Investigaciones Geográficas • Instituto de Geografía • UNAM
eISSN: 2448-7279 • DOI: dx.doi.org/10.14350/rig.60539 • ARTÍCULOS
Núm. 107 • Abril • 2022 • e60539
www.investigacionesgeograficas.unam.mx

Propuesta de componentes diferenciadores para la clasificación multiescalar del paisaje

Proposal of Differentiating Components for the Multiscale Classification of the Landscape

Ian Dassaef Espinosa Pérez,* Arturo García Romero** y Luis Fernando Cruz Fuentes***

Recibido: 20/10/21. Aceptado: 16/01/2021. Publicado: 04/03/2022.

Resumen. La clasificación y la cartografía del paisaje han cobrado gran interés en el ámbito latinoamericano, contando con un creciente número de estudios que, sin embargo, presentan amplias diferencias al momento de establecer la jerarquía y subordinación de los componentes del paisaje dentro de los sistemas de clasificación. El objetivo de este artículo es proponer un método de integración multiescalar de los "componentes diferenciadores del paisaje" –relieve, vegetación y uso de suelo–, para la clasificación y cartografía del paisaje en tres niveles: región natural, geosistema y geofacies. El mapa de paisajes se obtuvo en de tres etapas: 1) análisis y síntesis ambiental; 2) integración ambiental y clasificación del paisaje, y 3) validación de la clasificación. El método fue aplicado a las alcaldías Tlalpan y Milpa Alta (al sur de la Ciudad de México), y dio como resultado una clasificación del paisaje con tres regiones naturales, seis geosistemas y 113 geofacies, donde cada nivel fue definido por la resolución espacio-temporal y el peso relativo de sus componentes diferenciadores. Esta propuesta puede ser adaptada a distintas condiciones y áreas, y constituye una base cartográfica de amplia aplicabilidad en estudios de planificación y ordenación del territorio.

Palabras claves: cartografía del paisaje, **método** jerárquico-corológico, geosistema, integración ambiental, Ciudad de México.

Abstract. Landscape classification and mapping have raised interest in Latin America. There is an increasing number of studies conducted in this region; however, they show marked differences in the establishment of the hierarchy and subordination of landscape components within classification systems. The aim of this article is to propose a multiscale integration method of the "differentiating landscape components" – relief, vegetation, and land use – for landscape classification and mapping at three levels: natural region, geosystem, and geofacies. The landscape map was constructed through three stages: 1) environmental analysis and synthesis; 2) environmental integration and landscape classification; and 3) classification validation. The method was applied to the Tlalpan and Milpa Alta municipalities (southern Mexico City), and resulted in a classification of the landscape into three natural regions, six geosystems, and 113 geofacies, where each level was defined by the spatial-temporal resolution and the relative weight of its differen-

* Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, 04510, Coyoacán, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-8235-2891. E-mail: dassaef@yahoo.com.mx
** Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, 04510, Coyoacán, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6339-1577. E-mail: agromero@geografia.unam.mx
*** Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, 04510, Coyoacán, México. ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5262-207X. E-mail: cruz.fuentes.luis@gmail.com

tiating components. This methodological approach can be adapted to various conditions and areas, and constitutes a cartographic foundation of broad applicability in studies focused on land-use planning.

Key words: landscape mapping, hierarchical-corological method, geosystem, environmental integration, Mexico City

INTRODUCCIÓN

El daño ambiental que aqueja a la humanidad provocó, desde las últimas décadas del siglo XX, un creciente interés por los enfoques de paisaje, al considerarlo como un concepto unificador dentro de los sistemas ambientales (Simensen *et al*., 2018). De carácter altamente sintético e informativo, y de grandes cualidades visuales, que le permite ser accesible y comprensible a un público amplio, y, por lo tanto, altamente significativo en términos de identidad, apropiación y sensibilización con las transformaciones del territorio (Méndez-Méndez *et al*., 2018). Entre los distintos enfoques se encuentran aquellos que abordan la clasificación y cartografía del paisaje como instrumento para la protección, la gestión y el ordenación del territorio (Consejo de Europa, 2000; Swanwick, 2002; Jones, 2007; Mata, 2014; Simensen *et al*., 2018).

En México y diversos países de América Latina, el interés por la clasificación y la cartografía del paisaje refleja la influencia predominante de tres escuelas europeas, la escuela ruso-soviética, que, a través de la *Geografía Física Compleja* o *Geografía de los Paisajes* de José Manuel Mateo Rodríguez (2002), ha tenido una amplio impacto. Vale mencionar a naciones como Cuba (Ramón *et al.,* 2009; Salinas *et al*., 2013; García-Espino y Valdés, 2019), México (Priego *et al.,* 2004; Hernández-Trejo *et al.,* 2006; Carbajal *et al*., 2010; Martínez, 2017; Valdés-Carrera y Hernández-Guerrero, 2018), Brasil (Amorim y Olivera, 2008; Lima y Oliveira, 2018) y Argentina (Mazzoni, 2015); la escuela francesa de la *Geografía Física Global* de Georges Bertrand (1968, 1978), con presencia en México (García-Romero *et al*., 2005; Arredondo-León *et al*., 2008; Méndez-Méndez *et al*., 2018; Serrano-Giné *et al*., 2019) y Brasil (Estêvez *et al*., 2011; Alves *et al*., 2017; Santos *et al*., 2019), y, finalmente, la escuela británica de la *Evaluación del Carácter del Paisaje* de Carys Swanwick (2002), que en años recientes fue aplicada en Colombia (Muñoz y Gómez-Zotano, 2016; Muñoz, 2017).

Bajo tales enfoques, la producción de estudios de clasificación de paisaje, tanto de alcance local como regional y nacional, se incrementó en México y Latinoamérica para atender problemas en el campo de la planificación ambiental (Abalakov y Sedykh, 2010; Serrano-Giné *et al*., 2019); la valoración, protección y gestión sostenible del paisaje (Muñoz y Gómez-Zotano, 2016); la evaluación del potencial de uso del paisaje (Acosta *et al.,* 2016), con énfasis en turismo (Méndez-Méndez *et al.,* 2018; Carbajal *et al.,* 2010); el diagnóstico de la estabilidad y fragilidad ambiental (Priego *et al.,* 2003; García-Romero *et al.,* 2005*;* Amorim y Oliveira, 2008), así como el impacto del cambio de uso del suelo sobre la dinámica territorial (Arredondo-León *et al.,* 2008), entre otros.

En la mayoría de los casos se enfatiza el interés por el "tipo de paisaje", entendido como un hecho real y objetivo (Muñoz, 1998; García-Romero y Muñoz, 2002), que resulta de la integración de elementos naturales, socio-culturales o visuales, de los cuales depende su pertinencia a una cierta categoría (Bastian *et al*., 2002; Salinas *et al*., 2019). En este sentido, la clasificación del paisaje consiste en el establecimiento de una tipología o diferenciación de los tipos de paisaje que ocurren en un lugar determinado (Muñoz, 1998; Abalakov y Sedykh, 2010; De Montis, 2014). Por lo general, las clasificaciones adoptan una estructura de tipo multiescalar, cuyo objetivo es establecer la taxonomía o división de los tipos de paisaje de acuerdo a un orden u acomodo vertical (Gómez-Zotano *et al*., 2018), en el que los paisajes de rango inferior (escalas grandes) quedan subordinados a otros de mayor jerarquía (escalas pequeñas) (Swanwick, 2002; Gómez-Zotano *et al*., 2018).

Algunos países de Latinoamérica, incluyendo a México, han mostrado importantes avances en la clasificación y cartografía del paisaje, sin embargo, se requiere progresar en la integración multiescalar de los componentes y atributos del paisaje que se consideran a la hora de diferenciar, tipológica y espacialmente los paisajes de distinto nivel, así

como dotar a los componentes abióticos, bióticos y antrópicos de mayor peso como factores diferenciadores del paisaje, sobre todo en los niveles superiores de la clasificación.

