvo pastos inducidos, porque es una comunidad de reemplazo e implica la destrucción de la vegetación ribereña.

c)- Los Leptosoles, Regosoles y el Phaeozem esquelético epiléptico, suelos con mayor distribución en el territorio, son incompatibles a la inmensa mayoría de los cultivos, de hecho, los Leptosoles no son adecuados para ninguno de ellos.

Potencial edáfico para la actividad agropecuaria



SIMBOLOGÍA



ESCALA 1:1,600,000



Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 46. Potencial edáfico para las actividades agropecuarias en la Sierra Tarahumara.

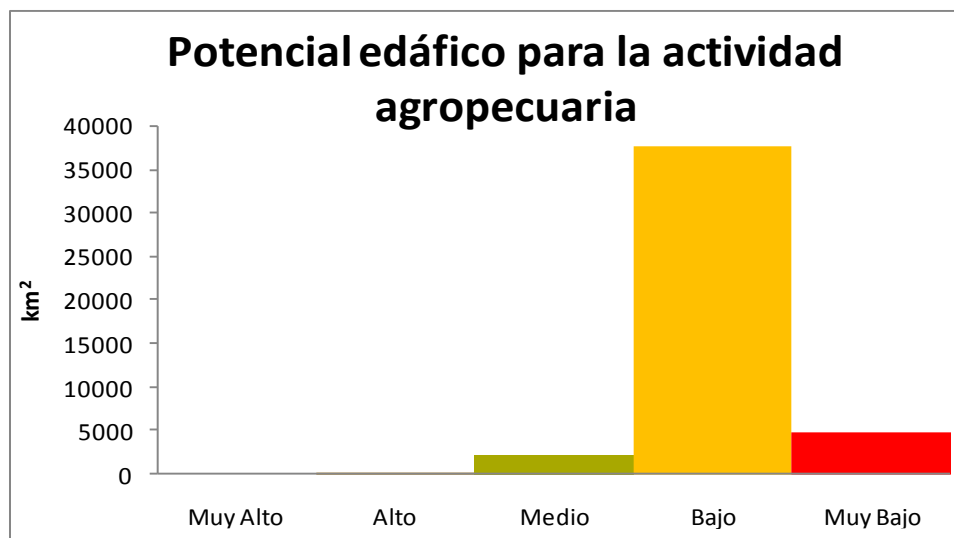


Figura 47. Histograma de frecuencia para los potenciales edáficos en la Sierra Tarahumara.

En síntesis, se puede afirmar que las condiciones montañosas de la Sierra Tarahumara, no han propiciado el desarrollo de suelos de muy elevado potencial agropecuario. Ello significa que la actividad agropecuaria puede implementarse pero con determinadas restricciones o la necesidad de insumos para asegurar cosechas aceptables. Una buena opción serían los biofertilizantes y la implementación de técnicas antierosivas rudimentarias como trampas de sedimentos, cultivo en curvas de nivel, policultivo para garantizar la protección continua de la capa edáfica, etc. Ello permitiría la obtención de cosechas aceptables para el autoconsumo de la población y la conservación de los escasos recursos existentes.

Las Figuras 48 y 49 presentan la distribución espacial y en frecuencia del potencial climático del territorio para las actividades agropecuarias. Al contrastar los rangos del Cuadro 7 con las condiciones de los paisajes de la Sierra Tarahumara, se encontraron los resultados que se ofrecen en el Cuadro 8 y que se corresponden con cinco posibilidades de favorabilidad climática.

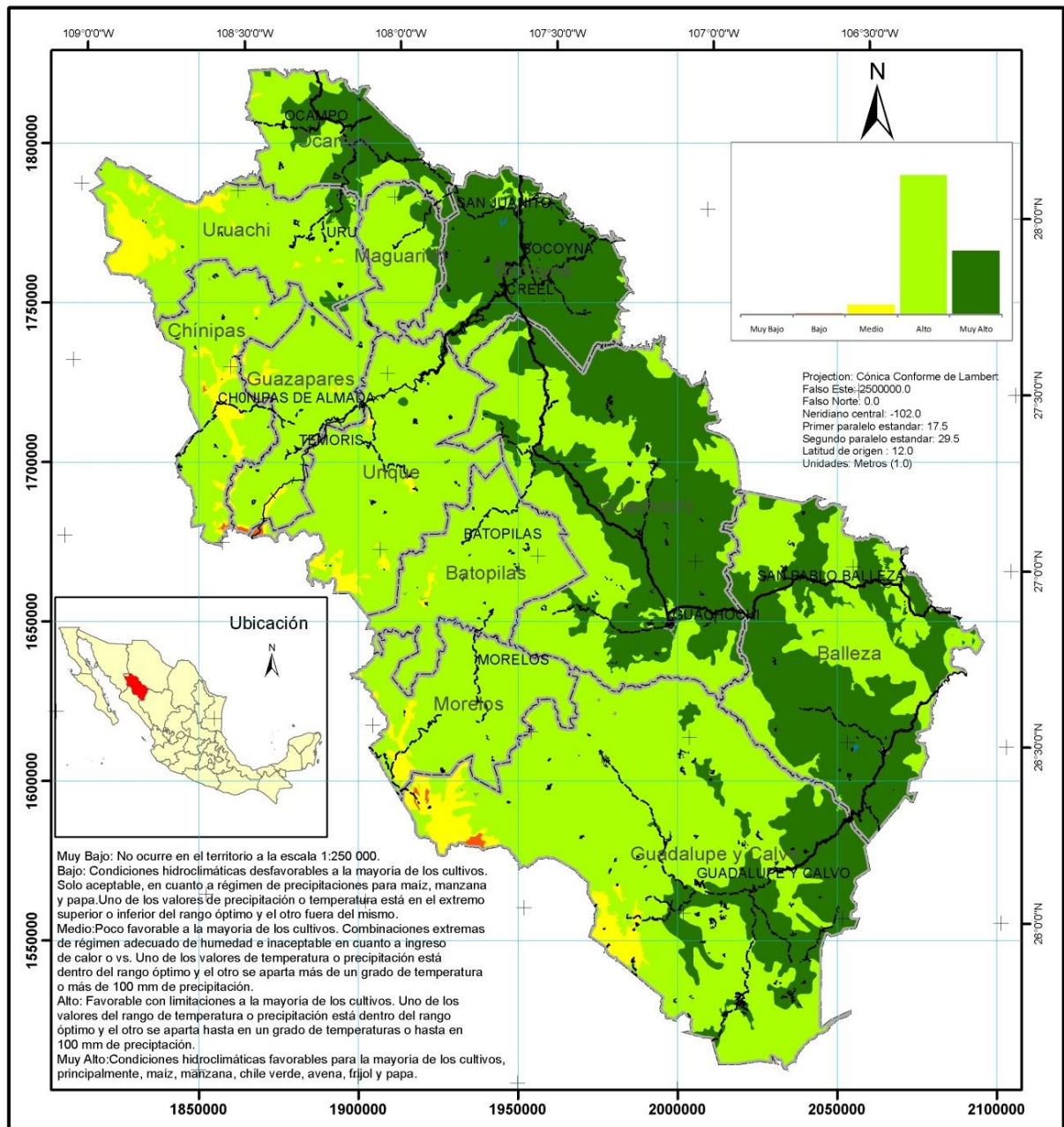
Cuadro 8. Definiciones de favorabilidad climática para cultivos seleccionados en la Sierra Tarahumara.

Clasificación	Características
Óptimo	Los rangos de precipitación o temperatura del CTN son óptimos para el cultivo de la planta.
Favorable	Uno de los valores del rango del CTN (temperatura o precipitación) está dentro del rango óptimo y el otro se aparta hasta en un grado de temperaturas o hasta en 100 mm de precipitación.
Favorable con Limitaciones	Uno de los valores del rango del CTN (temperatura o precipitación) está dentro del rango óptimo y el otro se aparta más de un grado de temperatura o más de 100 mm de precipitación. O rango contenido completo.

Clasificación	Características
Poco Favorable	Uno de los valores del rango del CTN está en el extremo superior o inferior del rango óptimo y el otro fuera del mismo.
Desfavorable	Ambas variables se apartan completamente del rango óptimo para el cultivo de la planta.

Las condiciones climáticas son, de los tres factores naturales evaluados, las que mejores potenciales ofrecen para la actividad agropecuaria. Como se puede apreciar en la Figura 49, cerca de 28 000 km² del área, poseen potencial climático Alto para las actividades agropecuarias e incluso, cerca de 12 500 km² poseen potencial Muy Alto. En contraste, no se presenta el potencial Muy Bajo y entre Medio y Bajo no alcanzan los 2500 km².

Potencial climático para la actividad agropecuaria



SIMBOLOGÍA



ESCALA 1:1,600,000



Fuentes: Elaboración propia con base en INEGI, 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0. resolución 15 m. INEGI, 2017. Marco geoestadístico. INEGI, 2016. Uso del suelo y vegetación escala 1:250,000 Serie VI. INEGI, 2011. Conjunto de Datos Vectoriales de Carreteras y Vialidades Urbanas Edición 1.0 Escala 1:50,000. INEGI, 2000. Conjunto de datos vectoriales Serie topográfica Escala 1:1,000,000.

Fecha de elaboración: Enero de 2018

Figura 48. Potencial climático para las actividades agropecuarias en la Sierra Tarahumara.

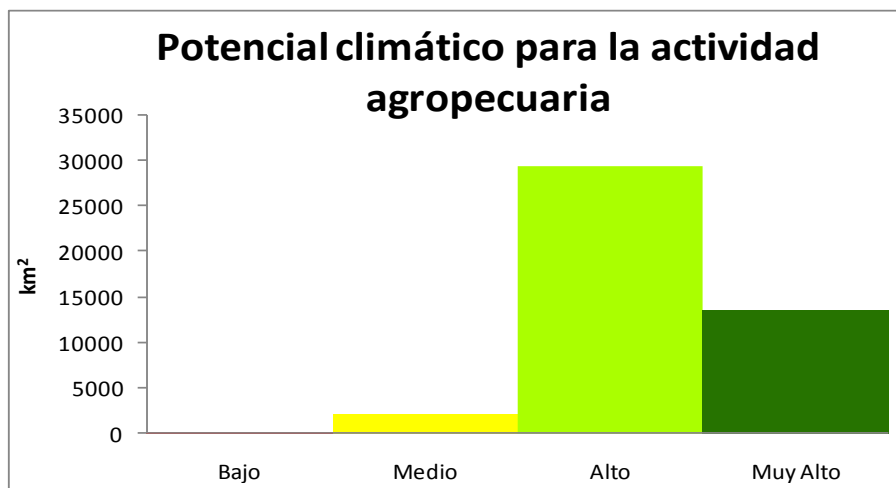


Figura 49. Histograma de frecuencia para los potenciales climáticos en la Sierra Tarahumara.

Individualmente, los cultivos para los que existen las mejores condiciones climáticas son maíz, manzana, chile verde, avena, frijol y papa. En contraste, los pastos inducidos, el sorgo y el cacahuete, poseen las mayores restricciones climáticas.

El hecho de que territorialmente predominen los potenciales Alto y Muy Alto, indica que existen condiciones favorables sobre todo, para la agricultura tradicional, la cual no ha sido posible evaluar en este trabajo. No obstante, esto también indica que es posible modificar las condiciones edáficas y de relieve, para intentar obtener cosechas satisfactorias, mediante tecnologías ecológicas compatibles con los principios de sustentabilidad ambiental.

10.8.2.2 *Potencial natural integrado para las actividades agropecuarias*

Las Figuras 50 y 51 ofrecen el potencial natural del territorio para las actividades agropecuarias, cuyas definiciones se ofrecen en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Potencial natural para las actividades agropecuarias en la Sierra Tarahumara.

Potencial Natural	Definición
Muy Bajo	Predominio de combinaciones de Bajo a Medio potencial climático y del relieve, así como Bajo a Muy Bajo potencial edáfico.
Bajo	Predominio de combinaciones de Medio a Alto potencial climático, Bajo a Medio potencial del relieve y Bajo a Muy Bajo potencial edáfico.
Medio	Predominio de combinaciones de Alto potencial climático y Bajo a Medio potenciales del relieve y edáfico.
Alto	Predominio de combinaciones de Alto a Muy Alto potencial climático y potenciales del relieve y edáfico Medio.
Muy Alto	Predominio de combinaciones de Alto a Muy Alto potencial climático, potenciales del relieve Medio y Alto a Muy Alto potencial edáfico.

Al integrar los potenciales parciales se aprecia un claro predominio del potencial medio, el cual se distribuye en algo más de 28 000 km². Esto ratifica lo visto anteriormente, o sea, en

el territorio no existen condiciones muy favorables para la actividad agropecuaria, debido a las características montañosas del área, que no favorecen un relieve óptimo ni el desarrollo de cuerpos edáficos potentes para sustentar esta actividad.

Potencial agropecuario

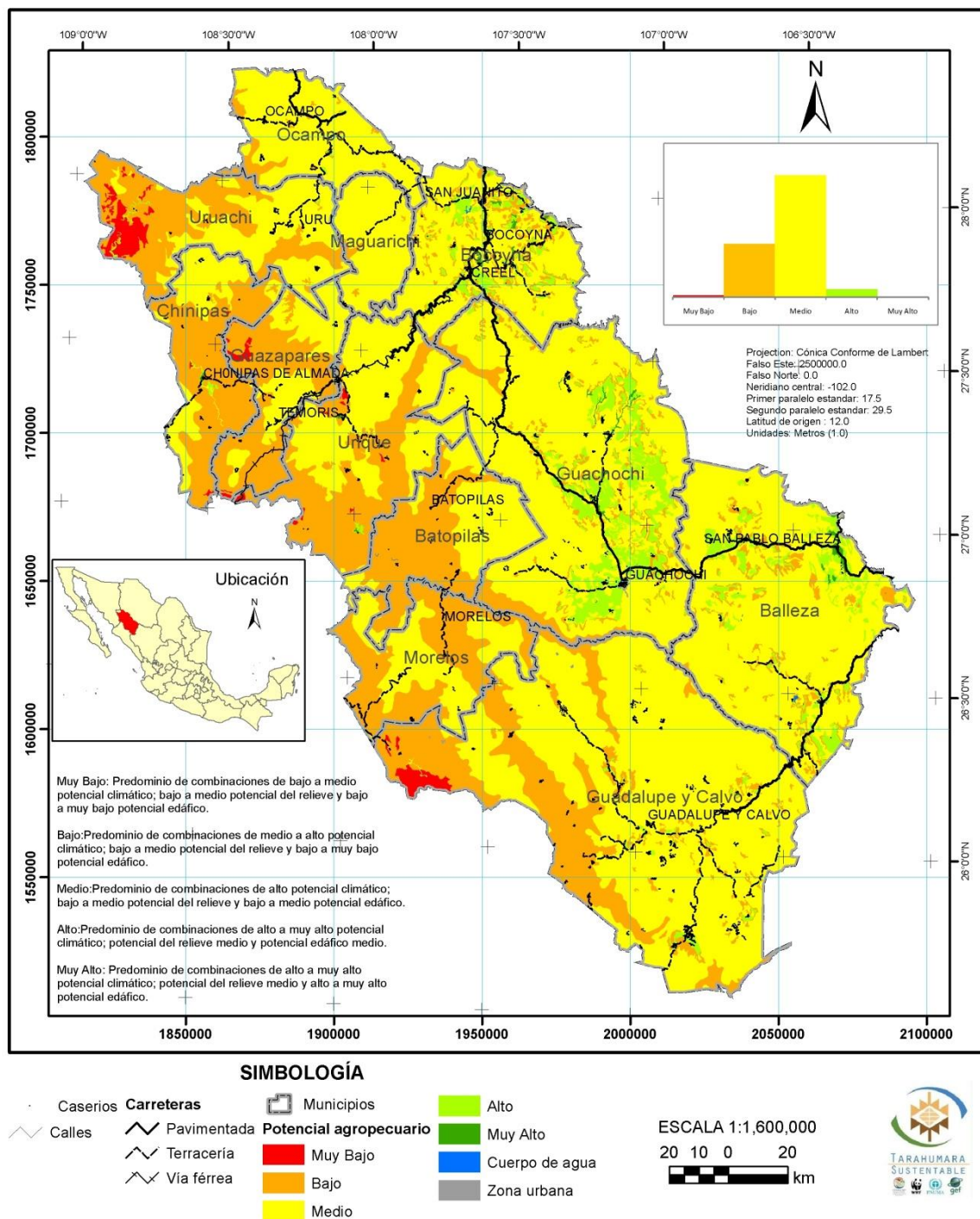


Figura 50. Potencial natural para las actividades agropecuarias en la Sierra Tarahumara.

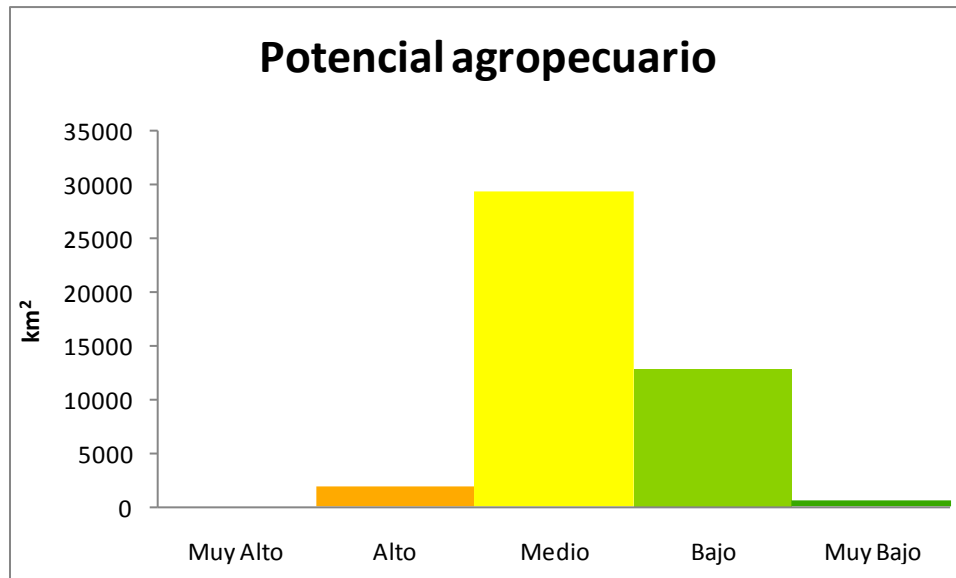


Figura 51. Histograma de frecuencia del potencial natural para las actividades agropecuarias en la Sierra Tarahumara.

No obstante lo anterior, en el territorio existen condiciones adecuadas para algunos cultivos, que en esta investigación no se pudieron cartografiar por razones de escala. Ello indica la necesidad de abordar investigaciones a escalas más detalladas (1:50 000 ó 1:25 000), pues la actividad agropecuaria es fundamental para la subsistencia de la población. Algunos cultivos como el cacahuate poseen un potencial muy restringido, no obstante, si por razones histórico-culturales es un cultivo tradicional, entonces deben buscarse las condiciones adecuadas a escalas más detalladas.

La evaluación realizada en esta investigación se hizo a escala regional 1:250 000, por lo tanto, no pudo abarcar la agricultura tradicional, puesto que el área mínima cartografiable es de 1 km². Esto indica nuevamente, la necesidad de implementar investigaciones detalladas a escalas mayores (1:50 000 ó 1:25 000), para determinar con mayor precisión la distribución de potenciales agropecuarios y la necesidad de implementación de técnicas antierosivas (por tratarse de un territorio con muy fuerte energía del relieve).

10.8.3 Potencial natural para las actividades ecoturísticas

Sobre la base de una rigurosa revisión bibliográfica, se definieron los modelos teóricos óptimos para varias actividades ecoturísticas y se logró la cartografía de los potenciales naturales existentes en el territorio de la Sierra Tarahumara para 11 actividades ecoturísticas y de turismo de aventura, a saber: Contemplación de paisajes, Paseos a caballo, Ciclismo de montaña, Escalada en roca, Espeleoturismo, Caminatas o excursionismo, Foto y fonocaza, Montañismo, Observación de aves, Observación de flora y fauna y Senderismo.

Mediante modelación geográfica, se logró definir la distribución de estos potenciales para todo el territorio. El Cuadro 10 presenta las variables empleadas para definir los modelos teóricos de condiciones óptimas para cada actividad.

Cuadro 10. Variables empleadas en la definición de los modelos teóricos de máximo potencial para las actividades ecoturísticas.

