



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
POSGRADO EN GEOGRAFÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN GEOGRAFÍA AMBIENTAL  
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS  
INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

**EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS PAISAJES DEL SUELO DE  
CONSERVACIÓN DEL DISTRITO FEDERAL**

TESIS  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRO EN GEOGRAFÍA**

PRESENTA:  
**FABIOLA GRESS CARRASCO**

TUTOR  
DR. MANUEL BOLLO MANENT  
CIGA-UNAM

MORELIA, MICHOACÁN, NOVIEMBRE, 2015



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

# EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS PAISAJES DEL SUELO DE CONSERVACIÓN DEL DISTRITO FEDERAL

	<b>Pág.</b>
<b>Introducción</b> .....	3
<b>1. Historia ambiental del Suelo de Conservación del Distrito Federal</b> .....	6
<b>2. Fundamentos teóricos</b> .....	16
2.1. Concepto de Paisaje .....	17
2.2. Enfoque Geoecológico .....	19
2.3. Degradación de los paisajes .....	23
2.3.1. Determinación del estado de degradación .....	25
2.3.2. Indicadores de degradación del SCDF .....	29
2.3.2.1. Indicador de degradación del suelo ...	30
2.3.2.2. Indicador de degradación de Vegetación	32
2.3.2.3. Indicador de influencia antrópica .....	33
2.3.3. Índice de degradación de los paisajes .....	34
<b>3. Materiales y Método</b> .....	36
3.1. Unidades de paisaje del SCDF .....	37
3.2. Indicadores de degradación del SCDF .....	40
3.2.1. Indicador de degradación del suelo .....	41
3.2.2. Indicador de degradación de Vegetación .....	42
3.2.3. Indicador de influencia antrópica .....	44
3.3. Índice de degradación de los paisajes .....	44
<b>4. Resultados</b> .....	45
4.1. Unidades de paisaje del SCDF .....	45
4.2. Indicadores de degradación de los paisajes del SCDF .....	48
	0

4.2.1. Indicador de degradación del suelo .....	48
4.2.2. Indicador de degradación de Vegetación .....	49
4.2.3. Indicador de influencia antrópica .....	52
4.2.4. Índice de degradación de los paisajes .....	54
5. Conclusiones .....	58
6. Bibliografía .....	60
7. Anexos .....	68

# **EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE LOS PAISAJES DEL SUELO DE CONSERVACIÓN DEL DISTRITO FEDERAL**

## **RESUMEN**

En el momento actual de crisis ambiental el crecimiento de la Ciudad de México es continuo y la necesidad de conservar los recursos naturales aumenta. El Suelo Urbano del Distrito Federal abarca una extensión de 61,082 hectáreas que representa el 41% de la superficie total, mientras que el Suelo de Conservación tiene una extensión de 88,442 hectáreas, es decir un 59% del territorio.

Estudiar las transformaciones espaciales a través de la Geografía del Paisaje permitirá evaluar y caracterizar la degradación en el Suelo de Conservación de manera integral, considerando indicadores de evaluación: suelo, vegetación e influencia antrópica.

El Suelo de Conservación del Distrito Federal es un territorio de gran importancia: ambiental, biológica y socioeconómica. Sin embargo, la degradación del paisaje pone de manifiesto la fuerte presión sobre los recursos naturales debido a las necesidades de la población colindante y de las misma ciudad, que se expresa en la pérdida del suelo y áreas cultivables, tala ilegal, deforestación, pérdida de biodiversidad y fragmentación de hábitats.

En este contexto, el presente estudio busca evidenciar el efecto de la implementación de la política ambiental que limita al Suelo de Conservación, analizado a partir de la caracterización de unidades de paisaje, así, el objetivo general se concentra en determinar los niveles de degradación del paisaje por unidad a través de indicadores ambientales que permitan establecer el tipo y magnitud.

Los resultados demuestran más problemas ambientales en las unidades urbanizadas o que mantienen contacto directo con la mancha urbana.

## INTRODUCCIÓN

El papel de la geografía en el estudio de la producción social del espacio (Lefebvre, 1991; Harvey, 1994), particularmente, en el momento actual de crisis ecológica y ambiental (Martínez, 1992), dirige irremediablemente la mirada al análisis de las relaciones que configuran la dinámica socioeconómica a diferentes escalas (Harvey, 2006).

El ritmo de explotación excesiva de recursos naturales como los bosques, agua y suelos, están haciendo cambios fundamentales en los ecosistemas a nivel local y mundial (O'Connor, 1994), es por ello que cada vez se escucha mayor resonancia hablar de temas como cambio climático, deforestación, especies en peligro de extinción, fragmentación de ecosistemas, escasez de agua, entre otros (Martínez, 1992); Toledo (1998) indica que estos cambios representan una importante amenaza para la vida, por tal razón esta realidad debe ser conocida y manejada.

En este sentido es que se puede hablar de degradación, entendida como la reducción o desgaste de las cualidades inherentes al sistema ambiental, Mateo y Ortiz (2001:16) la definen como la expresión de la organización espacial funcional y temporal del geosistema, sea natural o inducida antropogénicamente.

Bajo este contexto se desenvuelve el campo de la sustentabilidad que en la actualidad dibuja un mejor panorama en el sistema productivo referente a los recursos naturales, trae consigo una serie de interrogantes que cuestionan su eficacia y políticas de conservación en países periféricos como México, “que a través de *ajustes ecológicos* busca integrar la naturaleza en el mercado, mientras mantiene un modelo extractivista con profundos impactos sociales y ambientales. Ese capitalismo no niega sus impactos, ese no es su propósito; lo que pretende es sí *administrarlos*, compensarlos o amortiguarlos con programas sociales que permitirán legitimar el modelo...” (Gudynas, 2010, citado por Rodríguez, 2011). Por esta razón los recursos naturales se han convertido en objeto de disputa (Mendoza, 2012) y México ocupa el cuarto lugar mundial en biodiversidad, lo cual expresa una diversidad de realidades de problemáticas ambientales.

Por un lado, se encuentra un continuo deterioro de los sistemas ecológicos y, por otro, la implementación de políticas de conservación. El caso específico de la Ciudad de México, que se aborda en este estudio, es el referente a la degradación del Suelo de Conservación del Distrito Federal.

El crecimiento de la Ciudad de México es continuo, un informe publicado por la ONU<sup>1</sup> en julio de 2014 la nombro como la cuarta metrópoli más grande del mundo y la más poblada de América, con 23 865 000 habitantes; tal es el aumento en la demanda de servicios que el manejo de recursos se ha convertido en asunto político, más que de conservación.

El Suelo Urbano del Distrito Federal abarca una extensión de 61,082 hectáreas que representa el 41% de la superficie total, mientras que el Suelo de Conservación tiene una extensión de 88,442 hectáreas, es decir un 59% del territorio (GDF, 2012), cuya extensión se distribuye en ocho de las dieciséis delegaciones.

En los últimos años, los cambios en el uso de suelo han sido drásticos, según reportes del Programa General de Ordenamiento Ecológico, la zona urbana se ha expandido en los últimos sesenta años a una razón de 350 hectáreas por año. Asimismo, la tasa de deforestación se estima en 240 hectáreas por año (PAOT, 2015).

El Suelo de Conservación del Distrito Federal es un territorio de gran importancia: política, ambiental y socioeconómica. Sin embargo, la degradación pone de manifiesto la fuerte presión sobre los recursos naturales debido a las necesidades de la población colindante y de la misma ciudad, el crecimiento de la mancha urbana, construcción de vías carreteras, actividad minera, que se expresa en la pérdida del suelo y áreas cultivables, contaminación por vertederos de residuos, tala ilegal, deforestación, pérdida de biodiversidad y fragmentación de hábitats. A pesar de diversas iniciativas de conservación e incluso de la existencia de un Ordenamiento Ecológico la degradación es inminente y de

---

<sup>1</sup> Según ONU (2014) en World Urbanization Prospects, después de Tokio, Japón, con 37 833 000 hab, seguida por Delhi, India, con 24 953 000, y Shanghai, China, con 22 991 000 consulta en <http://esa.un.org/unpd/wup/Highlights/WUP2014-Highlights.pdf>

seguir esta tendencia se calcula que para el 2030 se habrá perdido el 30% del Suelo de Conservación (PAOT, 2012).

El problema que afrenta al Suelo de Conservación se debe principalmente al crecimiento urbano y a las profundas desigualdades que la misma genera; hecho que permite evidenciar los procesos de degradación en diferente intensidad, distribuidos de manera heterogénea en la región debido a la diferencia de escenarios.

Este trabajo surge del planteamiento inicial de las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los cambios que operan en el Suelo de Conservación?
- ¿Qué unidades de paisaje son las que presentan mayor degradación? ¿Cuáles son más propensas a degradarse?
- ¿Cuáles son los procesos de degradación?
- ¿Cuáles son las causas que la generan la degradación?

En este contexto, el presente estudio busca evidenciar el efecto de la implementación de la política ambiental que limita al Suelo de Conservación, analizado a partir de la caracterización de unidades de paisaje, así, el objetivo general se concentra en determinar los niveles de degradación del paisaje por unidad a través de indicadores ambientales que permitan establecer el tipo y magnitud.

Para alcanzar dicho objetivo, se trazaron algunos objetivos específicos que consisten en:

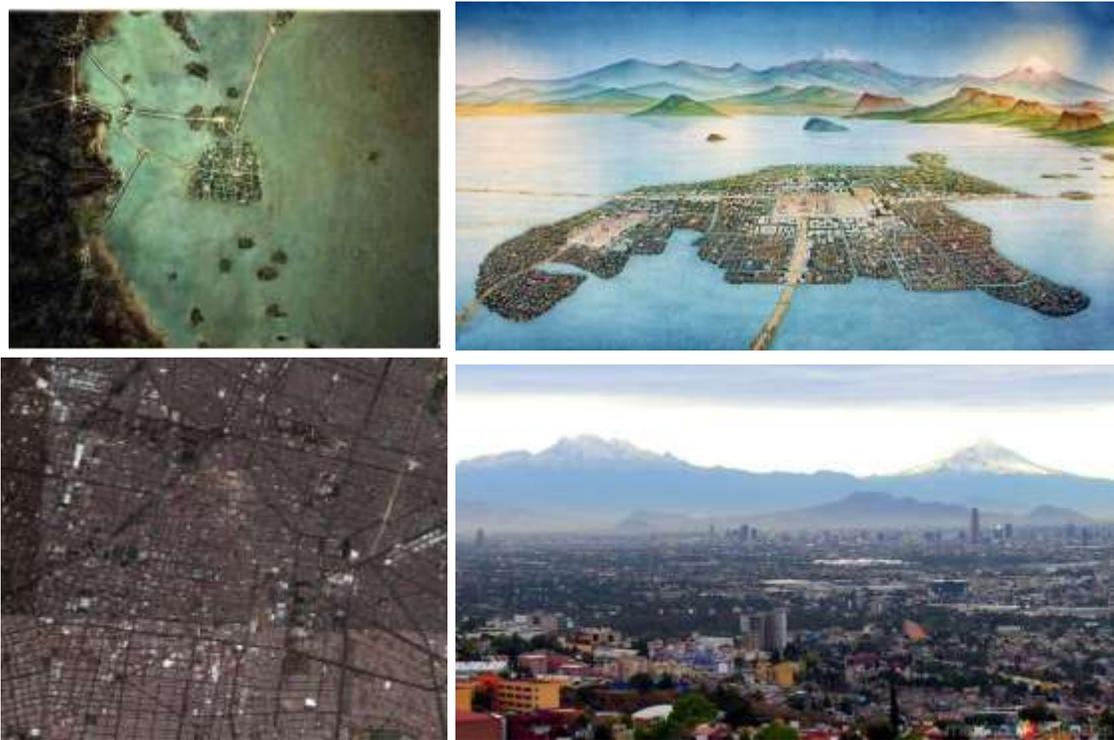
- Examinar la diferenciación paisajística en el área de estudio a fin de identificar su distribución espacial.
- Reconocer el uso de la tierra en las unidades geoecológicas.
- Tipificar las unidades de paisaje de acuerdo al grado de degradación.
- Reconocer las relaciones e interacciones que acentúan la degradación del paisaje.

*El viejo Tenochtitlan, la capital del Anáhuac, la colonial ciudad de los palacios que maravilló a Alejandro de Humboldt es hoy el estereotipo de desastre urbano que representan las megalópolis de los países dependientes (Ezcurra, 2003).*

## **1. Historia ambiental del Suelo de Conservación del Distrito Federal**

Desde tiempo prehispánico, la cuenca de México es la sede del centro político y económico más grande del país, con el paso del tiempo se ha convertido en el mayor complejo urbano del mundo (Figura 1).

El paso de nuestra civilización ha modificado de manera sustancial al paisaje de la cuenca de México, la ciudad que hoy vivimos ha transformado los paisajes originales y presenta alto grado de dependencia a otros. La contaminación ambiental y el abasto de recursos para casi veinticuatro millones de habitantes han puesto la mirada en la crisis ambiental (Ezcurra, 2003)



**Figura 1: Vista aérea y de perfil del Crecimiento de la Ciudad de México**

Antes de la llegada de los españoles, la Cuenca de México se encontraba ocupada por un conjunto de pueblos bajo el dominio de Tenochtitlan - Tlatelolco, que compartía los elementos tecnológicos y culturales de una civilización lacustre altamente desarrollada. La agricultura estaba basada en el cultivo de chinampas, un sistema de agricultura intensiva altamente productivo formado por una sucesión de campos elevados dentro de una red de canales dragados sobre el lecho del lago, así se obtenían cosechas abundantes que abastecían de alimentos a la población de la cuenca.

Con la Conquista, las ciudades de la cuenca fueron rediseñadas según la traza de los pueblos españoles y la superficie lacustre comenzó a ser considerada incompatible con el nuevo estilo de edificación y uso de la tierra. A partir del siglo XVII, comenzaron a construirse obras de drenaje de tamaño y complejidad crecientes, con el objeto de librar a la ciudad del riesgo de inundaciones y de secar el lodoso subsuelo del fondo del lago. Estas obras, a su vez, produjeron poco a poco cambios en el medio ambiente de la cuenca. La pérdida de la agricultura chinampera fue una de las primeras consecuencias de estos cambios.

La industrialización de México en el siglo XX trajo como resultado, un proceso de migración acelerada de campesinos hacia las grandes ciudades. En su rápido crecimiento, la ciudad de México fue devorando los pueblos satélites de la antigua capital, hasta convertirse en la inmensa megalópolis que es actualmente. El conglomerado urbano ocupa la mayor parte del Distrito Federal, y también una fracción importante del vecino Estado de México. Las cadenas montañosas al sur y al oeste de la cuenca, hasta hace unos quince años poco afectadas por el crecimiento de la ciudad, sufren ya las consecuencias del desarrollo urbano explosivo. El Distrito Federal y Área Metropolitana ocupa sólo el 0.03% de la superficie del país, con una población de 29 000 000 (INEGI, 2010), es el hábitat de 21% de su población y constituye un problema ambiental, social y político de inmensas proporciones.

Una de las características más notables es el alto grado de dependencia que tiene respecto de otros ecosistemas. Ni la ciudad ni la cuenca de México son autosuficientes.

Dependen cada vez más del abastecimiento de bienes provenientes de distintas regiones del país y, de esta manera, el crecimiento de la ciudad representa un grave costo ambiental para el resto del país. Por esta razón, no es posible concebir la existencia del Suelo de Conservación sin la Ciudad de México.

El interés de decretar oficialmente áreas de conservación en México surge en 1876, cuando el presidente de la República Sebastián Lerdo de Tejada, con el objetivo de proteger los manantiales que abastecían de agua a la Ciudad de México, decreta como reserva forestal al Desierto de los Leones (CONANP, 2011), pero es hasta la publicación de la Constitución Política de 1917 cuando se legaliza como la primer Área Natural Protegida del país, bajo la categoría de Parque Nacional.

El crecimiento urbano acentuó cada vez más la importancia de generar áreas de protección ambiental; hoy en día, de acuerdo a la Ley Ambiental del Distrito Federal (Gaceta Oficial del Distrito Federal, 2014), el Distrito Federal se divide en dos grandes unidades administrativas, el Suelo Urbano (SU) y el Suelo de Conservación (SC).

*“El Suelo de Conservación (SCDF) se refiere a las zonas que, por sus características ecológicas, proveen de servicios ambientales necesarios para el mantenimiento de la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México” (GDF, 2010).*

El Suelo Urbano del Distrito Federal abarca una extensión de 60,882 hectáreas que representa el 41% de la superficie total, mientras que el Suelo de Conservación tiene una superficie de 87,297 hectáreas, es decir un 59% del territorio (GDF, 2006: XXIV), cuya área se distribuye en nueve de las dieciséis delegaciones, principalmente al sur del DF.

La superficie del Suelo de Conservación es discontinua y heterogénea, abarca polígonos por delegación en diferentes porcentajes: Iztapalapa (1.33%), Gustavo A. Madero (1.41%), Álvaro Obregón (2.27%), Cuajimalpa de Morelos (6.68%), La Magdalena Contreras (7.11%), Tláhuac (7.50%), Xochimilco (11.72%), Tlalpan (29.74%) y Milpa Alta (32.2%), estas dos últimas concentran aproximadamente el 62% del SCDF (Figura 2).