El objetivo de este texto es proponer un método de clasificación del paisaje con tres niveles taxonómicos-jerárquicos, cada uno de los cuales se define por la escala dimensional, la resolución y el peso relativo de los llamados "componentes diferenciadores del paisaje", de carácter abiótico (relieve y clima), biótico (vegetación) y antrópico (uso del suelo), sobre los cuales recae la diferenciación tipológica y espacial de los paisajes en los distintos niveles de la clasificación. El método utiliza criterios que aseguran una completa y eficaz integración multiescalar de los componentes, resultando ser suficientemente flexible para permitir su adaptación a distintas condiciones ambientales.

SOBRE ESTA PROPUESTA

Frente al carácter polisémico del paisaje, la presente propuesta de clasificación del paisaje se aborda desde la base del "geosistema", propuesto por Viktor B. Sochava en 1960 como modelo teórico que permitió comprender al paisaje como un sistema abierto, dinámico y jerárquicamente organizado, cuya formación de origen es natural (Bollo, 2017). Sin embargo, se utiliza el modelo de geosistema ideado por Georges Bertrand (1968), quien considera al paisaje como una entidad espacial, holística y sintética, en la que confluyen los componentes físicos, biológicos y culturales, tanto en su expresión "fenosistémica" o visual, como "criptosistémica" que hace referencia a los contenidos y procesos subyacentes que rigen su dinámica (Bertrand, 1968, 1978; Martínez de Pisón, 1998; González-Bernáldez, 1981; Frolova, 2006; Arias, 2015).

En el geosistema los componentes del paisaje son entendidos como subsistemas que, como parte de su actividad interna, generan materiales, energía e información que se trasmiten de un componente a otro, provocando alteraciones en su composición, funcionamiento y productos (Gragson, 1998; García-Romero y Muñoz, 2002). Las relaciones y dependencias entre los componentes son tan estrechas que le confieren al paisaje de una fuerte cohesión estructural y dinámica (Bertrand, 1968; Mateo y Ortiz, 2001), lo que otros autores también han llamado, el "carácter del paisaje" (Swanwick, 2002; Tudor, 2014; Gómez-Zotano *et al*., 2018). Si bien se mantiene el modelo original de geosistema de Bertrand (1968, 1978), también se proponen aportaciones de carácter conceptual y metodológico que se comentan en los siguientes incisos:

a) Con la intención de aportar a la necesaria sistematización de las escalas espaciales que definen el nivel de paisaje (Simensen et al., 2018), se parte de considerar que el paisaje ocurre a lo largo de un gradiente espacio-temporal, en el que quedan comprendidos tres de los niveles intermedios de la clasificación de G. Bertrand (1968, 1978): región natural, geosistema y geofacies. Se trata, pues, de un sistema de clasificación de tipo taxonómico-jerárquico, en el cual los cambios de escala entre los niveles de paisaje provocan diferencias en la magnitud, resolución, complicación y grado de control e independencia entre los componentes (Zonneveld, 1995; Mateo y Ortiz, 2001; Bertrand y Bertrand, 2007; García-Romero, 2014).
b) En la clasificación de G. Bertrand, los aspectos bióticos y antrópicos del paisaje se definen con precisión en los niveles inferiores del paisaje: la geofacies y el geosistema. En cambio, la región natural corresponde a un paisaje de nivel superior, espacialmente extenso y ambientalmente diverso, definido por elementos estructurales y climáticos que controlan a los caracteres bióticos y antrópicos que, sin embargo, se definen de manera imprecisa. Por ello, se propone la inclusión del "patrón de vegetación potencial" y del "patrón de usos de suelo" como indicativos de las agrupaciones de vegetación potencial y sistemas de uso de suelo que caracterizan a los geosistemas contenidos al interior de las regiones naturales (Figura 1).
c) Para aportar a la complicada integración ambiental en el paisaje, se establece una diferencia entre los componentes que permiten delimitarlo espacial y tipológicamente (componentes

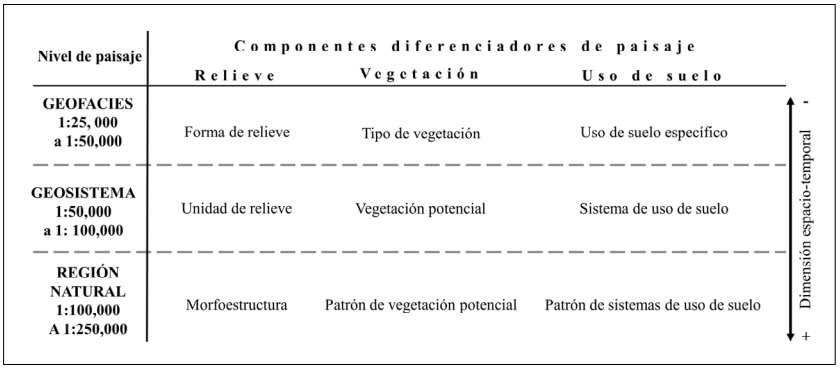


Figura 1. Modelo para la integración multiescalar de los componentes diferenciadores del paisaje. Fuente: elaborado a partir de la reinterpretación de la clasificación de paisaje de G. Bertrand (1968).

diferenciadores del paisaje) y los que ayudan a describirlo (componentes complementarios del paisaje). Los componentes diferenciadores del paisaje son el relieve, la vegetación y el uso de suelo (Figura 1), pues estos sintetizan la participación de otros componentes ambientales, además de poseer amplias cualidades fenológicas que les permiten ser accesibles y comprensibles para los distintos sectores de la sociedad (Méndez-Méndez *et al.*, 2018).

Otros componentes ambientales como el clima, el agua subterránea, el suelo, la fauna, la historia de uso de suelo y las actividades económicas se consideran como componentes complementarios del paisaje, ya que carecen de expresión visual en el mismo y por tanto, no depende de ellos la delimitación espacial y tipológica de las unidades paisajísticas. No obstante, su importancia como factores del paisaje debe ser atendida a la hora de caracterizar y explicar a los paisajes; por ejemplo, el clima es un componente fundamental que aporta energía calórica y agua para el desarrollo de la biota, sin embargo, es la vegetación el componente diferenciador que expresa de manera indirecta pero objetiva y visual la participación del clima en el paisaje. Otro caso, lo tenemos en las pendientes del terreno, cuya importante injerencia en procesos como la erosión y distribución de agua, se expresa con clara objetividad en el paisaje a través del tipo de relieve (Figuras 1 y 3).

En atención a los incisos precedentes, la clasificación del paisaje que se propone queda conformada por los siguientes tres niveles taxonómicos.

Geofacies. Paisaje de menor extensión territorial (hasta centenares de metros cuadrados) pero de mayor resolución y detalle, lo que lo hace visualmente homogéneo. Corresponde a la unidad básica del patrón paisajístico al interior de un geosistema. Se caracteriza por la combinación de una forma de relieve, un tipo de vegetación natural y un uso de suelo específico, es decir, los componentes diferenciadores más dinámicos e inestables del paisaje.

La forma del relieve que resulta del modelado bioclimático tiende a ser el componente más independiente (Bertrand, 1968; Drdos, 1992; García-Romero y Muñoz, 2002), de cuya estabilidad dependen el desarrollo y las condiciones del suelo y la vegetación natural, madura o en estado de regeneración. Esta última refleja el impacto de las acciones antrópicas sobre el sistema biótico del paisaje, y su capacidad de regeneración. El uso de suelo puede ser o no acorde a los potenciales y limitantes naturales del sistema, por lo que se requiere conocer las estrategias de uso y ocupación del suelo y su relación con el medio natural.