AE	Variables																	
	CC	CT	R	H _{max.}	S	FL	EFL	FN	EFN	Av.	EAv.	P	TS	DV	CA	TV	G	
A	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
B	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	-	-
C	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	-	-
D	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-
E	X	X	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	-	-	X	-	-
F	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X	-	-
G	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-
H	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-
J	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-
K	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X

AE: Actividades ecoturísticas. A: Senderismo, B: Observación de Aves, C: Observación de Flora y Fauna, D: Contemplación de Paisajes, E: Foto y Fonocaza, F: Excursionismo, G: Montañismo, H: Paseos a Caballos, I: Ciclismo de Montaña, J: Escalada, K: Epeleoturismo. Variables: CC: Complejidad Corológica, CT: Complejidad Tipológica, R: Riqueza de Paisajes, H_{max.}: Diversidad máxima de paisajes, S: Singularidad de Paisajes, FL: Riqueza de Flora, EFL: Endemismo de Flora, FN: Riqueza de Fauna, EFN: Endemismo de Fauna, Av: Riqueza de Aves, EAv: Endemismo de Aves, P: Pendiente, TS: Tipos de Suelos, DV: Disección Vertical, CA: Presencia de Cuerpos de Agua en el Geosistema, TV: Tipo de Vegetación, G: Tipo de Roca o Depósito.

10.8.3.1 *Potencial natural para la contemplación de paisajes*

La Figura 52 presenta el histograma de frecuencia de los potenciales naturales para la realización de la contemplación de paisajes y en la Figura 53 aparece la distribución de los mismos en el área de estudio.

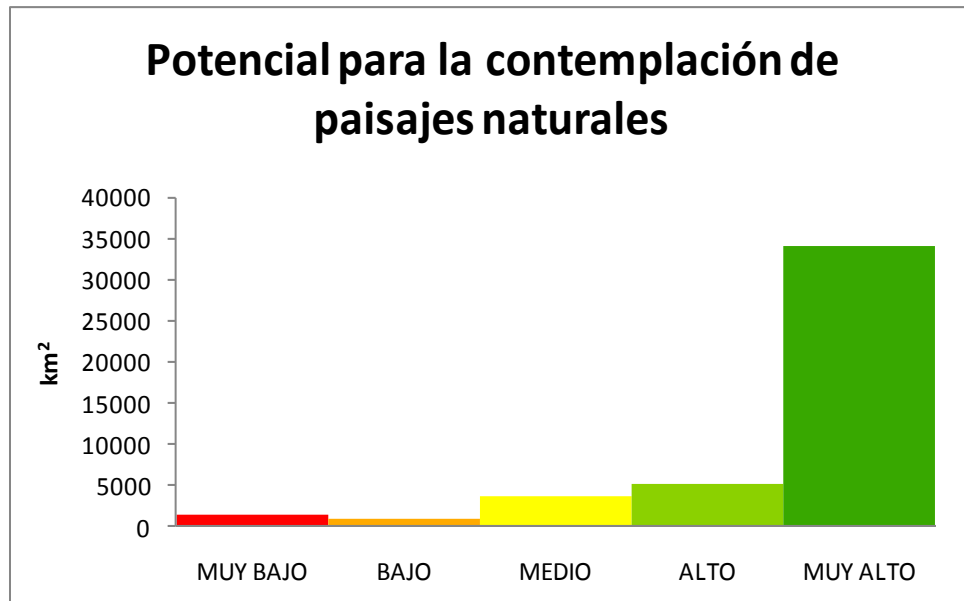


Figura 52. Histograma de frecuencia del potencial para la contemplación de paisajes.

La observación de paisajes naturales debe realizarse en áreas con alto grado de naturalidad y que posean valores escénicos agradables a los sentidos perceptivos del hombre. Entre las condiciones necesarias para garantizar el éxito en esta actividad están:

- Sitios naturales altos (elevaciones, peñascos, árboles altos, terrazas).
- Lugares abiertos que permitan visualizar zonas vecinas.
- Alto grado de naturalidad.

Alrededor de 40 000 km² del territorio poseen alto o muy alto potencial natural para el desarrollo de esta actividad ecoturística. Este hecho ofrece la oportunidad de escoger varias unidades donde se pueda implementar esta modalidad. Las áreas con bajo y muy bajo potencial se asocian a las zonas más urbanizadas del territorio.

10.8.3.2 Potencial natural para la realización de paseos a caballo

Las Figuras 54 y 55, presentan la distribución del potencial natural para realizar paseos a caballo.

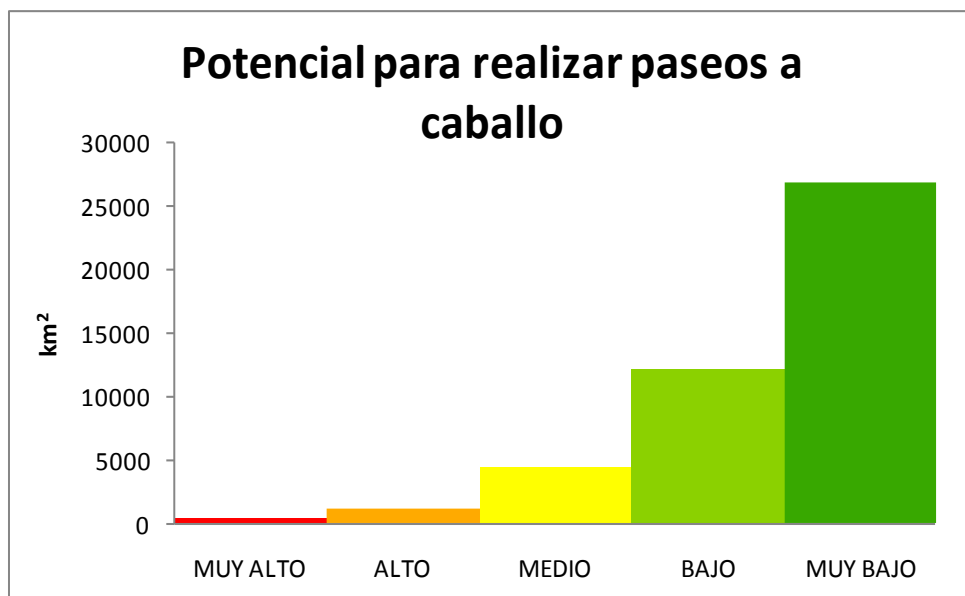


Figura 54. Histograma de frecuencia del potencial para la realización de paseos a caballo.

Esta actividad se puede definir como recorridos a caballo en áreas naturales. El objetivo central es la experiencia misma de montar y conocer sobre el manejo y hábitos de estos animales. Entre los requisitos mínimos para garantizar el éxito están los siguientes:

- Áreas abiertas con relieve llano.
- Alta transitabilidad.
- Alto valor escénico.
- Baja diversidad biológica.
- Baja riqueza de flora y fauna.
- Bajo endemismo de flora y fauna.
- Caminos amplios de techos altos y huellas bien armadas.
- Rodear las pendientes controladas.
- Cercanía de arroyos o ríos.

Como se puede apreciar en las Figuras 54 y 55, contrario al caso anterior, las posibilidades para implementar esta actividad son muy pocas, pues predominan los potenciales bajos y muy bajos (casi 40 000 km²), mientras el potencial alto y muy alto ocupa las menores porciones de territorio. No obstante, existen algunas decenas de km² donde se pudiera desarrollar con éxito esta actividad. Además, es necesario considerar que la escala regional puede enmascarar territorios con aptitudes naturales aceptables debido al área mínima cartografiada (1 km²).

10.8.3.3 *Potencial natural para el ciclismo de montaña en la Sierra Tarahumara, Chihuahua*

Las Figuras 56 y 57 ofrecen la información sobre el potencial natural para el ciclismo de montaña (mountain bike).

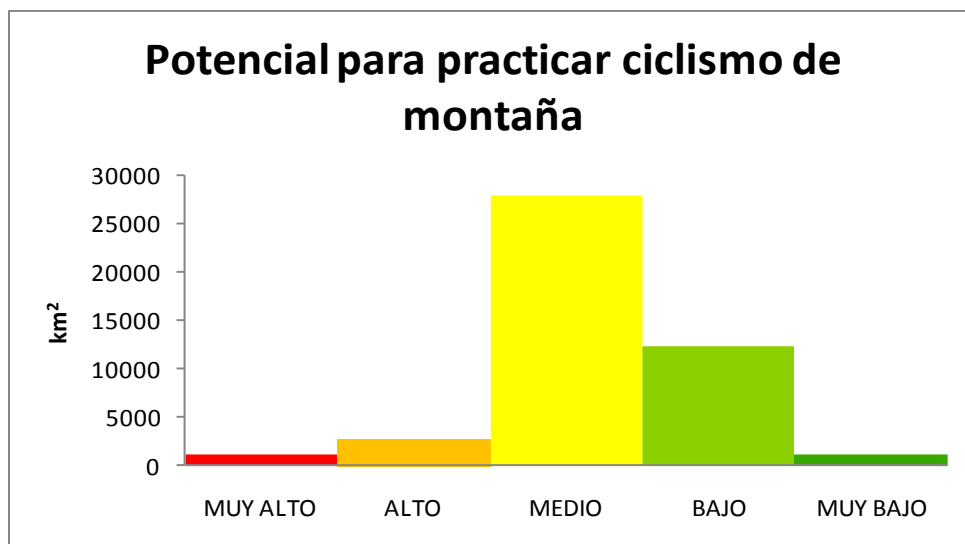


Figura 56. Histograma de frecuencia del potencial para la práctica de ciclismo de montaña.

El ciclismo de montaña se puede definir como recorridos a campo traviesa utilizando una bicicleta todo terreno. La actividad se desarrolla sobre caminos de terracería, brechas y veredas angostas con diferentes grados de dificultad técnica y esfuerzo físico. El ciclismo de montaña puede ser un medio apasionante para explorar las bellezas naturales y viajar por diversos caminos rodeados de paisajes exuberantes. Las rutas pueden clasificarse según su grado de dificultad, que depende de las condiciones del terreno, distancias a recorrer, altitud y pendientes.

Las condiciones para el éxito son las siguientes:

- Senderos para bicicleta bien delimitados y en buen estado.
- Preferir veredas anchas.
- Evitar curvas de nivel muy juntas (pendiente pronunciada).
- Evitar depresiones en el terreno: zona inundable o pantanosa.
- Evitar cauces de río intermitente: posibles crecidas de agua.
- La pendiente de un sendero no debe sobrepasar la mitad de la pendiente total de la ladera o colina que atraviesa.
- Preferible senderos con escasa pendiente.

En contraste con los casos anteriores, para el ciclismo de montaña predomina el potencial medio en el territorio. No obstante, se dispone de alrededor de 3000-3500 km² de potencial alto y muy alto, lo cual sugiere que se puede implementar la actividad.

10.8.3.4 Potencial natural para la práctica de escalada en roca

Las Figuras 58 y 59 presentan la distribución del potencial natural para la escalada en roca en la Sierra Tarahumara.

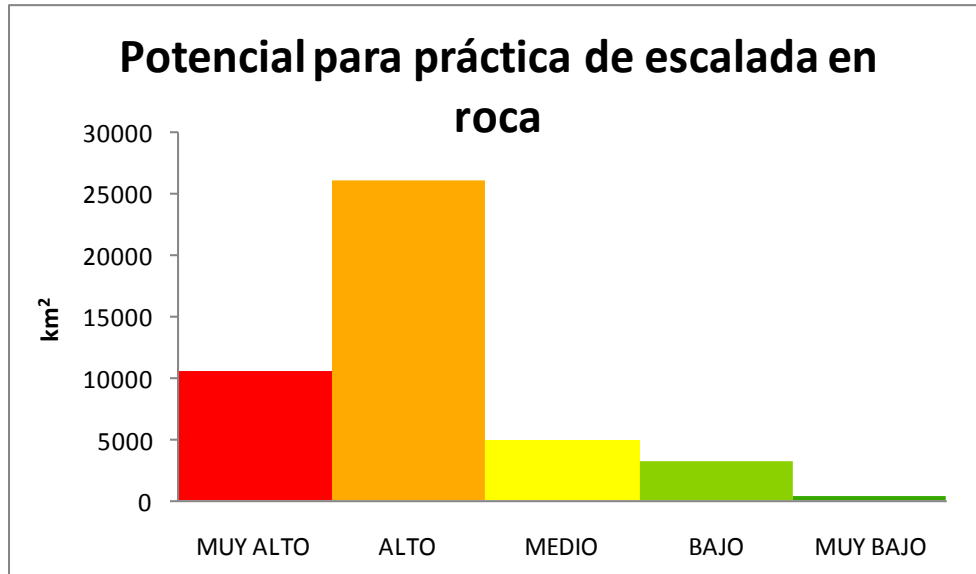


Figura 58. Histograma de frecuencia del potencial para la práctica de escalada en roca.

La escalada en roca consiste en el ascenso por paredes de roca empleando manos y pies como elemento de progresión. Puede ser una actividad apasionante, pero se aproxima al turismo especializado en cuanto a que son necesarios una excelente condición física y conocimientos técnicos sobre la implementación de dicha actividad. No debe permitirse a turistas tradicionales sin experiencia en esta actividad.

Las condiciones mínimas que son necesarias para el éxito son:

- Existencia de paredes rocosas más o menos verticales (muros, escapes, etc.).
- Presencia de litología cohesionada, poco friable y poco resbaladiza (la escasez de presas y apoyos, la posibilidad elevada de desprendimientos o la escasa adherencia, son algunos de los rasgos poco idóneos para la práctica de la actividad).
- Caminos para llegar a las paredes de roca.

Como se puede apreciar en la Figuras 58 y 59, existen algo más de 35 000 km² de territorio con alto y muy alto potencial, pero debido al riesgo implícito en la misma es preferible que sea una actividad guiada por personal especializado.

10.8.3.5 Potencial natural para el espeleoturismo

Las Figuras 60 y 61 ofrecen la distribución del potencial natural para el espeleoturismo en la Sierra Tarahumara.

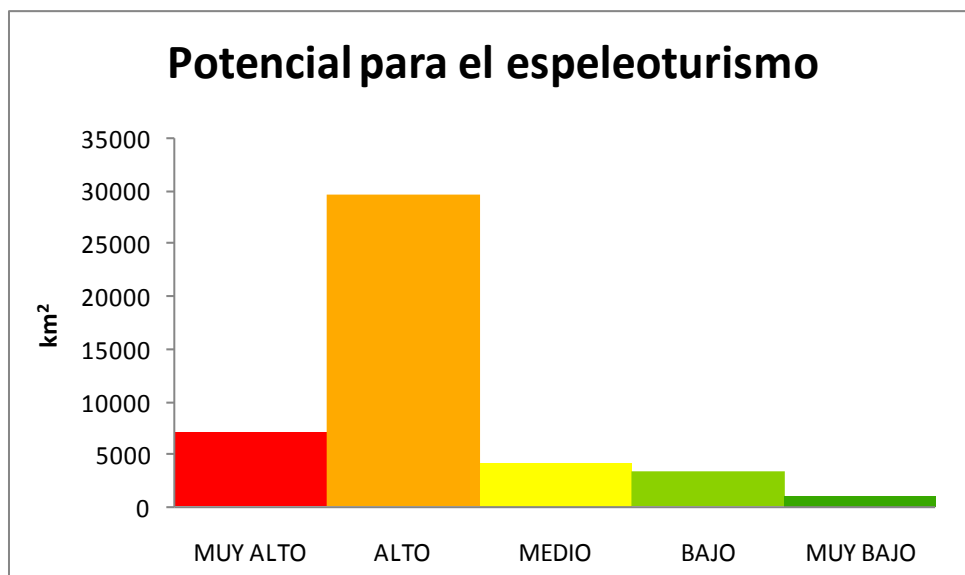


Figura 60. Histograma de frecuencia del potencial para la práctica del espeleoturismo.

El espeleoturismo es una actividad que consiste en realizar descensos en grutas, cuevas, sótanos y cavernas y apreciar las diferencias de estructuras geológicas y fauna. Debe adecuarse a visitantes especializados de intereses más amplios, para lo cual es necesario diferenciar las ofertas en función del grado de complejidad de las cuevas y cavernas. La espeleología es una disciplina que tiene fines científicos y de investigación. El espeleoturismo tiene fines recreativos y de apreciación.

Las condiciones para el éxito no son muy exigentes y son las siguientes:

- Contar con grutas, cuevas, sótanos y cavernas.
- Fácil accesibilidad a las cavidades subterráneas.
- Estructuras geológicas seguras.

No obstante y al igual que en el caso anterior, se requieren conocimientos especializados y es siempre preferible que se realice con guía de personal técnico con conocimientos necesarios para cualquier eventualidad.

En el territorio existen alrededor de 37 000 km² con potenciales altos y muy altos para el desarrollo de esta actividad. No obstante, su implementación requiere investigaciones puntuales a escala de mucho detalle (1:1000 – 1:5000), de manera que se puedan conocer lo más posible, los eventuales recorridos subterráneos y poder prever cualquier accidente.

10.8.3.6 Potencial natural para la realización de caminatas o excursionismo

Las Figuras 62 y 63 despliegan la distribución del potencial para la realización de caminatas o excursionismos en la Sierra Tarahumara.

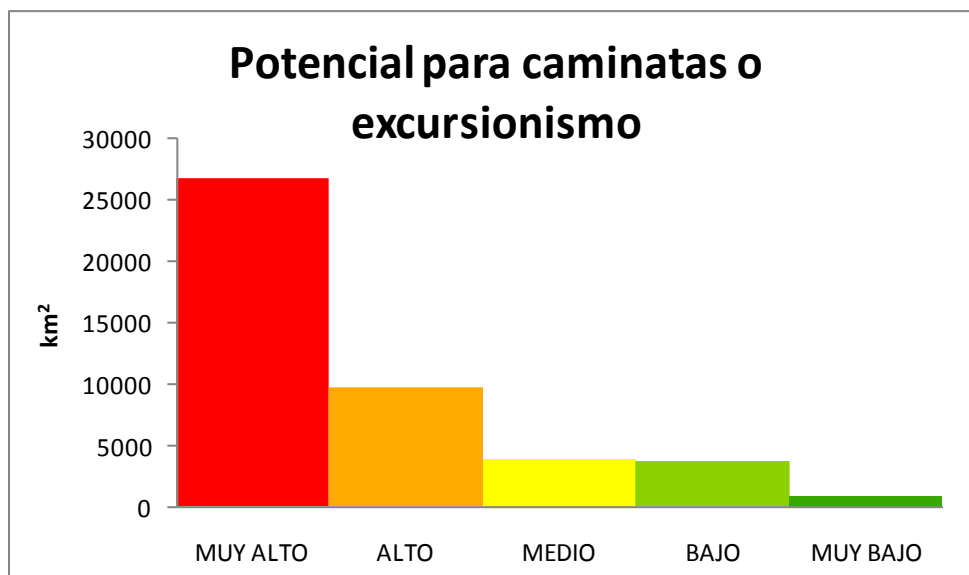


Figura 62. Histograma de frecuencia del potencial para las caminatas o excursionismo.

La caminata o excursionismo consiste en caminar a campo traviesa. Puede desarrollarse como deporte o actividad recreativa que permite el contacto directo con la naturaleza transitando senderos. La caminata puede durar una o varias horas y hasta días. No tiene grados de dificultad: sencillamente se puede dividir en fácil, moderada y difícil, según las horas y distancias de recorrido, desniveles o condiciones del terreno y clima, entre otros factores.

Las condiciones necesarias para el éxito son:

- Riqueza en flora, fauna o paisajes.
- Firmes terrizos, evitar terrenos duros, pedregales o suelos excesivamente blandos.
- Pueden existir fuertes pendientes, pero no deben ser excesivas.

Casi 37 000 km² del área poseen potencial alto y muy alto para el desarrollo de esta actividad. Sin embargo, la misma requiere de una buena planificación y si va a durar varios días, es necesario garantizar todos los suministros necesarios para las necesidades básicas de los ecoturistas, así como una comunicación adecuada con la base, por cualquier eventualidad.

10.8.3.7 Potencial natural para la foto y fonocaza

Las Figuras 64 y 65 presentan la distribución del potencial natural para la foto y fonocaza.

La foto y fonocaza son actividades típicas de áreas que poseen elevados valores faunísticos, en especial de aves o de reptiles y de alguna forma, es una actividad ecoturística que pretende sustituir la caza deportiva. Ella consiste en la captura de imágenes y sonidos de la naturaleza, que el turista puede llevar consigo como trofeos sin afectar la fauna del área. Requiere una planificación rigurosa que no afecte los ritmos naturales de la fauna.

Las condiciones para el éxito son:

- Alta riqueza de fauna.
- Alto endemismo de fauna.
- Transitabilidad y accesibilidad.

