

Valoración de la degradación geocológica del paisaje como fundamento para la gestión ambiental.

Geo-ecological assessment of the degradation of the landscape as the foundation for environmental management.

¹Miguel Ángel Balderas Plata, ³Yered Gybram Canchola Pantoja, ¹Luis Miguel Espinosa Rodríguez, ²Mario Arturo Ortiz Pérez.

¹Facultad de Geografía, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex).

²Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

³Facultad de Química, Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex). Av. Leona Avicario s/n, Unidad Lázaro Cárdenas, Bloque 23 Módulo-44 Dpto.101, C.P. 52177, Metepec, Estado de México. Tel: 01 (722) 5 40 54 48. geog.canchola@gmail.com.

RESUMEN. El presente proyecto forma parte de una investigación titulada “Propuesta de metodología para el análisis y valoración geocológica del paisaje” que refiere a un método constituido por cuatro etapas de trabajo que involucran: la determinación de los criterios taxonómicos del paisaje; la delimitación de las unidades locales del paisaje; la generación de la propuesta del modelo donde se identificó las etapas de transición y ciclos constantes en el espacio terrestre y la validación estadística del modelo.

De manera particular el trabajo expone el desarrollo de la propuesta para el análisis del estado actual de la degradación geocológica del paisaje, en el cual se emplean variables de tipo natural como la geología, la geomorfología y la climática; así como de carácter antrópico como la ocupación humana del territorio; todo ello expresado a través de ecuaciones físico-matemáticas y mediante la elaboración de un modelo cíclico que muestra la pérdida de atributos y propiedades sistémicas que garantizan el cumplimiento de las funciones naturales en el medio para la subsistencia del hombre.

La fundamentación teórica de la valoración geocológica del paisaje y la conceptualización del grado de hemerobia se realiza a través de un enfoque holístico y diacrónico para determinar las sucesiones en el medio, derivado de la dinámica natural y los impactos por

Recibido: Mayo, 2015.

Aprobado: Julio, 2015

las presiones que ejercen las actividades socioeconómicas para la adquisición de bienes y servicios ambientales, lo cual conviene tomar en cuenta para la planificación, el desarrollo de proyectos, y el impulso de políticas en el marco de la gestión ambiental.

ABSTRACT. This project is part of a research entitled "Proposed methodology for the analysis and valuation of geo-ecological landscape" which refers to a method consists of four stages of work involving: determining taxonomic criteria of the landscape; the delimitation of local landscape units; proposal generation model where the stages of transition and constant cycles identified in the terrestrial and statistical validation of the model.

In particular the paper describes the development of the proposal for the analysis of the current state of the geo-ecological degradation of the landscape, in which wild-type variables as geology, geomorphology and climate are used; and anthropogenic character as human occupation of the territory; all it expressed through physical and mathematical equations and by developing a cyclic model showing the loss of attributes and systemic properties that ensure compliance with the natural functions in the middle for the survival of man.

The theoretical foundation of geo-ecological assessment of the landscape and the conceptualization of the degree of hemerobia is through a holistic and diachronic approach to determine the sequences in the middle, derived from the natural dynamics and impacts because of pressure exerted by the socioeconomic activities for the acquisition of environmental goods and services, which should be taken into account in the planning, project development, and the propose of policies in the context of environmental management.

Palabras clave: Paisaje, modelo, gestión, degradación y ambiente.

Key words: Landscape, model, management, degradation and environmental.

INTRODUCCIÓN

El trabajo se encuentra dentro del programa del Doctorado en Ciencias Ambientales con sede en la Facultad de Química de la UAEMex, el cual presenta una investigación sobre como la Geomorfología contribuye al estudio del paisaje para valorar y determinar las condiciones geocológicas en este.

La geomorfología ha sido objeto de aplicación en diversos estudios como ambientales, de regionalización, ordenamiento del territorio, riesgos, que ha tendido a ser clasificatorios del espacio, por lo cual ahora se expone un modelo teórico-funcional de cómo esta disciplina y el paisaje se pueden ver como un binomio indisoluble y complementario contribuyen a entender los procesos internos entre los distintos elementos que lleve a la comprensión de la funcionalidad de un entorno, desde una perspectiva de conexión en un espacio tridimensional, “territorio, geosistema y el paisaje”.

Esta investigación refiere a un método constituido por cuatro etapas de trabajo que involucran: la determinación de los criterios taxonómicos del paisaje; la delimitación de las unidades locales del paisaje; la generación de la propuesta del modelo donde se identificó las etapas de transición y ciclos constantes en el espacio terrestre y la validación estadística del modelo.

En este sentido la fundamentación teórica se basa en el entendimiento del marco conceptual del espacio geográfico, la estructura territorial, la valoración de la transformación geocológica de los paisajes y la conceptualización del grado de hemerobia, a través de un enfoque holístico y diacrónico para determinar las sucesiones de dinámica-evolución en el medio, aportando una aproximación en la funcionalidad de la autorregulación y regeneración en éste.