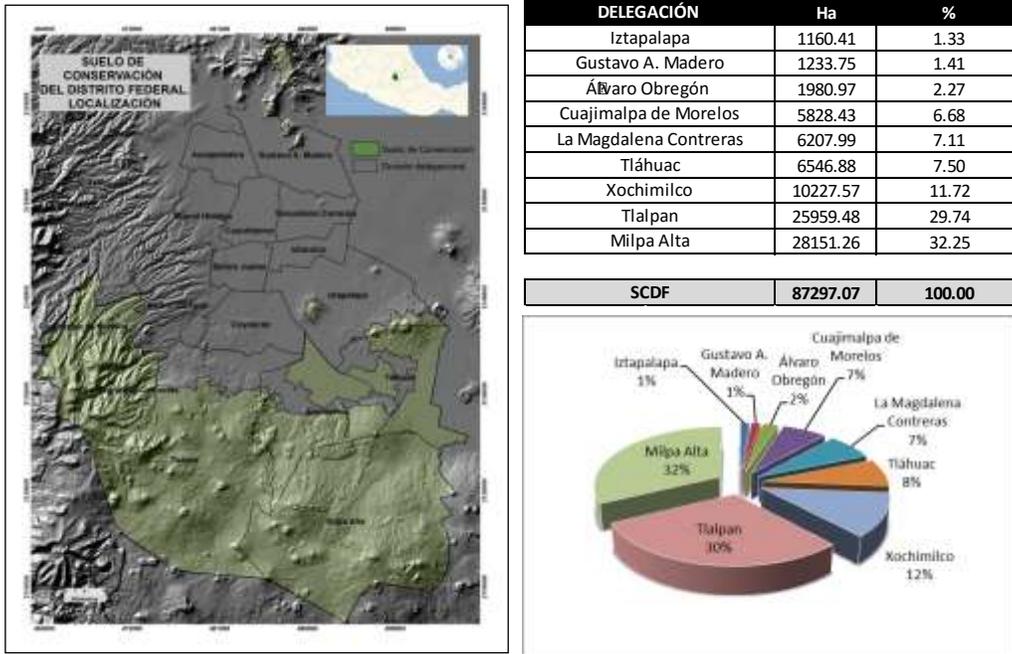


Figura 2. Mapa de Localización del Suelo de Conservación del Distrito Federal y superficie por delegación

En el Distrito Federal existen 23 Áreas Naturales Protegidas y un Área Comunitaria de Conservación Ecológica, las cuales abarcan 26 047 hectáreas, de éstas, sólo 16 ANP forman parte del Suelo de Conservación y representan el 17% de la superficie del suelo de conservación (PAOT, 2015). La delimitación del Suelo de Conservación del Distrito Federal ha sido modelada por elementos históricos y naturales, el decreto de conservación ha exaltado la importancia de ésta región por tratarse de ecosistemas de gran valor ecológico, que proveen servicios ambientales necesarios para el mantenimiento de la calidad de vida de los habitantes de la Ciudad de México, principalmente producción de oxígeno, captura de carbono, regulación de la calidad de aire, generación de suelos fértiles, control de la erosión del suelo, captación y provisión de agua; cualidades que reconocen el carácter político y manejo estratégico de la región.

Los objetivos que llevan al establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP) han variado a lo largo del tiempo (Figura 3), pero actualmente se reconocen dos como los más relevantes: la protección de los servicios ambientales y la conservación de la biodiversidad. Por otra parte, los beneficios que generan dichas áreas son los siguientes: Ayudan a la captación e infiltración del agua, ofrecen el hábitat para especies de flora y

fauna, proporcionan un control biológico de plagas y enfermedades, protegen al suelo contra la erosión, regulan el clima, mantiene la diversidad biológica, protegen las microcuencas, almacenan y reciclan materia orgánica y nutrientes, aportan recursos genéticos, medicinales, bioquímicos, ornamentales, combustible y energía, ofrecen espacios de recreación y turismo, además de que en ellas pueden realizarse actividades educativas y de investigación científica (Programa Estratégico Forestal del Distrito Federal 2006-2025:50).

**Figura 3. Áreas Naturales Protegidas del Distrito Federal**

Nombre	Superficie (ha)	Fecha de decreto	Competencia/ Administración	Delegación	
<b>PARQUE NACIONAL</b>					
1	Cumbres del Ajusco	920.00	19/05/1947	Federal/GDF-SMA	Tlalpan
2	Desierto de los Leones	1,529.00	15/11/1917	Federal/GDF-SMA	Cuajimalpa y Álvaro Obregón
3	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	1836.00 336 en el DF.	18/09/1936	Federal/GDF-SMA	Cuajimalpa y Mpios. de Ocoyoacac y Huitzilquican del Edo. Méx.
4	Cerro de la Estrella	1,100.00	24/08/1938	Federal-CONANP-SEMARNAT	Delegación Iztapalapa
5	El Tepeyac	1,500.00	18/02/1937	Federal-CONANP-SEMARNAT	Gustavo A. Madero
6	Fuentes Brotantes de Tlalpan	129.00	28/09/1936	Federal-CONANP-SEMARNAT / GDF-SMA-Del. Tlalpan	Gustavo A. Madero
7	Lomas de Padierna	670.00	22/04/1938	Federal-CONANP-SEMARNAT	Magdalena Contreras
8	Histórico de Coyoacán	No se menciona en decreto	26/09/1938	Federal-CONANP-SEMARNAT	Coyoacán
<b>ZONA SUJETA A CONSERVACIÓN ECOLÓGICA</b>					
9	Cerro de la Estrella	143.14	30/05/1991	GDF-SMA/ SMA-Del. Iztapalapa	Iztapalapa
10	Parque Ecológico de la Ciudad de México	727.61	28/06/1989	GDF-SMA	Delegación Tlalpan
11	Bosques de las Lomas	26.40	8/10/1994	GDF-SMA	Miguel Hidalgo
12	Ejidos de Xochimilco y San Gregorio Atlapulco	2,657.00	11/05/1992	GDF-SMA	Xochimilco
13	Sierra de Guadalupe	633.68	20/08/2002	GDF-SMA	Gustavo A. Madero
14	Sierra de Santa Catarina	528.00	21/08/2003	GDF-SMA	Iztapalapa y Tláhuac
15	Sierra de Santa Catarina	220.55	21/08/2003	GDF-SMA	Iztapalapa y Tláhuac
<b>ZONA ECOLÓGICA Y CULTURAL</b>					
16	Cerro de la Estrella	721.77	2/11/2005	GDF-SMA/Del. Iztapalapa	Iztapalapa
<b>PARQUE URBANO</b>					
17	Bosque de Tlalpan	252.86	24/10/1997	GDF-SMA	Tlalpan

El crecimiento urbano es inminente en la Ciudad de México, para 2014 la ONU la catalogó como la 4ª metrópoli más grande del mundo y la más poblada de América, desde su fundación, hasta nuestros días manifiesta cambios drásticos y degradación en el paisaje (Figura4).

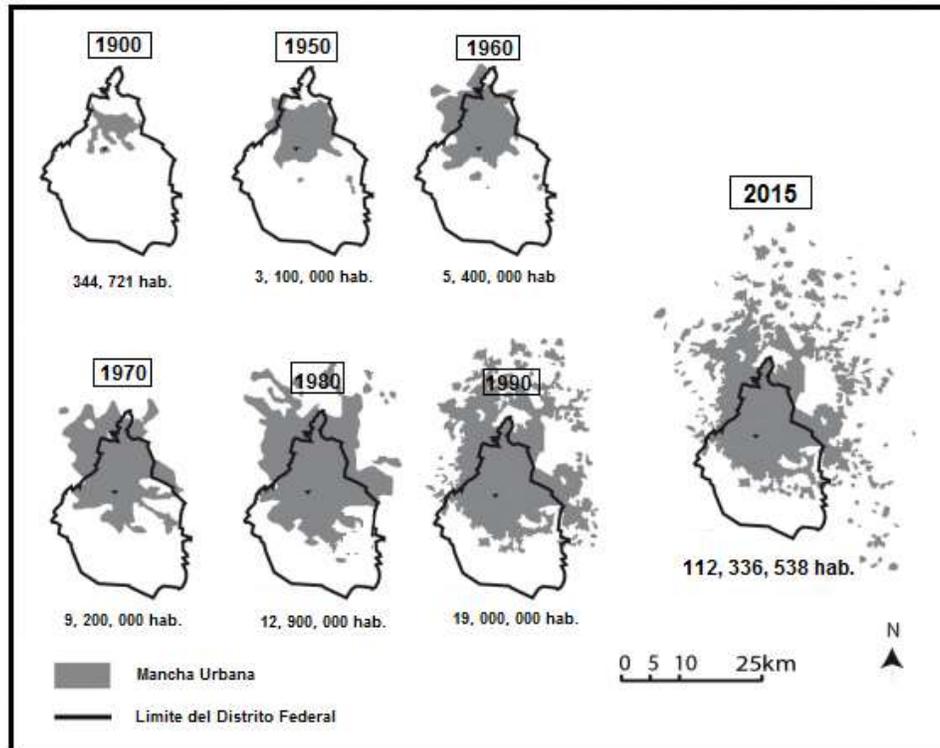


Figura 4. Crecimiento de la mancha urbana del Distrito Federal

Para la configuración del territorio urbano regional los diez principales problemas son, de acuerdo a Pradilla (1995):

- 1) La urbanización concentrada y la desigualdad regional.
- 2) Desempleo, pobreza extrema y subsistencia precaria en las ciudades.
- 3) Crecimiento urbano anárquico, segregado y regulación estatal ineficiente.
- 4) Penuria del suelo, vivienda y servicios para los sectores populares.
- 5) Desigualdad territorial y social en el acceso a infraestructura y servicios.

- 6) Destrucción de la naturaleza, contaminación ambiental y vulnerabilidad urbana.
- 7) Insuficiente financiamiento del desarrollo territorial e inequidad en su distribución.
- 8) Centralismo y autoritarismo de la gestión territorial.
- 9) La extinción de la planificación territorial.
- 10) La ciudad de México y el sistema urbano centralizado
- 11) Cambio de uso de suelo

La complejidad de la realidad ha superado los supuestos conservacionistas, la Ciudad de México expresa el dinamismo de una ciudad en expansión, frente a paisajes con alta presión, procesos que inciden irremediamente en la degradación de los sistemas ambientales.

El crecimiento urbano de la ciudad alcanzó 2740 hectáreas de la superficie del Suelo de Conservación, que representa el 3% del total, tal hecho muestra que 867 asentamientos se establecieron en áreas donde por norma está prohibido el uso habitacional (Figura 5 y 6).

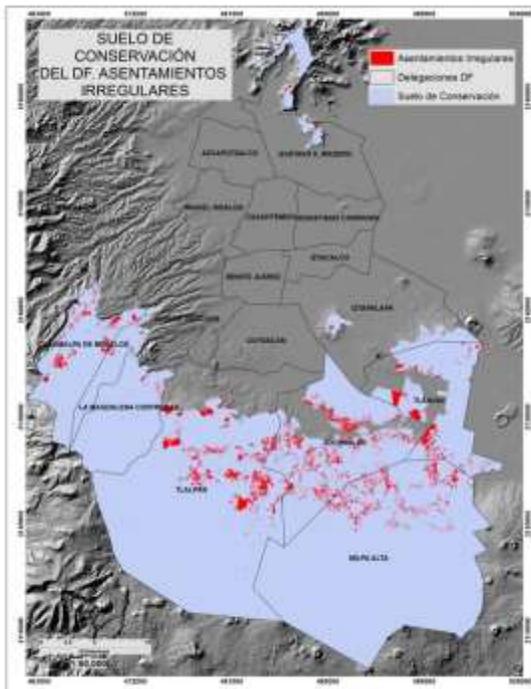


Figura 5. Mapa de asentamientos irregulares en el Suelo de

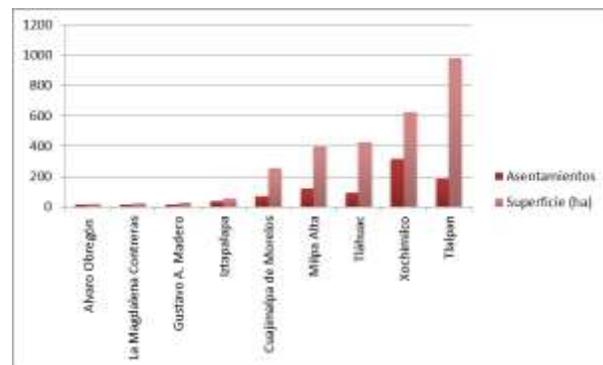


Figura 6. Gráfica de N. de asentamientos y superficie ocupada por delegación

## Conservación

El mayor número de asentamientos irregulares y superficie ocupada están en Tlalpan y Xochimilco, seguidas por Tláhuac y Milpa Alta, esto debido a que son las delegaciones con mayor proporción de suelo de conservación y las que presentan condiciones topográficas más favorables para la expansión de la mancha urbana, con las pendientes menos prominentes, a diferencia de Álvaro Obregón, Cuajimalpa y Magdalena Contreras. Estas características hacen más evidente, por un lado, la línea de transición entre el Suelo de Conservación y Suelo Urbano, y por otro, los contrastes socioespaciales en la ciudad de México, acentuando la diferencia en la calidad y distribución de servicios como el pavimento, luz eléctrica y calidad de vivienda (Figura 7).



Fig 7. Transición entre el Suelo de Conservación y el Suelo Urbano

La expansión urbana es producto de la migración interna en el país, población que en búsqueda de empleo, alimentación, educación o un lugar donde vivir se queda en la ciudad. La construcción de viviendas también ha aumentado, así como la demanda de materiales de construcción que se explotan del Suelo de Conservación (Figura 8). Aunque en el Distrito Federal la minería no es una actividad que influya de manera importante en la economía, se han detectado por lo menos 20 polígonos de extracción de arena y grava en el Suelo de conservación que en diferente grado han modificado la situación ambiental de la región.

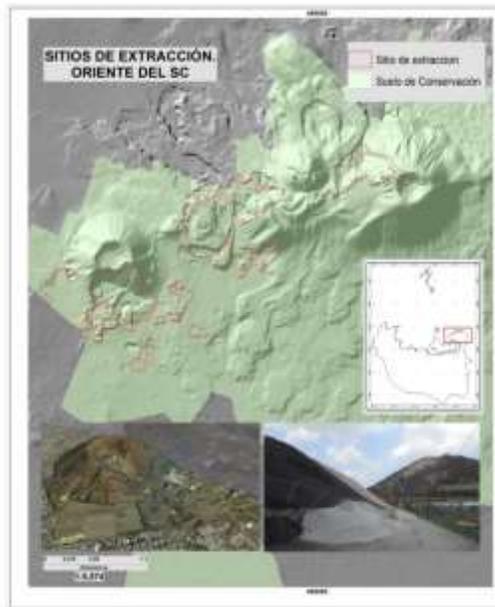


Figura 8. Mapa de sitios de extracción de arena y grava al oriente del SCD

El relieve, vegetación y clima se conjugan con la desigualdad urbana, visible en la vulnerabilidad social, por falta de educación, empleo formal e ingresos, en viviendas construidas en zonas de riesgo.

La degradación del Suelo de Conservación remite a un lenguaje de cambios de carácter negativo, tanto de uso, como de calidad de las condiciones del suelo, agua y aire; la fuerte presión sobre los recursos dirige la mirada hacia su explicación como un proceso que es resultado de factores que están interrelacionados en un sistema complejo. Por tal motivo es necesario diseñar una metodología que contemple la totalidad de problemas ambientales y su capacidad de incidir en el Suelo de Conservación.

Los bosques del Suelo de Conservación del DF brindan una variada gama de servicios ambientales que son el sustento de la ciudad, razón por la cual resulta una tarea primordial su conservación. Una de las primeras consideraciones que se deben hacer para conservar un bosque es conocer su dinámica espacio-temporal.

Se calculó el índice de cubierta forestal con el objetivo de estimar las masas forestales arbóreas continuas y densas para un periodo comprendido entre 1986 y 2010. El índice está basado en una estimación por percepción remota de la variable biofísica de

cobertura de copas (dosel del árbol), la cual permite definir la cubierta forestal arbórea de aquellas zonas cuyo porcentaje de la superficie de terreno cubierta por la proyección vertical arbórea varía ascendentemente entre el 10 y el 20%, sobre una extensión mínima de una hectárea.

El valor del índice se expresa en porcentaje, donde los valores mayores al 70% indican masas forestales continuas y densas, este se obtuvo a partir de imágenes satelitales de los sensores Landsat y SPOT (Figura 9). Las imágenes seleccionadas fueron de la época de invierno, ya que es el periodo de mayor visibilidad y cielos despejados en el Distrito Federal. Cada imagen fue transformada espectralmente para obtener patrones de reflectancia/absorción que contribuyeron a diferenciar los rasgos en la superficie terrestre, y mediante modelos de regresión logística variada se identificó la cobertura forestal arbórea expresada en porcentajes.