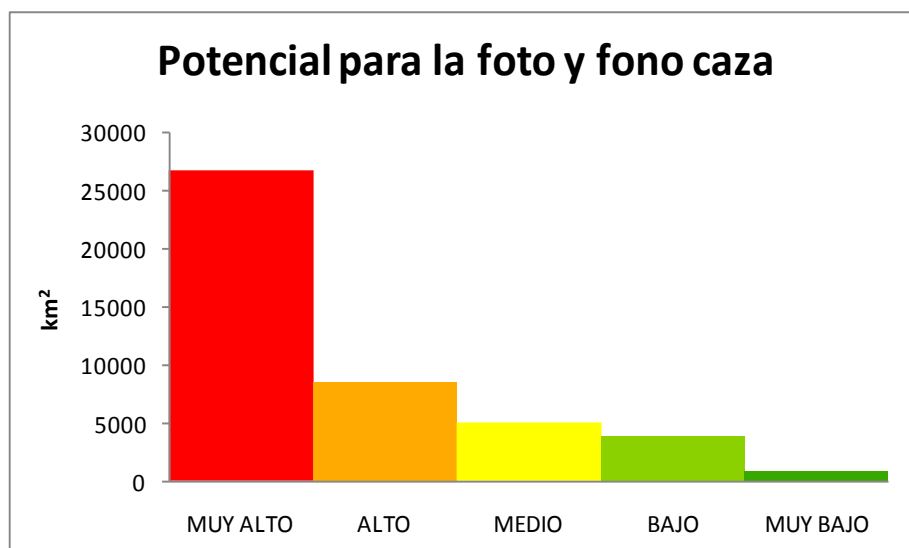


Figura 64. Histograma de frecuencia del potencial para la foto y fonocaza.

No obstante, se requiere respeto por los ciclos de la fauna silvestre y de personal que pueda decidir la carga de ecoturistas para diferentes momentos del año.

El área de estudio cuenta con alrededor de 33 000 km² con alto y muy alto potencial para la implementación de esta actividad. Ello significa que se cuenta con recursos suficientes para desarrollar exitosamente esta actividad, pero la misma requiere de una rigurosa planificación. Puede ocurrir que no en todos los geosistemas se admita la misma carga de turistas y que no se pueda desarrollar esta actividad en determinados momentos del año.

10.8.3.8 Potencial natural para el montañismo

La Figuras 66 y 67 ofrecen la distribución del potencial natural para el montañismo en la Sierra Tarahumara.

El montañismo son recorridos o caminatas a campo traviesa. Consisten en largas caminatas de uno, dos o más días, a través de senderos naturales y disponiendo de mochilas, alimentos ligeros, y sacos de dormir u hamacas que permitan pernoctar al aire libre en cualquier lugar. A diferencia del excursionismo o caminatas, en este caso si se admiten fuertes pendientes. Es una actividad que requiere condiciones físicas adecuadas en los ecoturistas y es siempre preferible realizarla con guías especializados, que deben incluir a personas de la población local, conocedoras de los pobladores y del territorio.

Las condiciones para el éxito son:

- Zonas montañosas de interés.
- Diferentes paisajes naturales y con heterogéneo grado de dificultad.
- Alta riqueza y endemismo flora y fauna.

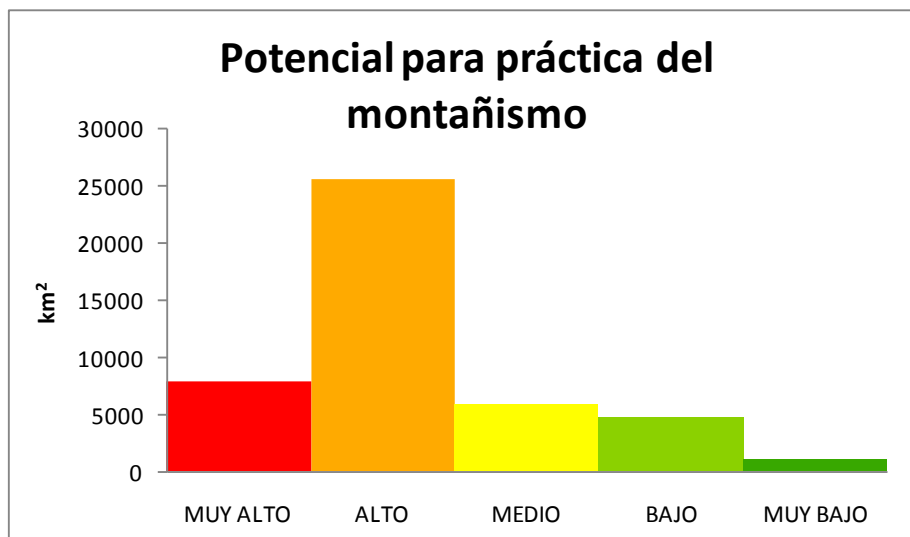


Figura 66. Histograma de frecuencia del potencial para el montañismo.

Alrededor de 32 000 km² del área poseen alto o muy alto potencial para el desarrollo de esta actividad. Ello significa que se poseen los recursos y el espacio necesario para implementar exitosamente esta actividad, no obstante, requiere una rigurosa planificación (del recorrido y el avituallamiento necesarios) y guías que conozcan el territorio lo más posible. No siempre se pueden prever de forma exitosa todas las situaciones meteorológicas u otra eventualidad, por ello, es necesario tener una comunicación segura con la base y planes de contingencias ante cualquier accidente.

10.8.3.9 *Potencial natural para la observación de aves*

Las Figuras 68 y 69 presentan la distribución del potencial para la observación de aves. Esta actividad consiste en observar, identificar y registrar las especies de aves presentes en un ecosistema. Es una de las actividades que mayor número de visitantes mueve, entre aficionados, científicos especializados y ornitólogos. Es importante considerar en todo momento que la observación de aves exige un gran cuidado ambiental, ya que de esto dependerá poder o no observarlas. El observador busca principalmente la experiencia y el disfrute de encontrarse de cerca con diferentes especies de aves de coloridos plumajes y sonoros cantos. Además de este placer auditivo y visual, procura la satisfacción de identificar la especie observada.

Las condiciones necesarias para el éxito son:

- Caminos.
- Zonas bien conservadas y protegidas.

- Alta diversidad de avifauna y de relativa concentración.
- Alta riqueza y endemismo de la avifauna.
- Alta riqueza de flora y fauna.
- Alta diversidad de paisajes.

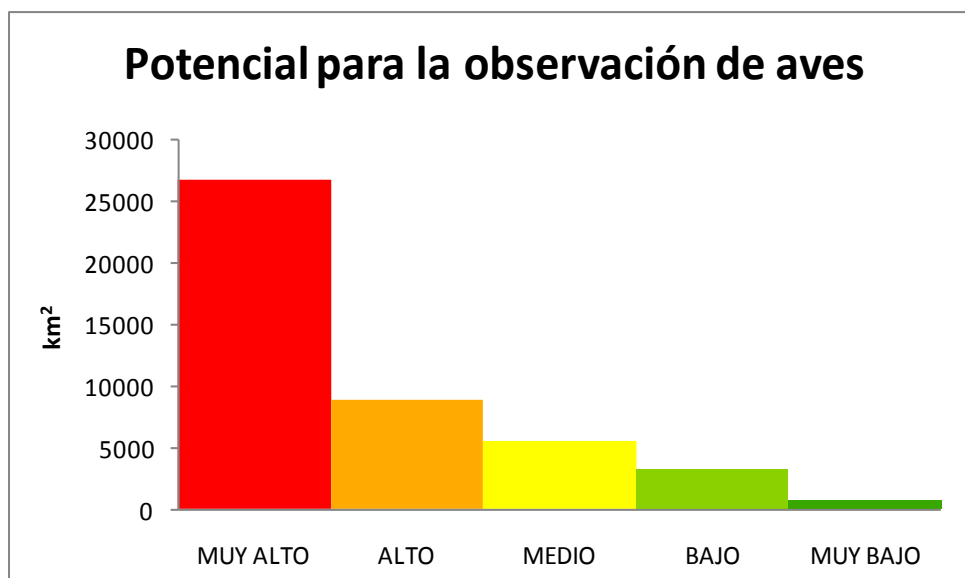


Figura 68. Histograma de frecuencia del potencial para la observación de aves.

Quizás uno de los potenciales naturales para el ecoturismo más importantes que posee la Sierra Tarahumara. Cerca de 34 000 km² del territorio poseen alto o muy alto potencial para el desarrollo de esta actividad. La observación de aves es una de las actividades que más ganancias netas deja en el turismo ecológico (y que más beneficia a la población local). Sin embargo, hay que planificar muy bien su ejecución. Es necesario tener claro que carga de turistas y en cuales momentos del año se pueden llevar a las áreas naturales. Hay que crear condiciones adecuadas para el sector del turismo que acude a disfrutar de esta actividad. Su éxito está garantizado en potenciales altos y muy altos, pero incluso con potenciales medios puede implementarse.

10.8.3.10 Potencial natural para la observación de flora y fauna silvestre

Las Figuras 70 y 71 presentan la distribución espacial del potencial para la observación de flora y fauna silvestre. Esta es una actividad recreativa, donde el turista puede ser principiante o experto, y consiste en disfrutar de la presencia de la vida animal en su hábitat natural. No exige la especialización del observador de aves, pero por lo mismo es preferible la asistencia de guías especializados.

Las condiciones necesarias para el éxito son:

- Alta diversidad de paisajes.
- Alta riqueza de flora y fauna.
- Alto endemismo flora y fauna.

Al igual que en el caso anterior, alrededor de 33 000 km² del área poseen alto o muy alto potencial para el desarrollo de esta actividad. A diferencia de la observación de aves, en este caso los potenciales medio (o menores) no logran cumplir las expectativas de éxito. Como en este caso los turistas pueden ser principiantes, es necesario contar con guías especializados que tengan cierta experiencia.

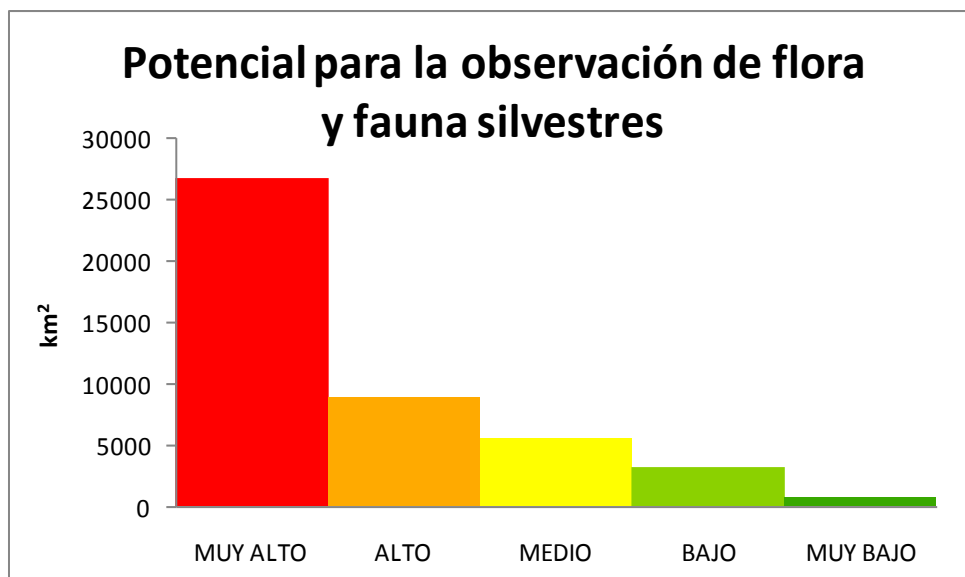


Figura 70. Histograma de frecuencia del potencial para la observación de flora y fauna silvestre.

10.8.3.11 Potencial natural para el senderismo

Las Figuras 72 y 73 muestran la distribución del potencial natural para el senderismo en la Sierra Tarahumara.

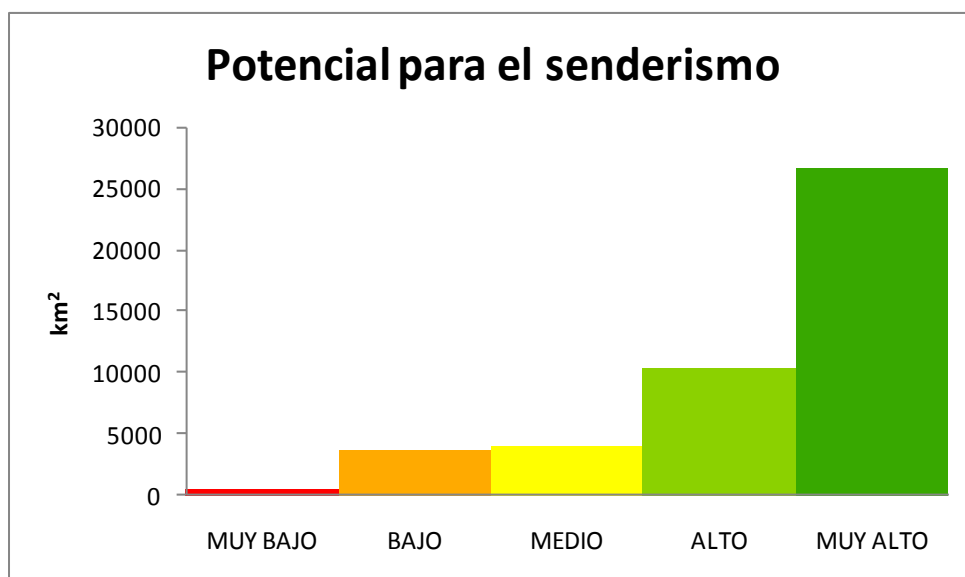


Figura 72. Histograma de frecuencia del potencial para el senderismo.

El senderismo es una actividad donde el visitante transita a pie o en transporte no motorizado por un camino a campo traviesa (sendero), equipado con cédulas de información y señalamientos o guiado por personas de la comunidad. El principal objetivo del sendero interpretativo es dar a conocer el ecosistema al visitante en materia de semillas, usos y nombres de las plantas, especies en peligro de extinción, especies de animales observables, etc., de manera que al término del recorrido el visitante haya disfrutado el contacto directo con la naturaleza y adquirido conocimientos que lo motivarán a respetarla más.

Las condiciones para el éxito son:

- Cercanía a cuerpos de agua naturales (lagos, ríos).
- Caminos ya establecidos preferentemente no asfaltados (ancho de 1 a 1.5 m y longitud de 400 a 3000 m).
- Cercano a centros de población.
- Relieve favorable al tránsito (pendientes máximas de 5°-10°).
- Evitar la erosión. En algunos casos, es recomendable recubrir parte del sendero con madera local u otra solución que evite la pérdida de suelos.
- Firmes terrizos, evitar terrenos duros, pedregales o suelos excesivamente blandos.
- Alta riqueza en flora, fauna o paisajes.
- La densidad de la vegetación debe permitir la observación.
- Alto endemismo flora y de fauna.

En el territorio se dispone de aproximadamente 38 000 km² con alto o muy alto potencial para la realización del senderismo. Ello asegura el probable éxito de esta actividad. No obstante, es necesario considerar que un sector importante de los ecoturistas que disfrutan de esta modalidad, son personas de la tercera edad. Ello condiciona que los senderos deben estar bien diseñados, que sean fácilmente transitables y preparar varias modalidades en tiempo, o sea, opciones de 30 minutos hasta máximo de 2 horas.

Potencial natural para la contemplación de paisajes naturales en la Sierra Tarahumara

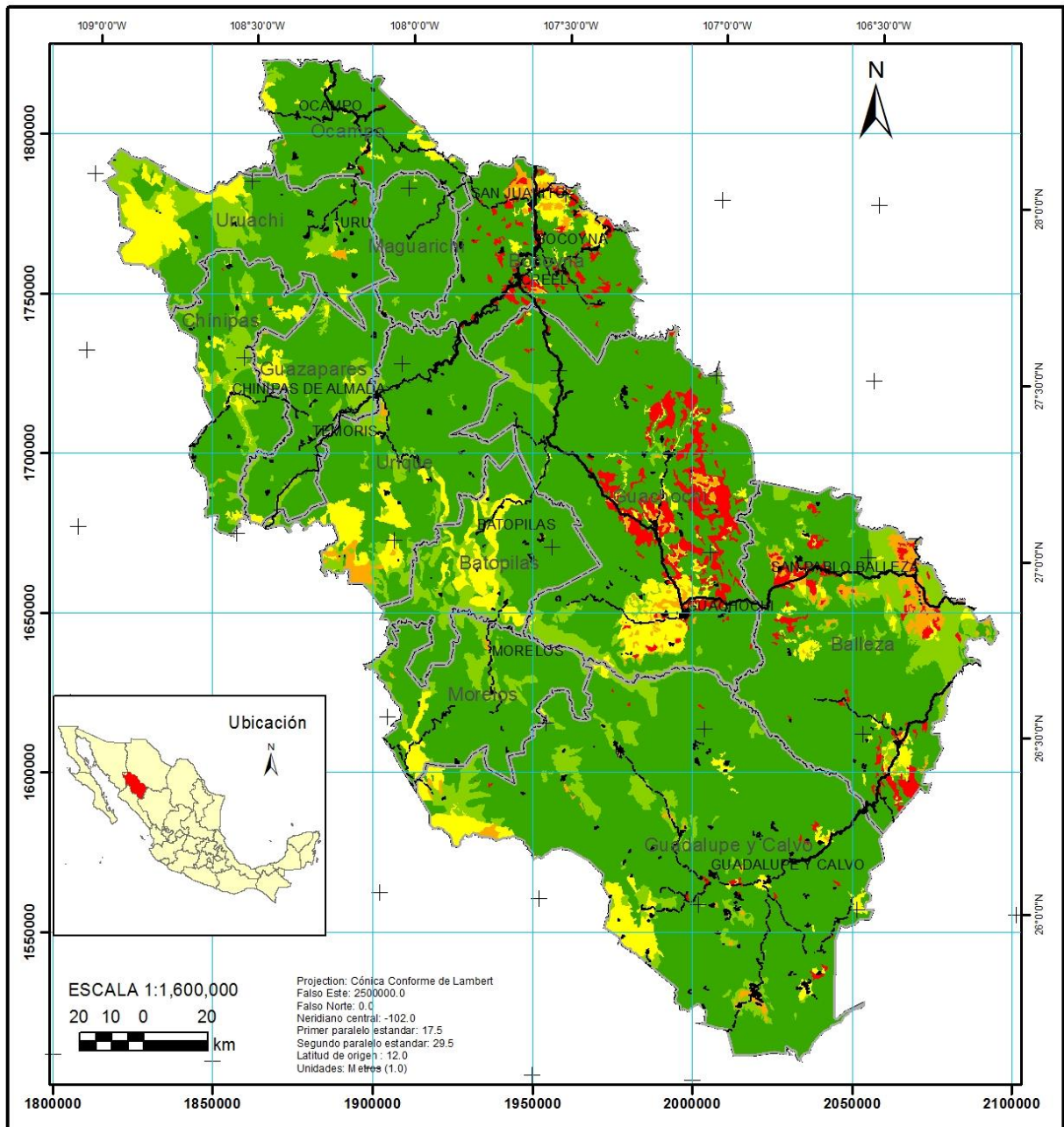


Figura 53. Potencial natural para la contemplación de paisajes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Potencial natural para practicar ciclismo de montaña en la Sierra Tarahumara

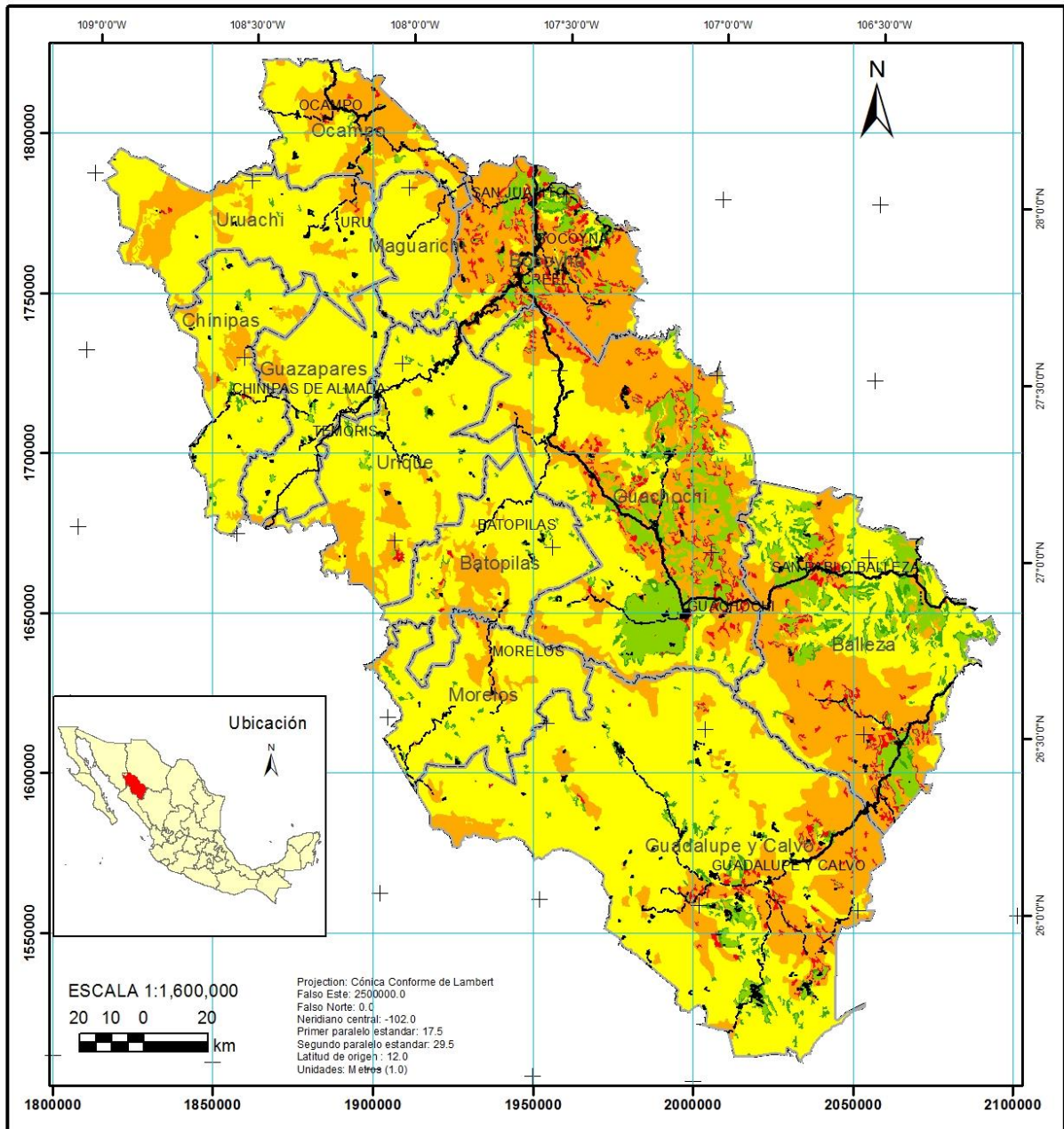


Figura 57. Potencial natural para el ciclismo de montaña en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Potencial natural para practicar escalada en roca en la Sierra Tarahumara