De igual forma la complejidad en si misma que resulta el estudio del paisaje, parte del hecho comprender bajo que enfoque, escala, criterio, elemento diferenciador, homogéneo y/o heterogéneo se puede tipificar a un espacio determinado, aunado al entendimiento del entramado económico-institucional que enfrenta la sociedad en un crecimiento infinito, el cual ejerce una constante presión para adquisición demandante de bienes y el deterioro de los servicios ambientales, (Ortiz, 2014) lo cual conviene tomar en cuenta para la planificación, el desarrollo de proyectos y el impulso de políticas ambientales en el marco la gestión ambiental (Ver figura 1).

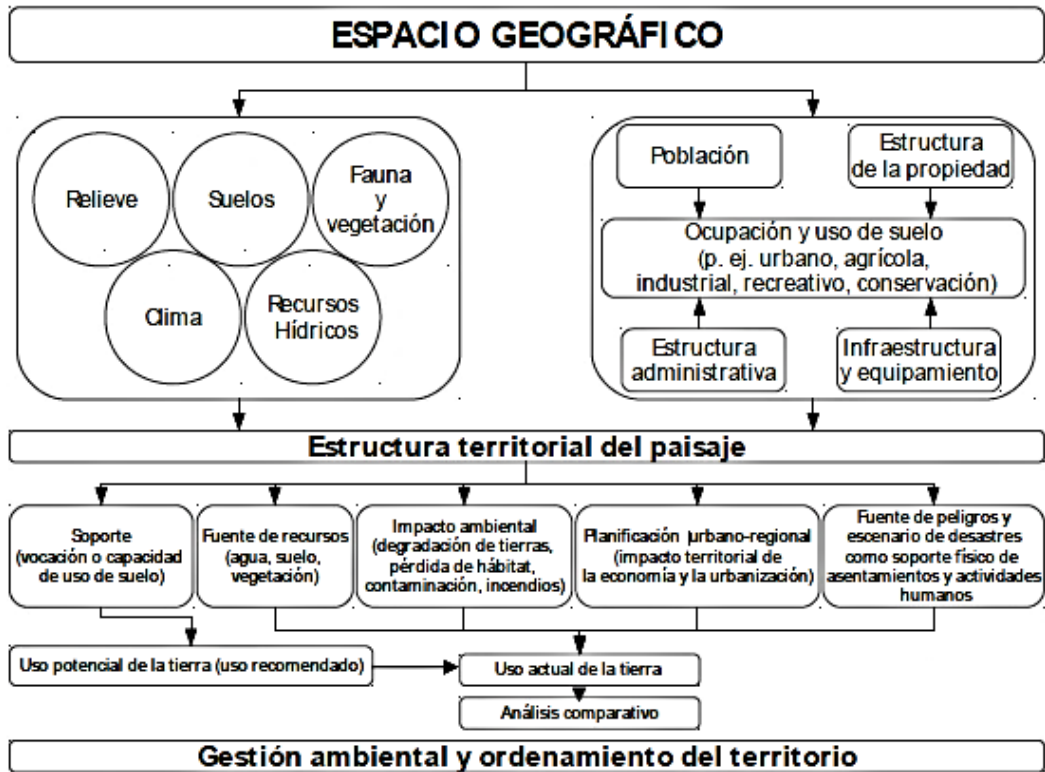


Figura 1: Presenta la concepción teórica-territorial del espacio geográfico y el paisaje como sustento para la gestión ambiental. Fuente: Ortiz, M., 2012.

La validación de la metodología se llevó a cabo en el municipio de Valle de Bravo, ya que bajo una perspectiva ambiental se ha considerado a su territorio con transformaciones significativas y en muchos casos en situaciones de irreversibilidad, donde se han percibido cambios drásticamente en el medio ambiente provocado por la actividad humana (Gob. del Edo. Mex., 2006).