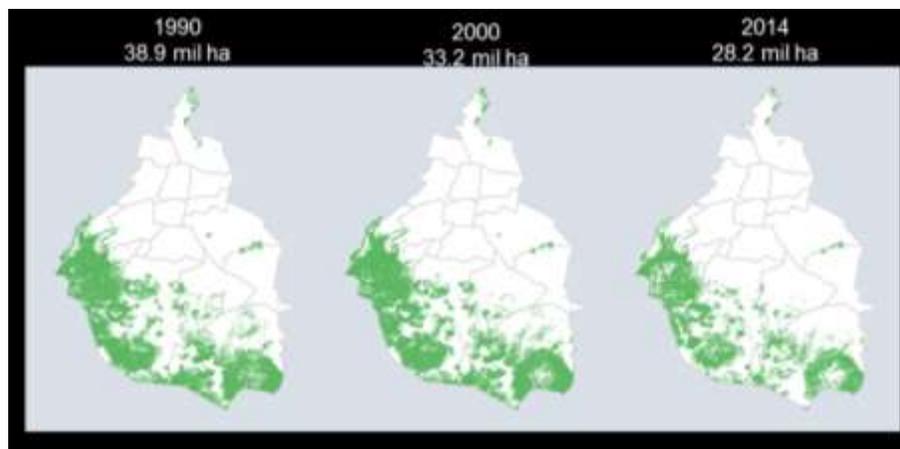


Fig 9. Índice de Cubierta del SCDF

El estado ambiental del Suelo de Conservación del Distrito Federal es frágil y altamente vulnerable a la intensa presión de los cambios de uso de suelo, mismos que son causa de la degradación de los paisajes y, en consecuencia, de la pérdida de los bienes y servicios ambientales en este territorio. Para la construcción del mapa se consideran como cambios drásticos, aquellos que significaron la pérdida de cobertura forestal arbórea ocurridos entre 1970 y 2014.

La pérdida está relacionada con procesos tales como:

- 1) El crecimiento del área urbana
- 2) La pérdida de cobertura forestal arbórea;
- 3) El avance de la frontera agropecuaria hacia las zonas boscosas;
- 4) Las plagas y enfermedades forestales;
- 5) El sobrepastoreo; y
- 6) Los incendios forestales.

La degradación está directamente ligada a la marginación de la población y hay una coincidencia casi precisa con los asentamientos irregulares y las condiciones de mayor vulnerabilidad del paisaje.

## **2. Marco teórico-conceptual**

El Suelo de Conservación del Distrito Federal está compuesto por complejos individuales y diferenciados y que al mismo tiempo funcionan como una formación total, sistémica, que se desarrollan en el tiempo (Preobrazhenskii, 1982: 158). La distinción de porciones relativamente homogéneas, que comparten condiciones semejantes de estructura y funcionamiento

En la actualidad existen diferentes definiciones de medio ambiente con distintos enfoques y matices. Los estudios de la degradación del medio ambiente se pueden llevar a cabo de diferentes formas, todas tienen un elemento en común que es el análisis de factores y/o procesos que degradan al medio ambiente; la diferencia radica en la unidad espacial utilizada como base o plataforma de los análisis y en los factores y procesos estudiados.

En este sentido, según Remond (2004) los estudios de la degradación del medio ambiente se pueden llevar a cabo:

- 1) De forma individual (Estudio de un proceso o factor determinado)
- 2) A partir del análisis integrado de un conjunto de procesos o factores.

En el primero de los casos el objetivo es siempre el estudio de un proceso o factor determinado (de forma individual). El segundo caso presupone el análisis de forma integrada de un conjunto de procesos o factores seleccionados en el marco de una unidad espacial determinada.

En esta segunda forma en el estudio de la degradación del medio ambiente se pueden utilizar diferentes enfoques, entre los más utilizados encontramos el enfoque ecológico y el enfoque geocológico.

El enfoque ecológico utiliza como base o plataforma para el estudio del medio ambiente el ecosistema, mientras que el enfoque geocológico utiliza como plataforma de los análisis al paisaje o geosistema.

La unidad espacial o territorial utilizada en los estudios de la degradación del medio ambiente estará en dependencia del enfoque y de la forma de llevar a cabo el estudio, en este caso se manejará la unidad paisaje.

## **2.1. Concepto de Paisaje**

El término proviene del idioma literario general donde se interpreta como paisaje, cuadro de la naturaleza, del alemán: Land- tierra, schaft – sufijo que significa interrelación, interdependencia (Preobrazhenskii, 1982:103). La referencia de la ciencia a ese término fue condicionada por la tentativa de encontrar un significado, apto para fijar el descubrimiento de la Geografía del siglo XIX – comienzos del siglo XX, de un nuevo objeto complejo de la realidad, de un área relativamente homogénea de la envoltura geográfica, que se distinguía en el curso de su evolución, y que se distinguía de las otras áreas por su estructura, o sea,

por la combinación regular y la interacción entre los cuerpos y fenómenos, el carácter de las interrelaciones y las interacciones entre los componentes de la envoltura geográfica, las peculiaridades de la combinación de las unidades territoriales más pequeñas. El paisaje, es uno de los tipos de sistemas ambientales.

A medida que la ciencia fue conociendo la esencia de ese complejo objeto, la definición de paisaje cambió y se desarrolló. En correspondencia con esta situación, el núcleo de la definición de manera secuencial le prestó atención a:

- La homogeneidad del territorio (incluyendo la homogeneidad genética)
- La homogeneidad de las interrelaciones de los componentes
- El carácter complejo de las formaciones, su unidad.
- La homogeneidad de las combinaciones espaciales de los complejos naturales de rango inferior.
- La homogeneidad del intercambio de sustancias y energía (el metabolismo)
- El carácter sistémico de la formación, su integridad.

La idea sobre el paisaje se constituye en calidad de un núcleo “integrador” del sistema de ciencias físico geográficas y de muchas ciencias naturales. El término se usa para designar el complejo territorial natural.

En la esfera de la actividad humana productiva y no productiva de la sociedad, el paisaje tiene el papel de reproductor de recursos, reproductor del medio, y conservador del fondo genético. Por eso, el paisaje constituye uno de los principales objetos de la utilización racional de los recursos naturales y la protección del medio ambiente del hombre. Este hecho se refleja en una serie de documentos normativos.

En la actualidad existen diferentes acepciones en la definición del término. En el primer grupo de definiciones el paisaje se considera solo como una formación natural. En el segundo grupo, la definición de paisaje se considera como un sistema territorial (espacial) en el cual se interrelacionan, tanto los sistemas naturales, como los sistemas antropo –

tecnogénicos condicionados socialmente. En la literatura en idioma ruso, este concepto se transmite utilizándose el término de paisaje antropogénico.

El surgimiento de esta interpretación está relacionado con que en muchos países del mundo prácticamente no han quedado paisajes puramente naturales. Junto con ello, al caracterizar estas definiciones sistémicas, se pueden considerar como un tipo particular de sistemas geográficos, que constituyen el objeto de las investigaciones científicas. Ya que los geosistemas de este tipo participan en el medio reproductor de recursos y de condiciones de vida, ellos constituyen objetos de la protección del medio ambiente humano y del uso racional de los recursos naturales.

En el tercer grupo, la definición del término “paisaje” se usa para designar diferentes conceptos, que abarcan, tanto puramente los sistemas territoriales naturales (paisajes naturales), no modificados por la actividad humana, como los sistemas territoriales en los cuales interactúan los elementos naturales y los antropogénicos (paisajes antropogénicos). Unos y otros son objetos de la protección de la naturaleza.

## **2.2.Enfoque geoecológico**

A finales de los años 30's el geógrafo y biólogo alemán Carl Troll propone una ciencia, la Landschaftsoecologie o Ecología del Paisaje y posteriormente la Geoecología con base a sus estudios espaciales de paisaje y la aplicación funcional del paisaje desarrollada por los botánicos (Frolova, 2006). La Ecología del Paisaje devino en ciencia biológica (biocéntrica) y la Geoecología en ciencia geográfica (policéntrica). Ésta última ciencia busca una perspectiva interdisciplinar, vincula el análisis del sistema natural y antrópico, toma como base los estudios horizontales (Geografía del Paisaje) y pone énfasis en los estudios verticales del paisaje (Geoquímica del Paisaje).

En 1978 el geógrafo Víctor Sochava propone la teoría de geosistema que se basa en la idea de que los elementos naturales (base litológica, agua, suelos, masas de aire, vegetación y fauna) tienen una concordancia absoluta en el espacio, conectados por los

intercambios de materia y energía. La teoría de geosistemas “consistía en el policentrismo de los modelos paisajísticos, a diferencia de la Ecología del Paisaje, la cual se basaba en el biocentrismo de los modelos ecológicos del paisaje de Troll” (Frolova, 2006:231). Según esta autora, la aplicación de los métodos geosistémicos en el análisis del medio geográfico desarrollado en la geografía rusa contribuyó en la solución de algunos problemas metodológicos de la Ciencia del Paisaje, esclareció los problemas propios de la discontinuidad del paisaje, a través del principio de poliestructuralismo del geosistema (sistema de subsistemas) formulado por V. S. Preobrazhenski. Se determina que son varios los factores que intervienen en la estructura y génesis del paisaje, gracias a los estudios geosistémicos surge la idea de las relaciones oscilantes entre los componentes del paisaje, que cambian con el tiempo. Dichas aportaciones permiten tener un nuevo paradigma con una visión más interactiva y más globalizante del paisaje, haciendo a un lado el modelo estático y determinista. En consecuencia, el modelo geosistémico ha sido ampliamente utilizado por las repúblicas ex soviéticas y países de América Latina en estudios relacionados con la gestión ambiental (degradación del paisaje, impacto ambiental, diagnóstico ambiental del paisaje, pronóstico y evolución del paisaje y ordenamiento territorial).

En la actualidad el término se usa para dar significado a diferentes direcciones de trabajo:

- 1.-El estudio de los paisajes por medio del análisis de los nexos ecológicos entre la vegetación y el medio.
- 2.-El estudio de la estructura y el funcionamiento de los complejos naturales en el nivel topológico
- 3.-El estudio de las interacciones de las partes componentes del complejo natural y los impactos de la sociedad en la componente natural de los paisajes, mediante el análisis de los balances de sustancia y energía.

Por su parte, Da Silva y Rodríguez (2011) mencionan que en el paisaje se pueden identificar asociaciones con distintos niveles y regularidades de subordinación espacial y funcional, estas cualidades hacen del paisaje un sistema complejo con diversas estructuras y

características que interactúan de forma multivariada, lo cual determina su diversidad jerárquica, tipológica e individual. También, mencionan que el paisaje actualmente se ve fuertemente afectado por la ocupación humana y las transformaciones en el medio, por lo tanto su interpretación se da en función del conjunto de elementos naturales, sociales y culturales que lo conforman.

De esta manera, en el enfoque geocológico, el paisaje es un sistema complejo debido a las relaciones espacio funcionales de sus componentes y a la organización de sus elementos.

La influencia de la Geografía alemana y rusa adquiere primordial importancia en los estudios bajo enfoques geocológicos, mismos que se retoman en las escuelas cubanas y brasileñas para ser aplicados en casos particulares de América Latina (Mateo y Da Silva, 2007)

El concepto de geosistema de Sochava y la Geografía Física Compleja fueron la influencia principal de esta disciplina, sin embargo; hoy en día su carácter es interdisciplinario y posee una metodología propia. Su principal objeto de estudio se centra en las relaciones del paisaje natural, el paisaje antroponatural y el paisaje cultural (Timashev, 2008).

En este sentido, la Geoecología del Paisaje es utilizada sobre todo para la gestión, manejo y planeación del territorio, ya que sus enfoques técnico-analíticos permiten estudiar el paisaje a través de sus regularidades, propiedades, dinámica de los sistemas naturales y procesos de formación y transformación que se vinculan directamente con las actividades humanas (Cárdenas, 2007). Esta disciplina está basada en un análisis sistémico que relaciona tanto elementos antrópicos como naturales, así como aspectos socio-económicos y culturales; todos ellos son elementos complejos que forman y transforman el paisaje (Santos, 2009; Rodríguez, 1994). Es en esencia una disciplina de carácter ambiental que busca el diagnóstico integrado del paisaje a través de unidades geocológicas o geoambientales con carácter individual o tipológico, cada una de estas unidades presenta una cierta interrelación entre sus componentes, la cual influye en la respuesta del geosistema a los procesos antropogénicos (Da Silva y Mateo, 2011).

Mateo y da Silva (2007) señalan que el desarrollo de la sociedad hace necesaria la integración de diversos enfoques de otras disciplinas a las ciencias del paisaje y así generar una articulación más sólida de sus conceptos y de su metodología.

Más allá de su origen, la concepción del paisaje tiene un amplio recorrido histórico y con diferentes formas de definirlo a través del tiempo, sin embargo; siempre se ha vinculado a un carácter monista entre sociedad y territorio (Urquijo y Barrera, 2009).

El concepto de paisaje ha sido adoptado en las investigaciones de diversas disciplinas científicas. En Geografía se define como “la fisonomía la morfología o la expresión formal del espacio y de los territorios y refleja la visión que la población tiene sobre su entorno. El paisaje se considera como un grupo de formas de los objetos y elementos que definen a un espacio geográfico...es dentro de sus límites que se llevan a cabo las interrelaciones sociales, económicas y culturales con el medio natural, y con las transformaciones que este ha experimentado. Es por lo tanto, parte del ambiente de los seres humano” (Mateo, 1984:1).

Mateo y da Silva (2007) señalan que el paisaje natural, debido a los elementos físico- naturales que lo construyen, es antroponatural por la modificación que generan las actividades humanas en los espacios naturales y también es socio- cultural porque es el espacio en el que se establece los grupos sociales y en él se expresan sus actividades a través del valor y la percepción hacia el entorno y también a través de los usos y transformaciones que realizan en él.

El paisaje es un sistema que abarca todo lo que se puede ver y percibir en él, por lo tanto el paisaje es el significado de lo que constituye un geosistema del espacio geográfico, entendiendo que el espacio geográfico es construido no sólo de elementos físicos o naturales, también operan en él acciones que lo transforman y que a través del tiempo van modelando y construyendo el paisaje (Mikesel, 1985).

El espacio es un entramado de relaciones e interconexiones que hacen que sea un sistema abierto con una amplia variedad de elementos organizados y que tienen influencia e impactos entre sí. El estudio integral del paisaje permite obtener una aproximación a la

realidad actual del sitio de estudio, ya que es el resultado de la articulación entre componentes naturales y socioculturales que en conjunto generan una identidad territorial, bajo una visión integradora (Iranzo, 2009).

En el enfoque geocológico el paisaje es un sistema complejo debido a las relaciones espacio-funcionales de sus componentes y a la organización de sus elementos. Desde el punto de vista de la Geocología, el paisaje más que un concepto es considerado como un sistema de conceptos. En dicho sistema se incluyen el paisaje natural (menos modificado), el paisaje antroponatural y los paisajes culturales (Mateo, 2002).

### **2.3. Degradación de los paisajes**

La degradación se define como “la pérdida de aquellos atributos o propiedades sistémicas de los paisajes que garantizan el cumplimiento de determinadas funciones socioeconómicas y de su potencial, de los mecanismos de autoregulación, regeneración y capacidad productiva, que ocurren debido a la aparición o intensificación de procesos geocológicos” (Mateo y Ortiz, 2001). Proviene del latín: degradatio- decrecimiento, movimiento hacia atrás, empeoramiento, decrecimiento de la calidad (Preobrazhenski, 1982: 23). En esta dirección, la degradación tiene un papel antagónico, provocada por la existencia de procesos geocológicos degradantes, que son aquellos vinculados al funcionamiento, ya que conducen a la alteración de los mecanismos de autorregulación, de la circulación de los flujos de energía, y por consiguiente, a la pérdida de potenciales naturales y de la capacidad productiva de los sistemas (Mateo y Ortiz, 2001).

El punto esencial de la definición de degradación del paisaje se centra en el paisaje como unidad de análisis para determinar la degradación geocológica.

Los componentes del paisaje reconocen una estructura y funcionamiento propio, que produce y reproduce a la sociedad; reconocer la degradación geocológica permite analizar las interconexiones y el grado de eficiencia del funcionamiento de un sistema, en su interior y en interrelación con otros sistemas en un momento determinado.

La degradación del paisaje es el resultado de los cambios irreversibles que han destruido por completo su estructura. Los procesos degradantes del paisaje pueden ser de origen natural como: los deslizamientos, volcanes, terremotos, huracanes; o pueden surgir como consecuencia de la interacción Naturaleza-Sociedad. La sucesión de procesos naturales de todo tipo (climáticos, hidrológicos, geomorfológicos, biogeográficos) que a menudo han supuesto la destrucción total o parcial de los elementos paisajísticos preexistentes, es la responsable de los paisajes actuales.

En la actualidad, la degradación o deterioro ambiental es parte del lenguaje de la crisis ambiental, éste se integra por tres categorías fundamentales: la degradación socio-ambiental (ligada al deterioro de las condiciones de vida de los seres humanos); la económico-ambiental (relacionada con el estado de los recursos naturales como base de la actividad productiva) y la geoambiental o geocológica, orientada principalmente al espacio físico como materialización de los sistemas naturales (Mateo y Ortiz, 2001).

De tal manera, cualquier paisaje modificado o transformado por el hombre, como regla es menos estable que el paisaje natural, porque el mecanismo natural de autorregulación es alterado. Por eso, cualquier desviación extrema de los parámetros del medio exterior que es amortiguado o absorbido en el paisaje natural, puede ser catastrófico para un paisaje antropogénico (Mateo, 2002).

El conjunto de procesos degradantes propician distintos grados de degradación del paisaje. Ello se debe, a que se desencadenan la pérdida de la capacidad de autorregulación y el potencial productivo del paisaje en cada uno de los componentes y las geoestructuras parciales del mismo, relacionados de forma sinérgica (Mateo, 2002).

La magnitud y violencia de la intervención social, han originado la alteración del funcionamiento y de los mecanismos de autorregulación, lo cual se ha manifestado en un aumento de la inestabilidad, que induce a la degradación. Ello provoca, a su vez, la necesidad de una nueva intervención antropogénica, para recuperar las capacidades autorreguladoras y productivas del sistema

Mateo y Ortiz (2001) identifican en la degradación geocológica la expresión sintética del carácter de las interrelaciones entre los sistemas naturales y sociales, dependencia que adquiere un carácter complejo.