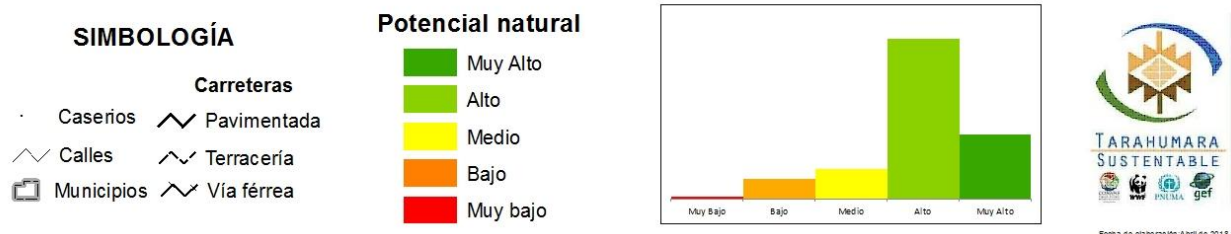
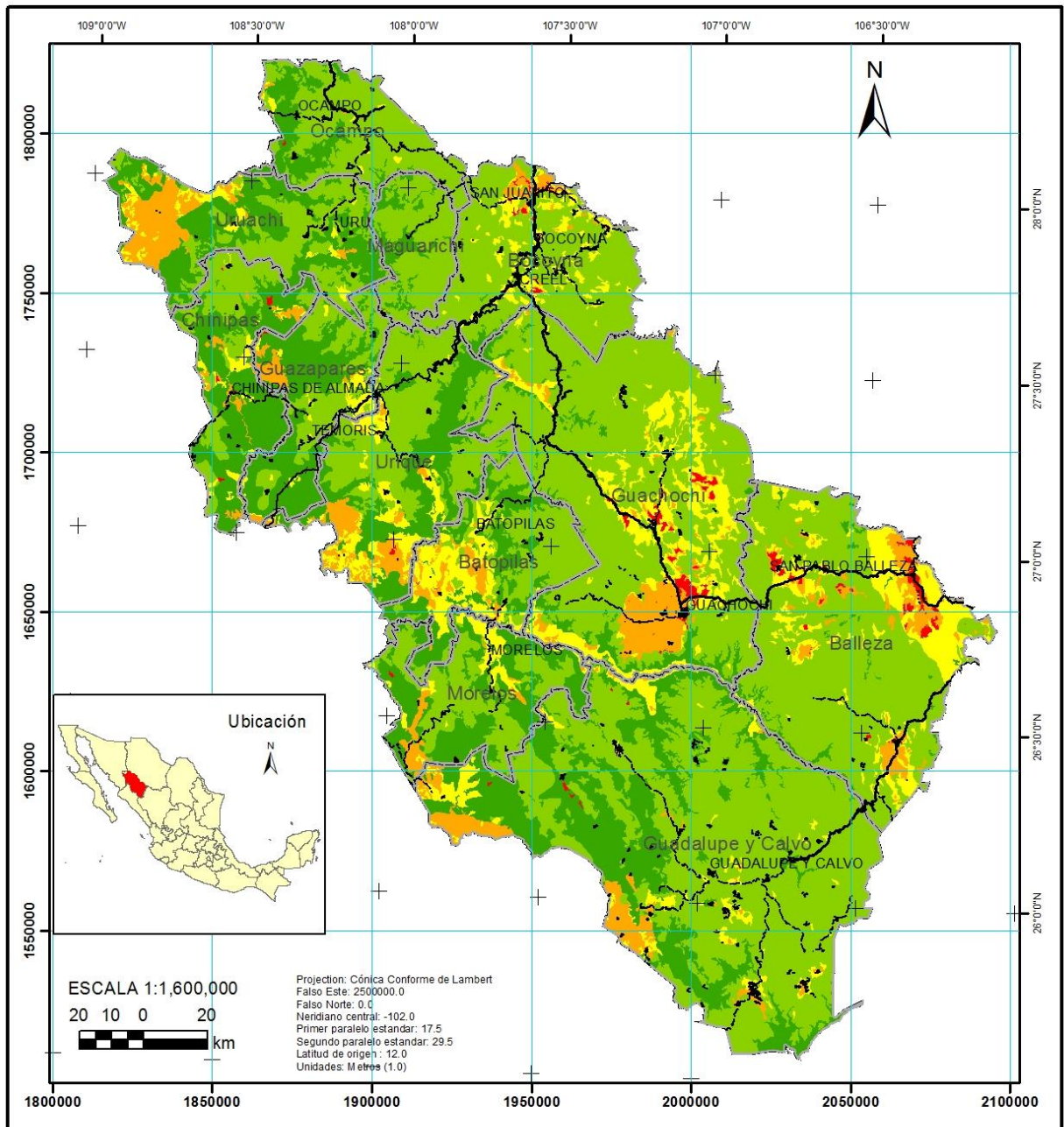


Figura 59. Potencial natural para la práctica de escalada en roca en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Potencial natural para el espeleoturismo en la Sierra Tarahumara

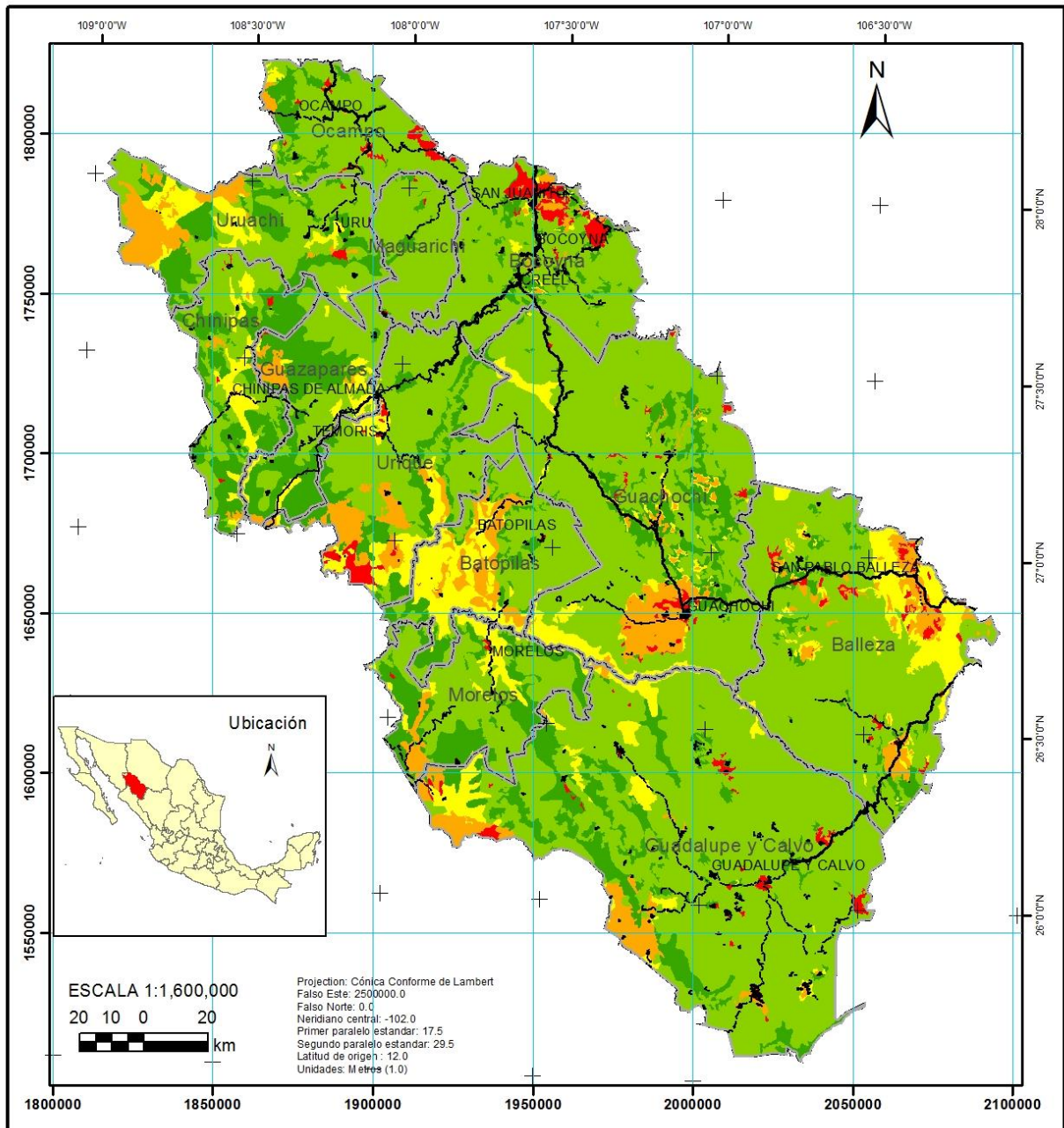


Figura 61. Potencial natural para el espeleoturismo en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Potencial natural para la realización de caminatas o excursionismo en la Sierra Tarahumara

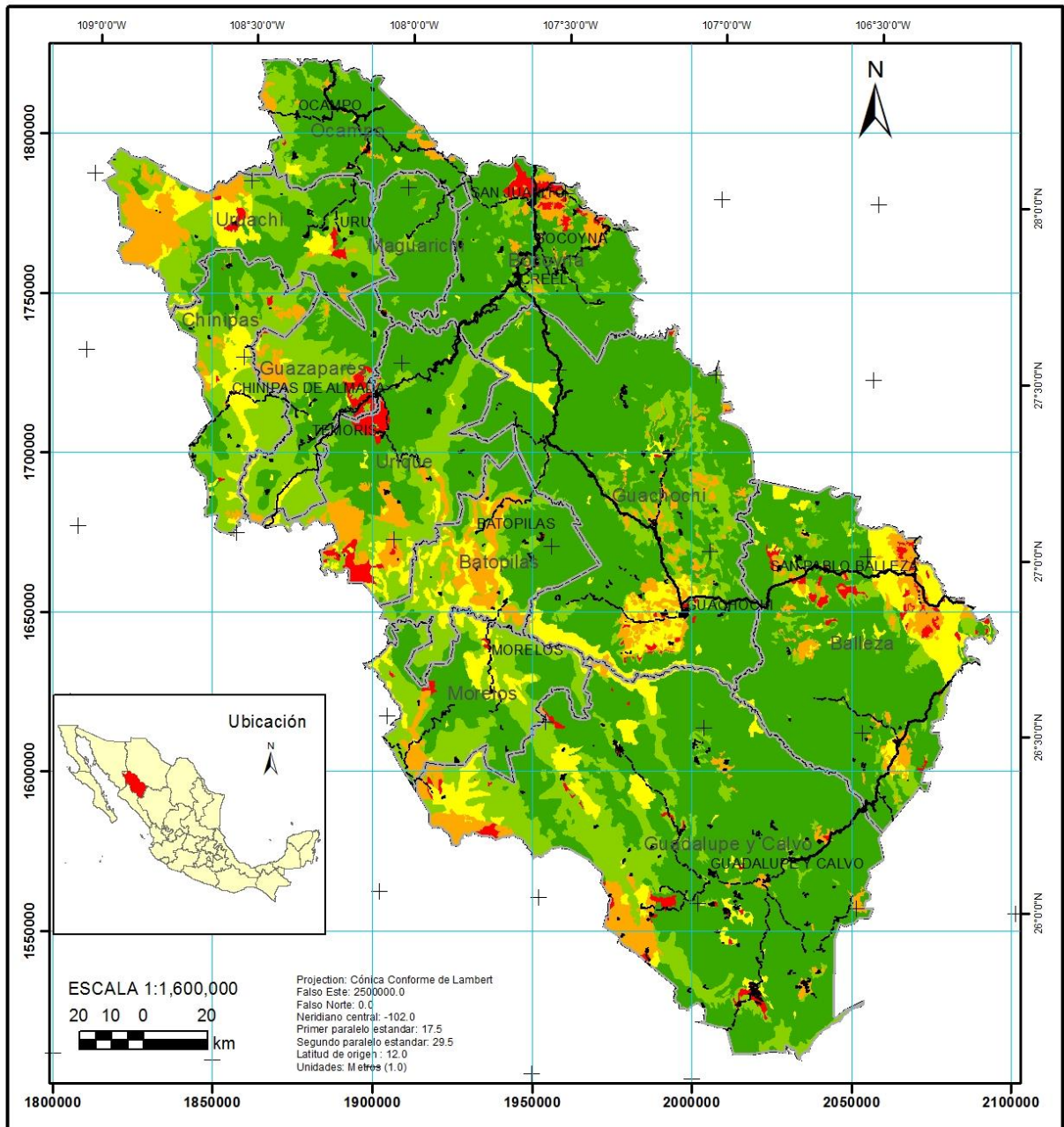
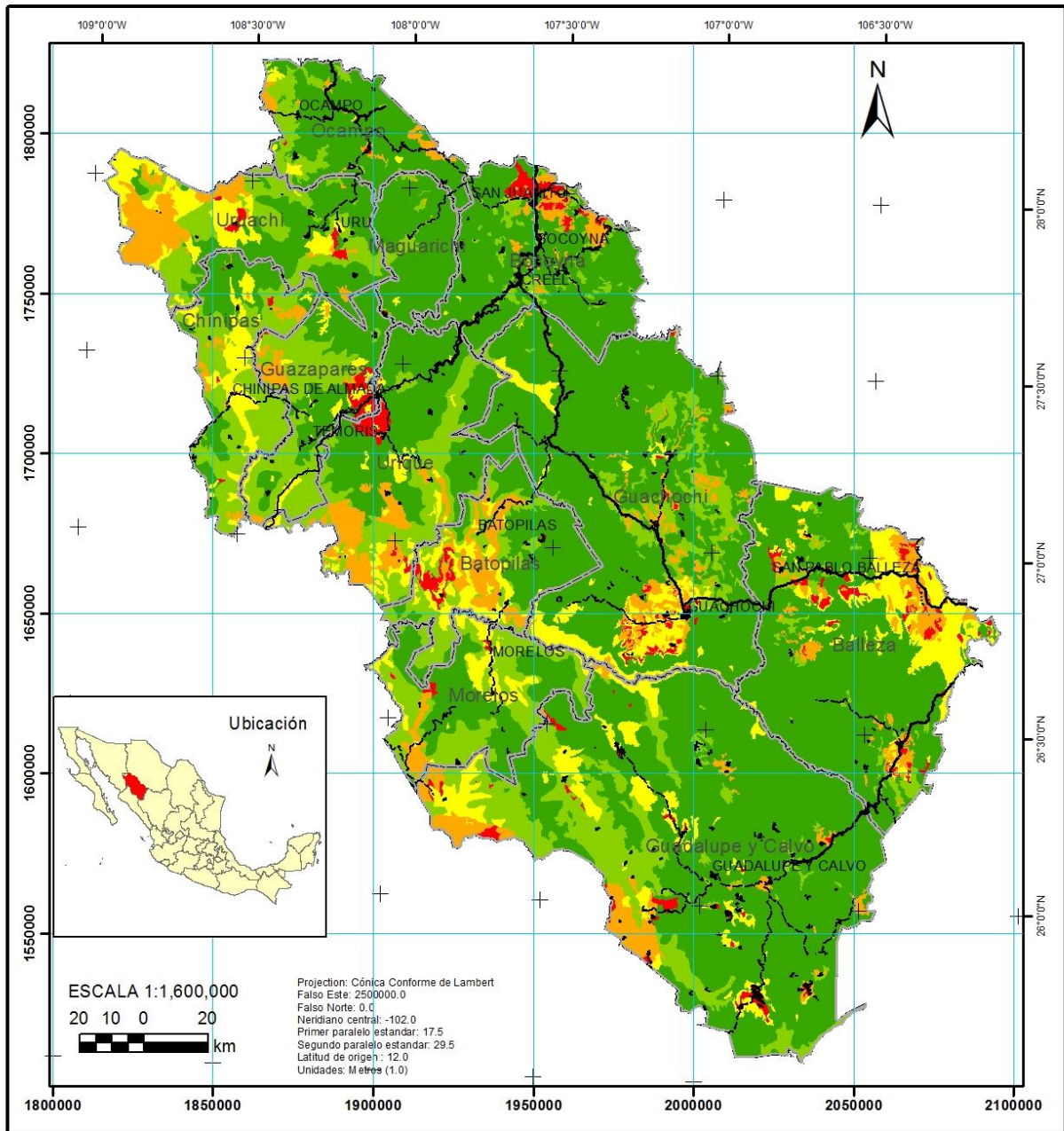


Figura 63. Potencial natural para la realización de caminatas o excursionismo en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

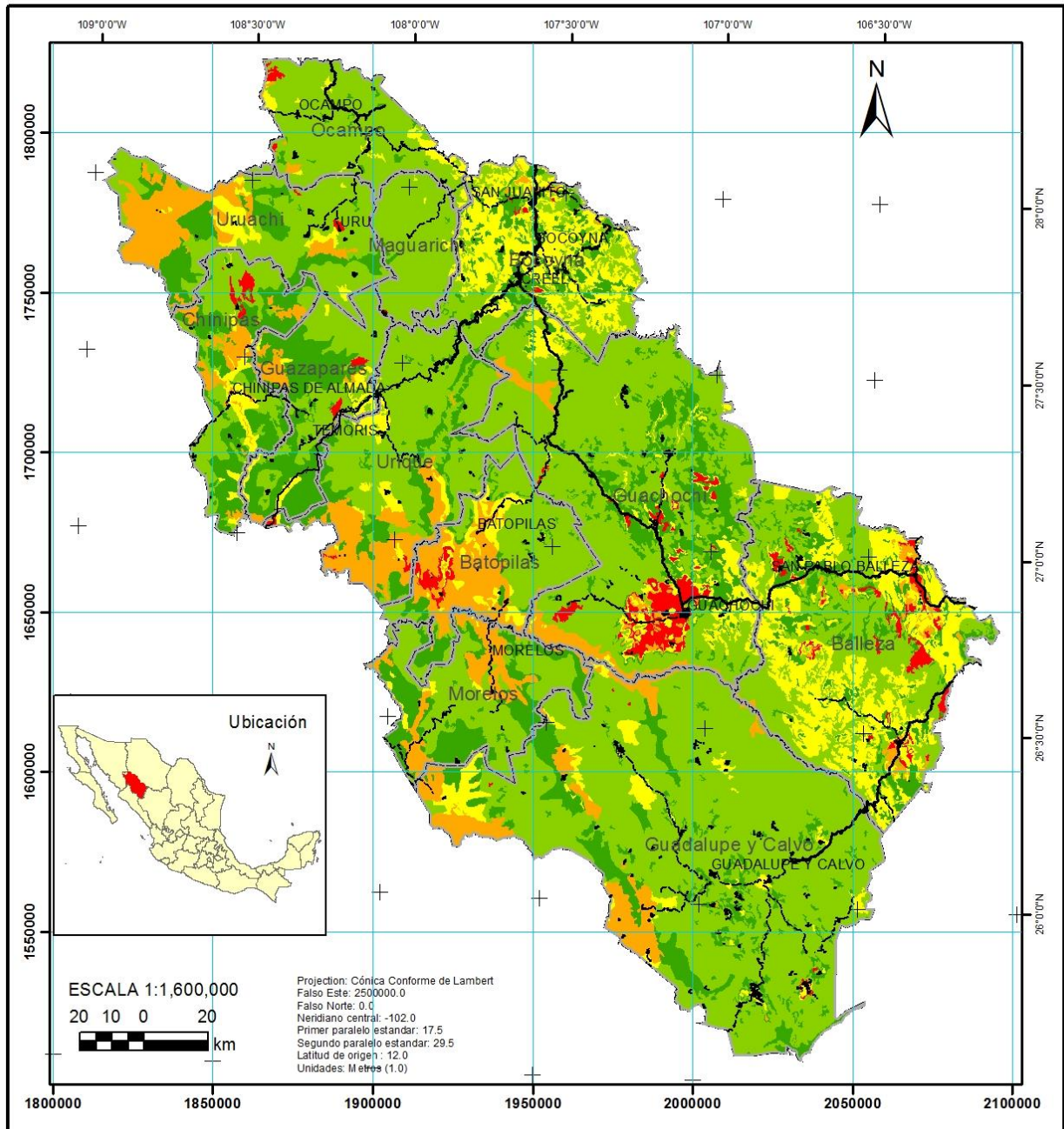
Potencial natural para foto y fonocaza en la Sierra Tarahumara