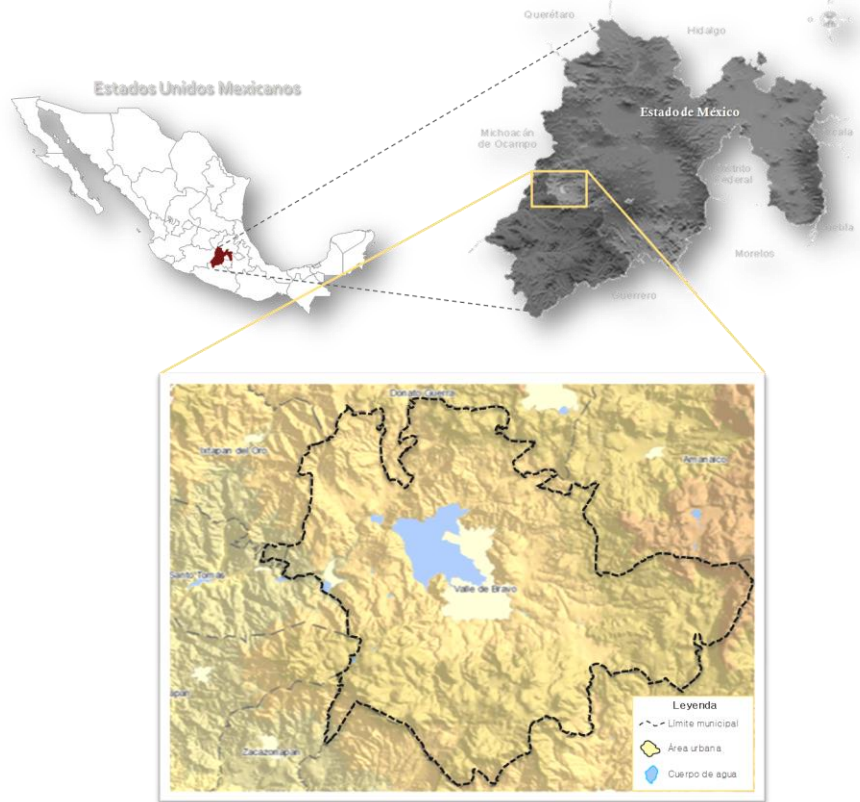


Figura 2. Ubicación del Municipio de Valle de Bravo, Estado de México. Fuente: Mapa digital de México, INEGI, 2011, <http://gaia.inegi.org.mx/mdm5/viewer.html>

Planteamiento del Problema

El estudio del paisaje, ha traído consigo el desarrollo de distintos enfoques de escala, criterios, para tratar de tipificar un espacio determinado y comprender la presión social ante la demandante adquisiciones de bienes naturales para la subsistencia humana lo que ha generado un deterioro aparente en los servicios ambientales, por lo cual conviene saber el estado actual de un entorno para el impulso de proyecto, acciones y políticas en materia de gestión ambiental.

Por ello se plantea desarrollar una metodología sustentada en conjuntar y analizar variables de índole natural (geológicas-geomorfológicas-climáticas) y antropogenéticas (cambios de uso de suelo), en relación a su estructura (componentes) y el funcionamiento de intercambio de energía y materia que permita integrar el modelo para comprender bajo una perspectiva sistémica las condiciones actuales y el nivel de deterioro ambiental del paisaje.

En este sentido al contar con la valoración geocológica del paisaje y la conceptualización del grado de hemerobia mediante un enfoque holístico y diacrónico se pudo determinar las sucesiones en el medio, derivado de la dinámica natural y los impactos por actividades humanas, y se puede considerar para aquellas políticas y decisiones para el aprovechamiento, preservación, gestión y mejoramiento del medio ambiente y los recursos naturales, la ordenación y uso del territorio, la implementación de programas, proyectos, así como para la toma de acciones correctivas y/o preventivas de diversas índoles, por ejemplo: ecológicas, de biodiversidad, ambientales, de riesgos, y de la planeación urbana territorial, y/o como un complemento para diversos análisis posteriores del paisaje.

Objetivos

El objetivo general es generar una propuesta metodológica para el análisis del paisaje que permita identificar su etapa de transformación y valorar su nivel de degradación geocológica, mediante la generación de un modelo, en distintas unidades locales del paisaje. De manera particular delimitar unidades locales del paisaje, con base en criterios taxonómicos, históricos-evolutivos, geológicos-geomorfológicos, climáticos y antropogenéticos y generar la propuesta del modelo para identificar la etapa de transformación del paisaje y valorar el nivel de degradación geocológica en las unidades locales del paisaje, en Valle de Bravo, Estado de México.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la presente investigación se basó en realizar un marco teórico conceptual a partir de una consulta bibliográfica y cartográfica para sustentarlo en aquellos fundamentos teóricos-epistemológicos y metódicos-funcionales, para de ahí diseñar los criterios taxonómicos para la delimitación de unidades del paisaje, en el cual se emplean variables de tipo natural como la geología, la geomorfología y la climática; así como de carácter antrópico como la ocupación humana del territorio; todo ello expresado a través de ecuaciones físico-matemáticas y mediante la elaboración de un modelo cíclico que muestra la pérdida de atributos y propiedades sistémicas que garantizan el cumplimiento de las funciones naturales en el medio para la subsistencia del hombre (ver figura 3).