Remond (2004) encontró en la revisión bibliográfica que “la degradación del paisaje no interesa desde planteamientos científicos, únicamente como la pérdida de la calidad visual o estética, cuando ésta va unida al deterioro del funcionamiento de los geosistemas afectados, por esta razón, en los análisis referidos a la degradación del paisajes deben tenerse en cuenta tanto los aspectos visibles como los de su funcionamiento, aunque estos últimos resultan más difícil de evaluar”.

### **2.3.1. Determinación del estado de degradación de los paisajes**

Aquellas acciones humanas o naturales que, en forma directa o indirecta, voluntaria o involuntaria, afectan negativamente la calidad ambiental en cualquier grado constituyen factores deteriorantes o degradantes del medio ambiente (Ecology and Environment, 2000). Cuando estas acciones humanas o naturales son estudiadas en sus diferentes fases sucesivas en el transcurso del tiempo constituyen *procesos degradantes*.

La Calidad ambiental es el grado en que el estado actual o previsible de algún componente básico permite que el medio ambiente desempeñe adecuadamente sus funciones de sistema que rige y condiciona las posibilidades de vida en la Tierra. (Ecology and Environment, 2000).

Algunas causas de la degradación paisajística del Suelo de Conservación del Distrito Federal son las siguientes (Figura 10):



Fig 10. Causas y consecuencias de la Degradación del Paisaje

En la degradación del paisaje los procesos degradantes actúan de forma simultánea y pueden ser agrupados en una serie de problemas geocológicos que determinan el estado de degradación (Remond, 2004), es decir, la calidad del geosistema en un momento determinado.

Una parte importante de los trabajos relacionados con el estudio del estado de degradación de los paisajes consultados, se apoyan en la observación de los procesos de degradación, y en el cálculo de indicadores como métodos principales para evaluar su estado.

En otros, se estudia la relación entre el potencial natural y el uso predominante y se comparan estos resultados con el grado de sensibilidad de los paisajes; mientras que existen algunos que evalúan el estado de degradación de los paisajes considerando solamente los aspectos estéticos del mismo, a partir de medir la calidad visual. Aunque estas formas de estudiar el estado de degradación de los paisajes han representado un aporte importante al conocimiento de esta problemática en los territorios estudiados, en ocasiones existen altos niveles de subjetividad sobre todo en la determinación del área de manifestación de los

procesos de degradación dentro de cada unidad de paisajes, recurriendo en ocasiones a métodos que se apoyan en la observación y que consideran en mayor medida los aspectos cualitativos y visuales del paisaje.

Sin embargo, la valoración cuantitativa permite desarrollar operaciones de análisis para el estudio de la manifestación de los procesos de degradación e indicadores, que a su vez posibilita clasificar, cuantificar la magnitud y elaborar perfiles comparativos.

En esta investigación se busca determinar el estado de degradación de las unidades de paisajes mediante el análisis espacial de la manifestación de los procesos e indicadores de degradación; lo que permitirá realizar un diagnóstico más preciso y objetivo de forma cuantitativa, del estado de degradación de los territorios estudiados. Por otro lado a partir de la utilización del enfoque geocológico, se considera al hombre como parte del geosistema y se mide su influencia sobre el paisaje, mediante un conjunto de indicadores denominados: “Indicadores de la influencia antrópica.”

Como *procesos de degradación* fueron considerados un conjunto de acciones humanas o naturales que, en forma directa o indirecta, voluntaria o involuntaria, afectan negativamente al paisaje o alguno de sus componentes.

Los *indicadores de la influencia antrópica*, se refieren a los cambios, alteraciones, modificaciones que se han producido en los paisajes como resultado de la acción antrópica directa, a partir de la incorporación al paisaje de algún elemento construido como las carreteras, asentamientos y la existencia de focos contaminantes (Remond, 2004).

En gran medida, los trabajos consultados relacionados con el estudio de la degradación (Domínguez, A., 2003; Quintanilla, V., 2002; Espinoza, G., 1994; Lal, R., 1990 y otros), se basan en el estudio de los procesos e indicadores del estado de degradación de los componentes: suelo, vegetación, agua y aire. Estos constituyen los componentes de mayor fragilidad, considerando por fragilidad el grado de susceptibilidad al deterioro, la facilidad para que un componente del paisaje se degrade ante eventos naturales o influencias humanas (Gómez, 1992).

Para el análisis de forma cuantitativa del estado de degradación de los paisajes a través de los componentes: agua, y aire; se requiere realizar una serie de mediciones relacionadas principalmente con su calidad y contaminación, mediciones que no estuvieron al alcance de la presente investigación. Ante esta limitación el estudio del estado de degradación de los paisajes estuvo basado en la afectación de los componentes suelo y vegetación principalmente, considerados por algunos autores entre los más frágiles y representativos del estado de degradación de los paisajes.

Para determinar el estado de degradación de las unidades de paisajes se siguió el modelo de Remond (2004) quien propone tres direcciones de análisis. En cada una de ellas el criterio utilizado se basó en el cálculo del área ocupada dentro de cada unidad de paisajes por los procesos de degradación e indicadores de la influencia antrópica. Aunque las dos primeras direcciones de análisis se concentran en el estudio de procesos de degradación que se desarrollan en componentes del medio natural (suelo y vegetación), esto no quiere decir que los procesos estudiados como la erosión y el cambio en la cubierta vegetal sean el resultado solamente de causas naturales. En este sentido, se quiere destacar que el estudio partió del análisis de la manifestación de los procesos reconociendo que son resultados de la combinación de causas naturales y antrópicas, aunque estas últimas, en ocasiones son más importantes a considerar por la magnitud del impacto de las mismas y la rapidez con que contribuyen a acelerar estos procesos. El tratamiento diferenciado de estas causas para un territorio como el estudiado, requeriría de un monitoreo permanente de estos procesos y el análisis a escala de detalle del uso de la tierra y las acciones antrópicas presentes, durante un período de tiempo.

La tercera dirección del análisis propuesta está relacionada con la influencia antrópica y se refiere a los cambios y modificaciones que se han producido en los paisajes, como resultado de la acción directa del hombre. En la misma se consideraron indicadores que reflejen la degradación o destrucción de la cobertura vegetal y del suelo por: expansión urbana, obras de ingeniería y la contaminación de estos espacios.

La selección de los procesos de degradación e indicadores a considerar en cada una de las direcciones de análisis se desarrolló a partir de la revisión de trabajos realizados en el

área de estudio, además de la observación en campo y la entrevista a especialistas relacionados con esta temática.

El establecimiento de los intervalos y categorías de evaluación en cada una de las direcciones de análisis fue a partir de la estadística a partir de categorías que permitieron lograr una diferenciación de las unidades de paisajes en los distintos territorios en cuanto a sus estados de degradación de forma satisfactoria.

Como resultado del análisis desarrollado en cada una de las direcciones se determina el estado de degradación de los paisajes, estas evaluaciones fueron integradas o sintetizadas a partir del cálculo del índice de degradación de los paisajes ( $I_d$ ). Este índice propuesto por Remond (2004) refleja una visión más completa al considerar aspectos relacionados con el suelo, la vegetación y la influencia antrópica.

### **2.3.2. Indicadores de degradación del SCDF**

Un *Indicador* son “estadísticas, serie estadística o cualquier forma de indicación que nos facilita estudiar dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas, así como evaluar programas específicos y determinar su impacto” (Horn, 1993:46).

Por otro lado, la Universidad de Granada (2007) señala que un *Indicador* “es un dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad. Los indicadores son necesarios para poder mejorar la calidad del ambiente. Lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar. No se pueden tomar decisiones por simple intuición. Los indicadores mostrarán los puntos problemáticos del proceso y nos ayudarán a caracterizarlos, comprenderlos y confirmarlos. Un indicador siempre debe estar unido a la definición de objetivos a alcanzar. El indicador es una medida cuantitativa del desempeño, que sólo cobrará significado si lo ponemos en consonancia con el objetivo que previamente nos hayamos marcado. Es su comparación con este objetivo lo que nos dirá si estamos actuando de manera adecuada, si los procesos son efectivos y eficientes.

Para efecto de esta investigación, los indicadores de degradación geocológica son resultado del análisis de los procesos de degradación en los componentes suelo y vegetación, más la influencia antrópica.

### 2.3.2.1. Indicador de degradación del suelo

La degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo, resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios (FAO, 2015).

El estudio de la degradación del suelo puede llevarse a cabo considerando diversos tipos de degradación (Figura 11):



Figura 11. Tipos de degradación (Remond, 2004)

Este trabajo se acerca más a lo que sería la degradación física y química de los suelos al considerar aspectos relacionados con estas propiedades.

Según un estudio de la UAM-Xochimilco (González, 2010), en las zonas de reserva ecológica, en particular las boscosas del D. F., el Desierto de los Leones, el Ajusco, los Dinamos y la Sierra de Santa Catarina, enfrentan serios problemas de erosión debido a la falta de un manejo forestal adecuado, por la tala y la extracción de tierra del monte para la venta, por el uso urbano del suelo. Estos suelos dan servicios muy importantes, no sólo

como áreas verdes, sino para la recarga del acuífero, como zona de recreación y para mejorar la calidad de aire. Pero en los suelo de conservación, año tras año toneladas de suelo se extraen para su venta como “tierra de monte” empobreciendo esas áreas correspondientes a las delegaciones Tlalpan, Magdalena Contreras, Cuajimalpa y Álvaro Obregón". Pero son principalmente las malas prácticas agrícolas en el cultivo de maíz y avena, el sobrepastoreo y la deforestación dos de las principales causas de la pérdida del suelo a través de la erosión. Además está el factor de la erosión eólica en la que el viento barre los suelos que se encuentran abandonados sin ninguna protección de cobertura vegetal, estos factores están provocado un proceso de desertificación que de no corregirse puede ser irreversible.

El Distrito Federal ocupa el primer lugar de las entidades del país con mayor degradación física de suelo, con un 43%, advirtió el secretario general de la Central Campesina Cardenista (CCC), Max Correa Hernández, ese grado de afectación supera la degradación física que presentan entidades como Tabasco, de 37.6%; Veracruz, 29.4%; Yucatán, 18.1%; Campeche, 13.6% y Chiapas, 13.5% (La Jornada, 2015).

Dicha situación se debe a la pérdida de la función productiva propiciada por la urbanización de su territorio. Además en México, se estima que más de 142 millones de hectáreas se encuentran en procesos de degradación física, química y biológica de sus suelos, cifra que implica el 71% de la superficie total del país.

De acuerdo con el Colegio de Postgraduados, se estima que más de 142 millones de hectáreas se encuentran en proceso de degradación física, química y biológica de sus suelos (La Jornada, 2015).

La urbanización se ha convertido en el principal factor de la pérdida de la función productiva de los suelos en las ciudades. Ante tal circunstancia, cuatro delegaciones concentran prácticamente el total de la producción agrícola del Distrito Federal, donde destacan: Milpa Alta, Tláhuac, Tlalpan y Xochimilco.

Además, según los datos arrojados (González, 2010), 97.4% de la producción de la capital del país corresponde a flores o plantas, tales como la nochebuena (*Euphorbia*

*pulcherrima*), el geranio (*geranium*) o el cempasúchil (*tagetes erecta*), mientras el resto se reparte entre nopales y avena, principalmente. Mientras que los cultivos de primera necesidad como maíz, frijol, papa, jitomate o zanahoria son casi inexistentes.

Tal panorama arroja a la erosión como indicador de degradación del suelo. La ***erosión del suelo*** es un término que se refiere a las pérdidas absolutas de la capa superficial y de nutrientes del suelo. El Atlas Geográfico del SCDF (PAOT, 2012) definen a la erosión como el proceso de desagregación, remoción y transporte de las partículas del suelo, principalmente por acción del viento o del agua en movimiento. Si el agente activo es el agua, la erosión se llama *hídrica* y si es el viento, se llama *eólica*, en este trabajo se analizarán como indicadores estos dos procesos de degradación del suelo.

### **2.3.2.2. Indicador de degradación de Vegetación**

La vegetación es la expresión fisonómica y estructural de la comunidad vegetal de un determinado sitio ante las condiciones que imperan en el ambiente, lo cual incluye un conjunto de factores físicos, químicos y biológicos. Así, la vegetación es resultado del arreglo espacial, tanto vertical como horizontal, que encuentran las especies de plantas que cohabitan en un lugar al repartirse los recursos disponibles en la comunidad, lo que involucra el suelo y sus nutrientes, el agua y la luz disponibles. La vegetación es el producto de un conjunto de procesos tanto ecológicos como evolutivos que ocurren en la comunidad y que a su vez, determina las condiciones ambientales que imperan en un sitio y tiempo determinado (Duran y García, 2003)

Cada comunidad vegetal está constituida por diferentes especies de plantas que viven en comunidad y sirven de protección a los suelos y las aguas, así como de albergue a los animales que habitan en ellos y específicamente los bosques son depósitos de agua.

En el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal (PGOEDF, 2000) se estimó que en el año 2000 se perdieron alrededor de 240 ha por año. Dentro de las causas que generan degradación de la vegetación se encuentra la deforestación y la falta de

planes selviculturales de aprovechamiento, la existencia de áreas explotadas y los incendios forestales. Otras problemáticas asociadas a la degradación de la vegetación son la pérdida de la biodiversidad, fragmentación de los bosques y reducción de cubierta vegetal.

Remond (2004), identifica en la pérdida de la vegetación original un aspecto importante en los estudios del estado de degradación de los paisajes, dado que la vegetación es uno de los componentes que con mayor rapidez se degrada, por tal razón el indicador de degradación de vegetación que se manejará en este trabajo es el índice de *cambio de cobertura vegetal*.

### **2.3.2.3. Indicador de influencia antrópica**

Éste indicador parte del precepto de que el espacio es construido socialmente “la organización del geo sistema se entiende de manera doble: en primer lugar, se entiende como el proceso de surgimiento en tiempo y en el espacio, de la estructuralidad de los fenómenos investigados y en segundo lugar, como resultado de semejantes” (Preobrazhenskii, 1982).

La última dirección de análisis propuesta para el estudio de la degradación de los paisajes consistió en determinar la influencia antrópica sobre los mismos. En este sentido se proponen un conjunto de indicadores que nos revelan los cambios, alteraciones y modificaciones que se han producido en los paisajes como resultado de las acciones directas del hombre a partir de la incorporación al paisaje.

A partir de la gran variedad de criterios y definiciones que existen sobre este término; en la presente investigación consideramos como influencia antrópica: “a la actividad o actividades de la sociedad humana, que conducen al cambio de las propiedades relacionadas con el funcionamiento, la dinámica o la estructura de los paisajes” (Mateo y Ortiz, 2001), Como resultado de esta influencia el paisaje puede ser modificado o afectado en diferentes grados, de acuerdo a la magnitud e intensidad de estas acciones.

En el estudio se consideraron un conjunto de indicadores que representan lo anteriormente expresado, unidos a otros que reflejan la presión demográfica que existe

sobre estos territorios, como es el caso del cálculo de la densidad de población, el número de asentamientos urbanos y rurales, y el área ocupada por los mismos.

Los indicadores calculados y analizados en esta dirección respecto a asentamientos poblacionales fueron:

- ***Población total, área ocupada, tipo de asentamiento y densidad de asentamientos por unidad de paisaje.***

Por otro lado, el ***Grado de naturalidad*** (hemerobia) es un indicador que refleja la fuerza de la influencia e impacto humano, manifestada en la transformación del geosistema (O. Bastian, 1993). La intención es establecer los grados de naturalidad del geosistema, los procesos e índices del impacto antropogénico y tecnogénico para cada uno de dichos grados, y el tipo de transformación inherente a cada uno de ellos. En este sentido, es de destacar cómo el grado de naturalidad se relaciona en forma estrecha con el carácter de reversibilidad de las transformaciones. A un mayor grado de hemerobia, se tiende a un carácter más irreversible de las transformaciones (Mateo y Ortiz, 2001). El grado de naturalidad refleja, a su vez, las formas y características de la interrelación entre sistemas naturales y sistemas sociales. El impacto del hombre en el sistema natural resulta de la organización social adoptada y de un esquema de valores, sintetizados como una categoría de racionalidad ambiental (Leff, 1994).

### **2.3.2.3. Índice de degradación de los paisajes**

Índice (del latín *index*) es un indicio o señal de algo. Puede tratarse de la expresión numérica de la relación entre dos cantidades o de distintos tipos de indicadores (Real Academia Española, 2015).

El resultado de las evaluaciones de los indicadores anteriores determina el estado de degradación de los paisajes. Aunque no necesariamente haya que integrar estos resultados ya que el estudio de la degradación de los paisajes se puede llevar a cabo solamente en una o varias de estas direcciones, de acuerdo a los objetivos y al alcance de esta investigación se

propone el cálculo del Índice del Estado de Degradación como vía de sintetizar los resultados alcanzados hasta este momento.

Se distinguen varios niveles de degradación ecológica de los paisajes. (J. Mateo y M. Ortiz, 2000).

