

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**



**FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFÍA**

**PROPUESTA TEÓRICO-METODOLÓGICA PARA LA  
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL PAISAJE:  
CASO DE ESTUDIO ALCALDÍA DE TLALPAN.**

**TESIS**

Que para obtener el título de  
**LICENCIADO EN GEOGRAFÍA**

Presenta:

**LUIS FERNANDO CRUZ FUENTES**

Asesor:

**DR. ARTURO GARCÍA ROMERO**

Ciudad de México, 2022





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **DEDICATORIAS**

Me detengo un momento luego de escribir el punto final, me recargo sobre la silla para pensar en el camino que he recorrido y al girar la cabeza una gran verdad vestida de mi conciencia me da una bofetada y me dice que yo no caminé solo iy tiene toda la razón! siempre con apoyo y ayuda he podido dar cada paso, a veces con miedo a veces con los tenis más rápidos del mundo, pero siempre acompañado. Este trabajo está dedicado a mi madre María del Rocío, a mi padre Juan Carlos y a mi hermana Maira Regina, les debo toda la vida que tengo, toda la comida que me han regalado, la base material y educativa, pero sobre todo su apoyo, tiempo y amor.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre, gracias por todo el esfuerzo invertido en mí, por siempre brindarme tu apoyo, enseñanza, cariño y tiempo, te quiero mucho; a mi padre, gracias por tu constante preocupación en nuestra educación dentro y fuera de la escuela, por tu cariño y apoyo, te quiero mucho; a mi hermana la Onichan, gracias por aguantarme cuando soy mal hermano y gracias por ayudarme a ser mejor persona, me salvas del vacío y me llenas de alegría, te quiero mucho.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a todas las personas que han permitido el acceso a la educación pública ¡muchas gracias! he pagado muy poco y recibido mucho.

A mi asesor de tesis y amigo el Dr. Arturo García Romero, gracias por las enormes enseñanzas, por escuchar con atención mis ocurrencias y apoyarme para darles forma, siempre con gran profesionalismo y sobre todo con gran calidad humana, sin duda eres un gran ejemplo a seguir.

A mi sínodo, docentes brillantes a quienes admiro mucho. Gracias Dr. Arturo por presentarme con el paisaje y por contribuir en gran medida a mi formación como geógrafo; gracias Dra. Rocío Alanís por su compromiso en la revisión de este trabajo, aprendí mucho de usted en este proceso; gracias Mtro. José Manuel, porque con sus clases y prácticas de campo, nos ha transmitido desde los primeros semestres un gran amor por la Geografía; gracias Mtra. Angélica Franco, por su preocupación y ocupación en demostrar y enseñarnos el inmenso valor de la Geografía, sin duda sus clases son de gran inspiración; gracias Dra. María de Lourdes, pues a través de sus clases, trabajos y tareas me transmitió el valor y pertinencia del quehacer geográfico.

A mis colegas: mi equipo más cercano, más querido y más disfuncional (David, Kari, Nancy, Anilú y Ana), gracias por enseñarme que en la universidad no solo se aprende en las aulas y que reír es igual de importante que aprender, por toda su confianza y cariño; a las comadrejas (Vanya, Montse Vázquez, Monse Cardoso y Manu) gracias por esta amistad tan bonita, sin duda tomar esa clase fue la mejor decisión; al equipo de *Espacio* (Quique, Andus y Leo) gracias por incluirme en el proyecto y en sus vidas, les tengo mucho cariño y admiración; Diara, gracias por tu pandémica amistad y por escuchar mis ocurrencias; Mota, gracias por ser amigo y profe, aprendo mucho de ti; Jaz, gracias por las charlas y el chismesín; Adrián y Héctor, gracias por ser los primeros compas que tuve al pisar la facultad; Val, gracias por la confianza y la amistad.

A toda la banda del cubículo 27: Francisco, Laura, Gaby, Carlos, Tatiana, Diana y Dalia gracias por enseñarme tanto y por incluirme en sus proyectos, son personas que aprecio y admiro mucho; Ale Crub, muchas gracias por todo tu apoyo, por los libros y la música; Viridiana Corro, gracias por todo el trabajo invertido en el mapa de vegetación y uso de suelo, sin tu apoyo no se hubiera logrado; a Manuel A. Serrano de la Cruz e Ian Espinosa, infinitas gracias por su tiempo y por las charlas sobre temas de paisaje, aprendo mucho de ustedes; a Luis Molina, por tu amistad y colaboración en la práctica de campo.

Muchas muchas gracias a Francisco Bernal, gran historiador y amigo, por sus valiosos comentarios; a Carmina Vergara, Gestora Intercultural, por la ilustración con la que inicia este trabajo; finalmente a la Mtra. Flavia Tudela por todo su apoyo y guía con los trámites finales. Sin ustedes no habría sido posible.

Muchas gracias a los proyectos PAPIIT que permitieron que esta tesis pudiera realizarse: Determinantes físicos y sociales del efecto de borde en fragmentos de bosque templado, centro de México (clave: IN300821) y Evaluación multiescalar de los factores biofísicos y socioeconómicos que inciden en el cambio de cobertura y uso del suelo en los bosques templados del centro y sur de México (clave: IN301218).

“Cada libro, cada tomo que ves, tiene alma. El alma de quien lo escribió, y el alma de quienes lo leyeron y vivieron y soñaron con él”.

— Carlos Ruiz Zafón



**PROPUESTA TEÓRICO-METODOLÓGICA PARA LA  
CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL PAISAJE:  
CASO DE ESTUDIO ALCALDÍA DE TLALPAN**

Presenta: Luis Fernando Cruz Fuentes  
Asesor: Dr. Arturo García Romero

## **RESUMEN**

Los estudios sobre clasificación multiescalar del paisaje y su capacidad de integración representan una herramienta útil y de amplio alcance frente a la diversidad de problemáticas ambientales actuales. En la alcaldía de Tlalpan, Ciudad de México, no existen trabajos sobre clasificación del paisaje que consideren toda la demarcación, a pesar de ser la alcaldía con mayor extensión territorial y contar con un gran valor ambiental, mismo que se ve reflejado con el Suelo de Conservación que ocupa más del 80 por ciento de su extensión territorial y las 10 Áreas Naturales Protegidas que se encuentran en ella.

Esta tesis tiene como objetivo central presentar una propuesta de clasificación taxonómica del paisaje, con la suficiente flexibilidad para ser aplicada en distintos contextos geográficos, tomando en cuenta las relaciones multiescalares entre los componentes abióticos, bióticos y antrópicos del paisaje. Considerando como caso de estudio la alcaldía de Tlalpan, se realizó una síntesis de la historia regional (geológica y humana) del área de estudio, posteriormente se diseñó cartografía temática de los componentes del paisaje, apropiada para cada nivel e integrada en un ejercicio de síntesis, dando como resultando: 3 paisajes de nivel I (3 polígonos), 6 paisajes de nivel II (7 polígonos) y 88 paisajes de nivel III (628 polígonos). Finalmente, con el mapa de paisajes resultante se hizo un diagnóstico de la calidad de los mismos mediante la aplicación de 9 indicadores (3 de valor escénico, 3 ambientales y 3 relacionados con lo educativo), resultando un mapa de la calidad del paisaje.

La intención de esta propuesta es contribuir con el avance y sistematización en los estudios de paisaje relacionados con clasificación multiescalar y su aplicación en México, además de presentar la estructura y calidad de los paisajes en la alcaldía de Tlalpan, lo cual puede ser una herramienta que permita contribuir con la educación, planeación, ordenamiento, gestión y protección del territorio y sus paisajes.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO</b> .....	2
<b>1.1 Fundamentos teóricos: Trayectoria de los estudios del paisaje</b> .....	2
1.1.1 Siglo XIX .....	3
1.1.2 Siglo XX.....	3
1.1.3 Siglo XXI .....	8
<b>1.2 La clasificación taxonómica del paisaje en Latinoamérica en el siglo XXI</b> .....	9
1.2.1 Bases teórico-metodológicas .....	11
1.2.2 Perspectivas .....	12
1.2.3 Niveles taxonómicos de paisaje.....	13
1.2.4 Factores que componen al paisaje .....	14
<b>1.3 Elementos teórico-metodológicos adoptados en este trabajo</b> .....	16
1.3.1 La Geografía Física Global .....	17
1.3.2 La Evaluación del Carácter del Paisaje.....	18
1.3.3 La Geografía de los Paisajes.....	19
1.3.4 Clasificación taxonómica del paisaje propuesta.....	20
<b>CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA PROPUESTA</b> .....	23
<b>2.1 Etapa I. Delimitación del estudio</b> .....	24
2.1.1 Planteamiento del problema.....	24
2.1.2 Justificación .....	25
2.1.3 Preguntas de investigación e hipótesis.....	27
2.1.4 Objetivos .....	28
<b>2.2 Etapa II. Introducción al área de estudio: Historia geológica y humana</b> .....	29
<b>2.3 Etapa III. Análisis de los componentes del paisaje</b> .....	31
<b>2.4 Etapa IV. Síntesis del paisaje en sus niveles taxonómicos</b> .....	36
<b>2.5 Etapa V. Aplicación del mapa de paisaje</b> .....	42
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA</b> .....	47
<b>3.1 Resultados etapa II. Historia regional de Tlalpan</b> .....	47
3.1.1 Historia geológica regional de Tlalpan .....	47
3.1.2 Historia regional de los asentamientos humanos en Tlalpan.....	52

<b>3.2 Resultados etapa III. Análisis de los componentes temáticos</b> .....	63
3.2.1 Componentes abióticos.....	64
A) Clima .....	64
B) Relieve .....	66
<i>B.a) Unidades principales de relieve</i> .....	66
<i>B.b) Unidades de relieve</i> .....	69
<i>B.c) Formas de relieve</i> .....	70
3.2.2 Componentes bióticos y antrópicos.....	81
A) Vegetación.....	83
<i>A.a) Vegetación forestal</i> .....	83
<i>A.b) Otros tipos de vegetación</i> .....	88
B) Uso del suelo .....	90
<i>B.a) Superficies artificiales</i> .....	91
C) Sin vegetación .....	94
<b>3.3 Resultados etapa IV. Los paisajes de Tlalpan</b> .....	95
3.3.1 Paisajes de la Cuenca de México .....	99
A) II.I Planicie fluvio-lacustre del fondo de la Cuenca de México cubierta por asentamientos humanos.....	99
3.3.2 Paisajes de la Sierra de Chichinautzin .....	101
A) II.II Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos de matorral, bosque caducifolio y agricultura en una matriz de asentamientos humanos .....	101
B) II.III Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos de asentamientos humanos, bosque principalmente mixto, matorral y pastizal en una matriz agrícola.....	104
C) II.IV Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos agrícolas, asentamientos humanos, pastizal y matorral en una matriz de bosque principalmente de coníferas.....	107
3.3.3 Paisajes de la Sierra de las Cruces .....	110
A) II.V Laderas de la Sierra de las Cruces y del volcán Ajusco con fragmentos agrícolas en una matriz de bosque de coníferas .....	110
B) II.VI Laderas y cima del volcán Ajusco cubierta de pastizal con pino.....	113
<b>3.4 Resultados etapa V. Calidad de los paisajes de Tlalpan</b> .....	115
 <b>CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS</b> .....	118
<b>REFERENCIAS</b> .....	121
<b>ANEXOS</b> .....	133

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1: Síntesis de aportes en estudios de paisaje durante los siglos XIX y XX.....	7
Cuadro 1.2: Referencias de los documentos consultados sobre clasificación taxonómica del paisaje en Latinoamérica.....	10
Cuadro 1.3: Niveles taxonómicos y componentes del paisaje tomados como referencia de la Geografía Física Global.....	17
Cuadro 1.4: Niveles taxonómicos y componentes del paisaje en la Evaluación del Carácter del Paisaje.....	18
Cuadro 1.5: Niveles taxonómicos y componentes del paisaje tomados como referencia de la Geografía de los Paisajes.....	19
Cuadro 1.6: Niveles taxonómicos propuestos y su relación con otros trabajos.....	20
Cuadro 1.7: Niveles taxonómicos y componentes del paisaje propuestos.....	22
Cuadro 2.1: Formato de evaluación para los componentes abióticos de los paisajes de nivel III.....	44
Cuadro 2.2: Formato de evaluación para los componentes bióticos de los paisajes de nivel III.....	45
Cuadro 2.3: Formato de evaluación para los componentes antrópicos de los paisajes de nivel III.....	46
Cuadro 3.1: Panorama general de la historia geológica de Tlalpan.....	51
Cuadro 3.2: Áreas Naturales Protegidas en Tlalpan.....	62
Cuadro 3.3: Cartografía de los componentes del paisaje para Tlalpan y su nivel taxonómico correspondiente.....	63
Cuadro 3.4: Edades absolutas y relativas de algunos volcanes en Tlalpan.....	76

## ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1.1: Ejemplo de la clasificación taxonómica del paisaje.....	9
Esquema 1.2: Elementos retomados de tres metodologías.....	16
Esquema 1.3: Integración, estructura y dinámica de los componentes del paisaje.....	21
Esquema 2.1: Proceso metodológico general.....	23
Esquema 2.2: Importancia de la historia regional en el área de estudio.....	29
Esquema 2.3: Fases para el análisis de los componentes temáticos.....	31
Esquema 2.4: Fases para la síntesis del paisaje.....	36
Esquema 2.5: Procesos realizados para obtener unidades de paisaje de nivel III.....	40
Esquema 2.6: Ejemplo para la delimitación de paisajes de nivel II.....	40
Esquema 2.7: Ejemplo para la delimitación de paisajes de nivel I.....	41
Esquema 2.8: Distribución de indicadores para la evaluación de los componentes del paisaje.....	43
Esquema 3.1: El bosque templado y otros bosques que lo integran.....	83

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Recursos de verificación en Google Earth.....	33
Figura 2.2: Herramienta de relieve 3D en Google Earth.....	34
Figura 3.1: Cuicuilco y la erupción del Xitle.....	54
Figura 3.2: Batalla de Azcapotzalco.....	55
Figura 3.3: Plano colonial de San Agustín de las Cuevas.....	55
Figura 3.4: El ferrocarril en Tlalpan.....	57
Figura 3.5: El tranvía y el tren ligero.....	58
Figura 3.6: Ejemplo de cono de tefra, volcán Xitle.....	72
Figura 3.7: Ejemplo de cono de tefra abierto, volcán Tepeyahualco.....	73
Figura 3.8: Ejemplo de cráter, volcán Ololizqui.....	73
Figura 3.9: Ejemplo de domo, volcán Quepilli.....	74
Figura 3.10: Ejemplo de volcán escudo, volcán Pelado.....	75
Figura 3.11: Ejemplo para derrame lávico, derrame del volcán Mezontepec.....	76
Figura 3.12: Ejemplo de ladera lávica intensamente modelada, Sierra Xochitepec.....	77
Figura 3.13: Ejemplo de ladera volcanoclástica intensamente modelada en Tlalpan.....	78
Figura 3.14: Ejemplo de laderas complejas modeladas, Sierra de las Cruces.....	79
Figura 3.15: Barrancos principales en el volcán Ajusco.....	80
Figura 3.16: Bosque de abeto en el volcán Pelado.....	84
Figura 3.17: Bosque de pino y abeto en el volcán Ajusco.....	85
Figura 3.18: Bosque de pino en la Sierra de las Cruces.....	86
Figura 3.19: Bosque abierto de pino y encino en el volcán Pelado.....	87
Figura 3.20: Bosque de encino en el Parque Ecológico de la CDMX.....	88
Figura 3.21: Matorral en el Parque Ecológico de la CDMX.....	89
Figura 3.22: Pastizal en la alcaldía de Tlalpan.....	89
Figura 3.23: Pastizal con pino en el volcán Ajusco.....	90
Figura 3.24: Asentamientos humanos al norte de la alcaldía de Tlalpan.....	91
Figura 3.25: Parque urbano: Club de Golf México.....	92
Figura 3.26: Ejemplo de mosaicos de cultivo en Tlalpan.....	93
Figura 3.27: Canteras en Tlalpan.....	94
Figura 3.28: Suelo desnudo al oeste del volcán Ajusco.....	94
Figura 3.29: Estructura de las claves de paisajes nivel III.....	97
Figura 3.30: Paisaje II.I: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III.....	100

Figura 3.31: Paisaje II.II: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III.....	103
Figura 3.32: Paisaje II.III: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III.....	106
Figura 3.33: Paisaje II.IV: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III.....	109
Figura 3.34: Paisaje II.V: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III.....	112
Figura 3.35: Paisaje II.VI: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III.....	114

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.1: Métodos y autores de referencia en los 22 documentos analizados.....	11
Gráfica 1.2: Perspectivas en los 22 documentos analizados.....	12
Gráfica 1.3: Factores utilizados en niveles superiores de los textos analizados.....	14
Gráfica 1.4: Factores empleados en niveles inferiores de los trabajos analizados.....	15
Gráfica 3.1: Crecimiento de la población en Tlalpan 1900-2020.....	59

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 2.1: Trabajo de campo, 15 de noviembre de 2019, Tlalpan.....	35
Mapa 3.1: Contexto geológico de Tlalpan.....	48
Mapa 3.2: Área de estudio.....	53
Mapa 3.3: Áreas Naturales Protegidas y Suelo de Conservación en Tlalpan.....	61
Mapa 3.4: Clima en la alcaldía de Tlalpan.....	65
Mapa 3.5: Altimetría en la alcaldía de Tlalpan.....	66
Mapa 3.6: Unidades principales de relieve en la alcaldía de Tlalpan.....	67
Mapa 3.7: Unidades de relieve en la alcaldía de Tlalpan.....	69
Mapa 3.8: Unidades y formas de relieve en la alcaldía de Tlalpan.....	71
Mapa 3.9: Uso de suelo y vegetación en la alcaldía de Tlalpan.....	82
Mapa 3.10: Paisajes de nivel II y III en la alcaldía de Tlalpan.....	98
Mapa 3.11: Calidad de los paisajes de nivel III en la alcaldía de Tlalpan.....	117

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Niveles taxonómicos del paisaje en los 22 documentos analizados.....	13
Tabla 2.1: Ejemplos del área mínima cartografiable.....	38
Tabla 3.1: Cubiertas naturales y antrópicas en Tlalpan.....	81
Tabla 3.2: Producción agrícola por toneladas en alcaldías y tipo de cultivo en Tlalpan.....	93
Tabla 3.3: Jerarquía de los paisajes de Tlalpan y su extensión territorial.....	96

## **INTRODUCCIÓN**

El paisaje ha sido ampliamente utilizado por diversas áreas del conocimiento a lo largo del tiempo, convirtiéndose en una palabra con muchos significados. Desde la Geografía el paisaje se considera un concepto fundamental de integración que constituye una herramienta de carácter sintético para abordar el estudio de la compleja estructura del medio, permitiendo la solución de problemas ambientales actuales, así como una mejor planificación para el futuro.

Dentro del amplio abanico de posibilidades para estudiar al paisaje (aún desde la Geografía) se encuentra la *clasificación taxonómica*, misma que ha sido trabajada en diversos países del mundo desde el siglo pasado y hasta la actualidad. En México se han realizado diversos trabajos en dicho ámbito, principalmente retomando metodologías de las grandes escuelas de paisaje europeas y aplicándolas a su propio territorio. En este sentido, la alcaldía de Tlalpan supone un área de estudio ideal para poner en marcha una investigación de este corte, dado que sus componentes ambientales estructuran una importante diversidad de paisajes que se han formado a lo largo del tiempo y que siguen en un proceso de constante cambio.

El objetivo central de este trabajo es presentar una propuesta teórico-metodológica para la clasificación multiescalar del paisaje, con la suficiente flexibilidad para poder ser aplicada en diversos contextos geográficos. En esta tesis dicha propuesta se aplica en la alcaldía de Tlalpan y se organiza en tres capítulos. El primer capítulo corresponde al marco teórico, donde se muestra un panorama sobre el desarrollo de los estudios geográficos del paisaje, desde finales del siglo XIX hasta la actualidad, aterrizando en trabajos sobre clasificación taxonómica y elementos que se retoman para esta investigación. En el segundo capítulo se expone la metodología propuesta. El último capítulo corresponde a los resultados, donde se muestran los paisajes de la alcaldía de Tlalpan y una evaluación para determinar su calidad. Finalmente se presentan las conclusiones y perspectivas.

## **CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Fundamentos teóricos: Trayectoria de los estudios del paisaje**

El origen de la palabra paisaje, así como sus múltiples significados se enraízan de una estrecha relación entre el territorio y los individuos. Las primeras nociones del término provienen de las lenguas románicas, del latín *Pagus* (país) y *Pagensis* (campestre), estableciendo una clara relación entre el lugar y quienes lo utilizan y transforman, este vínculo de la palabra con el territorio prevalece en otras lenguas como las germánicas a través de la expresión *Land* (*landschaft* en alemán; *landscape* en inglés; *landschap* en holandés; *landskap* en sueco y *landskab* en danés) y las lenguas cirílicas (*kojina* en checo y *krojobraz* en polaco), por otro lado, en el mundo oriental la complejidad aumenta, tal es el caso de Japón, donde existen palabras para referirse al paisaje sin que se involucre al territorio (*fukei*, *kei*, *keshiki*, *nagame* y *chôbo*), mientras que hay otra que se utiliza cuando se hace mención de lo espacial o territorial (*keiiki*) y existe también la palabra (*fûdo*) que se refiere al conjunto de formas presentes en un territorio (Bolós, 1992a; Tesser, 2000).

Lo anterior nos habla de una larga historia y desarrollo del término *paisaje* en la sociedad, constituyendo un amplio espectro de significados y aplicaciones en contextos cotidianos y académicos de ciencias y humanidades. Existen trabajos recientes que engloban los estudios de paisaje y los agrupan en cuatro dimensiones (estética, ecológica, cultural, e interpretativa) o cinco (artística, recreativa, científica, operativa y humanística), sin embargo, la mayoría de estudios considera dos aspectos fundamentales del paisaje: la parte visual y subjetiva (fenológica) y la oculta u objetiva (criptológica). Todos estos enfoques nos muestran el carácter polisémico del paisaje como una suma de significados asociados unos con otros, que desafortunadamente en muchas ocasiones genera dificultad para la propia investigación científica (Tesser, 2000; García Romero y Muñoz, 2002; Sancho y Del Campo, 2018; Salinas *et al.*, 2019).

Es claro apreciar cómo la geografía y el paisaje presentan una estrecha relación, misma que se ha ido reforzando desde principios del siglo XIX a través de distintos lugares y temporalidades (Bolós, 1992a). A continuación, se describe un breve recuento de este transitar por cientos de años:

### **1.1.1 Siglo XIX**

*Alemania:* A inicios del siglo XIX, es A. Hommeyerem quien mediante la palabra *Landschaft* introduce el concepto de paisaje en Geografía; su visión del término abarcaba lo observable y las interacciones con el ser humano (Bolós, 1992a). A. von Humboldt es sin duda el mayor exponente en este siglo, pudiendo ser considerado como el iniciador de los estudios científicos sobre los paisajes, pues a lo largo de la primera mitad del siglo XIX, planteó desde una visión naturalista al paisaje como una totalidad o síntesis en la que todos sus componentes interactúan de manera conjunta (Mateo y da Silva, 2007; Mazzoni, 2014; Salinas *et al.*, 2019).

*Rusia:* A finales de este siglo, V. V. Dokuchaev plantea que el suelo resulta de la interacción de los elementos del paisaje, es decir del complicado sistema de interacciones del complejo natural, estableciendo las bases para futuros estudios (Bolós, 1992b).

### **1.1.2 Siglo XX**

*Alemania:* La concepción del paisaje desde la geografía naturalista y su noción de totalidad continúa en este siglo con autores como N. Krieb y S. Passarge, quienes proponen entre los años de 1920 y 1930 que los paisajes se pueden clasificar para luego ser estudiados en su génesis; por su parte, S. Passarge es el primero en utilizar, desde 1913, la expresión *Geografía del Paisaje*; otro geógrafo que representa una figura de gran interés dentro del desarrollo de la Ciencia del Paisaje es C. Troll, siendo él quien introdujo a finales de la década de 1930, la expresión *Ecología del paisaje* que más adelante denominó *Geoecología*, además reflexionó sobre la importancia de hablar tanto del paisaje natural como del cultural. Otros personajes

de gran relevancia en los estudios alemanes del paisaje durante la segunda mitad del siglo XX, son: J. Schmithüsen, quien orientó sus estudios hacia la dinámica del paisaje y la sinergia; O. Schluter, quien lo hizo hacia la percepción del paisaje; así como E. Neef y G. Haase, quienes sostienen que dentro del sistema de paisaje el ser humano no solo intercambia materia y energía, sino también información (Bolós, 1992b; Tesser, 2000; Vila *et al.*, 2006; Mazzoni, 2014). La larga tradición en la clasificación y sistematización del paisaje en este país da origen a la Escuela Geográfica Alemana del Paisaje, que perdura hasta el día de hoy (Bollo, 2017).

*Rusia/Unión Soviética:* A inicios del siglo XX en Rusia, autores como D.N. Anuchin, V.P. Semeniiov y L.S. Berg, planteaban trabajos de paisaje con una mayor carga hacia lo cultural y sociológico, sin embargo a partir de 1917, tras la Revolución de Octubre y el progresivo surgimiento de la Unión Soviética, la necesidad de reconocer a los paisajes como sistemas naturales que pueden ser utilizados para el desarrollo de la nueva sociedad, regresa el enfoque naturalista en el paisaje con autores como los ya mencionados Berg y Anuchin, sumándose además A.A. Borzov, L.G. Ramenskii, A.A. Grigoriev y Y.G. Saushkin, es así como en la primera mitad del siglo se establecen dos visiones para el estudio y clasificación del paisaje, la visión topológica: *Tipología físico-geográfica* regional y la visión regional corológica: *Regionalización físico-geográfica* (Bollo, 2017; Salinas *et al.*, 2019).

Ya en la segunda mitad del siglo continuaron importantes aportes de ampliación a los trabajos realizados en tres escalas (local, regional y global) con autores como: N.K. Solntsev, N.A. Gvodietkiy, A.I. Mijailov, V.N. Nikolaiev, A.M. Riabchikov, E.N. Lukashova, G.M. Ignatiev, I.P. Guerasimov, A.G. Isachenko, F.N. Milkov, D.L. Armand, Y.K. Efremov y V.S. Preobrazhenskii (Bolós, 1992b; Bollo, 2017; Salinas *et al.*, 2019); sin embargo es de resaltar el trabajo del geógrafo siberiano V.B. Sochava, quien resuelve el problema de la clasificación dual (regionalización y tipología), mediante la aplicación de la Teoría general de sistemas al concepto de *geocomplejo* y que terminaría por definir el concepto de *geosistema* en 1978 (el

cual incluye todos los elementos del paisaje como un modelo global, territorial y dinámico, aplicable a cualquier paisaje concreto), donde la regionalización y la tipología son autónomos pero interdependientes en puntos nodales (Bolós, 1992b; Sochava, 1978 en Bollo, 2017). Finalmente, es importante mencionar que a raíz de la Teoría de los geosistemas los estudios de paisaje (físico-geográfico) se enfocaron al desarrollo de la taxonomía, clasificación y cartografía de los geosistemas (Bollo, 2017).

*Estados Unidos:* Carl Sauer, fue un geógrafo Alemán naturalizado norteamericano y fundador de la Escuela de Geografía Cultural en Berkeley, fue también el principal exponente de los estudios de paisaje en este país, heredó la fundamentación morfológica de Humboldt y desarrolló en la primera mitad del siglo el concepto de paisaje cultural, considerándolo como la manifestación de una unidad cultural en un área determinada, adquiriendo una dimensión histórica (Mateo y da Silva, 2007; Salinas *et al.*, 2019).

*Australia:* Es mediante el trabajo de geógrafos naturalistas australianos de la C.S.I.R.O. (*Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation*) a finales de la primera mitad del siglo (1943-1945), que surge el método C.S.I.R.O. o australiano, el cual mediante el uso sistemático de la fotointerpretación del medio natural llega a un *levantamiento de terreno* en escalas medias y pequeñas, desarrollando así los mapas de los *Land Systems* y *Land Units* de toda Australia (Bolós, 1992b; Salinas *et al.*, 2019).

*Francia:* A inicios del siglo destacan trabajos de P. Vidal de la Blache, geógrafo e historiador, quien desde un punto de vista antropocéntrico entiende el paisaje como la expresión del género de vida, como *artefacto* geográfico producido por la adaptación del ser humano al medio y viceversa, como decantación de la relación entre la civilización y su espacio (Mateo y da Silva, 2007; Salinas *et al.*, 2019).

En la segunda mitad del siglo el aporte del geógrafo francés G. Bertrand cobra gran importancia, gracias al cual se consolida la Escuela de Paisajes en la Universidad de Toulouse-Le Mirail; este autor propuso una taxonomía con las unidades fundamentales del paisaje (geotopo, geofacies, geosistema, región natural, dominio y zona) en 1968, además de considerar a la vegetación como principal elemento integrador. La gran cantidad de trabajos que produjo y su relación con geógrafos de España, América Latina y África, llevó a la aplicación de sus métodos en diversos países (Bolós, 1992b; García y Muñoz, 2002; Salinas *et al.*, 2019). Otros autores que destacan en este país son: G. Cabussel (tipología de paisajes a escalas tipo medio); G. Rougerie (evolución de los suelos en el paisaje); G. Soutadé (paisajes a gran escala en alta montaña); J. Tricart (geomorfología y paisaje); M. Phipps, G. Allaire, J.C. Wieber y D. Mathieu (paisaje y agricultura a través de tratamiento matemático); F. Moraud (estudio del geosistema mediante análisis de relaciones entre elementos) y A. Dauphiné (potencialidad del paisaje y planificación territorial) (Bolós, 1992b).

*España:* Durante la segunda mitad del siglo XX, en este país el trabajo e interés por los estudios teóricos del paisaje y su aplicación se hacen presentes con autores como M. Terán (estudios globales del paisaje de C. Troll y Schmithüsen); E. Martínez de Pisón (modelo de sistema para la conceptualización del paisaje, donde interactúa el ser humano y la naturaleza; aplicó el método C.S.I.R.O. en España); F. Rodríguez Martínez y F. Ortega Alba (planificación territorial, percepción del paisaje y su valor estético, siguiendo a la escuela de Toulouse y a la tradición anglosajona); E. Pérez Chacón (estudio del paisaje siguiendo las directrices de la Universidad de Toulouse-Le Mirail); A. Ramos, D. Gómez Orea y F.G. Bernáldez (valoración estética del paisaje a través de escuelas de EUA, ordenación y génesis del paisaje y planteamientos teóricos); M. Bolós i Capdevila (aportes teóricos y metodológicos, así como una propuesta que utiliza el modelo de geosistema) (Bolós, 1992b). Véase el cuadro 1.1.

**Cuadro 1.1:** Síntesis de aportes en estudios de paisaje durante los siglos XIX y XX

Siglo	País	Autor (a)	Aporte
XIX	Alemania	A. Hommeyerem	Introdujo el concepto de paisaje en Geografía (1805)
		A. Humboldt	Planteó desde una visión naturalista al paisaje como una totalidad (primera mitad del siglo XIX)
	Rusia	V. V. Dokuchaev	Planteó que el suelo es el resultado de la interacción entre los elementos del paisaje (finales del siglo XIX)
XX	Alemania	N. Krieb	Propuso que los paisajes se pueden clasificar (1920-1930)
		S. Passarge	Primero en utilizar la expresión <i>Geografía del paisaje</i> (1913)
		C. Troll	Introdujo el concepto de <i>Ecología del paisaje</i> (finales de la década de 1930)
		O. Schluter	Hablaron del intercambio de materia, energía e información del ser humano con el paisaje (durante la segunda mitad del siglo XX)
		J. Schmithüsen	
		E. Neef	
		G. Haase	
	Rusia/ Unión Soviética	D.N. Anuchin	Plantearon trabajos con un enfoque hacia cultural y sociológico (1900-1917)
		V.P. Semenov	
		L.S. Berg	
		D.N. Anuchin	Regresa la visión naturalista y se establecieron dos visiones para el estudio y clasificación del paisaje, la visión topológica y la visión regional corológica (a partir de 1917)
		L.S. Berg	
		A.A. Borzov	
		L.G. Ramenskii	
		A.A. Grigoriev	
	Y.G. Saushkin		
	V.B. Sochava	Resolvió el problema de la clasificación dual (regionalización y tipología), mediante la aplicación de la Teoría general de sistemas, lo cual terminaría por definir el concepto de geosistema (en 1978)	
	EUA	C. Sauer	Desarrolló el concepto de paisaje cultural (primera mitad del s. XX)
	Australia	Geógrafos naturalistas	Crearon el método C.S.I.R.O (1943-1945)
	Francia	P. Vidal de la Blache	Planteó al paisaje como la expresión del género de vida, como artefacto geográfico (principios del siglo XX)
		G. Bertrand	En 1968 propuso una taxonomía del paisaje (geotopo, geofacie, geosistema, región natural, dominio y zona)
		G. Rougerie	Estudió la evolución de los suelos en el paisaje (segunda mitad siglo XX)
		J. Tricart	Trabajó la geomorfología y el paisaje (segunda mitad siglo XX)
M. Phipps		Realizaron estudios de paisaje y agricultura a través de tratamiento matemático (segunda mitad siglo XX)	
G. Allaire			
J.C. Wieber			
D. Mathieu			
España (segunda mitad siglo XX)	M. Terán	Realizó estudios globales del paisaje de C. Troll y Schmithüsen	
	E. Martínez de Pisón	Planteó un modelo de sistema para la conceptualización del paisaje, donde interactúa el ser humano y la naturaleza, aplicó el método C.S.I.R.O. en España	
	Rodríguez Martínez	Realizaron estudios de planificación territorial, percepción del paisaje y su valor estético, siguiendo a la escuela de Toulouse y a la tradición anglosajona	
	F. Ortega Alba		
	A. Ramos	Efectuaron trabajos de valoración estética del paisaje a través de escuelas de EUA, además realizaron estudios de ordenación y génesis del paisaje	
	D. Gómez Orea		
	F.G. Bernáldez		
M. Bolós i Capdevila	Realizó aportes teóricos y metodológicos a los estudios del paisaje, así como una propuesta que utiliza el modelo de geosistema		

Elaboración propia, con base en (Bolós, 1992a; Bolós, 1992b; Tesser, 2000; Mateo y da Silva, 2007; Mazzoni, 2014; Bollo, 2017; Salinas et al., 2019)

### **1.1.3 Siglo XXI**

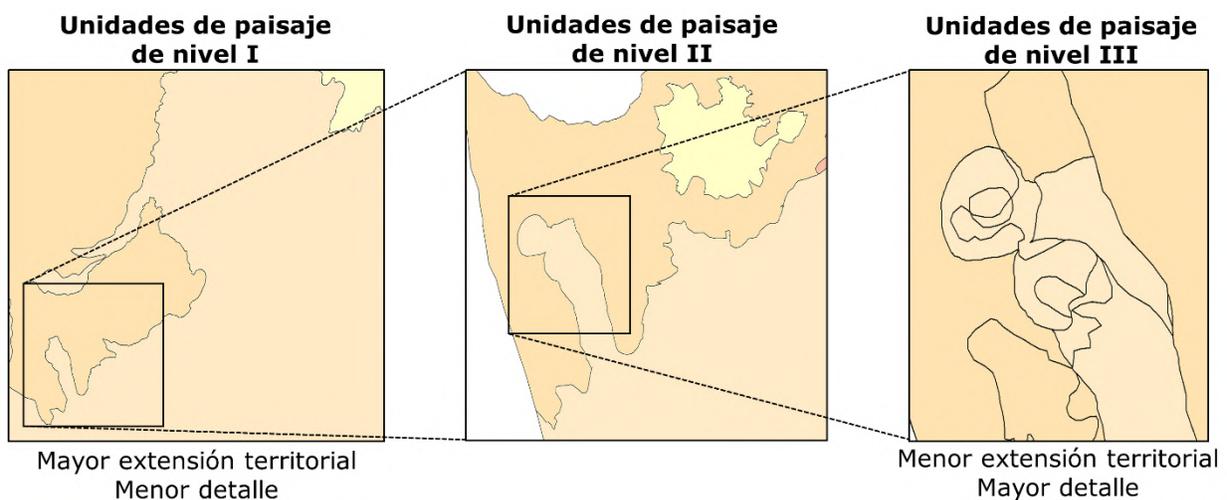
Consecuencia de la gran variedad de trabajos sobre paisaje en los siglos anteriores, el actual cuenta con una gran variedad de escuelas en diferentes partes del mundo que mediante la publicación, difusión y relaciones académicas internacionales, permiten el nacimiento de nuevos enfoques que aplican o reformulan metodologías para resolver las crecientes problemáticas actuales; así, mientras la investigación paisajística continua, no deja de crecer el interés por la creación y concertación de políticas de paisaje, como lo son el Convenio Europeo del Paisaje (ELC, por sus siglas en inglés) y la Iniciativa Latinoamericana del Paisaje (LALI), mismas que promuevan el reconocimiento de su diversidad, sus valores tangibles e intangibles así como estrategias para salvaguardarlo (Muñoz y Gómez, 2016; Salinas *et al.*, 2019).

El Convenio Europeo del Paisaje marca un antes y un después en la historia de los estudios del paisaje. Se adopta en Florencia en el año 2000, entrando en vigor hasta el 2004, siendo el primer tratado internacional que está dedicado únicamente al conjunto de las dimensiones del paisaje, su principal objetivo es promover la protección, gestión y ordenamiento de los paisajes europeos, así como organizar la cooperación europea en dicho ámbito (PARA, 2000). Por otro lado, tenemos la Iniciativa Latinoamericana del Paisaje, que se firma en Colombia por 12 países en el año 2012 (incluido México); su principal objetivo es promover el reconocimiento, la valoración, protección, planificación y gestión sostenible del paisaje (LALI, 2012; Muñoz y Gómez, 2016). Sin embargo, a pesar del gran avance que dichos convenios representan, estos no establecen métodos concretos para abordar al paisaje (Muñoz y Gómez, 2016), repercutiendo en una heterogeneidad de métodos que al mismo tiempo puede convertirse en un obstáculo para el desarrollo de esta ciencia relativamente joven. En este sentido surgen algunas preguntas ¿Qué métodos se han empleado y cuál utilizar? En el siguiente apartado se mencionan metodologías aplicadas en algunos países de América Latina durante el siglo XXI, todas ellas dentro de la clasificación taxonómica del paisaje.

## 1.2 La clasificación taxonómica del paisaje en Latinoamérica en el siglo XXI

Actualmente los estudios de paisaje constituyen un amplio espectro de posibilidades, lo cual hace indispensable señalar el área que se pretende abordar, en este sentido la *clasificación taxonómica del paisaje* a diferencia de otros estudios busca, apoyándose de la cartografía, generar unidades de paisaje (integradas por componentes abióticos, bióticos y antrópicos), a través de un orden jerárquico, donde una unidad de paisaje siempre formará parte de una mayor y al mismo tiempo contendrá en su interior otras unidades de menor tamaño (García Romero y Muñoz, 2002) (ver esquema 1.1), una analogía usada para mostrar este anidamiento de paisajes la encontramos con las muñecas rusas matrioshka, donde al abrir una encontramos otra más pequeña dentro (Swanwick, 2002).

**Esquema 1.1:** Ejemplo de la clasificación taxonómica del paisaje



*Esquema que ejemplifica el orden jerárquico de las unidades de paisaje, elaboración propia (2021)*

Como se ha descrito en el apartado anterior, el establecimiento de las bases teóricas de la cartografía y el desarrollo de la *clasificación taxonómica del paisaje* ocurre gracias a las grandes escuelas europeas de paisaje a lo largo del siglo pasado, con geógrafos como Troll, Sochava y Bertrand (sólo por mencionar algunos de los más citados). Dichos trabajos han

sido replanteados y adaptados en muchas partes del mundo durante el siglo XX y aún en el siglo XXI, sin embargo un problema constante en los estudios de este corte es la gran variedad de métodos resultantes, que a pesar de tener como principal objetivo la subdivisión del territorio en áreas homogéneas caracterizadas por combinaciones de elementos naturales, socio-culturales y perceptivo-visuales, se diferencian en la manera de delimitar y clasificar unidades de paisaje, así como en la lógica con la que se entiende el mapa resultante (Abalakov y Sedyk, 2010; Serrano, 2012; De Montis, 2014).

Con la intención de tener un acercamiento a cómo se trabaja la clasificación taxonómica del paisaje en Latinoamérica en el siglo actual, se hizo (solo para esta sección), un análisis de 22 documentos científicos (11 de México, 6 de Brasil, 2 de Argentina, 2 de Cuba y 1 de Colombia), véase cuadro 1.2.

**Cuadro 1.2:** Referencias de los documentos consultados sobre clasificación taxonómica del paisaje en Latinoamérica

No.	Referencia	País del estudio	No.	Referencia	País del estudio
1	Campos y Priego-Santander, 2011	México	12	Dalbem <i>et al.</i> , 2005	Brasil
2	Chiappy <i>et al.</i> , 2000	México	13	Gómes <i>et al.</i> , 2017	Brasil
3	Franch-Pardo y Cancero-Palomar, 2017a	México	14	Oliveira y Célia de Oliveira, 2018	Brasil
4	Franch-Pardo y Cancero-Palomar, 2017b	México	15	Pereira <i>et al.</i> , 2012	Brasil
5	García Romero <i>et al.</i> , 2005	México	16	Reis y Célia de Oliveira, 2008	Brasil
6	Méndez-Méndez <i>et al.</i> , 2018	México	17	Salinas <i>et al.</i> , 2019	Brasil
7	Priego <i>et al.</i> , 2008	México	18	Mazzoni, 2014	Argentina
8	Priego <i>et al.</i> , 2003	México	19	Mazzoni, 2015	Argentina
9	Ramón <i>et al.</i> , 2010	México	20	Ramón <i>et al.</i> , 2009	Cuba
10	Salinas y Quintela, 2001	México	21	Salinas <i>et al.</i> , 2013	Cuba
11	Serrano <i>et al.</i> , 2019	México	22	Muñoz y Gómez, 2016	Colombia

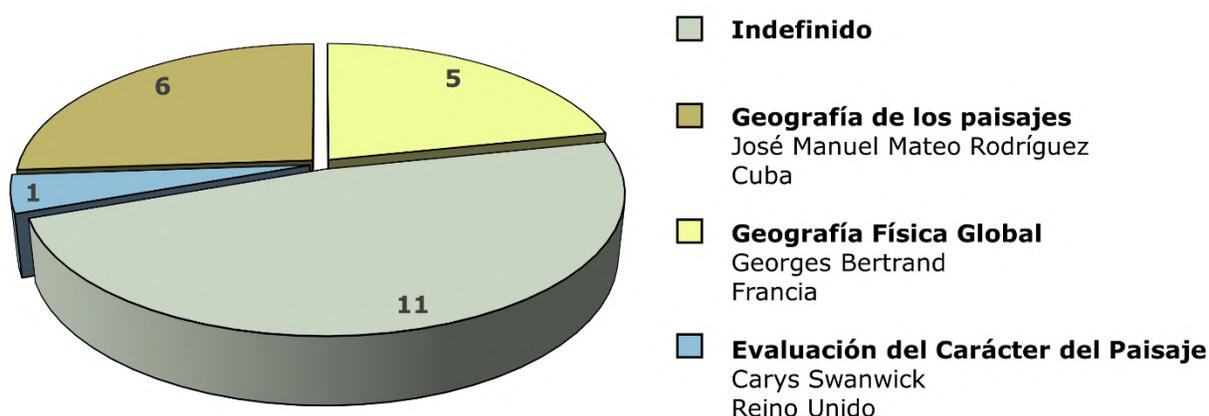
Elaboración propia (2021)

A continuación, se muestran cuatro conclusiones de este análisis, mismas que permiten un acercamiento a las bases teórico-metodológicas, perspectivas, niveles escalares y factores empleados en clasificaciones taxonómicas del paisaje en Latinoamérica:

### 1.2.1 Bases teórico-metodológicas

La mitad de los documentos analizados no exponen de forma explícita los fundamentos sobre los que sostienen las clasificaciones abordadas. En el resto de trabajos se observa que los métodos de referencia más utilizados son: la *Geografía de los Paisajes* (Mateo, 2008), de la Escuela cubana del geógrafo José Manuel Mateo Rodríguez (6 artículos científicos emplearon este método) y la *Geografía Física Global* (Bertrand, 1968), de la Escuela francesa del geógrafo George Bertrand (con 5 documentos que la citan como base metodológica). Finalmente, uno de los textos revisados utilizó la metodología de la *Evaluación del Carácter del Paisaje* (Swanwick, 2002), propuesta por la bióloga y ecóloga Carys Swanwick en Reino Unido (gráfica 1.1).

**Gráfica 1.1:** Métodos y autores de referencia en los 22 documentos analizados

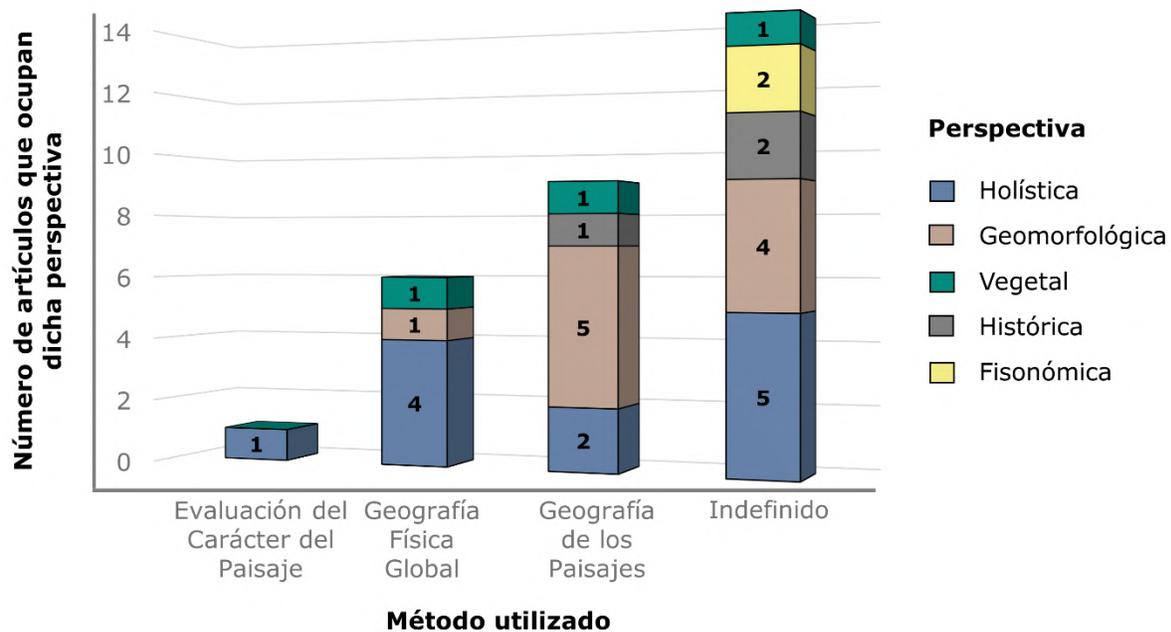


Los números en la gráfica representan los trabajos que emplearon dicho método (elaboración propia, 2021)

### 1.2.2 Perspectivas

Cada texto puede presentar una o más perspectivas, mediante las cuales establecen en gran medida la forma en la que abordan, delimitan y describen las unidades de paisaje, así, independientemente del método utilizado, se observan 5 tipos de perspectivas, de las cuales la *holística* (que considera la integración de aspectos antrópicos y naturales) es la más mencionada, seguida de la *geomorfológica* (que toma al relieve como elemento clave para clasificar paisajes), la *vegetal* (misma que considera a la vegetación como factor central), la *histórica* (de dimensión más social, que toma en cuenta factores histórico-culturales) y *fisonómica* (que sobre todo, valora el carácter visual del paisaje) (gráfica 1.2).

**Gráfica 1.2:** Perspectivas en los 22 documentos analizados



Es importante señalar que en un mismo artículo puede haber más de una perspectiva (elaboración propia, 2021)

### 1.2.3 Niveles taxonómicos de paisaje

Se observa que los autores tienen preferencia por el uso de 3 niveles escalares de paisaje, que se desarrollan dentro de un rango que va de Esc. 1:250,000 a Esc. 1:50,000. Siendo la escala 1:50,000 la más utilizada. Sin embargo, un número importante de documentos (12 de 22) no son claros o simplemente no reportan la escala sobre la que se desarrollan sus niveles (Tabla 1.1).