Geosistema. Paisaje de escala intermedia (unidades de cientos de kilómetros cuadrados), que resulta de la combinación de una unidad de relieve, un tipo de vegetación potencial y un sistema de uso de suelo. Corresponde a una agrupación de geofacies funcionalmente relacionadas por su pertenencia a un mismo medio físico, representado por una unidad de relieve que es homogénea en origen, edad, morfología y litología y por un tipo de mesoclima o variante del clima regional.

Los componentes físicos proveen los recursos y limitantes que permiten una cierta carga biótica

natural, que se expresa en la vegetación potencial. El sistema de uso de suelo (por ejemplo, urbano, forestal-turístico, industrial), está conformado por los usos existentes en las geofacies que integran al geosistema. En ocasiones, el sistema de usos de suelo puede superar el potencial natural del medio natural, de lo que resultan contradicciones que comprometen el desarrollo sustentable del sistema. Por ello, la evolución histórica del uso del suelo y de sus factores culturales, económicos y políticos son clave de la cabal comprensión del geosistema.

Región natural. Paisaje de mayor extensión territorial (cientos a miles de kilómetros cuadrados) pero de menor resolución y detalle. Corresponde a una agrupación de geosistemas funcionalmente relacionados por su pertenencia a una misma base física, definida por una morfoestructura y un clima regional, componentes de gran dimensión espacio-temporal y dinámicamente estables e independientes. Las morfoestructuras son rasgos mayores del relieve, derivados de una historia geológica común y del control de la tectónica y la estructura geológica. Sus atributos orográficos impactan en la dinámica atmosférica regional (zonalidad vertical) y en los caracteres térmicos y pluviométricos del clima.

La organización morfoestructural y climática controla los recursos y limitantes naturales abióticos, de los cuales dependen otros componentes (hidrológicos, geomorfológicos, biogeográficos, etc.), incluyendo el patrón de la vegetación potencial, que consiste en una agrupación de distintos tipos de vegetación potencial (por ejemplo, distintos tipos de bosque templado). De igual forma, el uso del suelo se manifiesta en patrones o agrupaciones de sistemas de uso de suelo que resultan de las variantes geosistémicas dentro de la región natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio comprende las alcaldías de Tlalpan y Milpa Alta (19°04′ - 19°19′ latitud norte y 98° 57′ - 99°19′ longitud oeste) al sur de la Ciudad de México (Figura 2). Ambas entidades suman una superficie de 613 km2, y forman parte de la Provincia del Eje Neovolcánico y la Subprovincia Lagos y Volcanes Anáhuac (Mooser, 1996; Lugo, 1984; Bloomfield 1975). La gran variedad de relieves volcánicos y altos gradientes bioclimáticos se corresponden con una amplia diversidad ambiental y paisajística, que se incrementa al considerar que el área ha sido profusamente transformada a lo largo de la historia de los usos de suelo. En la actualidad, las presiones y dinámicas de ocupación y usos del suelo comprometen el potencial del área como proveedora de recursos hídricos fundamentales para el funcionamiento del sistema urbano de la CDMX (Ruíz-Gómez, 2006; SEDEMA, 2016), así como de una amplia riqueza forestal y características naturales únicas, con importantes reservas de flora y fauna de alto valor paisajístico. Sin embargo, no se reporta en la literatura reciente la existencia de cartografías que expresen la diversidad de ambientes de distinto potencial y limitantes al desarrollo.

METODOLOGÍA

El procedimiento metodológico se divide en tres etapas secuenciales que se repiten para cada nivel de paisaje (Figura 3).

Etapa 1. Análisis y síntesis ambiental

Consiste en la cartografía de los componentes diferenciadores del paisaje (relieve, vegetación y uso de suelo) que son utilizados en la caracterización y definición tipológica y espacial de los paisajes, así como de los componentes complementarios, de apoyo en la caracterización, tanto de los componentes diferenciadores como de los paisajes, en los distintos niveles taxonómicos de la clasificación (Figura 3).

Con la finalidad de evitar errores topológicos en la delimitación y superposición espacial de las unidades al interior y entre los tres niveles de paisaje, la serie cartográfica se lleva a una escala intermedia (1:50 000) y con el mismo grado de resolución (área mínima cartografiable de 1 hectárea) en todos los temas y niveles de la clasificación. Para lograr esto se requiere diseñar procesos de análisis y síntesis de la información disponible en las fuentes

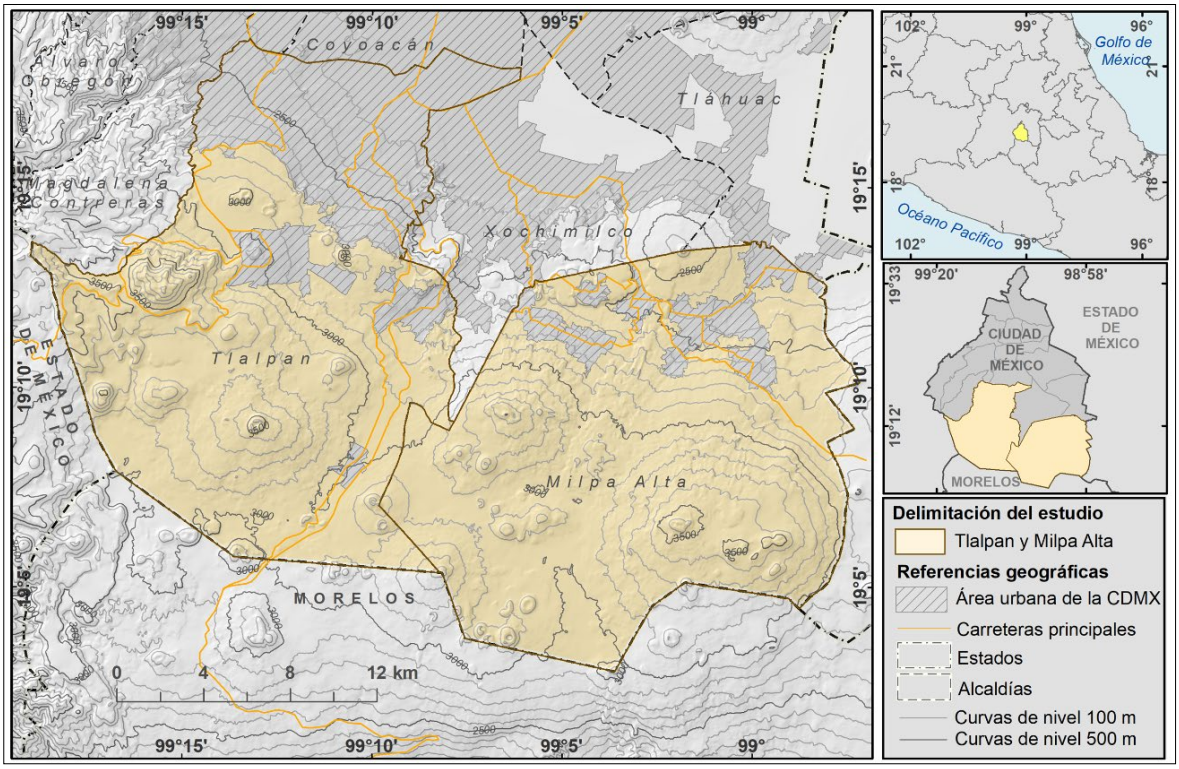


Figura 2. Localización del área de estudio. Fuente: elaboración propia.

bibliográficas, estadísticas y cartográficas a distintas escalas y temporalidades. En otros casos se utilizan procedimientos automatizados sobre la base de modelos digitales, así como interpretaciones visuales sobre la base de imágenes de satélite y cartografía temática. Los resultados cartográficos son validados mediante inspecciones de verificación en campo.