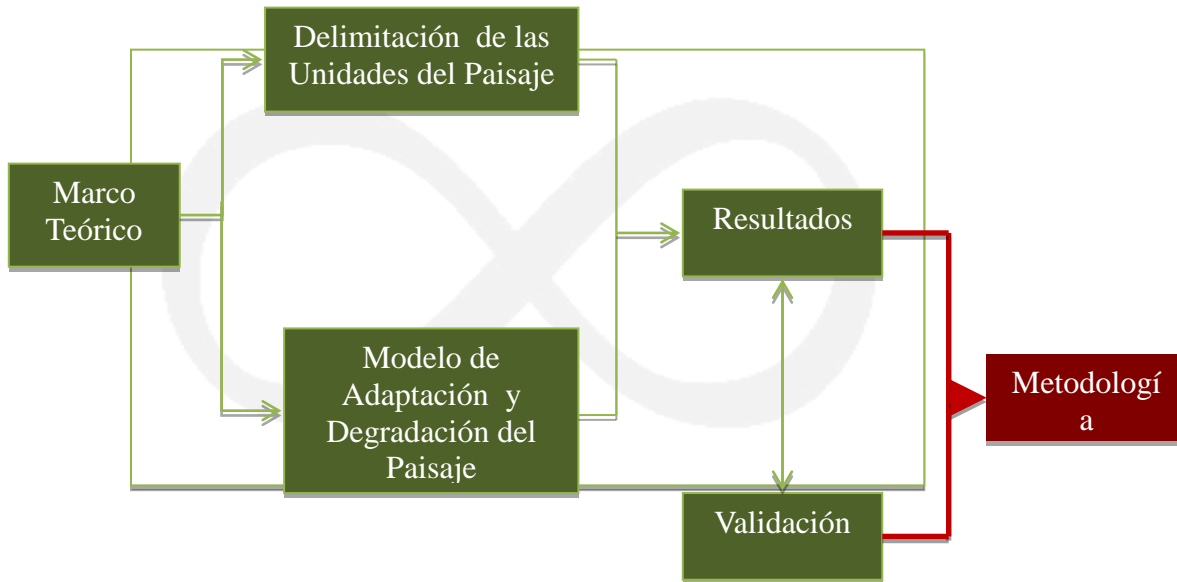


Figura 3. Diagrama general de la metodología

La metodología consta de cuatro fases, la primera se determinaron los criterios taxonómicos para el estudio del paisaje; la segunda la identificación de las unidades del paisaje a escala 1:50 000, la tercera generación del modelo y la cuarta la validación.

La fase I consistió en la propuesta de un sistema de clasificación taxonómica con base a variables condicionantes y operacionales a escala 1: 50 000, y la propuesta de un axioma paisajístico para la diferenciación de las unidades de paisaje expresado de la siguiente manera:

Dónde: Unidad del Paisaje= (C1+C2+C3+C4).

Tabla 1. Variables condicionantes y operacionantes para la determinación de valores para el modelo

Variables condicionantes					Escala
(C1) Geología		(C2) Relieve		(C3) Clima	
Variables operacionales	(G1) Escarpes de falla	(R1) Diferenciación de geoformas	(C I) Precipitación	(U1) Agrícola	1:50000
	(G2) Fracturas	(R2) Procesos morfométricos	(C II) Humedad	(U2) Urbano	

(G3) Fallas	(R3) Dinámica intensa	(C III) Temperatura	(U3) Turístico
(G4) Litología	(R4) Dinámica moderada	(C IV) Carga calorífica	(U4) Pecuario
	(R5) Procesos incipientes y difusos		(U5) Forestal

De igual forma para el levantamiento de datos se utilizaron criterios de Gómez, *et al* (1982), De Bolós (1992), De Pedraza (1996), Mateo y Ortiz (2001), Mateo (2002), Slaymaker *et al*, (2009) y Ortiz (2014.) para la obtención de rasgos geomorfológicos, geológicos, climáticos y uso del suelo, para analizar la estructura tanto de variables naturales como antrópicas del paisaje, lo cual conlleva a comprender el funcionamiento de los componentes de las unidades, donde el agente (A) es el elemento que determina el flujos de energía; y el Proceso (P) es la condicionante que contribuye a conocer la dinámica de una determinada unidad para asignarle el Peso (R), que es utilizado para la generación del modelo y obtener del desarrollo evolutivo de la transformación del paisaje por unidad (DET_{up}).

En la fase II se identificaron las Unidades del Paisaje mediante la revisión bibliográfica, levantamiento de información en campo y la elaboración de cartografía especializada donde se elaboraron 17 mapas temáticos siendo los siguientes:

1. Mapa base
2. Mapa altimétrico
3. Mapa de pendientes
4. Mapa con la Ortofoto
5. Modelo digital de elevación
6. Mapa de órdenes de drenaje
7. Mapa geológico
8. Mapa edafológico
9. Mapa climático
10. Mapa de uso del suelo y vegetación
11. Mapa Geomorfológico
12. Mapa de procesos gravitacionales
13. Mapa de procesos fluviales
14. Mapa de densidad de disección
15. Mapa de energía del relieve
16. Mapa de Unidades del Paisaje
17. Mapa modelo para la valoración geocológica del paisaje

En este sentido cabe hacer mención que se hizo una interpretación y correlación de los mapas para obtener los atributos del por unidad del paisaje, así como la verificación y

levantamiento en campo de información donde se tomó como base el mapa geomorfológico (ver figura 4).