**Tabla 1.1:** Niveles taxonómicos del paisaje en los 22 documentos analizados

Núm. de registro	Núm. de niveles taxonómicos en la clasificación	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Escala indefinida
		≥ 1:1000,000	≥ 1:250,000	≥ 1:100,000	≥ 1:50,000	
1	4					1
2	3			1	1	
3	3					1
4	3					1
5	3		1	1		
6	3			1	1	
7	3			1	1	
8	3				1	
9	3				1	
10	3					1
11	3				1	
12	2		1	1		
13	2				1	
14	2		1		1	
15	2			1	1	
16	2	1	1			
17	2			1		
18	2			1	1	
19	1					1
20	1				1	
21	1		1			
22	1					1
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>6</b>

#### Escalas de los niveles taxonómicos



Escalas de nivel superior:  
Mayor extensión territorial



Escalas de nivel inferior:  
Menor extensión territorial

#### Niveles taxonómicos en los artículos



Nivel taxonómico  
utilizado



Nivel taxonómico  
inferido



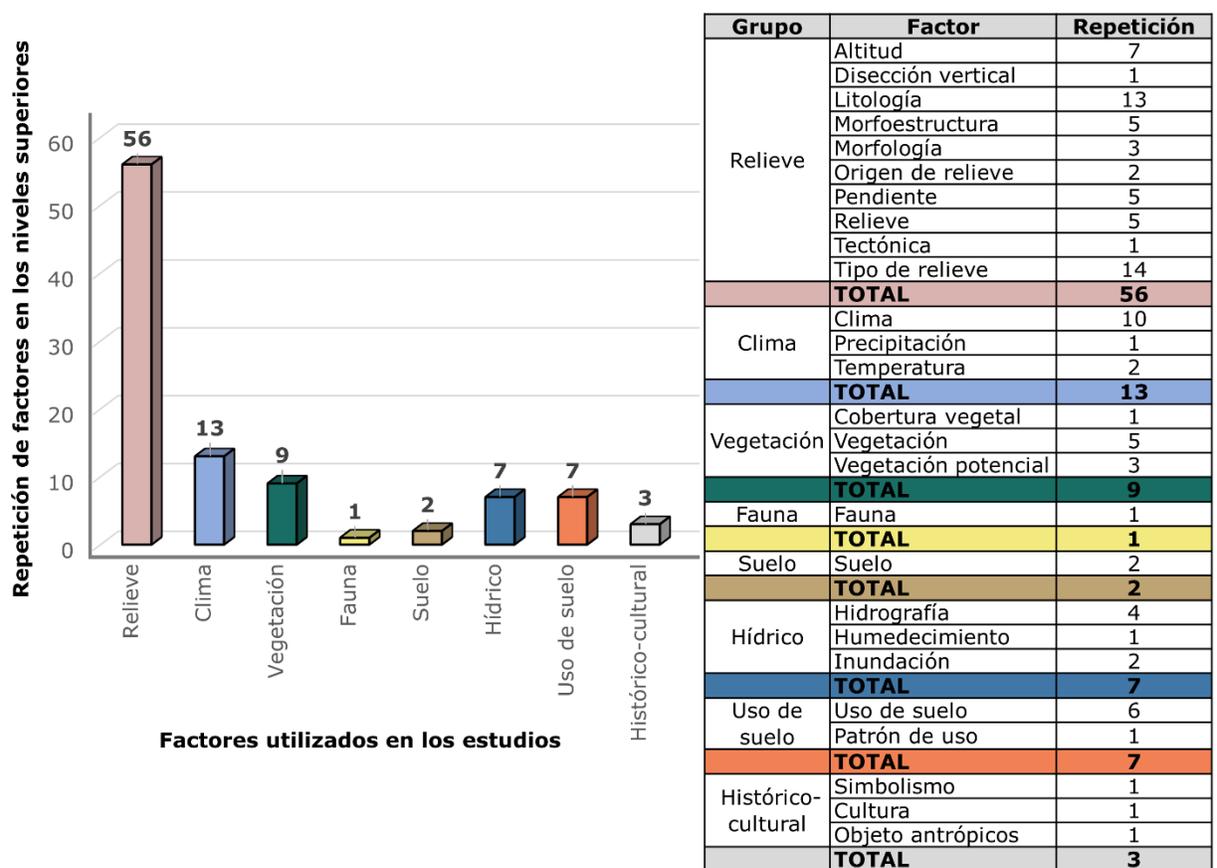
Nivel taxonómico  
sin definir

Elaboración propia (2021)

### 1.2.4 Factores que componen al paisaje

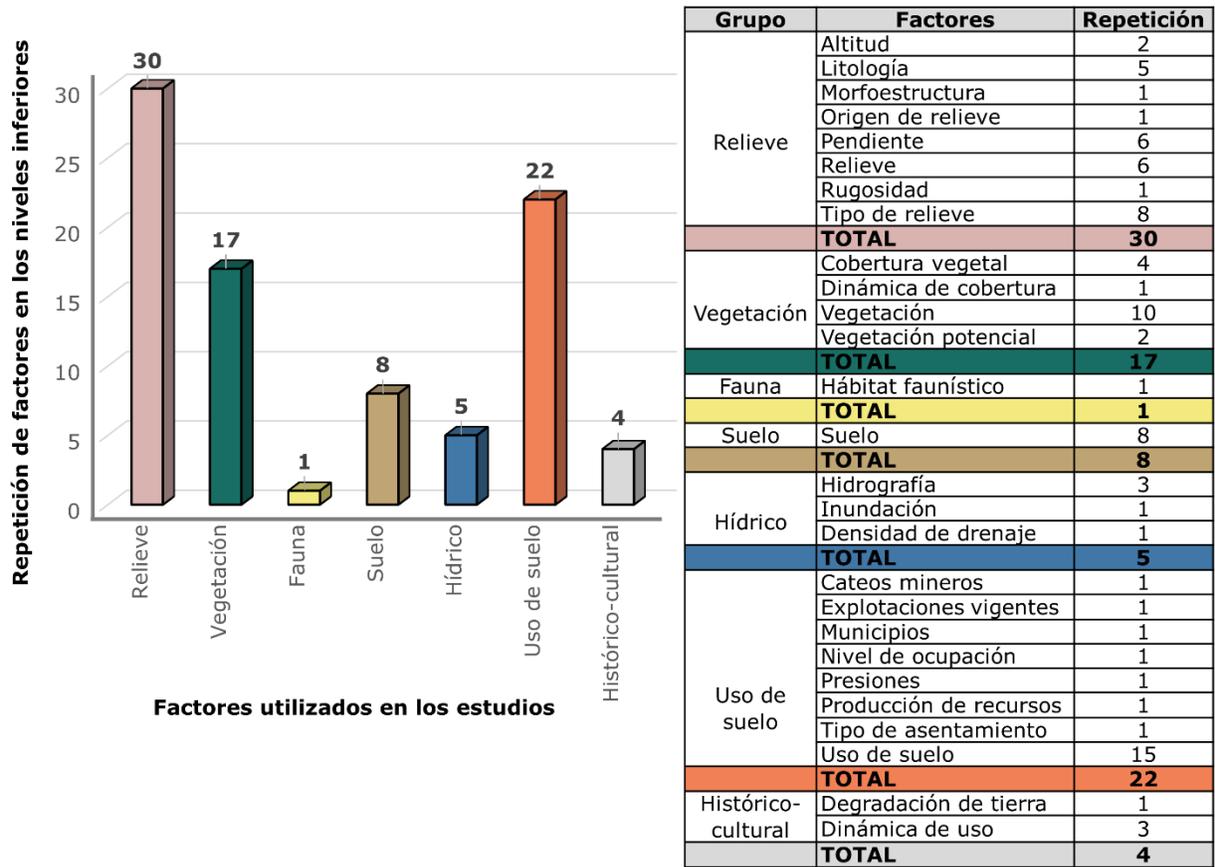
En principio, de los factores bióticos, abióticos y antrópicos, utilizados por nivel taxonómico, se hace una división entre niveles superiores, es decir de gran extensión territorial (escalas entre 1:1,000,000 y 1:100,000) e inferiores de menor extensión territorial (a partir de 1:50,000 y más grandes). Se observa que, en términos generales, el relieve es el elemento más importante para la diferenciación de los paisajes, tanto en los niveles superiores como inferiores. No obstante, a escalas más detalladas la vegetación, el uso del suelo y los factores histórico-culturales son los más utilizados (gráficas 1.3 y 1.4).

**Gráfica 1.3:** Factores utilizados en niveles superiores de los textos analizados



Elaboración propia (2021)

**Gráfica 1.4:** Factores empleados en niveles inferiores de los trabajos analizados

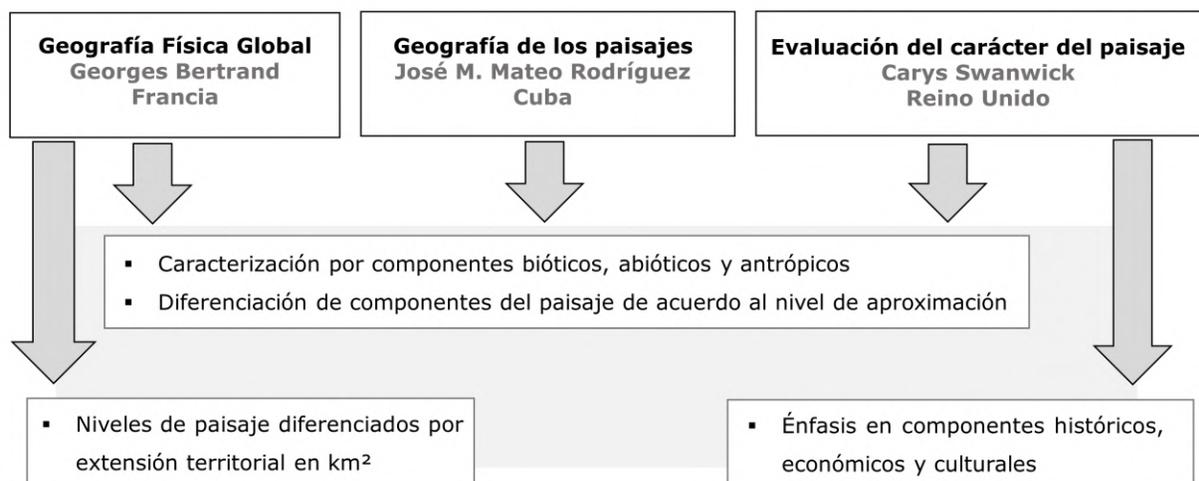


Elaboración propia (2021)

### 1.3 Elementos teórico-metodológicos adoptados en este trabajo

Hasta ahora se ha expuesto de manera general la trayectoria de los estudios de paisaje desde sus inicios en Alemania y Rusia durante el siglo XIX hasta actuales investigaciones sobre la clasificación taxonómica del paisaje en 5 países de América Latina (México, Brasil, Argentina, Cuba y Colombia), por lo que, para esta última sección del capítulo se describirán tres metodologías que fueron indispensables para la construcción de esta propuesta teórico-metodológica, pues se rescatan de ellas elementos para la descripción y delimitación del paisaje (ver esquema 1.2), dichas metodologías son: *La Geografía Física Global*, *La Evaluación del Carácter del Paisaje* y *La Geografía de los Paisajes*. De las cuales se menciona su origen, autor, algunos ejemplos de su aplicación en el contexto iberoamericano, así como la clasificación taxonómica y componentes del paisaje que se proponen para cada nivel escalar.

**Esquema 1.2:** Elementos retomados de tres metodologías



*Elaboración propia con base en (Bertrand, 1968; Swanwick, 2002; Mateo, 2008)*

### 1.3.1 La Geografía Física Global

*Paisaje y Geografía Física Global: Esquema Metodológico*, es el nombre de un artículo científico que ha sido referencia para diversos estudios de clasificación taxonómica del paisaje en todo el mundo (Bolós, 1992b), desde finales de la década de los sesenta del siglo XX y hasta la actualidad (véase cuadro 1.1 y gráfica 1.1). Dicho texto fue desarrollado en la Universidad de Toulouse-Le Mirail en Francia, por el geógrafo Georges Bertrand en 1968 (Bertrand, 1968; Bolós, 1992b). En México, el método de La Geografía Física Global ha sido utilizado por autores como: García Romero y Muñoz (2002); García Romero (2014); Méndez *et al.* (2018); Serrano *et al.* (2019), entre otros.

En dicho documento, además de presentarse una base teórica para el estudio sistémico del paisaje, se establece una clasificación multiescalar de seis niveles (Zona, Dominio, Región Natural, Geosistema, Geofacies y Geotopo), que debe permitir la clasificación del paisaje en función de la escala y sus componentes (Bertrand, 1968). Para este trabajo, resultan de gran interés tres niveles taxonómicos (Región Natural, Geosistema y Geofacies) por la escala, superficie y componentes de paisaje que se expresan para cada nivel, véase cuadro 1.3.

**Cuadro 1.3:** Niveles taxonómicos y componentes del paisaje tomados como referencia de la Geografía Física Global

<b>Nivel taxonómico</b>	<b>Componentes bióticos</b>	<b>Componentes abióticos</b>	<b>Componentes antrópicos</b>
<b>Región natural</b> Decenas a cientos de km <sup>2</sup>		Relieve (región estructural) y Clima regional	
<b>Geosistema</b> Unidades a cientos de km <sup>2</sup>	Vegetación potencial	Relieve (Unidad estructural) y clima regional	Sistema de uso de suelo
<b>Geofacies</b> Cientos de m <sup>2</sup>	Tipo de vegetación y fauna	Formas de relieve, topoclimas y suelo	Uso de suelo específico

*Elaboración propia con base en (Bertrand, 1968; García Romero y Muñoz, 2002; García Romero, 2014)*

### 1.3.2 La Evaluación del Carácter del Paisaje

*La Evaluación del Carácter del Paisaje* es el nombre de una metodología creada en Reino Unido por la bióloga y ecóloga Carys Swanwick (2002), este método se ha aplicado también en Iberoamérica en países como España y Colombia (Gómez-Zotano y Riesco-Chueca, 2010; Muñoz y Gómez-Zotano, 2016; Gómez-Zotano *et al.*, 2018). En este método se establecen tres niveles de unidades de paisaje, cuya caracterización se logra a partir de la integración de factores naturales, sociales y culturales (Swanwick, 2002). Su incorporación en este trabajo radica precisamente en la importancia y peso que les otorga a los componentes sociales (históricos y económicos), característica que se diferencia de otros métodos y que contribuye de manera significativa para otorgar valor y carácter al paisaje (véase cuadro 1.4).

**Cuadro 1.4:** Niveles taxonómicos y componentes del paisaje en la Evaluación del Carácter del Paisaje

Nivel taxonómico	*La escala de los componentes es en función de los materiales disponibles		
	Componentes bióticos	Componentes abióticos	Componentes antrópicos
<b>Nivel 1</b> Escala pequeñas, generalmente de 1:250,000	▪ Cobertura vegetal del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Geología</li> <li>▪ Forma del relieve</li> <li>▪ Ríos y sistemas de drenaje</li> <li>▪ Suelos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Uso de suelo</li> <li>▪ Patrón de asentamiento y recinto</li> <li>▪ Dimensión histórica del paisaje</li> <li>▪ Permanencias (elementos de legado histórico y cultural)</li> <li>▪ Presiones y dinámicas (Cambios de usos y coberturas del suelo)</li> </ul>
<b>Nivel 2</b> Escala entre 1:50,000- 1:25,000			
<b>Nivel 3</b> Escala de 1:10,000 o mayores			

*Elaboración propia con base en (Swanwick, 2002; Gómez y Riesco, 2010; Muñoz y Gómez, 2016)*

### 1.3.3 La Geografía de los Paisajes

*La Geografía de los paisajes* es una obra escrita por el geógrafo cubano José Manuel Mateo Rodríguez, mayormente consultada en tres ediciones (1984, 2002 y 2008), donde plantea fundamentos conceptuales, teóricos, metodológicos y prácticos del paisaje para la investigación geográfica. Su metodología ha sido aplicada en diversos países de América Latina, algunos ejemplos son los trabajos de Priego *et al.* (2003) y Hernández-Trejo *et al.* (2006) en México; Salinas *et al.* (2013) en Cuba y Mazzoni (2015) en Argentina. Resulta importante destacar que Mateo (2008) presenta una gran variedad de niveles taxonómicos que corresponden a escalas globales, regionales y locales. Para este trabajo se retoman tres niveles taxonómicos (Localidad, Comarca y Subcomarca), así como los componentes del paisaje que corresponden a cada nivel (ver cuadro 1.5).

**Cuadro 1.5:** Niveles taxonómicos y componentes del paisaje tomados como referencia de la Geografía de los Paisajes

Nivel taxonómico	Componentes bióticos	Componentes abióticos	Componentes antrópicos
<b>Localidad</b> Escalas generales 1:100,000-1:250,000	Formaciones vegetales	Conjunto de mesoformas del relieve con morfogénesis y litologías iguales, así como grupos principales de suelos y un mismo tipo de clima	Tipos de uso del suelo
<b>Comarca</b> Escalas detalladas 1:50,000-1:100,000	Biocenosis del mismo tipo	Mesoforma del relieve individual o parte de una mesoforma con regímenes de humedad, rocas formadoras de suelo y suelos, todos del mismo tipo	Tipos de usos del suelo
<b>Subcomarca</b> Escalas detalladas 1:10,000-1:50,000	Biocenosis del mismo tipo	Un elemento de la mesoforma del relieve con pendiente homogénea, así como similar tipo y subtipo de suelo	Tipos de uso del suelo

*Elaboración propia con base en (Mateo, 2002; Priego et al., 2003; Hernández-Trejo et al., 2006; Mateo, 2008; Salinas et al., 2013)*

### 1.3.4 Clasificación taxonómica del paisaje propuesta

Los tres métodos expuestos anteriormente (Bertrand, 1968; Swanwick, 2002; Mateo, 2008) como principales pilares teóricos y metodológicos para esta investigación, tienen en común el manejo de perspectivas holísticas que permiten un abordaje integral del territorio, sin embargo estos trabajos no fueron los únicos consultados y resulta importante aclarar que existen variaciones de ellos, algunas de las cuales también han sido tomadas en cuenta, en este sentido y con la intención de hacer una pequeña sistematización que agrupe de manera aproximada el nombre de otros niveles de paisaje con la propuesta taxonómica presentada en esta tesis, se muestra el cuadro 1.6.

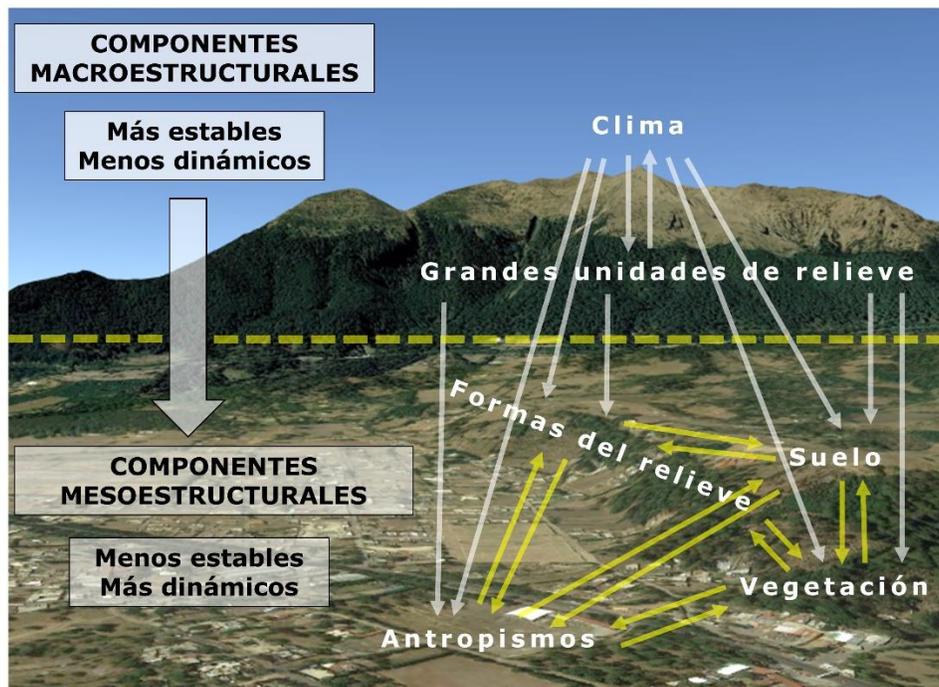
**Cuadro 1.6:** Niveles taxonómicos propuestos y su relación con otros trabajos

Niveles taxonómicos propuestos en este trabajo	Niveles taxonómicos (aproximados) en otros trabajos	Referencias
Paisajes de nivel I	Clase, Subclase, Tipo y Grupo	(Mateo, 1984; Chiappy <i>et al.</i> , 2000; Salinas y Quintela, 2001)
	Región Natural	(Bertrand, 1968; García Romero y Muñoz 2002; García Romero, 2014)
	Región	(Mateo, 2008)
	Regional	(Gómez-Zotano <i>et al.</i> , 2018)
	Grandes conjuntos paisajísticos	(Serrano, 2015)
	Sistema de paisaje	(García Romero <i>et al.</i> , 2005)
Paisajes de nivel II	Nivel 1	(Swanwick, 2002)
	Sub-regional y Supra-local	(Gómez-Zotano <i>et al.</i> , 2018)
	Geosistema	(Bertrand, 1968; García Romero y Muñoz, 2002; García Romero, 2014)
	Tipo de paisaje	(Serrano, 2015; Méndez <i>et al.</i> , 2018)
	Subsistema de paisajes	(García Romero <i>et al.</i> , 2005)
	Localidad y Comarca	(Ramón <i>et al.</i> , 2009; Salinas y Ramón, 2013; Salinas <i>et al.</i> , 2013)
Paisajes de nivel III	Nivel 2	(Swanwick, 2002)
	Geofacies	(Bertrand, 1968; García Romero y Muñoz, 2002; García Romero, 2014)
	Unidad de paisaje	(Serrano, 2015; Méndez <i>et al.</i> , 2018)
	Subcomarca	(Ramón <i>et al.</i> , 2009; Salinas y Ramón, 2013; Salinas <i>et al.</i> , 2013)
	Local	(Gómez-Zotano <i>et al.</i> , 2018)
	Paisaje elemental	(García Romero <i>et al.</i> , 2005)
	Nivel 3	(Swanwick, 2002)

*Elaboración propia con base en las referencias expuestas en este cuadro*

Respecto a los componentes del paisaje y el nivel taxonómico, se tiene presente la *estructura interna del paisaje*, misma que permite comprender la posición física de los componentes, sus interrelaciones y *dinámica* dependiendo el nivel de aproximación (ver esquema 1.3). En esta estructura se reconocen: 1) *Componentes de gran dimensión territorial* (macroestructurales), los cuales requieren más tiempo para evidenciar su evolución, motivo por el cual se les considera más estables en el tiempo y espacio, ejemplo de estos son las grandes estructuras de relieve y el clima regional, pues para generarse un cambio de este tipo y a esta escala pueden transcurrir cientos, incluso miles de años; 2) *Componentes de escala media* (*mesoestructurales*), estos presentan una dimensión espacial menor, evolucionando en periodos de tiempo más cortos, siendo más dinámicos y dependientes, algunos ejemplos pueden ser las unidades y formas de relieve de menor extensión, el suelo, la vegetación y los antropismos que requieran apenas pocas decenas de años para afectar áreas más pequeñas (Bertrand, 1968; García Romero y Muñoz, 2002; García Romero, 2014).

**Esquema 1.3:** Integración, estructura y dinámica de los componentes del paisaje



Elaboración propia con base en (Bertrand, 1968; García Romero y Muñoz, 2002; García Romero, 2014)

Así el sistema taxonómico, apoyándose en la estructura y dinámica, permite clasificar paisajes en función de la escala y situarlos en la doble perspectiva del espacio y el tiempo (Bertrand, 1968). En este sentido, es importante reconocer que habrá dos tipos de componentes, los que permiten la *delimitación* espacial y cartográfica de unidades de paisaje, y los que ayudan a *describir* esas unidades. A continuación, se presenta el cuadro 1.7, donde se proponen los niveles taxonómicos, dimensiones territoriales, escalas, así como los componentes abióticos, bióticos y antrópicos que pueden permitir la delimitación y descripción de paisajes, donde no debe olvidarse que la delimitación y descripción no son el fin en sí mismos, sino un medio de aproximación con la realidad geográfica (*ibídem*).

**Cuadro 1.7:** Niveles taxonómicos y componentes del paisaje propuestos

Nivel taxonómico	Componentes bióticos	Componentes abióticos	Componentes antrópicos
<b>Nivel I</b> • De cientos a miles de km <sup>2</sup> • Escalas generales menores que 1:250,000		• Unidad principal de relieve • Clima regional ❖ Clima regional	
<b>Nivel II</b> • De unidades a cientos de km <sup>2</sup> • Escalas intermedias 1:50,000–1:100,000	• Vegetación potencial ❖ Pisos bioclimáticos ❖ Áreas Naturales Protegidas ○ Especies endémicas	• Unidad de relieve ❖ Litología de las unidades ❖ Altitud ○ Suelos ○ Hidrografía	• Sistema de uso de suelo ❖ Áreas de legado histórico y/o cultural ○ Conflictos sociales
<b>Nivel III</b> • De cientos a miles de m <sup>2</sup> • Escalas detalladas mayores que 1:50,000	• Tipo de vegetación ○ Áreas Naturales Protegidas ○ Especies endémicas	• Formas de relieve ❖ Litología de las formas ○ Altitud ○ Suelos ○ Hidrografía	• Uso de suelo específico ○ Áreas o elementos de legado histórico y/o cultural ○ Lugares de importancia escénica ○ Conflictos sociales

**Simbología**

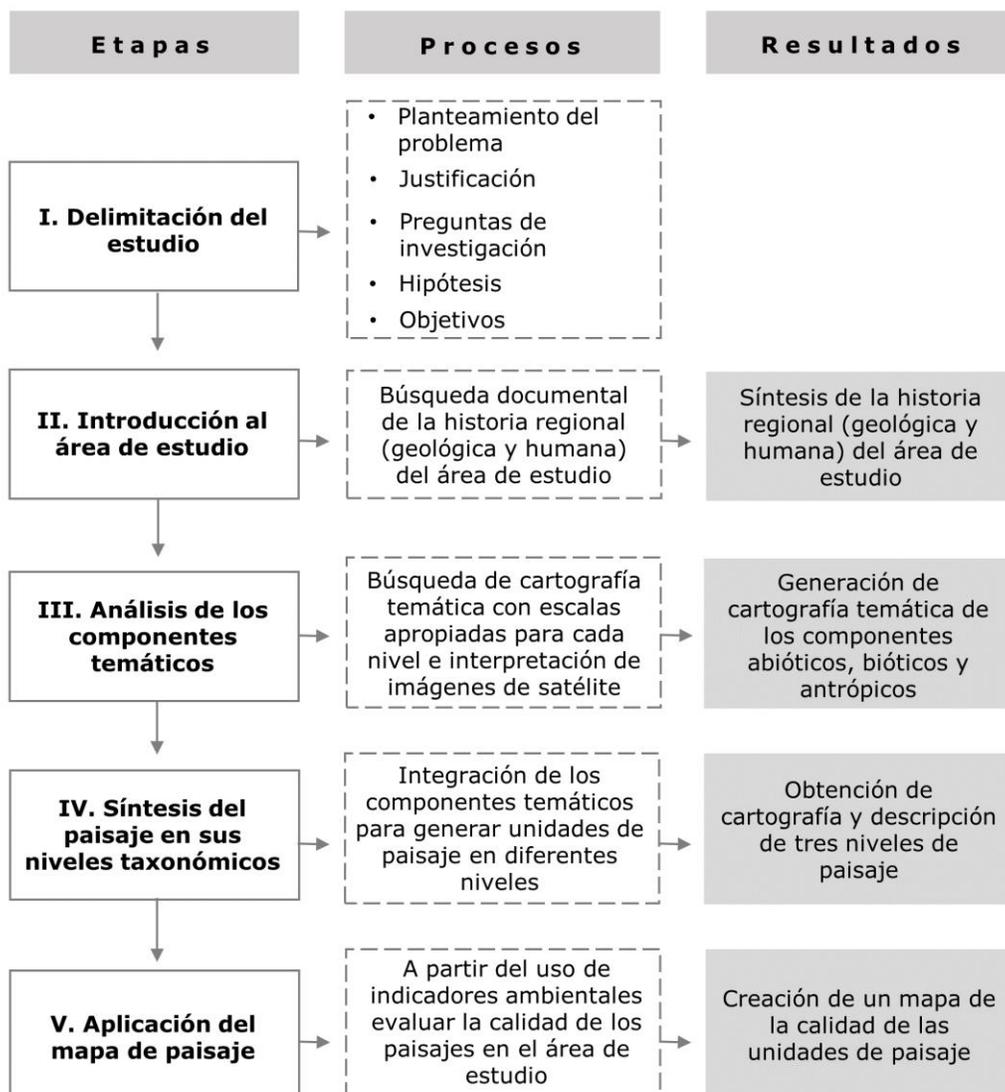
- Componentes para **delimitar** unidades de paisaje
- ❖ Componentes para **describir** unidades de paisaje
- Componentes para **describir** unidades de paisaje que no fueron utilizados en el caso de estudio, pero que pueden ser empleados en otras áreas

Elaboración propia con base en (Bertrand, 1968; García Romero y Muñoz, 2002; Swanwick, 2002; Priego et al., 2003; Hernández-Trejo et al., 2006; Mateo, 2008; Gómez y Riesco, 2010; Salinas et al., 2013; García Romero, 2014; Muñoz y Gómez, 2016)

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA PROPUESTA

En este capítulo se desglosa el proceso metodológico propuesto para la clasificación taxonómica del paisaje, aplicado en la alcaldía de Tlalpan, pero con el potencial de ser empleado en otros contextos geográficos. Dicho proceso puede resumirse en cinco etapas (esquema 2.1), mismas que se definen con mayor detalle en los apartados siguientes.

**Esquema 2.1:** Proceso metodológico general



*Elaboración propia (2021)*

## **2.1 Etapa I. Delimitación del estudio**

Esta etapa consiste en la planificación del trabajo, comenzando por la elección del tema, temporalidad y ubicación, conduciendo así al *planteamiento del problema*, mismo que debe delimitar de manera clara y precisa al objeto de investigación, sin olvidar justificar por qué y para quién es importante la realización del mismo como aporte de conocimientos, plantear preguntas de investigación que junto con la hipótesis se resuelvan en el transcurso del trabajo, para finalmente señalar objetivos claros, resueltos a partir de la metodología y reflejándose en los resultados (Dieterich, 2001; Cano, 2002; Eco, 2006). A continuación, se muestra cómo se llevó a cabo esta etapa en el área de estudio.

### **2.1.1 Planteamiento del problema**

El paisaje indudablemente presenta el beneficio y la problemática de ser adaptable al estudio de diversas áreas del conocimiento, lo cual ha generado una gran variedad de significados y abordajes del mismo. Desde la Geografía y los diferentes campos que esta nos ofrece, se han diseñado diversas metodologías que buscan estudiar al paisaje a partir de sus propias perspectivas y enfoques, surgiendo así la clasificación taxonómica que, mediante el análisis de sus componentes en diferentes niveles escalares, permite comprender su organización y valor ambiental.

La clasificación taxonómica del paisaje ha sido empleada por diversas escuelas geográficas en diferentes países del mundo y México no es la excepción, donde a pesar de existir una gran diversidad de paisajes, consecuencia de la riqueza natural y cultural mexicanas, en muchos casos los estudios realizados no dejan en claro sus bases teóricas y metodológicas, mismas que son indispensables para continuar con la construcción y sistematización del conocimiento en este ámbito. Tal es el caso del área de estudio seleccionada, la alcaldía de Tlalpan en la

Ciudad de México, lugar que a pesar de ubicarse dentro de la capital del país y de contar con una gran variedad de paisajes dada su extensión territorial y espacios naturales, los estudios al respecto prácticamente no existen, es por ello que la realización de estos es importante, al ser útiles como herramientas para conocer, entender y proteger el paisaje.

### **2.1.2 Justificación**

En la actualidad los estudios ambientales han tomado su justa importancia, con lo que la geografía de los paisajes y en específico la clasificación multiescalar del paisaje se muestra útil al servir como base para un amplio espectro de aplicación en distintos campos como lo son el educativo, de ordenamiento territorial, turístico y de protección para el cuidado del territorio, como se explica a continuación.

*Educativo:* En la actualidad frente a los problemas medioambientales y sociales que enfrentamos, la enseñanza del paisaje se plantea como una oportunidad conceptual y metodológica que puede favorecer el desarrollo de nuevos planteamientos educativos, gracias a su cualidad de integración responde a una realidad territorial, social, cultural e histórica que a su vez permite el desarrollo de distintas habilidades en el alumno como son: el trabajo de la multidisciplinariedad a través del manejo de contenidos de distintas materias; favorece destrezas prácticas relacionadas con la cartografía, la fotografía, la representación pictórica y el trabajo en campo y sitúa al estudiante en su realidad cotidiana permitiendo la conexión de los aprendizajes en su vida, lo que puede ayudar a buscar soluciones a problemas reales y complejos que afectan a la sociedad y al medio ambiente que le rodea (Casas y Ernet, 2015).

*Planeación y ordenamiento territorial:* el estudio y cartografía de los diferentes niveles taxonómicos de paisaje permite un análisis integral del territorio, que puede funcionar como base para la planificación y ordenamiento territorial, respondiendo a las regularidades de

formación, desarrollo y diferenciación de los paisajes dependiendo su nivel escalar, es por ello que los diversos niveles de planificación y ordenamiento, demandan el uso de niveles taxonómicos y enfoques de clasificación (Mazzoni, 2014; Salinas y Quintela, 2001), sin olvidar que, en ellos se debe resaltar la importancia de la comunicación entre los organismos públicos, la academia y la población en general (Medina, 2017; Gómez *et al.*, 2018).

Una de las formas más frecuentes para representar cartográficamente unidades de paisaje ocurre en estudios de planificación y desarrollo, esto gracias a que el carácter integral del paisaje contempla dimensiones naturales y sociales que pueden fungir como elementos cruciales en trabajos que busquen la sustentabilidad y el cuidado del patrimonio histórico, ejemplo de ello es la aplicación de métodos que permiten el inventario y/o el empleo de indicadores para conocer la calidad del paisaje y su potencial turístico, los cuales deben procurar el desarrollo de la zona de estudio a partir de un turismo integral y sostenible que respete y asegure las principales características de las áreas involucradas promoviendo una mejor y diversificada gestión (García Sánchez, 2015; Méndez-Méndez *et al.*, 2018).

*Protección y cuidado del territorio:* el paisaje cada vez va tomando mayor importancia a nivel internacional y comienza a formar parte de políticas de protección en muchos países gracias a documentos como los emitidos por: *La Convención del Patrimonio de la Humanidad* que en 1992 incluyó el concepto *paisajes culturales* como una nueva categoría que debía considerarse como patrimonio de la humanidad; *El Convenio Europeo del Paisaje* que en el año 2000, obliga a los países de la Unión Europea a velar por el paisaje; y *La Iniciativa Latinoamericana del Paisaje* (2012) que busca entre otras cosas establecer políticas específicas relativas al paisaje en materia de conservación, protección, manejo y recuperación. Rescatando así la utilidad del paisaje no solo por su aspecto estético sino por su relación directa con temas relativos al medio ambiente, el impacto de las actividades humanas, la calidad de vida, el bienestar humano, la memoria histórica y la identidad territorial (Sunyer, 2017; LALI, 2012).

En relación a la propuesta de clasificación taxonómica del paisaje, el diseño de la misma permite dilucidar las principales diferencias y similitudes con otros trabajos actuales de clasificación multiescalar, en cuanto a la escala apropiada para cada nivel y los componentes abióticos, bióticos y antrópicos que integran las unidades de paisaje, esta comparación, a su vez, permite generar una sistematización que contribuya al avance de este tipo de estudios. En cuanto al área de estudio, en Tlalpan no existen estudios sobre clasificación taxonómica del paisaje que aborden toda la alcaldía, siendo este uno de los principales motivos para llevar a cabo la propuesta, en donde se muestra la estructura del paisaje, su historia y diagnóstico a través de indicadores ambientales, visuales y antrópicos, con la intención de que los resultados y la metodología propuesta pueda contribuir en futuros estudios relacionados, con la educación, la planeación, ordenamiento, gestión y protección del territorio.

### **2.1.3 Preguntas de investigación e hipótesis**

La importancia de incluir tanto preguntas de investigación como una hipótesis en este trabajo radica en la dualidad del mismo, que por un lado presenta una propuesta teórico-metodológica aplicable a diversos contextos (capítulo 1 y 2) y por otro muestra la aplicación de dicha metodología en un área de estudio específica (capítulo 3). De esta manera las preguntas de investigación irán dirigidas a la propuesta teórico-metodológica, mientras que la hipótesis se plantea hacia la aplicación metodológica en la alcaldía de Tlalpan.

#### ***Preguntas de investigación***

- ¿Qué métodos para la clasificación taxonómica del paisaje con perspectiva geográfica se utilizan en América Latina y México en la actualidad?
- ¿Qué métodos de clasificación taxonómica del paisaje pueden retomarse en este trabajo?
- ¿Qué escalas y componentes son los adecuados para cada nivel taxonómico de paisaje?

## ***Hipótesis***

El orden actual de los paisajes en Tlalpan puede estudiarse mediante la aplicación de la propuesta de clasificación taxonómica diseñada, a través de la integración y síntesis multiescalar de los componentes diferenciadores del paisaje (abióticos, bióticos y antrópicos) los cuales manifiestan interconexiones estrechamente relacionadas con el proceso histórico en dos escalas de tiempo (geológica y humana). Por tanto, realizar un estudio de clasificación taxonómica del paisaje integrando sus componentes temáticos y el proceso histórico, permite comprender el orden actual de los paisajes y aporta herramientas para protegerlo.

### **2.1.4 Objetivos**

#### ***General***

Presentar una propuesta teórico-metodológica de clasificación taxonómica del paisaje, que, desde una perspectiva geográfica, holística y sistémica, considere las relaciones multiescales entre los diferentes componentes del paisaje (abióticos, bióticos y antrópicos), para su aplicación en la alcaldía de Tlalpan, pero lo suficientemente flexible para permitir su adaptación a diversos contextos geográficos.

#### ***Particulares***

- Exponer una síntesis de la historia regional (geológica y humana) de la alcaldía de Tlalpan.
- Caracterizar la diversidad y distribución de los componentes ambientales (abióticos, bióticos y antrópicos) en la alcaldía Tlalpan mediante la creación de cartografía temática.
- Presentar un mapa multiescalar de paisajes a partir de la integración y síntesis ambiental de los componentes abióticos, bióticos y antrópicos de Tlalpan.
- Evaluar la calidad de los paisajes de Tlalpan a partir de indicadores ambientales.

## 2.2 Etapa II. Introducción al área de estudio: Historia geológica y humana

Esta etapa representa un punto indispensable, pues permite introducirnos de manera general al área de estudio con la intención de comprender el recorrido temporal del paisaje, reconociendo así su dinámica y estado actual, que además ayudará en la delimitación y descripción de unidades de paisaje en futuras etapas. Para ello la historia regional geológica y humana funcionan como medios para explicar los principales eventos generadores de cambios en el territorio en dos escalas de tiempo distintas (esquema 2.2).

**Esquema 2.2:** Importancia de la historia regional en el área de estudio



*Elaboración propia (2021)*

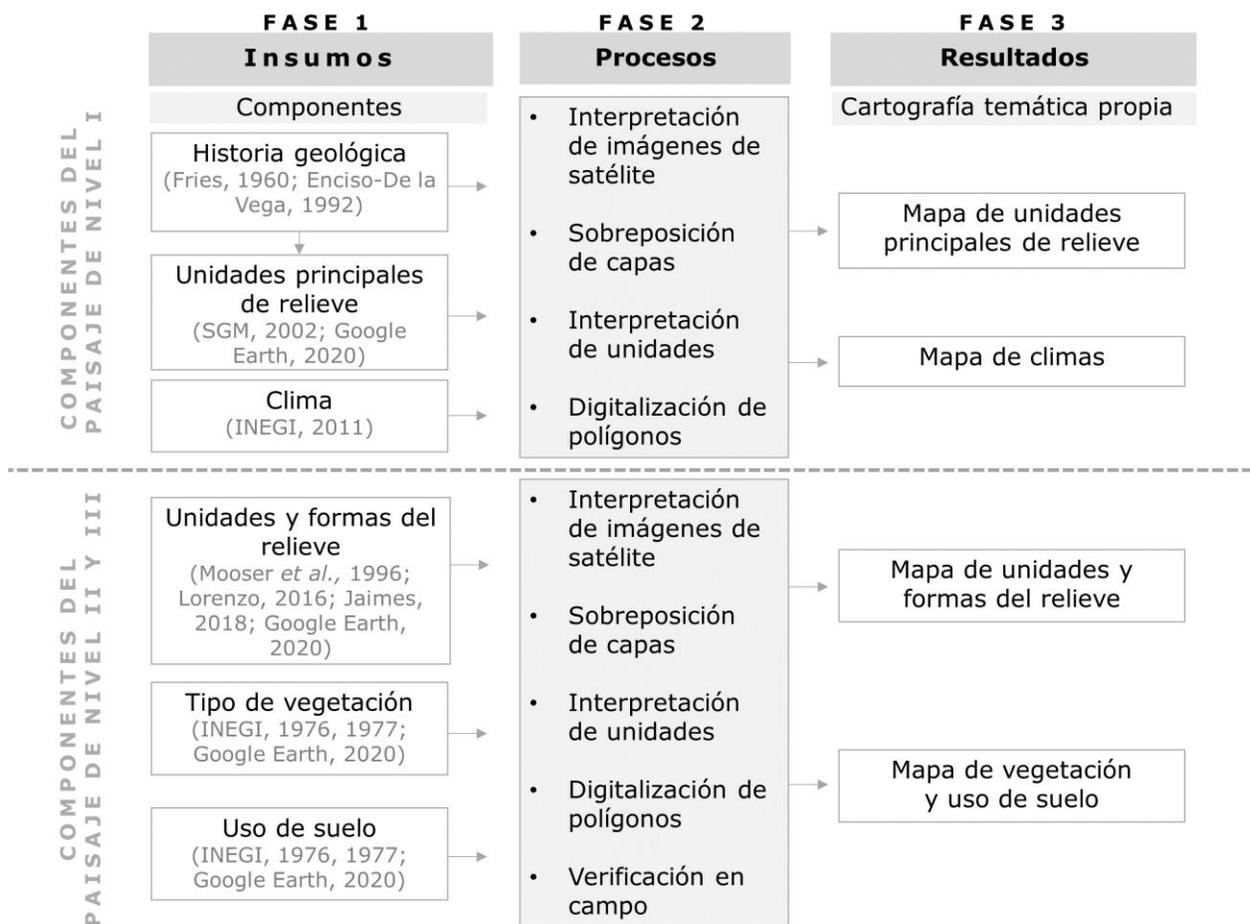
La historia geológica por su parte, permite explicar a través de eventos geológicos de hasta millones de años, el desarrollo de, por ejemplo, grandes estructuras (como sierras volcánicas) y formas del relieve (como volcanes), que además de generar un impacto visual por sí mismas repercuten (dependiendo su escala) en la estructura del paisaje a través de pisos bioclimáticos, desarrollo de suelo, orientación de laderas, etc. Se recomienda para su búsqueda documentos que muestren los principales eventos geológicos ocurridos en el área de forma cronológica, para lo cual, los estudios estratigráficos son de gran ayuda.

La historia humana, si bien es de una escala temporal mucho más reciente, nos habla sobre cambios ocurridos en cientos o miles de años, consecuencia de las distintas actividades humanas, como los grandes asentamientos humanos que en poco tiempo han logrado transformar visual y en significado el paisaje. Para su estudio se recomienda buscar información desde los primeros asentamientos hasta la actualidad, donde de manera sintética se toquen temas como principales eventos históricos ocurridos en el área, monumentos con valor histórico, estadísticas generales de la población, así como las principales actividades económicas. Los resultados de la síntesis histórica de la Alcaldía de Tlalpan se muestran en el siguiente capítulo.

## 2.3 Etapa III. Análisis de los componentes del paisaje

En esta etapa se busca identificar y analizar a los componentes del paisaje, así como generar cartografía temática propia de los mismos que se adapte a las necesidades de la investigación, es decir, que permita una adecuada integración de los mismos para la futura formulación de paisajes. Para ello se presentan 3 fases (ver esquema 2.3) descritas a continuación.

**Esquema 2.3:** Fases para el análisis de los componentes temáticos



*Elaboración propia (2021)*

Para la **fase 1**, en primer momento debe considerarse la escala y los componentes del paisaje apropiados para cada nivel (ver cuadro 1.6 en la página 21), posteriormente se realiza una búsqueda de insumos, los cuales pueden ser bibliográficos, cartográficos, de imágenes de satélite, fotografías aéreas, etc.

Para la alcaldía de Tlalpan, en el caso de los componentes de paisajes de nivel I, fue necesario consultar los estudios geológicos y estratigráficos de Fries (1960) y Enciso-De la Vega (1992) (resumidos en los resultados de la Etapa II), así como la cartografía del Servicio Geológico Mexicano (SGM, 2002), escala 1:250,000 y las imágenes de satélite Landsat de Google Earth (2020), que permitieron identificar *unidades principales de relieve*; por otro lado, para el estudio del *clima* a este mismo nivel se consultó la información vectorial de INEGI (2008), escala 1:1,000,000.

En el caso de los componentes para paisajes de nivel II y III, dada la disponibilidad de información y características de las mismas, se utilizó en ambos casos mapas temáticos a escala 1:50,000 que permitieran identificar *unidades y formas del relieve* (Mooser *et al.*, 1996), así como el *uso de suelo y vegetación* (INEGI, 1976, 1977), finalmente para ahondar en el detalle de componentes de nivel III se recurrió a cartografía más detallada (Lorenzo, 2016; Jaimes, 2018) e imágenes de satélite (Google Earth, 2020).

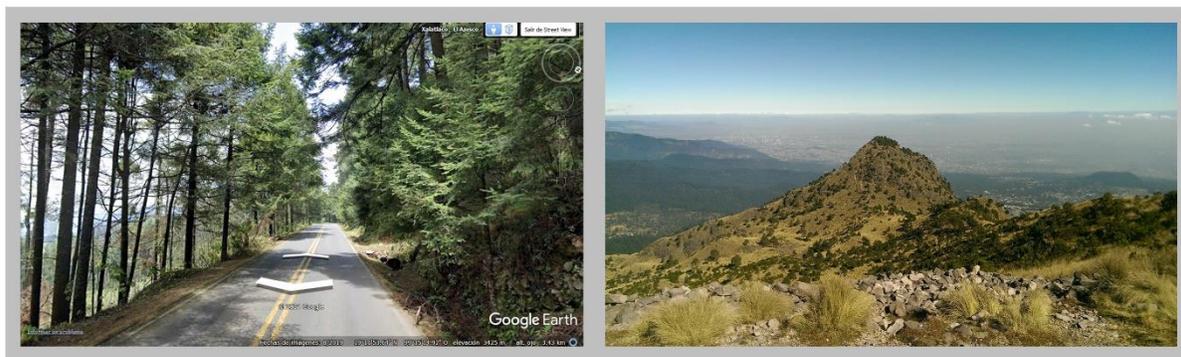
La **fase 2**, posterior a la búsqueda e identificación de materiales adecuados, consiste en una serie de procesos que requieren de la interpretación visual de imágenes de satélite y/o fotografías aéreas, sobreposición de capas, interpretación y digitalización en sistemas de información geográfica, así como la verificación en campo.

En el área de estudio, para los componentes de mayor extensión territorial como es el caso de las *unidades principales de relieve*, se realizó en SIG, una sobreposición entre la información vectorial rescatada (SGM, 2002) y las imágenes de satélite (Google Earth, 2020),

tras lo cual se efectuaron ligeros ajustes al trazado con la ayuda de curvas de nivel (INEGI, 2019a, 2019b), terminando con la digitalización de **3 polígonos** preliminares (aún sujetos a posibles cambios en esta fase). En el caso del *clima*, la información vectorial no requirió ninguno de los procesos mencionados, el número de **polígonos es 3**.