Etapa 2. Integración ambiental y clasificación del paisaje

Consiste en la integración y reinterpretación de la cartografía obtenida para los componentes diferenciadores (relieve, vegetación y uso de suelo), y en la clasificación espacial y tipológica de los paisajes. El uso de una misma escala (1:50 000) facilita la integración orgánica y espacial de las unidades de paisaje en los tres niveles de la clasificación, de tal forma que los límites de una región natural coinciden con los del patrón de geosistemas que están comprendidos dentro de su área, al tiempo que los límites de un geosistema coinciden con los de las geofacies contenidas en su interior.

La reinterpretación de la información temática tiene el objetivo de identificar unidades ambientalmente homogéneas en los tres niveles de la clasificación, de acuerdo con la resolución que adoptan los componentes diferenciadores. Se obtiene a partir de técnicas de interpretación visual (deductivas y asociativas), que requieren de un amplio conocimiento del área de estudio y experiencia por parte del intérprete, así como de un enfoque holístico e integrador para la delimitación de las unidades de paisaje.

Además, debe considerarse la posibilidad de retomar la variabilidad ambiental de los componentes complementarios e incluso de las fuentes de información originales para evitar errores topológicos al momento de asignar categorías. Por ejemplo, las regiones naturales resultan de la combinación de una morfoestructura, un patrón

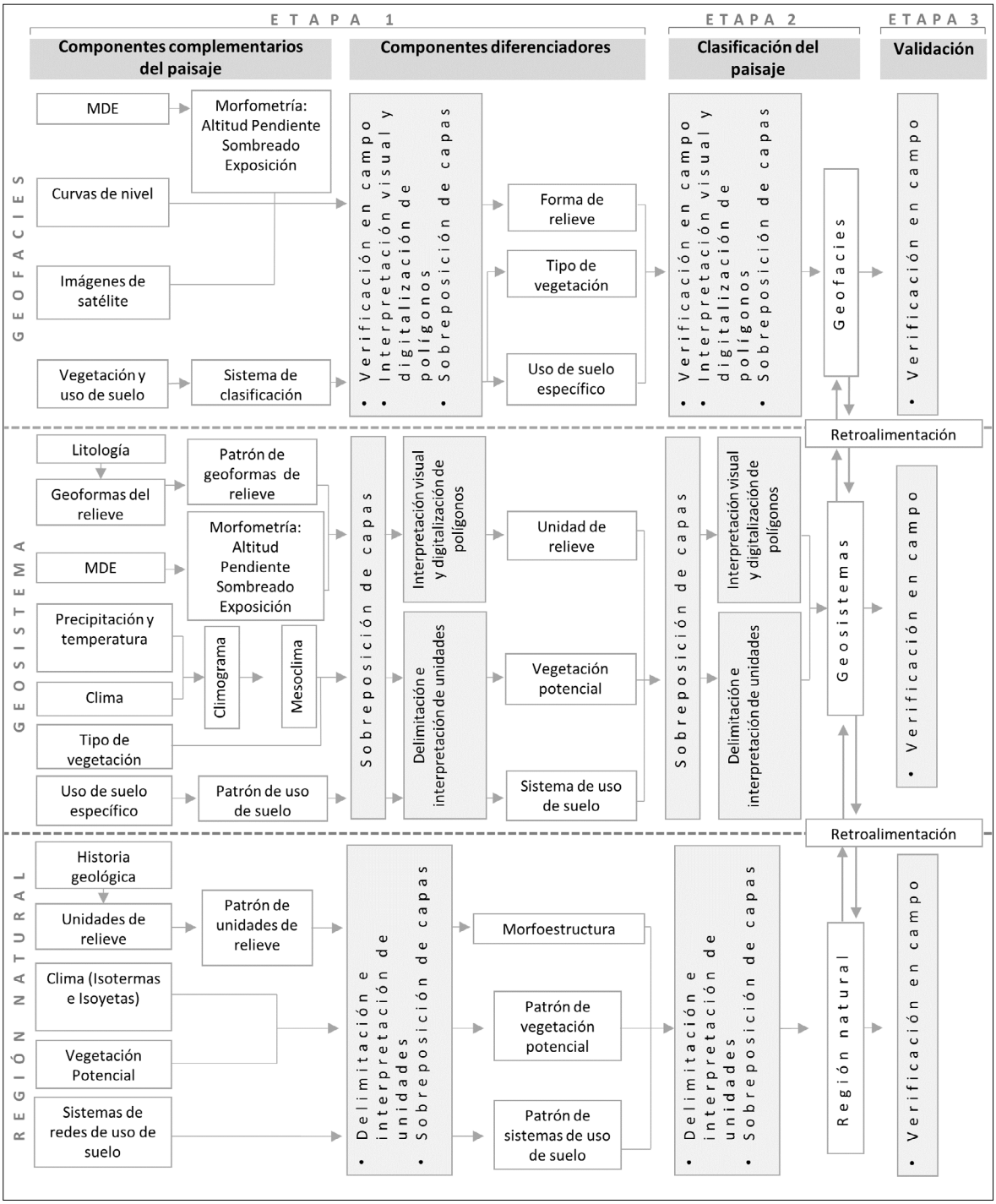


Figura 3. Esquema del levantamiento cartográfico de los niveles de paisaje. Fuente: elaboración propia.

de la vegetación potencial y un patrón de sistemas de uso de suelo, pero en el caso de Tlalpan y Milpa Alta, la reconsideración de la historia geológica del patrón de las unidades de relieve fue de gran ayuda para fijar los límites espaciales y la tipología de los paisajes (Figura 3).

La superposición de capas temáticas es un procedimiento que genera un número alto de polígonos residuales que no cumplen con el tamaño mínimo requerido (una hectárea) para ser cartografiados, por lo que es necesario realizar un ajuste cartográfico con la finalidad de integrar estos polígonos a unidades de mayor representatividad o significado.

Finalmente, las unidades de paisaje se denominan según criterios descriptivos que hagan referencia a los elementos abióticos, bióticos y antrópicos que mejor representan e individualizan a los tipos de paisaje. Para las categorías de región natural y geosistema se utilizan nombres propios de referencia al entorno geográfico del paisaje. Esta posibilidad se reduce en las geofacies debido a que cada categoría suele presentarse en una diversidad de polígonos.

Etapa 3. Validación de la clasificación

Consiste en la revisión de carácter manual y cualitativo de la tipología, distribución y límites espaciales de las unidades de paisaje obtenidas. Para ello, se sigue un muestreo aleatorio estratificado, que sirve para verificar la calidad y coherencia de la cartografía en relación con la realidad observada en campo, e incluir las modificaciones necesarias, si resulta necesario. Un buen nivel de conocimiento del área de estudio es de gran utilidad para desarrollar este paso de manera exitosa. El procedimiento se desarrolla de manera similar para cada nivel taxonómico.