Fecha de elaboración: Abril de 2018

Figura 64. Potencial natural para foto y fonocaza en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Potencial natural para la práctica de montañismo en la Sierra Tarahumara



Fecha de elaboración: Abril de 2018

Figura 65. Potencial natural para montañismo en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Potencial natural para la observación de aves silvestres en la Sierra Tarahumara

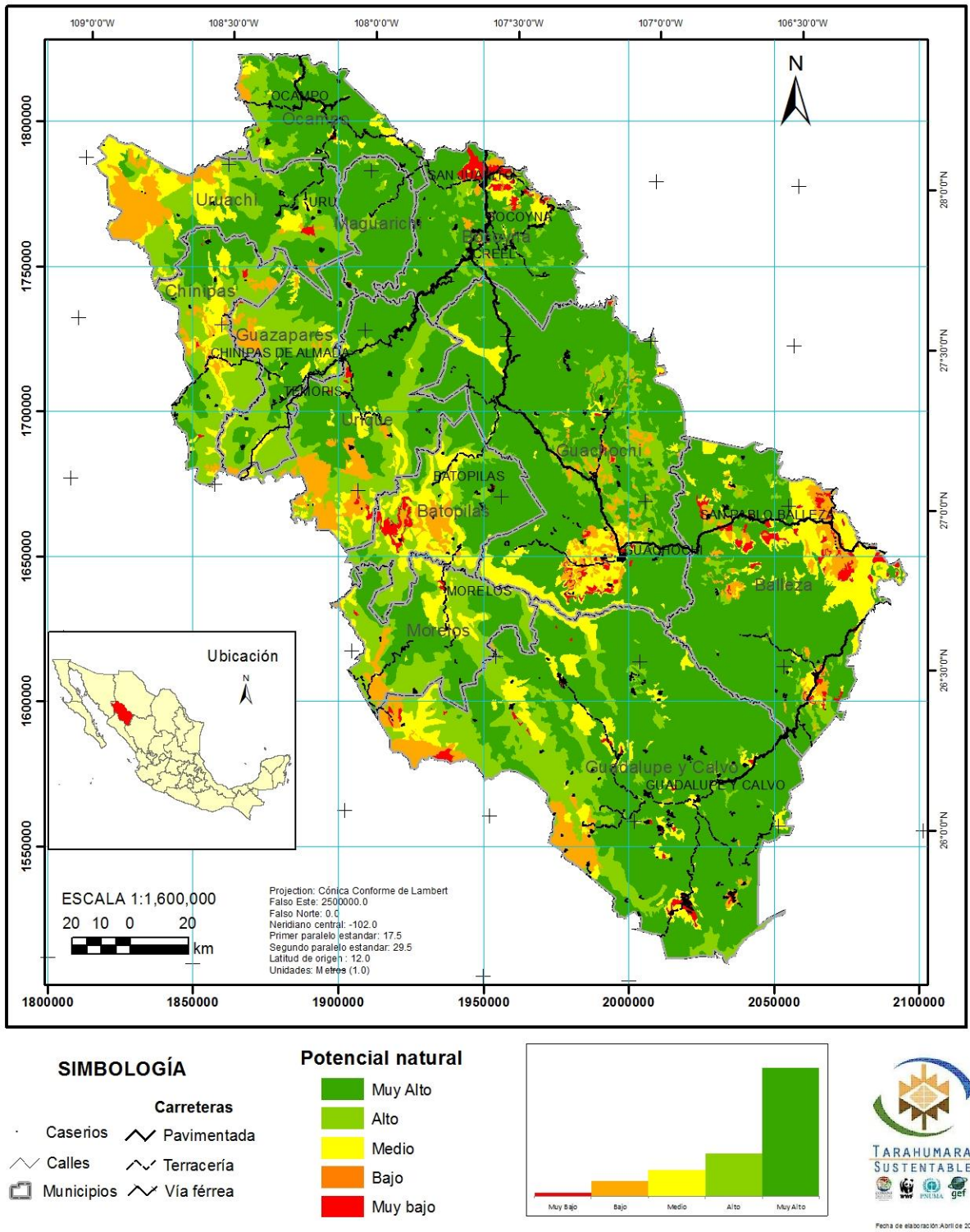


Figura 66. Potencial natural para la observación de aves en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Potencial natural para la observación de flora y fauna silvestres en la Sierra Tarahumara

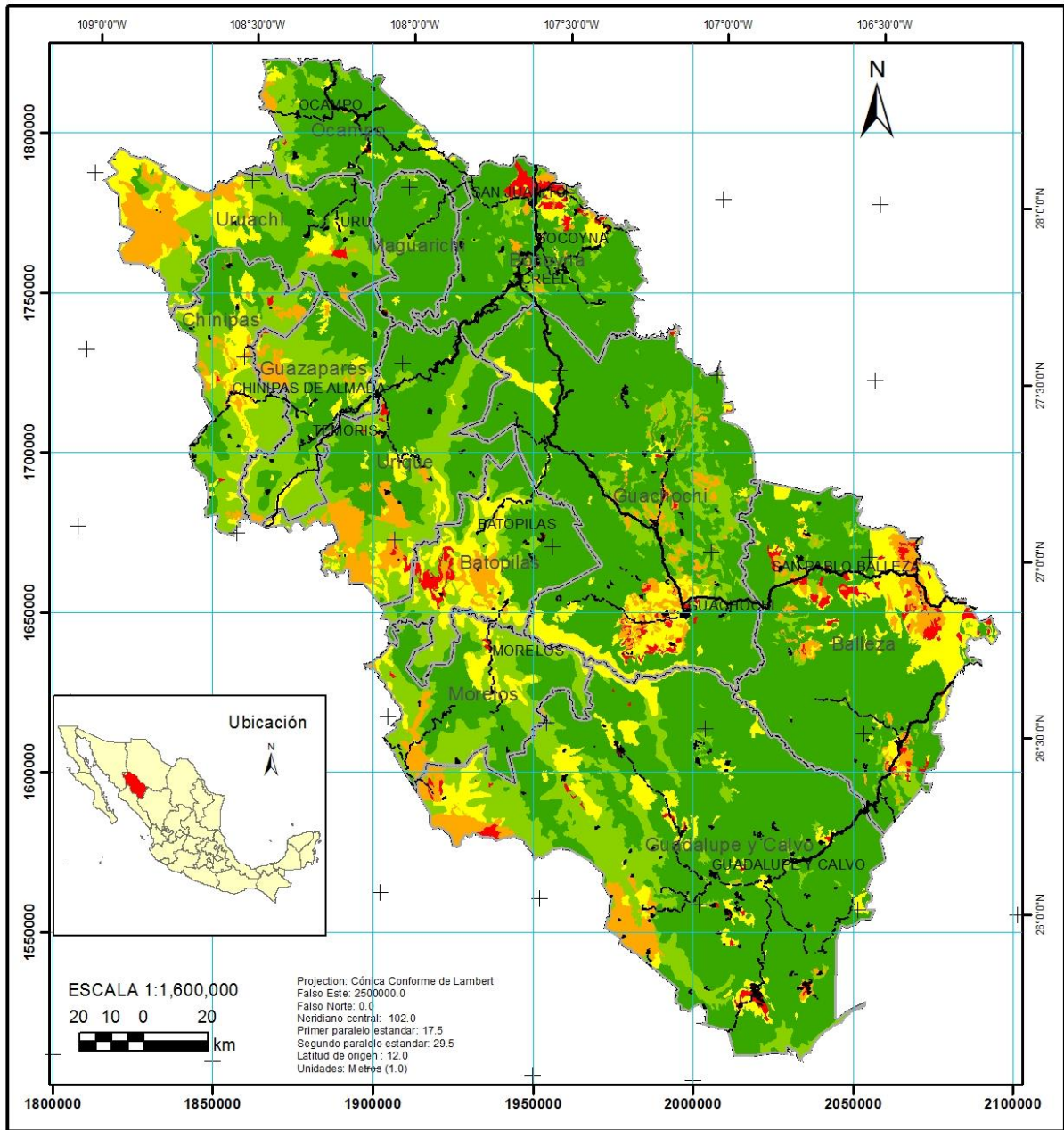


Figura 67. Potencial natural para la observación de flora y fauna en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

Potencial natural para la realización de senderismo en la Sierra Tarahumara

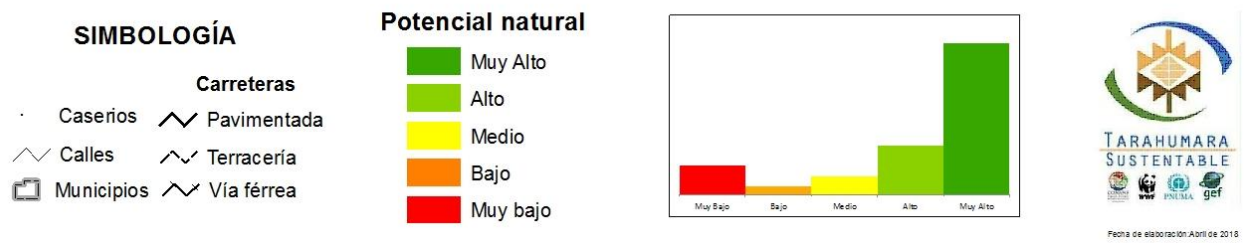
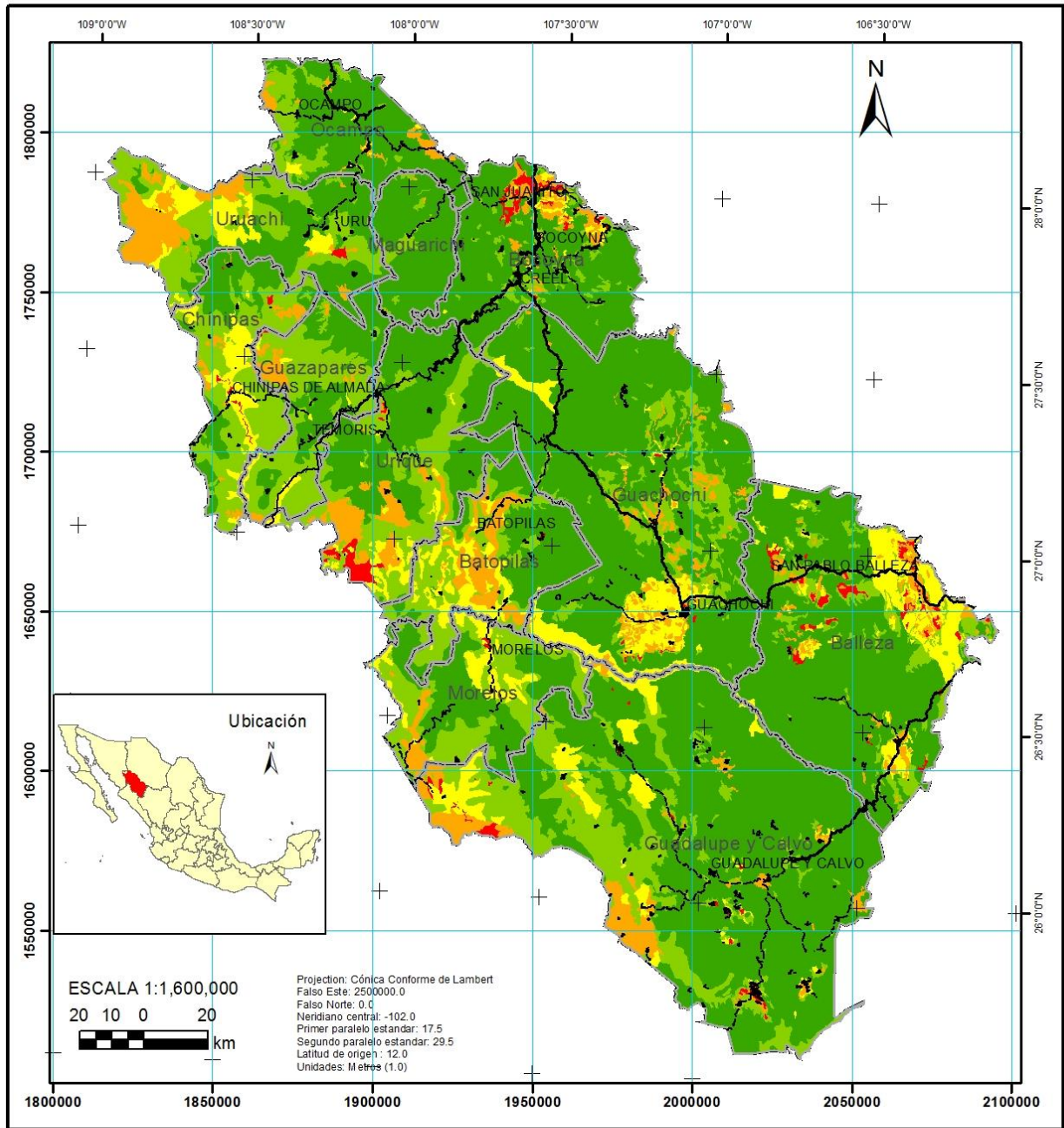


Figura 68. Potencial natural para el senderismo en la Sierra Tarahumara, Chihuahua.

10.8.3.12 *Potencial natural para actividades ecoturísticas en la Sierra Tarahumara, Chihuahua*

Las Figuras 74 y 75 presentan un resumen del potencial natural para el ecoturismo en la Sierra Tarahumara.

El mapa de la Figura 75 muestra aquellas unidades donde existe el máximo potencial natural para la implementación de las actividades ecoturísticas. Como se puede apreciar en la Figura 74, más de 34 000 km² del territorio poseen potencial alto o muy alto para el ecoturismo. No obstante, en la Figura 75 se señalan con símbolos pictóricos, aquellas unidades donde son óptimas las unidades para determinadas actividades ecoturísticas. Es importante que esto se tenga en cuenta en etapas posteriores del ordenamiento ecológico. La Zona 1 (más de 31 000 km²) es la ideal para la implementación de actividades de ecoturismo, pues son condiciones óptimas para 9-10 actividades y existe espacio geográfico suficiente. La Zona 2 debe dejarse para aquellas modalidades que no tienen potencial en la Zona 1. El resto de las Zonas solo deben ocuparse en actividades para las que posean máximo potencial.

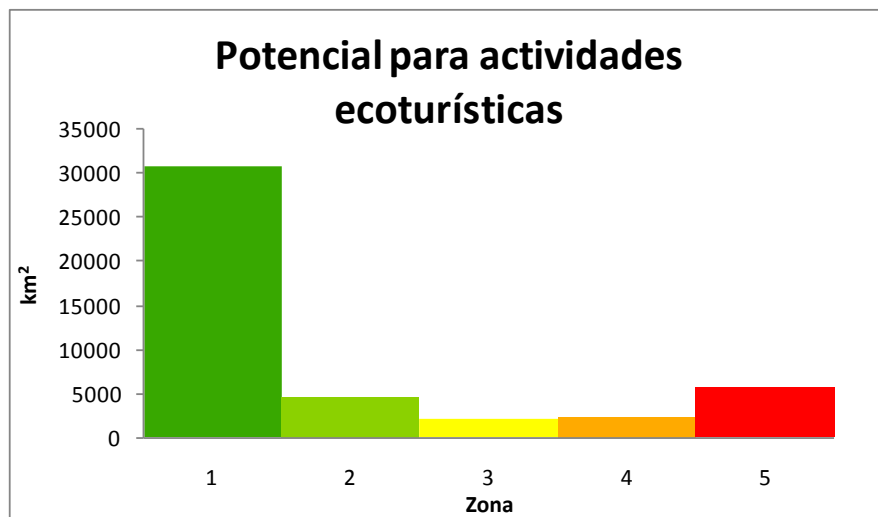


Figura 74. Histograma de frecuencia del potencial natural para el ecoturismo en la Sierra Tarahumara.

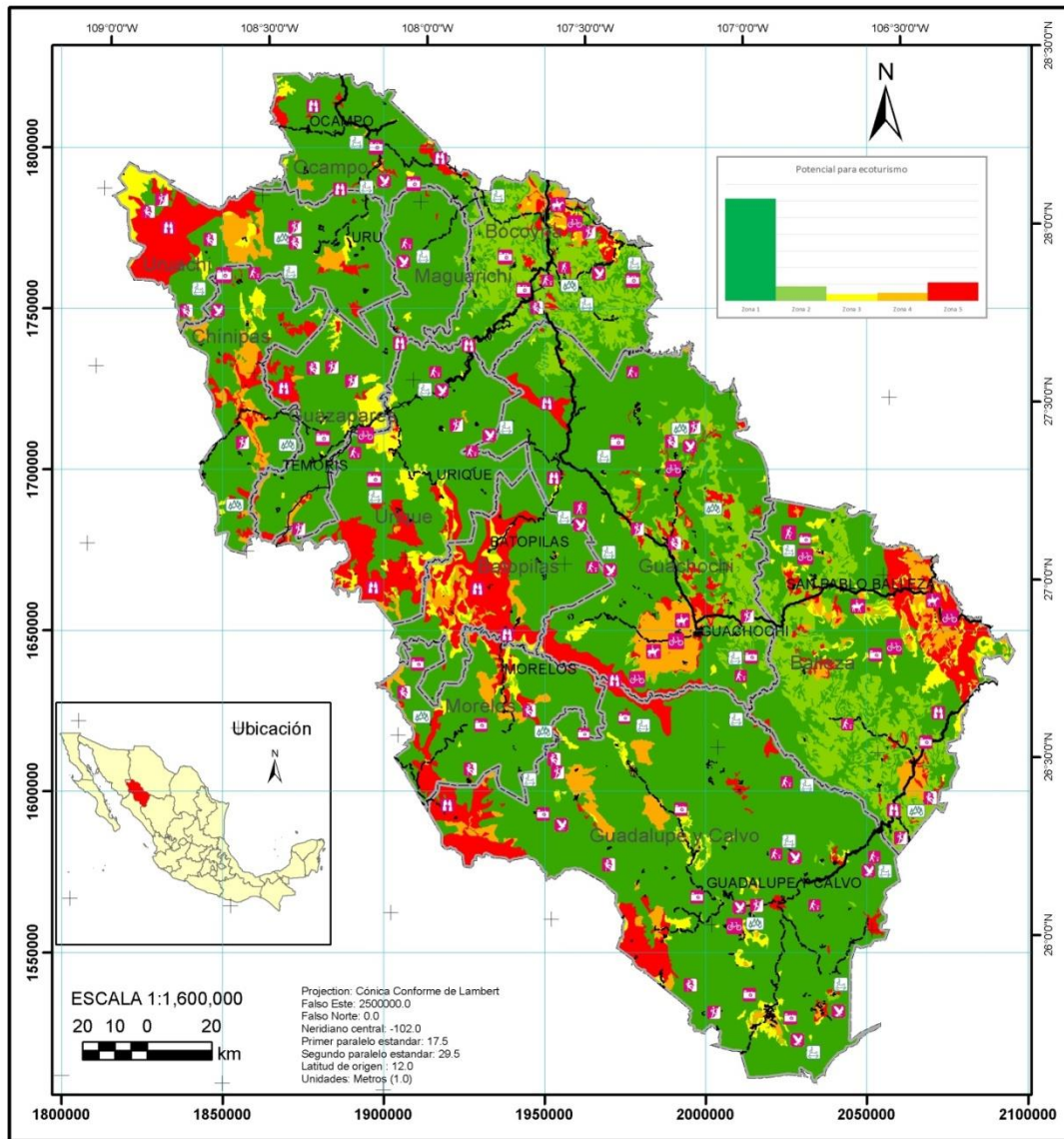
Algunas consideraciones que deben tenerse en cuenta son las siguientes:

a)- Varias actividades poseen importante potencial en el área de estudio, específicamente la observación de aves es una actividad que pudiera resultar sumamente exitosa y que puede dejar importante derrama económica para la población local. Sin embargo, necesita un diseño cuidadoso y una contraparte que se ocupe de traer al turismo especializado.

b)- Muchas unidades coinciden en poseer óptimas condiciones para la implementación de varias actividades al unísono. No obstante, algunas actividades no deben hacerse coincidir con otras. Afortunadamente, existe espacio suficiente en el territorio y solo se trata de elaborar el diseño adecuado.

c)- Actividades como los Paseos en Caballo poseen un potencial muy restringido, coincidiendo con las condiciones montañosas del territorio. En estos casos, debe implementarse en aquellas unidades que posean potencial suficiente. En ningún caso una actividad ecoturística debe llevarse a cabo en unidades que no posean potencial natural para su implementación, sin importar la demanda.