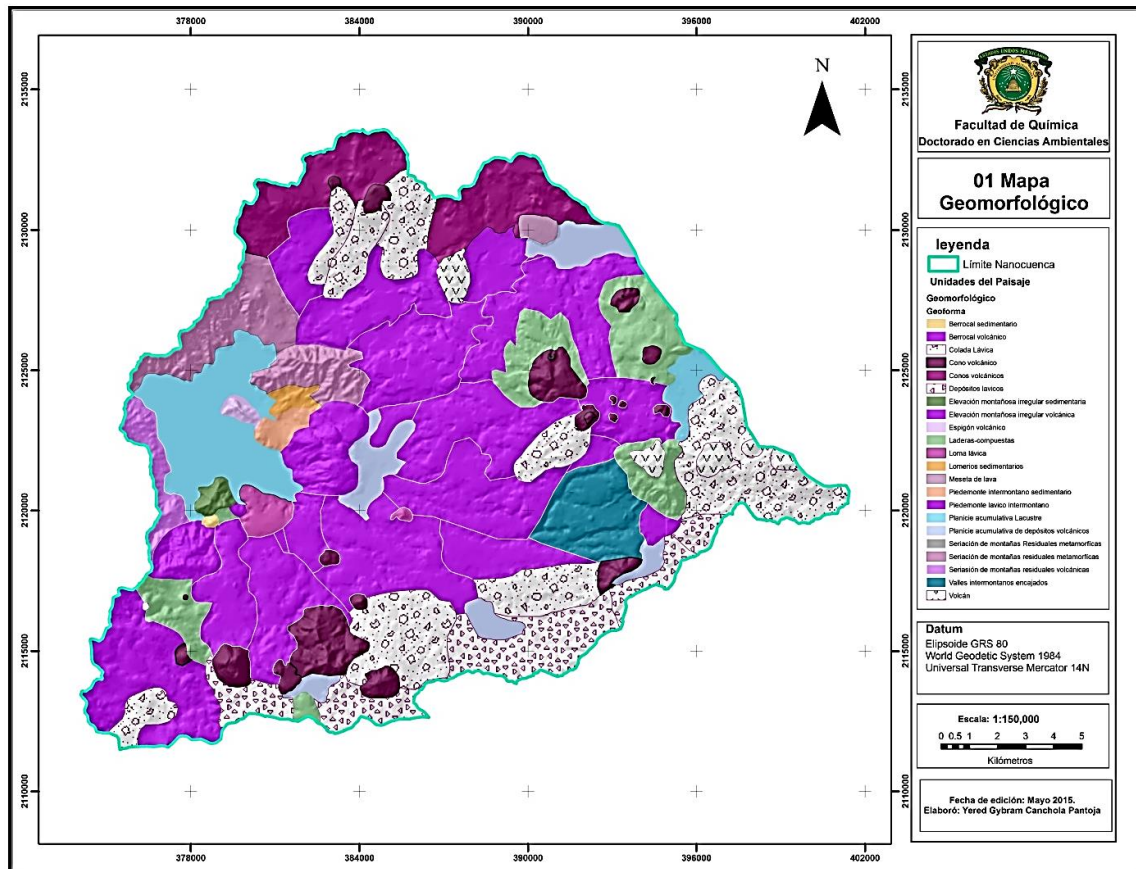


Figura 4. Mapa geomorfológico de la zona de estudio.

Para la delimitación de las unidades del paisaje en conjunción con otros atributos físicos geográficos según la siguiente ruta analítica:

1. Geoformas + 2. Litología +3. Altimetría + 4. Pendientes +5. Red de drenaje + 6. Cobertura vegetal + 7. Uso del suelo +8 Edafología + 9. Condiciones climáticas y meteorológicas + 10.parámetros morfométricos (densidad de disección y energía del relieve)+ 11 Análisis de ortofotos +12 Modelo Digital de Elevación y 13 Verificación en campo, obteniendo así el siguiente mapa con las 25 unidades del paisaje delimitadas (ver figura 5):

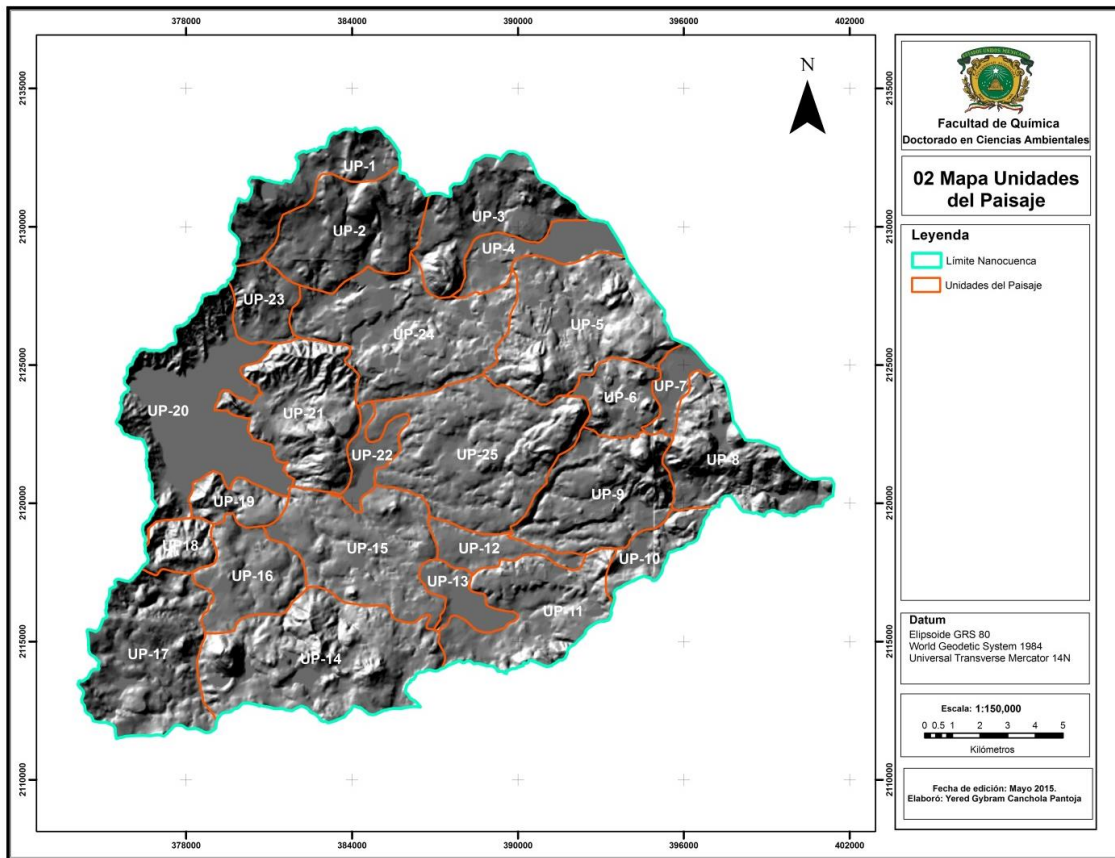
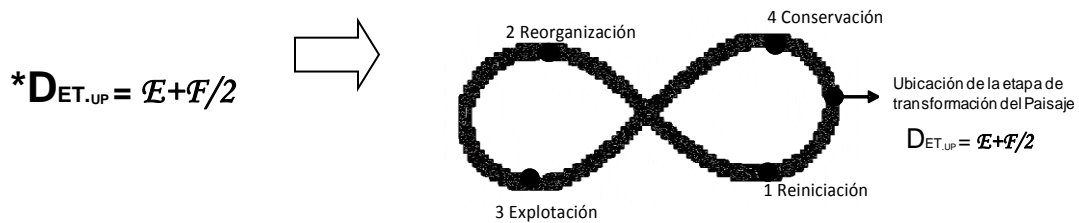