Para los componentes bióticos y antrópicos de nivel II y III, traducidos al *uso de suelo y vegetación*, se realizó una clasificación supervisada de carácter manual, es decir a partir de interpretación y sin algún proceso automatizado, en imágenes de satélite (Google Earth, 2020), donde se identificaron y trazaron **339 polígonos** visualmente homogéneos mayores a una hectárea. Para designar el contenido de dichos polígonos, además de la interpretación visual de la imagen misma y de la ayuda de recorridos virtuales con vista de calle (*Street View*) y fotografías disponibles en Google Earth (ver figura 2.1), se consultaron las cartas de uso de suelo y vegetación de INEGI (1976, 1977).

**Figura 2.1:** Recursos de verificación en Google Earth



**Recorridos con vista de calle**

- Ubicación: carretera Picacho-Ajusco
- Vegetación: Bosque de pino y abeto
- Fotografía: obtenida con *Street View*

**Fotografías de usuarios**

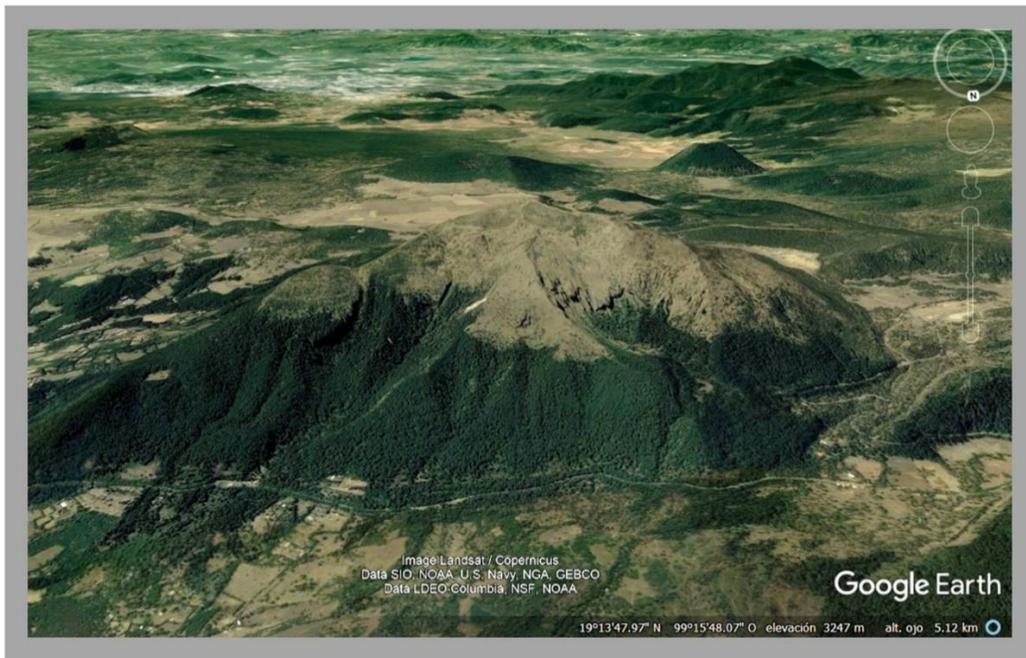
- Ubicación: Volcán Ajusco, pico del Águila
- Vegetación: Pastizal con bosque de pino
- Fotografía: de José María Bustos

*Elaboración propia mediante la consulta de Street View y fotografías en Google Earth (2020)*

Respecto a los componentes abióticos de los niveles II y III, es decir las unidades de relieve y formas del relieve, se utilizó como referencia la cartografía de Mooser *et al.* (1996), Lorenzo (2016) y Jaimes (2018), así como curvas de nivel, un modelo digital de elevación (INEGI,

2019a, 2019b), imágenes de satélite y la opción *relieve* (ver figura 2.2) de Google Earth (2020), elementos que a través de la sobreposición e interpretación del relieve, permitieron mejorar la precisión del trazado, resultando **123 polígonos**.

**Figura 2.2:** Herramienta de relieve 3D en Google Earth



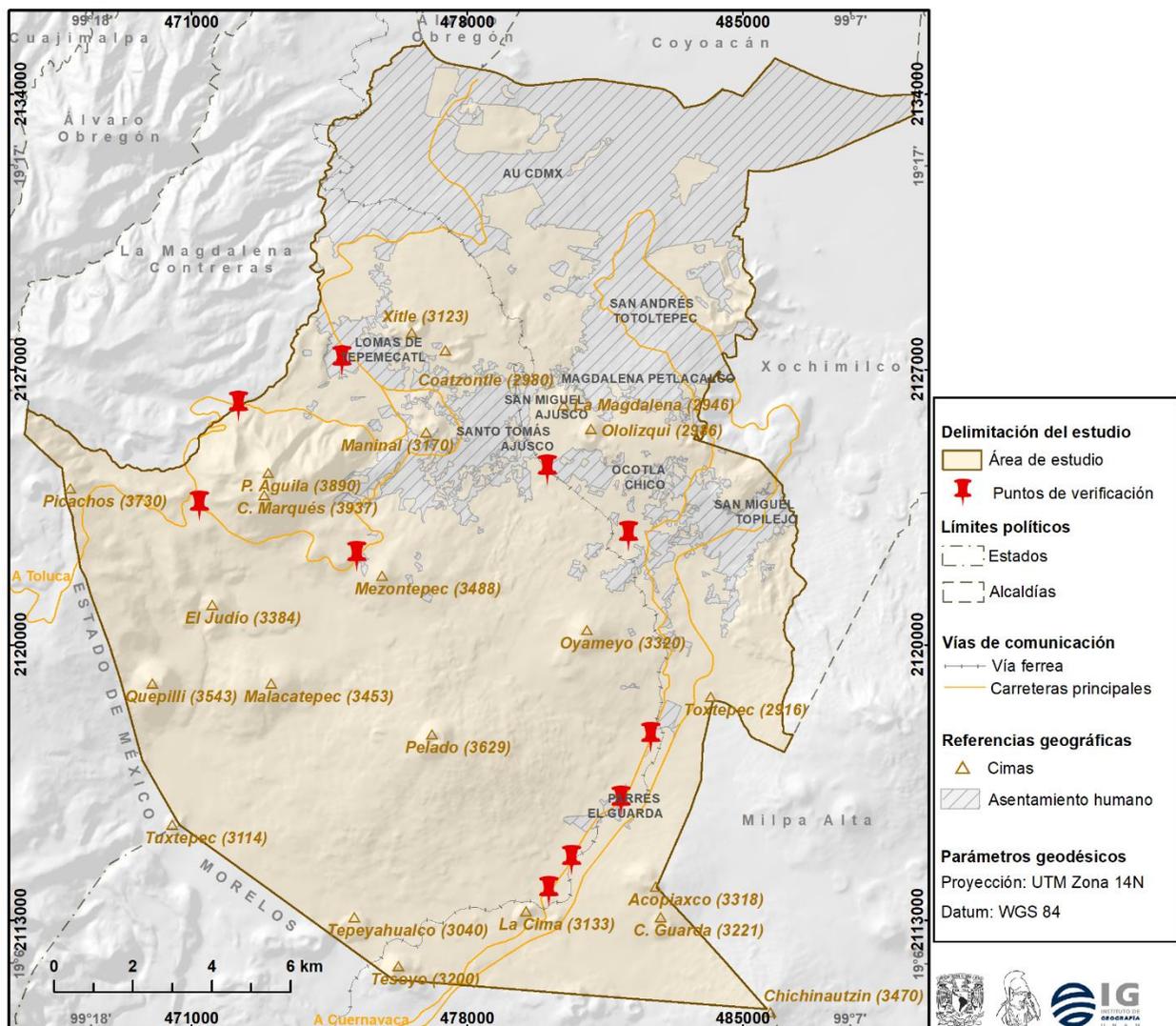
*Vista del volcán Ajusco mediante la consulta de relieve en Google Earth (2020)*

Cabe señalar que la pandemia por COVID-19 impidió realizar las tres visitas a campo que se tenían planeadas, sin embargo, antes de la contingencia mundial fue posible efectuar una salida exploratoria, el 15 de noviembre de 2019, donde se realizó la verificación de polígonos de vegetación y reconocimiento de formas de relieve en 10 puntos de verificación (véase mapa 2.1 y anexo 1).

La **fase 3** consiste en la última edición dentro del SIG, es decir, agregar los polígonos generados a un mapa base, el cual debe estar delimitado dentro de un sistema de coordenadas, presentar una escala gráfica y/o numérica, así como una tipografía adecuada y

una leyenda que permita mostrar de forma comprensible y clara la información obtenida. La cartografía temática de los componentes del paisaje para la alcaldía de Tlalpan consta de **4 mapas** presentados en el siguiente capítulo: *Unidades principales de relieve y climas* (para el nivel I); *Unidades y formas del relieve*, así como *uso de suelo y vegetación* (para el nivel II y III).

**Mapa 2.1:** Trabajo de campo, 15 de noviembre de 2019, Tlalpan

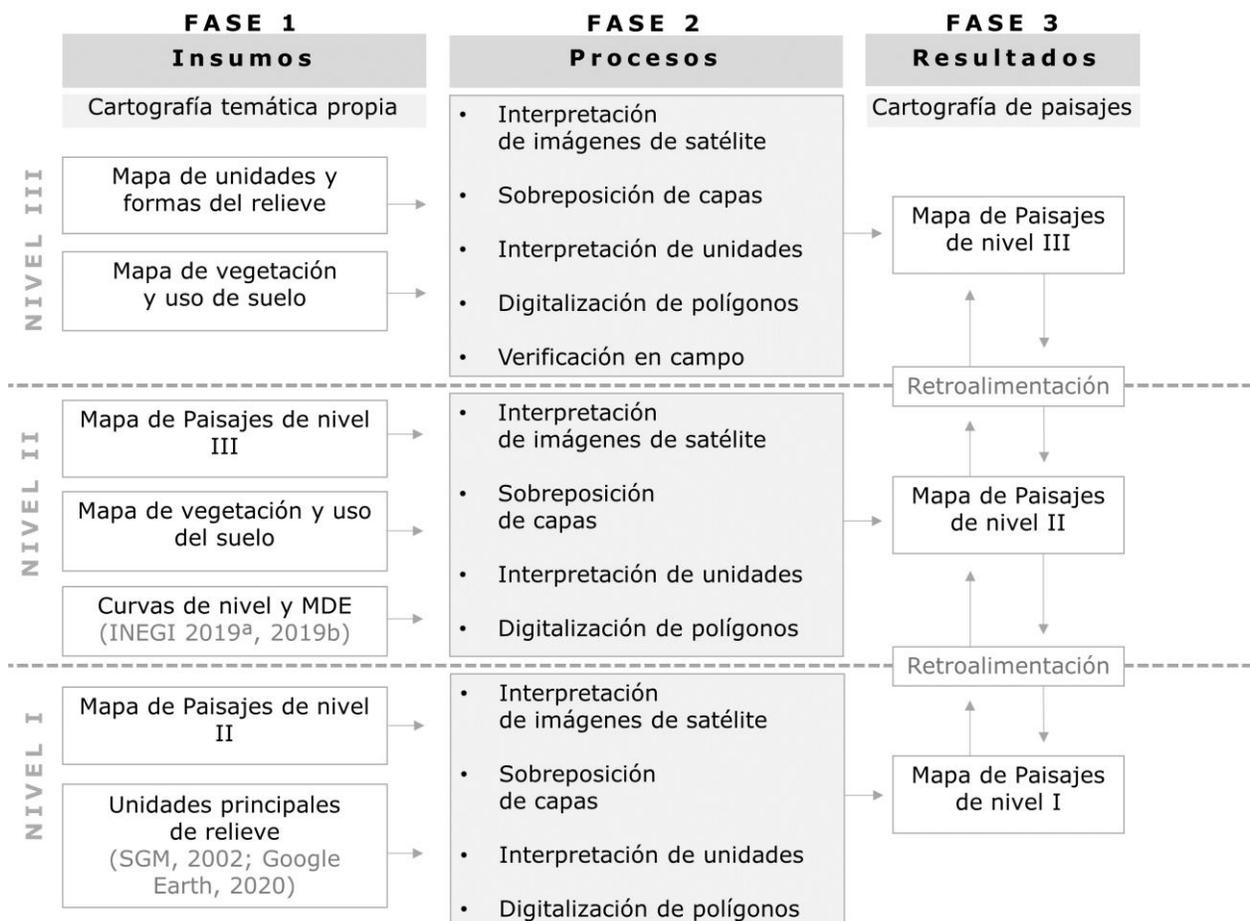


Elaboración propia (2021)

## 2.4 Etapa IV. Síntesis del paisaje en sus niveles taxonómicos

En esta cuarta etapa el objetivo es generar cartografía taxonómica del paisaje a partir de: los mapas obtenidos en la etapa anterior, procesos de interpretación, manejo de SIG y la retroalimentación multiescalar de las propias unidades de paisaje generadas. Para ello, el procedimiento se divide en 3 fases (ver esquema 2.4), mismas que son descritas a continuación.

**Esquema 2.4:** Fases para la síntesis del paisaje



*Elaboración propia (2021)*

Es importante mencionar que en esta etapa (contrario a las anteriores) se recomienda comenzar con la información más específica, es decir la de nivel III, debido a que serán los propios paisajes de esta escala quienes integren a los de nivel II, siguiendo la lógica de anidamiento de paisajes: el *geosistema* (paisajes de nivel II) es un complejo dinámico formado por paisajes más pequeños llamados *geofacies* (paisajes de nivel III), las cuales representan distintos estadios de la evolución del geosistema que las contiene, formando en conjunto una misma *familia geográfica* (Bertrand, 1968; García Romero y Muñoz, 2002; Serrano *et al.*, 2019). En este sentido, comenzar con la delimitación de los paisajes más específicos permitirá identificar la familia geográfica a la que pertenecen, es decir, el paisaje de nivel II del que forman parte.

En la **fase 1** (insumos), en cuanto a la cartografía temática propia resulta importante aclarar algunos aspectos relacionados con la escala numérica de los mismos:

- 1.** Como se ha mencionado en la etapa anterior, la escala de los mapas utilizados como referencia debe ser elegida en relación al producto que se pretende crear.
- 2.** Para la generación de cartografía temática propia requerida para los niveles III y II (véanse esquemas 2.3 y 2.4) se ha utilizado el principio cartográfico de *área mínima cartografiable* el cual plantea que "*a partir de una determinada área espacial, los polígonos y sus correspondientes contenidos deben ser generalizados; de lo contrario, dificultarían la distribución por parte del usuario cuando se lea en formato analógico*" (Salitchev 1979 en Priego *et al.*, 2008), en este sentido, dicho principio además, permite aclarar y justificar la escala numérica frente a los distintos tamaños de papel en el que podría plasmarse el mapa (véase tabla 2.1).

**Tabla 2.1:** Ejemplos del área mínima cartografiable

Escala	1 cm igual a		1 mm igual a		Área mínima cartografiable (4x4 mm)	
	m	km	m	km	m <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
1:10,000	100	0.1	10	0.01	1,600	0.0016
1:20,000	200	0.2	20	0.02	6,400	0.0064
1:25,000	250	0.25	25	0.025	10,000	0.01
1:50,000	500	0.5	50	0.05	40,000	0.04
1:100,000	1,000	1	100	0.1	160,000	0.16
1:250,000	2,500	2.5	250	0.25	1,000,000	1

Tabla tomada de (Salitchev 1979 en Priego et al., 2008)

- 3.** Se recuerda entonces que, para el caso de estudio se estableció en los mapas temáticos de los niveles III y II como área mínima cartografiable 1 ha (0.01 km<sup>2</sup>), es decir que, siguiendo el criterio antes mencionado del *área mínima cartografiable (íbid)*, la resolución de los mapas de *unidades y formas de relieve* (mapa 3.8), *vegetación y uso del suelo* (mapa 3.9) y de *paisajes de nivel III* (mapa 3.10) poseen un nivel en detalle de 1:25,000. Sin embargo, al realizar el cálculo de los mapas presentados en la versión física de este trabajo, (impresos en papel), se puede notar que tanto el mapa de *relieve* como el de *vegetación y uso de suelo*, impresos en un papel tamaño doble carta o tabloide (43.2 x 27.9 cm), tienen una escala de 1:120,000, mientras que el de *paisajes de nivel III*, impreso en un papel con medidas de 90 x 60 cm, tiene una escala de 1:50,000, debido a que dichas medidas de papel se consideraron las adecuadas para su lectura en un medio físico.
- 4.** Con lo anterior se pretende aclarar la diferencia entre la escala numérica a partir del nivel de detalle con base en el *área mínima cartografiable* y la escala numérica de la impresión en papel, la cual puede variar en función del medio de impresión y las necesidades de este.

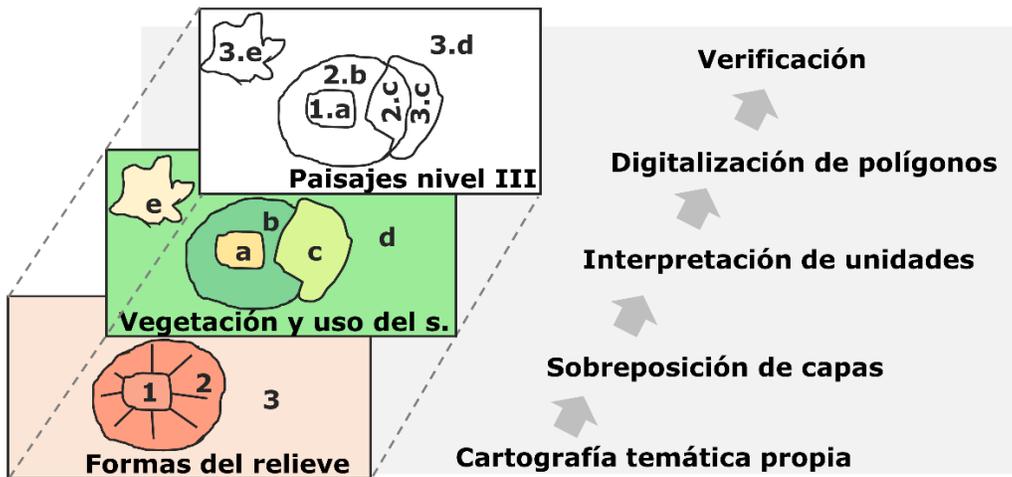
Por lo tanto, los insumos para el mapa de paisajes nivel III, fueron los mapas de menor extensión territorial pero mayor detalle, es decir, el de unidades y formas del relieve y el de vegetación y uso del suelo; para los paisajes de nivel II el insumo principal fue la cartografía

de paisajes nivel III, así como el mapa de vegetación y uso del suelo que junto con las curvas de nivel y el modelo digital de elevación (INEGI, 2019a, 2019b) permitieron la interpretación a esta escala; finalmente en los paisajes de nivel I los insumos estuvieron integrados por la cartografía temática de escala más pequeña y por tanto de mayor extensión territorial, es decir el mapa de unidades principales de relieve y el de paisajes de nivel II, este último con la intención de tener una retroalimentación en el trazado final.

En la **fase 2** se propone llevar a cabo una serie de procesos en SIG que permitan obtener unidades de paisaje en 3 niveles taxonómicos; dichos procesos consisten en la interpretación de imágenes de satélite, sobreposición de capas temáticas, interpretación de unidades, digitalización de polígonos y verificación en campo. El proceso en el área de estudio se describe a continuación.

La digitalización de unidades de paisaje de nivel III para la alcaldía de Tlalpan consistió en la creación de nuevos polígonos a partir de la integración de componentes abióticos (forma del relieve), bióticos (tipo de vegetación) y antrópicos (uso del suelo específico), obtenidos de la cartografía temática generada anteriormente. Se realizó una sobreposición de capas y una interpretación de unidades, buscando que cada polígono de unidad de paisaje estuviera integrado por una forma de relieve y un tipo de vegetación o uso del suelo, manteniendo el criterio de una hectárea como área mínima cartografiable. El trazado, al igual que en la etapa anterior, se realizó polígono por polígono de forma "manual", es decir sin ningún procesamiento automatizado más que la propia creación y edición de un nuevo archivo shape (ver esquema 2.5), a pesar de que se recomienda una verificación en campo de unidades que generen dudas y de otras al azar para comprobar la veracidad del trabajo, debido a la contingencia sanitaria, dichas verificaciones tuvieron que ser a través de medios digitales, principalmente Google Earth (ver figura 2.1 en la página 32). El número de polígonos obtenidos es de **628**, pertenecientes a **88** tipos o categorías de paisaje.

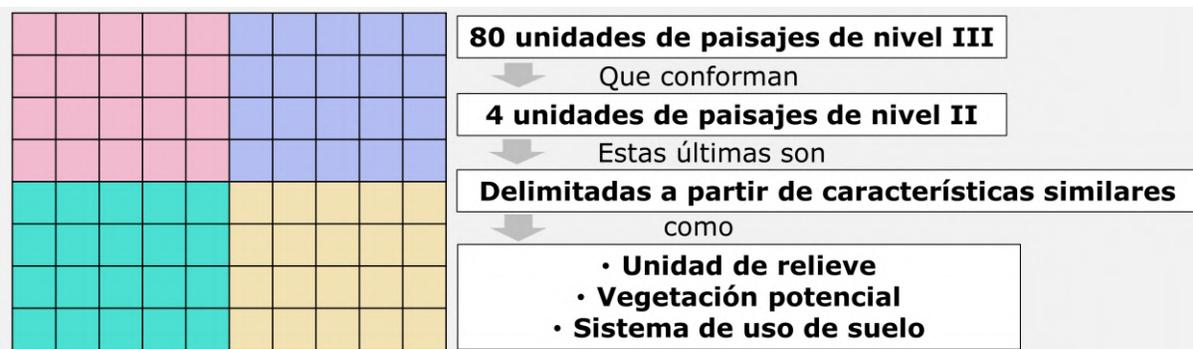
**Esquema 2.5:** Procesos realizados para obtener unidades de paisaje de nivel III



Elaboración propia (2021)

El trazado de los paisajes de nivel II se realizó (como se menciona al inicio de esta etapa) utilizando la lógica de anidamiento de paisajes, por lo que la fuente principal fueron las 628 unidades de paisajes de nivel III, de las cuales se identificaron *familias geográficas* con unidades que compartían una misma unidad de relieve y rango altitudinal, que propician un piso bioclimático asociado a un tipo de vegetación potencial y a un patrón o sistema de usos de suelo; para ejemplificar este proceso se muestra el esquema 2.6. El número de polígonos que se generaron para este nivel fueron **7**, de los que obtenemos **6** paisajes de nivel II.

**Esquema 2.6:** Ejemplo para la delimitación de paisajes de nivel II

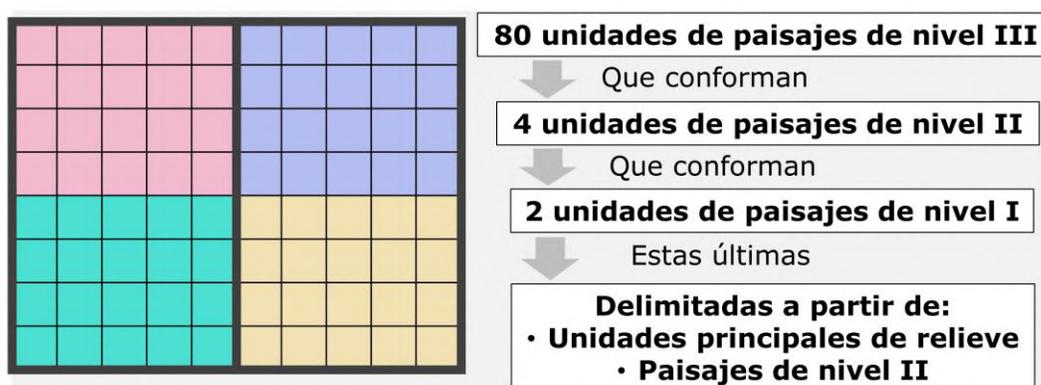


Este esquema no refleja los resultados obtenidos, solo busca ejemplificar la lógica de anidamiento y delimitación

(elaboración propia, 2021)

Las unidades de paisajes de nivel I corresponden básicamente a las unidades principales de relieve al ser estas las de mayor dimensión territorial, así como las menos dinámicas y por tanto más estables. Para su digitalización fue necesario superponer el mapa de relieve y las unidades de paisajes de nivel II, con la intención de ajustar el trazado final (ejemplo en esquema 2.7). De estos procesos resultaron **3** polígonos, cada uno representa un tipo o categoría de paisaje de nivel I.

**Esquema 2.7:** Ejemplo para la delimitación de paisajes de nivel I



*El número de unidades en este esquema no se relaciona con los resultados obtenidos, solo busca ejemplificar la lógica de anidamiento de paisajes y su delimitación (elaboración propia, 2021)*

La **fase 3** consistió en la retroalimentación multiescalar de las unidades de nivel III, II y I, lo que significa que cambios realizados en un nivel, repercuten en los demás, no estando terminado por completo un nivel hasta que todos lo estén. En esta fase también se realiza (al igual que en la cartografía temática propia) la integración de una leyenda que permita transmitir de forma precisa el contenido del mapa, así como los demás elementos indispensables en toda cartografía de carácter científico (sistema de coordenadas, mapa base, tipografía adecuada, etc.). Los mapas obtenidos son: *Paisajes de nivel I y II*, *Paisajes de nivel II y III*, mismos que se presentan en el siguiente capítulo.

## 2.5 Etapa V. Aplicación del mapa de paisaje

Tras haber realizado la cartografía de clasificación taxonómica del paisaje, el último paso de la metodología propuesta es aplicar dicha cartografía con la intención de obtener un uso práctico y tangible de la misma, recordando que “la delimitación no debe nunca considerarse como un fin en sí misma, sino solamente como un medio de aproximación en relación con la realidad geográfica” (Bertrand, 1968).

Existen diversas formas de aplicar los mapas de unidades de paisaje en relación con los objetivos de la investigación, por ejemplo: para *determinar la fragilidad ambiental* (Amorim y Oliveira, 2008; Rojas y Tavares, 2011; Franch-Pardo y Cancer-Pomar, 2017); *la calidad visual del paisaje* (García Romero *et al.*, 2005; Barrasa, 2013; Medina, 2017); como propuestas de *gestión y ordenamiento territorial* (Muñoz y Gómez-Zotano, 2016; Reyna-Bowen *et al.*, 2017); en relación al *turismo* (Carbajal *et al.*, 2010; Méndez-Méndez *et al.*, 2018); como *diagnóstico ambiental* (Chiapy *et al.*, 2000); para realizar una *evaluación de la dinámica del paisaje* (Arredondo-León *et al.*, 2008), etc.

Para este trabajo el ejercicio diagnóstico consistió en la *evaluación de la calidad paisajística* de las unidades de nivel III, entendiendo *calidad paisajística* como el grado de excelencia que poseen las unidades de paisaje a partir de sus componentes, lo cual puede ayudar a plantear iniciativas para su reconocimiento, protección, preservación y mantenimiento (Franch-Pardo y Cancer-Pomar, 2017).

Partiendo de estudios realizados en México por García Romero *et al.* (2005); Cruz Mendoza (2017); Gutiérrez López (2018); Méndez-Méndez *et al.* (2018) se sugiere el uso de indicadores que tengan criterio ambiental, escénico y educativo/académico, aplicados a los componentes abióticos, bióticos y antrópicos de cada paisaje, en este caso los de nivel III.

Para la alcaldía de Tlalpan se utilizaron 9 indicadores (3 de carácter escénico, 3 ambientales y 3 educativos/académicos), con la intención de evaluar la calidad de las 88 variantes de paisajes de nivel III (ver esquema 2.8 y cuadros 2.1, 2.2 y 2.3), mismas que fueron calificadas en cinco niveles de calidad (0, 0.25, 0.5, 0.75 y 1), donde 1 es la máxima calificación por indicador, al sumar los tres indicadores de un componente de paisaje la máxima calificación es 3 y finalmente al sumar los resultados de la evaluación de cada componente, la máxima calificación que puede obtener un paisaje de nivel III es 9. Sin embargo, que un paisaje obtenga 9 puede resultar un caso de gran excepcionalidad, por lo que se recomienda establecer un rango de categorías (alto, medio y bajo) en función de los valores obtenidos en el estudio, visitas a campo y el criterio de las personas involucradas en la investigación.

**Esquema 2.8:** Distribución de indicadores para la evaluación de los componentes del paisaje

<b>EVALUACIÓN DE COMPONENTES ABIÓTICOS</b>						
<b>Paisajes NIII</b>	<b>Indicador escénico</b>	<b>Indicador ambiental</b>	<b>Indicador educativo</b>	<b>Indicador escénico</b>	<b>Indicador ambiental</b>	<b>Indicador educativo</b>
1	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1	Calidad escénica intrínseca del relieve	Integridad natural del relieve	Relieves excepcionales asociados a la conservación del ecosistema
2	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1			
(...)	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1			
88	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1			
<b>EVALUACIÓN DE COMPONENTES BIÓTICOS</b>						
<b>Paisajes NIII</b>	<b>Indicador escénico</b>	<b>Indicador ambiental</b>	<b>Indicador educativo</b>	<b>Indicador escénico</b>	<b>Indicador ambiental</b>	<b>Indicador educativo</b>
1	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1	Calidad visual de la vegetación	Grado de desarrollo de la vegetación	Grado de conservación del ecosistema
2	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1			
(...)	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1			
88	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1			
<b>EVALUACIÓN DE COMPONENTES ANTRÓPICOS</b>						
<b>Paisajes NIII</b>	<b>Indicador escénico</b>	<b>Indicador ambiental</b>	<b>Indicador educativo</b>	<b>Indicador escénico</b>	<b>Indicador ambiental</b>	<b>Indicador educativo</b>
1	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1	Belleza del componente antrópico	Impacto ambiental por uso de suelo	Carácter del paisaje histórico, cultural y económico
2	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1			
(...)	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1			
88	De 0 a 1	De 0 a 1	De 0 a 1			

*Elaboración propia (2021)*

**Cuadro 2.1:** Formato de evaluación para los componentes abióticos de los paisajes de nivel III

1. EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES ABIÓTICOS					
1.1 Indicador escénico					
<b>Calidad escénica intrínseca del relieve</b>	<b>Nula</b> (Asentamiento humano y bosque cerrado)	<b>Baja</b> (bosque abierto y bosque de pino)	<b>Media</b> (Matorral)	<b>Alta</b> (Pastizal y cultivo)	<b>Muy alta</b> (Suelo desnudo [visibilidad litológica] y cantera)
<b>Calificación</b>	0	0.25	0.50	0.75	1
<i>Visibilidad litológica de una forma del relieve en relación con la vegetación y el uso de suelo donde se encuentra. Mientras más visible sea, mayor valor escénico adquiere.</i>					
1.2 Indicador ambiental					
<b>Integridad natural del relieve</b>	<b>Destruído</b> (formas intensamente modeladas)	<b>Fuertemente modelado</b> (formas modeladas)	<b>Moderadamente modelado</b> (derrame lávico antiguo)	<b>Ligeramente modelado</b> (Cono, domo, cráter, volcán escudo y derrame lávico joven)	<b>Intacto</b> (planicie aluvial)
<b>Calificación</b>	0	0.25	0.50	0.75	1
<i>Depende de la dinámica a la que se ha expuesto la forma del relieve en relación con el tiempo que tiene desde su formación y el tipo de erosión a la que es expuesta.</i>					
1.3 Indicador educativo y/o académico					
<b>Relieves excepcionales asociados a la conservación del ecosistema</b>	<b>Sin o con asociación muy baja</b> (Relieve con asentamiento humano, cantera)	<b>Asociación baja</b> (forma del relieve con suelo desnudo, agricultura, pastizal y matorral)	<b>Asociación moderada</b> (Derrame lávico, volcán escudo y planicie aluvial con cobertura forestal)	<b>Asociación alta</b> (cono, cráter y domo con cobertura forestal)	<b>Asociación muy alta</b> (Ladera volcánica y barranco principal con cobertura forestal)
<b>Calificación</b>	0	0.25	0.50	0.75	1
<i>Depende de la excepcionalidad de la relación forma del relieve-ecosistema, y de la importancia (grado de conservación o excepcionalidad) del elemento ecológico resguardado por la geoforma. La vegetación en el cráter de un volcán tiene una asociación alta con este, porque la resguarda.</i>					
<i>Continúa en la siguiente página...</i>					

Elaboración propia con base en García Romero et al. (2005); Cruz Mendoza (2017); Gutiérrez López (2018);

Méndez-Méndez et al. (2018)

**Cuadro 2.2:** Formato de evaluación para los componentes bióticos de los paisajes nivel III

<b>2. EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES BIÓTICOS</b>					
<b>2.1 Indicador escénico</b>					
<b>Calidad visual de la vegetación</b>	<b>Nula</b> (sin vegetación natural)	<b>Baja</b> (campos de cultivo)	<b>Media</b> (Matorral y pastizal natural)	<b>Alta</b> (Formación vegetal monoespecífica)	<b>Muy alta</b> (Formación vegetal mixta)
<b>Calificación</b>	0	0.25	0.50	0.75	1
<i>Según el tipo de vegetación, el estado de conservación y el atractivo visual que representa.</i>					
<b>2.2 Indicador ambiental</b>					
<b>Grado de desarrollo de la vegetación</b>	<b>Nulo</b> (sin vegetación natural)	<b>Bajo</b> (pastizal natural)	<b>Medio</b> (Matorral natural)	<b>Alto</b> (Bosque natural abierto)	<b>Muy alto</b> (Bosque natural cerrado y bosque de pino)
<b>Calificación</b>	0	0.25	0.50	0.75	1
<i>Se evalúa en función del estado de madurez y conservación de la comunidad vegetal.</i>					
<b>2.3 Indicador educativo y/o académico</b>					
<b>Grado de conservación del ecosistema</b>	<b>Nulo o muy bajo</b> (Sin vegetación natural)	<b>Bajo</b> (Formación vegetal abierta en áreas accesibles)	<b>Moderado</b> (Formación vegetal abierta en áreas poco accesibles)	<b>Alto</b> (Formación vegetal cerrada y bosque de pino en áreas accesibles)	<b>Muy alto</b> (Formación vegetal cerrada y bosque de pino en áreas poco accesibles)
<b>Calificación</b>	0	0.25	0.50	0.75	1
<i>Depende de las características didácticas del sitio, como representativo del alto grado de conservación del ecosistema y sus contenidos, en relación con su accesibilidad (forma del relieve), el estado de la vegetación.</i>					
<i>Continúa en la siguiente página...</i>					

Elaboración propia con base en García Romero et al. (2005); Cruz Mendoza (2017); Gutiérrez López (2018);

Méndez-Méndez et al. (2018)

**Cuadro 2.3:** Formato de evaluación para los componentes antrópicos de los paisajes nivel III

<b>3. EVALUACIÓN DE LOS COMPONENTES ANTRÓPICOS</b>					
<b>3.1 Indicador escénico</b>					
<b>Belleza del componente antrópico</b>	<b>Nula</b> (sin intervención antrópica)	<b>Baja</b> (cantera)	<b>Media</b> (asentamiento humano)	<b>Alta</b> (campos de cultivo)	<b>Muy alta</b> (Bosque abierto asociado con la reforestación y/o deforestación)
<b>Calificación</b>	0	0.25	0.50	0.75	1
<i>Se considera la belleza del componente antrópico en relación al desarrollo de la estructura socio-económica y espacial, así como al valor estético que socialmente le damos a los campos de cultivo y el bosque, este último abierto pues generalmente esa exposición es consecuencia de actividades humanas.</i>					
<b>3.2 Indicador ambiental</b>					
<b>Impacto ambiental por uso del suelo</b>	<b>Muy alto</b> (asentamientos humanos y cantera)	<b>alto</b> (campos de cultivo)	<b>Moderado</b> (Bosque abierto)	<b>Bajo</b> (Suelo desnudo, pastizal y matorral)	<b>Muy bajo</b> (Bosque cerrado y bosque de pino)
<b>Calificación</b>	0	0.25	0.50	0.75	1
<i>Depende del grado en que la actividad humana ha modificado el ecosistema original.</i>					
<b>3.3 Valor educativo y/o académico</b>					
<b>Carácter del paisaje histórico, cultural y económico</b>	<b>Nulo</b> (Suelo desnudo, pastizal, matorral en relieves poco prominentes)	<b>Bajo</b> (Bosque en relieves poco prominentes)	<b>Medio</b> (cono, domo, ladera volcánica y barranco principal sin actividad humana aparente)	<b>Alto</b> (agricultura y canteras sobre cualquier forma del relieve)	<b>Muy alto</b> (Asentamiento humano)
<b>Calificación</b>	0	0.25	0.50	0.75	1
<i>Depende de los elementos de origen o relación antrópica que le dan carácter único al paisaje, los cuales presentan una clara importancia histórica, cultural y/o económica para la sociedad que los habita o frecuenta. Además, tienen un gran valor para el ámbito educativo.</i>					

*Elaboración propia con base en García Romero et al. (2005); Cruz Mendoza (2017); Gutiérrez López (2018);*

*Méndez-Méndez et al. (2018)*

## **CAPÍTULO 3. RESULTADOS: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA**

### **3.1 Resultados etapa II. Historia regional de Tlalpan**

Esta sección, presenta la dinámica del paisaje en dos escalas de tiempo, la geológica y la humana, con la intención de comprender el orden actual del paisaje mediante un recorrido histórico.

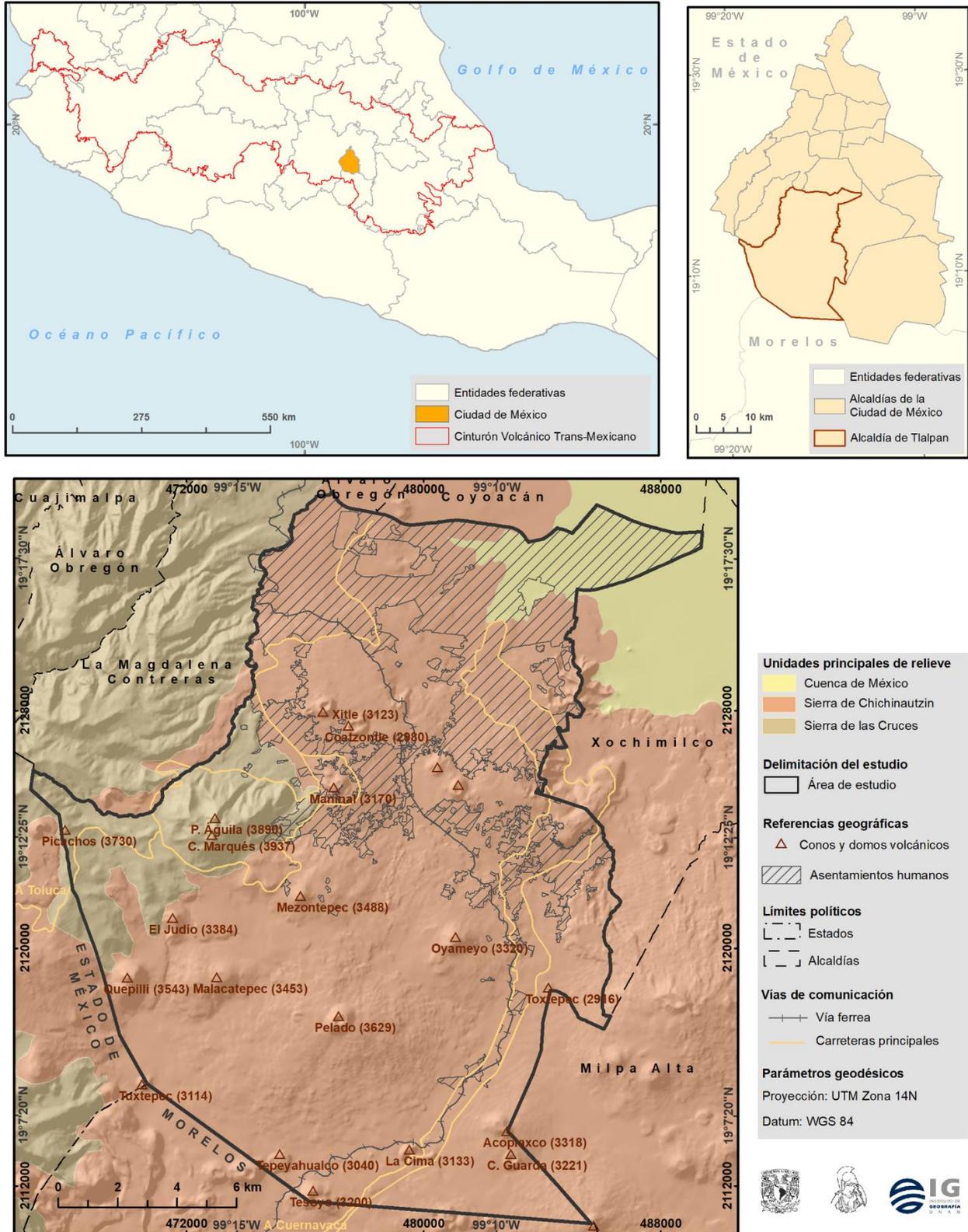
#### **3.1.1 Historia geológica regional de Tlalpan**

*“Cualquier forma del paisaje es un producto de la geología subyacente y de las fuerzas que actúan sobre ella, y cada una tiene su propia historia”* (Redfern, 2013). Pensar la dinámica del paisaje en escala de tiempo geológico nos lleva a un escenario totalmente distinto, la superficie en la que se desarrolla nuestra área de estudio tan solo es un suspiro de fuerzas internas y externas que a través de millones de años se han encargado de construir y reconstruir lo que hoy podemos observar.

El territorio que hoy comprende los límites político administrativos de la alcaldía de Tlalpan es una zona que encuentra la presencia de tres unidades principales de relieve (Cuenca de México, Sierra de las Cruces y Sierra de Chichinautzin), estas unidades a su vez pertenecen a la provincia geológica del Cinturón Volcánico Trans-Mexicano, explicando así la gran presencia volcánica que caracteriza el área (ver mapa 3.1).

Son diversos los autores que han descrito el paso del tiempo de las tres unidades principales de relieve antes mencionadas (mismas que se extienden más allá de los límites de la alcaldía de Tlalpan), a continuación se muestra una síntesis de algunas propuestas sobre su historia geológica tomando como elemento central la evolución de la Cuenca de México, es importante señalar que se mencionan estructuras que pueden estar fuera de los límites de Tlalpan, esto es con la intención de establecer una relación del área de estudio con su contexto espacial.

**Mapa 3.1:** Contexto geológico de Tlalpan



Elaborado con base en (INEGI, 2001, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b; SGM, 2002)

### ***Período Cretácico y Período Paleógeno***

Hace más de 100 millones de años (momento caracterizado por la presencia de dinosaurios, grandes reptiles marinos y voladores) nuestra área de estudio se encontraba en un mar somero, donde se depositaron sedimentos que dieron origen a rocas sedimentarias (principalmente calizas), mismas que constituyen el basamento de la Cuenca de México, estas parten del final de la época inferior y principio de la superior del período Cretácico, las Formaciones Morelos, Cuautla y Mexcala se asocian con este basamento (Fries, 1960; Enciso-De la Vega, 1992; Urrutia, 2019). Más tarde en el período Paleógeno (o Terciario inferior) en la época del Eoceno (es decir entre 56 y 33.9 millones de años) el basamento sedimentario de rocas calizas comenzó a plegarse, y posteriormente en el mismo Paleógeno pero en la época del Oligoceno (entre 33.9 y 23.03 Ma) se reconoce el Grupo Balsas integrado por rocas sedimentarias (conglomerados y areniscas), y a finales de esta época y principios del período Neógeno se originan algunos volcanes como Peñón de los Baños, Del Tigre y Zacatenco (Fries, 1960; Enciso-De la Vega, 1992; Mooser *et al.*, 1996).

### ***Períodos Neógeno y Cuaternario***

El período Neógeno (entre 23.03 y 2.58 Ma) se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas y volcanoclásticas asociadas al Supergrupo Pachuca que va desde la época del Mioceno (23.03 a 5.33 Ma) hasta principios del Plioceno (5.33 a 2.58 Ma), así como a rocas lávicas y piroclásticas del Grupo Anáhuac que va desde finales del Mioceno hasta finales del Plioceno, dentro de este Grupo se tiene el registro de rocas lávicas y piroclásticas correspondientes al grupo de las Sierras Mayores así como a la formación de la Sierra de las Cruces y del volcán Ajusco como uno de los últimos eventos eruptivos de esta (Enciso-De la Vega, 1992; Romero, 2001), en este mismo período se forman entre otras estructuras la Sierra de Guadalupe, Río Frío y Sierra Nevada (Mooser *et al.*, 1996).

A finales del Neógeno y principios del Cuaternario, Enciso-De la Vega (1992) reconoce el Grupo Taranguense donde agrupa rocas volcánicas de lavas del Iztaccíhuatl antiguo y abanicos volcánicos de las Sierras Mayores, también se reconoce en esta transición horizontes de suelo producto de lluvias de ceniza.

En el periodo Cuaternario (que abarca desde 2.58 millones de años hasta la actualidad) comienza la actividad volcánica que terminaría por cubrir gran parte de la zona de estudio con la formación de la Sierra de Chichinautzin (aunque es también en este período donde en la Sierra Nevada, el volcán Popocatépetl comienza a edificarse) (Fries, 1960; Enciso-De la Vega, 1992).

Con la formación de la Sierra Chichinautzin se termina por delimitar la Cuenca de México, esta Sierra poco a poco se fue convirtiendo en una barrera estructural (principalmente de volcanes monogénéticos) que, junto con la evolución del sistema de lagos, alteraciones climáticas y ambientales modificó los patrones de drenaje. Esta sierra puede considerarse todavía activa, pues su último evento volcánico responde al nombre de volcán Xitle de apenas 1670 años aproximadamente (Urrutia y Martín del Pozzo, 1993; Siebe, 2009).

La información expuesta anteriormente, sintetizada en el cuadro 3.1, nos permite imaginar el profundo cambio a lo largo de millones de años en el paisaje, siendo en algún momento un mar somero que gracias a su ubicación experimentó una constante actividad volcánica, donde el tiempo y la erosión modelaron las estructuras del relieve construidas, contribuyendo a su vez a la formación de lagos, cuya evidencia lacustre aún es visible; el hielo ha sido otro agente transformante que durante el pleistoceno y parte del holoceno a través de glaciares modificaron los paisajes con mayor altitud, como ocurrió en el volcán Ajusco, dejando como evidencia grandes valles glaciares con forma de "U", circos glaciares y morrenas, así como un "horn" o cuerno al que en la actualidad llamamos "Pico del Águila" (Fries, 1960; White y

Valastro, 1984; Enciso-De la Vega, 1992; Delgado y Martin del Pozzo, 1993; Mooser *et al.*, 1996).

**Cuadro 3.1:** Panorama general de la historia geológica en Tlalpan

Tiempo				Litología
Período	Época	Millones de años	Referencias temporales	Rocas
Cuaternario	Holoceno	Entre 0.012 hasta la actualidad	Continúa la creación de volcanes en la Sierra de Chichinautzin como el Xitle, su último evento.	Volcánicas (andesitas y basaltos) y sedimentos fluvio-lacustres
	Pleistoceno	2.58 y 0.012	Surgen gran parte de los volcanes que conforman la Sierra de Chichinautzin. Hay presencia de glaciares en el Ajusco.	Volcánicas (andesitas y basaltos) y sedimentos lacustres
Neógeno	Plioceno	Entre 5.33 y 2.58	Surgen muchos de los volcanes de la Sierra de las Cruces entre ellos el Ajusco.	Lávicas (andesitas y dacitas) y piroclásticas (toba andesítica) y sedimentos lacustres
	Mioceno	Entre 23.03 y 5.33	Comienza la formación de la Sierra de las Cruces.	Volcánicas (andesitas y dacitas) y volcanoclásticas
Paleógeno	Oligoceno	Entre 33.9 y 23.03	El basamento sedimentario se plegó.	Sedimentarias como conglomerados y areniscas
	Eoceno	Entre 56 y 33.9		Sedimentarias Principalmente calizas
	Paleoceno	Entre 66 y 56		
Cretácico		Entre 145 y 66	El área de estudio era un mar somero.	

Elaborado con base en (Fries, 1960; White y Valastro, 1984; Enciso-De la Vega, 1992; Mooser *et al.*, 1996; SGM, 2002)

### 3.1.2 Historia regional de los asentamientos humanos en Tlalpan

Salvador Novo

México, DF, 25 de feb. 1971.