RESULTADOS

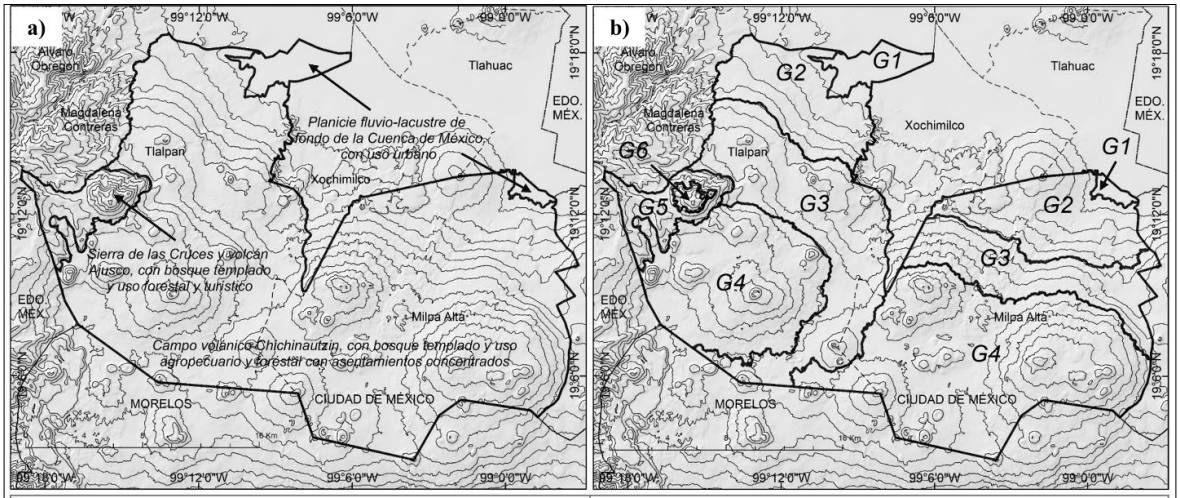
El paisaje de las alcaldías Tlalpan y Milpa Alta se organiza en tres tipos de regiones naturales, seis de geosistemas y 113 de geofacies (Figura 4). Las regiones naturales se presentan en polígonos únicos y los geosistemas en uno o dos polígonos, en tanto que el grado de detalle que se empleó para delimitar a las geofacies permitió identificar más de 1200 polígonos.

Región natural de la sierra de Las Cruces y volcán Ajusco, con bosque templado y uso forestal y turístico

Comprende al volcán Ajusco y a un sector meridional de la Sierra de las Cruces (25.86 km^2), los cuales forman parte de las sierras volcánicas poligenéticas del Cinturón Volcánico Transmexicano (Mooser, 1996). Se trata de morfoestructuras de relieve volcánico que se formaron del Plioceno tardío al Pleistoceno. La orografía cobra un rol fundamental en el paisaje, al permitir una acusada transición de climas y un patrón de vegetación potencial caracterizado por distintos pisos bioclimáticos de bosque templado. Profundas barrancas discurren a lo largo del gradiente altitudinal; sin embargo, el área goza de una estabilidad natural, acorde con un patrón de sistemas de uso de suelo de bajo impacto, en el que se incluyen actividades forestales y turísticas. Esta unidad de paisaje se organiza en dos geosistemas.

a) Geosistema de las laderas de la sierra de Las Cruces y volcán Ajusco, con bosque de coníferas y pastizal, y uso forestal y turístico (22.34 km^2). La unidad de relieve consiste en laderas complejas (lavas y material piroclástico de composición andesítico-dacítico), modeladas por la erosión fluvial. Su posición altitudinal (3200 a 3600 msnm) permite un mesoclima semifrío y subhúmedo, y una vegetación potencial de bosque de coníferas, con pinos y abetos que forman comunidades mixtas y puras. No obstante los limitantes impuestos por la topografía, el sistema de uso de suelo incluye actividades agrícolas, tala y extracción de recursos del bosque, y turismo entorno a los principales accesos al volcán Ajusco.

Las geofacies antrópicas se concentran en pequeñas planicies aluviales (3.3% de la superficie), siendo uno de los geosistemas mejor conservados, con una alta capacidad de regeneración vegetal que permite un patrón paisajístico moderadamente diverso, con 16 tipos de geofacies distribuidas en 35 polígonos, entre los que destacan las laderas complejas con bosque de coníferas (80% de la superficie) y los domos y barrancos con cobertura forestal diversa (Figura 5).



Región natural	Geosistema
Planicie fluvio-lacustre de fondo de la Cuenca de México, con uso urbano	**G1.** Planicie marginal fluvio-lacustre, con desarrollo urbano
Campo volcánico Chichinautzin, con bosque templado y uso agropecuario y forestal con asentamientos concentrados	**G2.** Vertiente baja del campo volcánico Chichinautzin, con bosque de encino y uso agrícola y forestal con desarrollo urbano
	G3. Vertiente alta del campo volcánico Chichinautzin, con bosque mixto y uso agrícola y forestal con asentamientos humanos concentrados
	G4. Cumbres del campo volcánico Chichinautzin, con bosque de coníferas y uso agropecuario, forestal y turístico
Sierra de Las Cruces y volcán Ajusco, con bosque templado y uso forestal y turístico	**G5.** Laderas de la sierra de Las Cruces y volcán Ajusco, con bosque de coníferas y pastizal, y uso forestal y turístico
	G6. Cumbres del volcán Ajusco, con bosque de pino de altura y pastizal alpino con uso turístico

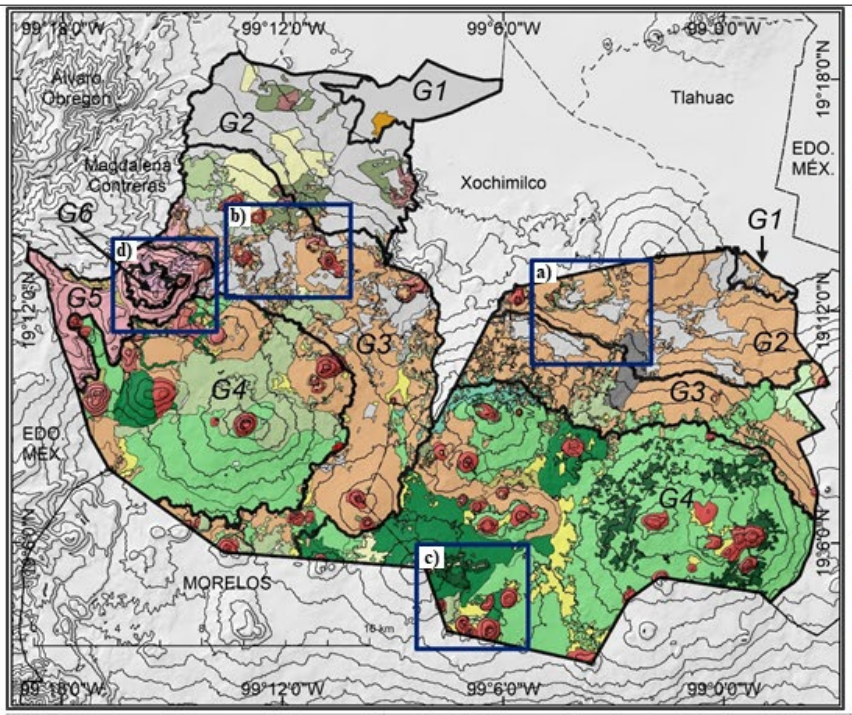
Figura 4. Organización del paisaje en Regiones naturales (a) y Geosistemas (b); alcaldías Tlalpan y Milpa Alta, Ciudad de México. Fuente: elaboración propia.

b) Geosistema de las cumbres del volcán Ajusco, con bosque de pino de altura y pastizal alpino, con uso turístico (3.52 km^2). La unidad de relieve consiste en una extensa superficie cumbral que se yergue entre 3600 y 4000 msnm (Cruz del Marqués). Formada en el Pleistoceno por la acumulación de lavas de composición andesítica y dacítica, alberga una serie de crestas rocosas, íconos del volcán Ajusco. El mesoclima frío y subhúmedo se corresponde con una vegetación potencial de bosque abierto de pino de alta montaña (*Pinus hartwegii*). Los limitantes **t**érmicos y la escasa accesibilidad limitan el sistema de uso de suelo, caracterizado por actividades de conservación y turismo de baja escala.

El patrón paisajístico está definido por la simplicidad de su organización interna, con tan solo 4 tipos de geofacies distribuidas en siete polígonos, entre los que destacan los paisajes naturales de altura, incluyendo pastizales abiertos sobre laderas complejas, domos y barrancos (99% de la superficie) y muy escasos pinares sobre algunas laderas complejas (Figura 5).