Potencial Natural para Actividades Ecoturísticas de la Sierra Tarahumara



SIMBOLOGÍA

<ul style="list-style-type: none"> ● Caserios — Calles □ Municipios 🚴 Ciclismo 🧗 Escalada 	<ul style="list-style-type: none"> — Carreteras — Pavimentada — Terracería — Vía férrea 🏠 Contemplación del paisaje 🌿 Observación Flora y Fauna 	<ul style="list-style-type: none"> 🧗 Espeleoturismo 🏃 Excursionismo 🏔 Montañismo 📷 Foto y Fono Caza 	<ul style="list-style-type: none"> 🐎 Paseo a caballos 🐦 Observación de aves 🧑 Senderismo
--	---	---	---

Zona 1
Potencial para realizar entre 9 y 10 actividades de ecoturismo: Principalmente, senderismo, observación de aves, observación de flora y fauna, contemplación de paisajes, foto y fonocaza, excursionismo, montañismo, escalada y espeleología.

Zona 2
Potencial para realizar entre 7 y 8 actividades de ecoturismo: Principalmente, senderismo, observación de aves, observación de flora y fauna, foto y fonocaza, excursionismo, montañismo, espeleología y ciclismo.

Zona 3
Potencial para realizar entre 4 y 6 actividades de ecoturismo: Senderismo, observación de aves, observación de flora y fauna, foto y fonocaza.

Zona 4
Potencial para realizar entre 2 y 3 actividades de ecoturismo: Contemplación de paisaje, paseo a caballo, escalada.

Zona 5
Potencial para realizar principalmente contemplación del paisaje



Figura 75. Potencial natural para actividades ecoturísticas de la Sierra Tarahumara.

11 Taller de Resultados del Proyecto “BASES BIOFÍSICAS PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA SIERRA TARAHUMARA, CHIHUAHUA, MÉXICO.”

Los días 17 y 18 de Mayo de 2018 se realizó un Taller para la presentación de los resultados finales del Proyecto. El Taller, en un principio diseñado para un día, se extendió a dos para dar la oportunidad a que todos los participantes pudiesen discutir y aclarar las dudas que tuviesen sobre los resultados del Proyecto. Asistieron más de 35 personas y en el Anexo 4 se presenta la Bitácora Fotográfica del evento, donde se pueden apreciar al Geoinformático Eduardo Isunza Vera, al M. en C. Carlos Troche Souza y al Dr. Ángel G. Priego Santander, tanto impartiendo clases y aclarando dudas, como entregando el último día, los correspondientes diplomas a los participantes. Además, se anexan fotos de las Actas de Asistencia, debidamente firmadas.

12 Conclusiones

- 1- El enfoque teórico-metodológico de la Geografía Física Compleja o Geografía del Paisaje, ha permitido distinguir los ecosistemas geográficos del territorio y realizar un inventario de la heterogeneidad geoecológica del mismo, en ambos casos a la escala 1:250 000.
- 2- El clima, el relieve y la composición litológica son los principales factores de diferenciación geoecológica en la Sierra Tarahumara. Debido a su variabilidad geográfica se lograron diferenciar 4 Clases de paisajes, 20 Subclases de paisajes; 85 Localidades; 97 Comarcas complejas y 244 Comarcas simples, a la escala 1:250 000.
- 3- En el territorio predominan de manera clara los paisajes de montañas volcánicas y estructurales en climas templados subhúmedos. Los suelos y la cobertura vegetal se subordinan a esta diferenciación.
- 4- La Sierra Tarahumara presenta una elevada heterogeneidad geoecológica la cual se expresa en los siguientes indicadores:
 - a)- Una elevada riqueza de paisajes; 86 % de las unidades del territorio presentan alta o muy alta riqueza de geosistemas.
 - b)- Predominan los paisajes de complejidad tipológica media en más de 63 % del territorio y de manera clara los paisajes con complejidad corológica baja y muy baja, pues entre ambos cubren más de 91 % de la superficie total.
 - c)- La Sierra Tarahumara es un territorio de gran geodiversidad. Predominan la alta y muy alta diversidad paisajística (70 % del área) y los paisajes con máxima diversidad en más de 86 % del territorio (alta y muy alta diversidad máxima).
 - d)- En correspondencia con lo anterior, más de 96 % del área presenta alto y muy alto fraccionamiento paisajístico y contrastantemente, más de 8,000 km² son áreas de muy elevada rareza o singularidad geoecológica.
- 5- El territorio presenta elevados valores de heterogeneidad geoecológica (riqueza y diversidad de paisajes), lo cual asegura condiciones adecuadas para una significativa biodiversidad. Esto debe ser considerado en la toma de decisiones sobre el manejo de los recursos naturales.
- 6- En la Sierra Tarahumara predominan de manera clara los paisajes con Bajo y Muy Bajo grado de antropización de la cobertura vegetal de los paisajes. Este hecho avala los

esfuerzos de conservación en el territorio. Por otra parte, los paisajes más degradados se asocian a la actividad minera y a los asentamientos humanos, pero su porcentaje no amenaza la geodiversidad existente.

- 7- La identificación de corredores que permiten la conectividad entre ANPs de la Sierra Tarahumara fortalecerá la implementación de estrategias de conservación y mantenimiento de la diversidad en el territorio, sobre todo considerando la inclusión de criterios que reflejan la realidad de los elementos del paisaje natural y el antrópico de la Sierra Tarahumara, lo cual ha permitido ajustar el modelo a la realidad del área de estudio. Al utilizar una zona buffer que se extendió tres kilómetros de los límites administrativos de los municipios que conforman el área de estudio, se pudo incluir la ANP Sierra de Álamos-Río Cuchujaquí y asegurar un análisis más integral de conectividad entre ANPs federales y la Sierra Tarahumara. El modelo permitió el establecimiento de siete diferentes corredores con el menor costo de distancia para la conectividad entre ANPs y se incluyó un octavo corredor que podría permitir la conectividad en zonas de la parte este de la Sierra Tarahumara. La inclusión novedosa, en este tipo de análisis, de criterios de heterogeneidad del paisaje (índices de diversidad paisajística y singularidad de los paisajes) permite asegurar que los elementos físico-geográficos estén considerados en los resultados de las posibles rutas propuestas.
- 8- La Sierra Tarahumara se destaca por su elevado potencial para la conservación de la biodiversidad, pues más de 78 % del territorio está en la categoría de alto a muy alto potencial para la bioconservación. Ello no condiciona la protección estricta de todo el territorio, al contrario, brinda la oportunidad de poder proteger y aprovechar al unísono, pues se trata de extensiones de miles de kilómetros. Sin embargo, la toma de decisiones en la práctica, exige abordar estos problemas a escalas más detalladas, por ejemplo, 1:50 000.
- 9- Debido a las condiciones geólogo-geomorfológicas, la Sierra Tarahumara no posee elevados potenciales naturales de relieve y suelos para las actividades agropecuarias. En contraste, el potencial climático es más favorable para estas actividades. No obstante, existen sectores de territorio con condiciones óptimas para el desarrollo de la agricultura y la ganadería, que sería necesario abordar a otras escalas de análisis.
- 10- Debido a lo anterior, en el área predomina el potencial natural Medio para las actividades agropecuarias. Sin embargo, esta aseveración se refiere ante todo a la agricultura tecnificada y semitecnificada. Los potenciales naturales para la agricultura tradicional sería necesario abordarlos a otras escalas más detalladas.
- 11- La Sierra Tarahumara posee extenso territorio con máximos potenciales para la implementación de actividades de turismo ecológico y tradicional. Específicamente actividades como la observación de aves, la contemplación de paisajes, la observación de flora y fauna silvestre, el excursionismo, el montañismo y el senderismo pueden resultar muy exitosas. En todos los casos se requiere un diseño adecuado y una planificación rigurosa. Es recomendable involucrar siempre a la población local en la implementación práctica de estas actividades, pues se trata de su patrimonio territorial y nadie conoce mejor la zona y sus paisajes.

13 Lecciones aprendidas

Muchas son las lecciones aprendidas durante la ejecución de este Proyecto, entre ellas, se pueden mencionar como las más importantes al menos dos: a) los conocimientos adquiridos sobre el territorio y b) la constatación real en condiciones de campo del impacto de los cambios climáticos globales, pues se encontraron tipos de vegetación en clases climáticas, que hace 10 años atrás no eran aceptadas por la mayoría de los especialistas. Sin embargo, la testificación de este fenómeno, necesita de monitoreo a mediano plazo y mayor profundidad en la escala de análisis (escalas más detalladas; 1:50 000 – 1:25 000 o mayores).

14 Continuidad

Los autores consideran a la luz de los resultados encontrados, que es evidente la necesidad de emprender investigaciones a escalas más detalladas (1:50 000- 1:25 000) que permitan profundizar en las propiedades de estos paisajes, al menos en algunas áreas seleccionadas. Asimismo, la implementación de las actividades ecoturísticas no se puede llevar a cabo a la escala regional 1:250 000, si no, que necesita de escalas de detalle similares a las anteriores.

15 Participantes

Geoinformático Eduardo Isunza Vera, Dr. Ángel G. Priego Santander y M. en C. Carlos H. Troche Souza.

16 Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto Tarahumara Sustentable, la posibilidad de participar en las investigaciones sobre este importante territorio, especialmente a Manuel Chávez Díaz y a Enrique Prunés Soto por el compromiso y apoyo otorgados para facilitar las diferentes actividades, al personal administrativo y operativo de la WWF por todas las facilidades y especialmente a todos los asistentes al Taller de divulgación, por su participación y enriquecimiento a nuestra visión de la realidad de este vasto espacio, único en riqueza ambiental, social y cultural.

17 Literatura citada y/o fuentes bibliográficas

- Arman, D.L. 1975. Ciencia del Paisaje. Edit. Mysl., Moscú, 288 p.
- Bastian, O. 2000. Landscape classification in Saxony (Germany), a tool for holistic regional planning. *Landscape and Urban Planning* 50: 145-155
- Bastian, O. 2001. Landscape Ecology - towards a unified discipline? *LANDSCAPE ECOLOGY* 16, pp: 757-766
- Bastian, O., D. Haase & K. Grunewald. 2012. Ecosystem properties, potentials and services – The EPPS conceptual framework and an urban application example. *ECOLOGICAL INDICATORS* 21: 7-16. doi:10.1016/j.ecolind.2011.03.014
- Belote, R.T., M.S. Dietz, B.H. McRae, D.M. Theobald, M.L. McClure, G.H. Irwin. *et al.* 2016. Identifying Corridors among Large Protected Areas in the United States. *PLoS ONE* 11(4): e0154223. doi:10.1371/ journal.pone.0154223
- Bocco, G., Priego-Santander, A. G. & H. Cotler. 2010. The contribution of physical geography to environmental public policy in México. *SINGAPORE JOURNAL OF TROPICAL GEOGRAPHY* 31: 215-223.
- Bollo-Manent, M., Hernández-Santana, J.R., Priego-Santander, A.G., Zaragoza-Álvarez, R.A., Ortiz-Rivera, A., Espinosa-Maya, A. & R.Ruíz-López. 2015. Una propuesta de regionalización físico-geográfica de México. Editorial: CIGA-UNAM, Morelia, 59 p.
- Campos-Sánchez, M., Velázquez, A., Bocco Verdinelli, G., Skutsh, M., Boada-Juncá, M. & A.G. Priego-Santander. 2012. An interdisciplinary approach to depict landscape change drivers: A case study of the Ticuiz agrarian community in Michoacan, Mexico. *APPLIED GEOGRAPHY* 32: 409-419.
- CONABIO. 2015. Catálogo de autoridades taxonómicas de especies con distribución en México. Base de datos del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.biodiversidad.gob.mx/especies/CAT.html>
- DOF. 2014. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (última reforma, 16/01/2014). Diario Oficial de la Federación. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>
- ESRI. 2016. ArcGIS Ver. 10.5. Environmental Systems Research Institute, versión 10.5, www.esri.com

- Fernández-Reynoso, D., Martínez-Menez, M., Rubio-Granados, E. & C. Palacio-Espinosa. 2017. Priorización hidrológica de las principales asociaciones suelo-vegetación presentes en la Sierra Tarahumara, Chihuahua, México. WWF, Consultoría P176, Proyecto Tarahumara Sustentable.
- Ferrari, L., Valencia-Moreno, M & S. Bryan. 2005. Magmatismo y tectónica en la Sierra Madre Occidental y su relación con la evolución de la margen occidental de Norteamérica. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, Tomo LVII (3): 343-378
- Forman, R.T. 1995. Land mosaics: The ecology of landscape and regions. Camb. Univ. Press, 632 p.
- García, E. (1998): Carta de climas de la República Mexicana a escala 1:1000 000 (Clasificación de Köppen, modificada por García). (Versión digital). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), México.
- García, E†. (2006): Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Quinta edición, corregida y aumentada. Instituto de Geografía, UNAM, Serie Libros, (6), 90 p.
- González-Elizondo, M.S., González-Elizondo, M., Tena-Flores, J.A., Ruacho-González, L. e I.L. López-Enríquez. 2012. Vegetación de la Sierra Madre Occidental, México: Una Síntesis. Acta Botánica Mexicana 100: 351-403.
- Gower, J.C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. BIOMETRICS 27(4): 857-871
- Hasse, G. 1986. Theoretical and methodological foundations of landscape ecology. In: Landscape Ecology. Abstract of Lecture. International Training Course. Institute of Geography and Geoecology, GDR Academy of Science, Leipzig, pp: 4-7
- INEGI. 2008. Mapa raster de climas de México a escala 1:1000 000 (resolución espacial 250 m). Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México (www.inegi.org.mx)
- INEGI. 2013. Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0, resolución 15 m. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México (www.inegi.org.mx)
- INEGI. 2016. Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación escala 1:250 000, Serie VI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Aguascalientes, México (www.inegi.org.mx)
- Isachenko, A.G. 1973. Principles of landscape science and physical geography regionalization. Trasl. R.J. Zatorski. Edit. J.S. Massey, Melbourne, Australia, 311 p.

- Kalesnik, V.S. 1970. Regularidades geográficas generales de la Tierra. Editora Misl, Moscú, 283 p.
- Mateo, José. 1984. Apuntes de Geografía de los Paisajes. Imprenta Andre Voisin, Ministerio de Educación Superior, Cuba, 470 p.
- Mateo, José. 2002. Geoecología de los Paisajes: Bases para la Planificación y Gestión Ambiental. Universidad de La Habana, Ministerio de Educación Superior, Cuba, 205 p.
- Mathews, J. 2011. Evaluación de la modificación edafo-biógena de los paisajes en Michoacán, México. INVESTIGACIÓN Y AMAZONÍA 1 (2): 78-84
- McRae B. H., Kavanagh D. M. 2011. Linkage Mapper Connectivity Analysis Software. Seattle, WA: The Nature Conservancy; Available online at: <http://www.circuitscape.org/linkagemapper>
- Mérida-Montiel, R. & J. Librado-Flores. 2009. Distribución de la formación Tarahumara y sus relaciones con la mineralización. Memorias de la XVIII Convención Minera Internacional, Veracruz, México, 28 al 31 de Octubre de 2009, pp: 1-14.
- Novúa, O. 2011. Programa Computacional Similitud v2.0. Instituto de Geografía Tropical de Cuba, La Habana, Cuba.
- Ortiz, M. A. 2000. Sistema Clasificador del Relieve de México, escala 1:250 000, Instituto Nacional de Ecología de la Semarnat e Instituto de Geografía de la UNAM (http://www2.inecc.gob.mx/emapas/rep_mex_relieve.html).
- Preobrazhenskii, V.S. 1966. Landshaftnyye issledovaniya. Edit. Nauka, Moscú, 127 p.
- Priego-Santander, A.G., Campos, M., Bocco, G. & L.G. Ramírez-Sanchez. 2013. Relationship between landscape heterogeneity and plant species richness in the Mexican Pacific coast. Applied Geography 40: 171-178.
- Priego-Santander, A.G., Moreno-Casasola, P., Palacio-Prieto, J.L., López-Portillo, J. y D. Geissert-Kientz. 2003. Relación entre la heterogeneidad del paisaje y la riqueza de especies de flora en cuencas costeras del estado de Veracruz, México. Investigaciones Geográficas 52: 31-52.
- Priego-Santander, A.G., Palacio-Prieto, J.L., Moreno-Casasola, P., López-Portillo, J. y D. Geissert Kientz. 2004. Heterogeneidad del paisaje y riqueza de flora: Su relación en el archipiélago de Camagüey, Cuba. Interciencia 29 (3): 138-144.
- Priego-Santander, A.G., Velázquez Montes A. y C. E. Guadarrama. 2005. El análisis de modificación geoecológica como herramienta del ordenamiento territorial: caso de estudio de la cuenca Lerma-Chapala, México. Memorias del III Congreso Internacional de Ordenación del Territorio, Guadalajara, Jalisco, 14 al 16 de septiembre de 2005. Ediciones CUCSH, Universidad de Guadalajara, CD s/p.

- Priego-Santander, AG., G. Bocco, M. Mendoza y A. Garrido. 2010. Propuesta para la generación de unidades de paisajes de manera semi-automatizada. Fundamentos y método. Serie Planeación Territorial. Editoriales: SEMARNAT-INE-CIGA. México, D.F., 104 p.
http://www2.ine.gob.mx/emapas/download/paisaje_unidades_paisaje.pdf
- Priego-Santander, A.G. & G. Bocco (Eds.) 2015. Tres niveles de análisis en la Sierra-Costa Michoacana (Insumos para el ordenamiento ecológico). Editorial: CIGA-UNAM, Morelia, 223 p.
- Ramírez-Sánchez, L.G. 2013. Evaluación de la heterogeneidad de los paisajes físico-geográficos de Michoacán. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México, 115 p.
- Romme WH. 1982. Fire and landscape diversity in subalpine forest of Yellowstone National Park. Ecol. Monogr. 52: 119-221
- Rougerie, G. & N. Beroutchachvili. 1991. Geosystemes et Paysages. Bilan et Methodes. Collection Geographie.Edit. Armand Colin, Paris, 302 p.
- Salinas, E. 1994. El ordenamiento geoecológico en la planificación regional en Cuba. Medio Ambientey Urbanización 49, pp: 89-99
- SGM. 2000. CartasGeológico-Mineras a escala 1:250,000. Servicio Geológico Mexicano (SGM). Gerencia de Documentación Técnica, Pachuca, Hidalgo México.
- Shaw, D. & J. Olfield. 2007. Landscape Sciense: a Russian geographical tradition. Annalsof the Association of American Geographers 97 (1), pp: 111-126.
- Shishenko, P. G. 1988. Estabilidad de los paisajes a las cargas económicas. Geografía Física Aplicada. Editorial de la Escuela Superior, Kiev, Ucrania.
- Snacken, F. & M. Antrop. 1983. Structure and dynamics of landscape system. In: Landscape Synthesis, Geoeological Foundations of Complex Landscape Management. Veda Publ., Bratislava, Eslovenia, pp. 10-30
- Sochava, V.B. 1963. The definition of some concepts and terms in Physical Geography. Dokl. In-ta geografii Sibiri i Dal'nego Vostoka3: 50-59.
- Solntsev, N.A. 1948. El paisaje geográfico natural y algunas de sus regularidades generales. En: Trabajos de la Segunda Reunión de los Geógrafos Soviéticos, Moscú, pp: 53-57
- Solntsev, V.N. 1997. Los paisajes contemporáneos como mecanismos sistémicos de la interacción entre la Sociedad y la Naturaleza. En: Cambios del Medio Natural. Aspectos Globales y Regionales. Editorial de la Universidad Estatal de Moscú, Rusia, pp: 8-16

StatSoft Inc., 2004. STATISTICA (data analysis software system), version 7.
www.statsoft.com

Turner, M.G. 1989. Landscape Ecology: The effect of pattern on process. *Annu. Rev. Ecol. Syst* 20: 171-197

Viktorov, A.S. 1986. *La imagen del paisaje*. Editorial Misl, Moscú, 179 p.