- Sin degradación: Mantienen los potenciales naturales y la productividad original (que puede acrecentarse en dependencia del ingreso de energía externa), los mecanismos que garantizan el funcionamiento y regulación, y la regeneración al igual que las bases del aseguramiento vital, la estructura, coherencia e integridad del sistema. No se manifiestan procesos geológicos destructivos.
- Baja: Pequeña pérdida de los potenciales naturales y de la productividad original, lo cual puede mantenerse similar o incluso puede acrecentarse gracias al ingreso de energía externa. Los mecanismos que garantizan el funcionamiento y la autorregulación han experimentado algunas alteraciones, pero aún garantizan las bases de aseguramiento vital. Ocurren cambios notables de la estructura vertical, iniciando transformaciones en la estructura horizontal, manteniéndose aún la coherencia e integridad del sistema. Se manifiestan algunos procesos geocológicos destructivos de intensidad baja a media.
- Media: Apreciable pérdida de potenciales naturales originales y significativo decrecimiento de la productividad. Fuerte alteración de los mecanismos que garantizan el funcionamiento, la autorregulación y la regeneración de los sistemas, poniendo en peligro la coherencia, la integridad y las bases de aseguramiento vital. Se manifiestan varios tipos de procesos geocológicos de intensidad mediana a alta.
- Alta: Pérdida total de los potenciales naturales. Decrecimiento completo de la productividad, completo de la productividad. Alteración total de los mecanismos que garantizan el funcionamiento, la autorregulación y la regeneración del sistema; la completa alteración de las estructuras horizontal vertical de las bases de aseguramiento vital. Se manifiesta una combinación de procesos geocológicos de diversos tipos de alta intensidad.

### 3. Materiales y método

La metodología que siguió esta investigación principalmente se desarrolló en dos etapas: la clasificación de los paisajes y la definición de los indicadores de degradación, que resultó finalmente en un índice y el mapa de degradación de los paisajes. El siguiente cuadro (Figura 12) sintetiza los pasos que se realizaron.

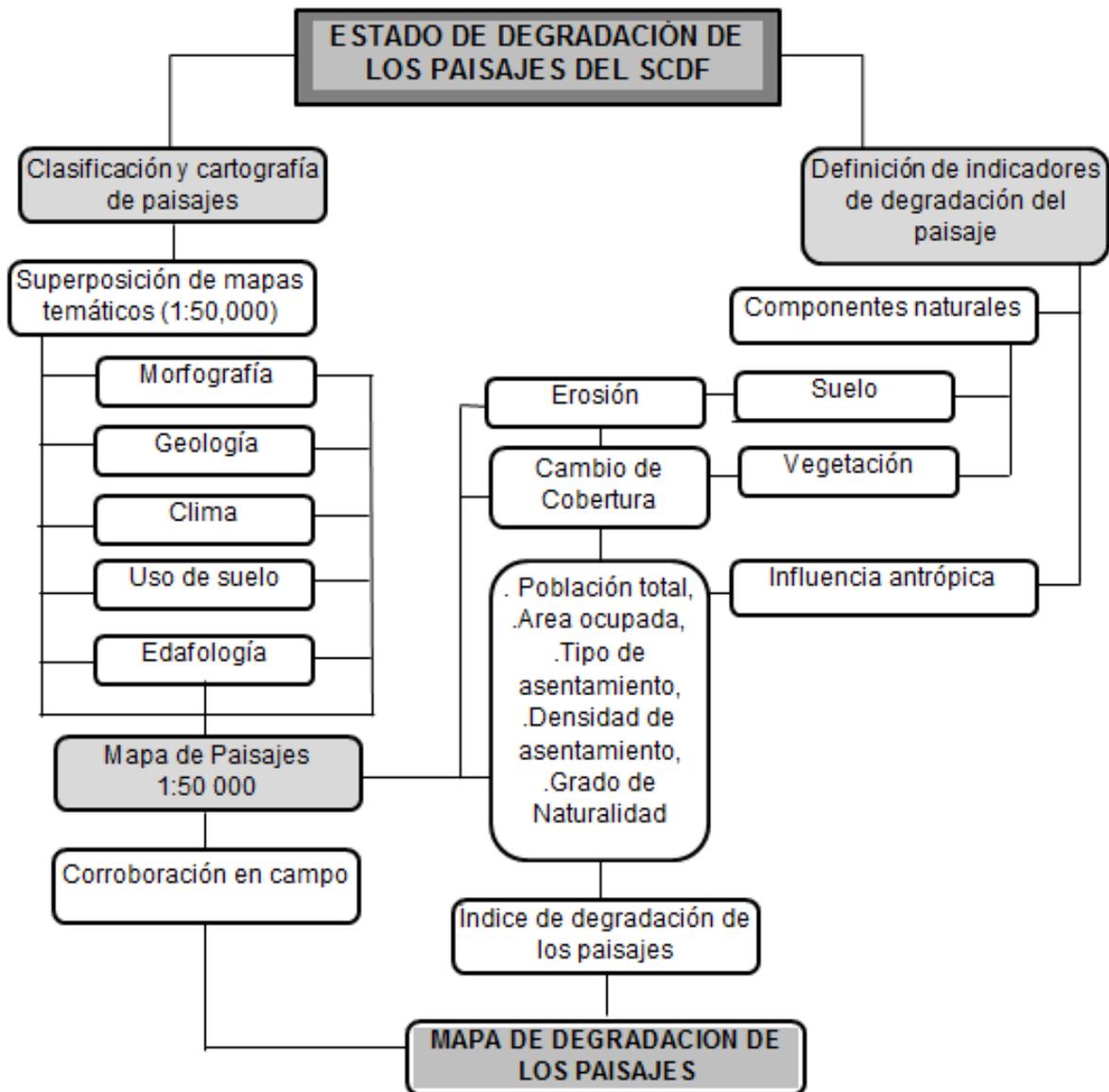


Figura 12. Metodología que se siguió en la evaluación del estado de degradación de los paisajes del SCDF

### 3.1. Unidades de paisaje del SCDF

Las unidades de paisaje son la referencia espacial de análisis en la evaluación del estado de degradación del SCDF. Dado que la superficie del área de estudio es heterogénea, topográfica, climática y socialmente, la escala de trabajo que se plantea es 1:50 000, puesto que rescata mayor información.

La cartografía y clasificación de paisajes fue resultado de la integración de los siguientes mapas temáticos: morfografía del terreno (calculado a partir de las curvas de nivel de las cartas topográficas INEGI<sup>2</sup>), geología (INEGI, 1982), clima (SEMARNAT, 2010), Vegetación y uso de suelo (actualizado con imágenes SPOT, 2014) y edafología (INEGI, 1882). En la elaboración del mapa se utilizó el esquema metodológico diseñado por Priego *et. al.* (2008).

El método parte de la clasificación de los tipos de relieve. El concepto de relieve también encierra la noción de amplitud altitudinal o altura relativa entre dos puntos, el más bajo y el más alto de una unidad, medida en metros para describir el desnivel o distancia vertical entre dos puntos de una unidad. Esta idea de amplitud está estrechamente ligada al concepto de disección vertical del relieve (o potencial para disección), ya que la amplitud resulta, en general, de la disección vertical. Las categorías superiores de los tipos de relieve que se considerarán son las montañas, lomeríos y planicies según las categorías de disección (Priego *et. al.*, 2008: 37) (Figura 13 y 14).

---

<sup>2</sup>La morfografía del terreno se calculó para todo el Distrito Federal, el cubrimiento fue con un total de 7 cartas: Cuautitlán E14A29, Toluca, E14A38, Ciudad de México E14A39, Tenango E14A48, Milpa Alta E14A49, Chalco E14B31 y Amecameca E14B41.

Clasificación morfométrica según disección vertical ( $D_v$ ) en  $m/km^2$

---

Escala 1:250 000 (simple, en 5 clases)	Escala $\geq$ 1: 50 000 (descompuesta en 3 niveles de $D_v$ )
Planicies subhorizontales ( $D_v \leq 2.5$ ) (sin descomposición en grados de $D_v$ )	
Planicies onduladas ( $2.6 < D_v < 15$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligeramente diseccionadas (<math>2.6 &lt; D_v &lt; 5</math>)</li> <li>- Medianamente diseccionadas (<math>6 &lt; D_v &lt; 10</math>)</li> <li>- Fuertemente diseccionadas (<math>11 &lt; D_v &lt; 15</math>)</li> </ul>
Planicies acolinadas ( $16 < D_v < 40$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligeramente diseccionadas (<math>16 &lt; D_v &lt; 20</math>)</li> <li>- Medianamente diseccionadas (<math>21 &lt; D_v &lt; 30</math>)</li> <li>- Fuertemente diseccionadas (<math>31 &lt; D_v &lt; 40</math>)</li> </ul>
Lomeríos ( $41 < D_v < 100$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligeramente diseccionadas (<math>41 &lt; D_v &lt; 60</math>)</li> <li>- Medianamente diseccionadas (<math>61 &lt; D_v &lt; 80</math>)</li> <li>- Fuertemente diseccionadas (<math>81 &lt; D_v &lt; 100</math>)</li> </ul>
Montañas ( $D_v \geq 101$ )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ligeramente diseccionadas (<math>101 &lt; D_v &lt; 250</math>)</li> <li>- Medianamente diseccionadas (<math>251 &lt; D_v &lt; 500</math>)</li> <li>- Fuertemente diseccionadas (<math>D_v \geq 501</math>)</li> </ul>

Figura 13. Clasificación de las categorías superiores de tipo de relieve

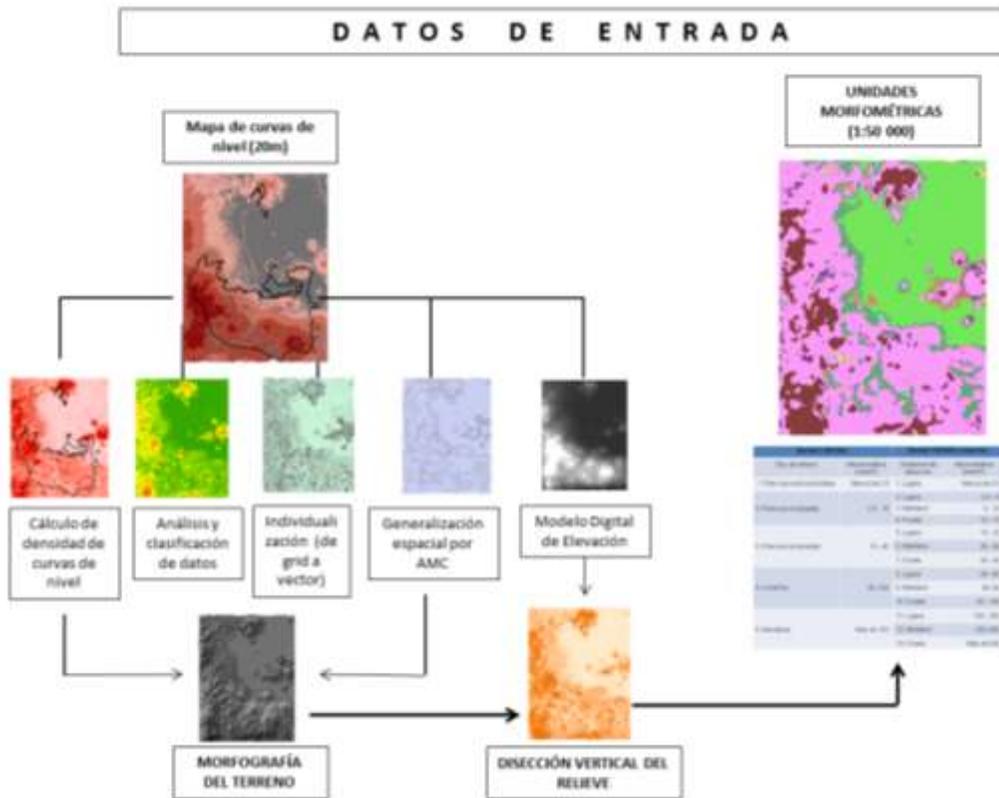


Figura 14. Cartografía y construcción de unidades morfométricas

La transposición de mapas fue realizada con base en el mapa final de unidades morfométricas, como se muestra en la figura siguiente. Mateo (et al., 2004), sugiere que se pueden definir unidades geocológicas mediante la relación entre paisajes naturales y acciones antropogénicas con características particulares dentro de cada unidad de paisaje físico-geográfico, superponiendo a éstas el uso de suelo y la cobertura de vegetación.

El mapa final de paisajes del SCDF fue perfeccionado con el trabajo de campo, que contribuyó en el reconocimiento, verificación y validación de las unidades generadas en gabinete (Figura 15).

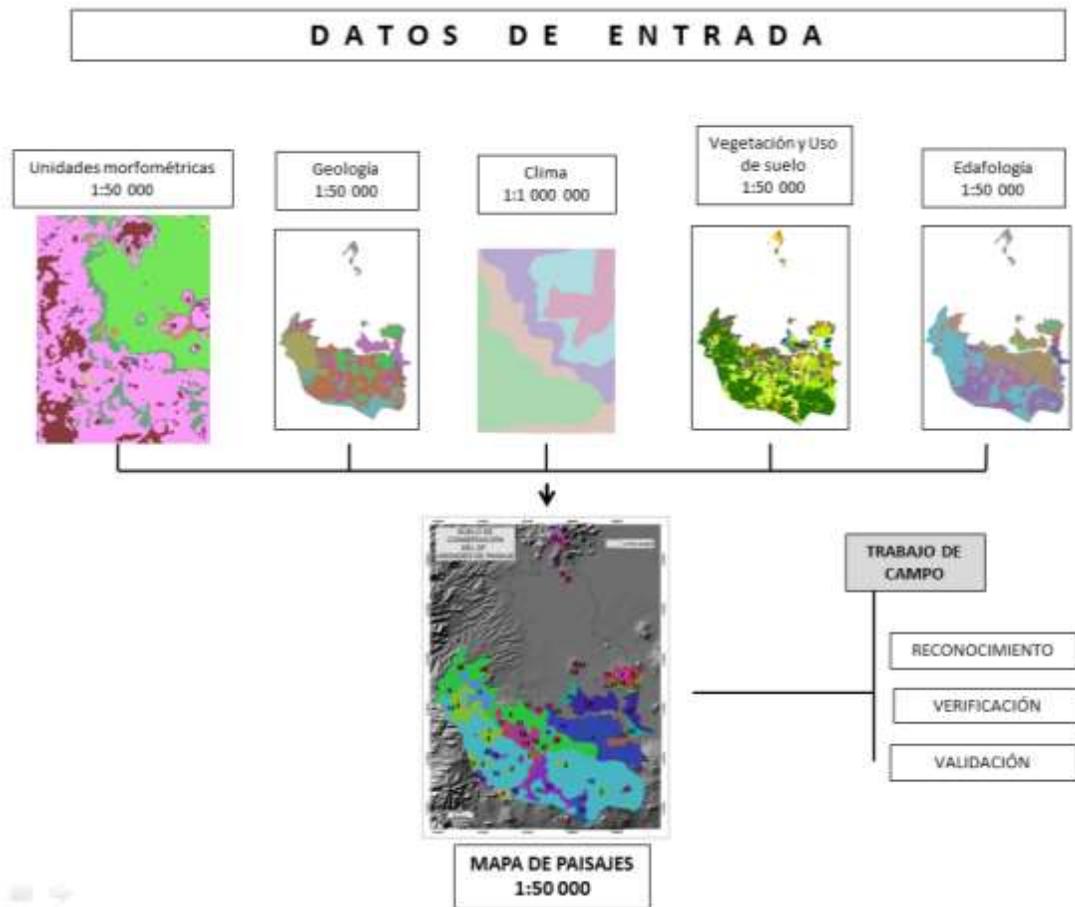


Figura 15. Cartografía y construcción de mapa de paisajes del SCDF

### 3.2. Indicadores de degradación de los paisajes del SCDF

La evaluación del estado de degradación de los paisajes se basó en el análisis espacial de los procesos de degradación que se eligieron por ser los más representativos del cambio y más accesibles para el cálculo, medidos a través de indicadores por unidad de paisaje, que finalmente se ven reflejados en el Índice de Degradación (Figura 16).

Dado que el proceso de degradación es un producto social, los indicadores seleccionados se clasifican en dos grupos:

- Componentes naturales del paisaje (suelo y vegetación)
- De influencia antrópica

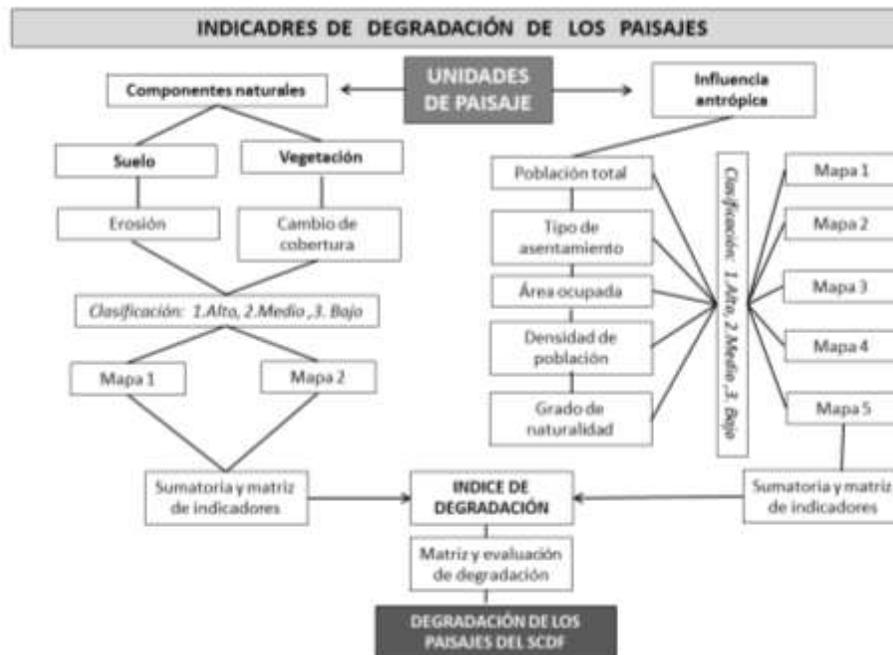


Figura 16. Indicadores de degradación de los paisajes

A continuación se explica cómo se llevó a cabo el estudio de cada uno de los indicadores.