Región natural del campo volcánico Chichinautzin, con bosque templado y uso agropecuario y forestal con asentamientos concentrados

Esta región natural (568.72 km2) se asienta sobre la morfoestructura del campo volcánico Chichinautzin, que se desarrolló en el Cuaternario, a partir del vulcanismo estromboliano, que derivó en una de las mayores concentraciones de volcanes monogenéticos del centro del país. Su morfología se caracteriza por una extensa área de cumbres y vertientes que alcanzan un desnivel de ~500 m respecto del fondo de la Cuenca de México. Alberga



Grupo de geofacies	Componente central de la geofacies	Geofacies	Color
1. Paisajes naturales sobre edificios volcánicos	1a. Cono de tefra y cráter volcánico	19	
	1b. Domo volcánico	9	
	1c. Ladera lávica intensamente modelada	4	
	1d. Ladera compleja modelada	10	
	1e. Barranco principal	2	
2. Paisajes forestales sobre derrames lávicos	2a. Bosque de abeto	4	
	2b. Bosque de aile	1	
	2c. Bosque de pino	4	
	2ca. Bosque de pino y aile	2	
	2d. Bosque de encino	2	
	2da. Bosque abierto de encino	1	
	2e. Bosque de coníferas	4	
	2ea. Bosque abierto de coníferas	3	
	2f. Bosque mixto	4	
	2fa. Bosque mixto abierto	3	
3. Paisajes de matorral y pastizal sobre derrames lávicos	3a. Matorral secundario	3	
	3b. Pastizal secundario	4	
	3c. Suelo desnudo	2	
4. Paisajes naturales sobre planicies aluviales	4a. Planicie aluvial con bosque	5	
	4b. Planicie aluvial con pastizal secundario	1	
	4c. Planicie aluvial con suelo desnudo	1	
5. Paisajes artificiales sobre edificios volcánicos, derrames lávicos y planicies aluviales	5a. Mosaico de cultivos	10	
	5aa. Mosaico de cultivos abandonados	1	
	5ab. Mosaico de cultivos con bosque de pino	1	
	5ac. Mosaico de cultivos con bosque de pino abierto	1	
	5b. Asentamiento humano concentrado	9	
	5c. Parque urbano	1	
	5d. Cantera	2	

Figura 5. Mapa de geofacies paisajísticas de las alcaldías Tlalpan y Milpa Alta. En recuadros se muestran detalles del patrón de paisajes en distintos geosistemas. Fuente: elaboración propia.

73 conos volcánicos separados por derrames de lava y depresiones cubiertas de material piroclástico y depósitos aluviales, con pendientes suaves a moderadas (3-15°). La orografía favorece un clima templado subhúmedo en la base de la sierra y semifrío subhúmedo en las cumbres, así como un patrón de vegetación potencial caracterizado por distintos pisos bioclimáticos de bosque templado.

El patrón de sistemas de uso de suelo refleja la influencia de la distribución de lavas y rellenos aluviales sobre el desarrollo forestal, agropecuario y urbano. El paisaje de esta región natural se organiza en tres geosistemas:

a) Geosistema de las cumbres del campo volcánico Chichinautzin, con bosque de coníferas y uso agropecuario, forestal y turístico (282.01 km^2). Se distribuye en dos extensas áreas cumbrales, separadas por la extensa área agrícola del volcán Ocopiasco. La unidad de relieve consiste en los más extensos conos de tefra y volcanes escudo de la sierra, entre los que destacan el volcán Pelado en Tlalpan, y los volcanes Chichinautzin, Tláloc y Cuatzin en Milpa Alta. El rango altitudinal de 3100 a 3, msnm, permite un mesoclima frío y subhúmedo, con una vegetación potencial de bosque de coníferas, sobre suelos poco desarrollados. El sistema de uso de suelo es forestal, con actividades agrícolas en las planicies aluviales que disponen de suelo.

El patrón paisajístico es diverso y fragmentado, con 74 tipos de geofacies distribuidas en 617 polígonos. Es el geosistema mejor conservado de la sierra, con numerosas geofacies forestales, entre las que destacan el bosque de pino sobre derrames lávicos pronunciados (23.8% de la superficie) y volcanes escudo (13.2%). Sin embargo, las limitantes impuestas por el medio lávico, la explotación forestal y los incendios, favorecen las geofacies de bosque abierto de pino, bosque de aile, pastizal, matorral y suelo desnudo. La actividad agrícola está restringida al interior de los cráteres y pequeñas planicies aluviales, en tanto que los asentamientos humanos coinciden con geofacies de antiguos derrames lávicos (Figura 5).

b) Geosistema de la vertiente alta del campo volcánico Chichinautzin, con bosque mixto y uso agrícola y forestal con asentamientos humanos concentrados (173.20 km^2). Se distribuye en torno a las cumbres de la sierra, donde la unidad de relieve consiste en laderas lávicas de declive suave a pronunciado, y salpicadas de volcanes escudo, domos y conos volcánicos. La altitud, de 2700 a 3100 msnm, permite un mesoclima semifrío y subhúmedo, con bosque mixto de pino-encino como vegetación potencial. En este contexto destacan las planicies de material piroclástico y sedimentos aluviales, que favorecieron el desarrollo histórico de pequeños pueblos agrícolas. En la segunda mitad del siglo XX, el crecimiento de la Ciudad de México y la construcción de vías de ferrocarril y carreteras que atraviesan el área de estudio favorecieron la transformación del sistema de usos de suelo, a partir del desarrollo demográfico y la urbanización de los antiguos pueblos rurales en ambas alcaldías.

La diversidad de ambientes y la antropización de los espacios rurales permiten un patrón paisajístico complejo, con 76 tipos de geofacies distribuidas en 512 polígonos. Dominan las geofacies con mosaico de cultivos y asentamientos humanos sobre derrames lávicos (33.0% y 11.3%, respectivamente), en tanto que, debido a los incendios y la explotación forestal, las geofacies de bosque nativo de pino-encino han sido cada vez más fragmentadas y transformadas a bosque abierto de pino, bosque de aile y matorral (Figura 5).

c) Geosistema de la vertiente baja del campo volcánico Chichinautzin, con bosque de encino y uso agrícola y forestal con desarrollo urbano (113.50 km^2). Comprende la base de la vertiente norte de la sierra Chichinautzin, donde la unidad de relieve se define por los derrames de lava más distales de la sierra, con escasos conos volcánicos y restos –en Tlalpan– de la antigua sierra de Xochitepec. La altitud de 2300 a 2,00 msnm permite un mesoclima templado y subhúmedo y una vegetación potencial de bosque de encino. Mientras que en Milpa Alta el sistema de uso de suelo predominante es agrícola, con mayor desarrollo de asentamientos humanos concentrados en pueblos y nivel alto de deforestación, en Tlalpan la expansión de área urbana de la Ciudad de México eliminó por completo el uso agrícola del suelo, y solo escasas geofacies naturales han logrado perdurar al interior de espacios protegidos.

La deforestación y urbanización, acentuados en Tlalpan, se traducen en un patrón de paisaje

poco diverso, con tan solo 27 tipos de geofacies distribuidas en 114 polígonos. Las geofacies más extensas son los asentamientos humanos sobre derrames lávicos jóvenes (35.8% de la superficie, concentrados en Tlalpan) y el mosaico de cultivos sobre derrames lávicos jóvenes (24.5% en Milpa Alta). En cambio, las geofacies forestales se presentan en escasos fragmentos de bosque de encino y aile, así como matorrales y pastizales sobre derrames lávicos jóvenes, conos y cráteres volcánicos, y el volcán escudo Teuthli (Figura 5).