18 Anexos

Anexo 1. Leyenda de paisajes físico-geográficos de la Sierra Tarahumara a escala 1:250 000.

Paisajes físico-geográficos de la Sierra Tarahumara, Chihuahua a escala 1:250 000.

Paisajes en Climas Húmedos.

A.1- Paisajes en climas templados.

 Montañas en clima templado semifrío subhúmedo.

I- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por ignimbrita-toba riolítica, riolita, toba riolítica y pórfido riolítico, en clima templado semifrío subhúmedo.

I.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, pastos y cultivos sobre Regosol, Leptosol, Phaeozem y Cambisol.

1- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosques de encino, encino-pino, pino y pino-encino sobre Regosol epiléptico esquelético y Leptosol eútrico esquelético.

2- Fuertemente inclinado ($20^\circ-30^\circ$), con bosques de pino, pino-encino, encino-pino, encino, ayarín y oyamel; pastizales inducidos y naturales y cultivos agrícolas sobre Regosol epiléptico esquelético, Leptosol eútrico esquelético y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

3- Medianamente inclinado ($10^\circ-20^\circ$), con bosques de pino, pino-encino, encino-pino, ayarín y encino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol eútrico esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

4- Ligeramente inclinado ($5^\circ-10^\circ$), con bosques de pino, pino-encino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

5- Suavemente inclinado ($3^\circ-5^\circ$), con bosques de pino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Cambisol Esquelético Epiléptico, Regosol Eútrico Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

II- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por andesita, toba andesítica y pórfido andesítico, en clima templado semifrío.

II.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos, con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Leptosol, Regosol, Phaeozem y Cambisol.

6- Fuertemente inclinado ($20^\circ-30^\circ$), con bosques de pino y pino-encino sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

7- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino, pino-encino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico, Leptosol Eútrico Esquelético y Phaeozem Lúvico Epiléptico.

8- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de pino, encino-pino y pino-encino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

III- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado semifrío subhúmedo.

III.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos, con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Leptosol, Regosol, Phaeozem y Cambisol.

9- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de pino-encino y pino sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

10-Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino; pino-encino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

11- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de pino; pino-encino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico, Leptosol Eútrico Esquelético y Cambisol Esquelético Epiléptico.

III.2- Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con cultivos agrícolas y pastizal sobre Phaeozem, Cambisol.

12- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

IV- Montañas tectónico-intrusivas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por granito, granito-granodiorita, diorita, cuarzo-diorita y granodiorita, en clima templado semifrío subhúmedo.

IV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos, con bosques y cultivos agrícolas sobre Leptosol y Regosol.


13- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de pino-encino sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

V- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por conglomerados poligenéticos, en clima templado semifrío subhúmedo.

V.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos, con bosques y cultivos agrícolas sobre Regosol, Leptosol y Phaeozem.

14- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino y encino-pino y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

15- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de pino y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico, Phaeozem Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

 Lomeríos en clima templado semifrío subhúmedo.

VI- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100$ m/km²) formados por ignimbrita-toba riolítica, riolita y toba riolítica, en clima templado semifrío subhúmedo.

VI.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos, con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Leptosol, Regosol, Cambisol y Phaeozem.

16- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino, encino-pino y pino-encino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Lúvico Epiléptico.

17- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de pino, pino-encino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico, Cambisol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

18- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosques de pino, pino-encino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Cambisol Esquelético Epiléptico, Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Eútrico Epiléptico.

VI.2-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Cambisol, Phaeozem y Leptosol.

19- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con bosque de pino y pino-encino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Cambisol Esquelético Epiléptico, Phaeozem Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

VII- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100$ m/km²) formados por andesita y toba andesítica, en clima templado semifrío subhúmedo.

VII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos, con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Leptosol, Regosol y Cambisol.

20- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de pino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Eútrico Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

21- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosques de pino y encino-pino y cultivos agrícolas sobre Cambisol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

VII.2- Complejo de colinas residuales, superficies y cauces concultivos sobre Cambisol y Regosol.

22- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con cultivos agrícolas sobre Cambisol Esquelético Epiléptico y Regosol Eútrico Epiléptico.

VIII- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado semifrío subhúmedo.

VIII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos, con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Leptosol, REgosol, Phaeozem y Cambisol.

23- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de pino y pino-encino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

24- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosque de pino, cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico, Cambisol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

VIII.2- Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Phaeozem y Cambisol.

25- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con bosque de pino, cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

26- Superficies planas ($< 1^\circ$), con cultivos agrícolas sobre Cambisol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

IX- Lomeríos tectónico-intrusivos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por diorita y granito-granodiorita, en clima templado semifrío subhúmedo.

IX.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos, con bosque y cultivos agrícolas sobre Leptosol y Phaeozem.

27- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de pino-encino y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

X- Lomeríos tectónico-acumulativos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por conglomerados poligenéticos, en clima templado semifrío subhúmedo.

X.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos, con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol y Leptosol

28- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de pino y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

29- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosque de pino y cultivos agrícolas sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico, Regosol Eútrico Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

X.2- Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosque, cultivos agrícolas y pastos sobre Phaeozem y Cambisol.

30- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con bosque pino, cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

Planicies en clima templado semifrío subhúmedo.

XI- Planicies volcánicas acolinadas ($30 < DV < 40 \text{ m/km}^2$) formadas por ignimbrita-toba riolítica y riolita, en clima templado semifrío subhúmedo.

XI.1- Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Leptosol, Phaeozem, Regosol y Cambisol.

31- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosque pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Phaeozem Esquelético Epiléptico y Regosol Eútrico Epiléptico.

32- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con bosque de pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Cambisol Esquelético Epiléptico, Phaeozem Esquelético Epiléptico y Regosol Eútrico Epiléptico.

33- Superficies planas ($< 1^\circ$), con bosque de pino y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

XII- Planicies volcánicas acolinadas ($30 < DV < 40 \text{ m/km}^2$) formadas por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado semifrío subhúmedo.

XII.1-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Leptosol, Regosol, Phaeozem y Cambisol.

34- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosque de pino y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Phaeozem Esquelético Epiléptico y Regosol Eútrico Epiléptico.

35- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con bosque de pino, cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico, Cambisol Esquelético Epiléptico y Regosol Eútrico Epiléptico.

36- Superficies planas ($< 1^\circ$), con bosque de pino, cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

XIII- Planicies tectónico-acumulativas acolinadas ($30 < DV < 40 \text{ m/km}^2$) formadas por conglomerados poligenéticos, en clima templado semifrío subhúmedo.

XIII.1- Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Phaeozem y Cambisol.

37- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con bosque de pino y cultivos agrícolas sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

38- Superficies planas ($< 1^\circ$), con cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico.

XIV- Planicies volcánicas onduladas ($20 < DV < 30 \text{ m/km}^2$) formadas por ignimbrita-toba riolítica, en clima templado semifrío subhúmedo.

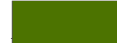
XIV.1- Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Phaeozem.

39- Superficies planas ($<1^\circ$), con bosque de pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico.

XV- Planicies volcánicas onduladas ($20 < DV < 30 \text{ m/km}^2$) formadas por basalto, en clima templado semifrío subhúmedo.

XV.1- Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Phaeozem.

40- Superficies planas ($<1^\circ$), con bosque de pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico.

 Valles en clima templado semifrío subhúmedo.


XVI- Valles intra-montanos tectónico-fluviales formados por depósitos aluviales poligenéticos, en clima templado semifrío subhúmedo

XVI.1- Complejo de colinas residuales, terrazas y barrancos con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol, Fluvisol y Cambisol.

41- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico, Fluvisol Eútrico Esquelético y Cambisol Esquelético Epiléptico.

42- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Eútrico Epiléptico, Fluvisol Eútrico Esquelético y Cambisol Esquelético Epiléptico.

43- Suavemente inclinado (3° - 5°), con cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Cambisol Esquelético Epiléptico y Regosol Eútrico Epiléptico.

 Montañas en clima templado típico subhúmedo.

XVII- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por ignimbrita-toba riolítica, riolita, toba riolítica y pórfido riolítico, en clima templado subhúmedo.

XVII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos conbosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol, Leptosol, Phaeozem y Cambisol.

44- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino, pino, encino-pino y pino-encino; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

45- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de pino, pino-encino, encino, encino-pino y oyamel; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

46- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino-pino-encino, encino-pino, encino y oyamel; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

47- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de pino, pino-encino, encino-pino y encino; cultivos agrícolas y pastizales naturales e inducidos sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Lúvico Epiléptico.

48- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosques de pino, pino-encino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico, Cambisol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

XVIII- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por andesita, toba andesítica y pórfido andesítico, en clima templado subhúmedo.

XVIII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol y Leptosol.

49- Muy fuertemente inclinado ($>30^{\circ}$), con bosques de encino, pino, pino-encino y encino-pino y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

50- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de pino-encino, pino, encino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

51- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino, pino-encino, encino-pino y encino; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

52- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de pino-encino y pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

XIX- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado subhúmedo.

XIX.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol, Leptosol, Phaeozem y Cambisol.

53- Muy fuertemente inclinado ($>30^{\circ}$), con bosques de encino, encino-pino, pino-encino y pino y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

54- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de pino-encino, encino, encino-pino y pino; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

55- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino-encino, pino, encino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

56- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de pino, pino-encino, encino y encino-pino; pastizales natural e inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

57- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosque de pino; cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico, Leptosol Eútrico Esquelético y Cambisol Esquelético Epiléptico.

XIX.2-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con cultivos agrícolas sobre Phaeozem.

58- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con cultivos agrícolas sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico.

XX- Montañas tectónico-intrusivas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por granito, granito-granodiorita, diorita, cuarzo-diorita y granodiorita, en clima templado subhúmedo.

XX.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques y pastos sobre Leptosol, Regosol y Cambisol.

59- Muy fuertemente inclinado ($>30^{\circ}$), con bosques de pino, pino-encino y encino y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

60- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de pino, pino-encino, encino y encino-pino y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

61- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino, pino-encino y encino y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

62- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de pino sobre Cambisol Esquelético Epiléptico.

XXI- Montañas tectónicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por calizas, caliza-lutita y dolomía, en clima templado subhúmedo.

XXI.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque sobre Regosol.

63- Muy fuertemente inclinado ($>30^{\circ}$), con bosque de pino-encino sobre Regosol Esquelético Epiléptico.

XXII- Montañas tectónicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por lutita-arenisca y arenisca, en clima templado subhúmedo.

XXII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, pastos y cultivos agrícolas sobre Leptosol y Regosol.

64- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosques de encino, pino, pino-encino y encino-pino; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

65- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de encino, pino-encino, pino y encino-pino; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

66- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino-encino, encino-pino, pino y encino; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

67- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de encino-pino y pino-encino y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

XXIII- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas del complejo vulcanógeno-sedimentario con predominio de rocas extrusivas ácidas, en clima templado subhúmedo.

XXIII.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y pastizal sobre Regosol y Leptosol.

68- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de pino-encino y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

69- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de pino-encino y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

70- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de pino-encino sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

XXIV- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas del complejo vulcanógeno-sedimentario con predominio de rocas extrusivas intermedias, en clima templado subhúmedo.

XXIV.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque sobre Regosol y Leptosol.

71- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

72- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y encino-pino sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

73- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino-pino sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

XXV- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por conglomerados poligenéticos, en clima templado subhúmedo.

XXV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol, Leptosol, Phaeozem y Cambisol.


74- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosques de encino y encino-pino y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

75- Fuertemente inclinado ($20^\circ-30^\circ$), con bosques de encino, pino-encino, encino-pino y pino; pastizal natural y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

76- Medianamente inclinado ($10^\circ-20^\circ$), con bosques de encino, pino-encino, encino-pino y pino; pastizales; inducido y natural y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

77- Ligeramente inclinado ($5^\circ-10^\circ$), con bosques de encino, pino-encino y encino-pino; pastizales; inducido y natural y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Phaeozem Esquelético Epiléptico y Regosol Esquelético Epiléptico.

78- Suavemente inclinado ($3^\circ-5^\circ$), con bosques de pino-encino y encino-pino y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Cambisol Esquelético Epiléptico.

 Lomeríos en clima templado típico subhúmedo.

XXVI- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por ignimbrita-toba riolítica, riolita y toba riolítica, en clima templado subhúmedo.

XXVI.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, pastizales y cultivos agrícolas sobre Leptosol, Regosol, Phaeozem y Cambisol.

79- Medianamente inclinado ($10^\circ-20^\circ$), con bosques de pino, pino-encino, encino-pino y encino; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

80- Ligeramente inclinado ($5^\circ-10^\circ$), con bosques de pino, pino-encino, encino-pino y encino; pastizales; inducido y natural y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Lúvico Epiléptico.

81- Suavemente inclinado ($3^\circ-5^\circ$), con bosques de pino, encino-pino, pino-encino y encino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico, Leptosol Eútrico Esquelético y Cambisol Esquelético Epiléptico.

XXVI.2-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Phaeozem, Cambisol y Regosol.

82- Muy suavemente inclinado ($1^\circ-3^\circ$) con bosques de pino y encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico, Cambisol Esquelético Epiléptico y Regosol Eútrico Epiléptico

XXVII- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por andesita y toba andesítica, en clima templado subhúmedo.

XXVII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque, pastos y cultivos agrícolas sobre Leptosol y Cambisol.

83- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de pino, pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Cambisol Esquelético Epiléptico.

84- Suavemente inclinado (3° - 5°), con cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Cambisol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

XXVIII- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100$ m/km²) formados por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado subhúmedo.

XXVIII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, pastos y cultivos agrícolas sobre Leptosol, Regosol, Cambisol y Phaeozem.

85- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de pino, encino-pino, encino y pino-encino; cultivos agrícolas y pastizales; inducido y natural sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Cambisol Esquelético Epiléptico y Regosol Esquelético Epiléptico.

86- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosques de pino, encino-pino y pino-encino; pastizales; inducido y natural y cultivos agrícolas sobre Cambisol Esquelético Epiléptico, Leptosol Eútrico Esquelético y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

XXVIII.2-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosques, pastos y cultivos agrícolas sobre Phaeozem y Cambisol.

87- Muy suavemente inclinado (1° - 3°) con bosques de pino-encino y pino; pastizales; natural e inducido y cultivos agrícolas sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

XXIX- Lomeríos tectónicos ($40 < DV < 100$ m/km²) formados por areniscas, en clima templado subhúmedo.

XXIX.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques y pastos sobre Leptosol, Regosol y Phaeozem.

88- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino-pino sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

89- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de encino-pino y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

XXX- Lomeríos tectónico-acumulativos ($40 < DV < 100$ m/km²) formados por conglomerados poligenéticos, en clima templado subhúmedo.

XXX.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol, Leptosol y Phaeozem.

90- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino-encino y encino y pastizales; natural e inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

91- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de encino y pino-encino; pastizales; inducido y natural y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

92- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosque de pino-encino y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.



Planicies en clima templado típico subhúmedo.

XXXI- Planicies volcánicas acolinadas ($30 < DV < 40 \text{ m/km}^2$) formadas por ignimbrita-toba riolítica y riolita, en clima templado subhúmedo.

XXXI.1-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosque, cultivos agrícolas y pastos sobre Cambisol y Regosol.

93- Muy suavemente inclinado (1° - 3°) con bosque de pino, cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Cambisol Esquelético Epiléptico y Regosol Eútrico Epiléptico.

94- Superficies planas ($< 1^{\circ}$) con bosque de pino y cultivos agrícolas sobre Cambisol Esquelético Epiléptico.

XXXII- Planicies volcánicas acolinadas ($30 < DV < 40 \text{ m/km}^2$) formadas por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado subhúmedo.

XXXII.1-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con cultivos agrícolas y pastos sobre Cambisol y Phaeozem.

95- Muy suavemente inclinado (1° - 3°) con cultivos agrícolas y pastizales; inducido y natural sobre Cambisol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.



Valles en clima templado típico subhúmedo.

XXXIII- Valles intramontanos tectónico-fluviales formados por depósitos aluviales poligenéticos, en clima templado subhúmedo.

XXXIII.1-Complejo de colinas residuales, terrazas y barrancos con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol, Fluvisol, Phaeozem y Leptosol.

96- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de encino-pino y pino-encino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico, Fluvisol Eútrico Esquelético y Leptosol Eútrico Esquelético.

97- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de encino-pino; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Phaeozem Lúvico Epiléptico, Fluvisol Eútrico Esquelético y Leptosol Eútrico Esquelético.



Montañas en clima templado semicálido subhúmedo.

XXXIV- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por ignimbrita-toba riolítica, riolita, toba riolítica y pórfido riolítico, en clima templado semicálido subhúmedo.

XXXIV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, selva, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol, Leptosol y Phaeozem.

98- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosques de encino, pino-encino, encino-pino y pino; selva baja caducifolia; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

99- Fuertemente inclinado ($20^\circ-30^\circ$), con bosques de encino, encino-pino, pino-encino y pino; selva baja caducifolia; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

100- Medianamente inclinado ($10^\circ-20^\circ$), con bosques de encino, pino-encino, pino y encino-pino; selva baja caducifolia, pastizales; inducido y cultivado y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

101- Ligeramente inclinado ($5^\circ-10^\circ$), con bosques de pino, pino-encino y encino; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

102- Suavemente inclinado ($3^\circ-5^\circ$), con bosque de pino y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico.

XXXV- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por andesita, toba andesítica y pórfido andesítico, en clima templado semicálido subhúmedo.

XXXV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, selva, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol y Leptosol.

103- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosques de encino, encino-pino, pino-encino y pino; selva baja caducifolia; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

104- Fuertemente inclinado ($20^\circ-30^\circ$), con bosques de encino, encino-pino, pino-encino y pino; selva baja caducifolia; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

105- Medianamente inclinado ($10^\circ-20^\circ$), con bosques de encino, encino-pino, pino-encino y pino; selva baja caducifolia; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

106- Ligeramente inclinado ($5^\circ-10^\circ$), con selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

XXXVI- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado semicálido subhúmedo.

XXXVI.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques y selva sobre Regosol y Leptosol.

107- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosques de encino y encino-pino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

108- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de encino y encino-pino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

109- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

XXXVII- Montañas tectónico-intrusivas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por granito, granito-granodiorita, diorita, cuarzo-diorita y granodiorita, en clima templado semicálido subhúmedo.

XXXVII.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, selva, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol, Leptosol y Phaeozem.

110- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosques de encino, pino-encino, pino y encino-pino; selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

111- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de encino, pino-encino, pino y encino-pino; selva baja caducifolia; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

112- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de encino, pino, pino-encino y encino-pino; selva baja caducifolia; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

113- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico, Leptosol Eútrico Esquelético y Phaeozem Lúvico Epiléptico.

XXXVIII- Montañas tectónicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por esquistos y gneis, en clima templado semicálido subhúmedo.

XXXVIII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques y selva sobre Regosol y Leptosol.

114- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosques de encino, encino-pino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

115- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

XXXIX- Montañas tectónicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por calizas, caliza-lutita y dolomía, en clima templado semicálido subhúmedo.

XXXIX.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque, selva y pastos sobre Leptosol y Regosol.

116- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

117- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino; selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

118- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

XL- Montañas tectónicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por lutita-arenisca y arenisca, en clima templado semicálido subhúmedo.

XL.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque, selva, pastos y cultivos agrícolas sobre Leptosol, Regosol y Phaeozem.

119- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino, pino, pino-encino y encino-pino; selva baja caducifolia; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

120- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de encino, pino, pino-encino y encino-pino; selva baja caducifolia; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

121- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de pino, encino y pino-encino; selva baja caducifolia; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

XLI- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas del complejo vulcanógeno-sedimentario con predominio de rocas extrusivas ácidas, en clima templado semicálido subhúmedo.

XLI.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, selva, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol y Leptosol.

122- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosques de pino y pino-encino; selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

123- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y pino-encino; selva baja caducifolia; pastos cultivados y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

124- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino y pino-encino; selva baja caducifolia; pastos cultivados y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

XLII- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas del complejo vulcanógeno-sedimentario con predominio de rocas extrusivas intermedias, en clima templado semicálido subhúmedo.

XLII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y selva sobre Leptosol y Regosol.

125- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

126- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

127- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico.

XLIII- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas intrusivas ácidas, en clima templado semicálido subhúmedo.

XLIII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y pastos sobre Regosol y Leptosol.

128- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

XLIV- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas intrusivas básicas, en clima templado semicálido subhúmedo.

XLIV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con selva sobre Regosol y Leptosol.

129- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.


XLV- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por conglomerados poligenéticos, en clima templado semicálido subhúmedo.

XLV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y selva sobre Leptosol y Regosol.

130- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

131- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de encino y encino-pino y selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

132- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

 Lomeríos en clima templado semicálido subhúmedo.

XLVI- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por ignimbrita-toba riolítica, riolita y toba riolítica, en clima templado semicálido subhúmedo, con bosques y pastos sobre.