Figura 5. Mapa de unidades del paisaje

Para la fase III, se plantearon y desarrollaron las siguientes ecuaciones y obtener los datos por cada una de las unidades del paisaje donde:



Nota: propuesta de ecuación, adaptada con base en los fundamentos del Teorema de Moebius (1895)² Mateo y Ortiz (2001); Mateo (2002); teorema de Gunderson and Holling (2002), en (Slaymaker, et al, 2009) y Ortiz (2012).

DET.UP = Desarrollo evolutivo de transformación del paisaje por unidad del paisaje;

E= Estructura del Paisaje;

F= Funcionamiento del Paisaje.

Donde para “**E**” se calcularon:

Variable Dfy=Geología

Variable Dfx= Geomorfología

Variable Dfz=Unos del suelo y vegetación

Variable Dfc= Clima

Espesada en una determinante=

$$D_{fc} = \begin{vmatrix} Df_{x1} & Df_z \\ Df_c & Df_{y2} \end{vmatrix} \quad (Df_{x1}) * (Df_{x2}) - (Df_{xr} * D_{fc})$$

Para el caso de “**F**” se planteó la siguiente ecuación retomada de Mateo (2002):

$$\mathbf{F} = \mathbf{G} = \mathbf{T} - \mathbf{P} \longrightarrow \text{En donde:}$$

G=Cantidad de energía ganada o aportada por el paisaje;

T= Cantidad de energía transformada o reciclada dentro del geosistema;

P= Cantidad de energía disipada o esportada por el sistema a otros sistemas.

² *Teorema de Moebius*: Se basa en la propiedad de la continuidad de las cosas, (Castillo, 2011).

Por último la metodología entrara en la fase IV para la validación y evaluación, y con ello garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos.

RESULTADOS

Se obtuvieron 25 unidades del paisaje desarrollando cálculos matemáticos por cada unidad para obtener el DET como a continuación se presenta:

Unidad del Paisaje	DET
UP-1	2.20
UP-2	2.35
UP-3	2.72
UP-4	2.83
UP-5	2.77
UP-6	2.28
UP-7	2.89
UP-8	2.14
UP-9	2.17
UP-10	2.91
UP-11	2.35
UP-12	3.04
UP-13	3.68
UP-14	2.00
UP-15	3.00
UP-16	2.70
UP-17	2.56
UP18	2.64
UP-19	3.00

Unidad del Paisaje	DET
UP-20	3.30
UP-21	3.50
UP-22	2.85
UP-23	2.80
UP-24	2.84
UP-25	2.81
<i>Promedio de la Nanocuenca</i>	<i>2.73</i>

Estos se correlacionaran los resultados con la siguiente tabla para la interpretación de los valores:

Nombre de la etapa del ciclo del paisaje	Etapas del Ciclo del paisaje (DET)	Correlación con los niveles de degradación geocológica del paisaje	Nivel de degradación geocológica del paisaje
<i>Reiniciación</i>	1	1	Sin degradación
<i>Reorganización</i>	2	2	Baja
<i>Explotación</i>	3	3	Media
<i>Conservación</i>	4	4	Alta

El mapa resultado del modelo fue el siguiente (ver figura 6):