Región natural de la planicie fluvio-lacustre de fondo de la Cuenca de México, con uso urbano

La cuenca de México es una extensa morfoestructura (32.02 km2) de morfología llana y escalonada, cuyo origen en el Plio-Cuaternario se debió a la acumulación de sedimentos volcánicos, aluviales y lacustres provenientes de las sierras volcánicas que la delimitan (Mooser, 1996). El clima subhúmedo y templado, aunado a las condiciones hidrológicas de cuenca endorréica, favorecen un patrón de vegetación potencial con distintos tipos de bosque templado. La gran extensión y heterogeneidad de la cuenca se traducen en un complejo patrón de sistemas de uso de suelo que, sin embargo, no se aprecia en la pequeña superficie de la cuenca que está representada en el área de estudio, donde se presenta solo un geosistema.

a) Geosistema de la planicie marginal fluvio-lacustre, con desarrollo urbano (17.66 km^2). Las estribaciones de la planicie del fondo de la Cuenca de México se adentran al territorio de estudio en dos áreas, una al norte de Tlalpan (14.42 km^2) y otra al nororiente de Milpa Alta (3.24 km^2). La unidad de relieve consiste en planicies inclinadas de edad holocena, que se formaron a partir de la acumulación de material volcánico y sedimentos aluviales provenientes de la sierra de Las Cruces (en Tlalpan) y Chichinautzin. Su posición altitudinal, de 2200 y 2300 msnm, permite una vegetación potencial de bosque de encino, actualmente inexistente. La disponibilidad de terreno estable, suelo y agua permitieron el desarrollo agrícola hasta la segunda mitad del siglo XX, cuando la expansión del área urbana de la Ciudad de México ocasionó la transformación del sistema de uso de suelo, actualmente dominado por los usos de carácter urbano.

La escasa superficie y la homogeneidad ambiental se traduce en el patrón de paisaje más sencillo del área de estudio, con siete tipos de geofacies distribuidas en 14 polígonos. Mientras que en Tlalpan la geofacies más extensa corresponde al sector del área urbana de la Ciudad de México que se asienta sobre la planicie aluvial (77.4% de superficie), en Milpa Alta predomina un ambiente rural, con mosaicos de cultivos (7.4%) y asentamientos humanos (5.3%).

El mapa de paisajes de la Figura 5 muestra 113 tipos de geofacies distribuidos en los seis geosistemas que conforman a las alcaldías de Tlalpan y Milpa Alta. Si bien la geofacies es un nivel de resolución paisajística que integra tres componentes (forma de relieve, tipo de vegetación y uso de suelo), con la finalidad de facilitar la lectura del mapa, los 113 tipos de geofacies fueron integrados en cinco grupos y 28 clases en atención al componente diferenciador (forma de relieve, tipo de vegetación o uso de suelo específico) que considera el más representativo.

CONCLUSIONES

El estudio presenta las bases conceptuales y metodológicas de una propuesta original para la clasificación y cartografía del paisaje. Frente a otras metodologías que consideran que los componentes diferenciadores del paisaje cambian conforme a la escala de aproximación, en esta propuesta se defiende la idea de que el paisaje es una entidad geográfica que se define y distingue por ser de carácter eminentemente integral. Por lo tanto, si bien los componentes ambientales cambian de resolución conforme a la escala, no dejan de intervenir en los distintos niveles del gradiente espacio-temporal del paisaje.

Ante la complejidad que impone la integración de los componentes ambientales (físicos, biológicos y antrópicos) en el paisaje, el método propone a los llamados "componentes diferenciadores del paisaje": relieve, vegetación y uso de suelo, de amplias cualidades fenológicas que les permiten ser fácil-

mente aprehendidos por la sociedad. Además, su consideración en el paisaje sintetiza la intervención de los "componentes complementarios", de amplia utilidad para caracterizar y explicar a los paisajes, pero que no depende de ellos su definición tipológica y espacial.

Para facilitar el entendimiento multiescalar de las relaciones espaciales entre los componentes del paisaje y de la realidad paisajística del sitio en estudio, se propuso una clasificación de carácter taxonómico-corológico, con tres niveles: región natural, geosistema y geofacies. En la región natural los componentes diferenciadores del paisaje adoptan la resolución espacio-temporal más gruesa: morfoestructura (relieve), patrón de vegetación potencial (vegetación) y patrón de sistemas de uso de suelo (uso de suelo); en el geosistema adoptan una resolución intermedia: unidad de relieve, vegetación potencial y sistema de uso de suelo, y en las geofacies adoptan la resolución más fina: forma de relieve, tipo de vegetación y uso de suelo específico.

La aplicación del método expuesto permitió obtener resultados satisfactorios en el caso de las alcaldías de Tlalpan y Milpa Alta, de la Ciudad de México, área de amplio interés ambiental y sociocultural, aunque fuertemente intervenida, para la que no se tiene registro de clasificaciones o cartografías de paisaje. El sistema de clasificación del paisaje de esta área muestra tres tipos de regiones naturales, seis de geosistemas y 113 de geofacies. Las regiones naturales se presentan en polígonos únicos, los geosistemas en uno o dos polígonos, en tanto que el grado de detalle que se empleó para delimitar a las geofacies permitió identificar más de 1200 polígonos.

El mapa de paisajes resultado de la investigación debe ser entendido como una herramienta de gran utilidad para la planificación y gestión ambiental y del territorio, como se ha visto en numerosos trabajos, donde este tipo de productos ha sido usado bajo distintas condiciones ambientales y objetivos de aplicación. Entre ellos, destacan los estudios fundamentalmente europeos, que se han dirigido a la valoración, gestión y protección del paisaje como recurso y patrimonio. Queda entonces pendiente en nuestro caso poner a prueba la efectividad del mapa de paisaje en el diagnóstico de diversos temas ambientales, ecológicos y socioculturales prioritarios en el sur de la Ciudad de México.

REFERENCIAS

Abalakov, A. D. y Sedykh, S. A. (2010). Regional-typological study and mapping of geosystem analysis of the implementation. *Geography and Natural Resources*, *31*, 317-323. http://doi.org/10.1016/j.gnr.2010.11.016

Acosta, J., Suango, V., Proaño, J. y Zambrano, J. (2016). Determinación de la capacidad de acogida por medio de la zonificación paisajística para el Ecuador continental. *Ecuador es Calidad*, *4*(1).

Alves, N. M. S., Silva, D. B., Carvalho, I. S. My Menezes, A. A. (2017). Análise geossistêmica da bacia hidrográfica do Rio Aningas-Pirambu, Sergipe. En A.Perez-Filho y R. R. Amorim, (Org.), *Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento* (pp. 618-629). Campinas, Instituto de Geociencias.

Amorim, R. R. y Olivera, R. C. (2008). As unidades de paisagem como uma categoría de análise geográfica: o exemplo do municipio de São Vicente-SP. *Sociedad y Natureza*, *20*(2), 177-198.

Arias, J. (2015). *Identificación, caracterización y cualificación de los paisajes de las grandes cuencas endorreicas de Andalucía: ensayo metodológico para la implementación del Convenio Europeo del Paisaje en sistemas lacustre-palustres*. Tesis doctoral. Universidad de Granada. España.

Arredondo-León, C., Muñoz-Jiménez, J. y García-Romero, A. (2008). Recent changes in landscape-dynamics trends in tropical highlands, central México. *Interciencia*, *33*(8), 569-577.

Bastian, O., Beierkuhnlein, C., Klink, H. J., Löffler, J., Steinhardt, U., Volk, M. y Wilmking, M. (2002). Landscape structures and process. En O: Bastian (Ed), *Development and Perspectives of Landscape Ecology* (pp. 49-65). Springer. http://doi.org/10.1007/978-94-017-1237-8

Bertrand, G. (1968). Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, *39*(3), 249-272. http://doi.org/10.3406/rgpso.1968.4553

Bertrand, G. (1978). Le paysage entre la nature et la societé. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, *49*(2), 239-258. https://doi.org/10.3406/rgpso.1978.3552

Bertrand, C. y Bertrand, G. (2007). *Geografía del medio ambiente el sistema GTP: geosistema, territorio y paisaje*. Granada. España: Editorial Universitaria de Granada (EUG).