Sr. Lic. D. Eduardo Guillén Gordillo  
Secretario de la Delegación Política  
Calle del Congreso NO. 5,  
Tlalpan, DF

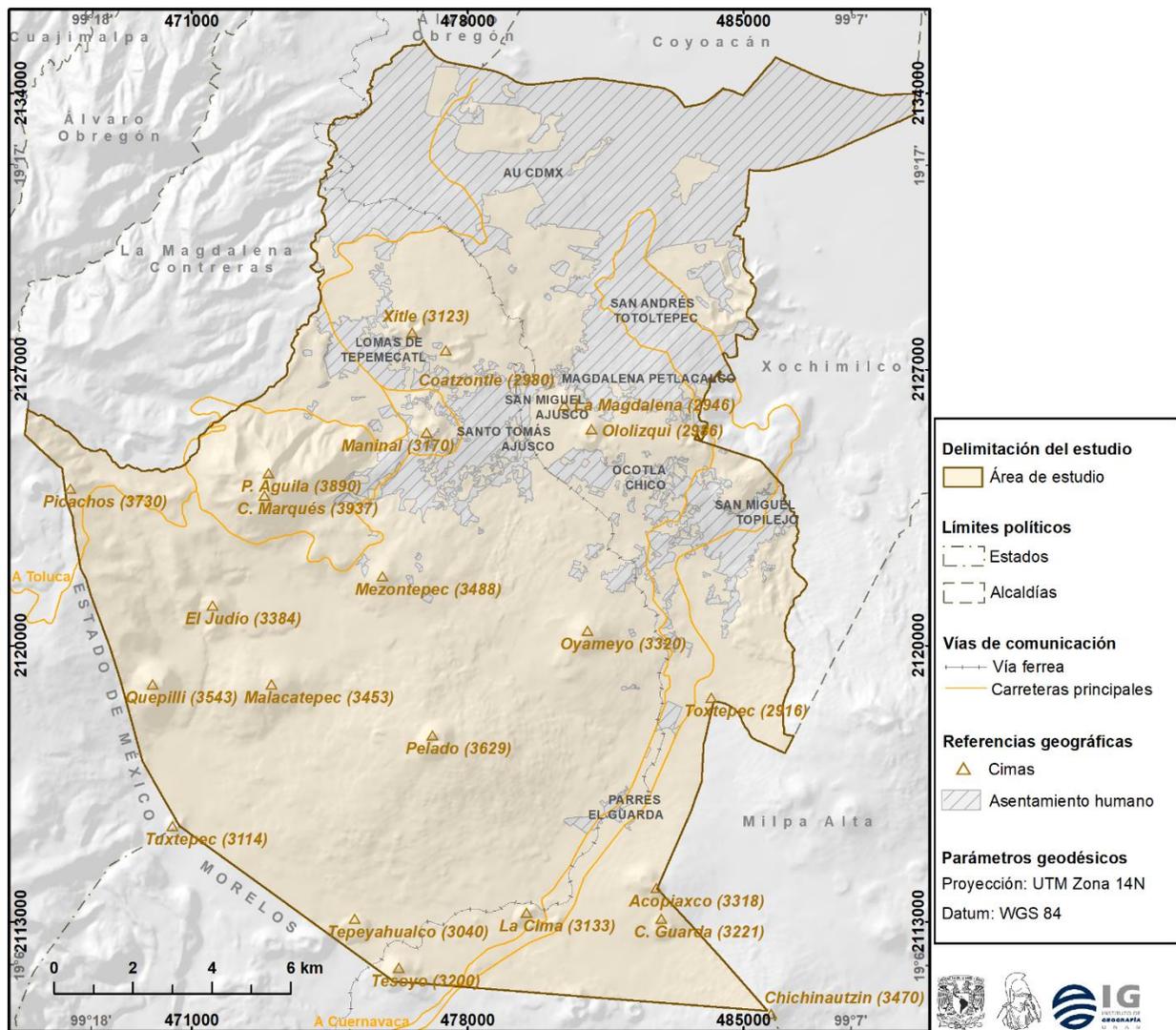
Me es grato contestar a su consulta contenida en su oficio No. 95, expediente Ñ-3/000/1, que fechado el 14 de febrero, llegó a mis manos el 24 del propio mes; y en el que sirve usted pedirme la forma correcta de escribir TLALPAN.

En voz compuesta del sustantivo TLALLI, tierra, y el adverbio de lugar PAN, que es “SOBRE” encima de “TLA (LI)” pierde el sufijo LI al aglutinarse con el adverbio y formar así un nuevo sustantivo; el topónimo “SOBRE LA TIERRA”, que dio nombre a esta antigua población, que así queda: TLAL (LI) PAN.

El texto anterior corresponde a un oficio insertado en el Órgano informativo Delegación Tlalpan, escrito por el cronista de la ciudad, Salvador Novo, en donde aclara la forma correcta de escribir el nombre de la alcaldía, en ese momento delegación, pues solía escribirse también como Tlalpam (Appendini, 2015).

La palabra Tlalpan proviene del náhuatl y como se describió anteriormente puede traducirse como *lugar sobre la tierra o lugar de tierra firme* (Gómez, 2007), nombre que adquiere mucho sentido por la gran actividad volcánica que se ha desarrollado en sus límites, es la alcaldía con mayor extensión territorial de la Ciudad de México y se encuentra ubicada entre los  $19^{\circ} 05' 00''$  y  $19^{\circ} 18' 00''$  latitud norte y  $99^{\circ} 06' 00''$  y  $19^{\circ} 19' 00''$  longitud oeste (ver mapa 3.2).

**Mapa 3.2: Área de estudio**



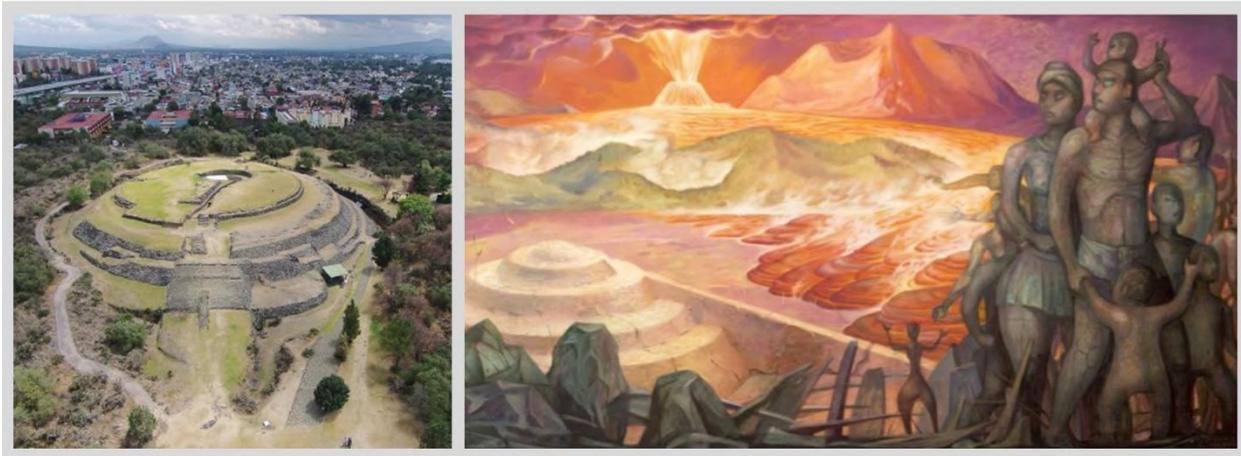
Elaborado con base en (INEGI, 2018a, 2018b, 2019a, 2019b)

La alcaldía de Tlalpan sostiene una gran diversidad natural, cultural e histórica (Appendini, 2015), que indudablemente se refleja en sus paisajes, motivo por el cual, resulta importante conocer su tránsito a lo largo del tiempo, para ello la historia regional de los asentamientos humanos nos brinda una breve explicación de los principales acontecimientos que han permitido que esta alcaldía se exprese tal y como la conocemos actualmente.

### ***Época prehispánica y colonial***

Dentro de la actual alcaldía de Tlalpan se encuentra la zona arqueológica de Cuicuilco con vestigios de una civilización humana cubierta por lavas del volcán Xitle, a partir de dataciones absolutas de muestras de carbón obtenidas de las cenizas del cono volcánico se ha llegado a la conclusión que dicha erupción ocurrió hace 1670 más menos 35 años, es decir, se puede calcular por la fecha de datación que en el año 280 de nuestra era el grupo humano más antiguo del área tuvo que migrar como consecuencia de dicho evento volcánico (Siebe, 2009), ver figura 3.1.

**Figura 3.1:** Cuicuilco y la erupción del Xitle



*A la izquierda el Gran Basamento Circular de la zona arqueológica de Cuicuilco (INAH, 2020), a la derecha la pintura "La Erupción del Xitle" (González, 1947)*

Posteriormente Tlalpan fue ocupada por el dominio Tepaneca hace más de 650 años, llegando a extenderse por toda la Cuenca de México y territorios más allá de esta, alcanzando su mayor extensión durante 1367 y 1426, hasta que en 1428 los mexicas les declararon la guerra, donde las batallas de Azcapotzalco y Coyoacán fueron determinantes para marcar el fin de los tepanecas y el inicio del dominio mexica (ver figura 3.2) (Santamarina, 2006; Cervera, 2019).

**Figura 3.2:** Batalla de Azcapotzalco



*Acuarela del Códice Tovar (BDM, 2015)*

Luego de la conquista española la población de Tlalpan se agrupó a instancias del primer virrey de la Nueva España (Antonio de Mendoza), bajo el nombre de San Agustín de las Cuevas (ver figura 3.3) lo cual se hizo oficial en 1537, dicho nombre sostenía una carga religiosa (de los frailes dieguinos) y una carga natural debido a las cuevas abundantes en el área consecuencia del vulcanismo del Xitle. Con este nuevo orden se aplicaron estrategias como las congregaciones con el fin de tener un mayor control de la población, de esta forma al reunir a la población dispersa en torno a iglesias o capillas, poblados enteros desaparecieron y con ellos muchos de sus registros históricos (Appendini, 2015).

**Figura 3.3:** Plano colonial de San Agustín de las Cuevas



*Plano manuscrito pictórico colonial de San Agustín de las Cuevas (PM, 2018)*

En 1645 se le otorga el título de Villa, momento en el cual respondía a un espacio en el que familias pudientes tenían huertas y casas de campo, será hasta 1786 que al dividirse el territorio de la Nueva España e instaurarse un sistema de intendencias la Villa de San Agustín de las Cuevas se incluye temporalmente a la Ciudad de México (Valdez y Huchim, 1984; Ornelas, 2007; Appendini, 2015).

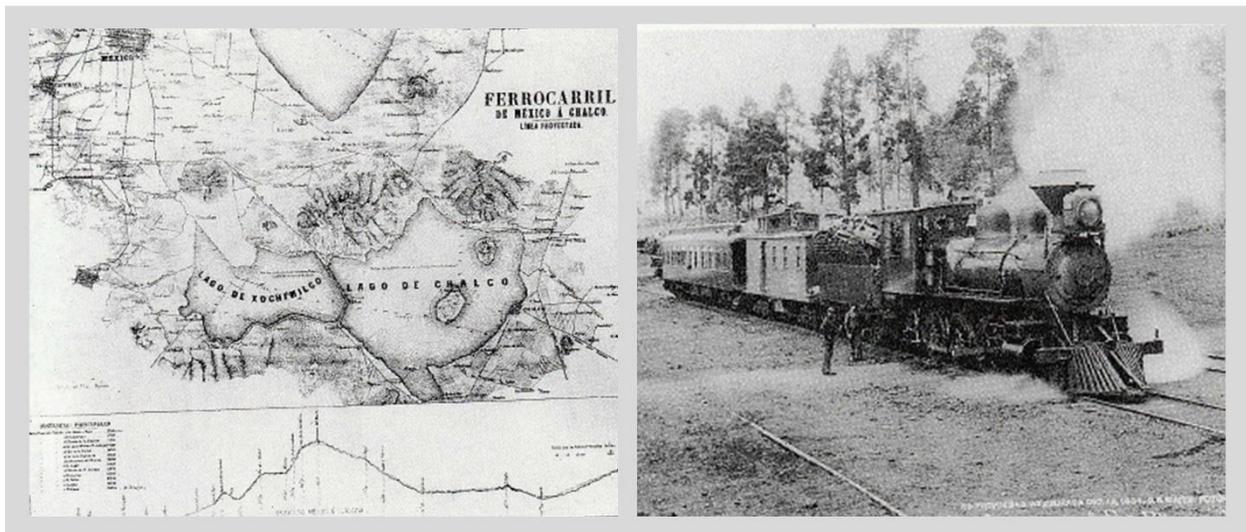
### ***Siglo XIX***

Luego de la independencia y bajo la Constitución de 1824 con la división territorial en entidades federativas, Villa de San Agustín de las Cuevas pasa a formar parte del recién creado Estado de México llegando a ser su capital de 1827 a 1830, en estos tres años adquiere el rango de Ciudad y se le cambia el nombre a Tlalpan recuperando su antiguo nombre indígena. Posteriormente en 1854 Antonio López de Santa Anna amplió los límites del Distrito de México y Tlalpan pasó a formar parte, al menos temporalmente debido a que Santa Anna sería desconocido como presidente luego de la Revolución de Ayutla, regresando a la jurisdicción del Estado de México, para finalmente decretarse en 1855 su incorporación definitiva al Distrito Federal (hoy Ciudad de México) en este mismo año fungió por once días como capital de la República Mexicana (Gómez, 2007; Appendini, 2015).

Es durante la segunda mitad del siglo XIX que comenzaría la historia del ferrocarril en Tlalpan, lo cual representaría un cambio en la dinámica de transporte, infraestructura y por supuesto en el paisaje de la alcaldía. En 1869 se inaugura una ruta de ferrocarril a vapor pensada para ir desde México hasta Chalco (Ferrocarril México-Chalco) sin embargo nunca llegó a su último punto de destino programado y terminó siendo Tlalpan la última parada, ello debido a ser un área de recreo pero también de una importante industria, posteriormente a finales de la década de 1880 se construyó una vía férrea que acortaba el camino a Tlalpan la cual se inauguró en 1891, años más tarde en 1899 se inaugura otro ferrocarril, el de México a Cuernavaca, cuya ruta atravesó toda la alcaldía (pasaba cerca del volcán Xitle y de San Miguel

Ajusco, desviándose hacia El Guardia y Tres Marías) (ver figura 3.4) y dejó de operar hasta 1997. Existió un tercer ferrocarril que partía de Xochimilco a Molino del Rey y pasaba por Huipulco se construyó a principios del siglo XX y su existencia fue muy efímera, sirviendo en un principio para transportar material de construcción para después ser adaptado para el traslado de pasajeros (Padilla, 1999).

**Figura 3.4:** El ferrocarril en Tlalpan



*A la izquierda plano para la construcción del ferrocarril México-Chalco, a la derecha ferrocarril en la estación de Tres Marías en 1904 (Padilla, 1999)*

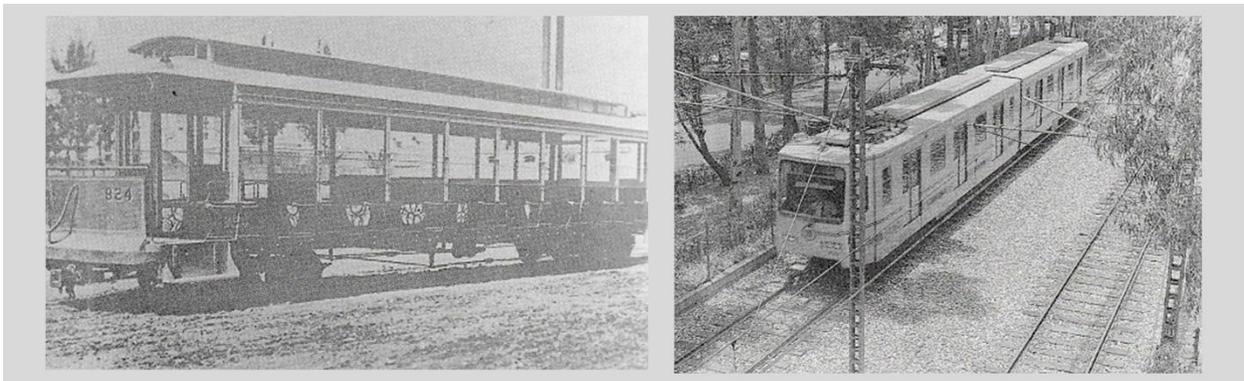
### **Siglo XX y XXI**

El siglo XX presentó muchos escenarios, eventos históricos y cambios, no solo para la alcaldía sino para todo el país, acontecimientos como el fin del Porfiriato en 1911 con el inicio de la Revolución Mexicana, misma que dejaría la creación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917, en la cual se plasmó entre muchas otras cosas la Reforma Agraria que llevaría a la repartición de más de 95 millones de hectáreas así como a la denominación de distintas formas de propiedad de la tierra, reparto que continuaría con Cárdenas (dicho reparto también ocurrió en Tlalpan). Este siglo también representó el cambio de distintos

modelos económicos en el país, así como la entrada y establecimiento del actual (Bretón, 2000).

Respecto a los medios de transporte, el tranvía eléctrico marcó el inicio del siglo XX en Tlalpan, sustituyendo definitivamente al ferrocarril de vapor en sus rutas México-Tlalpan y Huipulco-Tlalpan, sin embargo es en la década de los cincuenta que poco a poco se fue deshabilitando hasta que a finales de los ochenta el tren ligero ocupó su lugar (véase figura 3.5) y finalmente a principios de los noventa se eliminó la ruta del tranvía a Tlalpan, terminando así una historia de transporte ferroviario de 120 años, pero a la par del tranvía el transporte se diversificaba acorde a las necesidades de la población, modificando los tiempos de traslado y los espacios sobre los que andaban en un principio camiones, libres o taxis, peseros y microbuses que poco a poco fueron diversificando rutas y ofreciendo variedades en los precios para una población cada vez mayor (Padilla, 1999).

**Figura 3.5:** El tranvía y el tren ligero



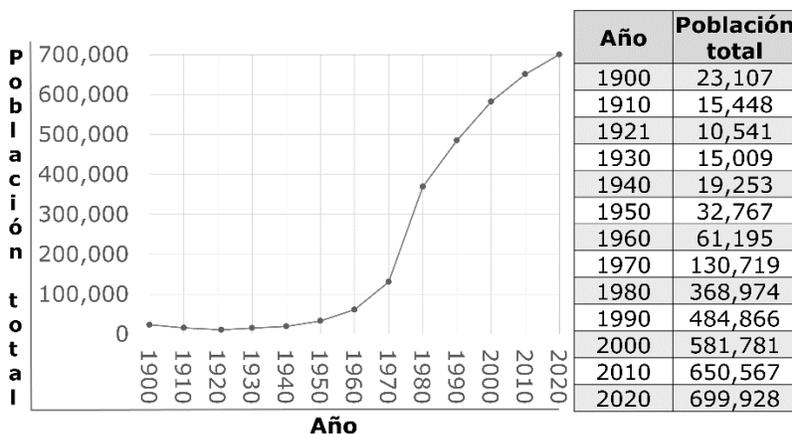
*A la izquierda el tranvía, a la derecha el tren ligero (Padilla, 1999)*

En Tlalpan la agricultura y en general las actividades del sector primario representaron las principales actividades económicas, lo cual era muy visible a mediados de los años setenta cuando la demarcación se posicionó como la tercer alcaldía en ocupar la mayor área cultivada dentro de la Ciudad de México detrás de Xochimilco e Iztapalapa, además contaba con el

segundo lugar en volumen producido, principalmente de avena forrajera y nopal, sin embargo desde mediados del siglo y conforme la población comenzaba a incrementar, la población económicamente activa (PEA) ha mostrado una paulatina transición del sector primario al terciario, en 1950 la PEA dedicada al sector primario era de 40.9%, mientras que el terciario representaba el 32.9%, para 1990 el cambio era notorio, el sector primario contaba tan solo con 1.9% y el terciario 73.2%, en 2010 la población ocupada dedicada al sector primario representó 1.2% y el terciario sostuvo el 76.28% del total (Ibarra, 2000; INEGI, 2010).

La población en el país y por supuesto en nuestra zona de estudio continuó aumentando, sobre todo después de la primera mitad del siglo (como se puede ver en la gráfica 3.1), entre 1950 y 1980 el crecimiento se mantuvo en ascenso permanente (pasando de 32,767 habitantes a 368,974), dicho crecimiento se asocia a movimientos migratorios e intrametropolitanos por lo que la alcaldía recibió la connotación de muy elevada atracción de población para este intervalo de 30 años, pero en la década de los ochenta se presentó una desaceleración demográfica y la connotación bajó a la categoría de atracción moderada, finalmente en el periodo de 1990 al 2000 el crecimiento fue prácticamente de componente natural (Ibarra, 2000), la población que en el 2020 se ha reportado en la alcaldía ha sido de 699,928 habitantes (INEGI, 2020).

**Gráfica 3.1:** Crecimiento de la población en Tlalpan 1900-2020

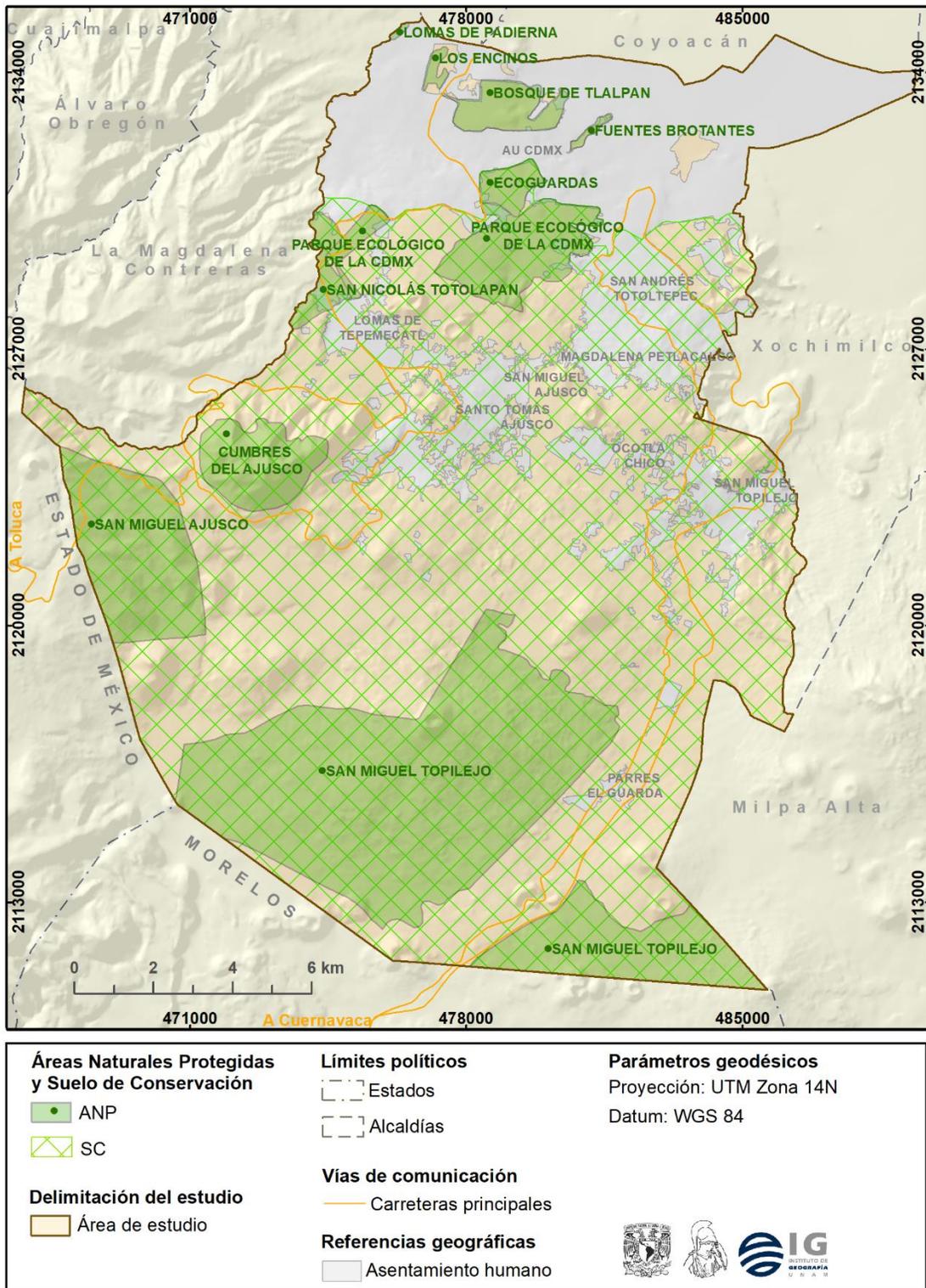


*Elaboración propia con base en censos del INEGI (1900-2020)*

En profunda relación al gran crecimiento poblacional de la segunda mitad del siglo, la mancha urbana se ha ido expandiendo de manera significativa, según GDF (2010) en 1958 se registraron 566.15 hectáreas correspondientes al área urbana de Tlalpan, 13 años después en 1971 ya había 2,089.65 ha, para 1985 se contaba con 4,807.11 y en el mismo texto se reporta que para 2010 aumentó a 5,023 ha, se tiene además un dato extra, generado en este estudio con la colaboración de Viridiana Corro Espino, donde a partir del trazo de polígonos (de dimensión mínima cartografiable de 1 ha) en imágenes de satélite Landsat de Google Earth, se identificaron 7,897.29 ha correspondientes a asentamientos humanos en 2018, con lo cual se puede apreciar el rápido crecimiento urbano en la alcaldía.

El aumento constante de la mancha urbana en la Ciudad de México llevó a declarar en 1987 dos grandes zonas administrativas: el Suelo Urbano y el Suelo Conservación, este último representa actualmente un 59% del territorio de la CDMX y un 84% de la superficie total de la alcaldía de Tlalpan, su principal función es conservar espacios sin urbanización que permitan a su vez brindar servicios ambientales como producción de agua, regulación del clima, retención y formación del suelo, conservación de la biodiversidad, así como brindar belleza escénica, recreativa y cultural, entre otras. Sin embargo desde 1917 ya se contaba con espacios protegidos en la CDMX, como lo es el Área Natural Protegida (ANP) con categoría de Parque Nacional *Desierto de los Leones*, correspondiente a las alcaldías Cuajimalpa y Álvaro Obregón, la primer ANP declarada en Tlalpan es el Parque Nacional *Cumbres del Ajusco*, decretado en 1936, actualmente la alcaldía cuenta con 10 ANP (ver cuadro 3.2 y mapa 3.3), las cuales cumplen la función de espacios naturales estratégicos para la conservación de la biodiversidad además de proporcionar servicios ambientales (SEDEMA; 2016; SEDEMA, 2020; Tlalpan, 2020).

**Mapa 3.3:** Áreas Naturales Protegidas y Suelo de Conservación en Tlalpan



Elaboración propia con base en (SEDEMA, 2016, 2020)

**Cuadro 3.2:** Áreas Naturales Protegidas en Tlalpan

<b>ANP en Tlalpan</b>	<b>Fecha de decreto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Extensión en Tlalpan (ha)</b>	<b>Extensión Total (ha)</b>
Cumbres del Ajusco	23/09/1936	Parque Nacional	920	920
Fuentes Brotantes	28/09/1936	Parque Nacional	129	129
Lomas de Padierna	22/04/1938	Parque Nacional	8.58	1,161.21
San Miguel Ajusco	16/11/2010	Reserva Ecológica Comunitaria	1175.99	1175.99
San Miguel Topilejo	26/06/2007	Reserva Ecológica Comunitaria	5450.36	6,000.29
San Nicolás Totolapan	29/11/2006	Reserva Ecológica Comunitaria	171.29	1,984.70
Ecoguardas	29/11/2006	Zona de Conservación Ecológica	132.63	132.63
Los encinos	01/12/2009	Zona de Protección Hidrológica y Ecológica	25.01	25.01
Bosque de Tlalpan	17/06/2011	Zona Ecológica y Cultural	252.86	252.86
Parque Ecológico de la CDMX	28/06/1989	Zona Sujeta a Conservación Ecológica	727.61	727.61

*Elaboración propia con base en (SEDEMA, 2016, 2020)*

La cada vez mayor demanda de viviendas aunado con que ninguna actividad económica tradicional (como la agricultura) puede competir con el rendimiento de la especulación urbana, ha ocasionado la existencia de usos de suelo como los asentamientos irregulares, mismos que se presentan sobre ANP y Suelo de Conservación, ocasionando diferentes problemáticas, por un lado al no reconocerse como legales no se les dota de servicios básicos y éstos tienen que conseguirse por medios privados, además, al no existir planeación adecuada pueden desarrollarse sobre zonas vulnerables como laderas, salidas de cauces de agua, etc., sin mencionar los daños al ecosistema donde se desarrollan (Ruíz-Gómez, 2006). A pesar de su ilegalidad y baja calidad de vida, estos asentamientos siguen en aumento, para inicios del año 2000, se habían contabilizado 148, en el 2010 se registraron 190 y en 2016 el número fue de 206, representando un reto en la actualidad para las autoridades y sus habitantes (Ruíz-Gómez, 2006; GDF, 2010; GCDMX, 2016).

### 3.2 Resultados etapa III. Análisis de los componentes temáticos

En esta sección se presenta la cartografía temática generada de los componentes diferenciadores del paisaje (abióticos, bióticos y antrópicos), misma que resulta fundamental para la posterior delimitación, descripción y análisis de unidades taxonómicas de paisaje (etapa IV). El cuadro 3.3 expone el nivel taxonómico para el que se ha diseñado cada mapa.

**Cuadro 3.3:** Cartografía de los componentes del paisaje para Tlalpan y su nivel taxonómico correspondiente

Nivel taxonómico de paisaje	Componentes bióticos	Componentes abióticos	Componentes antrópicos
<b>Paisajes de nivel I</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De cientos a miles de km<sup>2</sup></li> <li>• Escalas generales menores que 1:250,000</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidad principal de relieve (mapa 3.6)</li> <li>❖ Clima regional (mapa 3.4)</li> </ul>	
<b>Paisajes de nivel II</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De unidades a cientos de km<sup>2</sup></li> <li>• Escalas intermedias 1:50,000–1:100,000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetación potencial (mapa 3.9)</li> <li>❖ Pisos bioclimáticos</li> <li>❖ Áreas Naturales Protegidas (mapa 3.3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidad de relieve (mapa 3.7)</li> <li>❖ Litología de las unidades</li> <li>❖ Altitud (mapa 3.5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de uso de suelo (mapa 3.9)</li> <li>❖ Áreas de legado histórico y/o cultural</li> </ul>
<b>Paisajes de nivel III</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• De cientos a miles de m<sup>2</sup></li> <li>• Escalas detalladas iguales o mayores que 1:50,000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de vegetación (mapa 3.9)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formas de relieve (mapa 3.8)</li> <li>❖ Litología de las formas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de suelo específico (mapa 3.9)</li> </ul>

**Simbología**

- Componentes para **delimitar** unidades de paisaje
- ❖ Componentes para **describir** unidades de paisaje

Elaboración propia (2021)

### **3.2.1 Componentes abióticos**

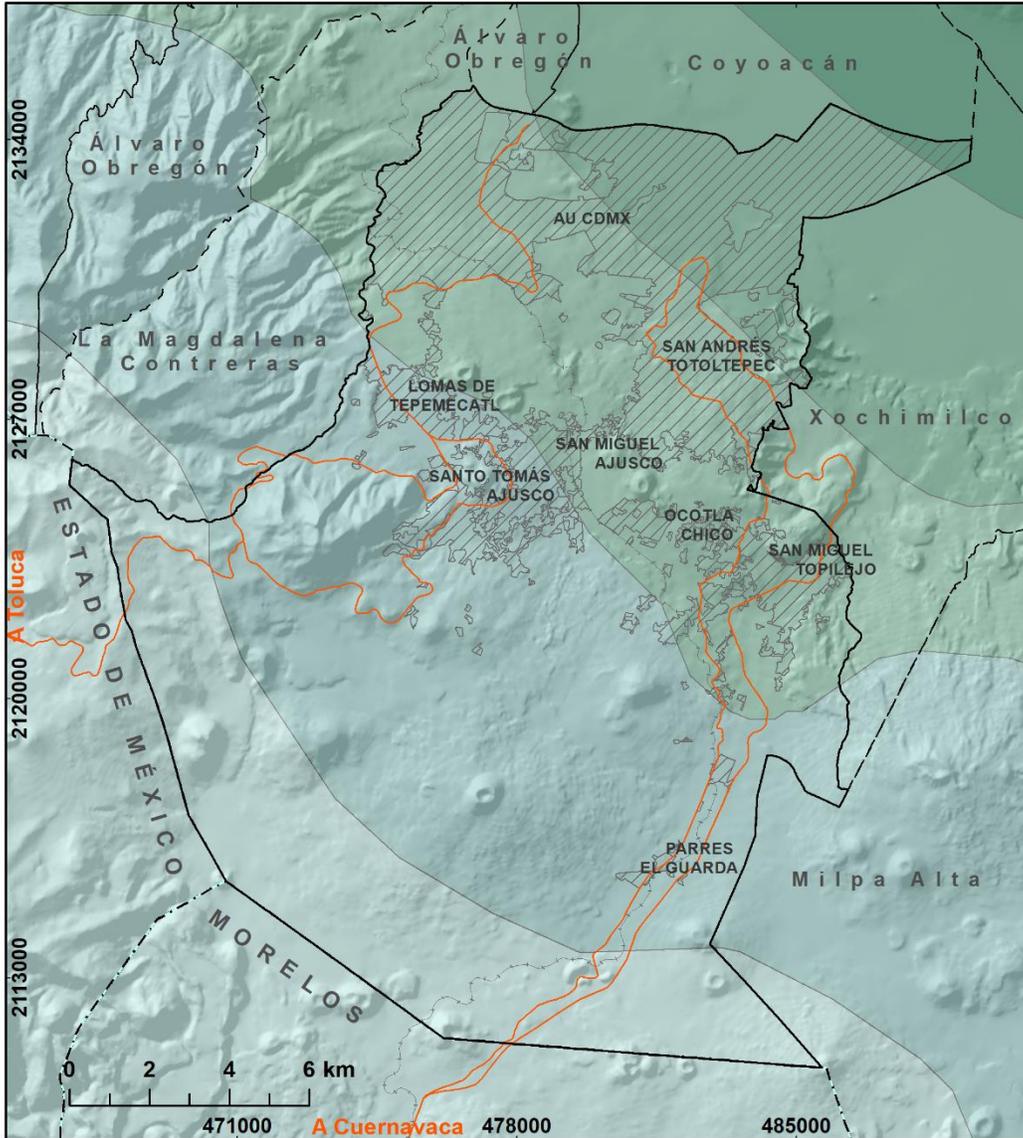
#### **A) Clima**

El clima regional y las unidades principales de relieve representan componentes de gran extensión territorial y por tanto dinámicamente estables a escala humana, pues en condiciones naturales requieren por lo menos cientos de años para manifestar cambios de fondo, por ello son considerados como la estructura o armazón del territorio, donde se desenvuelven los demás componentes, de menor extensión y mayor dinámica (García Romero y Muñoz, 2002).

En la alcaldía de Tlalpan se presentan cinco tipos de climas, el templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad  $C(W_0)$ , templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media  $C(W_1)$ , templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad  $C(W_2)$ , semifrío subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad  $C(E)(W_2)$  y semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano  $C(E)(m)$  (ver mapa 3.4) (INEGI, 2008; GDF, 2010; García, 2014). Como se mencionó en el capítulo anterior, el mapa de climas se obtuvo directamente de la información cartográfica que ofrece INEGI (2008) cuya escala original es de 1:1,000,000, consecuencia de ello, la cartografía climática solo es aplicada para la descripción de las unidades de paisaje nivel I.

La distribución de climas en la alcaldía se encuentra ligada en gran medida al relieve y la altitud del área (ver mapa 3.5), pues como menciona García (2014), los climas del Grupo C en México se relacionan con áreas montañosas con altitudes mayores a los 800 msnm. Dicha relación, a su vez permite comprender el progresivo cambio que muestran si se observan en dirección noreste a suroeste, pues mientras aumenta la altitud, la temperatura desciende y las lluvias aumentan, transcurriendo así del templado húmedo al semifrío subhúmedo y finalmente al semifrío húmedo (véase mapa 3.4), efecto que repercute en la carga biótica y explica que la vegetación potencial en el área sea predominantemente de bosque templado.

**Mapa 3.4:** Clima en la alcaldía de Tlalpan

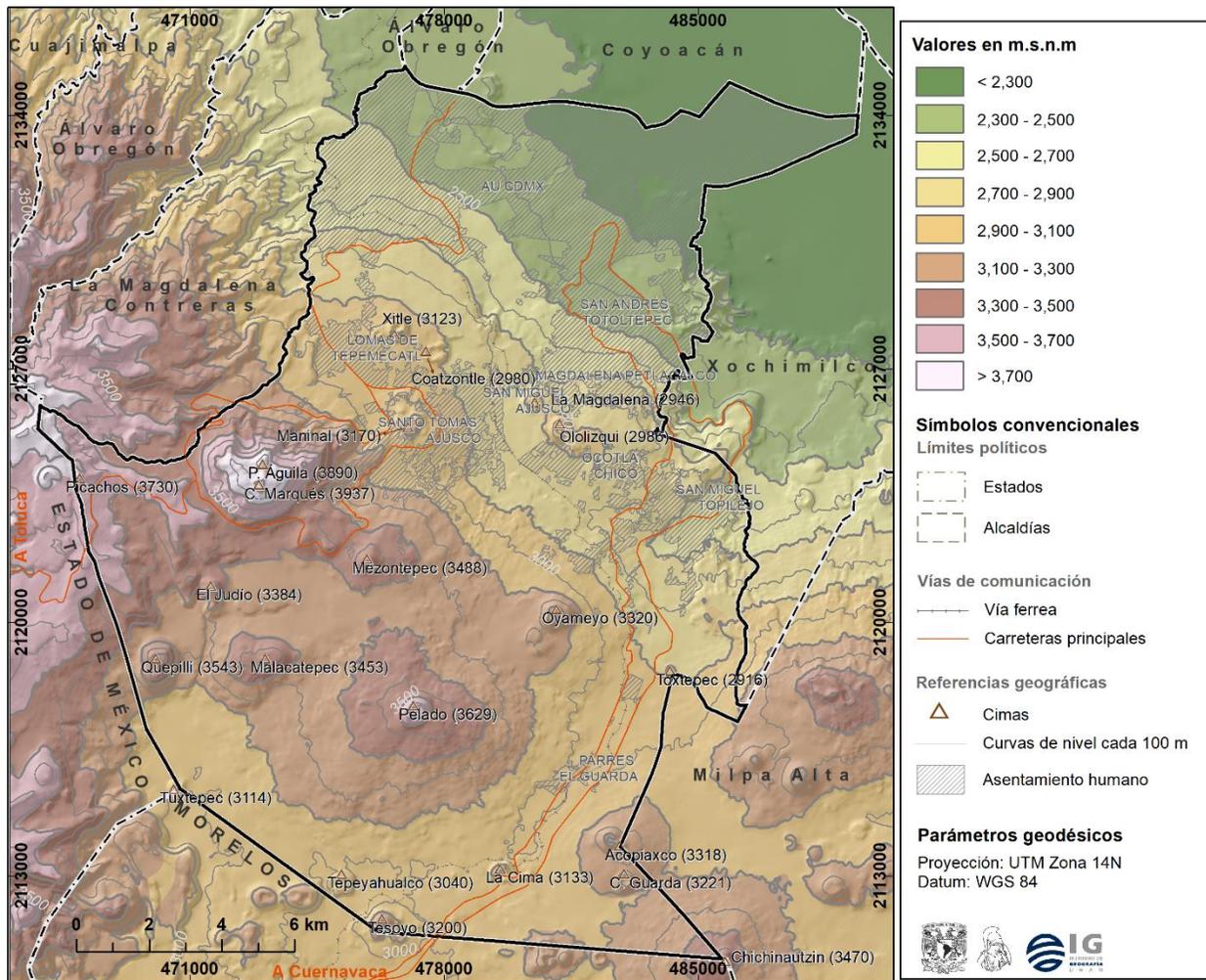


<p><b>Tipos de climas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #006400; margin-right: 5px;"></span> Templado subhúmedo con lluvias en verano de menor humedad</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008000; margin-right: 5px;"></span> Templado subhúmedo con lluvias en verano de humedad media</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #009682; margin-right: 5px;"></span> Templado subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #4682B4; margin-right: 5px;"></span> Semifrío subhúmedo con lluvias en verano de mayor humedad</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #ADD8E6; margin-right: 5px;"></span> Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano</li> </ul>	<p><b>Delimitación del estudio</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; margin-right: 5px;"></span> Área de estudio</li> </ul> <p><b>Límites políticos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; border-top: 1px dashed black; width: 20px; margin-right: 5px;"></span> Estados</li> <li><span style="display: inline-block; border-top: 1px dotted black; width: 20px; margin-right: 5px;"></span> Alcaldías</li> </ul> <p><b>Vías de comunicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; border-top: 1px dashed black; width: 20px; margin-right: 5px;"></span> Vía ferrea</li> <li><span style="display: inline-block; border-top: 2px solid orange; width: 20px; margin-right: 5px;"></span> Carreteras principales</li> </ul> <p><b>Referencias geográficas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; border: 1px solid black; width: 15px; height: 10px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, black 2px, black 4px); margin-right: 5px;"></span> Asentamiento humano</li> </ul>	<p><b>Parámetros geodésicos</b></p> <p>Proyección: UTM Zona 14N Datum: WGS 84</p>
--	---	---



Elaboración propia con base en (INEGI, 2008)

**Mapa 3.5:** Altimetría en la alcaldía de Tlalpan



Elaboración propia con base en (INEGI, 2019a, 2019b)

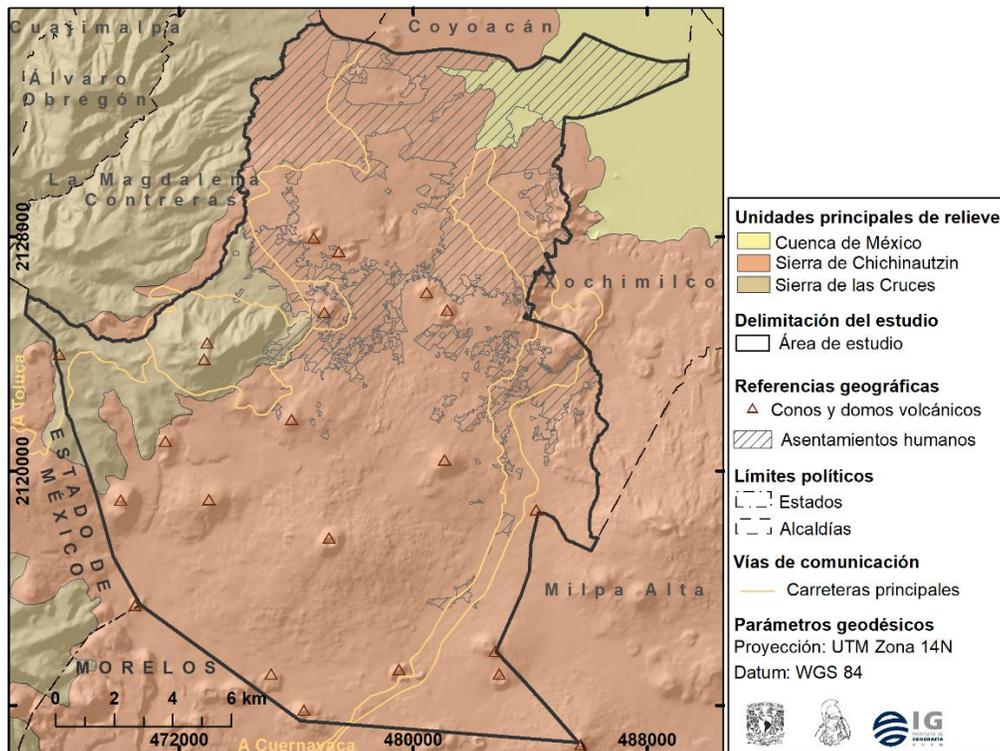
## B) Relieve

### B.a) Unidades principales de relieve

Junto con el clima regional, las unidades principales de relieve integran el grupo de los componentes macroestructurales del paisaje, siendo los de mayor extensión territorial y dinámicamente más estables. En la mayoría de los casos, estas unidades principales de relieve o *morfoestructuras* terminan siendo el componente básico, pues son capaces (sobre todo en regiones montañosas) de condicionar matices climáticos y por tanto de la vegetación potencial, constituyendo así el soporte para los componentes de menor extensión. Se

caracterizan por tener una historia geológica común y una extensión territorial de cientos a miles de km<sup>2</sup> (Bertrand, 1968; García Romero y Muñoz, 2002; García Romero, 2014). En el área de estudio fungen como componentes diferenciadores de paisajes de nivel I, se identificaron tres, la Cuenca de México, la Sierra de Chichinautzin y la Sierra de las Cruces, (ver mapa 3.6).

**Mapa 3.6:** Unidades principales de relieve en la alcaldía de Tlalpan



*Elaboración propia con base en (SGM, 2002; Google Earth, 2020)*

La Cuenca de México: se extiende por un área aproximada de 7, 800 km<sup>2</sup>, se encuentra limitada por las sierras volcánicas: Sierra de las Cruces (al oeste), la Sierra Chichinautzin (al sur), Sierra Nevada (al este) y Sierra de Pachuca y Campo Volcánico Apan-Tezontepec (al norte) (Arce *et al.*, 2015). Es la unidad más antigua en origen y más reciente en litología, pues es considerada una depresión de origen volcanotectónico que probablemente se inició durante el Paleoceno-Eoceno (entre 66 y 33 millones de años), posteriormente las fuerzas endógenas y exógenas que actuaron desde entonces fomentaron que la cuenca se encuentre

constituida por una gran variedad de rocas principalmente ígneas y sedimentarias, así como depósitos piroclásticos y por supuesto los componentes más recientes que responden a la acumulación de sedimentos lacustres y fluviales del Holoceno, es decir de menos de 10,000 años (Enciso-de la Vega, 1992; Mooser *et al.*, 1996; SGM, 2002; Arce *et al.*, 2015). Dentro de los límites de Tlalpan esta unidad apenas ocupa 14.43 km<sup>2</sup>, siendo la unidad principal de relieve de menor extensión ubicada al noreste de la alcaldía.