### 3.2.1. Indicador de Degradación del suelo

Se toma como indicador del suelo a la *erosión* por ser el efecto más visible de degradación. La base de datos fue proporcionada por SEMARNAT (2009) quien hace referencia de la obtención de datos en el Atlas Geográfico del Suelo de Conservación del Distrito Federal (2012). “Para la obtención de la erosión se utilizaron los siguientes datos expresados en valores cartográficos: Precipitación media anual (mm), unidades, fases físicas y clase textual del suelo de acuerdo con la clasificación de la FAO, pendiente del terreno y el uso del suelo y vegetación. Los resultados se expresan en toneladas por hectárea por año (ton/ha/año)”.

Se sobrepuso el mapa de unidades de paisaje con la capa de erosión del suelo, se calculó el porcentaje del área erosionada por unidad y la representación fue en las categorías siguientes (Remond, 2004):

- *Paisajes no degradados*: los procesos de degradación no existen u ocupan un área poco significativa (menor del 5%) en algunas de sus categorías.
- *Paisajes poco degradados*: Los procesos de degradación se manifiestan de forma débil o existe al menos uno o varios procesos con intensidad de media a fuerte que ocupan hasta el 25% del área total de la unidad de paisaje.
- *Paisajes medianamente degradados*: existe al menos uno o varios procesos de degradación con intensidad de media fuerte, que ocupan entre el 25 y el 50% del área total de la unidad de paisaje.
- *Paisajes fuertemente degradados*: existe al menos uno o varios procesos de degradación con intensidad de media a fuerte, que ocupan más del 50% del área total de la unidad de paisaje.

Dentro de las categorías anteriores se distinguen procesos de degradación que afectan en distinta intensidad, baja, media y alta, según el área de los polígonos que presenta, las categorías se establecieron por natural breaks porque representa mejor el comportamiento de los datos (Figura 17).

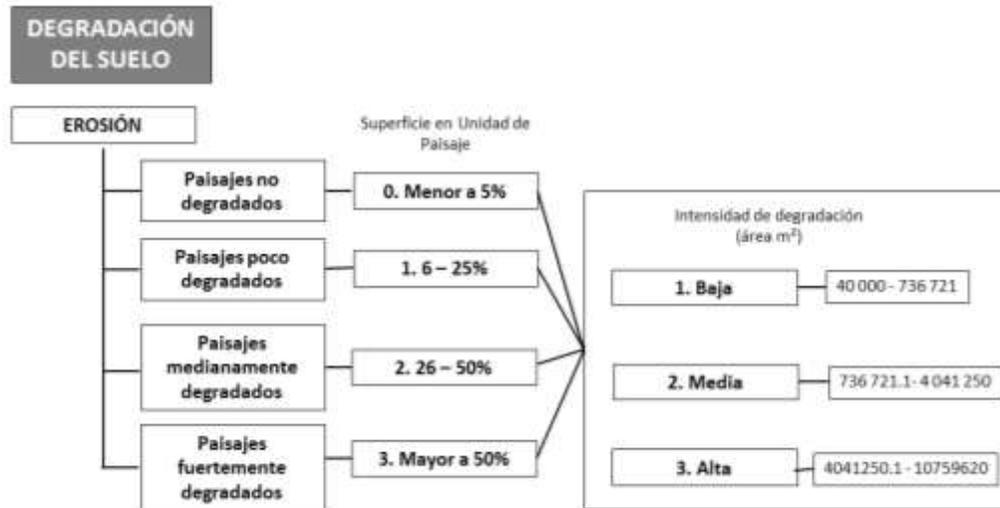


Figura 17. Indicadores de degradación del suelo

### 3.2.2. Indicador de degradación de Vegetación

La evaluación de degradación de la vegetación remite a un análisis de cambios y es posible calcularlos a través de la comparación de dos mapas de cubierta, una de vegetación inicial y otra de vegetación actual.

Para lograr dicho objetivo se generó la cartografía de vegetación de 1970, a partir de las cartas de vegetación y uso de suelo de INEGI escala 1:50 000 (1970) y la vegetación actual, resultado de la clasificación supervisada de imágenes SPOT (2014). El resultado fue el mapa de cambios de cubierta.

Para identificar los cambios se emplearon mapas de uso de suelo y vegetación para los años de 1970 y 2014. Inicialmente se homologaron las leyendas partiendo de una generalización y posteriormente se reagruparon para obtener cuatro clases: forestal arbórea; zonas urbanas; áreas abiertas (consideradas dentro de éstas los pastizales y matorrales) y humedales. Se realizó el análisis comparativo para la detección de los cambios drásticos comparando los mapas de 1970 y 2014.

El mapa de cambios arroja una matriz, donde se muestran los cambios para cada unidad de paisaje y se calcularon las áreas para clasificar el estado de degradación de la cubierta (Figura 18).

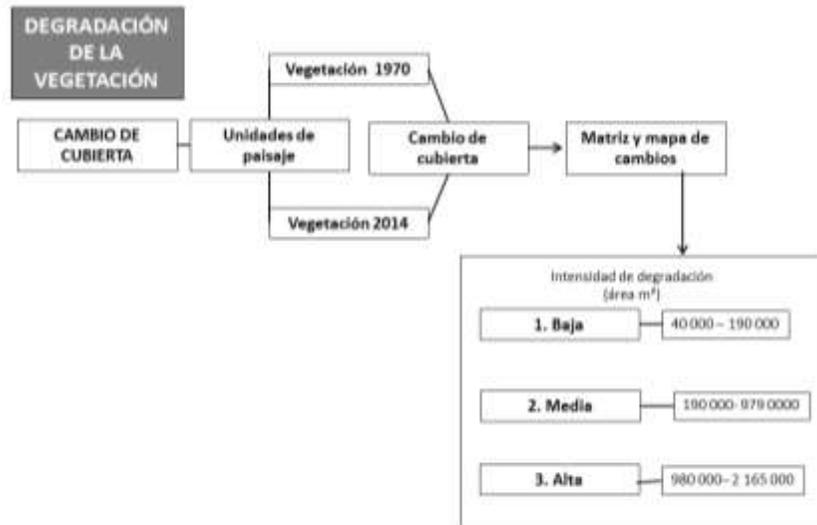


Figura 18. Indicadores de degradación de la vegetación

El análisis final permitió identificar la degradación en las siguientes categorías:

- *Paisajes poco degradados*: paisajes sobre los cuales se han desarrollado acciones o actividades antrópicas que lo han modificado en un relativamente poco por ciento de su área.
- *Paisajes medianamente degradados*: paisajes sobre los cuales se han desarrollado acciones o actividades que lo han modificado en un mayor por ciento de su área.
- *Paisajes fuertemente degradados*: paisajes sobre los cuales se han desarrollados acciones o actividades antrópicas que lo han modificado en un elevado por ciento de su área.

### 3.2.3. Indicador de influencia antrópica

Los indicadores de influencia antrópica fueron seleccionados a partir de identificar las principales características cualitativas y cuantitativas del SCDF, las bases de datos fueron proporcionadas por el programa SINCE (INEGI, 2010).

La clasificación de los indicadores, población total, tipo de asentamiento, Área ocupada y densidad de población, fueron clasificadas según natural breaks. Para obtener el grado de naturalidad de los paisajes, se tomó el área total de cada uso de suelo y vegetación en cada polígono de las unidades de paisaje. Los resultados obtenidos se agruparon en 3 categorías (Figura 19).

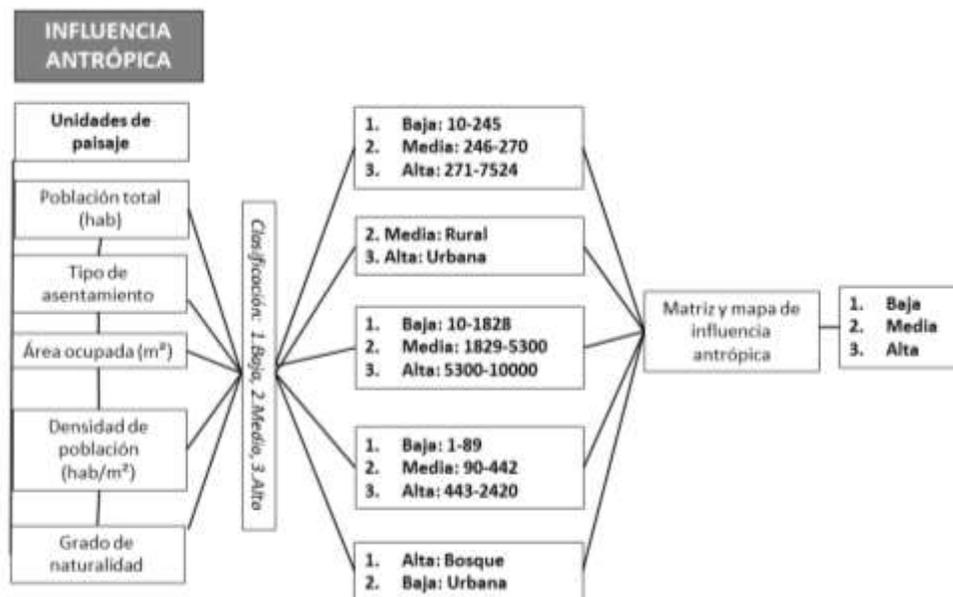


Figura 19. Indicadores de influencia antrópica

### 2.3. Índice de degradación de los paisajes

La clasificación de los indicadores pronostica que el resultado final sea una categorización de 1 a 3 que indicará el estado de degradación final. Como resultado de este cociente se

obtiene el Índice del Estado de Degradación de los Paisajes ( $I_d$ ) (Remond, 2004) (Figura 20).

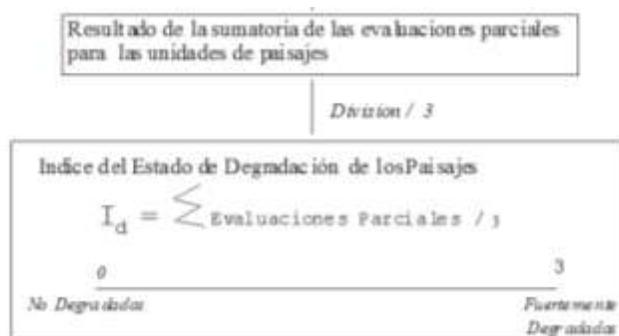


Figura 20. Fórmula del Índice de Degradación de los Paisajes (Remond, 2004)

El valor de este índice estará entre uno y tres, mientras más cercano a tres indica que el paisaje está más degradado y mientras más cercano a cero que el paisaje ha sido menos degradado, los valores extremos de cero y tres indican (cero paisaje no degradado; tres paisaje fuertemente degradado). Los valores igual a 0 se consideran con la categoría sin degradación.

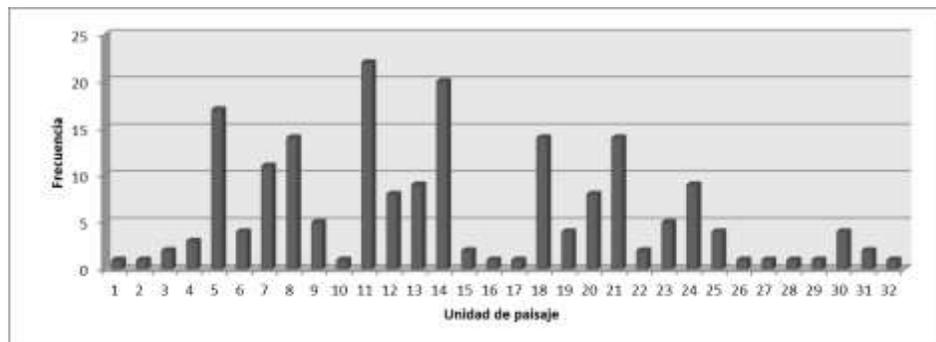
## 4. Resultados

### 4.1. Unidades de paisaje

La superposición de mapas temáticos arrojó un total de 32 unidades de paisaje. La unidad que abarca más extensión y que más se repite en el área de estudio es la unidad 11 con 234 993 km<sup>2</sup>, que corresponde a Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por toba, brecha volcánica y basalto en clima semifrío subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal, urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol húmico, andosol molico, andosol ocrico, cambisol eutrico, feozem haplico, litosol y regosol eutrítico; además de la 7 con 170 388 km<sup>2</sup>, que se caracteriza por ser Montañas de ligera a

medianamente diseccionadas formadas por toba, brecha volcánica y basalto en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, urbano, agricultura de temporal, agricultura de riego, minería y suelo desnudo, sobre litosol, andosol húmico, andosol mólico, andosol ocrico, cambisol eutrico, feozem haplico, feozem luvico y luvisol cromico.

Las unidades de paisaje muestran cierta heterogeneidad en su distribución, con un predominio de las unidades que pertenecen a la unidad montañas de ligera a medianamente diseccionadas en clima templado, subhúmedo y semifrío. En porcentajes, las unidades 11 y 7 son las que ocupan el 27 y 20 % de la superficie (Figura 21 y 22) (Anexo 1).



**Figura 21. Repetición de las unidades de paisaje en el SCDF**

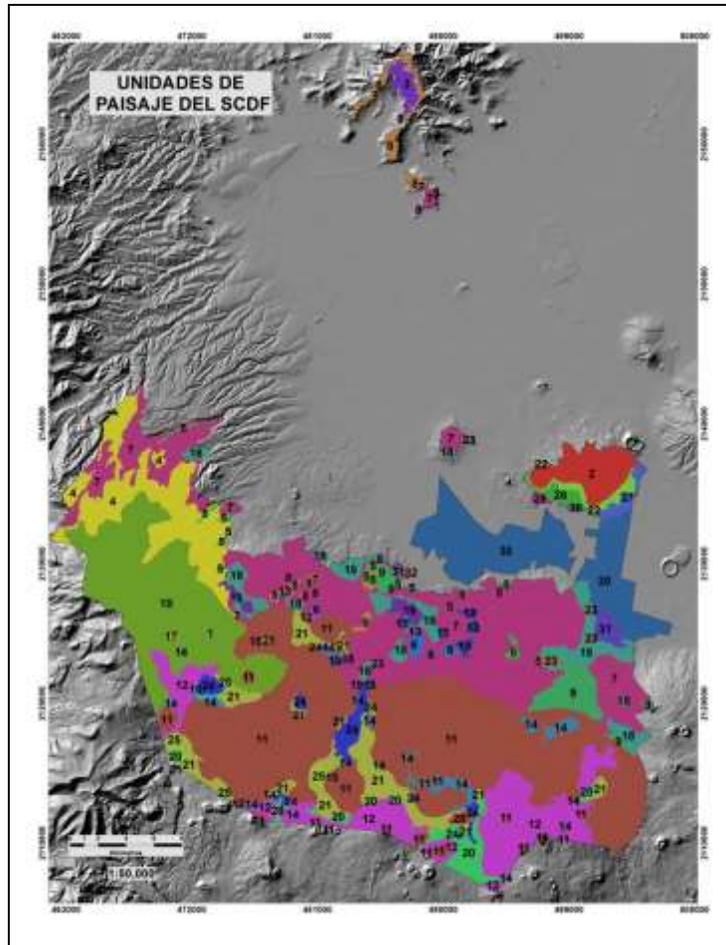


Figura 22. Mapa de unidades de paisaje del SCDF

La diferenciación paisajística del SCDF se debe principalmente a la topografía, se encuentra en la parte sur del Valle de México y se encuentra rodeado por la cordillera de la Sierra Madre Oriental, principalmente por los volcanes Popocatepetl, Ixtlacihuatl y Ajusco, aunque la mayor parte del territorio del Distrito Federal es plano, el Suelo de Conservación se mantiene en la parte alta, con algunas elevaciones como el Cerro de la Estrella y el Cerro del Chiquihuite.

El Distrito Federal tiene una altura promedio de 2,200 metros sobre el nivel del mar con algunas elevaciones como el cerro del Ajusco con una altura de 3,930 metros sobre el nivel del mar así como el volcán Tláloc con 3,690 metros y el volcán pelado con 3,620 metros. El nivel más bajo es de 2,240 metros y corresponde a las delegaciones

Azcapotzalco, Iztapalapa, Tláhuac, Venustiano Carranza y Xochimilco. Por tal razón, el gradiente altitudinal tiene efecto en el área de estudio, pues va de los climas frío y semifrío a los secos, de la misma manera, la vegetación es variada y se compone básicamente de bosque, cedro blanco, oyamel encino y zacatón, en los lomeríos bajos se compone de; nopal, agave, tejocote y capulín.

El siguiente perfil (Figura 23) permite ver las cualidades del paisaje en otro plano.