Bloomfield, K. A. (1975). A late-Quaternary monogenetic volcano field in central México. *Geol Rundsch., 64*, 476-497.

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*. Ciudad de México: Ediciones del Lirio.

Carbajal, J. C., Hernández, J. R. y Bollo, M. (2010). Paisajes físico-geográficos del Circuito Turístico Chilpancingo-Azul, estado de Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas, 73*, 71-85.

Consejo de Europa (2000). Convenio europeo del paisaje, 2000. https://www.coe.int/en/web/landscape/home. Consultado el 29 de abril de 2020.

De Montis, A. (2014). Planning systems: A comparative investigation of six case studies. *Landscape and urban Planning*, *124*, 53-65. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.005

Drdos, J. (1992). On the carrying capacity of environment. *Geografía y Desarrollo*, *3*(7), 19-24.

Estêvez, L. F., Cunico, C., Mezzomo, M. M., Biesek, A. S. y Maganhotto, R. (2011). Análise da paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Marumbi, Morretes-PR: unidades de paisagem, fragilidade potencial e hemerobia. *Raega-O Espaco Geográfico em Análise*, *23*, 428-447.

Frolova, M. (2006). Desde el concepto de paisaje a la Teoría de geosistema en la Geografía rusa: ¿hacia una aproximación geográfica global del medio ambiente? *Ería*, *70*, 225-235.

García-Espino, J. C. y Valdés, C. L. (2019). Estabilidad, sensibilidad y antropización de los paisajes de la Reserva de la Biosfera Buenavista, Cuba. *Revista Geográfica de América Central, 63*(2), 189-213.

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*, *56*, 77-100.

García-Romero, A. (2014). El orden natural del paisaje en la geografía actual. En M. M. Checa, A. García, P. Soto y P. Sunyer (Ed.), *Paisaje y territorio. Articulaciones teóricas y empíricas* (pp. 89-105). Ciudad de México: Tirant Lo Blanch.

García-Romero A., y Muñoz J. (2002). *El paisaje en el ámbito de la Geografía. Temas Selectos de la Geografía de México*. Ciudad de México: Instituto de Geografía, UNAM.

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). http://doi.org/10.1080/01426397.2017.1404021

González-Bernáldez. B. F. (1981). *Ecología del paisaje*. España: Blume Ediciones.

Gragson, T. (1998). Potential versus actual vegetation: human behavior in a landscape medium. En W. Balée (Ed.), *Advances in historical ecology* (pp. 213-231). Nueva York: Columbia University.

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.

Jones, M. (2007). The European landscape convention and the question of public participation. *Landscape Research, 32*(5), 613-633. http://doi.org/10.1080/01426390701552753

Lima, C. O. y Oliveira, R. C. (2018). Proposta de zoneamiento geoambiental para o município de Caraguatatuba-SP. *Geosul*, *33*(67), 140-161.

Lugo, H. (1984). *Geomorfología del sur de la Cuenca de México*. Ciudad de México: Instituto de Geografía.

Martínez, A. (2017). Zonificación geoecológica, un criterio para la interpretación y análisis espacial del paisaje urbano de la Ciudad de Morelia, *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, 73*, 343-367.

Martínez de Pisón, E. (1998). El concepto de paisaje como instrumento de conocimiento ambiental. En: E. Martínez de Pisón. (Coord.), *Paisaje y medio ambiente*. Seminario llevado a cabo en Soria Fundación Duques de Soria, Valladolid. España.

Mata, R. (2014). Conocimiento Geográfico del Paisaje y Políticas Públicas. Estudios y Experiencias de Gestión a Distintas Escalas: En Checa, M. M., García, A., Soto, P., y Sunyer, P. (Ed*), Paisaje y Territorio. Articulaciones teóricas y empíricas* (50-83). Ciudad de México: Tirant Lo Blanch.

Mateo, J. M. (2002). *Geografía de los Paisajes. Primera parte: paisajes naturales.* La Habana: Universidad de la Habana.

Mateo, J. M., y Ortiz, M. A. (2001). La degradación de los paisajes como concepción teórico-metodológica, *Serie Varia, Nueva Época-Instituto de Geografía UNAM,* (1), 20-40.

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.

Méndez-Méndez, A., Serrano de la Cruz, M. A., Salinas, 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. http://dx.doi.org/10.6018/turismo.42.15

Mooser, F. (1996). *Nuevo mapa geológico de las cuencas de México. Toluca y Puebla. Estratigrafía tectónica regional y aspectos geotérmicos*. Ciudad de México: C.F.E.

Muñoz, J. (1998). Paisaje y geosistema. Una aproximación desde la Geografía Física. En: E. Martínez de Pisón (Coord), *Paisaje y Medio Ambiente*. Seminario llevado cabo en Soria Fundación Duques de Soria, Valladolid. España.

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. http://doi.org/10.19053/01233769.5850

Muñoz, D. A. (2017). *La Gestión de los Paisajes de Páramo en el marco de la Iniciativa Latinoamericana del Paisaje: Propuesta Metodológica Aplicada a Nariño, Colombia.* Tesis doctoral. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Colombia.

Priego, A., Morales, H. y Enríquez, C. (2004). Paisajes físico-geográficos de la cuenca Lerma-Chapala. *Gaceta Ecológica*, *71*, 11-22.

Priego, A., Moreno, P., Palacio, J., 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.

Ramón, A., 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, 1*, 95-108.

Ruíz-Gómez, M. (2006). El crecimiento de los asentamientos irregulares en áreas protegidas. La delegación Tlalpan. *Investigaciones Geográficas,* 60, 83-109.

Salinas, E., García, A. E., Sánchez, 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., Costa de Souza, L., y Moreira, A. (2019). Cartografía de los paisajes: teoría y aplicación. *Physis Terrae*, *1*(1), 7-29. http://doi.org/10.21814/physisterrae.402

Santos, L. S., Nahum, J. S., Santos, C. B., y Júnior, O. M. S. (2019). Paisagem rural da microrregião de Tomé-Acu sob a ótica bertrandiana. *Revista Brasileira de Geografía Física*, *12*(7), 2694-2715.

SEDEMA. (2016). *Suelo de Conservación*. Ciudad de México: Secretaría del Medio Ambiente.

Serrano-Giné, D., García-Romero, A., García-Sánchez, L. A., y Salinas, E. (2019). Un nuevo método de cartografía del paisaje para altas montañas tropicales. *Cuadernos Geográficos*, *58*(1), 83-100. http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i1.6517

Simensen, T., Halvorsen, R. y Erikstad, L. (2018). Methods for landscape characterisation and mapping: A systematic review. *Land use policy*, *75*, 557-569.

Swanwick. C. (2002). *Landscape Character Assessment. Guidance for England and Scotland*. Gran Bretaña: The Countryside Agency, Scottish Natural Heritage.

Tudor, C. (2014). *An approach to Landscape Character Assessment*. Inglaterra: Natural England.

Valdés-Carrera, A., y Hernández-Guerrero, J. A. (2018). Zonas funcionales y unidades de paisaje fisicogeográfico en la microcuenca Potrero de la Palmita, Nayarit, México. *Revista Geográfica de América Central, 1*(60), 189-230.

Zonneveld, I. (1995*). Land Ecology, An introduction to Landscape Ecology as base for Land Evaluation, Land Management and Conservation*. Amsterdam: SPB Academic Publishing.