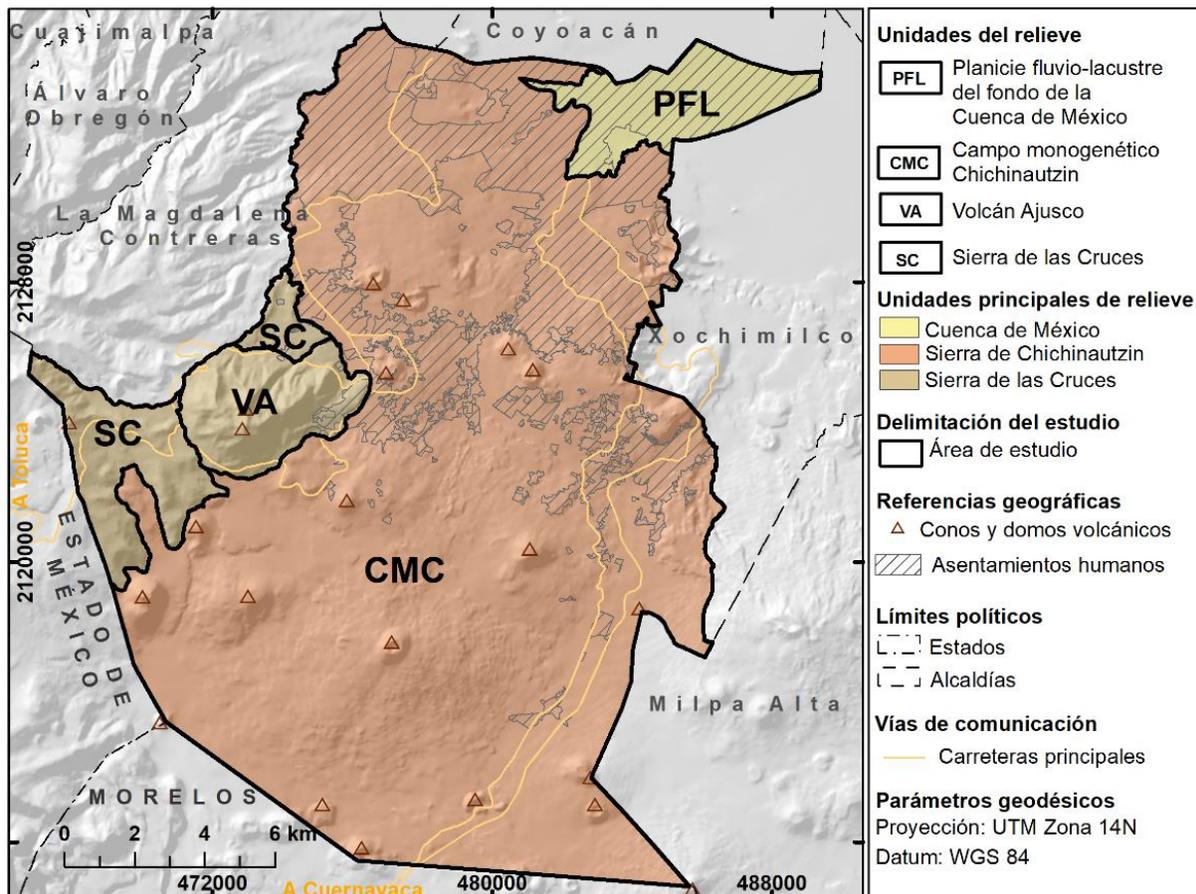
La Sierra de Chichinautzin: se extiende a lo largo de 2,680 km<sup>2</sup> aproximadamente, constituida por un extenso campo de volcanes y sus derrames lávicos asociados, que entre conos de tefra, domos y volcanes escudo logran constituir más de 220 centros eruptivos compuestos principalmente por andesitas, andesitas basálticas, dacitas y basaltos. El origen de su actividad se plantea en el Pleistoceno (hace poco más de un millón de años) y su último evento se suscitó como consecuencia de la actividad del volcán Xitle hace  $1,670 \pm 35$  años antes del presente (Urrutia y Martín del Pozzo, 1993; SGM, 2002; Siebe, 2009; Vivó, 2017; Arce *et al.*, 2015; Lorenzo, 2016). En la alcaldía de Tlalpan la Sierra de Chichinautzin es la unidad principal de relieve de mayor extensión, corriendo de norte a sur de manera continua y ocupando un área de 267.38 km<sup>2</sup>.

La Sierra de las Cruces: cuenta con una longitud de 110 km y un ancho de 47 km en su parte norte y 27 km en su parte sur; se formó a partir de la actividad volcánica (efusiva y explosiva) de finales del Mioceno (hace aproximadamente 5 millones de años) y está constituida por derrames lávicos, domos (de composición andesítico-dacítica), emplazamiento de flujos (piroclásticos, de detritos y lodo) y depósitos de avalanchas, en su mayoría consecuencia de los estratovolcanes Zempoala, La Corona, San Miguel, Salazar, Chimalpa, Iturbide, La Bufa, La Catedral y el Ajusco (Mooser *et al.*, 1996; SGM, 2002; García-Palomo *et al.*, 2008; Arce *et al.*, 2015). Dentro de los límites de Tlalpan esta unidad principal de relieve apenas ocupa 32.44 km<sup>2</sup> aproximadamente, alojándose en una porción al oeste de la alcaldía.

### B.b) Unidades de relieve

En la alcaldía de Tlalpan se presentan cuatro *unidades de relieve* (véase mapa 3.7), las cuales de diferencian de las *unidades principales de relieve* por contar con una extensión territorial menor, ello debido a que se extienden entre las unidades y los cientos de km<sup>2</sup> (véase cuadro 3.3), además, se caracterizan por ser básicamente homogéneas en cuanto a su origen, edad, morfología y litología (Bertrand, 1968; García Romero y Muñoz, 2002; García Romero, 2014; Gutiérrez López, 2018), formando parte de los componentes mesoestructurales y diferenciadores del paisaje (para su integración en el nivel II).

**Mapa 3.7:** Unidades de relieve en la alcaldía de Tlalpan



Elaboración propia con base en (Mooser et al., 1996; Lorenzo, 2016; Jaimes, 2018; Google Earth, 2020)

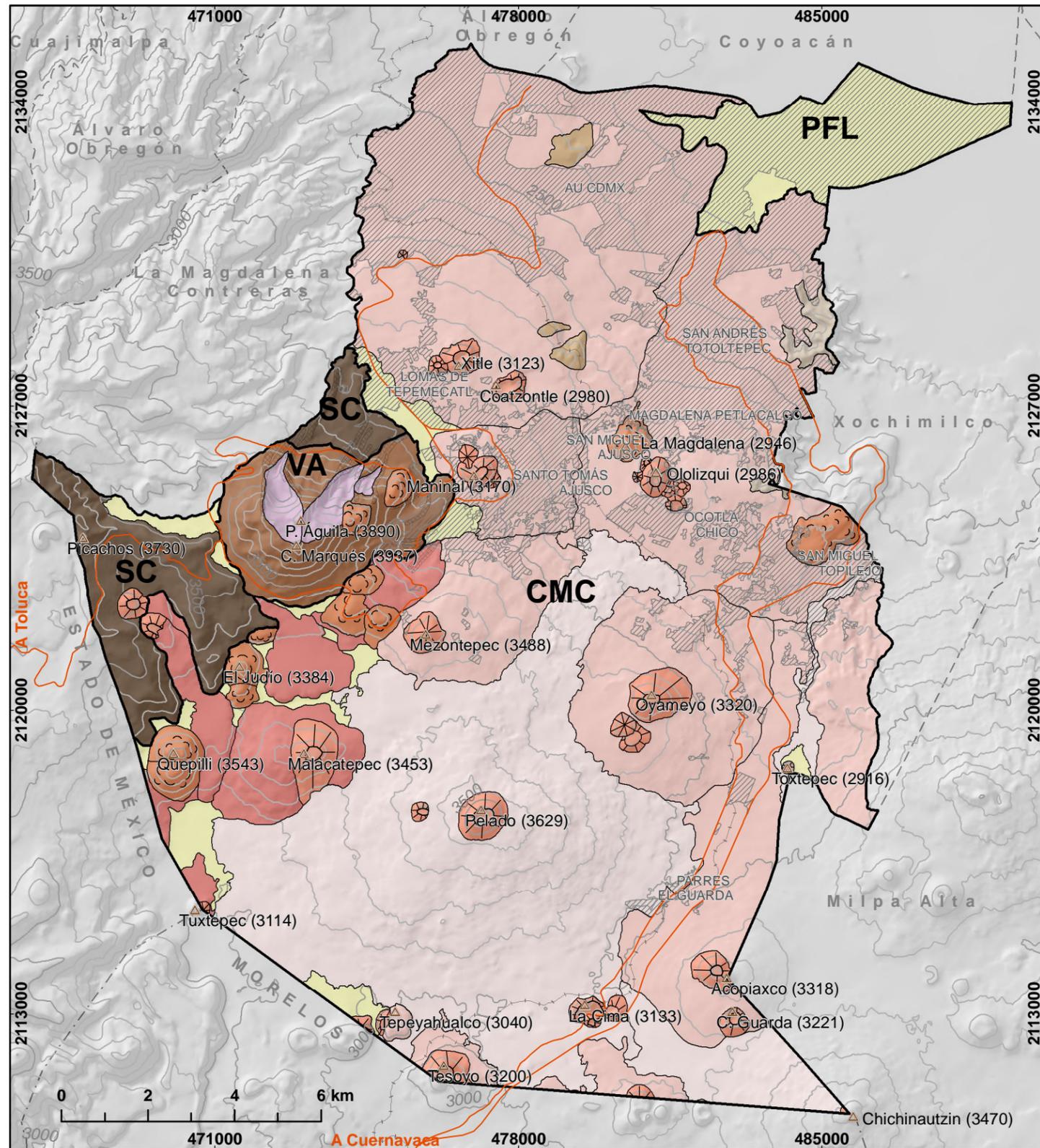
Debido a las características geográficas del área de estudio, las unidades principales de relieve (nivel I) y las unidades de relieve (nivel II) presentan una gran similitud en cuanto a su representación cartográfica, sin embargo no debe olvidarse que las primeras corresponden áreas de mayor extensión territorial, mientras que las segundas se refieren a unidades más específicas, diferenciadas cartográficamente por la presencia del volcán Ajusco como una unidad separada de la Sierra de las Cruces, consecuencia de su edad, morfología, estructura y extensión territorial (véase mapa 3.7).

*Volcán Ajusco:* El Ajusco tiene una edad mayor a los 3 millones de años (Romero, 2001) y se considera un volcán compuesto al estar constituido por cuatro domos: Cruz del Marqués, Pico del Águila, Santo Tomás y Pipixaca, según Romero (1998), o como lo plantea Toscana (1998) por un volcán erosionado, un volcán de lava (Santo Tomás) y un domo (Pipixaca), por otro lado, si hablamos de su tipo de actividad volcánica, se le considera un volcán poligenético al presentar erupciones alternadas en periodos de 1Ma aproximadamente (Romero, 2001). En este volcán se presenta el punto más alto de la Ciudad de México (3937 msnm) (Yarza, 1992; INEGI, 2019b), favoreciendo la existencia de pisos bioclimáticos que repercuten en la biota del área.

### ***B.c) Formas de relieve***

Las formas del relieve o geoformas son elementos de la superficie terrestre determinados por su constitución y geometría, homogéneas en su origen, edad, litología, morfología y/o dinámica. Representan a las entidades geomorfológicas de menor extensión territorial (cientos a miles de m<sup>2</sup>) y por tanto de mayor detalle y mayor dinámica (García Romero, 2014; Lugo, 2015; Gutiérrez López, 2018). En el área de estudio se pueden clasificar las geoformas en tres grupos de acuerdo con su origen: *relieve volcánico monogenético* con 7 tipos de formas de relieve; *relieve volcánico poligenético* con 4 tipos de formas y *relieve erosivo-acumulativo* con 3 tipos de formas, (véase mapa 3.8) mismas que se describen a continuación.

**Mapa 3.8:** Unidades y formas del relieve en la alcaldía de Tlalpan



<b>Unidades del relieve</b>		<b>Relieve erosivo-acumulativo</b>	
<b>PFL</b>	Planicie fluvio-lacustre del fondo de la Cuenca de México (PFL)		Barranco principal
<b>CMC</b>	Campo monogenético Chichinautzin (CMC)		Morrenas
<b>VA</b>	Volcán Ajusco (VA)		Planicie acumulativa
<b>SC</b>	Sierra de las Cruces (SC)	<b>Símbolos convencionales</b>	
<b>Formas del relieve</b>		<b>Límites políticos</b>	
<b>Relieve volcánico monogenético</b>			Estados
	Cono de tefra		Alcaldías
	Cono de tefra abierto	<b>Vías de comunicación</b>	
	Cráter		Vía ferrea
	Domo volcánico		Carreteras principales
	Volcán escudo joven	<b>Referencias geográficas</b>	
	Derrame lávico joven		Cimas
	Derrame lávico antiguo		Curvas de nivel cada 100 m
	Ladera lávica intensamente modelada		Asentamiento humano
	Ladera volcanoclástica intensamente modelada	<b>Parámetros geodésicos</b>	
	Ladera compleja modelada (Ajusco)	Proyección: UTM Zona 14N	
	Ladera compleja modelada (Sierra de las Cruces)	Datum: WGS 84	



Elaboró: Luis Fernando Cruz Fuentes

*El relieve volcánico monogenético*: se refiere al conjunto de formas del relieve que se originan como consecuencia de erupciones que ocurren en un periodo de tiempo limitado, es decir cuando los volcanes presentan una sola etapa de actividad (Lugo, 2015). En Tlalpan este relieve se asocia al Campo monogenético Chichinautzin y presenta edades que no rebasan el millón de años (ver cuadro 3.4).

- *Cono de tefra*: estos ocurren como consecuencia de una fase de actividad volcánica, donde el material piroclástico (sin clasificar) es arrojado en grandes cantidades generando un volcán de forma cónica, en general más pequeño que los volcanes escudo y los compuestos (véase figura 3.6) (Pozo Rodríguez, *et al.*, 2004 y Lugo, 2002). En la zona de estudio se encuentra una gran variedad de conos de tefra, todos ellos del periodo Cuaternario (véase cuadro 3.4), pertenecientes al campo monogenético Chichinautzin y cuya composición en general es andesítico-basáltica (SGM, 2002; Arce *et al.*, 2015). Algunos de estos volcanes son: el Xitle, Coatzontle, Maninal, Ololizqui, Mezontepec, Oyameyo, Toxtepec, Malacatepec, Acopiaco y Caldera del Guarda (ver mapa 3.8).

**Figura 3.6:** Ejemplo de cono de tefra, volcán Xitle

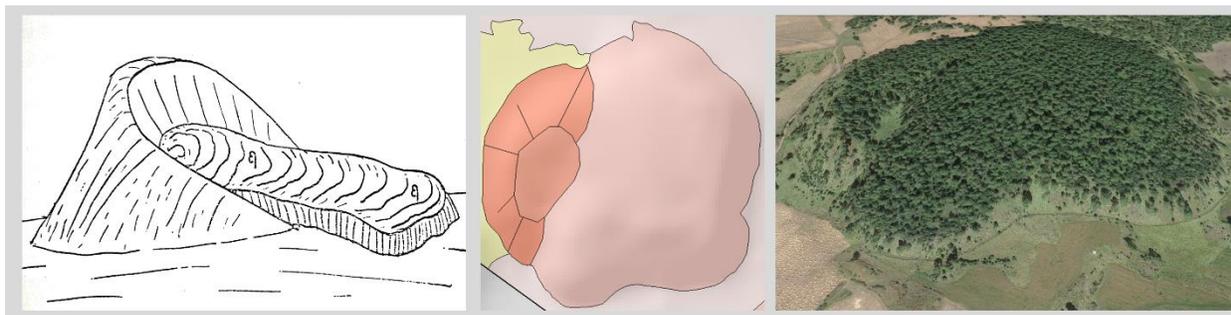


*A la izquierda el volcán Xitle tomado del mapa 3.8, a la derecha la misma geoforma tomada de una imagen satelital en Google Earth (2020)*

- *Cono de tefra abierto*: también llamado *con cráter en herradura*, se forman cuando el cono se abre por un ensanchamiento del cráter consecuencia de un derrame continuo

de lava, donde esta arrastra la tefra ya depositada y evita que más escorias se depositen por donde fluye dicha lava (véase figura 3.7) (Derruau, 1966; Viers, 1983). Al sur de la alcaldía se presentan algunos conos con estas características, llamados Tuxtepec, Tepeyahualco, Tesoyo y La Cima, los cuales al igual que los conos cerrados forman parte del Campo Monogenteico Chichinautzin y por tanto sus edades se mantienen en el periodo Cuaternario (véanse cuadro 3.4 y mapa 3.8).

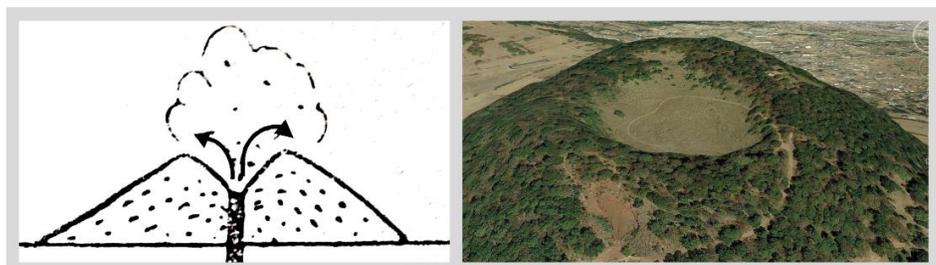
**Figura 3.7:** Ejemplo de cono de tefra abierto, volcán Tepeyahualco



*A la izquierda esquema tomado de Derruau (1966), al centro el volcán Tepeyahualco del mapa 3.8, a la derecha la misma geoforma tomada de Google Earth (2020)*

- **Cráter volcánico:** para el caso de los conos de tefra, se forma debido a la expansión de la proyección durante la erupción volcánica (ver figura 3.8), adquiriendo forma de taza (con paredes verticales y fondo plano) o embudo (con paredes en talud que de forma abrupta descienden al centro). Está asociado a la chimenea y se constituye de lavas y/o material volcanoclástico (Derruau, 1966; Lugo, 2015).

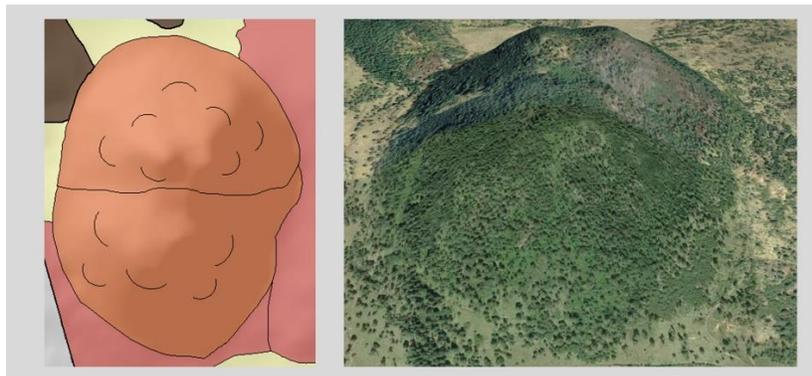
**Figura 3.8:** Ejemplo de cráter, volcán Ololizqui



*A la izquierda esquema de la formación de un cráter (Derruau, 1966), a la derecha el cráter del volcán Ololizqui (Google Earth, 2020)*

- *Domo volcánico*: son generados por la acumulación de lava muy espesa (con alto contenido de sílice) que al ser expulsada fuera de la chimenea y como consecuencia de su viscosidad, produce una masa en forma de domo con paredes empinadas de lava solidificada (ver figura 3.9) (Tarbuck y Lutgens, 2013). En la alcaldía de Tlalpan hay una gran presencia de este tipo de geoformas, como la Magdalena, el Judío y el Quepilli, entre otros que al igual que los conos pertenecen al Campo Monogenético Chichinautzin, surgiendo en el periodo Cuaternario y con una composición general andesítico-basáltica (SGM, 2002; Arce *et al.*, 2015). Por otro lado, los domos Santo Tomás y Pipixaca forman parte del volcán Ajusco y por tanto sus edades se insertan al final del periodo Neógeno (ver cuadro 3.4 y mapa 3.8).

**Figura 3.9:** Ejemplo de domo, volcán Quepilli

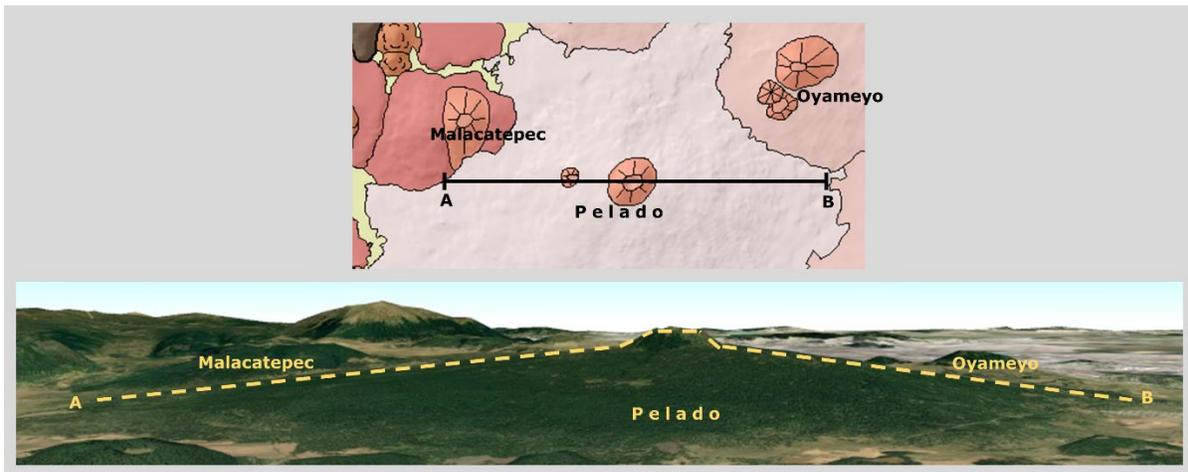


A la izquierda el volcán Quepilli tomado del mapa 3.8, a la derecha el mismo volcán (Google Earth, 2020)

- *Volcán escudo*: también llamado *de tipo hawaiano*, se origina por la acumulación de lavas fluidas que al enfriar generan laderas con pendientes suaves y de gran extensión. En muchos casos es coronado por un cráter en forma de hoya, es decir con paredes empinadas, frecuentemente verticales. El nombre recae en su forma que recuerda un escudo de guerra (Viers, 1983; Tarbuck y Lutgens, 2013; Lugo, 2015) (ver figura 3.10). Gracias a estudios morfométricos del diámetro basal, altura y pendiente, Lorenzo (2016) determinó que tanto el volcán Pelado como el Chichinautzin pueden

clasificarse como volcanes escudo, ambos con edades sumamente recientes, no mayores a los 10,000 años (ver cuadro 3.4), y su composición general es andesítico-basáltica (SGM, 2002; Arce *et al.*, 2015), para el volcán pelado, Lorenzo (2016) distingue la composición de las tefras como andesita basáltica y andesita a dacita y de sus lavas como andesita basáltica a andesita y andesita a dacita.

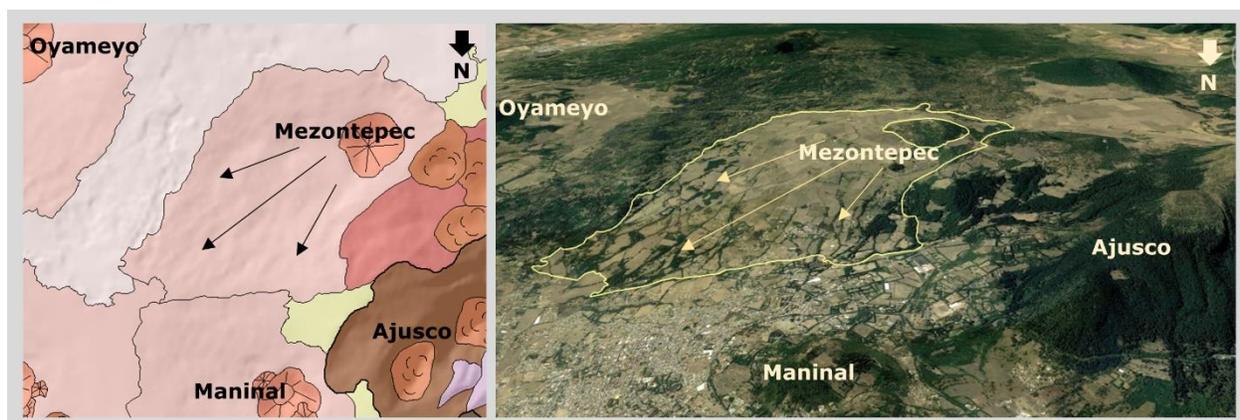
**Figura 3.10:** Ejemplo de volcán escudo, volcán Pelado



Arriba el volcán Pelado tomado del mapa 3.8, abajo un perfil del mismo volcán mediante el uso de la herramienta "relieve" con imágenes de satélite en Google Earth (2020)

- **Derrame lávico:** también llamado *colada de lava*, se refiere al flujo y disposición de lava sobre la superficie terrestre controlada por su viscosidad, volumen y velocidad al salir a la superficie, donde la pendiente del terreno juega un papel importante en el desplazamiento de la misma (Lugo, 2015) (ver figura 3.11). En este trabajo se distingue entre derrame lávico joven y antiguo, debido a que las edades (absolutas y relativas) de los volcanes se dividen en dos grupos marcados, el de los jóvenes con edades entre los 1,000 y los 20,000 años, mientras que los antiguos van de los 90,000 al 1,000,000 de años para el Campo Monogenético de Chichinautzin (ver cuadro 3.4 y mapa 3.8), cuya composición en general es andesítica y andesítico-basáltica (Arce, *et al.*, 2015).

**Figura 3.11:** Ejemplo para derrame lávico, derrame del volcán Mezontepec



A la izquierda mapa 3.8, a la derecha imágenes de satélite con opción de "relieve" en Google Earth (2020)

**Cuadro 3.4:** Edades absolutas y relativas de algunos volcanes en Tlalpan

Sierra	Volcán	Edad relativa en años	Edad absoluta en años	Fuente	Periodo	Época
Chichinautzín	Xitle	/	<1,670 ± 35	(Siebe, 2009)	Cuaternario	Holoceno
	Chichinautzín	/	1,835 ± 55	(Siebe, <i>et al.</i> , 2004)		
	Cuespalapa	/	2,835 ± 75 - 4,690 ± 90	(Siebe, <i>et al.</i> , 2004)		
	Cuatzín	/	7,360 ± 120 - 8,225 ± 130	(Siebe, <i>et al.</i> , 2005)		
	Pelado	/	10,000	(Siebe, <i>et al.</i> , 2004)		
	Tepeyahualco	/	<10,000	(Vivó, 2017)		
	Mezontepec	/	11,000 ± 3,000	(Jaimes, 2018)		
	Ololizquí	/	<13,000	(Vivó, 2017)		
	Acopiaco	/	>14,000	(Lorenzo, 2016)		
	Caldera del Guarda	/	>14,100	(Vivó, 2017)		
	La Cima	/	>14,100	(Vivó, 2017)		
	Oyameyo	/	8,315 ± 155 - 14,000	(Siebe, <i>et al.</i> , 2004)	Cuaternario	Pleistoceno
	El Cajete	/	15,570±300	(Vivó, 2017)		
	Las Raíces	/	15,570±300	(Kirianov, <i>et al.</i> , 1990) en (Jaimes, 2018)		
	Tesoyo	/	<18,165+/-135	(Vivó, 2017)		
	Maninal	/	18,900 ± 600	(Kirianov, <i>et al.</i> , 1990) en (Jaimes, 2018)		
	Malacatepec	/	95,000 ± 12,000	(Jaimes, 2018)		
	La Magdalena	100,000 - 1,000,000	/	(Vivó, 2017)		
Toxtepec	100,000 - 1,000,000	/	(Vivó, 2017)			
Quepilli	/	181,000 ± 20,000	(Jaimes, 2018)			
Coatzontle	/	222,000 ± 52,000	(Jaimes, 2018)			
Cruces	Ajusco	/	>3,000,000	(Romero,2001)	Neógeno	Plioceno

Elaboración propia (2021)

*El relieve volcánico poligenético*: se constituye de formas del relieve originadas como consecuencia de varias fases de actividad volcánica que se alternan con períodos de descanso (Lugo, 2015). En el área de estudio este relieve es considerado el más antiguo, asociado principalmente a la Sierra de las Cruces, presentando una edad que va entre 5 y 0.4 millones de años (Arce *et al.*, 2015)

- *Ladera lávica (intensamente modelada)*: superficie inclinada del relieve terrestre de origen endógeno, por actividad volcánica (Lugo, 2015), principalmente compuesta por derrames lávicos, que como consecuencia de agentes exógenos, ha experimentado procesos de erosión e intemperismo, desgastando y suavizando su pendiente, en este caso por millones de años. Se usa el término para un par de polígonos identificados en el área de estudio, uno corresponde a la Sierra Xochitepec y otro está ubicado al norte de la localidad Ocotla Chicho y al sur de la Magdalena Petlacalco (ver mapa 3.8 y figura 3.12); ambos están constituidos por derrames de lava y brechas volcánicas de composición andesítica y dacítica (Arce, *et al.*, 2015) a los que Mooser *et al.* (1996) ha nombrado *Sierras Menores* y *Formación Xochitepec*, asignándoles una edad perteneciente al Oligoceno (entre 23 y 33 millones de años), sin embargo estudios recientes de datación absoluta han planteado una edad entre los 1.23 y 1.66 millones de años (Arce, *et al.*, 2015).

**Figura 3.12:** Ejemplo de ladera lávica intensamente modelada, Sierra Xochitepec



A la izquierda mapa 3.8, a la derecha imágenes de satélite con opción de "relieve" en Google Earth (2020)

- *Ladera volcanoclástica (intensamente modelada)*: se refiere a una ladera (porción inclinada de la superficie terrestre) compuesta de material volcanoclástico, consecuencia de procesos endógenos o endógeno-gravitacionales, por ejemplo, una erupción o una avalancha volcánica (Lugo, 2015). Se agrega el adjetivo *intensamente modelada* debido a que el tiempo y los procesos exógenos se han encargado de erosionar y suavizar su pendiente por millones de años. Se identificaron tres polígonos correspondientes a este tipo de geoforma en Tlalpan (ver mapa 3.8 y figura 3.13); dichos cuerpos aislados están constituidos por depósitos de flujos de escombros endurecidos, con estructuras en rompecabezas (asociados con avalanchas de escombros) y depósitos de pómez de composición dacítica, que se vinculan a la Sierra de las Cruces y por tanto su edad podría oscilar entre 5 y 0.4 millones de años (Arce *et al.*, 2015).

**Figura 3.13:** Ejemplo de ladera volcanoclástica intensamente modelada en Tlalpan



A la izquierda mapa 3.8, a la derecha imágenes de satélite con opción de "relieve" en Google Earth (2020)

- *Ladera compleja (modelada)*: este tipo de geoforma es una ladera de origen endógeno por vulcanismo poligenético, lo cual significa que el material volcánico que la constituye es diverso, consecuencia de las erupciones intermitentes propias de este tipo de actividad. Respecto a la palabra *modelada* se refiere al proceso de destrucción y transporte por parte de agentes exógenos como el intemperismo y la erosión (Lugo, 2015). En Tlalpan estas formas del relieve están asociadas a las erupciones más recientes de los volcanes San Miguel y Ajusco (ver figura 3.14), y se constituyen por

derrames de lava, depósitos piroclásticos y lahares de composición andesítica y dacítica. La edad que se asigna para la Sierra de las Cruces varía entre 5 y 0.4 millones de años, mientras que en superficie para el volcán San Miguel y Ajusco se han reportado edades que oscilan entre 1.9 y 0.4 millones de años (Arce *et al.*, 2015).

**Figura 3.14:** Ejemplo de laderas complejas modeladas, Sierra de las Cruces



A la izquierda mapa 3.8, a la derecha imágenes de satélite con opción de "relieve" en Google Earth (2020)

*El relieve erosivo-acumulativo:* se plantea como el conjunto de geoformas que se originan mediante procesos exógenos, por un lado las que nacen gracias a la destrucción de las formas originales (erosivo o denudatorio) y por otro las que se crean a partir de procesos de acumulación (Lugo, 2015). En el área de estudio este es el grupo con edades más jóvenes.

- *Barranco principal:* se entienden como formas negativas del relieve, dispuestas en forma radial desde la cima hasta la base de los volcanes; surgen de la erosión por las aguas pluviales y nivales en laderas y tienen un desarrollo de forma cónica (Lugo, 2015). En el área de estudio se identificaron tres barrancos principales en la ladera norte del Ajusco (ver mapa 3.8 y figura 3.15), originados por la erosión del hielo y el agua, pues muestran la influencia de glaciares durante el Pleistoceno y Holoceno, en un intervalo de tiempo que inicia aproximadamente hace 27 mil años y termina hace

menos de 2 mil (White y Valastro, 1984; Toscana, 1998), su modelado continua gracias a la erosión fluvial.

**Figura 3.15:** Barrancos principales en el volcán Ajusco



A la izquierda mapa 3.8, a la derecha imágenes de satélite con opción de "relieve" en Google Earth (2020)

- **Morrenas:** una morrena es una forma del relieve constituida por depósitos glaciares de composición heterogénea, desde material grueso de bloques angulosos hasta arcillas. Existen diferentes tipos de morrenas en función del movimiento del glaciar y la posición que tienen respecto al mismo (Tarbuck y Lutgens, 2013; Lugo, 2015). En el área de estudio se presenta una gran variedad de morrenas que bordean los barrancos principales del Ajusco (ver mapa 3.8), mismas que están íntimamente relacionadas con las glaciaciones que hubo en dicho volcán en un intervalo que inicia aproximadamente hace 27 mil años y termina hace menos de 2 mil (White y Valastro, 1984; Toscana, 1998).
- **Planicie acumulativa:** se constituye por depósitos exógenos que pueden ser aluviales, lacustres, glaciares y proluviales, entre otros (Lugo, 2015). Al norte del área de estudio podemos identificar una planicie constituida por depósitos fluvio-lacustres que sirve como base para asentamientos humanos, mientras que al oeste, el segundo tipo de planicie se constituye por depósitos aluviales y se encuentra distribuido en varios polígonos que rodean principalmente a las estructuras volcánicas más antiguas (ver mapa 3.8).

### 3.2.2 Componentes bióticos y antrópicos

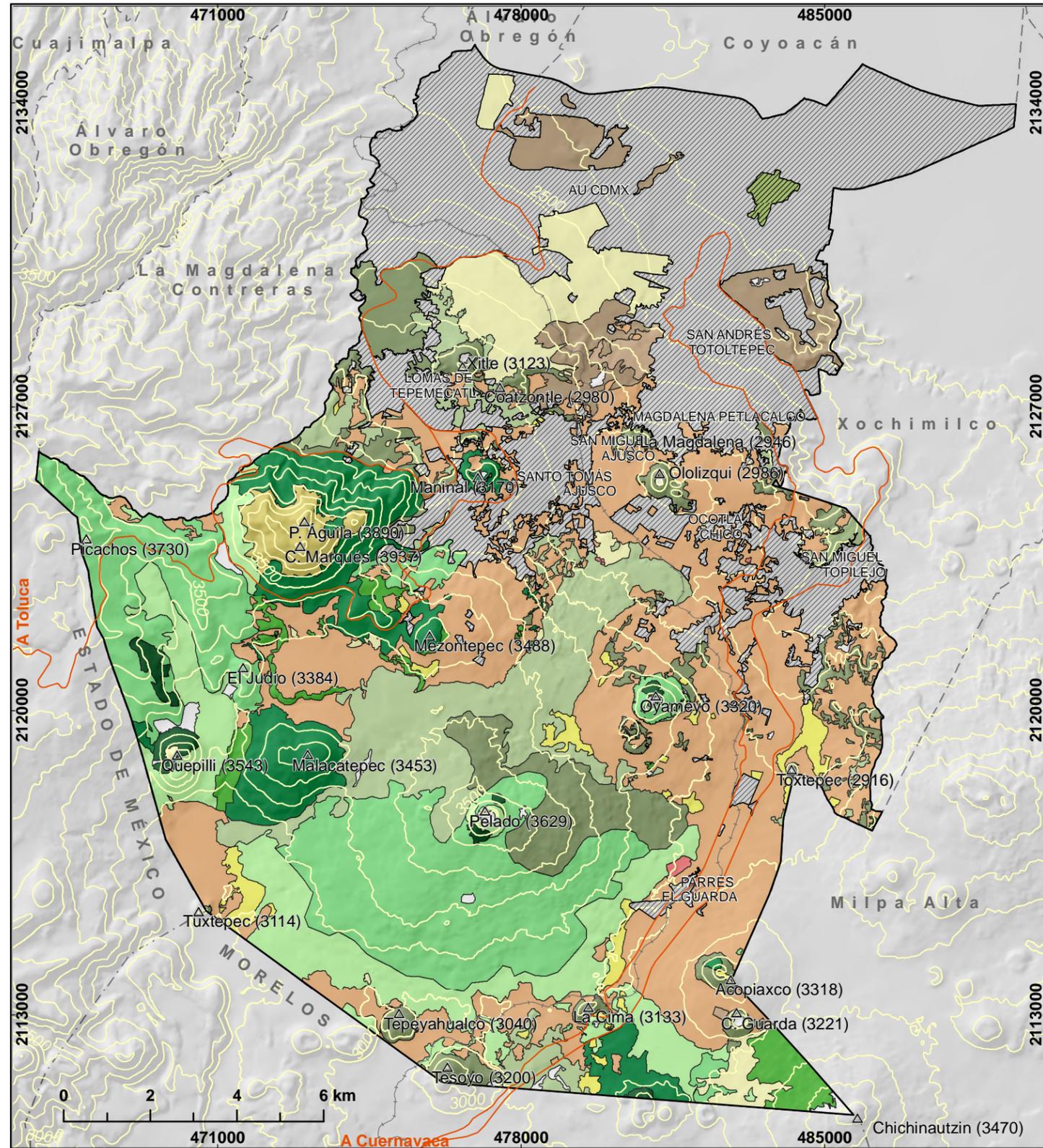
Elementos como la altitud, temperatura y humedad (entre otros) determinan el marco donde se desarrollarán componentes bióticos y antrópicos de menor extensión (García Romero y Muñoz, 2002). En Tlalpan, la confluencia de tres unidades principales de relieve (la Cuenca de México, la Sierra de las Cruces y la Sierra de Chichinautzin) (ver mapa 3.6) dotan al área de un rango altitudinal que va aproximadamente de 2,300 a 3,900 msnm (ver mapa 3.5), que a su vez contribuye a la presencia de tres climas regionales: templado subhúmedo, semifrío subhúmedo y semifrío húmedo (ver mapa 3.4). Dicha estructura abiótica servirá de base para el establecimiento de diversas cubiertas naturales y antrópicas en el área de estudio (ver tabla 3.1 y mapa 3.9).

**Tabla 3.1:** Cubiertas naturales y antrópicas en Tlalpan

Grupo	Tipo de cubierta	ha	km <sup>2</sup>	% de la superficie de Tlalpan
Bosque de coníferas	Bosque de abeto	177.13	1.77	0.56
	Bosque de pino y abeto	1,742.40	17.42	5.54
	Bosque abierto de pino y abeto	481.19	4.81	1.53
	Bosque de pino	3,954.26	39.54	12.58
	Bosque abierto de pino	2,146.82	21.47	6.83
Bosque mixto	Bosque de pino y encino	2,154.42	21.54	6.86
	Bosque abierto de pino y encino	2,538.99	25.39	8.08
Bosque caducifolio	Bosque de encino	930.77	9.31	2.96
	Bosque abierto de encino	107.09	1.07	0.34
Otros tipos de vegetación	Matorral	1,249.26	12.49	3.98
	Pastizal	421.53	4.22	1.34
	Pastizal con pino y abeto	352.43	3.52	1.12
Superficies artificiales	Asentamiento humano	7,897.29	78.97	25.13
	Parque urbano	75.14	0.75	0.24
	Suelo agrícola	7,001.09	70.01	22.28
	Cantera	20.06	0.20	0.06
Sin vegetación	Suelo desnudo	175.69	1.76	0.56
<b>TOTAL</b>		<b>31,425.55</b>	<b>314.25</b>	<b>100.00</b>

*Elaboración propia con base en el mapa 3.9*

**Mapa 3.9:** Uso de suelo y vegetación en la alcaldía de Tlalpan



<b>Vegetación forestal</b>		<b>Sin vegetación</b>		
<b>Bosque de coníferas</b>		Suelo desnudo		
	Bosque de abeto		<b>Límites políticos</b>	
	Bosque de pino y abeto			Estados
	Bosque abierto de pino y abeto		Alcaldías	
	Bosque de pino		<b>Vías de comunicación</b>	
	Bosque abierto de pino			Vía ferrea
<b>Bosque mixto</b>			Carreteras principales	
	Bosque de pino y encino	<b>Referencias geográficas</b>		
	Bosque abierto de pino y encino		Cimas	
<b>Bosque caducifolio</b>			Curvas de nivel cada 100 m	
	Bosque de encino	<b>Parámetros geodésicos</b>		
	Bosque abierto de encino	Proyección: UTM Zona 14N		
<b>Otros tipos de vegetación</b>		Datum: WGS 84		
	Matorral			
	Pastizal			
	Pastizal con pino			
<b>Superficies artificiales</b>				
	Asentamiento humano			
	Parque urbano			
	Suelo agrícola			
	Cantera			

Elaboró: Viridiana Corro Espino y Luis Fernando Cruz Fuentes

## A) Vegetación

La vegetación en el área de estudio se constituye básicamente por bosques templados (ver esquema 3.1), matorrales y pastizales, este tipo de cubierta natural se desenvuelve en una superficie de 162.56 km<sup>2</sup> es decir un 51.73 % del total de la alcaldía (ver tabla 3.1 y mapa 3.9). A continuación, se describen los tipos de vegetación.

**Esquema 3.1:** El bosque templado y otros bosques que lo integran



*Elaboración propia con base en (CONABIO, 2021a)*

### A.a) Vegetación forestal

Como se ha mencionado anteriormente, dentro de la vegetación forestal de Tlalpan se identificaron tres tipos de bosque (de coníferas, mixto y de latifoliadas), la localización y descripción de estos considera la existencia de comunidades puras o mixtas formadas por individuos de pinos (*Pinus* spp.), abetos (*Abies* spp.) y encinos (*Quercus* spp.) (ver mapa 3.9). Resulta importante señalar que la diferencia entre bosques abiertos y cerrados se realizó mediante la interpretación de imágenes de satélite, en donde se consideró *cerrado* a los polígonos forestales con una cobertura de 75% o más, *abierto* a los que presentan una cobertura de 10% a menos de 75%, mientras que los polígonos que tuvieran menos de 10% no se consideraron como bosque.

*Bosque de coníferas*: se refiere a comunidades de árboles que poseen estructuras reproductivas en forma de cono (también llamadas piñas), que además cuentan con hojas perennes (permanecen todo el año) en forma de aguja y son frecuentes en zonas de clima templado, frío y húmedo. El bosque de coníferas por tanto agrupa otros tipos de bosque como los de *Pinus* spp. (pinos), *Abies* spp. (abetos), *Pseudotsuga* spp. (pinabetes), *Juniperus* spp. (enebros) y *Cupressus* spp. (cedros), entre otros. Estos árboles (en especial los pinos) son intensamente explotados en el país con fines industriales entre los que encuentra la obtención de celulosa para papel y madera (Benítez, 1986; SEMARNAT, 2002; Cuerda, 2004; Rzedowski, 2006; CONABIO, 2021a; UM, 2021). En el área de estudio se identificaron bosques de abeto, de pino y una combinación de ambos, que en suma ocupan una superficie de 85 km<sup>2</sup> (27% del área de Tlalpan) (ver tabla 3.1).

- *Bosque de abeto*: constituido por árboles del género *Abies* spp. los cuales suelen tener un dosel alto (20 a 40 m) y encontrarse en altitudes que por lo general van de los 2,700 a los 3,500 msnm (Cuerda, 2004; Rzedowski y Rzedowski, 2005). Su expresión en el área de estudio es escasa, llegando a constituir apenas 1.77 km<sup>2</sup>, es decir un 0.56 % del total de la demarcación (ver tabla 3.1). Es visible en laderas de gran altitud, como en la Sierra de las Cruces y el volcán Pelado (figura 3.16) en un rango entre los 3300 y 3600 msnm.

**Figura 3.16:** Bosque de abeto en el volcán Pelado



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha *Abies religiosa* (Benítez, 1986)

- *Bosque de pino y abeto*: integrado por árboles como los *Pinus* spp. y *Abies* spp. los cuales se desarrollan en altitudes entre los 2350 y 4000 msnm aproximadamente (Rzedowski y Rzedowski, 2005). En Tlalpan los bosques cerrados de pino y abeto ocupan una superficie de 17.42 km<sup>2</sup> (un 5.54% de la demarcación), mientras que los abiertos tienen una extensión de 4.81 km<sup>2</sup> (1.53% del total de la alcaldía) (ver tabla 3.1) y se expresan entre los 2900 y 3700 msnm, en derrames lávicos y laderas volcánicas como las del Ajusco (ver mapa 3.9 y figura 3.17).

**Figura 3.17:** Bosque de pino y abeto en el volcán Ajusco



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía extraída de la herramienta Street View (Google Earth, 2020)

- *Bosque de pino*: es un bosque con individuos arbóreos del género *Pinus* spp. presentes en altitudes que van de los 2,350 y 4,000 msnm, los cuales dependiendo la especie pueden llegar a medir hasta 30 metros de altura como ocurre con el *Pinus montezumae*, o 20 m como el *Pinus hartwegii*, solo por mencionar algunos (Rzedowski y Rzedowski, 2005). En Tlalpan este tipo de bosque es el más representativo, dado que los polígonos de bosque cerrado presentan una extensión de 39.54 km<sup>2</sup> (12.58 % de la superficie total de la alcaldía), mientras que el bosque abierto ocupa 21.47 km<sup>2</sup> (6.83% de Tlalpan). Se encuentra sobre derrames lávicos y laderas volcánicas al sur

de la alcaldía entre los 2900 y 3700 msnm como ocurre en el Volcán Pelado, el Ajusco y la Sierra de las Cruces (ver figura 3.18).

**Figura 3.18:** Bosque de pino en la Sierra de las Cruces



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía extraída de la herramienta Street View (Google Earth, 2020)

*Bosque mixto:* este tipo de bosque se distribuye en climas templados donde encontramos comunidades de árboles perennes (con hojas que permanecen todo el año) y caducifolios (con hojas que caducan según la temporada del año), que en el área de estudio están representados por individuos como los *Pinus* spp. (pinos), *Abies* spp. (abetos), *Alnus* spp. (ej. Aile) y *Quercus* spp. (encinos) entre otros. En muchos casos estos bosques están relacionados con la intervención de actividades humanas y su explotación es similar a la de bosque de pino y encino (SEMARNAT, 2002; Arana, 2004; CONABIO, 2012). En el área de estudio se identificaron bosques abiertos y cerrados de pino y encino, que en suma adquieren una superficie de 46 km<sup>2</sup>, es decir un 14.93 % del total de la alcaldía (ver tabla 3.1).

- *Bosque de pino y encino:* formado por comunidades dominadas por árboles como los *Pinus* spp. y *Quercus* spp. los cuales suelen desarrollarse en altitudes entre los 2350 y 3100 msnm (Rzedowski y Rzedowski, 2005). En el área de estudio por lo general los bosques abiertos ocupan una menor extensión que los cerrados, sin embargo con este

bosque ocurre lo opuesto, mientras que los cerrados tienen una extensión de 21.54 km<sup>2</sup> (6.86% de la alcaldía) los abiertos los rebasan con 25.39 km<sup>2</sup> (8.08 % de Tlalpan), estos se desenvuelven en el norte, centro y sur de la alcaldía en un rango altitudinal de 2500 a 3500, estableciéndose sobre derrames lávicos, conos de tefra y sobre todo en las laderas del volcán escudo el Pelado (ver mapa 3.9 y figura 3.19).

**Figura 3.19:** Bosque abierto de pino y encino en el volcán Pelado



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía de Pablo Leautaud, extraída de (Google Earth, 2020)

*Bosque caducifolio:* bosque formado por árboles cuyas hojas caducan y caen al llegar el invierno, estos se desarrollan principalmente en climas templados (aunque también pueden encontrarse en climas francamente cálidos); se constituyen por individuos arbóreos como los *Quercus* spp. (encinos), *Arbutus* spp. (ej. madroño), *Buddleja* spp. (ej. tepozán), *Clethra* spp. (ej. jaboncillo), *Salix* spp. (ej. Saucillo), *Acer* spp. (ej. fresnillo), *Alnus* spp. (ej. aile), *Sambucus* spp. (ej. saúco), entre muchos otros (Benítez, 1986; Arana, 2004; CONABIO, 2021a). En México, su explotación suele ser para producir carbón y criar ganado, además el suelo donde se desarrollan estos bosques suele ser fértil, motivo por el cual se realiza tala para la agricultura (SEMARNAT, 2002). En Tlalpan se identificaron bosques de encino abiertos y cerrados con una superficie de 10.38 km<sup>2</sup> que se traducen a un 3.30% del total de la alcaldía (ver tabla 3.1).

- *Bosque de encino*: comunidades arbóreas de *Quercus* spp. son árboles bajos que por lo general miden entre 5 y 12 metros y se desarrollan en altitudes que van de los 2350 a los 3100 msnm (Rzedowski y Rzedowski, 2005). En el área de estudio los bosques de encino cerrados tienen una extensión de 9.31 km<sup>2</sup> (2.96% del total de la alcaldía), mientras que los abiertos ocupan 1.07 km<sup>2</sup> (0.34 %) (ver tabla 3.1), en altitudes que van de 2300 a 2900 msnm, sobre derrames lávicos, laderas lávicas y volcanoclásticas, como ocurre en el Parque Ecológico de la Ciudad de México (ver mapa 3.3, mapa 3.9 y figura 3.20).