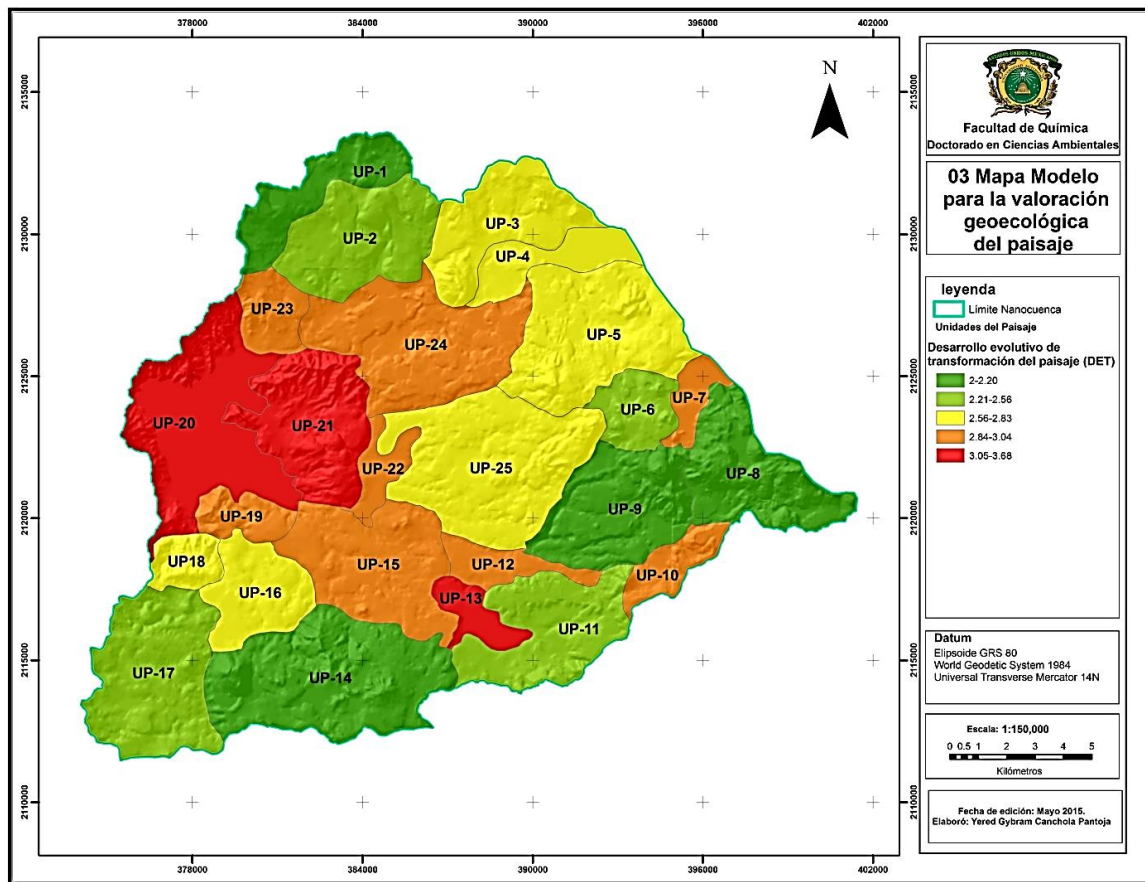


Figura 6. Mapa con el modelo para la valoración geocológica del paisaje

Los resultados obtenidos evidencia el grado actual de la degradación geocológica por unidad del paisaje, donde bajo esta primera corrida se observan una heterogeneidad de los datos, donde se obtuvieron una unidad catalogada con baja degradación, dieciocho unidades de baja a media, y seis de media a alta, obteniendo un balance en la zona de estudio catalogada con una degradación de media a alta.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se parte de la complejidad misma que resulta el estudio del paisaje, donde se reconoce la interacción de distintas corrientes científicas y postulados filosóficos para el entendimiento diacrónico sistémico evolutivo constante de éste, bajo el entendimiento del geosistema, territorio y paisaje, por lo cual mediante la postulación de este modelo se buscó comprender la realidad aparente del medio para determinar las condiciones del estado actual de nivel de geoecológica del paisaje.

Los resultados obtenidos se interpretan bajo el enfoque cíclico-dinámico de sucesiones y transformaciones en el paisaje con la corrida de este modelo, derivado de los impactos en el ambiente, la dinámica natural y las presiones por el uso actual del terreno, para valorar las, y con ello proponer acciones y/o políticas ambientales, para el uso y manejo integral del territorio mediante la formulación de proyectos fundamentados en la concepción integral teórica-práctica de la Gestión Ambiental.

Se obtuvo un ponderado de 2.73 lo cual nos indica de una degradación de baja a media, no así en 3 unidades propiamente UP-13, UP-20 y UP 21, donde se encuentra en estado de degradación de media a alta el cual pone en peligro la pérdida de atributos y propiedades sistémicas que garantizan el funcionamiento del medio, donde están incluidas las socioeconómicas para la subsistencia de las necesidades humanas.