XLVI.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y pasto sobre Leptosol, Regosol y Phaeozem.

133- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de pino y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico


134- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosque de pino y pastizal inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

XLVII- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por andesita y toba andesítica, en clima templado semicálido subhúmedo.

XLVII.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con selva sobre Leptosol y Regosol.

135- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

A.2- Paisajes en climas cálidos.

 Montañas en clima cálido subhúmedo.

XLVIII- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por ignimbrita-toba riolítica, riolita, toba riolítica y pórfido riolítico, en clima cálido subhúmedo.

XLVIII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, selva, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol y Leptosol.

136- Muy fuertemente inclinado ($> 30^\circ$), con bosque de encino, encino-pino y pino-encino; selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

137- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino, encino-pino y pino-encino; selva baja caducifolia y y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

138- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino; selva baja caducifolia; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

139- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de encino-pino sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

XLIX- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por andesita, toba andesítica y pórfido andesítico en clima cálido subhúmedo.

XLIX.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, selva, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol y Leptosol.

140- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

141- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y encino-pino; selva baja caducifolia y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

142- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino; selva baja caducifolia; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

143- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

L- Montañas tectónico-intrusivas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por granito, granito-granodiorita, diorita, cuarzo-diorita y granodiorita en clima cálido subhúmedo.

L.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, selva, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol y Leptosol.

144- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosques de encino-pino y pino-encino; selva baja caducifolia y pastizal natural sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

145- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de encino-encino-pino y pino-encino; selva baja caducifolia; cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

146- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino; selva baja caducifolia; cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

147- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LI- Montañas tectónicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por lutita-arenisca y arenisca en clima cálido subhúmedo.

LI.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y selva sobre Regosol y Leptosol.

148- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

149- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LII- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas del complejo vulcanógeno-sedimentario con predominio de rocas extrusivas ácidas, en clima cálido subhúmedo.

LII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y selva sobre Regosol y Leptosol.

150- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

151- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

152- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LIII- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas intrusivas ácidas, en clima cálido subhúmedo.

LIII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con selva sobre Regosol.

153- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico.

LIV- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas intrusivas básicas, en clima cálido subhúmedo.

LIV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con selva sobre Leptosol y Regosol.

154- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.


LV- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por conglomerados poligenéticos, en clima cálido subhúmedo.

LV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y selva sobre Regosol y Leptosol.

155- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

156- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico.

157- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

 Lomeríos en clima cálido subhúmedo.

LVI- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por andesita y toba andesítica, en clima cálido subhúmedo.


LVI.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con cultivos agrícolas sobre Leptosol y Regosol.

158- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

LVII- Lomeríos tectónico-intrusivos ($40 < DV < 100$ m/km²) formados por diorita y granito-granodiorita, en clima cálido subhúmedo.

LVII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con selva y cultivos agrícolas sobre Regosol y Leptosol.

159- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

 Valles en clima cálido subhúmedo.

LVIII- Valles intramontanos tectónico-fluviales formados por depósitos aluviales poligenéticos, en clima cálido subhúmedo.

LVIII.1-Complejo de colinas residuales, terrazas y barrancos con selva, cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Fluvisol, Regosol, Leptosol y Phaeozem.

160- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con selva baja caducifolia sobre Fluvisol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.


161- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia y cultivos agrícolas sobre Fluvisol Eútrico Esquelético y Leptosol Eútrico Esquelético.

162- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Fluvisol Eútrico Esquelético, Leptosol Eútrico Esquelético y Phaeozem Lúvico Epiléptico.

163- Suavemente inclinado (3° - 5°), con cultivos agrícolas sobre Fluvisol Eútrico Esquelético.

Paisajes en Climas Áridos.

B.1- Paisajes en climas templados.

 Montañas en clima templado típico semiseco.

LIX- Montañas volcánicas ($DV > 100$ m/km²) formadas por ignimbrita-toba riolítica, riolita, toba riolítica y pórfido riolítico, en clima templado semiseco.

LIX.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol, Leptosol y Cambisol.

164- Muy fuertemente inclinado ($> 30^{\circ}$), con bosques de encino y pastizal natural sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

165- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de encino; pastizal natural y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

166- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de encino, encino-pino y pino-encino; pastizales; naturales e inducidos y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

167- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de encino, encino-pino y pino-encino; pastizales; natural e inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

168- Suavemente inclinado (3° - 5°), con pastizal natural sobre Cambisol Esquelético Epiléptico.

LIX.2-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con pastos sobre Phaeozem.

169- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con pastizal natural sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico.

LX- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por andesita, toba andesítica y pórfido andesítico, en clima templado semiseco.

LX.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con pastos sobre Phaeozem y Leptosol.

170- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con pastizal natural sobre Phaeozem Lúvico Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXI- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado semiseco.

LXI.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques y pastos sobre Regosol y Leptosol.

171- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino sobre Regosol Esquelético Epiléptico.

172- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino y pino-encino y pastizales; inducido y natural sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

173- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con pastizal natural sobre Leptosol Eútrico Esquelético.

LXII- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por conglomerados poligenéticos, en clima templado semiseco.

LXII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol, Leptosol, Phaeozem y Cambisol.

174- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y pastizal natural sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

175- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de encino, encino-pino y pino-encino; pastizales; natural e inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

176- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico, Cambisol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

177- Suavemente inclinado (3° - 5°), con cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico, Cambisol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

 Lomeríos en clima templado típico semiseco.

LXIII- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por ignimbrita-toba riolítica, riolita y toba riolítica, en clima templado semiseco.

LXIII.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques y pastos sobre Leptosol, Regosol, Phaeozem y Cambisol.

178- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosques de encino y pino-encino y pastizales; inducido y natural sobre Leptosol Eútrico Esquelético, Regosol Esquelético Epiléptico y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

179- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosques de encino-pino y encino y pastizales; natural e inducido sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico, Leptosol Eútrico Esquelético y Cambisol Esquelético Epiléptico.

LXIII.2-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con bosque y pasto sobre Cambisol.

180- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con bosque de encino y pastizal natural sobre Cambisol Esquelético Epiléptico.

LXIV- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por andesita y toba andesítica, en clima templado semiseco.

LXIV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos conpastos sobre Leptosol y Phaeozem.

181- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con pastizal natural sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Phaeozem Esquelético Epiléptico.

LXV- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado semiseco.

LXV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con pastos sobre Leptosol, Regosol, Phaeozem y Cambisol.

182- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con pastizales naturales sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

183- Suavemente inclinado (3° - 5°), con pastizal natural sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

LXV.2-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con cultivos agrícolas y pastos sobre Phaeozem y Cambisol.

184- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico y Cambisol Esquelético Epiléptico.

LXVI- Lomeríos tectónico-acumulativos ($40 < DV < 100$ m/km²) formados por conglomerados poligenéticos, en clima templado semiseco.

LXVI.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol, Leptosol y Cambisol.

185- Medianamente inclinado (10° - 20°), con cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

186- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de pino-encino, cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

187- Suavemente inclinado (3° - 5°), con bosque de encino; cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Cambisol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXVI.2- Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con cultivos agrícolas y pastos sobre Cambisol y Leptosol.

188- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Cambisol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

189- Superficies planas ($< 1^{\circ}$), con cultivos agrícolas sobre Cambisol Esquelético Epiléptico.



Planicies en clima templado típico semiseco.

LXVII- Planicies volcánicas acolinadas ($30 < DV < 40$ m/km²) formadas por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado semiseco.

LXVII.1-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con cultivos agrícolas y pastos sobre Phaeozem.

190- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico.

LXVIII- Planicies tectónico-acumulativas acolinadas ($30 < DV < 40$ m/km²) formadas por conglomerados poligenéticos, en clima templado semiseco.

LXVIII.1-Complejo de colinas residuales, superficies y cauces con cultivos agrícolas y pastos sobre Cambisol y Phaeozem.

191- Suavemente inclinado (3° - 5°), con cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Cambisol Esquelético Epiléptico.

192- Muy suavemente inclinado (1° - 3°), con cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Cambisol Esquelético Epiléptico.

193- Superficies planas ($<1^{\circ}$), con cultivos agrícolas y pastizal natural sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico.



Montañas en clima templado semicálido semiseco.

LXIX- Montañas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) volcánicas formadas por ignimbrita-toba riolítica, riolita, toba riolítica y pórfido riolítico, en clima templado semicálido semiseco.

LXIX.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, selva, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol y Leptosol.

194- Muy fuertemente inclinado ($>30^{\circ}$), con bosques de encino, encino-pino, pino-encino y pino; selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

195- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de encino y encino-pino; selva baja caducifolia; pastizal inducido y cultivos agrícolas sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

196- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosques de encino y encino-pino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

197- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con bosque de encino y encino-pino sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXX- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por andesita, toba andesítica y pórfido andesítico, en clima templado semicálido semiseco.

LXX.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, selva, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol y Leptosol.

198- Muy fuertemente inclinado ($>30^{\circ}$), con bosques de encino, encino-pino y pino; selva baja caducifolia y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

199- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de encino y encino-pino; selva baja caducifolia; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

200- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino-pino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXXI- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima templado semicálido semiseco.

LXXI.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y selva sobre Regosol y Leptosol.

201- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

202- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

203- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXXII- Montañas tectónico-intrusivas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por granito, granito-granodiorita, diorita, cuarzo-diorita y granodiorita, en clima templado semicálido semiseco.

LXXII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosques, selva y pastos sobre Regosol y Leptosol.

204- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

205- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosques de encino y encino-pino; selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

206- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXXIII- Montañas tectónicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por lutita-arenisca y arenisca, en clima templado semicálido semiseco.

LXXIII.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque, selva y pastos sobre Leptosol y Regosol.

207- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino, selva baja caducifolia y pastizal inducidos sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

208- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

209- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXXIV- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por conglomerados poligenéticos, en clima templado semicálido semiseco.

LXXIV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque, selva y pastos sobre Leptosol y Regosol.

210- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

211- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

212- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino; selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

213- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

Montañas en clima cálido semiseco.

LXXV- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por ignimbrita-toba riolítica, riolita, toba riolítica y pórfido riolítico, en clima cálido semiseco.

LXXV.1- Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque, selva, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol y Leptosol.

214- Muy fuertemente inclinado ($>30^{\circ}$), con bosque de encino; selva baja caducifolia; pastizales cultivado e inducido y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

215- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino; selva baja caducifolia y pastizales; cultivado e inducidos sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

216- Medianamente inclinado (10° - 20°), con bosque de encino; selva baja caducifolia y pastizales; cultivado e inducidos sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

217- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

LXXVI- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por andesita, toba andesítica y pórfido andesítico, en clima cálido semiseco.

LXXVI.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque, selva, pastos y cultivos agrícolas sobre Regosol y Leptosol.

218- Muy fuertemente inclinado ($>30^{\circ}$), con bosque de encino y selva baja sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

219- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino, selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

220- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia; cultivos agrícolas y pastizal inducido sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

221- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

LXXVII- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por basalto y brecha volcánica basáltica, en clima cálido semiseco.

LXXVII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con selva sobre Regosol y Leptosol.

222- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

223- Fuertemente inclinado (20° - 30°), conselva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

224- Medianamente inclinado (10° - 20°), conselva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXXVIII- Montañas tectónico-intrusivas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por granito, granito-granodiorita, diorita, cuarzo-diorita y granodiorita, en clima cálido semiseco.

LXXVIII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque, selva y cultivos agrícolas sobre Regosol y Leptosol.

225- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

226- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

227- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia y cultivos agrícolas sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

228- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

LXXIX- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas del complejo vulcanógeno-sedimentario con predominio de rocas extrusivas ácidas, en clima cálido semiseco.

LXXIX.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y selva sobre Regosol y Leptosol.

229- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

230- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXXX- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas del complejo vulcanógeno-sedimentario con predominio de rocas extrusivas intermedias, en clima cálido semiseco.

LXXX.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque y selva sobre Regosol y Leptosol.

231- Muy fuertemente inclinado ($>30^\circ$), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

232- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

233- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXXXI- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por rocas intrusivas ácidas, en clima cálido semiseco.

LXXXI.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con selva sobre Regosol y Leptosol.

234- Muy fuertemente inclinado ($>30^{\circ}$), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

LXXXII- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por conglomerados poligenéticos, en clima cálido semiseco.

LXXXII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con bosque, selva, cultivos agrícolas y pastos sobre Regosol y Leptosol.

235- Muy fuertemente inclinado ($>30^{\circ}$), con bosque de encino y selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

236- Fuertemente inclinado (20° - 30°), con selva baja caducifolia sobre Regosol Esquelético Epiléptico y Leptosol Eútrico Esquelético.

237- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia; cultivos agrícolas y pastizal cultivado sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

Lomeríos en clima cálido semiseco.

LXXXIII- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por andesita y toba andesítica, en clima cálido semiseco.

LXXXIII.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con selva y pastos sobre Leptosol, Regosol y Phaeozem.

238- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

239- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia y pastizal inducido sobre Leptosol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

240- Suavemente inclinado (3° - 5°), con selva baja caducifolia sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico.

LXXXIV- Lomeríos tectónico-acumulativos ($40 < DV < 100 \text{ m/km}^2$) formados por conglomerados poligenéticos, en clima cálido semiseco.

LXXXIV.1-Complejo de cumbres, laderas y barrancos con selva sobre Phaeozem.

241- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia sobre Phaeozem Esquelético Epiléptico.

Valles en clima cálido semiseco.

LXXXV- Valles intramontanos tectónico-fluviales formados por depósitos aluviales poligenéticos, en clima cálido semiseco.

LXXXV.1-Complejo de colinas residuales, terrazas y barrancos con selva y cultivos agrícolas sobre Fluvisol y Regosol.

242- Medianamente inclinado (10° - 20°), con selva baja caducifolia y cultivos agrícolas sobre Fluvisol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

243- Ligeramente inclinado (5° - 10°), con selva baja caducifolia y cultivos agrícolas sobre Fluvisol Eútrico Esquelético y Regosol Esquelético Epiléptico.

244- Suavemente inclinado (3° - 5°), con cultivos agrícolas sobre Fluvisol Eútrico Esquelético.

Anexo 2. Ejemplo de unidades de paisaje encontrados en la Sierra Tarahumara

UNIDAD: LX- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{m/km}^2$) formadas por andesita, toba andesítica y pórfido andesítico, en clima templado semiseco. (Coordenadas aproximadas: 358118 N / 2983156 W)



Unidad: VI- Lomeríos volcánicos ($40 < DV < 100$ m/km²) formados por ignimbrita-toba riolítica, riolita y toba riolítica, en clima templado semifrío subhúmedo. (Coordenadas aproximadas: 335117 N / 2984189 W)



Unidad: XVIII- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por andesita, toba andesítica y pórfido andesítico, en clima templado subhúmedo. (Coordenadas aproximadas: 254125 N / 3039352 W)



Unidad: I- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por ignimbrita-toba riolítica, riolita, toba riolítica y pórfido riolítico, en clima templado semifrío subhúmedo (Coordenadas aproximadas: 224596 N / 3057905 W)



UNIDAD: XVII- Montañas volcánicas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por ignimbrita-toba riolítica, riolita, toba riolítica y pórfido riolítico, en clima templado subhúmedo. (Coordenadas aproximadas: 252253 N / 3025901 W)



UNIDAD: LXII- Montañas tectónico-acumulativas ($DV > 100 \text{ m/km}^2$) formadas por conglomerados poligenéticos, en clima templado semiseco. (Coordenadas aproximadas: 378851 N / 2949701 W)



Estación para comprobar la vegetación: Zona de transición entre templado típico subhúmedo y templado semicálido. (Coordenadas aproximadas: 320410 N / 2975887 W)



Anexo 3. Criterios de evaluación del relieve para actividades agropecuarias en México (Según Bocco *et. al.* 2010).

Potencial	Disección Vertical (m/km ²)	Disección Horizontal (km/km ²)	Pendiente del terreno (°)	Características
Muy Alto	2.5-10	0.3-1	1-3	Óptimo para la agricultura y la ganadería. No existen riesgos de inundación y no se manifiestan los procesos erosivos. Mecanización total. Riego por aspersión y por gravedad. Ganadería intensiva o de alta densidad.
Medio-Alto	10-20	1-2	3-5	Aceptable con limitaciones para la agricultura y la ganadería. Riego principalmente por aspersión. Pueden existir limitaciones para la mecanización. Pueden ser necesarias prácticas de conservación de suelo. Ganadería de media densidad.
Bajo-Medio	<2.5	<0.3	<1	Favorable cuando se encuentra en tierras altas o mesetas. Desfavorable para la mayoría de los cultivos en áreas bajas con inundaciones periódicas. Requiere obras de drenaje para uso agrícola. Ganadería de media-alta densidad en dependencia de la periodicidad de inundación (si ocurriese).
Bajo	20-60	2-3	5-10	Marginalmente favorable. Se incrementan los procesos erosivos. Límite para la rotación de cultivos y para los cultivos anuales. Sólo riego por aspersión. Fuertes limitaciones para la mecanización agrícola. Se requieren prácticas de conservación del suelo y técnicas anti-erosivas. Ganadería de media a baja densidad y ganado estabulado.
Muy Bajo	60-100	3-4	10-15	Desfavorable. Fuertes procesos erosivos. No se recomienda riego ni mecanización. Aceptable sólo para cultivos perennes. Si no hay otra alternativa ganadería controlada y de mínima densidad. Requiere prácticas de conservación del suelo y técnicas anti-erosivas.
Sin Potencial	>100	>4	>15	Uso forestal.

Fuente: Bocco, G., Priego-Santander, A. G. & H. Cotler. 2010. The contribution of physical geography to environmental public policy in México. *SINGAPORE JOURNAL OF TROPICAL GEOGRAPHY* 31: 215-223.

Anexo 4. Programa del Taller de Resultados del Proyecto: “BASES BIOFÍSICAS PARA EL ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DE LA SIERRA TARAHUMARA, CHIHUAHUA, MÉXICO.”

Día 17 de Mayo de 2018

Hora	Tema	Observaciones
9:00-9:50	Presentación de Resumen Ejecutivo de los Resultados del Proyecto (20 min. De presentación y 30 min. para preguntas y dudas).	Para funcionarios de Gobierno y ONGs que no podrán participar de todas las sesiones del Taller.
9:50-10:00	Receso	
10:00-11:00	Componentes del paisaje en la Sierra Tarahumara (geólogo-geomorfológico; hidro-climático y edafo-biógeno).	25 min. para presentación y 35 min. para preguntas y dudas.
11:00-11:10	Receso	
11:10-11:40	Procedimiento metodológico detallado para la elaboración del mapa de paisajes	20 min. para presentación y 20 min. para preguntas y dudas.
11:40-11:50	Receso	
11:50-13:30	Paisajes físico-geográficos a escala 1:250 000 (Factores de diferenciación geoecológica; Unidades taxonómicas; Estructura y composición de los geocomplejos)	40 min. para presentación y 1 h. para preguntas y dudas.
13:30-15:30	Comida	
15:30- 16:20	Antropización de la cobertura vegetal de los paisajes	20 min. para presentación y 30 min. para preguntas y dudas.
16:20-16:30	Receso	
16:30-17:20	Heterogeneidad geoecológica de la Sierra Tarahumara (riqueza, diversidad, complejidad y singularidad de los paisajes)	20 min. para presentación y 30 min. para preguntas y dudas.
17:20-17:30	Receso	
17:30-18:00	Dudas generales de todo el día	

Día 18 de Mayo de 2018

Hora	Tema	Observaciones
9:00-9:50	Riqueza y endemismo de flora y fauna	20 min. para presentación y 30 min. para preguntas y dudas.
9:50-10:00	Receso	
10:00-11:00	Conectividad entre ANPs	25 min. para presentación y 35 min. para preguntas y dudas.
11:00-11:10	Receso	
11:10-11:40	Procedimiento metodológico detallado para la elaboración del mapas de potenciales naturales de paisajes	20 min. para presentación y 20 min. para preguntas y dudas.
11:40-11:50	Receso	
11:50-13:30	Potencial natural para actividades ecoturísticas	45 min. para presentación y 55 min. para preguntas y dudas.
13:30-15:30	Comida	
15:30- 16:20	Potencial natural para actividades agropecuarias	20 min. para presentación y 30 min. para preguntas y dudas.
16:20-16:30	Receso	
16:30-17:20	Potencial natural para protección de bio y geodiversidad	30 min. para presentación y 20 min. para preguntas y dudas.
17:20-17:30	Receso	
17:30-17:45	Perspectivas a corto y mediano plazo	
17:45-17:55	Receso	
17:55-19:00	Dudas generales sobre todos los resultados presentados	

Ponentes:

Geoinformático Eduardo Isunza Vera

Dr. Angel G. Priego Santander

M. en C. Carlos Troche Souza



TARAHUMARA SUSTENTABLE



www.tarahumarasustentable.mx