**Figura 3.20:** Bosque de encino en el Parque Ecológico de la CDMX

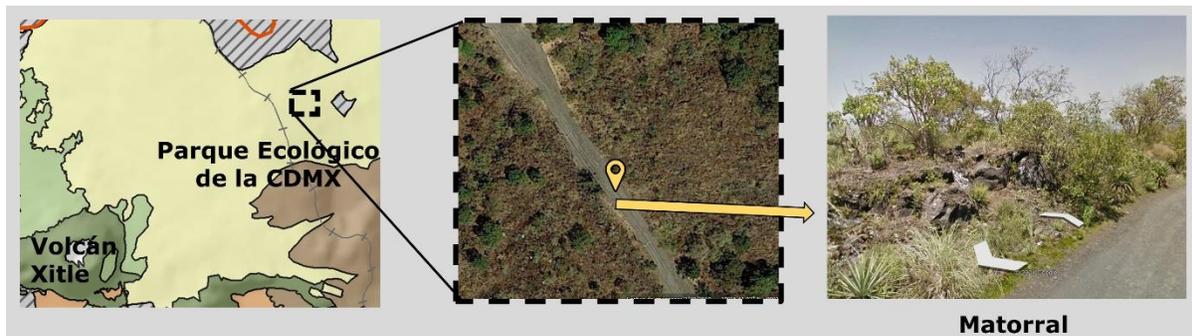


A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía de Oscar Ruiz Antonio, extraída de (Google Earth, 2020)

#### **A.b) Otros tipos de vegetación**

- *Matorral*: comunidad vegetal dominada por arbustos (individuos de estructura leñosa que se ramifican desde la base) de altura inferior a 4 metros (CONABIO, 2021b). En el área de estudio el matorral tiene una extensión de 12.49 km<sup>2</sup> es decir un 3.98 % del total de la alcaldía, estableciéndose en un rango altitudinal que va de los 2,300 a los 3,300 msnm, principalmente sobre derrames lávicos, como ocurre al norte del Parque Ecológico de la Ciudad de México (ver mapa 3.3, mapa 3.9 y figura 3.21).

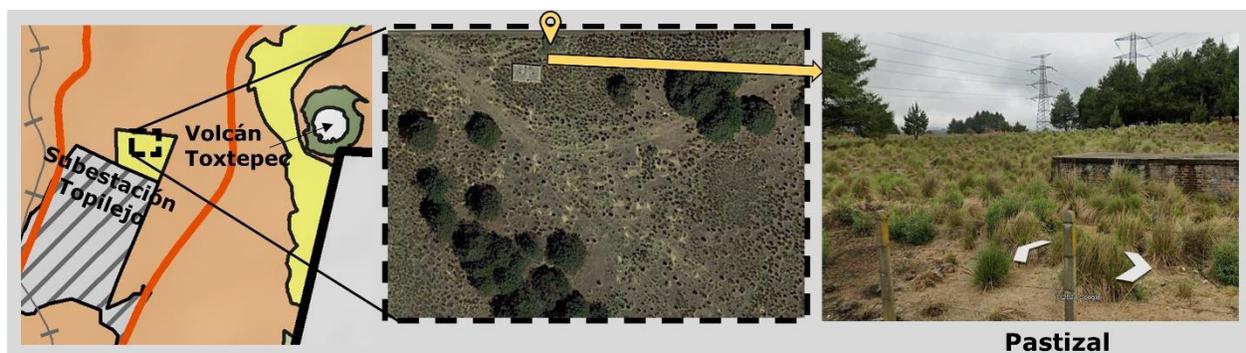
**Figura 3.21:** Matorral en el Parque Ecológico de la CDMX



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía extraída de la herramienta Street View (Google Earth, 2020)

- **Pastizal:** comunidad de plantas herbáceas de la familia de las gramíneas (comúnmente llamadas pastos). En el Valle de México pueden encontrarse en un rango altitudinal bastante amplio, que va de los 2,250 a los 4,300 msnm. Su uso antrópico es como fuente de forraje para el ganado y durante épocas secas es común que sea incendiado para su rebrote y pueda continuar el pastoreo (Benítez, 1986; Cuerda, 2004; Rzedowski y Rzedowski, 2005). En Tlalpan los individuos más comunes de esta categoría suelen ser los comúnmente llamados zacatones y se extienden a lo largo de 4.22 km<sup>2</sup> (1.34 % de la superficie total de la demarcación) y abarcan un rango altitudinal que va de los 2700 a los 3500 msnm, ocupando la superficie de derrames lávicos (ver mapa 3.9, tabla 3.1 y figura 3.22).

**Figura 3.22:** Pastizal en la alcaldía de Tlalpan



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía extraída de la herramienta Street View (Google Earth, 2020)

- *Pastizal con pino*: este tipo de vegetación se refiere a comunidades de zacatonales subalpinos y alpinos presentes en altitudes entre los 3,000 y los 4,300 msnm. Se ha reconocido que por debajo de los 4,000 en muchas ocasiones se trata de asociaciones secundarias que surgieron luego de la destrucción del bosque de pino (Rzedowski y Rzedowski, 2005). En Tlalpan podemos encontrar este tipo de pastizal subalpino con especies como *Muhlenbergia macroura* y *Festuca tolucensis*, principalmente (Benítez, 1986), ocupando una superficie de 3.52 km<sup>2</sup> (1.12 % del total de la alcaldía) en altitudes mayores a 3,500 msnm sobre las laderas del volcán Ajusco, donde además también podemos encontrar individuos arbóreos dispersos como el *Pinus hartwegii* principalmente (ver mapa 3.9, tabla 3.1 y figura 3.23).

**Figura 3.23:** Pastizal con pino en el volcán Ajusco



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía de Hiram Ruiz, extraída de (Google Earth, 2020)

## **B) Uso del suelo**

Es importante señalar nuevamente que los objetivos de esta investigación, la escala de trabajo y la gran extensión de la alcaldía hacen imposible realizar un mapa de uso de suelo a detalle, por lo que los usos responden a categorías generales pero bien identificadas, entre las que destacan asentamientos humanos, un parque urbano, suelo agrícola y una cantera, que en

conjunto suman una superficie de 149.94 km<sup>2</sup> es decir un 47.71 % del total del área de estudio (ver tabla 3.1 y mapa 3.9).

### **B.a) Superficies artificiales**

- **Asentamiento humano:** el asentamiento humano es la categoría que abarca una mayor superficie en Tlalpan con 78.97 km<sup>2</sup>, lo que se traduce al 25.13 % del total de la alcaldía, es decir una cuarta parte. Estos asentamientos tienen mayor presencia al norte de la demarcación (ver figura 3.24), formando parte del área urbana de la Ciudad de México, sin embargo conforme nos acercamos al límite con el suelo de conservación (ver mapa 3.3) nos encontraremos con localidades que comienzan a ser consideradas semirurales y rurales como San Andrés Totoltepec, Lomas de Tepemecatli, la Magdalena Petlascalco, San Miguel Ajusco, Santo Tomás Ajusco, Ocotla El Chico, San Miguel Topilejo y Parres El Guarda, solo por mencionar algunas, en la página 50 de esta investigación se muestra un panorama de la historia de los asentamientos humanos en Tlalpan.

**Figura 3.24:** Asentamientos humanos al norte de la alcaldía de Tlalpan



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía de CeSaR NRG extraída de (Google Earth, 2020)

- **Parque urbano:** Es importante mencionar que en esta categoría no entran las Áreas Naturales Protegidas, debido a que estas presentan vegetación que ha sido menos alterada en

comparación con el parque urbano *Club de Golf México*, donde a pesar de ser un polígono que visualmente destaca el color verde (ver figura 3.25), se aprecia una gran intervención antrópica en función de la actividad que le da nombre a dicho parque. Se extiende sobre un área de 0.75 km<sup>2</sup>, es decir un 0.24 % del total de la superficie de Tlalpan (ver tabla 3.1).

**Figura 3.25:** Parque urbano: Club de Golf México



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía de James Nine extraída de (Google Earth, 2020)

- **Suelo agrícola:** se refiere a los mosaicos de cultivo identificados en Tlalpan (ver figura 3.26), esta categoría ocupa el segundo lugar en mayor extensión de las cubiertas de Tlalpan (tanto naturales como antrópicas) con un área de 70.01 km<sup>2</sup>, es decir un 22.28 % del total de la alcaldía (ver tabla 3.1), constituyendo casi una cuarta parte de la alcaldía, hecho que contrasta con las principales actividades económicas enmarcadas en el sector servicios, una posible respuesta a ello la encontramos en la historia de la demarcación, pues desde 1950 se observa un progresivo cambio del sector primario al terciario (Ibarra, 2000; INEGI, 2010) (ver páginas 56 y 57), a pesar de ello, actualmente Tlalpan ocupa el segundo lugar en producción agrícola según el volumen producido (por toneladas) de la Ciudad de México, donde destacan los cultivos de temporal de avena forrajera (70,970 toneladas), papa (17,000 toneladas), elote (5,301 toneladas) y maíz de grano (1,170 toneladas) entre otros (SIAP, 2020) (ver tabla 3.2).

**Figura 3.26:** Ejemplo de mosaicos de cultivo en Tlalpan



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía extraída de la herramienta Street View (Google Earth, 2020)

**Tabla 3.2:** Producción agrícola por toneladas en alcaldías y tipo de cultivo en Tlalpan

Alcaldía	Toneladas
Milpa Alta	246,047.37
<b>Tlalpan</b>	<b>94,814.10</b>
Tláhuac	11,444.57
Xochimilco	10,169.72
La Magdalena Contreras	1,668.33
Álvaro Obregón	352.18
Cuajimalpa	213.24

Cultivo	Toneladas
Avena forrajera	70,970.00
Papa	17,000.00
Elote	5,301.00
Maíz grano	1,170.00
Zanahoria	185.00
Calabacita	119.00
Pera	35.30
Manzana	15.00
Durazno	12.00
Tejocote	3.80
Frijol	3.00
<b>Total</b>	<b>94,814.10</b>

Elaboración propia con base en (SIAP, 2020)

- **Cantera:** Corresponde al tipo de cubierta de menor extensión con un área de 0.20 km<sup>2</sup> que se traducen a 0.06 % del total de Tlalpan (ver tabla 3.1). Se identificó como minería a cielo abierto de material volcánico extraído del volcán Pelado en dos polígonos, uno al noroeste de Parres el Guarda (ver figura 3.27) y otro en el borde norte más alejado del volcán escudo pelado, al sureste de Santo Tomás Ajusco.

**Figura 3.27:** Cantera en Tlalpan



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha herramienta "relieve" en (Google Earth, 2020)

### C) Sin vegetación

- **Suelo desnudo:** respecto a los polígonos identificados como suelo desnudo, responden a superficies sin cubierta vegetal. En suma el suelo desnudo posee un área de 1.76 km<sup>2</sup> es decir un 0.56 % del total de Tlalpan (ver tabla 3.1). Respecto a su origen, es diverso, pudiendo ser en algunos casos de origen natural como consecuencia de derrames lávicos muy jóvenes donde el suelo no ha tenido la oportunidad de formarse, o por la erosión fluvial en laderas, por otro lado, está la tala de bosques o la compactación del suelo para el desarrollo de actividades humanas, lo cual puede dejar el suelo desprovisto de vegetación (ver mapa 3.9 y figura 3.24).

**Figura 3.28:** Suelo desnudo al oeste del volcán Ajusco



A la izquierda el mapa 3.9, al centro imágenes de satélite (Google Earth, 2020), a la derecha fotografía extraída de la herramienta Street View (Google Earth, 2020)

### 3.3 Resultados etapa IV. Los paisajes de Tlalpan

A lo largo del trabajo se ha hecho evidente la riqueza de componentes abióticos, bióticos y antrópicos presentes en el área de estudio, de los cuales se realizó un análisis y síntesis multiescalar con la finalidad de obtener cartografía de la clasificación taxonómica de sus paisaje en tres niveles jerárquicos, misma que será expuesta en esta sección, sin embargo la diversidad de paisajes y el elevado número de polígonos resultantes hace indispensable mostrar en primer lugar la jerarquía de los mismos para posteriormente continuar con su descripción y análisis.

Respecto a los paisajes de nivel I, se obtuvieron **3 unidades** representadas en 3 polígonos, los cuales fueron delimitados a partir de las *unidades principales de relieve* (ver esquema 2.4, página 35), consideradas componentes macroestructurales del paisaje que junto con el clima permiten explicar el desarrollo de componentes de menor extensión. Debido a la relación que los paisajes de este nivel mantienen con el relieve se decidió que el nombre de ambos sea el mismo (ver tabla 3.3).

En cuanto a los paisajes de nivel II se identificaron **6 unidades** distintas, ello gracias a la interpretación de los *polígonos de paisajes nivel III* (los cuales metodológicamente se realizan primero), *el mapa de vegetación y uso del suelo*, así como las *curvas de nivel y el modelo digital de elevación* (ver esquema 2.4). De lo anterior resultaron 7 polígonos (una unidad se repitió dos veces). Estos paisajes han sido nombrados en función de la *unidad de relieve* que los sostiene, así como la vegetación potencial y el sistema de uso de suelo haciendo referencia a si son fragmentos (ocupan menor superficie) o si son matriz (ocupan la mayor área), como se aprecia en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3:** Jerarquía de los paisajes de Tlalpan y su extensión territorial

Paisajes de nivel I	Superficie PNI		Paisajes de nivel II	Superficie PNII		Número de paisajes nivel III (hasta 88 paisajes)	Número de polígonos de paisajes nivel III (hasta 628 polígonos)
	Km <sup>2</sup>	% en Tlalpan		Km <sup>2</sup>	% en Tlalpan		
<b>I.I</b> Cuenca de México	14.42	4.59	<b>II.I</b> Planicie fluvio-lacustre del fondo de la Cuenca de México cubierta por asentamientos humanos	14.42	4.59	2	2
<b>I.II</b> Sierra de Chichinautzin	273.96	87.18	<b>II.II</b> Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos de matorral, bosque caducifolio y agricultura en una matriz de asentamientos humanos	55.25	17.58	12	39
			<b>II.III</b> Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos de asentamientos humanos, bosque principalmente mixto, matorral y pastizal en una matriz agrícola	108.41	34.50	58	347
			<b>II.IV</b> Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos agrícolas, asentamientos humanos, pastizal y matorral en una matriz de bosque principalmente de coníferas	110.30	35.10	54	208
<b>I.III</b> Sierra de las Cruces	25.87	8.23	<b>II.V</b> Laderas de la Sierra de las Cruces y del volcán Ajusco con fragmentos agrícolas en una matriz de bosque de coníferas	22.35	7.11	12	26
			<b>II.VI</b> Laderas y cima del volcán Ajusco cubierta de pastizal con pino	3.52	1.12	3	6
<b>TOTAL</b>	<b>314.25</b>	<b>100</b>		<b>314.25</b>	<b>100</b>	<b>*88</b>	<b>628</b>

En la columna "Número de paisajes nivel III" el total es 88, haciendo referencia a los distintitos tipos de paisaje sin tomar en cuenta las repeticiones de los mismos (elaboración propia, 2021)

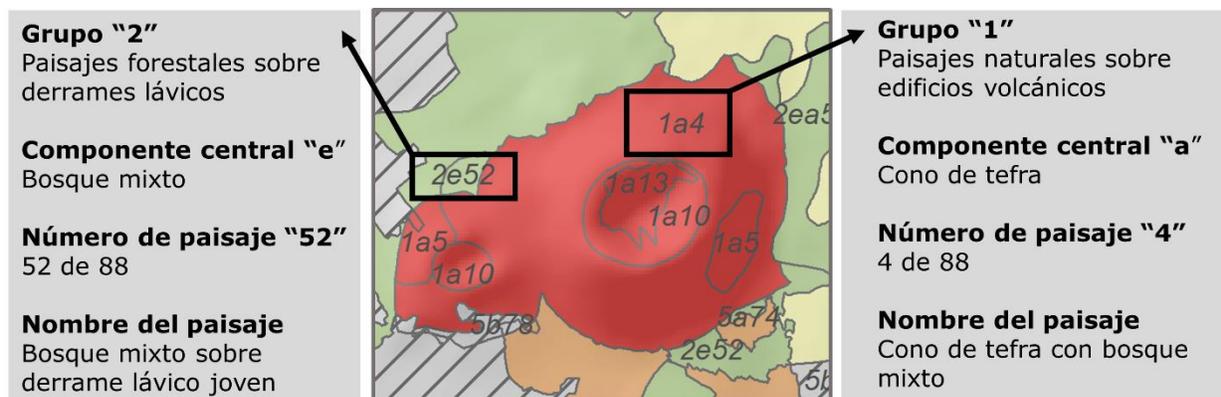
En cuanto a los paisajes de nivel III, los de mayor detalle, se identificaron **88 unidades** distintas entre sí, las cuales cartográficamente se reflejan en 628 polígonos (es decir repeticiones de las 88 unidades). Para su delimitación fueron necesarias las capas de *formas del relieve* así como las de *vegetación y uso del suelo* (ver esquema 2.5, página 37). El nombre de las 88 unidades se formó en función del impacto fenológico (visual) de sus componentes abiótico, biótico y antrópico, por ejemplo, en el paisaje "Cono de tefra con bosque mixto" se antepone el impacto visual que supone la elevación de un cono volcánico al que genera el bosque, por otro lado el paisaje "Bosque de abeto sobre derrame lávico joven" destaca el

impacto visual del bosque sobre el derrame lávico. Al componente de mayor impacto visual se le ha llamado *componente central*.

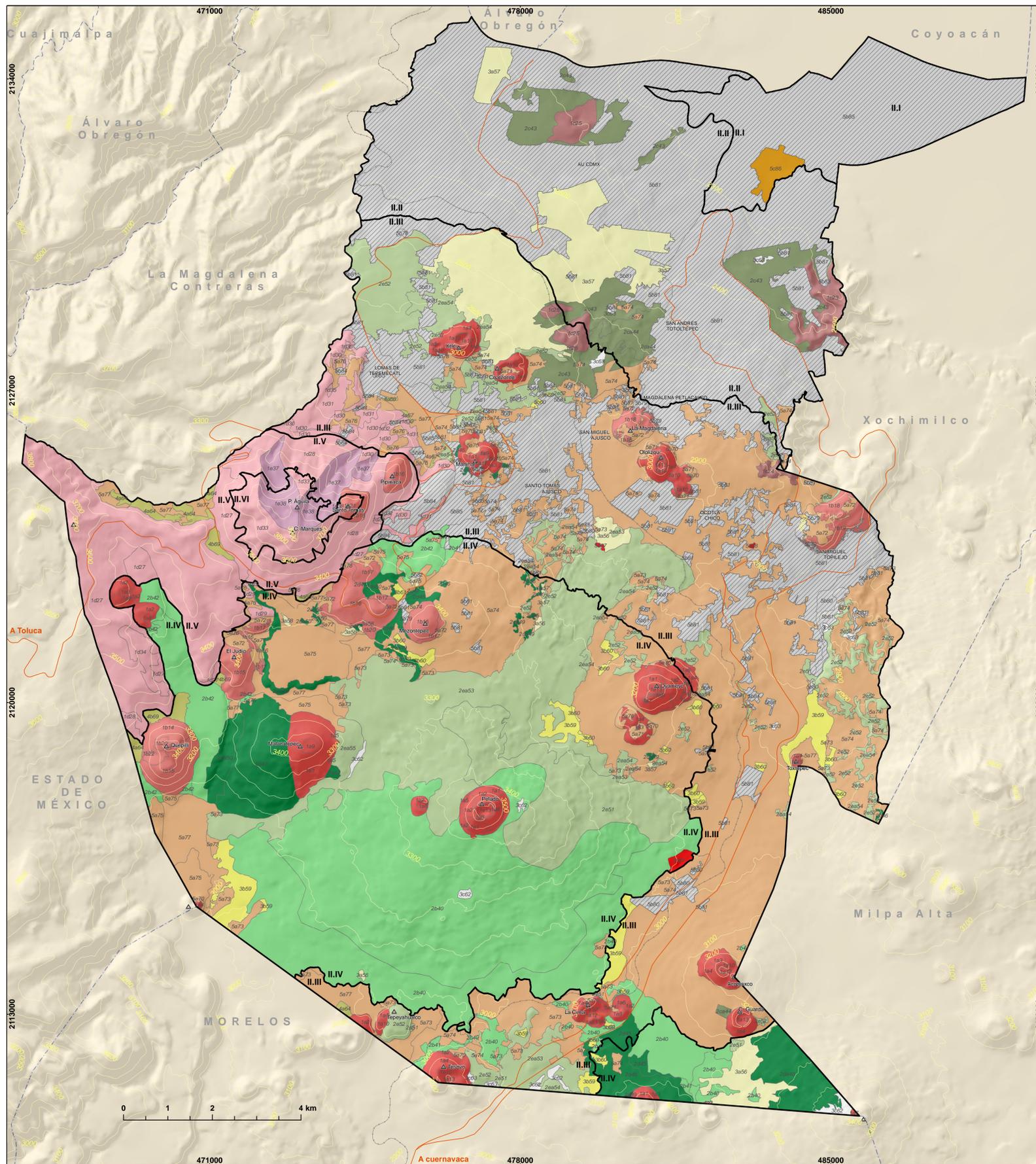
Consecuencia del gran número de paisajes nivel III y con la intención de una mejor lectura y análisis se han dividido en 5 grupos marcados por su *componente central*: 1. Paisajes naturales sobre edificios volcánicos; 2. Paisajes forestales sobre derrames lávicos; 3. Paisajes de matorral y pastizal sobre derrames lávicos; 4. Paisajes naturales sobre planicies aluviales y 5. Paisajes antrópicos sobre edificios volcánicos, derrames lávicos y planicies aluviales (ver mapa 3.10)

Aunado a ello se le asignó una clave a cada paisaje donde el primer carácter numérico responde al grupo que pertenece, por ejemplo "1" si se refiere a un paisaje natural sobre edificio volcánico; el segundo carácter, en este caso alfabético, responde a la variación del componente central, por ejemplo "a" para conos volcánicos y "b" para domos volcánicos; finalmente el último carácter numérico de la clave se refiere al número de paisaje que corresponde, pudiendo ser del 1 al 88. De este modo la clave "1a 1" corresponde a un paisaje "cono de tefra con bosque de abeto" (ver mapa 3.10). En la siguiente página se expone el mapa cúspide de esta investigación y posteriormente una interpretación del mismo.

**Figura 3.29:** Estructura de las claves de paisajes nivel III



Elaboración propia (2021)



**Mapa 3.10:** Paisajes de nivel II y III en la alcaldía de Tlalpa

**Paisaje de nivel II**

- II.I** Planicie fluvio-lacustre del fondo de la Cuenca de México cubierta por asentamientos humanos
- II.II** Campo monogénico Chichinautzin con fragmentos de matorral, bosque caducifolio y agricultura en una matriz de asentamientos humanos
- II.III** Campo monogénico Chichinautzin con fragmentos de asentamientos humanos, bosque principalmente mixto, matorral y pastizal en una matriz agrícola

- II.IV** Campo monogénico Chichinautzin con fragmentos agrícolas, asentamientos humanos, pastizal y matorral en una matriz de bosque principalmente de coníferas
- II.V** Laderas de la Sierra de las Cruces y del volcán Ajusco con fragmentos agrícolas en una matriz de bosque de coníferas
- II.VI** Laderas y cima del volcán Ajusco cubierta de pastizal con pino

**Paisajes de nivel III**

**1. Paisajes naturales sobre edificios volcánicos**

- | Clave | Paisajes  |
|-------|---|
| 1a 1  | Cono de tefra con bosque de abeto                                 |
| 1a 2  | Cono de tefra con bosque de pino                                  |
| 1a 3  | Cono de tefra con bosque de coníferas                             |
| 1a 4  | Cono de tefra con bosque mixto                                    |
| 1a 5  | Cono de tefra con bosque abierto mixto                            |
| 1a 6  | Cono de tefra con pastizal  |
| 1a 7  | Cono de tefra con suelo desnudo                                   |
| 1a 8  | Cráter volcánico con bosque de pino                               |
| 1a 9  | Cráter volcánico con bosque de coníferas                          |
| 1a 10 | Cráter volcánico con bosque mixto                                 |
| 1a 11 | Cráter volcánico con matorral                                     |
| 1a 12 | Cráter volcánico con pastizal                                     |
| 1a 13 | Cráter volcánico con suelo desnudo                                |
| 1b 14 | Domo volcánico con bosque de abeto                                |
| 1b 15 | Domo volcánico con bosque de pino                                 |
| 1b 16 | Domo volcánico con bosque de coníferas                            |
| 1b 17 | Domo volcánico con bosque abierto de coníferas                    |
| 1b 18 | Domo volcánico con bosque mixto                                   |
| 1b 19 | Domo volcánico con bosque abierto mixto                           |
| 1b 20 | Domo volcánico con matorral                                       |
| 1b 21 | Domo volcánico con pastizal y pino                                |
| 1b 22 | Domo volcánico con suelo desnudo                                  |
| 1c 23 | Ladera lávica intensamente modelada con bosque de encino          |
| 1c 24 | Ladera lávica intensamente modelada con bosque mixto              |
| 1c 25 | Ladera volcánoclastica intensamente modelada con bosque de encino |
| 1c 26 | Ladera volcánoclastica intensamente modelada con matorral         |
| 1d 27 | Ladera compleja modelada con bosque de pino                       |
| 1d 28 | Ladera compleja modelada con bosque de coníferas                  |
| 1d 29 | Ladera compleja modelada con bosque abierto de coníferas          |
| 1d 30 | Ladera compleja modelada con bosque mixto                         |
| 1d 31 | Ladera compleja modelada con bosque abierto mixto                 |
| 1d 32 | Ladera compleja modelada con matorral                             |
| 1d 33 | Ladera compleja modelada con pastizal y pino                      |
| 1d 34 | Ladera compleja modelada con bosque de abeto                      |
| 1d 35 | Ladera compleja modelada con pastizal                             |
| 1d 36 | Ladera compleja modelada con suelo desnudo                        |
| 1e 37 | Barranco principal con bosque de coníferas                        |
| 1e 38 | Barranco principal con pastizal y pino                            |

**2. Paisajes forestales sobre derrames lávicos**

- | Clave  | Paisajes   |
|--------|--|
| 2a 39  | Bosque de abeto sobre derrame lávico joven               |
| 2b 40  | Bosque de pino sobre volcán escudo joven                 |
| 2b 41  | Bosque de pino sobre derrame lávico joven                |
| 2b 42  | Bosque de pino sobre derrame lávico antiguo              |
| 2c 43  | Bosque de encino sobre derrame lávico joven              |
| 2ca 44 | Bosque abierto de encino sobre derrame lávico joven      |
| 2d 45  | Bosque de coníferas sobre volcán escudo joven            |
| 2d 46  | Bosque de coníferas sobre derrame lávico joven           |
| 2d 47  | Bosque de coníferas sobre derrame lávico antiguo         |
| 2da 48 | Bosque abierto de coníferas sobre volcán escudo joven    |
| 2da 49 | Bosque abierto de coníferas sobre derrame lávico joven   |
| 2da 50 | Bosque abierto de coníferas sobre derrame lávico antiguo |
| 2e 51  | Bosque mixto sobre volcán escudo joven                   |
| 2e 52  | Bosque mixto sobre derrame lávico joven                  |
| 2ea 53 | Bosque abierto mixto sobre volcán escudo joven           |
| 2ea 54 | Bosque abierto mixto sobre derrame lávico joven          |
| 2ea 55 | Bosque abierto mixto sobre derrame lávico antiguo        |

**3. Paisajes de matorral y pastizal sobre derrames lávicos**

- | Clave | Paisajes                                 |
|-------|--|
| 3a 56 | Matorral sobre volcán escudo joven       |
| 3a 57 | Matorral sobre derrame lávico joven      |
| 3a 58 | Matorral sobre derrame lávico antiguo    |
| 3b 59 | Pastizal sobre volcán escudo joven       |
| 3b 60 | Pastizal sobre derrame lávico joven      |
| 3b 61 | Pastizal sobre derrame lávico antiguo    |
| 3c 62 | Suelo desnudo sobre volcán escudo joven  |
| 3c 63 | Suelo desnudo sobre derrame lávico joven |

**4. Paisajes naturales sobre planicies aluviales**

- | Clave | Paisajes   |
|-------|--|
| 4a 64 | Planicie aluvial con bosque de pino              |
| 4a 65 | Planicie aluvial con bosque de coníferas         |
| 4a 66 | Planicie aluvial con bosque abierto de coníferas |
| 4a 67 | Planicie aluvial con bosque mixto                |
| 4a 68 | Planicie aluvial con bosque abierto mixto        |
| 4b 69 | Planicie aluvial con suelo desnudo               |

**5. Paisajes antrópicos sobre edificios volcánicos, derrames lávicos y planicies aluviales**

- | Clave | Paisajes  |
|-------|---|
| 5a 70 | Mosaico de cultivos sobre cono de tefra                       |
| 5a 71 | Mosaico de cultivos sobre cráter volcánico                    |
| 5a 72 | Mosaico de cultivos sobre domo volcánico                      |
| 5a 73 | Mosaico de cultivos sobre volcán escudo joven                 |
| 5a 74 | Mosaico de cultivos sobre derrame lávico joven                |
| 5a 75 | Mosaico de cultivos sobre derrame lávico antiguo              |
| 5a 76 | Mosaico de cultivos sobre ladera compleja modelada            |
| 5a 77 | Mosaico de cultivos sobre planicie aluvial                    |
| 5b 78 | Asentamiento humano sobre cono de tefra                       |
| 5b 79 | Asentamiento humano sobre domo volcánico                      |
| 5b 80 | Asentamiento humano sobre volcán escudo joven                 |
| 5b 81 | Asentamiento humano sobre derrame lávico joven                |
| 5b 82 | Asentamiento humano sobre derrame lávico antiguo              |
| 5b 83 | Asentamiento humano sobre ladera lávica intensamente modelada |
| 5b 84 | Asentamiento humano sobre ladera compleja modelada            |
| 5b 85 | Asentamiento humano sobre planicie aluvial                    |
| 5c 86 | Parque urbano sobre planicie aluvial                          |
| 5d 87 | Cantera sobre volcán escudo joven                             |
| 5d 88 | Cantera sobre derrame lávico joven                            |

**Símbolos convencionales**

- |  |  |
|--|--|
| <p><b>Límites políticos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estados</li> <li>Alcaldías</li> </ul> <p><b>Vías de comunicación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vía ferrea</li> <li>Carreteras principales</li> </ul> | <p><b>Referencias geográficas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cimas</li> <li>Curvas de nivel cada 100 m</li> <li>Asentamiento humano</li> </ul> |
|--|--|

**Parámetros geodésicos**  
 Proyección: UTM Zona 14N  
 Datum: WGS 84



### **3.3.1 Paisajes de la Cuenca de México**

La base morfoestructural de los paisajes que se encuentran aquí enmarcados corresponde a una pequeña porción de la Cuenca de México, considerada la más antigua por su origen volcanotectónico (entre 66 y 33 millones de años) y más reciente en litología (menos de 10 mil años) compuesta de rocas ígneas y sedimentarias principalmente, así como diferentes tipos de depósitos piroclásticos, lacustres y fluviales (Enciso-de la Vega, 1992; Mooser *et al.*, 1996; Arce *et al.*, 2015) (ver cuadro 3.1). Dicha planicie se mantiene por debajo de los 2,300 msnm, donde se manifiesta un clima templado subhúmedo (ver mapas 3.4 y 3.5) que corresponde con una vegetación potencial de bosque templado con énfasis en el bosque caducifolio, que sin embargo ha sido reemplazado por la mancha urbana de la Ciudad de México, dejado apenas algunos individuos arbóreos (muchas veces introducidos) en parques, camellones y banquetas (ver figura 3.30). Este paisaje de nivel I tiene un área de 14.42 km<sup>2</sup>, constituyendo el 4.59 % de la superficie total de Tlalpan, alberga un paisaje de nivel II (ver tabla 3.3).

#### **A) II.I Planicie fluvio-lacustre del fondo de la Cuenca de México cubierta por asentamientos humanos**

Las características climáticas y altitudinales de la Cuenca de México, descritas anteriormente, ofrecen las condiciones para la existencia del bosque de encino (Rzedowski y Rzedowski, 2005), sin embargo en esta superficie de 14.42 km<sup>2</sup> apenas se mantiene un área verde considerable (Club de Golf México) de 0.75 km<sup>2</sup> con vegetación alterada y modificada, el resto es un mar de asentamientos humanos que también se favorecen de las condiciones morfológicas y climáticas de la planicie fluvio-lacustre de la Cuenca de México, asentamientos que con el paso del tiempo han tenido un crecimiento exponencial, sobre todo con los procesos de migración y urbanización de la segunda mitad del siglo pasado (Ibarra, 2000; GDF, 2010)

(ver gráfica 3.1). Al sur de este paisaje encontramos una localidad de origen prehispánico llamada Chimalcoyoc (lugar del escudo del Coyote). Este paisaje de nivel II anida 2 paisajes de nivel III (ver tabla 3.3, mapa 3.10 y figura 3.30).

**Figura 3.30:** Paisaje II.I: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III



*a): Parque urbano sobre planicie aluvial (fotografía de Gerardo Osorio tomada de Google Maps, 2020); b) asentamientos humanos sobre planicie aluvial (fotografía extraída de la herramienta Street View de Google Earth, 2020), abajo imágenes de satélite (Google Earth, 2020). Elaboración propia (2021)*

### **3.3.2 Paisajes de la Sierra Chichinautzin**

La Sierra de Chichinautzin constituye la base morfoestructural con mayor extensión en el área de estudio con 273.96 km<sup>2</sup> es decir un 87.18 % de la superficie total de Tlalpan (ver tabla 3.3), se originó como consecuencia del vulcanismo monogenético iniciado hace poco más de un millón de años que ha dado nacimiento a un gran número de formas asociadas a esta actividad como los conos de tefra, domos volcánicos, volcanes escudo y derrames lávicos (ver cuadros 3.1 y 3.3) compuestos principalmente de andesitas, andesitas basálticas, dacitas y basaltos (Urrutia y Martín del Pozzo, 1993; SGM, 2002; Arce *et al.*, 2015; Lorenzo, 2016). El rango altitudinal es amplio y va de menos de 2,300 a 3700 msnm incrementando progresivamente de norte a sur, fenómeno que impacta en el clima del área generando un progresivo aumento de la humedad y reducción de la temperatura, pasando del templado subhúmedo desde los 2,300 msnm al semifrío subhúmedo aproximadamente a los 2,900 msnm y de este al semifrío húmedo aproximadamente a los 3,100 msnm (ver mapas 3.4 y 3.5), lo anterior a su vez fomenta como vegetación potencial el bosque templado. Este paisaje de nivel I alberga 3 paisajes de nivel II (ver tabla 3.3 y mapa 3.10) descritos a continuación.

#### **A) II.II Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos de matorral, bosque caducifolio y agricultura en una matriz de asentamientos humanos**

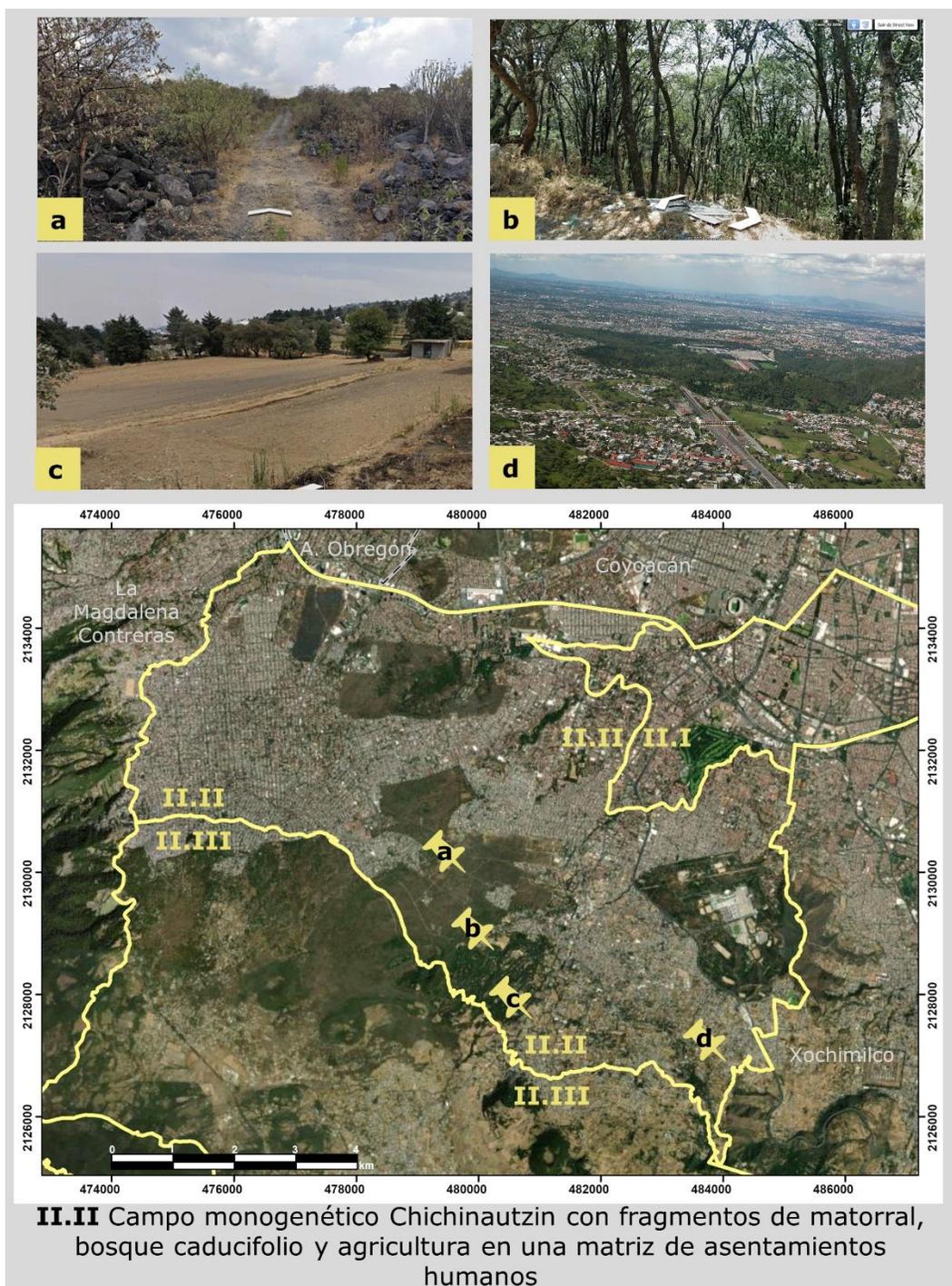
La base abiótica de este paisaje y en gran medida criptológica (oculta), está constituida por derrames lávicos jóvenes de composición andesítica y andesítico-basáltica (Arce *et al.*, 2015), los cuales se asocian a erupciones del Xitle, con una edad aproximada de 1,670 años (evento que se piensa, originó la partida de la población de Cuicuilco) y al Ololizqui (menor a 13,000 años) (Siebe, 2009; Vivó, 2017) (ver cuadro 3.4), ambos volcanes localizados fuera de este paisaje, pero que gracias a factores como la pendiente y el tipo de erupción permitieron que sus derrames se extendieran hacia el noreste, cubriendo a su vez otras formas más antiguas

relacionadas al vulcanismo poligenético de la Sierra de las Cruces, dichas geoformas corresponden a pequeños polígonos aislados identificados como laderas volcanoclásticas y laderas lávicas de composición andesítica y dacítica cuya edad se estima entre 5 y 0.4 millones de años (Arce *et al.*, 2015), situación que la ha favorecido un modelado intenso (ver mapas 3.8 y 3.10). La altitud presente en este paisaje va de 2,300 a 2,700 msnm, rango que presenta un clima templado subhúmedo (ver mapas 3.4 y 3.5).

Respecto a los componentes bióticos y antrópicos de carácter fenológico (visual), este paisaje de nivel II se caracteriza por ser el comienzo de la transición entre una cobertura completamente urbana hacia otra donde los asentamientos cada vez adquieren tintes más rurales y la cobertura vegetal comienza a ganar fuerza, aspecto que se manifiesta con el inicio del Suelo de Conservación de la CDMX y de 6 áreas naturales protegidas (Lomas de Padierna, Los Encinos, Bosque de Tlalpan, Fuentes Brotantes, Ecoguardas y Parque Ecológico de la CDMX) (ver mapa 3.3 y 3.10), donde destaca la presencia del matorral y del bosque abierto y cerrado de encino. Comienzan a mostrarse además, pequeñas áreas de cultivo que bordean al bosque de encino al oeste y sur de San Andrés Totoltepec, localidad de origen prehispánico, Totoltepec viene del náhuatl y significa cerro de las aves, otras localidades de origen prehispánico en este paisaje son San Pedro Mártir (lugar de ocotes), parte de Chimalcoyoc (lugar del escudo del Coyote), La Magdalena Petlascalco (lugar de la casa de petate) y San Miguel Xicalco (lugar de la casa de piedra) (Appendini, 2015).

Este paisaje de nivel II se desenvuelve en una superficie de 55.25 km<sup>2</sup> que representan un 17.58 % de la superficie de Tlalpan, en donde anidan 12 paisajes de nivel III representados en 39 polígonos (ver tabla 3.3 y mapa 3.10). A continuación, en la figura 3.31 se muestra mediante imágenes de satélite y fotografías (obtenidas de Google Earth) otro tipo de acercamiento visual a estos paisajes.

**Figura 3.31:** Paisaje II.II: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III



a): matorral sobre derrame lávico joven; b): bosque cerrado de encino sobre derrame lávico joven; c): mosaico de cultivos sobre derrame lávico joven. (Fotografías obtenidas de recorridos Street View en Google Earth, 2020). d): vista aérea de los asentamientos humanos como matriz (fotografía de CeSaR NRG, obtenida de Google Earth, 2020); abajo: imágenes de satélite (Google Earth, 2020). Elaboración propia (2021)

## **B) II.III Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos de asentamientos humanos, bosque principalmente mixto, matorral y pastizal en una matriz agrícola**

El soporte abiótico de este paisaje está constituido por una diversidad de formas de relieve, donde predominan las vinculadas al campo monogenético Chichinautzin, aquí encontraremos derrames lávicos asociados a los conos de tefra: Xitle, Coatzontle, Maninal, Ololizqui, Toxtepec, Acopiaco, El Guarda, La Cima, Tesoyo, Tepeyahualco, Mezontepec y Oyameyo (estos dos últimos ubicados fuera del paisaje, pero sus lavas lograron entrar gracias a la pendiente y al tipo de erupción); se manifiestan también los domos volcánicos: La Magdalena y otro sin nombre ubicado al norte de San Miguel Topilejo; así como fragmentos de los volcanes escudo: Pelado y Chichinautzin. Todas las formas antes mencionadas tienen edades que van de menos de 1,670 hasta 1,000,000 de años (ver cuadro 3.4) y su composición por lo general es andesítica y andesítico-basáltica (Arce *et al.*, 2015) (ver mapa 3.8).

Encontramos en menor medida formas más antiguas denominadas laderas lávicas, volcanoclásticas y complejas (asociadas a eventos poligenéticos del volcán Ajusco y la Sierra de las Cruces), dichas formas de composición andesítica y dacítica han sido intensamente modeladas por agentes exógenos desde su aparición que abarca un intervalo de 5 y 0.4 millones de años (Arce *et al.*, 2015). Finalmente se presentan formas de carácter acumulativo como las planicies acumulativas constituidas por depósitos fluviales y aluviales, así como las morrenas del Ajusco, formas que son resultado de la presencia de glaciares en dicho volcán, formadas en un periodo de tiempo estimado entre 27,000 y 2,000 años (White y Valastro, 1984; Toscana, 1998) (ver mapa 3.8). Todas estas formas de relieve permiten altitudes que van de 2,700 a 3,300 msnm en donde se manifiestan tres tipos de clima, el templado subhúmedo, semifrío subhúmedo y semifrío húmedo que se modifican al incrementar la altitud (ver mapas 3.4 y 3.5).

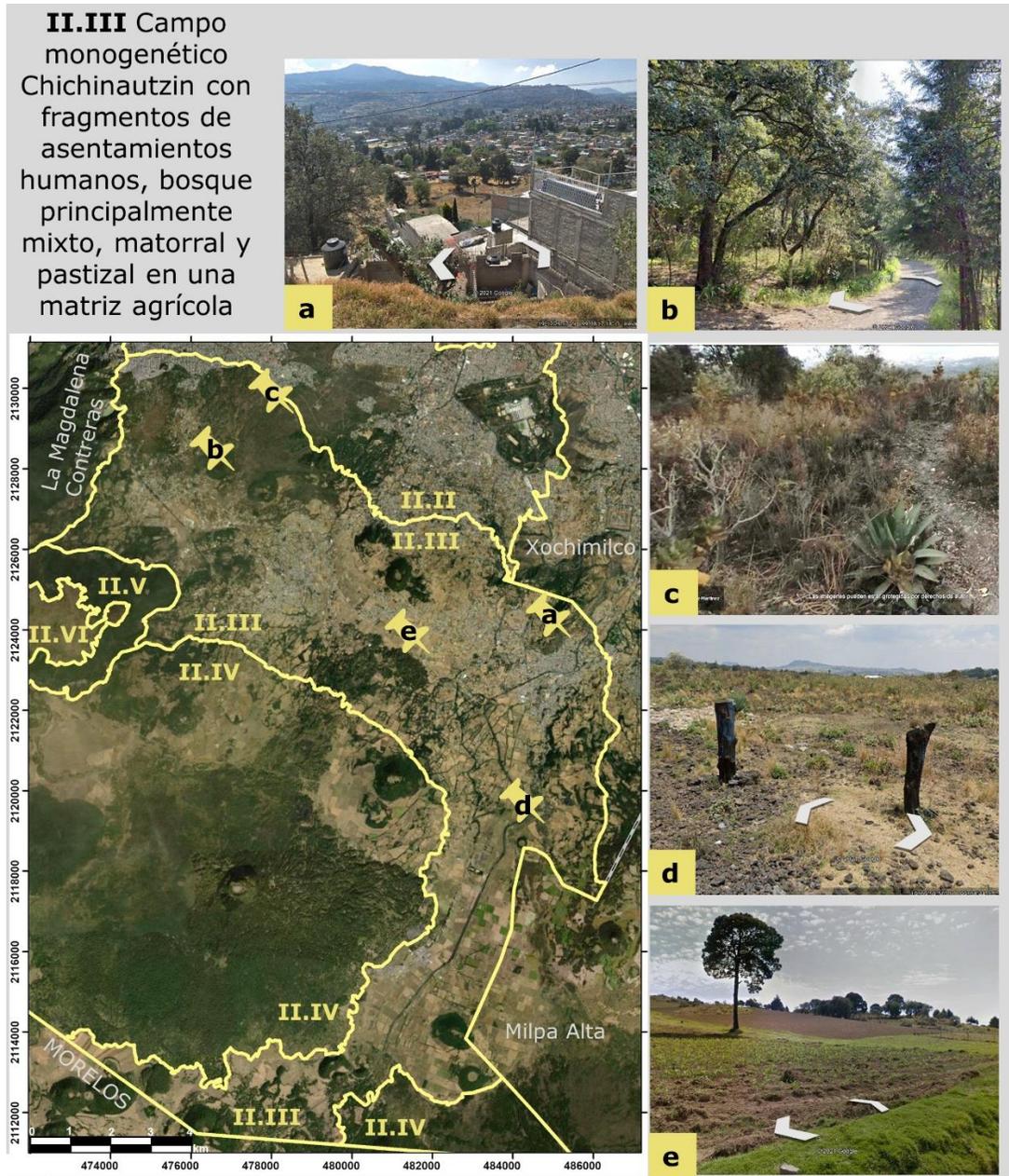
Respecto a los componentes antrópicos encontramos una marcada transición hacia lo rural, donde predomina una matriz agrícola que aumenta conforme avanzamos al sur, que bien puede ser recorrida por la autopista 95 y 95 D, siguiendo casi la misma ruta que en algún momento llevaban las vías del ferrocarril (ahora ciclovía México-Cuernavaca). En dicha matriz encontramos un mosaico de cultivos de temporal, principalmente de avena forrajera, papa, elote, maíz de grano, zanahoria, calabacita, pera, manzana, durazno, tejocote y frijol (SIAP, 2020). Encontramos también, fragmentos de asentamientos humanos, principalmente al norte, donde destaca la presencia de los pueblos originarios (de origen prehispánico), La Magdalena Petlascalco (lugar de la casa de petate), San Miguel Xicalco (lugar de la casa de piedra), San Miguel Ajusco (lugar donde brota el agua y las flores), Santo Tomás Ajusco, San Miguel Topilejo (bastón de mando) y Parres el Guarda (Parres por el hacendado y el Guarda por la estación de ferrocarril) (Appendini, 2015), otras localidades de referencia en el área son Lomas de Tepemecatl y Ocotla el Chico. Cabe resaltar que este paisaje está dentro del Suelo de Conservación de la Ciudad de México y acoge parte de tres áreas naturales protegidas, el Parque Ecológico de la Ciudad de México y San Nicolás Totolapan al norte y San Miguel Topilejo al sur (ver mapa 3.3).