De acuerdo con este postulado, el modelo generado y la metodología planteada permiten atender aspectos de funcionalidad, dinámica y evolución del paisaje que involucra estadíos de hemerobia natural y presión antropogenética que permitan por una parte, la comprensión integral del territorio para con ello, fundamentar las propuestas de gestión ambiental en diferentes niveles de aplicación, seguimiento y evaluación.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Autónoma del Estado de México por brindarme la oportunidad de realizar mis estudios Doctorales en Ciencias Ambientales.
- Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo y financiamiento para realizar mi Doctorado.
- A mi comité tutorial conformado por el Dr. Luis Miguel, Dr. Mario Arturo y Dr. Miguel Ángel por su incondicional apoyo y constante asesoría en mi formación académica.

BIBLIOGRAFÍA

Castillo, J., 2011 Moëbius. Aspectos Matemáticos, Instituto Alfonso XI de Alcalá la Real, Alcalá la Real (Jaén)- España. 1-10p.

De Bolós, M., 1992, Manual de ciencia del paisaje: Teoría, métodos y aplicaciones, Ed. Masson. Barcelona.

De Pedraza, J., 1996, Geomorfología, principios, métodos y Aplicaciones Ed. Rueda, Madrid, España.

Gaceta del Gobierno del Estado de México 2006, Actualización del Modelo Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México, Secretaria del Medio Ambiente, Toluca de Lerdo, México.

García, A., y Muñoz J., 2002 “El paisaje en el ámbito de la geografía”, III: Métodos y técnicas para el estudio del Territorio, Temas Selectos de Geografía de México, Instituto de Geografía, UNAM, México, D.F., 11-130p.

Gómez J., Muñoz J. y Ortega N., 1982, El Pensamiento Geográfico, Ed. Alianza, España.

Mateo, J. 2002. Geografía de los paisajes (Primera parte Paisajes naturales) Facultad de Geografía, Universidad de La Habana, Cuba.

Mateo J. y Ortiz M., 2001, La degradación Geoecológica de los paisajes como concepción teórico-metodológica. Serie Varia Nueva Época, Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.

Slaymaker, O., Spencer, T. y Embleton, C., 2009, Geomorphology and Global Environmental Change, Cambridge University Press, United States of America By Cambridge University Press, New York, USA.

Ortega, R. y Rodríguez, I., 2000, Manual de Gestión del Medio Ambiente, Ed. Mapfre, España.

Ortiz M., 2012, Landscape (Notas), “El Marco Natural del Ordenamiento Territorial” Posgrado en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México D.F.

Bibliografía de Apoyo

Arnáez, J., Errea, M.P., Lasanta, T., Ortigosa, L., y Ruiz-Flaño, P., 2009, Mountain pastures, environmental degradation, and landscape remediation: The example of a Mediterranean policy initiative, Elsevier, Applied Geography, journal homepage.

Costanza, R., & Voinov, A. (Eds.). (2004). Landscape Simulation Modeling: A Spatially Explicit, Dynamic Approach. Springer, New York.

Cuadras, M., 2012, Nuevos Métodos de análisis Multivariable, Ed. Manacor, Barcelona España.

De la Lanza Espino, G. y Ortiz, M., 2006, "Diferenciación del espacio costero de México: Un inventario regional", Serie Textos Universitarios, Núm. 3, Geografía para el siglo XXI, Instituto de Geografía, UNAM, México D.F. 3-34p.

Gallagher, K., Jones, S. J., & Wainwright, J. (2008). Landscape Evolution: Denudation, Climate and Tectonics over Different Time and Space Scales. Geological Society, London.

Hernández-Santana, J. R., Bollo-Manent. M., A. P., Méndez-Linares, C., López-Miguel 2009, Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) Una primera aproximación en el sexenio 2006-2012., México, D. F., Morelia Mich. y Cuernavaca Morelos. 1-30 p.

Jensen, M. E., & Bourgeron, P. S. (1994). Volume II: ecosystem management: principles and applications. USDA Forest Service General Technical Report PNW-GTR-318. 376p.

Kertész, A., 2009, The Global problem of land degradation and desertification, Hungarian Geographical Bulletin, Vol. 58 No.1, Hungarian Academy of sciences, Budapest, Hungary. 19-31p.

Lechnio, J., Malinowska, E. y Richling, A., 1994, Landscape research and its application in environmental management, Faculty of Geography and Regional Studies Warsaw University, Poland.

Lechnio, J., Malinowska, E. y Richling, A., 1998, Landscape transformation in Europe, The problems of landscape ecology Vol. III, Faculty of Geography and Regional Studies Warsaw University, Poland.

McGarigal, K., 2001, Introduction to Landscape ecology, Urban's Landscape Ecology course notes, Duke University, pp 1-8.

México, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) e Instituto Nacional de ecología (INE), 2011, Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Ciudad de México, 1-36p. Disponible en: URL: http://www.semarnat.gob.mx/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/talleres/consulta2/2011_06_20/poegt_present_tec_20110620.pdf

Stupariu, M.-S., & Pătru-Stupariu, I. (2011). Elaborating and implementing an algorithm for landscape evaluation and prognosis: Application for the mountainous and the subcarpathian sector of Prahova Valley. In (pp. 104). Universităţii din Bucureşti, Bucureşti.