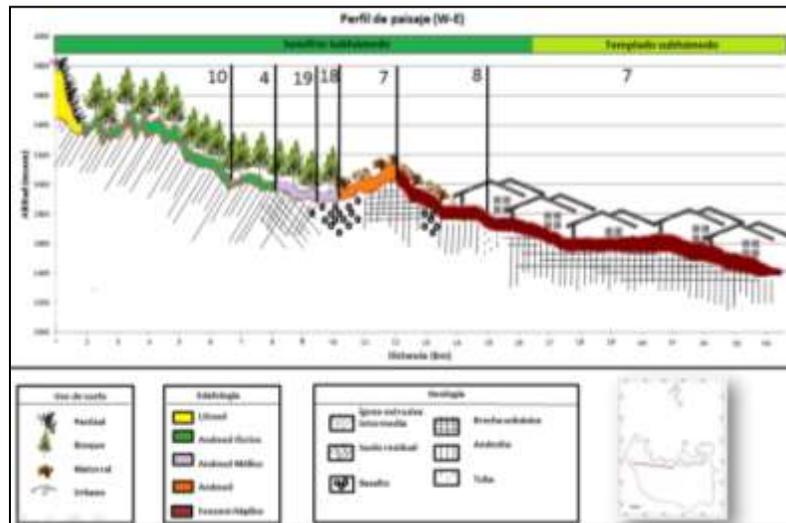


Figura 23. Perfil físico geográfico del SCDF

## 4.2. Indicadores de degradación de los paisajes del SCDF

### 4.2.1. Indicador de degradación del suelo

La degradación del suelo mostró ser muy significativa en la totalidad de las unidades de paisaje, sin embargo, la intensidad fue mayor en unas unidades que en otras. El 50% de los polígonos de degradación se concentraron en la unidad 12 y 11, que corresponden a

Montañas de ligera a medianamente diseccionadas en clima semifrío subhúmedo y con usos de suelo urbano o sin vegetación aparente.

Las unidades con erosión de categoría baja representan el 70% del área y van de las montañas mediana a ligeramente diseccionadas, con climas templado subhúmedo a semifrío, que corresponden a las unidades 8, 5, 11 y 15; a los lomeríos y colinas fuerte y medianamente diseccionados en climas templado subhúmedo y semifrío subhúmedo, que corresponde a las unidades 18, 19, 23, 24 y 25 (Figura 24).

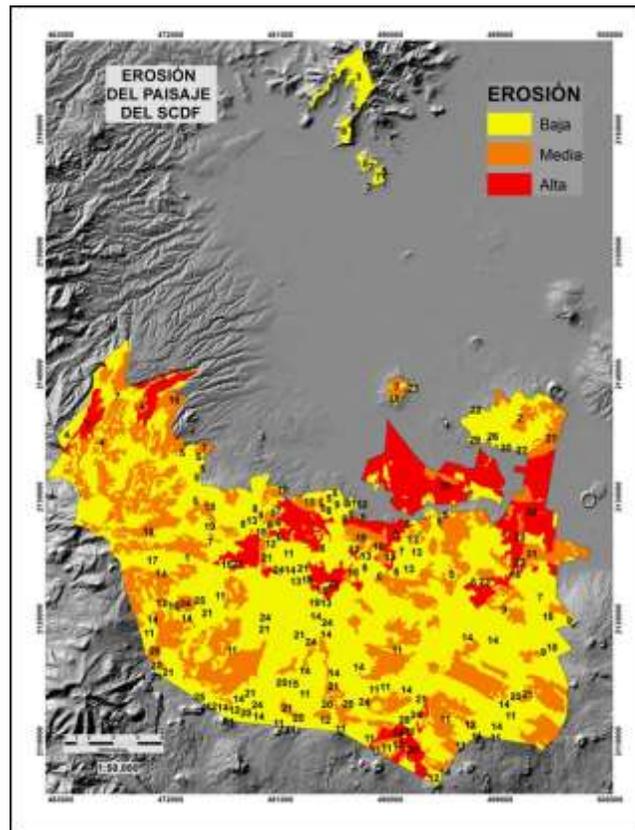
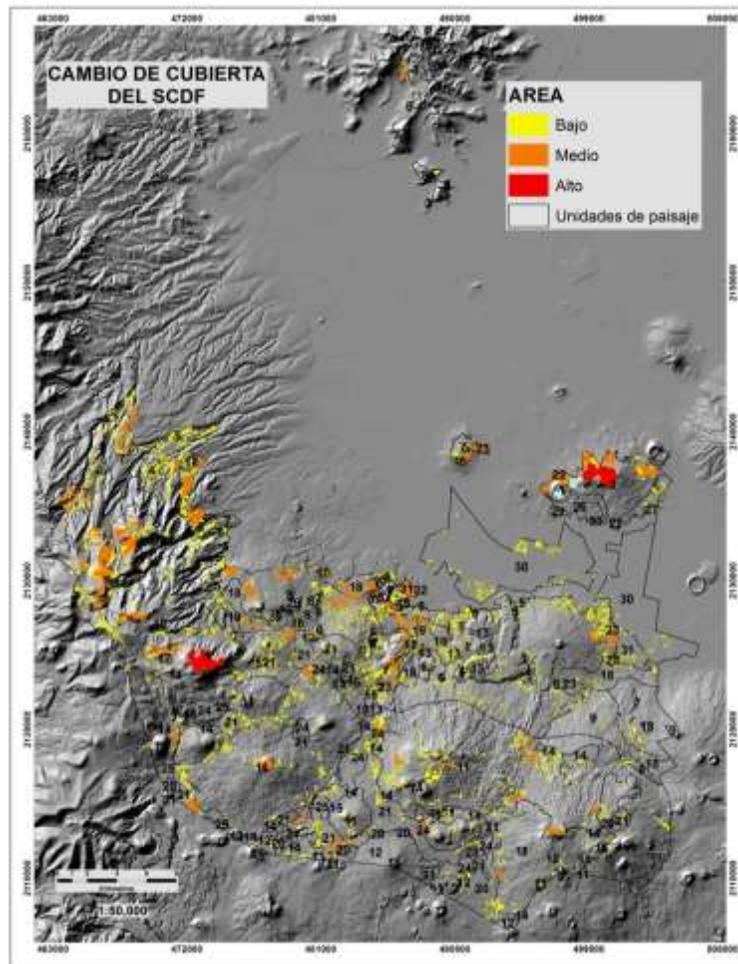


Figura 24. Mapa de erosión del suelo de los paisajes del SCDF

#### 4.2.2. Indicador de degradación de Vegetación

La distribución de los polígonos de cambio muestra un patrón de dispersión de polígonos, es decir, que aproximadamente el 10% de la superficie del SCDF distribuidos en la

totalidad del área de estudio sufrió algún cambio, pero cuando se comparan con el área de cada unidad de paisaje resultan poco significativos (Figura 25).



**Figura 25. Mapa de Degradación de la vegetación del SCDF**

El 90% de los cambios presentados son de pequeña extensión, por lo tanto pertenecen a la categoría baja. Los cambios más drásticos, estado de degradación alta únicamente se encontraron en la unidad 2, correspondientes a las unidades fuertemente diseccionadas y medianamente diseccionadas en clima semifrío.

El cambio de cobertura forestal arbórea para el periodo de análisis es de 8 590ha, superficie que representa aproximadamente el 10% del SCDF. Los resultados por delegación se presentan en la siguiente tabla (Figura 26).

Delegación	Superficie con cambio drástico (ha)
Cuajimalpa de Morelos	1 024.89
La Magdalena Contreras	730.09
Álvaro Obregón	598.50
Tlalpan	2 583.57
Xochimilco	1 001.67
Milpa Alta	1 559.65
Tláhuac	451.93
Gustavo A. Madero	80.40
Iztapalapa	560.24
<b>Total</b>	<b>8 590.94</b>

**Figura 26. Superficie con cambio drástico por delegación**

Puede observarse que las delegaciones donde se ha dado el mayor cambio drástico de uso de suelo (reflejado en la pérdida de cubierta arbórea) son Tlalpan, Milpa Alta, Cuajimalpa de Morelos y Xochimilco. Es importante señalar que en estas delegaciones es donde los asentamientos humanos irregulares han crecido en mayor medida en los últimos años, lo cual se traduce en una degradación ambiental irreversible.

Las unidades de paisaje que manifiestan cambios drásticos de mayor impacto fueron las siguientes (Figura 27):

2. Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por basalto y brecha volcánica en clima semiárido templado, con agricultura de temporal, bosque, matorral, urbano, minería y suelo desnudo, sobre feozem háplico y regosol eútrico y solonchak mólico

10. Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por ignea extrusiva intermedia en clima semfrío subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura d etemporal,

urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol húmico, andosol molico, andosol ocrico, feozem luvico y litosol

30. Llanuras onduladas medianamente diseccionadas formadas por suelo lacustre en clima templado subhúmedo, con matorral, urbano, agricultura de temporal, humedal, minería, urbano y sin vegetación aparente, sobre feozem haplico, fluvisol eutrico, gleysol molico, regosol eutrico, solonchak molico y solonchak gleyco.

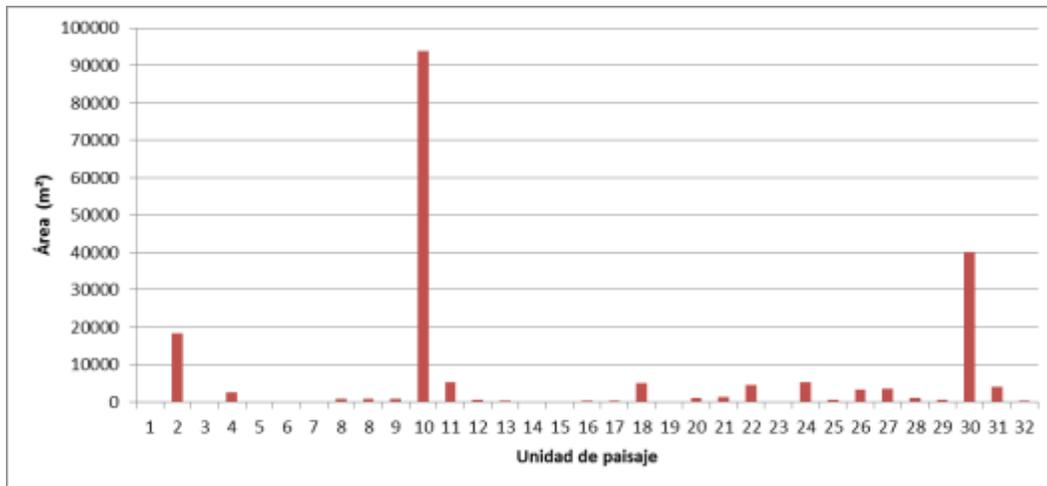


Figura 27. Cambios en unidades de paisaje del SCDF

#### 4.2.3. Indicador de influencia antrópica

Los indicadores demuestran que la influencia antrópica directa ocurre con mayor intensidad en las unidades que tienen influencia directa o están en contacto con la mancha urbana, estas unidades son la 15, 18, 21, 5, 8 que se caracterizan por lo siguiente (Figura 28):

5. Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por suelo aluvial en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal y urbano, sobre andosol humico, feozem haplico y litosol.

8. Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por andesita y brecha volcánica en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal y urbano, sobre andosol húmico, feozem haplico y litosol

15. Montañas ligeramente diseccionadas formadas por suelo aluvial en clima semifrío subhúmedo, con matorral, bosque, urbano y agricultura de temporal, sobre andosol molico y andosol humico.

18. Lomeríos y colinas de mediana a fuertemente diseccionados formados por toba, brecha volcánica y basalto en clima templado subhúmedo, con matorral, urbano, agricultura de temporal, minería y sin vegetación aparente, sobre andosol humico, andosol mólico, feozem haplico, feozem luvico, fluvisol eutrico, gleysol molico y litosol.

21. Lomeríos y colinas de mediana a fuertemente diseccionados formados por toba, brecha volcánica y basalto en clima semifrío subhúmedo, con matorral, bosque, urbano, agricultura de temporal y sin vegetación aparente, sobre andosol humico, andosol molico, feozem haplico y litosol.

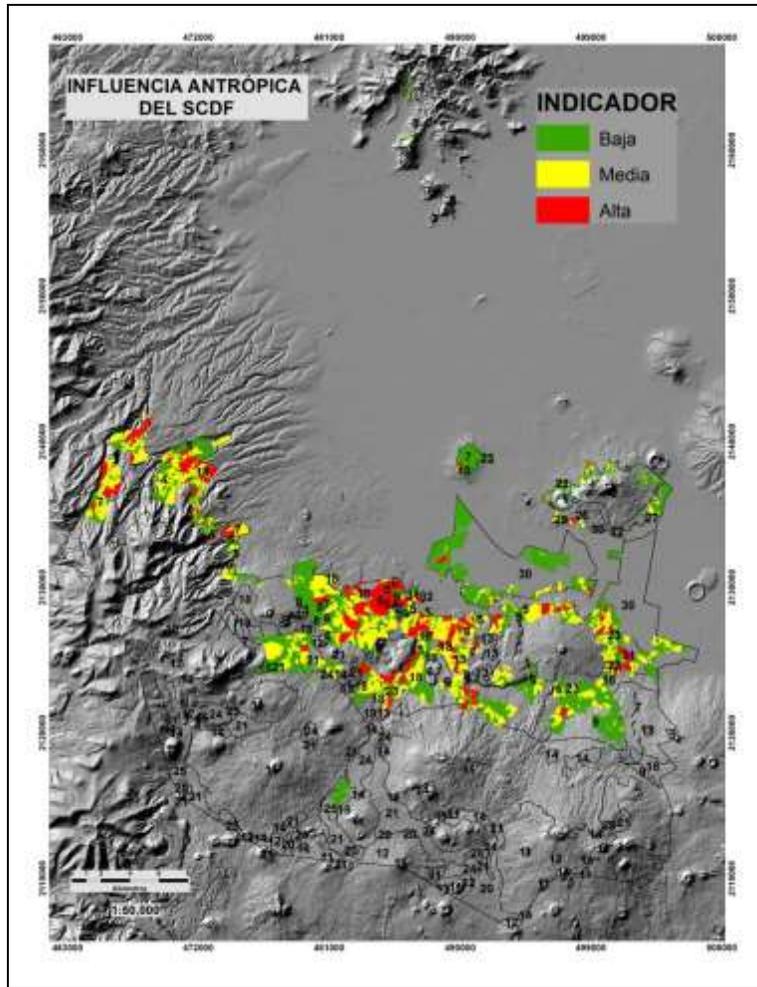


Figura 28. Mapa de influencia antrópica del SCDF

#### 4.2.4. Índice de degradación de los paisajes

El índice demuestra que las unidades más degradadas son las que se encuentran en la periferia de la ciudad de México, principalmente en la unidad 2,7, 22, 26 y 30.

2. Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por basalto y brecha volcánica en clima semiárido templado, con agricultura de temporal, bosque, matorral,

urbano, minería y suelo desnudo, sobre feozem háplico y regosol eútrico y solonchak mólico.

7. Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por toba, brecha volcánica y basalto en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, urbano, agricultura de temporal, agricultura de riego, minería y suelo desnudo, sobre litosol, andosol húmico, andosol mólico, andosol ocrico, cambisol eutricto, feozem haplico, feozem luviso y luvisol cromico.

22. Lomeríos y colinas medianamente diseccionados formados por brecha volcánica en clima semiárido templado, con matorral, bosque, agricultura de temporal y sin vegetación aparente, sobre feozem haplico, regosol eutricto, solonchak gleyco y solonchak molico.

26. Llanuras colinosas fuertemente diseccionadas formadas por brecha volcánica en clima semiárido templado, con matorral, urbano, agricultura de temporal, humedal, minería, urbano y sin vegetación aparente, sobre feozem haplico y regosol eutricto.

30. Llanuras onduladas medianamente diseccionadas formadas por suelo lacustre en clima templado subhúmedo, con matorral, urbano, agricultura de temporal, humedal, minería, urbano y sin vegetación aparente, sobre feozem haplico, fluvisol eutricto, gleycol molico, regosol eutricto, solonchak molico y solonchak gleyco.

El 70 % de la superficie del SCDF sufrió algún grado de degradación, siendo gravemente afectada en la porción oriente del DF. Al conformarse un sistema local regional de desarrollo sustentable. En la actual crisis ambiental y de urgente necesidad de construir gradualmente un desarrollo sustentable, crece en particular el papel de los paisajes con poca o ninguna degradación. Estos paisajes pueden formar el armazón mediante el cual se puede construir el sistema regional y local del desarrollo sustentable. Estos paisajes, según Mateo y Ortiz (2001) se pueden dividir en dos grupos:

- Los paisajes naturales y seminaturales conservados, que representan las regiones no asimiladas de difícil acceso, y que forman la parte natural del armazón (o esqueleto) de la estabilidad.

- Los paisajes transformados antropogénicamente, que se distinguen por tener una productividad alta y estable. Son los agropaisajes culturales altamente productivos, que sostienen la parte principal de la población a nivel local y regional. Tales paisajes pueden formar la parte antropogénica del almacén de la estabilidad con un papel principal en la construcción del desarrollo sustentable.

Los paisajes degradados o en estado crítico conforman una situación de umbral, un punto crítico particular en el estado geoecológico del territorio. Tales paisajes están en peligro de llegar a cambios irreversibles en los sistemas de sostenimiento vital de la sociedad. Por lo tanto, se plantea la necesidad de establecer medidas urgentes para estabilizar su degradación. Aquí se pueden seleccionar dos variantes:

- El regreso a un cierto estado dinámico del paisaje en el que se frene o limite la degradación.
- El paso a paisajes fuertemente degradados, de condiciones extraordinarias (o catastróficas), donde la destrucción de los basamentos del aseguramiento vital de la humanidad tienen un carácter irreversible y han conducido a una completa transformación de su estructura y a una seria amenaza a la vida humana. Situaciones tales exigen de medidas urgentes y excepcionales de reestructuración geoecológica y socioeconómica a nivel nacional e internacional.