En relación con los componentes bióticos, la vegetación está sumamente fragmentada, constituida por bosques de encino cerrado (al norte); pino y encino abierto y cerrado distribuidos a lo largo de todo el paisaje; pino y abeto cerrado en pequeños fragmentos sobre los conos Maninal y Acopiaco; matorral (al norte) y en menor medida pastizal que se establece sobre todo en derrames lávicos muy jóvenes donde aún no se ha podido desarrollar suelo y en áreas donde se ha abandonado la agricultura (ver mapa 3.9).

Este paisaje tiene una superficie de 108.41 km<sup>2</sup> (34.50 % de Tlalpan) y concentra 58 tipos diferentes de paisajes nivel III, distribuidos en 347 polígonos (ver mapa 3.10 y tabla 3.3). A

continuación, en la figura 3.32 se muestra mediante imágenes de satélite y fotografías (obtenidas de Google Earth) un acercamiento visual a estos paisajes.

**Figura 3.32:** Paisaje II.III: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III



a): asentamientos humanos sobre derrame lávico joven; b): bosque abierto mixto sobre derrame lávico joven; c): matorral sobre derrame lávico joven (foto de Raziel Perez-Martinez); d): pastizal sobre lavas de volcán escudo joven; e): mosaico de cultivos sobre derrame lávico joven. (Fotografías obtenidas de recorridos Street View en Google Earth, 2020); para el área de ubicación del paisaje se utilizaron imágenes de satélite (Google Earth, 2020).

Elaboración propia (2021)

### **C) II.IV Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos agrícolas, asentamientos humanos, pastizal y matorral en una matriz de bosque principalmente de coníferas**

Dentro del soporte abiótico de este paisaje destaca el volcán escudo Pelado, con una edad de aproximadamente 10,000 años (Siebe *et al.*, 2004), sus lavas se extendieron por los derrames ya existentes de los volcanes Mezontepec (con una edad de 11,000 años) y Oyameyo (con aproximadamente 14,000 años). Por otro lado, al oeste de este paisaje nos encontramos con conos de tefra como el Malacatepec y Tuxtepec, domos volcánicos como el Quepilli y El Judío que junto con sus derrames lávicos presentan edades mayores a los 90,000 años (ver cuadro 3.4). Todas las formas antes descritas representan la mayor superficie de este paisaje y por lo general cuentan con una composición andesítico-basáltica que corresponde al Campo Monogenético de Chichinautzin. En el flanco oeste de este paisaje se alcanzan a introducir pequeños polígonos de laderas complejas vinculados a la Sierra de las Cruces con edades que oscilan los 5 y 0.4 millones de años y de composición andesítica y dacítica (Arce *et al.*, 2015). Por otro lado, este paisaje también cuenta con formas originadas por la acumulación de depósitos fluviales y aluviales en la base de estructuras volcánicas (ver mapa 3.8). Se presenta un margen altitudinal que va de los 2,900 a los 3,600 msnm en donde se manifiestan dos tipos de clima el semifrío subhúmedo y el semifrío húmedo (ver mapas 3.4 y 3.5).

Respecto a las cubiertas naturales y antrópicas, este paisaje se encuentra totalmente inmerso en el Suelo de Conservación de la Ciudad de México, además resguarda la mayor superficie de Áreas Naturales Protegidas con San Miguel Topilejo y San Miguel Ajusco (ambas Reservas Ecológicas Comunitarias) (ver mapa 3.3 y cuadro 3.2), hecho que en gran medida ha contribuido a la casi total desaparición de asentamientos humanos, aunque aún con la presencia de un pequeño polígono de actividad minera a cielo abierto (al noroeste de Parres

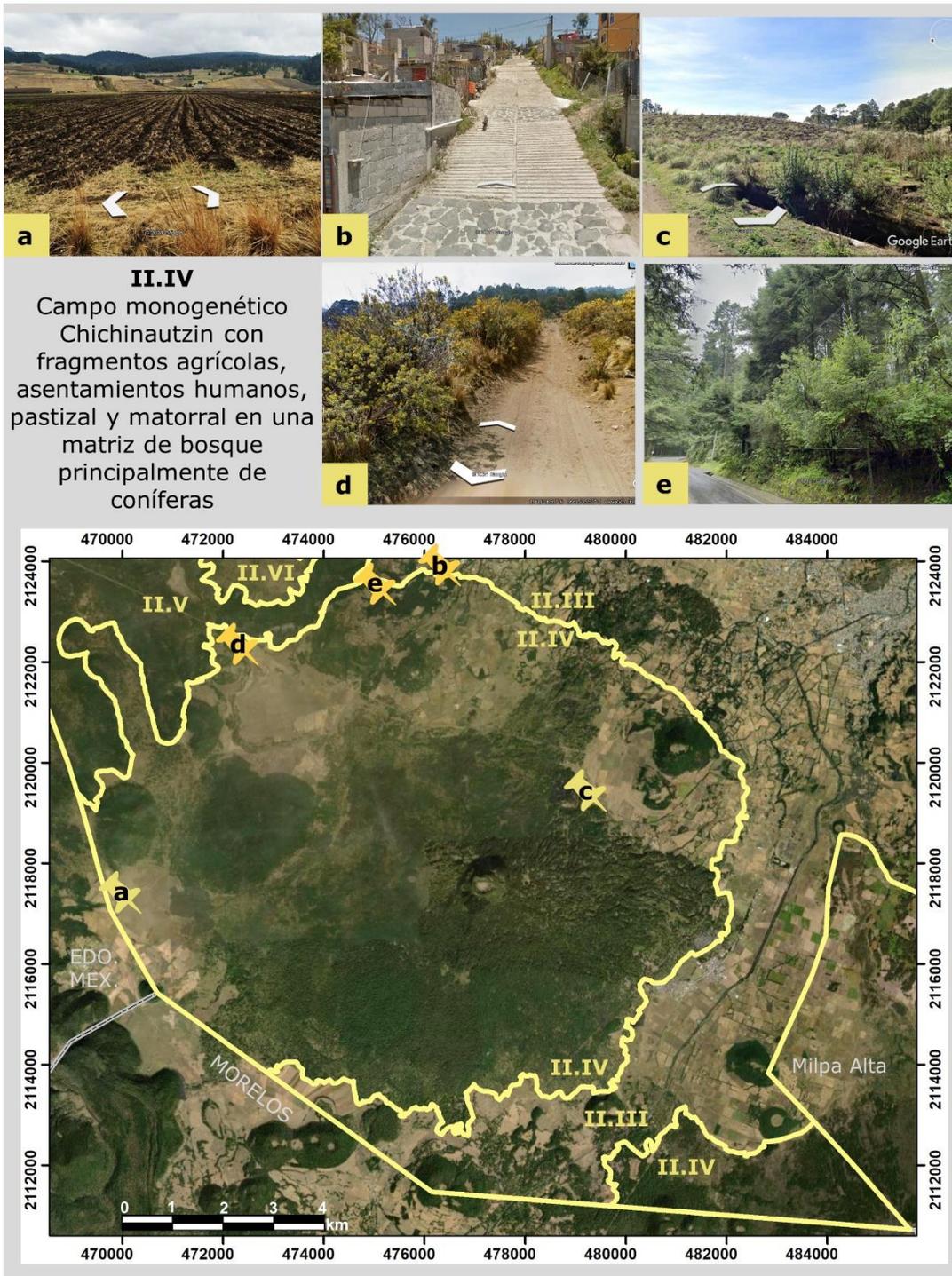
el Guarda) y una marcada superficie de mosaicos de cultivo, que ha diferencia del paisaje anterior ha dejado de ser la cubierta matriz.

La cubierta con mayor superficie en este paisaje le corresponde a la forestal, sobre todo al bosque de coníferas, en donde se desenvuelven bosques de abeto (cerrados), pino y abeto (abiertos y cerrados) y pino (abiertos y cerrados), principalmente sobre conos y domos volcánicos. Por su parte el bosque mixto se manifiesta en las laderas del volcán escudo Pelado, donde habita en gran magnitud el bosque de pino y encino (abierto y cerrado). Finalmente se revelan algunos fragmentos de pastizal y matorral distribuidos por todo el paisaje (ver mapas 3.9 y 3.10).

Este paisaje de nivel II es el de mayor superficie en el área de estudio con 110.30 km<sup>2</sup>, lo que se traduce a 35.10 % del total de Tlalpan. Es el único paisaje de nivel II que se repite en dos polígonos, ello al ser cortado por un corredor de menor altitud correspondiente al paisaje II.III, como se observa en el mapa 3.10. Alberga 54 diferentes paisajes de nivel III que se repiten formando un total de 208 polígonos (ver tabla 3.3).

A continuación en la figura 3.33, se expone mediante imágenes de satélite y fotografías extraídas de Google Earth, el marco general del paisaje nivel II y algunos ejemplos visuales de paisajes de nivel III, sin embargo no debe dejar de consultarse el mapa 3.10, en donde se representa de forma más clara la taxonomía de las unidades de paisaje nivel II y III.

**Figura 3.33:** Paisaje II.IV: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III



a): mosaico de cultivos sobre planicie aluvial; b): asentamiento humano sobre derrame lávico joven; c): pastizal sobre derrame lávico joven; d): matorral sobre derrame lávico antiguo; e): bosque de pino sobre derrame lávico antiguo. Fotografías obtenidas de recorridos Street View en (Google Earth, 2020); se utilizaron imágenes de satélite (Google Earth, 2020). Elaboración propia (2021)

### **3.3.3 Paisajes de la Sierra de las Cruces**

Este paisaje de nivel I conforma una base morfoestructural de 25.87 km<sup>2</sup> que constituye el 8.23 % de la superficie total de Tlalpan (ver tabla 3.3). Originado como consecuencia del vulcanismo poligenético de la Sierra de las Cruces, cuenta con una edad que va de los 5 a los 0.4 millones de años y se compone por derrames de lava, domos, depósitos piroclásticos y lahares cuya composición en general es andesítica y dacítica (Arce *et al.*, 2015). Dicha actividad volcánica ha construido a lo largo de millones de años el relieve de mayor altitud en el área de estudio, que va de los 3,100 msnm, en la base del volcán Ajusco, a los 3,937 msnm en la cima del mismo volcán llamada *La Cruz del Marqués* (ver mapa 3.5). Los climas presentes en este paisaje corresponden al semifrío subhúmedo y al semifrío húmedo (ver mapa 3.4), ofreciendo una vegetación potencial de bosque templado con predominio del bosque de coníferas. Este paisaje de nivel I entraña 2 paisajes de nivel II, descritos a continuación.

#### **A) II.V Laderas de la Sierra de las Cruces y del volcán Ajusco con fragmentos agrícolas en una matriz de bosque de coníferas**

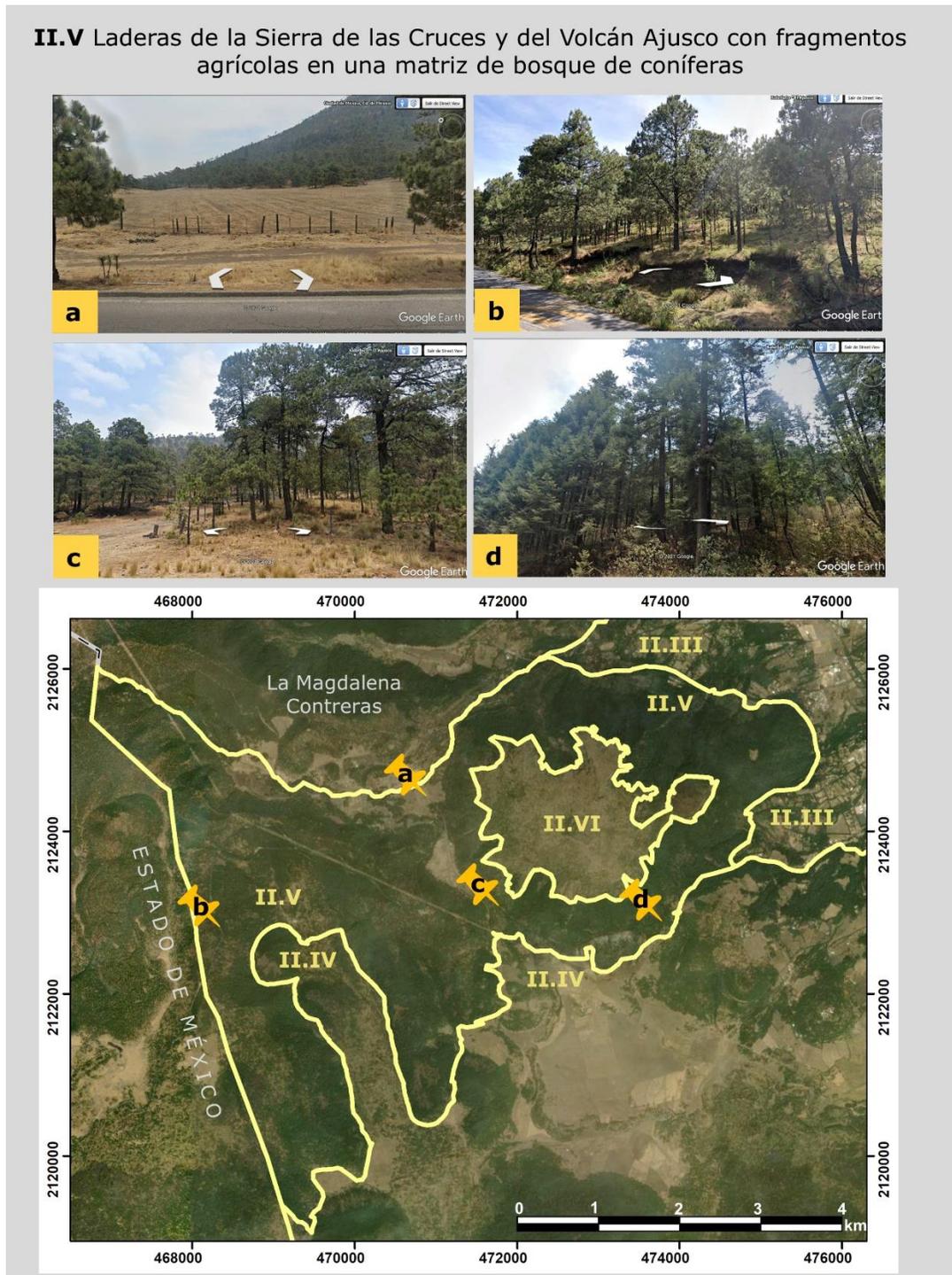
Este paisaje se caracteriza por ser junto con el siguiente los de mayor edad litológica, asociados al vulcanismo poligenético de la Sierra de las Cruces y contando con una edad de entre 5 y 0.4 millones de años (Arce *et al.*, 2015). Laderas complejas constituyen el tipo de forma de relieve con mayor superficie, estas se dividen entre las que pertenecen al volcán Ajusco y las que se asocian a la actividad del volcán San Miguel (ver mapa 3.8). Sobre las laderas del volcán Ajusco encontramos también el domo volcánico Pipixaca, que al igual que la forma anterior es de composición andesítica y dacítica (*Íbid*), además tres tipos de formas de origen erosivo-acumulativo integradas por barrancos principales de origen glaciar y morrenas que son testigo y resultado de la presencia de glaciares que se manifestaron hace

27,000 y 2,000 años aproximadamente (White y Valastro, 1984; Toscana, 1998), finalmente al pie de las laderas se presentan planicies acumulativas de sedimentos fluviales y aluviales. El rango altitudinal que ha generado el relieve va de los 3,100 msnm en la base del volcán Ajusco hasta poco más de 3,700, hecho que permite la presencia de dos tipos de clima, el semifrío subhúmedo y el semifrío húmedo (ver mapas 3.4 y 3.5).

Respecto a los componentes bióticos y antrópicos, es el bosque de coníferas la matriz indiscutible, integrada por bosque de abeto (cerrado), de pino y abeto (cerrado) y de pino (abierto y cerrado), donde han desaparecido casi por completo los asentamientos humanos consecuencia de la orografía y de la presencia de dos Áreas Naturales Protegidas (cumbres del Ajusco y San Miguel Ajusco), además de pertenecer en su totalidad al Suelo de Conservación de la Ciudad de México (ver mapa 3.3), sin embargo la presencia antrópica se hace presente en la carretera Xalatlaco - El Ajusco a través de la cual podemos recorrer gran parte del paisaje y nos permite acercarnos a tres polígonos que sostienen actividad agrícola (ver mapas 3.9 y 3.10).

Este paisaje adquiere una extensión territorial de 22.35 km<sup>2</sup> superficie que equivale al 7.11 % de la superficie total de Tlalpan, en donde encontramos 12 tipos de paisajes nivel III que tras repetirse alcanzan un número de 26 polígonos. A continuación en la figura 3.34 se expone una vista general del paisaje II.V mediante imágenes de satélite, así como algunas fotografías de paisajes nivel III presentes en el área.

**Figura 3.34:** Paisaje II.V: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III



## **B) II.VI Laderas y cima del volcán Ajusco cubierta de pastizal con pino**

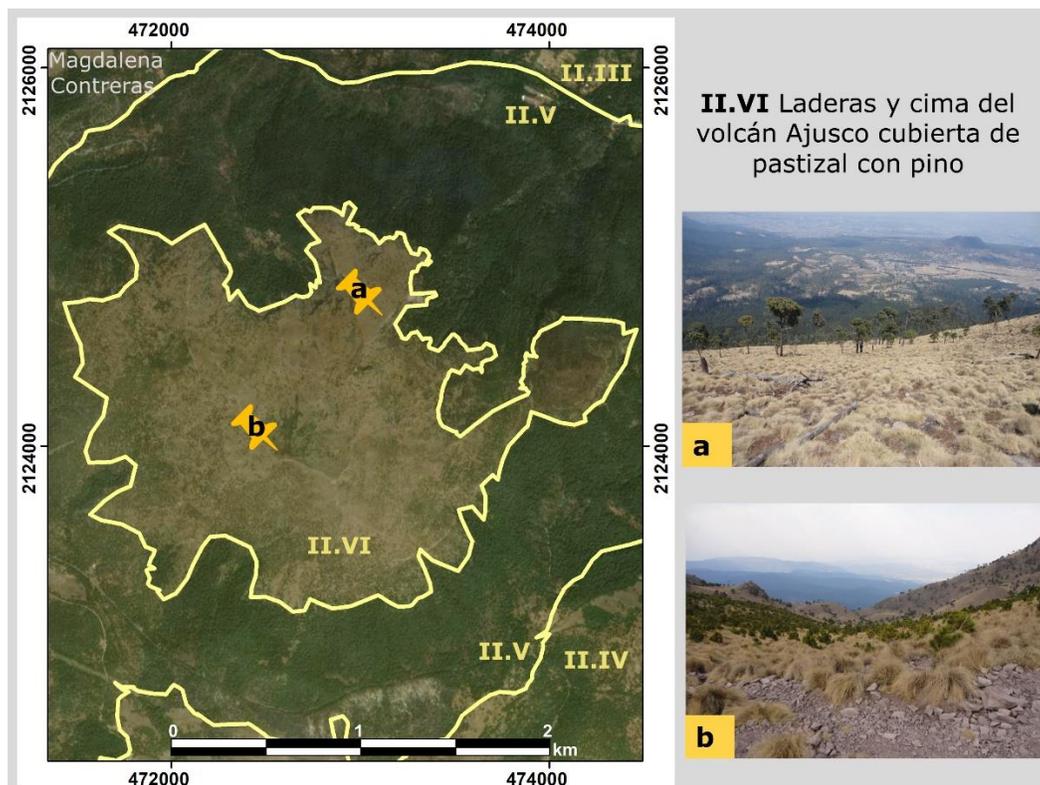
Este paisaje ubicado en el volcán Ajusco constituye el último de nivel II en el área de estudio, es el de mayor altitud con un rango que va de 3,500 a 3,937 msnm en la cima Cruz del Marqués, lugar que por cierto es el punto más alto de la Ciudad de México, en este paisaje se manifiesta un clima semifrío subhúmedo (ver mapas 3.4 y 3.5). En cuanto a las formas de relieve que lo estructuran encontramos laderas complejas originadas por el vulcanismo poligenético del volcán que como se ha recalado con anterioridad ocurrió en un intervalo entre los 5 y los 0.4 millones de años, las cuales se encuentran constituidas por derrames de lava, depósitos piroclásticos y lahares con una composición andesítica y dacítica (Arce *et al.*, 2015), también encontramos el domo volcánico Santo Tomás el cual comparte en lo general el origen, edad y composición de las laderas. Por otro lado se expresan los barrancos principales de origen glaciar y algunas morrenas que reflejan la erosión y depósito que en su momento originaron los glaciares presentes en el Ajusco hace 27,000 y 2,000 años aproximadamente (White y Valastro, 1984; Toscana, 1998). Actualmente dichos barrancos continúan siendo labrados por la erosión que acentúa entre otras formas al "horn" o cuerno, cima emblemática del volcán conocida comúnmente como pico del águila.

Respecto a los componentes bióticos en el área, esta se caracteriza por tener una cobertura de pastizal con algunos individuos arbóreos dispersos entre los que predomina el *Pinus hartwegii* (pino). En cuanto a la actividad antrópica, este paisaje es en su totalidad parte del Suelo de Conservación de la Ciudad de México y del Área Natural Protegida Cumbres del Ajusco (ver mapa 3.3), aunado a ello, este paisaje de nivel II caracterizado por sus cimas, representa un gran interés de corte arqueológico en donde Montero (2004) menciona la existencia de 5 sitios arqueológicos: *AJ-1 Cuahutepetl* (ubicado en el Pico del Águila); *AJ-2 el Collado del Águila* (entre las cimas Pico del Águila y Cruz del Marqués); *AJ-3 Ehecacalco* (en la cima la Cruz del Marqués); *AJ-4 I Collado de Ehecatl* (entre las cimas Santo Tomás y la

Cruz del Marqués); *AJ-5 Santo Tomás* (en la cima del mismo nombre). Dichos sitios han sido lugares de encuentro con restos de cerámica y material lítico de carácter prehispánico, colonial y contemporáneo.

La extensión territorial de este paisaje consta de apenas 3.52 km<sup>2</sup> que representan el 1.12 % de la superficie total de Tlalpan y constituye el paisaje de nivel II de menor extensión en el área en donde se anidan apenas 3 tipos distintos de paisajes nivel III que se repiten en 6 polígonos distintos (ver mapa 3.10 y tabla 3.3). A continuación en la figura 3.35 se muestra una vista general del paisaje II.VI mediante imágenes de satélite, así como algunas fotografías de paisajes nivel III en el área.

**Figura 3.35:** Paisaje II.VI: desde imágenes de satélite y fotografías de paisajes nivel III



*a): ladera compleja modelada con pastizal y pino; b): barranco principal con pastizal y pino. Fotografías de David Aldebarán obtenidas en (Google Earth, 2020); se utilizaron imágenes de satélite (Google Earth, 2020). Elaboración propia (2021)*

### **3.4 Resultados etapa V. Calidad de los paisajes de Tlalpan**

La última etapa de los resultados consistió en realizar una aplicación al mapa de paisajes generado en la etapa IV, para ello se llevó a cabo una evaluación de la calidad de los 88 paisajes de nivel III mediante el uso de indicadores. De cada unidad de paisaje se evaluaron sus 3 componentes (abióticos, bióticos y antrópicos) mediante el uso de 9 indicadores, 3 de valor escénico, 3 ambientales y 3 relacionados con lo educativo y/o académico (ver esquema 2.8 y cuadros 2.1, 2.2 y 2.3).

La evaluación se realizó en un margen de cinco niveles de calidad (0, 0.25, 0.5, 0.75 y 1), donde 1 es la máxima calificación por indicador, de este modo al sumar los tres indicadores de un componente de paisaje la máxima calificación posible es 3 y al sumar los resultados de la evaluación de cada componente, la máxima calificación que puede obtener un paisaje de nivel III es 9. La mayor calificación obtenida por algunos paisajes fue de 6.75, mientras que la menor fue de 1.5, por lo que se tomaron estos límites para establecer tres categorías con intervalos equivalentes de la siguiente manera, alta calidad (paisajes con una evaluación de 5.1 a 6.75), calidad media (de 3.26 a 5.0) y baja calidad (de 1.5 a 3.25). Las tablas de dicha evaluación se encuentran en los anexos de este trabajo.

Tras realizar la evaluación a los paisajes mediante los indicadores antes mencionados se ha podido generar el mapa 3.11, último producto de este trabajo de investigación, en donde se observa de manera general una marcada transición de menor a mayor calidad en los paisajes, conforme nos alejamos del área urbana de la Ciudad de México y nos adentramos en el Suelo de Conservación, en las Áreas Naturales Protegidas y en paisajes que por sus características abióticas representan áreas poco favorables para la agricultura.

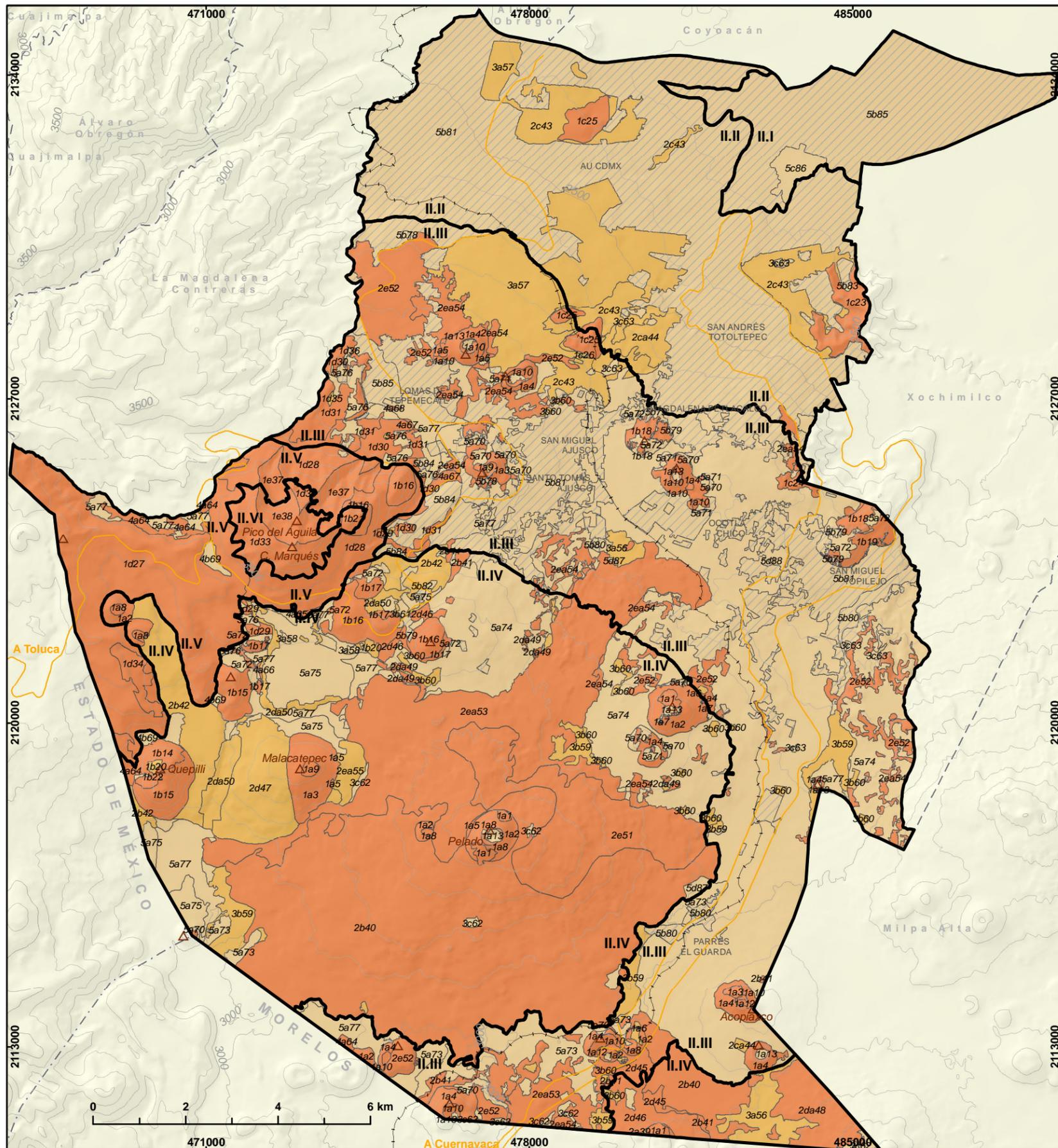
En el Paisaje II.I la calidad es baja, siendo paisajes constituidos en su totalidad por asentamientos humanos, motivo que ha limitado su valoración escénica y ambiental pero que puede resaltar por la oportunidad que sostienen frente a una explicación académica sobre la dinámica del paisaje pudiendo iniciar desde el origen geológico de la planicie, la vegetación potencial que por clima y altitud corresponde, hasta el acelerado crecimiento urbano en la segunda mitad del siglo XX.

En los paisajes II.II y II.III, podemos observar una heterogeneidad en la calidad del paisaje más amplia, donde la matriz antrópica urbana (de calidad baja) comienza a transformarse progresivamente en una matriz rural con asentamientos humanos más dispersos y una amplia superficie agrícola, donde también aumenta la altitud y las restricciones enmarcadas por el Suelo de Conservación y las Áreas Naturales Protegidas, al tiempo que los paisajes de nivel III de calidad media y alta comienzan a proliferar sobre volcanes y derrames lávicos que permiten el desarrollo de bosques caducifolios, mixtos y de coníferas.

En cuanto llegamos al paisaje II.IV se observa un cambio significativo, ahora la matriz es forestal y los paisajes de mayor calidad destacan sobre todo en el volcán escudo Pelado que constituye una gran extensión en el área y en menor medida campos de cultivo con calidad baja.

Finalmente, el área que muestra una mayor calidad paisajística corresponde a las laderas complejas de la Sierra de las Cruces y el volcán Ajusco (paisajes II.V y II.VI) que entre barrancos de origen glacial y un par domos que sostienen una importante zona forestal, se expresan paisajes que destacan por su alto valor escénico, ambiental y educativo.

**Mapa 3.11: Calidad de los paisaje de nivel III en la alcaldía de Tlalpan**



**Paisajes de nivel III con alta calidad**

1a 1	Cono de tefra con bosque de abeto
1a 2	Cono de tefra con bosque de pino
1a 3	Cono de tefra con bosque de coníferas
1a 4	Cono de tefra con bosque mixto
1a 5	Cono de tefra con bosque abierto mixto
1a 8	Cráter volcánico con bosque de pino
1a 9	Cráter volcánico con bosque de coníferas
1a 10	Cráter volcánico con bosque mixto
1a 12	Cráter volcánico con pastizal
1b 14	Domo volcánico con bosque de abeto
1b 15	Domo volcánico con bosque de pino
1b 16	Domo volcánico con bosque de coníferas
1b 17	Domo volcánico con bosque abierto de coníferas
1b 18	Domo volcánico con bosque mixto
1b 19	Domo volcánico con bosque abierto mixto
1b 21	Domo volcánico con pastizal y pino
1c 23	Ladera lávica intensamente modelada con bosque de encino
1c 24	Ladera lávica intensamente modelada con bosque mixto
1c 25	Ladera volcanoclástica intensamente modelada con bosque de encino
1d 27	Ladera compleja modelada con bosque de pino
1d 28	Ladera compleja modelada con bosque de coníferas
1d 29	Ladera compleja modelada con bosque abierto de coníferas
1d 30	Ladera compleja modelada con bosque mixto
1d 31	Ladera compleja modelada con bosque abierto mixto
1d 33	Ladera compleja modelada con pastizal y pino
1d 34	Ladera compleja modelada con bosque de abeto
1e 37	Barranco principal con bosque de coníferas
1e 38	Barranco principal con pastizal y pino
2b 40	Bosque de pino sobre volcán escudo joven
2b 41	Bosque de pino sobre derrame lávico joven
2d 45	Bosque de coníferas sobre volcán escudo joven
2d 46	Bosque de coníferas sobre derrame lávico joven
2da 48	Bosque abierto de coníferas sobre volcán escudo joven
2da 49	Bosque abierto de coníferas sobre derrame lávico joven
2e 51	Bosque mixto sobre volcán escudo joven
2e 52	Bosque mixto sobre derrame lávico joven
2ea 53	Bosque abierto mixto sobre volcán escudo joven
2ea 54	Bosque abierto mixto sobre derrame lávico joven
4a 64	Planicie aluvial con bosque de pino
4a 65	Planicie aluvial con bosque de coníferas
4a 66	Planicie aluvial con bosque abierto de coníferas
4a 67	Planicie aluvial con bosque mixto
4a 68	Planicie aluvial con bosque abierto mixto

**Paisajes de nivel III con calidad media**

1a 6	Cono de tefra con pastizal
1a 11	Cráter volcánico con matorral
1b 20	Domo volcánico con matorral
1c 26	Ladera volcanoclástica intensamente modelada con matorral
1d 32	Ladera compleja modelada con matorral
1d 35	Ladera compleja modelada con pastizal
2a 39	Bosque de abeto sobre derrame lávico joven
2b 42	Bosque de pino sobre derrame lávico antiguo
2c 43	Bosque de encino sobre derrame lávico joven
2ca 44	Bosque abierto de encino sobre derrame lávico joven
2d 47	Bosque de coníferas sobre derrame lávico antiguo
2da 50	Bosque abierto de coníferas sobre derrame lávico antiguo
2ea 55	Bosque abierto mixto sobre derrame lávico antiguo
3a 56	Matorral sobre volcán escudo joven
3a 57	Matorral sobre derrame lávico joven
3b 59	Pastizal sobre volcán escudo joven
3b 60	Pastizal sobre derrame lávico joven

**Paisajes de nivel III con baja calidad**

1a 7	Cono de tefra con suelo desnudo
1a 13	Cráter volcánico con suelo desnudo
1b 22	Domo volcánico con suelo desnudo
1d 36	Ladera compleja modelada con suelo desnudo
3a 58	Matorral sobre derrame lávico antiguo
3b 61	Pastizal sobre derrame lávico antiguo
3c 62	Suelo desnudo sobre volcán escudo joven
3c 63	Suelo desnudo sobre derrame lávico joven
4b 69	Planicie aluvial con suelo desnudo
5a 70	Mosaico de cultivos sobre cono de tefra
5a 71	Mosaico de cultivos sobre cráter volcánico
5a 72	Mosaico de cultivos sobre domo volcánico
5a 73	Mosaico de cultivos sobre volcán escudo joven
5a 74	Mosaico de cultivos sobre derrame lávico joven
5a 75	Mosaico de cultivos sobre derrame lávico antiguo
5a 76	Mosaico de cultivos sobre ladera compleja modelada
5a 77	Mosaico de cultivos sobre planicie aluvial
5b 78	Asentamiento humano sobre cono de tefra
5b 79	Asentamiento humano sobre volcán escudo joven
5b 80	Asentamiento humano sobre volcán escudo joven
5b 81	Asentamiento humano sobre derrame lávico joven
5b 82	Asentamiento humano sobre derrame lávico antiguo
5b 83	Asentamiento humano sobre ladera lávica intensamente modelada
5b 84	Asentamiento humano sobre ladera compleja modelada
5b 85	Asentamiento humano sobre planicie aluvial
5c 86	Parque urbano sobre planicie aluvial
5d 87	Cantera sobre volcán escudo joven
5d 88	Cantera sobre derrame lávico joven

**Paisajes de nivel II**

- II.I** Planicie fluvio-lacustre del fondo de la Cuenca de México cubierta por asentamientos humanos
- II.II** Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos de matorral, bosque caducifolio y agricultura en una matriz de asentamientos humanos
- II.III** Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos de asentamientos humanos, bosque principalmente mixto, matorral y pastizal en una matriz agrícola
- II.IV** Campo monogenético Chichinautzin con fragmentos agrícolas, asentamientos humanos, pastizal y matorral en una matriz de bosque principalmente de coníferas
- II.V** Laderas de la Sierra de las Cruces y del volcán Ajusco con fragmentos agrícolas en una matriz de bosque de coníferas
- II.VI** Laderas y cima del volcán Ajusco cubierta de pastizal con pino

**Límites políticos**

- Estados
- Alcaldías

**Vías de comunicación**

- Vía ferrea
- Carreteras principales

**Referencias geográficas**

- Cimas
- Curvas de nivel cada 100 m
- Asentamiento humano

**Parámetros geodésicos**

- Proyección: UTM Zona 14N
- Datum: WGS 84



## CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

El paisaje es un concepto que lleva marcado en su etimología la relación territorial entre la sociedad y el medio, los registros formales de su estudio en Geografía parten del siglo XIX en Alemania y Rusia, desde entonces diversas ciencias y disciplinas se han encargado de otorgarle la categoría de concepto polisémico al generar con él una gran variedad de significados, que aún desde la Geografía proliferan, motivo por el cual resulta fundamental definir la dimensión que se plantea abordar.

Este trabajo, partiendo de la trayectoria de los estudios del paisaje y aterrizando en los de clasificación taxonómica en países latinoamericanos (México incluido) durante el presente siglo, permitió visualizar los métodos y autores más utilizados, así como el hecho de que en muchos casos estos son indefinidos. Dicha búsqueda también fomentó la sistematización de información al respecto y el diseño de una metodología con la capacidad de ser reproducida en diversos ámbitos territoriales, la cual se sostiene sobre las bases teórico-metodológicas de *La Geografía Física Global* de Bertrand (1968), *La Geografía de los Paisajes* de Mateo (2008) y *La Evaluación del Carácter del Paisaje* de Swanwick (2002).

La metodología propuesta y su aplicación en la Alcaldía de Tlalpan permitió en primer lugar hacer un recorrido histórico en dos escalas de tiempo distintas, geológica y humana, reflejando la situación actual en el área mediante el estudio de su dinámica, para posteriormente realizar un análisis con resultados cartográficos de los componentes abióticos (relieve), bióticos (vegetación) y antrópicos (uso de suelo) en diferentes escalas de aproximación, mismos que se utilizaron en la integración de tres niveles taxonómicos de paisaje, resultando *3 paisajes de nivel I, 6 paisajes de nivel II y 88 paisajes de nivel III*. Finalmente, siguió la aplicación de ese mapa de paisajes, en donde se evaluó la calidad

escénica, ambiental y educativa de los paisajes de nivel III, generando las categorías: calidad alta, calidad media y calidad baja.

Respecto a la hipótesis planteada, se confirma la importancia de analizar los componentes bióticos, abióticos y antrópicos actuales en relación con la historia regional, pues permite comprender el orden actual de los paisajes, desde la formación de los componentes macroestructurales que lo sostienen, hasta acuerdos y decisiones humanas que determinan, por ejemplo, zonas protegidas por su valor ambiental y ecosistémico, lo cual se ve reflejado en la calidad de sus paisajes. Sin embargo, es importante mencionar que la extensión territorial del área, así como la diversidad de contenidos hace imposible abarcar tanta complejidad en 117 páginas, donde aspectos históricos puntuales podrían favorecer a la delimitación, descripción y comprensión de unidades de paisaje.

Como fortalezas y aportes de este proyecto, podemos referirnos en primer lugar a la sistematización de estudios sobre clasificación taxonómica del paisaje en Latinoamérica durante el siglo XXI, en donde se relaciona este trabajo con los ya existentes, contribuyendo al crecimiento de este tipo de investigaciones y siento un punto de partida para personas que comienzan a interesarse en el tema; por otro lado, el integrar en la investigación el componente histórico también resulta un apartado importante que permite visualizar y comprender el orden actual de los paisajes, lo cual pocas veces se realiza en este tipo de estudios; finalmente y en relación a la alcaldía de Tlalpan, esta investigación ofrece un panorama ambiental de las unidades y formas del relieve, la vegetación y uso del suelo, paisajes y su calidad relacionada con aspectos escénicos, ambientales y educativos, con la esperanza de que puedan ser utilizados por tomadores y tomadoras de decisiones para darles un uso que beneficie a la sociedad y al medio ambiente.

En cuanto a las complicaciones para realizar este estudio, en primer lugar se puede mencionar la pandemia por COVID-19, hecho que limitó casi en su totalidad el trabajo en campo, mismo que tenía como intención la verificación de unidades de paisaje; por otro lado, la gran extensión territorial de la alcaldía de Tlalpan con aproximadamente 314 km<sup>2</sup>, complica el estudio a detalle de los paisajes de nivel III, considerando que para estos últimos se estableció como área mínima cartografiable una hectárea (0.01 km<sup>2</sup>), teniendo que recurrir a la generalización de la explicación de dichos paisajes, pues se obtuvieron 88 tipos diferentes que con repeticiones constituyen 628 polígonos.

En relación con el párrafo anterior, este trabajo también abre la puerta a futuros estudios que, establecidos en áreas de menor extensión territorial permitan: un análisis que permita la existencia de componentes puntuales que le den valor y carácter al paisaje, por ejemplo un componente histórico a nivel local (una edificación del siglo XV) reflejará en el paisaje mayor valor, contribuyendo así a tener más herramientas para su cuidado y protección; también se plantea que en futuros trabajos establecidos en áreas más puntuales, se pueda abordar a mayor profundidad el componente social y cultural, es decir, la forma en que la sociedad vive los paisajes, los entiende y como se desenvuelve en ellos.

Esta investigación por tanto se desdobra en 3 partes: 1. *un marco teórico*, que espera servir como guía inicial a futuras personas interesadas en los estudios de clasificación taxonómica de paisaje, mientras contribuye al fortalecimiento del área; 2. *una metodología*, que pueda ser aplicada en diversos contextos geográficos y que sobre todo pueda servir a la educación, la planeación, ordenamiento, protección y cuidado del territorio; 3. *un diagnóstico de Tlalpan*, para el conocimiento, valoración y cuidado de tan interesante y hermoso lugar, sitio que no me vio nacer ni crecer, pero que me ha enseñado mucho.

## REFERENCIAS

- Abalakov, A. D. y Sedyk, S. A. (2010). Regional-typological study and mapping of geosystems: analysis of the implementation. *Geography and Natural Resources*, 31, 317-323.
- Amorim, R. R. y Oliveira, R. C. (2008). As unidades de paisagem como uma categoria de análise geográfica: o exemplo do município de Sao Vicente-SP. *Sociedade & Natureza, Uberlândia*, 20(2), 177-198.
- Arana, F. (2004). *Ecología para principiantes*. Ciudad de México: Trillas.
- Appendini, G. (2015). *Tlalpan lugar histórico*. Ciudad de México: Porrúa.
- Arce, J. L., Layer, P., Martínez, I., Salinas, J. I., Macías-Romo, M. C., Morales-Casique, E., Benowitz, J., Escolero, O. y Lenhardt, N. (2015). Geología y estratigrafía del pozo profundo San Lorenzo Tezonco y de sus alrededores, sur de la Cuenca de México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 67(2), 123-143.
- Arredondo-León, C., Muñoz-Jiménez, J. y García-Romero, A. (2008). Recent changes in landscape-dynamics trends in tropical highlands, central Mexico. *Interciencia*, 33(8), 569-577.
- Barrasa, S. (2013). Evaluación y cartografía de paisajes visuales en planificación ambiental. En M. T. Sánchez, G. Bocco & J. M. Casado (Coords.), *La política de ordenamiento territorial en México: De la teoría a la práctica* (221-241). México: UNAM, IGg, CIGA, SEMARNAT, INECC.
- Benítez, G. (1986). *Árboles y flores del Ajusco*. Ciudad de México: Instituto de Ecología.

- Bertrand, G. (1968). Paisaje y Geografía Física Global: Esquema metodológico. En F. Rodríguez (Ed.), *Geografía del Medio Ambiente. El sistema GTP: Geosistema, Territorio y Paisaje* (39-60). Granada: Universidad de Granada.
- BDM. (2015). *La Batalla de Azcapotzalco*. Biblioteca Digital Mundial. <https://www.wdl.org/es/item/6746/>
- Bocco, G., Mendoza, M. E., Priego, A. y Burgos, A. (2009). *La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial*. Ciudad de México: INE, SEMARNAT y CIGA (UNAM).
- Bocco, G. y Palacio, J. L. (2013). La contribución de la investigación geomorfológica en la cuestión ambiental en México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, (83), 6-27.
- Bollo, M. (2017). La geografía del paisaje y la geoecología. Teoría y enfoques. En M. Checa-Artasu y P. Sunyer (Coords.), *El Paisaje: Reflexiones y métodos de análisis* (125-151). Ciudad de México: Ediciones del Lirio.
- Bolós, M. (1992a). Capítulo 1 Antecedentes. En M. Bolós (Ed.), *Manual de ciencia del paisaje teoría, métodos y aplicaciones* (3-11). Barcelona: Masson.
- Bolós, M. (1992b). Capítulo 2 Escuelas y tendencias actuales en la Ciencia del Paisaje. En M. Bolós (Ed.), *Manual de ciencia del paisaje teoría, métodos y aplicaciones* (13-30). Barcelona: Masson.
- Bovet, M. T. y Ribas, J. (1992). Capítulo 6 Clasificación por dominancia de elementos. En M. Bolós (Ed.), *Manual de ciencia del paisaje teoría, métodos y aplicaciones* (69-80). Barcelona: Masson.
- Bretón, V. (2000). Reforma agraria, Revolución Verde y crisis de la sociedad rural en México contemporáneo. En A. Viola (Coord.), *Antropología del desarrollo, teorías y estudios etnográficos en América Latina* (303-349). Barcelona: Paidós.
- Camarena, M. (2003). Tlalpam en 150 tesis. *Historias*, (55), 103-110.

- Campos, M. y Priego-Santander, A. G. (2011). Biophysical landscapes of a coastal area of Michoacán state in Mexico. *Journal of Maps*, 7(1), 42-50.
- Cano, Z. (2002). ¿Cómo escribir una tesis?. *Ciencias*, (65), 68-75.
- Carbajal, J. C., Hernández, J. R. y Bollo, M. (2010). Paisajes físico-geográficos del Circuito Turístico Chipalcingo-Azul, estado de Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 73, 71-85
- Casas, M. y Ermeta, L. (2015). El paisaje en la educación secundaria obligatoria. Una oportunidad educativa en el cambio curricular LOE-LOMCE. *Didáctica Geográfica*, (16), 45-71.
- Castillo, M. A. (2016). Contextualización histórica del concepto de paisaje, sus implicaciones filosóficas y científicas. *Revista de Filosofía de la Universidad de Costa Rica*, 55(143), 11-24.
- Cervera, M. A. (2019). *Los orígenes del imperio mexicana y la batalla de Azcapotzalco*. Instituto de Investigaciones Históricas, Noticonquista. [https://www.researchgate.net/publication/333824758\\_Los\\_origenes\\_del\\_imperio\\_mexicana\\_y\\_la\\_batalla\\_de\\_Azcapotzalco](https://www.researchgate.net/publication/333824758_Los_origenes_del_imperio_mexicana_y_la_batalla_de_Azcapotzalco)
- Chiappy, C., Gama, L., Giddings, L., Rico-Gray, V. y Velázquez, A. (2000). Caracterización de los paisajes terrestres actuales de la península de Yucatán. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, (42), 28-39.
- CONABIO (2021a). *Biodiversidad mexicana: Bosques templados*. CONABIO. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosqueTemplado>
- CONABIO (2021b). *Biodiversidad mexicana: Matorrales*. CONABIO. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/Matorral>
- Cruz Mendoza, A. E. (2017). *Evaluación de la calidad del paisaje como recurso turístico en el volcán Nevado de Toluca, Estado de México*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cuerda, J. (2004). *Atlas de botánica: el mundo de las plantas*. Barcelona: Cultural.

- Delgado, H. y Martin del Pozzo, A. L. (1993). Pliocene to Holocene volcanic geology at the junction of Las Cruces, Chichinautzin and Ajusco ranges, southwest of Mexico City. *Geofísica Internacional*, 32(3), 511-522.
- De Montis, A. (2014). Impacts of the European Landscape Convention on national Planning systems: A comparative investigation of six case studies. *Landscape and urban Planning*, 124, 53-65.
- Derruau, M. (1966). *Geomorfología*. Barcelona: Ariel.
- Dieterich, H. (2001). *Nueva guía para la investigación científica*. Ciudad de México: Ariel.
- Durán, E., Galicia, L., Pérez, E. y Zambrano, L. (2002). El paisaje en ecología. *Ciencias*, (67), 44-50.
- Eco, H. (2006). *Cómo se hace una tesis*. Barcelona: Gedisa.
- Enciso-De la Vega, S. (1992). Propuesta de nomenclatura estratigráfica para la Cuenca de México. *Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Revista*, 10(1), 26-36.
- Forman, R. T. T. (1995). Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape Ecology*, 10(3), 133-142.
- Franch-Pardo, I. y Cancer-Pomar, L. (2017). El componente visual en la cartografía del paisaje. Aptitud paisajística para la protección en la cuenca del río Chiquito (Morelia, Michoacán). *Investigaciones Geográficas*, (93), 1-19.
- Fries, C. (1960). Geología del Estado de Morelos y partes adyacentes de México y Guerrero, región central meridional de México. *Boletín del Instituto de Geología*, (60), 1-236.
- García de Miranda, E. (2014). Apuntes de climatología. Ciudad de México.
- García Romero, A., Mendoza, K. I. y Galicia, L. (2005). Valoración del paisaje de la selva baja caducifolia en la Cuenca baja del río Papagayo (Guerrero), México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, (56), 77-100.
- García Romero, A. y Muñoz, J. (2002). *El paisaje en el ámbito de la geografía*. Ciudad de México: Instituto de Geografía.

- García Romero, A. (2014). El orden natural del paisaje en la geografía física actual. En M. Checa-Artasu, A. García, P. Soto y P. Sunyer (Coords.), *Paisaje y Territorio. Articulaciones teóricas y empíricas* (89-105). Ciudad de México: Tirant Humanidades.
- García-Palomo, A., Zamorano, J. J., López-Miguel, C., Galván-García, A., Carlos-Valerio, V., Ortega, R. y Macías, J. L. (2008). El arreglo morfoestructural de la Sierra de Las Cruces, México central. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 25(1), 158-178.
- García Sánchez, L. A. (2015). *Aplicación de indicadores ambientales para valorar el potencial turístico del paisaje en la cuenca del río Cuautitlán, Estado de México*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.
- GCDMX (2016). *Gaceta Oficial de la Ciudad de México, número 130*. <http://tlalpan.cdmx.gob.mx/transparencia2/images/stories/TRANSPARENCIA.2016/121-I/NB/programa%20delegacional%202015-2018.pdf>
- GDF (2010). *Gaceta Oficial del Distrito Federal, número 904 Tomo II*. [http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU\\_Gacetas/2015/PDDU\\_TLALPAN.pdf](http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/docs/programas/PDDU_Gacetas/2015/PDDU_TLALPAN.pdf)
- Gómez, C. M. (2007). *La historia familiar: propuesta de intervención pedagógica para las clases de historia*. (Tesis de doctorado). Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social.
- Gómez-Zotano, J. y Riesco-Chueca, P. (2010). *Marco conceptual y metodológico para los paisajes españoles. Aplicación a tres escalas espaciales*. Sevilla: Consejería de Obras Públicas y Vivienda-Centro de Estudios Paisaje y Territorio.
- Gómez-Zotano, J., Riesco-Chueca, P., Frolova, M. y Rodríguez-Rodríguez, J. (2018). The landscape taxonomic pyramid (LTP): a multi-scale classification adapted to spatial planning. *Landscape Research*, 43(7), 984-999.
- González, J. (1947). La Erupción del Xitle. <https://www.muyinteresante.com.mx/historia/volcan-xitle-erupcion-cuicuilco/>

- Gutiérrez López, D. M. (2018). *Evaluación de la calidad e impacto ambiental de los atractivos turísticos, a partir de la aplicación de indicadores de paisaje. Municipio Isidro Fabela, Estado de México.* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Hernández-Trejo, H., Priego-Santander, Á. G., López-Portillo, J. A., y Isunza-Vera, E. (2006). Los paisajes físico-geográficos de los manglares de la laguna de La Mancha, Veracruz, México. *Interciencia*, 31(3), 211-219.
- Ibarra, V. (2000). Delegación Tlalpan. En G. Garza (Coord.), *La Ciudad de México en el fin del segundo milenio (623-630)*. Ciudad de México: El Colegio de México, Centro de Estudios Demográficos y de Desarrollo Urbano: Gobierno del Distrito Federal.
- INAH. (2020). Cuicuilco. [https://lugares.inah.gob.mx/es/zonas-arqueologicas/zonas/estructuras/8941-245-cuicuilco-a.html?lugar\\_id=1698](https://lugares.inah.gob.mx/es/zonas-arqueologicas/zonas/estructuras/8941-245-cuicuilco-a.html?lugar_id=1698)
- INEGI. (1900-2020). *Censos de población y vivienda.* <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- INEGI. (1976). *Carta de uso de suelo y vegetación, E14 A49, escala 1:50,000.* [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Uso\\_suelo\\_hist/1\\_50\\_00/serie\\_I/702825650506.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Uso_suelo_hist/1_50_00/serie_I/702825650506.pdf)
- INEGI. (1977). *Carta de uso de suelo y vegetación, E14 A39, escala 1:50,000.* [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Uso\\_suelo\\_hist/1\\_50\\_00/serie\\_I/702825294397.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/tematicas/Uso_suelo_hist/1_50_00/serie_I/702825294397.pdf)
- INEGI. (2001). *Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. Provincias fisiográficas.* Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <https://www.inegi.org.mx/temas/fisiografia/#Descargas>
- INEGI. (2008). *Conjunto de datos vectoriales, escala 1:1,000,000, Unidades climáticas.* <https://www.inegi.org.mx/temas/climatologia/#Descargas>
- INEGI (2010). *Censo de población y vivienda.* <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- INEGI. (2018a). *División política estatal, escala 1:250,000.* <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

- INEGI. (2018b). *División política municipal, escala 1:250,000*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- INEGI. (2019a). *Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica, E14 A39, Ciudad de México, escala 1:50,000*. <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/#Descargas>
- INEGI. (2019b). *Conjunto de Datos Vectoriales de Información Topográfica, E14 A49, Milpa Alta, escala 1:50,000*. <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/#Descargas>
- Jaimes, M. (2018). *Estudio de las fases iniciales del vulcanismo monogenético de la Sierra Chichinautzin, México*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lorenzo, A. (2016). *Historia eruptiva del volcán Pelado (Sierra Chichinautzin, México)*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lugo, J. (2002). *La superficie de la Tierra I: Un vistazo a un mundo cambiante*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lugo, J. (2015). *Diccionario geomorfológico*. México: UNAM, Instituto de Geografía.
- Mazzoni, E. (2014). Unidades de paisaje como base para la organización y gestión territorial. *Estudios Socioterritoriales*, 2(16), 51-81.
- Mazzoni, E. (2015). Cartografía de paisajes: una herramienta para el inventario y la jerarquización de los recursos turísticos en el extremo austral de la Patagonia. *Boletín geográfico*, XXXVI(37), 95-113.
- Mateo, J. M. (2002). *Geografía de los paisajes*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Mateo, J. M. (2008). *Geografía de los paisajes. Primera parte. Paisajes Naturales*. La Habana: Editorial Universitaria.
- Mateo, J. M. y da Silva E. V. (2007). La geoecología del paisaje, como fundamento para el análisis ambiental. *Revista Electrónica do Prodem, Fortaleza*, 1(1), 77-98.
- Medina, M. D. (2017). Análisis multiescalar del paisaje semiárido de la Región de Murcia y propuesta de gestión. *Papeles de Geografía*, (63), 210-226.
- Méndez-Méndez, A., Serrano de la Cruz Santos-Olmo, M. A., Chávez, E. y García-Romero, A. (2018). Propuesta metodológica basada en indicadores para la valoración del potencial

- turístico del paisaje en áreas rurales: el caso del municipio de Atlautla (México). *Cuadernos de Turismo*, (42), 335-354.
- Montero, I. A. (2004). *Atlas arqueológico de la Alta Montaña Mexicana*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Comisión Nacional Forestal.
- Mooser, F., Montiel, A. y Zúñiga, A. (1996). *Nuevo mapa geológico de las Cuencas de México, Toluca y Puebla. Estratigrafía, tectónica regional y aspectos geotérmicos*. México: Comisión Federal de Electricidad.
- Muñoz, D. A. y Gómez-Zotano, J. (2016). Propuesta metodológica para la gestión de los paisajes de páramo en el marco de la Iniciativa Latinoamericana del Paisaje (LALI). *Perspectiva Geográfica*, 21(2), 225-250.
- Ornelas, G. E. (2007). *Narraciones míticas y procesos rituales en la escuela y su entorno*. Ciudad de México: Universidad Pedagógica Nacional.
- Padilla, S. (1999). *San Agustín Tlalpan: historias y tradiciones de un viejo pueblo (25-1999 d.C.)*. Ciudad de México: Comité Editorial del Gobierno del Distrito Federal.
- PM. (2018). *San Agustín de las Cuevas (Tlalpan)*. Universidad de Oregón. <https://mapas.uoregon.edu/cuevas2289/elements/cuevas228901/000>
- Priego, A., Moreno, P., Palacio, J. L., López, J. y Geissert, D. (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, A., Bocco, G., Mendoza, M., y Garrido A. (2008). *Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes. Fundamentos y métodos*. Ciudad de México: INE, SEMARNAT y CIGA (UNAM).
- Portal, M. A. (1995). Cosmovisión, tradición oral y práctica religiosa contemporánea en Tlalpan y Milpa Alta. *Alteridades*, 5(9), 41-50.
- Pozo Rodríguez, M., González Yélamos, J. y Giner Robles, J. L. (2004). *Geología Práctica*. Madrid: Pearson.

- Ramón, A. M., Salinas, E. y Remond, R. (2009). Diseño metodológico para la elaboración de mapas de paisajes con el uso de los SIG: aplicación a la cuenca alta del río Cauto, Cuba. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*, (1), 95-108.
- Redfern, M. (2013). *50 cosas que hay que saber sobre la Tierra*. Barcelona: Ariel.
- Reyna-Bowen, L., Reyna-Bowen, M., Reina-Castro, J. y Hurtado, E. (2017). Zonificación de unidades de paisaje en la cuenca del río Khora Tiquipaya (Quillacollo, Bolivia) sustentada en el enfoque de ecología del paisaje. *La Técnica*, edición especial 2017, 69-80.
- Rojas, J. L. y Tavares, Y. (2011). Implementación de prácticas públicas y privadas relacionadas al ordenamiento territorial a través de la determinación de unidades de paisaje en la cuenca hidrográfica del lago Vichuquén, Chile. *Revista Geográfica de América Central*, Número especial, 1-22.
- Romero, E. (1998). *Geología del volcán Ajusco*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Romero, E. (2001). *Geología del Complejo Volcánico San Miguel, al sur poniente de la Cuenca de México*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ruíz-Gómez, M. (2006). El crecimiento de los asentamientos irregulares en áreas protegidas. La delegación Tlalpan. *Investigaciones geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, (60), 83-109.
- Rzedowski, G. C. y Rzedowski, J. (2005). *Flora fanerogámica del Valle de México*. Pátzcuaro: Instituto de Ecología A.C. y CONABIO.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. CONABIO. [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx\\_Cont.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf)
- Salinas, E., García, A. E., Miravet, B. L., Remond, R. y Cruañas, E. (2013). Delimitación, clasificación y cartografía de los paisajes de la cuenca Ariguanabo, Cuba, mediante el uso de los SIG. *Revista Geográfica*, (154), 9-30.
- Salinas, E., Mateo, J. M., Cavalcanti, L. C. S. y Moreira, A. (2019). Cartografía de los paisajes: teoría y aplicación. *Physis Terrae*, 1(1), 7-29.

- Salinas, E. y Quintela, J. A. (2001). Paisajes y ordenamiento territorial: obtención del mapa de paisajes del Estado de Hidalgo en México a escala media con el apoyo de los SIG. *Alquibla, Revista de investigación del Bajo Segura*, (7), 517-527.
- Salinas, E. y Ramón, A. M. (2013). Propuesta metodológica para la delimitación semiautomatizada de unidades de paisaje de nivel local. *Revista do Departamento de Geografía*, 25, 1-19.
- Santamarina, C. (2006). *El sistema de dominación Azteca: El Imperio Tapaneca*. Madrid: Fundación Universitaria Española.
- SEDEMA. (2013). *Primer informe de trabajo*. Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente.
- SEDEMA. (2016). *Suelo de conservación*. Ciudad de México: SEDEMA.
- SEDEMA. (2020). *Áreas Naturales Protegidas*. SEDEMA.  
<http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/glosario-definicion/%C3%81reas%20Naturales%20Protegidas>
- SEMARNAT (2002). *Informe de la situación del medio ambiente en México*. SEMARNAT.  
[https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas\\_2000/informe\\_2000/02\\_Vegetacion/2.1\\_Vegetacion/d\\_ata\\_vegetacion/recuadro1.htm](https://paot.org.mx/centro/ine-semarnat/informe02/estadisticas_2000/informe_2000/02_Vegetacion/2.1_Vegetacion/d_ata_vegetacion/recuadro1.htm)
- Serrano, D. (2012). Consideraciones en torno al concepto de unidad de paisaje y sistematización de propuestas. *Estudios Geográficos*, 73(272), 215-237.
- Serrano, D., García Romero, A., García, L. A. y Salinas E. (2019). Un nuevo método de cartografía del paisaje para altas montañas tropicales. *Cuadernos Geográficos*, 58(1), 83-100.
- Serrano de la Cruz Santos-Olmo, M. A. (2015). Los paisajes del Campo de Montiel noroccidental (Ciudad Real-Albacete): clasificación y representación cartográfica de sus tipos y unidades. En J. de la Riva, P. Ibarra, R. Montorio y M. Rodrigues, (Eds.), *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación* (1221-1230). Zaragoza: Universidad de Zaragoza-AGE.

- SGM. (2002). *Carta Geológica-Minera. Ciudad de México E14-2*. Pachuca: Servicio Geológico Mexicano. <http://mapserver.sgm.gob.mx/Cartas Online/geologia/89 E14-2 GM.pdf>
- SIAP (2020). *Estadística de la Producción Agrícola de 2020*. SIAP. [http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos\\_a.php](http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos_a.php)
- Siebe, C., Rodríguez-Lara, V., Schaaf, P. y Abrams, M. (2004). Radiocarbon ages of Holocene Pelado, Guespalapa, and Chichinautzin scoria cones, south of Mexico City: implications for archaeology and future hazards. *Bulletin of Volcanology*, 66(3), 203-225.
- Siebe, C., Arana-Salinas, L. y Abrams, M. (2005). Geology and radiocarbon ages of Tlálóc, Tlacotenco, Cuauhtzin, Hijo del Cuauhtzin, Teuhtli, and Ocusacayo monogenetic volcanoes in the central part of the Sierra Chichinautzin, México. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 141, 225-243.
- Siebe, C. (2009). La erupción del volcán Xitle y las lavas del Pedregal hace 1670 +/- 35 años AP y sus implicaciones. En A. Lot y Z. Cano-Santana (Eds.). *Biodiversidad del ecosistema del Pedregal de San Ángel* (pp. 43-49). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Smith, T. M. y Smith, R. L. (2007). *Ecología*. Madrid: Pearson.
- Sunyer, P. (2017). Paisajes para todos. De la valorización del paisaje a su sensibilización. En Checa-Artasu, M. y P. Sunyer Martín (coords.). *El paisaje: reflexiones y métodos de análisis* (pp. 21-44). Ciudad de México: Ediciones del lirio.
- Swanwick, C. (2002). *Landscape Character Assessment: Guidance for England and Scotland*. Edimburgo: Countryside Agency and Scottish Natural Heritage.
- Tarbuck, E. y Lutgens, F. (2013). *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física*. Madrid: Pearson.
- Tesser Obregón, C. (2000). Algunas reflexiones sobre los significados del paisaje para la Geografía. *Revista de Geografía Norte Grande*, (27), 19-26.
- Tlalpan (2020). Página oficial de la alcaldía. <http://www.tlalpan.cdmx.gob.mx/>

- Toscana, A. (1998). *Análisis geomorfológico detallado del volcán Ajusco y zonas adyacentes*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- UM (2021). *Jardín botánico: Coníferas*. Universidad de Málaga. <http://www.jardinbotanico.uma.es/jardinbotanico/index.php/colecciones-tematicas/coniferas>
- Urrutia, J. y Martín del Pozzo, A. L. (1993). Implicaciones de los datos paleomagnéticos sobre la edad de la Sierra de Chichinautzin, cuenca de México. *Geofísica Internacional*, 32(3), 523-533.
- Urrutia, J. (2019). *Formación del Valle de México: Geología, volcanismo, clima...* (Sesión de conferencia). IV Encuentro Libertad por el Saber, El Colegio Nacional, Ciudad de México, México.
- Urquijo, P. S. y Bocco, G. (2011). Los estudios de paisaje y su importancia en México, 1970-2010. *Journal of Latin American Geography*, 10(2), 37-63.
- Valdez, M. E. y Huchim, E. (1984). *Guía turística, histórica y geográfica de México: Centro III Distrito Federal*. Ciudad de México: Promociones Editoriales Mexicanas.
- Viers, G. (1983). *Geomorfología*. Barcelona: Oikos-tau.
- Vila, J., Varga, D., Llausàs, A. y Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (Landscape ecology). Una interpretación desde la geografía. *Documents d'anàlisi geogràfica*, (48), 151-166.
- Vivó, G. (2017). *Variabilidad geomorfológica de los conos de escoria de la porción centro-oriental de la Sierra Chichinautzin a partir de modelos digitales de elevación*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México.
- White, S. E. y Valastro, S. (1984). Pleistocene Glaciation of Volcano Ajusco, Central Mexico, and Comparison with the Standard Mexican Glacial Sequence. *Quaternary Research*, 21, 21-35.
- Yarza, E. (1992). *Volcanes de México*. Ciudad de México: Instituto de Geografía.

## **Anexo 1:** Itinerario y actividades de trabajo en campo, 15 de noviembre de 2019

### **1) Lomas de TepemecatI (09:00-10:00):**

- Identificar lavas del volcán Xitle y depósitos aluviales
- Verificar contacto entre lavas y su vegetación

### **2) Volcán Ajusco (10:10-10:30):**

- Identificar al volcán Ajusco y Sierra de las Cruces
- Comparar la vegetación entre el Ajusco y la Sierra de las Cruces
- Buscar la presencia de morrenas

### **3) Volcán Ajusco (10:40-11:10):**

- Identificar volcán Ajusco, Sierra de las Cruces y depósitos aluviales
- Comparar vegetación del Ajusco, Sierra de las Cruces y depósitos aluviales
- Verificar vegetación sobre depósitos aluviales

### **4) Volcán Ajusco (11:20-11:50):**

- Identificar lavas del volcán Mezontepec
- Comparar la vegetación entre lavas

### **5) San Miguel Ajusco (12:00-12:30):**

- Identificar lavas de los volcanes Mezontepec y Pelado
- Comparar la vegetación entre lavas

### **6) San Miguel Topilejo (12:40-13:10):**

- Identificar lavas de los volcanes Pelado y Oyameyo
- Comparar la vegetación entre lavas

### **7) Lavas Acopiaxco (13:20-13:40):**

- Identificar lavas y vegetación del volcán Acopiaxco

### **8) Parres El Guarda (13:45-14:45):**

- Identificar la vegetación existente en las lavas del volcán Pelado

### **9) Contacto entre lavas (15:00-15:30):**

- Identificar lavas de los volcanes Acopiaxco y Pelado
- Comparar la vegetación entre lavas

### **10) La Cima (15:35-16:00):**

- Identificar lavas de los volcanes Acopiaxco, Pelado y Chichinautzin
- Comparar la vegetación entre dichas lavas

Anexo 2: Evaluación de la calidad para los componentes abióticos en las 88 unidades de paisaje nivel III

Mapa de Paisaje			Valor escénico					Valor ambiental					Valor educativo y/o académico					TOTAL
Número	Clave	Paisajes	Calidad escénica intrínseca del relieve					Integridad natural del relieve					Relieves excepcionales asociados a la conservación del ecosistema					
			Nulo (Asentamiento humano y bosque cerrado)	Bajo (bosque abierto y bosque de pino)	Medio (Matorral)	Alto (Pastizal y cultivo)	Muy alto (suelo desnudo y cantera)	Destruído (formas intensamente modeladas)	Fuertemente modelado (fomas modeladas)	Moderadamente modelado (derrame lávico antiguo)	Ligeramente modelado (Cono y domo volcánico, cráter, volcán escudo y derrame lávico joven)	Intacto (planicie aluvial)	Sin o con asociación muy baja (Relieve con asentamiento humano, cantera)	Asociación baja (forma del relieve con suelo desnudo, agricultura, pastizal y matorral)	Asociación moderada (Derrame lávico, volcán escudo y planicie aluvial con cobertura forestal)	Asociación alta (cono, cráter y domo con cobertura forestal)	Asociación muy alta (Ladera volcánica y barranco principal con cobertura forestal)	
<b>GRUPO 1: Paisajes naturales sobre edificios volcánicos</b>																		
1	1a 1	Cono de tefra con bosque de abeto	0						0.75							0.75		1.5
2	1a 2	Cono de tefra con bosque de pino		0.25					0.75							0.75		1.75
3	1a 3	Cono de tefra con bosque de coníferas	0						0.75							0.75		1.5
4	1a 4	Cono de tefra con bosque mixto	0						0.75							0.75		1.5
5	1a 5	Cono de tefra con bosque abierto mixto		0.25					0.75							0.75		1.75
6	1a 6	Cono de tefra con pastizal					0.75		0.75						0.25		1.75	
7	1a 7	Cono de tefra con suelo desnudo						1	0.75					0.25			2	
8	1a 8	Cráter volcánico con bosque de pino		0.25					0.75							0.75		1.75
9	1a 9	Cráter volcánico con bosque de coníferas	0						0.75							0.75		1.5
10	1a 10	Cráter volcánico con bosque mixto	0						0.75							0.75		1.5
11	1a 11	Cráter volcánico con matorral			0.5				0.75					0.25				1.5
12	1a 12	Cráter volcánico con pastizal					0.75		0.75					0.25				1.75
13	1a 13	Cráter volcánico con suelo desnudo						1	0.75					0.25				2
14	1b 14	Domo volcánico con bosque de abeto	0						0.75							0.75		1.5
15	1b 15	Domo volcánico con bosque de pino		0.25					0.75							0.75		1.75
16	1b 16	Domo volcánico con bosque de coníferas	0						0.75							0.75		1.5
17	1b 17	Domo volcánico con bosque abierto de coníferas		0.25					0.75							0.75		1.75
18	1b 18	Domo volcánico con bosque mixto	0						0.75							0.75		1.5
19	1b 19	Domo volcánico con bosque abierto mixto		0.25					0.75							0.75		1.75
20	1b 20	Domo volcánico con matorral			0.5				0.75					0.25				1.5
21	1b 21	Domo volcánico con pastizal y pino					0.75		0.75							0.75		2.25
22	1b 22	Domo volcánico con suelo desnudo						1	0.75					0.25				2
23	1c 23	Ladera lávica intensamente modelada con bosque de encino	0						0							1		1
24	1c 24	Ladera lávica intensamente modelada con bosque mixto	0						0							1		1
25	1c 25	Ladera volcánoclastica intensamente modelada con bosque de encino	0						0							1		1
26	1c 26	Ladera volcánoclastica intensamente modelada con matorral			0.5				0					0.25				0.75
27	1d 27	Ladera compleja modelada con bosque de pino		0.25						0.25						1		1.5
28	1d 28	Ladera compleja modelada con bosque de coníferas	0						0.25							1		1.25
29	1d 29	Ladera compleja modelada con bosque abierto de coníferas		0.25					0.25							1		1.5
30	1d 30	Ladera compleja modelada con bosque mixto	0						0.25							1		1.25
31	1d 31	Ladera compleja modelada con bosque abierto mixto		0.25					0.25							1		1.5
32	1d 32	Ladera compleja modelada con matorral			0.5				0.25					0.25				1
33	1d 33	Ladera compleja modelada con pastizal y pino					0.75		0.25							1		2
34	1d 34	Ladera compleja modelada con bosque de abeto	0						0.25							1		1.25
35	1d 35	Ladera compleja modelada con pastizal					0.75		0.25					0.25				1.25
36	1d 36	Ladera compleja modelada con suelo desnudo						1	0.25					0.25				1.5
37	1e 37	Barranco principal con bosque de coníferas	0						0								1	1
38	1e 38	Barranco principal con pastizal y pino					0.75		0							1		1.75
<b>GRUPO 2: Paisajes forestales sobre derrames lávicos</b>																		0
39	2a 39	Bosque de abeto sobre derrame lávico joven	0						0.75							0.5		1.25
40	2b 40	Bosque de pino sobre volcán escudo joven		0.25					0.75							0.5		1.5
41	2b 41	Bosque de pino sobre derrame lávico joven		0.25					0.75							0.5		1.5
42	2b 42	Bosque de pino sobre derrame lávico antiguo		0.25					0.5							0.5		1.25
43	2c 43	Bosque de encino sobre derrame lávico joven	0						0.75							0.5		1.25
44	2ca 44	Bosque abierto de encino sobre derrame lávico joven		0.25					0.75							0.5		1.5
45	2d 45	Bosque de coníferas sobre volcán escudo joven	0						0.75							0.5		1.25
46	2d 46	Bosque de coníferas sobre derrame lávico joven	0						0.75							0.5		1.25
47	2d 47	Bosque de coníferas sobre derrame lávico antiguo	0						0.5							0.5		1
48	2da 48	Bosque abierto de coníferas sobre volcán escudo joven		0.25					0.75							0.5		1.5
49	2da 49	Bosque abierto de coníferas sobre derrame lávico joven		0.25					0.75							0.5		1.5
50	2da 50	Bosque abierto de coníferas sobre derrame lávico antiguo		0.25					0.5							0.5		1.25
51	2e 51	Bosque mixto sobre volcán escudo joven	0						0.75							0.5		1.25
52	2e 52	Bosque mixto sobre derrame lávico joven	0						0.75							0.5		1.25
53	2ea 53	Bosque abierto mixto sobre volcán escudo joven		0.25					0.75							0.5		1.5
54	2ea 54	Bosque abierto mixto sobre derrame lávico joven		0.25					0.75							0.5		1.5
55	2ea 55	Bosque abierto mixto sobre derrame lávico antiguo		0.25					0.5							0.5		1.25
<b>GRUPO 3: Paisajes de matorral y pastizal sobre derrames lávicos</b>																		0
56	3a 56	Matorral sobre volcán escudo joven			0.5				0.75					0.25				1.5
57	3a 57	Matorral sobre derrame lávico joven			0.5				0.75					0.25				1.5
58	3a 58	Matorral sobre derrame lávico antiguo			0.5				0.5					0.25				1.25
59	3b 59	Pastizal sobre volcán escudo joven				0.75			0.75					0.25				1.75
60	3b 60	Pastizal sobre derrame lávico joven				0.75			0.75					0.25				1.75
61	3b 61	Pastizal sobre derrame lávico antiguo				0.75			0.5					0.25				1.5
62	3c 62	Suelo desnudo sobre volcán escudo joven						1	0.75					0.25				2
63	3c 63	Suelo desnudo sobre derrame lávico joven						1	0.75					0.25				2
<b>GRUPO 4: Paisajes naturales sobre planicies aluviales</b>																		0
64	4a 64	Planicie aluvial con bosque de pino		0.25										1		0.5		1.75
65	4a 65	Planicie aluvial con bosque de coníferas	0											1		0.5		1.5
66	4a 66	Planicie aluvial con bosque abierto de coníferas		0.25										1		0.5		1.75
67	4a 67	Planicie aluvial con bosque mixto	0											1		0.5		1.5
68	4a 68	Planicie aluvial con bosque abierto mixto		0.25										1		0.5		1.75
69	4b 69	Planicie aluvial con suelo desnudo						1						0.25				2.25
<b>GRUPO 5: Paisajes antrópicos sobre edificios volcánicos, derrames lávicos y planicies aluviales</b>																		0
70	5a 70	Mosaico de cultivos sobre cono de tefra				0.75			0					0.25				1
71	5a 71	Mosaico de cultivos sobre cráter volcánico				0.75			0					0.25				1
72	5a 72	Mosaico de cultivos sobre domo volcánico				0.75			0					0.25				1
73	5a 73	Mosaico de cultivos sobre volcán escudo joven				0.75			0					0.25				1
74	5a 74	Mosaico de cultivos sobre derrame lávico joven				0.75			0					0.25				1
75	5a 75	Mosaico de cultivos sobre derrame lávico antiguo				0.75			0					0.25				1
76	5a 76	Mosaico de cultivos sobre ladera compleja modelada				0.75			0					0.25				1
77	5a 77	Mosaico de cultivos sobre planicie aluvial				0.75			0					0.25				1
78	5b 78	Asentamiento humano sobre cono de tefra	0						0					0				0
79	5b 79	Asentamiento humano sobre domo volcánico	0						0					0				0
80	5b 80	Asentamiento humano sobre volcán escudo joven	0						0					0				0
81	5b 81	Asentamiento humano sobre derrame lávico joven	0						0					0				0
82	5b 82	Asentamiento humano sobre derrame lávico antiguo	0						0					0				0
83	5b 83	Asentamiento humano sobre ladera lávica intensamente modelada	0						0					0				0
84	5b 84	Asentamiento humano sobre ladera compleja modelada	0						0					0				0
85	5b 85	Asentamiento humano sobre planicie aluvial	0						0					0				0
86	5c 86	Parque urbano sobre planicie aluvial	0						0					0				0
87	5d 87	Cantera sobre volcán escudo joven						1	0					0				1
88	5d 88	Cantera sobre derrame lávico joven						1	0					0				1

Anexo 3: Evaluación de la calidad para los componentes bióticos en las 88 unidades de paisaje nivel III

Mapa de Paisaje			Valor escénico					Valor ambiental					Valor educativo y/o académico					TOTAL
Número	Clave	Paisajes	Calidad visual de la vegetación					Grado de desarrollo de la vegetación					Grado de conservación del ecosistema					
			Nula (sin vegetación natural)	Baja (campos de cultivo)	Moderada (matorral y pastizal natural)	Alta (Formación vegetal monoespecífica)	Muy alta (Formación vegetal mixta)	Nulo (sin vegetación natural)	Bajo (pastizal natural)	Moderado (matorral natural)	Alto (bosque natural abierto)	Muy alto (bosque natural cerrado y bosque de pino)	Nulo o muy bajo (Sin vegetación natural)	Bajo (Formación vegetal abierta en áreas accesibles)	Moderado (Formación vegetal abierta en áreas poco accesibles)	Alto (Formación vegetal cerrada y bosque de pino en áreas accesibles)	Muy alto (Formación vegetal cerrada y bosque de pino en áreas poco accesibles)	
<b>GRUPO 1: Paisajes naturales sobre edificios volcánicos</b>																		
1	1a 1	Cono de tefra con bosque de abeto				0.75				0	0	0	0	1			1	2.75
2	1a 2	Cono de tefra con bosque de pino				0.75				0	0	0	0	1			1	2.75
3	1a 3	Cono de tefra con bosque de coníferas						1						1			1	3
4	1a 4	Cono de tefra con bosque mixto						1						1			1	3
5	1a 5	Cono de tefra con bosque abierto mixto						1					0.75	1			1	2.5
6	1a 6	Cono de tefra con pastizal			0.5						0.25					0.5		1.25
7	1a 7	Cono de tefra con suelo desnudo	0							0				0				0
8	1a 8	Cráter volcánico con bosque de pino				0.75								1			1	2.75
9	1a 9	Cráter volcánico con bosque de coníferas						1						1			1	3
10	1a 10	Cráter volcánico con bosque mixto						1						1			1	3
11	1a 11	Cráter volcánico con matorral			0.5							0.5				0.5		1.5
12	1a 12	Cráter volcánico con pastizal			0.5						0.25	0.5				0.5		2.25
13	1a 13	Cráter volcánico con suelo desnudo	0							0				0				0
14	1b 14	Domo volcánico con bosque de abeto				0.75								1			1	2.75
15	1b 15	Domo volcánico con bosque de pino				0.75								1			1	2.75
16	1b 16	Domo volcánico con bosque de coníferas						1						1			1	3
17	1b 17	Domo volcánico con bosque abierto de coníferas						1					0.75	1		0.5		2.25
18	1b 18	Domo volcánico con bosque mixto						1						1			1	3
19	1b 19	Domo volcánico con bosque abierto mixto						1					0.75	1		0.5		2.25
20	1b 20	Domo volcánico con matorral			0.5						0.5					0.5		1.5
21	1b 21	Domo volcánico con pastizal y pino						1						1			1	3
22	1b 22	Domo volcánico con suelo desnudo	0											0				0
23	1c 23	Ladera lávica intensamente modelada con bosque de encino				0.75								1			1	2.75
24	1c 24	Ladera lávica intensamente modelada con bosque mixto						1						1			1	3
25	1c 25	Ladera volcanoclástica intensamente modelada con bosque de encino				0.75								1			1	2.75
26	1c 26	Ladera volcanoclástica intensamente modelada con matorral			0.5						0.5					0.5		1.5
27	1d 27	Ladera compleja modelada con bosque de pino				0.75								1			1	2.75
28	1d 28	Ladera compleja modelada con bosque de coníferas						1						1			1	3
29	1d 29	Ladera compleja modelada con bosque abierto de coníferas						1					0.75	1		0.5		2.25
30	1d 30	Ladera compleja modelada con bosque mixto						1						1			1	3
31	1d 31	Ladera compleja modelada con bosque abierto mixto						1					0.75	1		0.5		2.25
32	1d 32	Ladera compleja modelada con matorral			0.5						0.5					0.5		1.5
33	1d 33	Ladera compleja modelada con pastizal y pino						1						1			1	3
34	1d 34	Ladera compleja modelada con bosque de abeto				0.75								1			1	2.75
35	1d 35	Ladera compleja modelada con pastizal			0.5						0.25					0.5		1.25
36	1d 36	Ladera compleja modelada con suelo desnudo	0							0				0				0
37	1e 37	Barranco principal con bosque de coníferas						1						1			1	3
38	1e 38	Barranco principal con pastizal y pino						1						1			1	3
<b>GRUPO 2: Paisajes forestales sobre derrames lávicos</b>																		0
39	2a 39	Bosque de abeto sobre derrame lávico joven				0.75								1			0.75	2.5
40	2b 40	Bosque de pino sobre volcán escudo joven				0.75								1			0.75	2.5
41	2b 41	Bosque de pino sobre derrame lávico joven				0.75								1			0.75	2.5
42	2b 42	Bosque de pino sobre derrame lávico antiguo				0.75								1			0.75	2.5
43	2c 43	Bosque de encino sobre derrame lávico joven				0.75								1			0.75	2.5
44	2ca 44	Bosque abierto de encino sobre derrame lávico joven				0.75						0.75		1	0.25			1.75
45	2d 45	Bosque de coníferas sobre volcán escudo joven						1					0.75	1			0.75	2.75
46	2d 46	Bosque de coníferas sobre derrame lávico joven						1						1			0.75	2.75
47	2d 47	Bosque de coníferas sobre derrame lávico antiguo						1						1			0.75	2.75
48	2da 48	Bosque abierto de coníferas sobre volcán escudo joven						1				0.75		1	0.25			2
49	2da 49	Bosque abierto de coníferas sobre derrame lávico joven						1				0.75		1	0.25			2
50	2da 50	Bosque abierto de coníferas sobre derrame lávico antiguo						1				0.75		1	0.25			2
51	2e 51	Bosque mixto sobre volcán escudo joven						1						1			0.75	2.75
52	2e 52	Bosque mixto sobre derrame lávico joven						1						1			0.75	2.75
53	2ea 53	Bosque abierto mixto sobre volcán escudo joven						1				0.75		1	0.25			2
54	2ea 54	Bosque abierto mixto sobre derrame lávico joven						1				0.75		1	0.25			2
55	2ea 55	Bosque abierto mixto sobre derrame lávico antiguo						1				0.75		1	0.25			2
<b>GRUPO 3: Paisajes de matorral y pastizal sobre derrames lávicos</b>																		0
56	3a 56	Matorral sobre volcán escudo joven			0.5							0.5			0.25			1.25
57	3a 57	Matorral sobre derrame lávico joven			0.5							0.5			0.25			1.25
58	3a 58	Matorral sobre derrame lávico antiguo			0.5							0.5			0.25			1.25
59	3b 59	Pastizal sobre volcán escudo joven			0.5						0.25				0.25			1
60	3b 60	Pastizal sobre derrame lávico joven			0.5						0.25				0.25			1
61	3b 61	Pastizal sobre derrame lávico antiguo			0.5						0.25				0.25			1
62	3c 62	Suelo desnudo sobre volcán escudo joven	0							0				0				0
63	3c 63	Suelo desnudo sobre derrame lávico joven	0							0				0				0
<b>GRUPO 4: Paisajes naturales sobre planicies aluviales</b>																		0
64	4a 64	Planicie aluvial con bosque de pino				0.75								1			0.75	2.5
65	4a 65	Planicie aluvial con bosque de coníferas						1						1			0.75	2.75
66	4a 66	Planicie aluvial con bosque abierto de coníferas						1				0.75		1	0.25			2
67	4a 67	Planicie aluvial con bosque mixto						1						1			0.75	2.75
68	4a 68	Planicie aluvial con bosque abierto mixto						1				0.75		1	0.25			2
69	4b 69	Planicie aluvial con suelo desnudo	0							0				0				0
<b>GRUPO 5: Paisajes antrópicos sobre edificios volcánicos, derrames lávicos y planicies aluviales</b>																		0
70	5a 70	Mosaico de cultivos sobre cono de tefra	0							0				0				0
71	5a 71	Mosaico de cultivos sobre cráter volcánico	0							0				0				0
72	5a 72	Mosaico de cultivos sobre domo volcánico	0							0				0				0
73	5a 73	Mosaico de cultivos sobre volcán escudo joven	0							0				0				0
74	5a 74	Mosaico de cultivos sobre derrame lávico joven	0							0				0				0
75	5a 75	Mosaico de cultivos sobre derrame lávico antiguo	0							0				0				0
76	5a 76	Mosaico de cultivos sobre ladera compleja modelada	0							0				0				0
77	5a 77	Mosaico de cultivos sobre planicie aluvial	0							0				0				0
78	5b 78	Asentamiento humano sobre cono de tefra	0							0				0				0
79	5b 79	Asentamiento humano sobre domo volcánico	0							0				0				0
80	5b 80	Asentamiento humano sobre volcán escudo joven	0							0				0				0
81	5b 81	Asentamiento humano sobre derrame lávico joven	0							0				0				0
82	5b 82	Asentamiento humano sobre derrame lávico antiguo	0							0				0				0
83	5b 83	Asentamiento humano sobre ladera lávica intensamente modelada	0							0				0				0
84	5b 84	Asentamiento humano sobre ladera compleja modelada	0							0				0				0
85	5b 85	Asentamiento humano sobre planicie aluvial	0							0				0				0
86	5c 86	Parque urbano sobre planicie aluvial	0							0				0				0
87	5d 87	Cantera sobre volcán escudo joven	0							0				0				0
88	5d 88	Cantera sobre derrame lávico joven	0							0				0				0



**Anexo 5:** Suma de todos los componentes para calcular la calidad del paisaje en las 88 unidades de paisaje nivel III

Número	Clave	Paisajes	Componente biótico	Componente abiótico	Componente antrópico	Calidad del paisaje
			Total (escenico, ambiental, educativo)	Total (escenico, ambiental, educativo)	Total (escenico, ambiental, educativo)	Total
<b>GRUPO 1: Paisajes naturales sobre edificios volcánicos</b>						
1	1a 1	Cono de tefra con bosque de abeto	2.75	1.5	1.5	5.75
2	1a 2	Cono de tefra con bosque de pino	2.75	1.75	1.5	6
3	1a 3	Cono de tefra con bosque de coníferas	3	1.5	1.5	6
4	1a 4	Cono de tefra con bosque mixto	3	1.5	1.5	6
5	1a 5	Cono de tefra con bosque abierto mixto	2.5	1.75	2	6.25
6	1a 6	Cono de tefra con pastizal	1.25	1.75	1.25	4.25
7	1a 7	Cono de tefra con suelo desnudo	0	2	1.25	3.25
8	1a 8	Cráter volcánico con bosque de pino	2.75	1.75	1.5	6
9	1a 9	Cráter volcánico con bosque de coníferas	3	1.5	1.5	6
10	1a 10	Cráter volcánico con bosque mixto	3	1.5	1.5	6
11	1a 11	Cráter volcánico con matorral	1.5	1.5	1.25	4.25
12	1a 12	Cráter volcánico con pastizal	2.25	1.75	1.25	5.25
13	1a 13	Cráter volcánico con suelo desnudo	0	2	1.25	3.25
14	1b 14	Domo volcánico con bosque de abeto	2.75	1.5	1.5	5.75
15	1b 15	Domo volcánico con bosque de pino	2.75	1.75	1.5	6
16	1b 16	Domo volcánico con bosque de coníferas	3	1.5	1.5	6
17	1b 17	Domo volcánico con bosque abierto de coníferas	2.25	1.75	2	6
18	1b 18	Domo volcánico con bosque mixto	3	1.5	1.5	6
19	1b 19	Domo volcánico con bosque abierto mixto	2.25	1.75	2	6
20	1b 20	Domo volcánico con matorral	1.5	1.5	1.25	4.25
21	1b 21	Domo volcánico con pastizal y pino	3	2.25	1.5	6.75
22	1b 22	Domo volcánico con suelo desnudo	0	2	1.25	3.25
23	1c 23	Ladera lávica intensamente modelada con bosque de encino	2.75	1	1.5	5.25
24	1c 24	Ladera lávica intensamente modelada con bosque mixto	3	1	1.5	5.5
25	1c 25	Ladera volcanoclástica intensamente modelada con bosque de encino	2.75	1	1.5	5.25
26	1c 26	Ladera volcanoclástica intensamente modelada con matorral	1.5	0.75	1.25	3.5
27	1d 27	Ladera compleja modelada con bosque de pino	2.75	1.5	1.5	5.75
28	1d 28	Ladera compleja modelada con bosque de coníferas	3	1.25	1.5	5.75
29	1d 29	Ladera compleja modelada con bosque abierto de coníferas	2.25	1.5	2	5.75
30	1d 30	Ladera compleja modelada con bosque mixto	3	1.25	1.5	5.75
31	1d 31	Ladera compleja modelada con bosque abierto mixto	2.25	1.5	2	5.75
32	1d 32	Ladera compleja modelada con matorral	1.5	1	1.25	3.75
33	1d 33	Ladera compleja modelada con pastizal y pino	3	2	1.5	6.5
34	1d 34	Ladera compleja modelada con bosque de abeto	2.75	1.25	1.5	5.5
35	1d 35	Ladera compleja modelada con pastizal	1.25	1.25	1.25	3.75
36	1d 36	Ladera compleja modelada con suelo desnudo	0	1.5	1.25	2.75
37	1e 37	Barranco principal con bosque de coníferas	3	1	1.5	5.5
38	1e 38	Barranco principal con pastizal y pino	3	1.75	1.5	6.25
<b>GRUPO 2: Paisajes forestales sobre derrames lávicos</b>						
39	2a 39	Bosque de abeto sobre derrame lávico joven	2.5	1.25	1.25	5
40	2b 40	Bosque de pino sobre volcán escudo joven	2.5	1.5	1.25	5.25
41	2b 41	Bosque de pino sobre derrame lávico joven	2.5	1.5	1.25	5.25
42	2b 42	Bosque de pino sobre derrame lávico antiguo	2.5	1.25	1.25	5
43	2c 43	Bosque de encino sobre derrame lávico joven	2.5	1.25	1.25	5
44	2ca 44	Bosque abierto de encino sobre derrame lávico joven	1.75	1.5	1.75	5
45	2d 45	Bosque de coníferas sobre volcán escudo joven	2.75	1.25	1.25	5.25
46	2d 46	Bosque de coníferas sobre derrame lávico joven	2.75	1.25	1.25	5.25
47	2d 47	Bosque de coníferas sobre derrame lávico antiguo	2.75	1	1.25	5
48	2da 48	Bosque abierto de coníferas sobre volcán escudo joven	2	1.5	1.75	5.25
49	2da 49	Bosque abierto de coníferas sobre derrame lávico joven	2	1.5	1.75	5.25
50	2da 50	Bosque abierto de coníferas sobre derrame lávico antiguo	2	1.25	1.75	5
51	2e 51	Bosque mixto sobre volcán escudo joven	2.75	1.25	1.25	5.25
52	2e 52	Bosque mixto sobre derrame lávico joven	2.75	1.25	1.25	5.25
53	2ea 53	Bosque abierto mixto sobre volcán escudo joven	2	1.5	1.75	5.25
54	2ea 54	Bosque abierto mixto sobre derrame lávico joven	2	1.5	1.75	5.25
55	2ea 55	Bosque abierto mixto sobre derrame lávico antiguo	2	1.25	1.75	5
<b>GRUPO 3: Paisajes de matorral y pastizal sobre derrames lávicos</b>						
56	3a 56	Matorral sobre volcán escudo joven	1.25	1.5	0.75	3.5
57	3a 57	Matorral sobre derrame lávico joven	1.25	1.5	0.75	3.5
58	3a 58	Matorral sobre derrame lávico antiguo	1.25	1.25	0.75	3.25
59	3b 59	Pastizal sobre volcán escudo joven	1	1.75	0.75	3.5
60	3b 60	Pastizal sobre derrame lávico joven	1	1.75	0.75	3.5
61	3b 61	Pastizal sobre derrame lávico antiguo	1	1.5	0.75	3.25
62	3c 62	Suelo desnudo sobre volcán escudo joven	0	2	0.75	2.75
63	3c 63	Suelo desnudo sobre derrame lávico joven	0	2	0.75	2.75
<b>GRUPO 4: Paisajes naturales sobre planicies aluviales</b>						
64	4a 64	Planicie aluvial con bosque de pino	2.5	1.75	1.25	5.5
65	4a 65	Planicie aluvial con bosque de coníferas	2.75	1.5	1.25	5.5
66	4a 66	Planicie aluvial con bosque abierto de coníferas	2	1.75	1.75	5.5
67	4a 67	Planicie aluvial con bosque mixto	2.75	1.5	1.25	5.5
68	4a 68	Planicie aluvial con bosque abierto mixto	2	1.75	1.75	5.5
69	4b 69	Planicie aluvial con suelo desnudo	0	2.25	0.75	3
<b>GRUPO 5: Paisajes antrópicos sobre edificios volcánicos, derrames lávicos y planicies aluviales</b>						
70	5a 70	Mosaico de cultivos sobre cono de tefra	0	1	1.75	2.75
71	5a 71	Mosaico de cultivos sobre cráter volcánico	0	1	1.75	2.75
72	5a 72	Mosaico de cultivos sobre domo volcánico	0	1	1.75	2.75
73	5a 73	Mosaico de cultivos sobre volcán escudo joven	0	1	1.75	2.75
74	5a 74	Mosaico de cultivos sobre derrame lávico joven	0	1	1.75	2.75
75	5a 75	Mosaico de cultivos sobre derrame lávico antiguo	0	1	1.75	2.75
76	5a 76	Mosaico de cultivos sobre ladera compleja modelada	0	1	1.75	2.75
77	5a 77	Mosaico de cultivos sobre planicie aluvial	0	1	1.75	2.75
78	5b 78	Asentamiento humano sobre cono de tefra	0	0	1.5	1.5
79	5b 79	Asentamiento humano sobre domo volcánico	0	0	1.5	1.5
80	5b 80	Asentamiento humano sobre volcán escudo joven	0	0	1.5	1.5
81	5b 81	Asentamiento humano sobre derrame lávico joven	0	0	1.5	1.5
82	5b 82	Asentamiento humano sobre derrame lávico antiguo	0	0	1.5	1.5
83	5b 83	Asentamiento humano sobre ladera lávica intensamente modelada	0	0	1.5	1.5
84	5b 84	Asentamiento humano sobre ladera compleja modelada	0	0	1.5	1.5
85	5b 85	Asentamiento humano sobre planicie aluvial	0	0	1.5	1.5
86	5c 86	Parque urbano sobre planicie aluvial	0	0	1.5	1.5
87	5d 87	Cantera sobre volcán escudo joven	0	1	1.25	2.25
88	5d 88	Cantera sobre derrame lávico joven	0	1	1.25	2.25