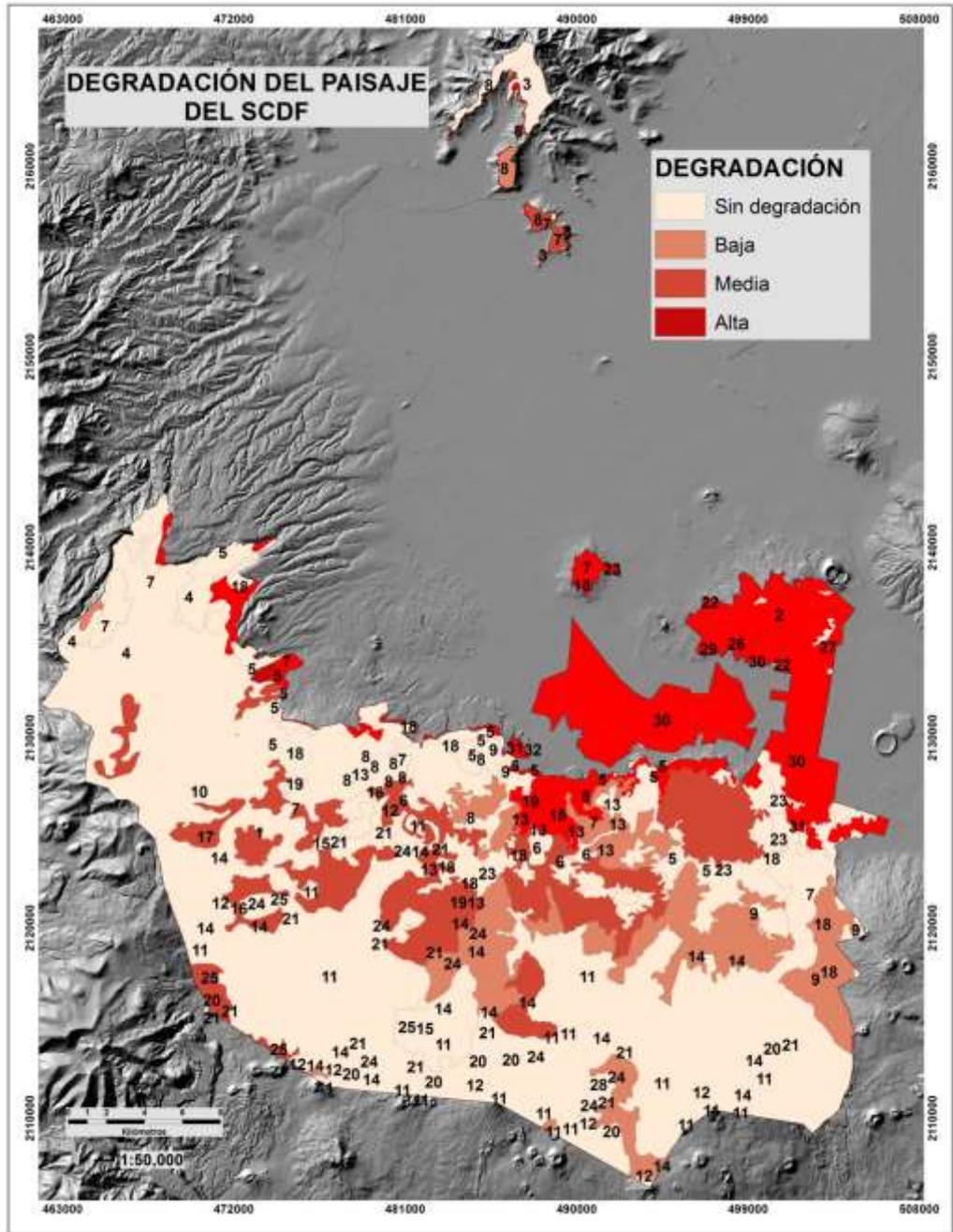


Figura 23. Perfil físico geográfico del SCDF

## **5. Conclusiones**

El análisis llevado a cabo se basó fundamentalmente en datos cuantitativos de la degradación geocológica, como un proceso existente que se materializa en el espacio. Si se busca que la sociedad sea capaz, no sólo de limitar y frenar, sino incluso de revertir la crisis ambiental, es preciso eliminar las causas posibles que conducen a la aparición y progresión de la degradación. Se trata, entonces, de fortalecer y consolidar la capacidad de manejo y gestión de los sistemas naturales por parte de la sociedad. Ello deberá partir de conocer los factores que condicionan el surgimiento y crecimiento de la degradación a través del tiempo.

Este aspecto está relacionado con el arreglo y las condiciones del medio y la organización espacial, en este caso hablamos de paisajes.

El estado actual del desarrollo de conceptos y métodos para la evaluación de la degradación de los paisajes ha sido limitado y en México sólo se había llevado a través del enfoque teórico-conceptual. Sin embargo, la profundización de estos conocimientos y, sobre todo, la elaboración de procedimientos que contribuyan a pronosticar su aparición y crecimiento, están en estrecha dependencia con las investigaciones concretas a nivel local y regional, que se realicen en diferentes contextos biofísicos, geográficos y socioeconómicos.

La obtención de Informaciones objetivas sobre la manifestación de la degradación geocológica de los paisajes, en diferentes realidades locales y regionales, constituirá una Vía, no sólo para adquirir conocimientos dirigidos a aumentar nuestra capacidad de manejo y gestión de los sistemas naturales con el propósito de prever las posibles manifestaciones de la degradación geocológica, sino para aprender a construir la sustentabilidad en los futuros esfuerzos para desarrollar nuestras sociedades.

La degradación geocológica de los paisajes puede concebirse como un atributo sintético y como una respuesta integral de la eficiencia de la interacción entre los sistemas

naturales y sociales en un determinado territorio. Constituye, por tanto, un problema ambiental, que de por sí es la manifestación de un déficit o defecto de la racionalidad ambiental, es el resultado de un exceso de carga de las demandas de un consumo social dado sobre el paisaje, como soporte territorial. Puede responder, además, a una deficiencia general de sustentabilidad de un grupo social organizado (L. Aistein, 1994), por lo tanto es importante considerar en la evaluación elementos tanto naturales como sociales.

La degradación geocológica se manifestó como la respuesta a todos los complejos mecanismos que existen en los paisajes, su identificación y caracterización permitió generar más preguntas en torno a la degradación.

Por ejemplo, rescatar el lugar de la degradación geocológica en los procedimientos de la planificación ambiental, así, en las condiciones actuales en que el proceso de asimilación de los territorios ha avanzado en la mayoría de los países, la asignación de tipos funcionales de utilización, de acuerdo con el potencial de recursos.

Las condiciones de la utilización intensiva de los recursos, el problema de la pérdida de la capacidad productiva y el decrecimiento del potencial original, que son resultado de la degradación geocológica se van convirtiendo, cada vez más, en elementos clave para reordenar el territorio para establecer un sistema de medidas dirigidas a la protección y optimización ambiental (Mateo y Ortiz, 2001).

Para construir la sustentabilidad, hay que cambiar los comportamientos con respecto a la degradación geocológica. Es necesario aprender a actuar al nivel de la percepción de los posibles problemas, antes de que aparezcan las consecuencias negativas de la degradación. Es necesario tomar a tiempo medidas de prevención para estabilizar los paisajes, justamente la conformación de un sistema eficiente de protección ecológica en el SCDF.

## 6. Bibliografía.

- Cárdenas, L. (2007). *Análisis Geoecológico de la subcuenca Seibabo, Santi Spiritus (Cuba)*, pág. 26-33.
- Da Silva, E. y Mateo, J. (2011). Geoecología da paisagem: zoneamento e gestão ambiental em ambientes úmidos e subúmidos. *Revista Geográfica de América Central*. Número especial EGAL, pág. 1-12.
- Delgado, G. C. (2011). “Bienes comunes, metabolismo social y el futuro común de la humanidad: un análisis Norte-Sur” *Documento base Abril*. Fundación Rosa Luxemburgo. Bruselas, Bélgica.
- Diegues, C. (2005). *El mito moderno de la naturaleza intocada*. NAPAUBUSP, Sao Paulo, Brasil, 104 pp.
- Duran, R. y García, G. (2003). “Distribución espacial de la vegetación” en *Biodiversidad y desarrollo*. Capítulo 3. Pág. 131-135.
- Ezcurra, E. (2003). *De las Chinampas a la Megalópolis. El medio ambiente en la Cuenca de México*. Colección la ciencia para todos. N. 91. SEP-FCE. México. 120 pp.
- Frolova, M. (2006). *Desde el concepto del paisaje a la Teoría de Geosistema en la Geografía Rusa: ¿hacia una aproximación geográfica global del medio ambiente?*, *Eria*, pág. 225-235.
- GDF (2014). *Gaceta Oficial del Distrito Federal*. N. 1788.  
[http://www.consejeria.df.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/52e9f380c2d0e.pdf](http://www.consejeria.df.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/52e9f380c2d0e.pdf)
- GDF-SMA-PAOT (2012). *Atlas geográfico del Suelo de Conservación del Distrito Federal*. Secretaría del Medio Ambiente - Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del Distrito Federal, México, D.F.
- González, M. (2010). *La Degradación de los suelos cultivados en el sur del DF, propuestas para manejo sostenible*. Disponible en:  
[http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs\\_libros/agriculturasostenible6/63/98.pdf](http://www.somas.org.mx/pdf/pdfs_libros/agriculturasostenible6/63/98.pdf)
- Harvey, D. (1994). “La construcción social del espacio y del tiempo: Una teoría relacional” en *Geographical Review of Japan*. Vol. 67 (B) N. 2.

- Harvey, D. (1996). *Justice, nature, and the geography of difference*. Massachusetts, EU, Ed. Blackwell, 468 pp.
- Harvey, D. (2003). *El nuevo imperialismo*. Madrid, España, Akal.
- Harvey, D. (2006). *Spaces of global capitalism: a theory of uneven geographical development*. Londres, Reino Unido, Verso.
- Horbath Corredor, J. E. (2002). “El trabajo y la ciudad de México: una revisión desde la geografía de las actividades productivas urbanas” en *Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98. Vol. VI, núm. 119 (55).
- Horn, V. (1993) *Statistical indicators for the economic and social sciences*. Cambridge, University Press, Hong Kong, 147 pp.
- Ibarra, M. V. (2008). “Espacios forestales y estructura de poder. Una propuesta desde la geografía política” en *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM, Vol. L, No 203, México, pp. 133-155.
- Iranzo, E. (2009). *El paisaje como patrimonio rural. Propuesta de una sistemática integrada para el análisis de los paisajes valencianos*. Tesis de doctorado, Universidad de Valencia.
- La Jornada. (2015). *Ciudad de México, primera en degradación de suelo: Central Campesina*, 29 de Junio de 2015, Sección Capital.
- Lefebvre, H. (1991). *La producción del espacio*. Cambridge, Mass.: Blackwell Publishers.
- Manzano, B. (2009). “Territorio, teoría y política” en *Las configuraciones de los territorios rurales del siglo XXI*. Bogotá, Editorial Pontificia Universidad Javeriana, p.35-66.
- Martínez, Allier. (1992). *De la economía ecológica al ecologismo popular*. España, Icaria, 362 pp.
- Martínez, Allier. (1995). *Curso de Economía Ecológica*. México, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental, Serie textos básicos para la Formación Ambiental, N.1. 132pp.

- Mateo, J. (1984). *Apuntes de Geografía de los Paisajes*. Empresa André Voisin. Universidad de La Habana, pág. 50-55.
- Mateo, J. (2000). *Geografía de los Paisajes*. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana, 191 pp.
- Mateo, J. (2002). *Geografía de los Paisajes. Primera Parte. Paisajes Naturales*. Ministerio de Educación Superior. Universidad de la Habana. Facultad de Geografía, primera parte, 197 pp.
- Mateo, J., da Silva, Edson, (2004), *Geoecology of Landscapes. A geosystematic vision of environmental analysis. Geoecologia das Paisajens. Uma visao geosistémica da analise ambiental*. Ed. UFC. Fortaleza. Brazil.
- Mateo, J. y da Silva, Edson, (2007), *Geoecology of Landscapes. A geosystematic vision of environmental analysis. Geoecologia das Paisajens. Uma visao geosistémica da analise ambiental*. Ed. UFC. Fortaleza. Brazil.
- Mateo, M. y Ortiz, M. (2001). *La degradación de los paisajes como concepción teórica metodológica*. Instituto de Geografía, UNAM, 40 pp.
- Menéndez, Manuel. (2004). *Diagnóstico Geoecológico del municipio de Sagua de Tánamo, Holguín*. La Habana, Cuba, 90 pp.
- Mendoza, E. (2012). “Áreas Naturales Protegidas: el disfraz del despojo” en *Contralinea*, N. 310, Noviembre. México. Disponible en internet: <http://contralinea.info/archivo-revista/index.php/2012/11/13/areasnaturales-protégidas-el-disfraz-del-despojo/>
- Mikesel, M.S. (1985). *El paisaje como descripción social*. Ediciones El Pirata, Xalapa, Veracruz, No.76.
- O'Connor, M. (1994). *Is Capitalism Sustainable? Political Economy and the Politics of Ecology*, The Guilford Press, 283 pp.
- Ortega, J. (2000). *Los horizontes de la Geografía: teoría de la Geografía*. México, Editorial Ariel, 608 pp.
- Porto-Gonçalves, C. (2001). *Geo-grafías: movimientos sociales, nuevas territorialidades y sustentabilidad*. México, Siglo XXI. 298 pp.

Preobrazhenskii, V.S. (1982). (Reed.) Aleksandrova, Daneva, Haase, Protección de los paisajes. *Diccionario interpretativo*, Trad. J. Mateo. Moscú, Editorial Progress, Moscú, 272 pp.

Priego, S.A.G., Bocco, G., Mendoza, M y Garrido, A. (2008). *Propuesta para la generación semiautomatizada de unidades de paisajes. Fundamentos y métodos*. INE-SEMARNAT. México, D.F., pp. 29-32.

PROCURADURÍA AMBIENTAL Y DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL (PAOT), DF. (2015). Agenda de la PAOT.

[http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/informes/AGENDA\\_2015\\_2013.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/informes/AGENDA_2015_2013.pdf)

Remond, R. (2004). *Estudio del Estado de Degradación de los paisajes de Cuba. Casos de estudio: Provincia La Habana y Municipio Artemisa*. Tesis para obtener el grado de Doctor en Ciencias Geográficas, Universidad de La Habana, 100 pp.

Rodríguez, J. (1994). *Análise e síntese da abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental*. Revista do Departamento de Geografia da FFLCH/USP. São Paulo, v. 9.

Rodríguez, D. (2011). *Capitalismo verde, una mirada a la estrategia del BID en el cambio climático*. CENSAT Agua Viva, Amigos de la Tierra, Colombia. 30pp.

Santos, M. (2009). *A geoecologia da paisagem como subsídio ao zoneamento geoambiental o caso do litoral sul de Ilhéus*. 12° Encuentro de Geógrafos de América Latina - caminando en una América Latina en transformación. Vol.1, Montevideo, Uruguay, p.1-15.

SEMARNAT-CONANP (2011). *Historia de las Áreas Naturales Protegidas*. [http://www.conanp.gob.mx/quienes\\_somos/historia.php](http://www.conanp.gob.mx/quienes_somos/historia.php)

Timashev, I. E: (2008). “El componente Geoecológico principal del paisaje terrestre”, en *El mundo de la Geoecología*” (en ruso); GEOS, Moscú, 296 pp.

Toledo, A. (1998). “Hacia una economía política de la biodiversidad y de los movimientos ecológicos comunitarios” en *Chiapas*. N.6. IIE, UNAM, pág. 7-40.

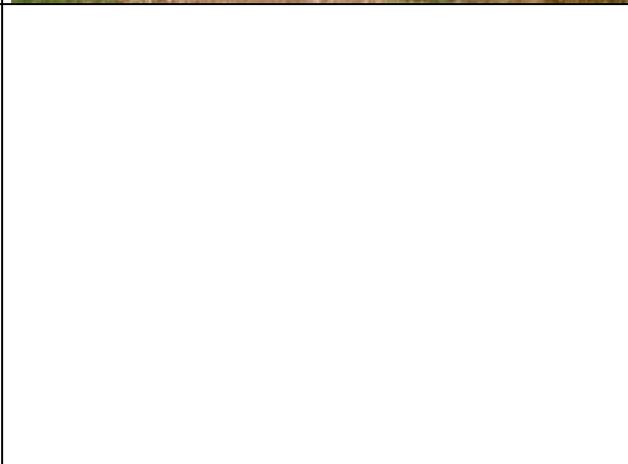
Universidad de Granada. (2007). Guía para la definición e implantación de un sistema de indicadores, disponible en:

<http://www.ugr.es/~rhuma/sitioarchivos/noticias/Indicadores.pdf>

Urquijo, P. y Barrera, N. (2009). “Historia y paisaje. Explorando un concepto geográfico monista” en *Andamios*, 10(5), pág. 227-252.

## 7. Anexo 1.

CLAVE	UNIDADES DE PAISAJE	TRABAJO DE CAMPO
1	Montañas fuertemente diseccionadas formadas por ignea extrusiva intermedia en clima semifrío subhúmedo, con matorral y bosque, sobre andosol húmico	
2	Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por basalto y brecha volcánica en clima semiárido templado, con agricultura de temporal, bosque, matorral, urbano, minería y suelo desnudo, sobre feozem háplico y regosol eútrico y solonchak mólico	
3	Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por andesita y brecha volcánica en clima semiárido templado, con matorral, bosque y urbano, sobre feozem háplico y litosol	

<p><b>4</b></p>	<p>Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por ignea extrusiva intermedia en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal y urbano, sobre andosol, feozem, litosol y luvisol</p>	
<p><b>5</b></p>	<p>Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por suelo aluvial en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal y urbano, sobre andosol humico, feozem haplico y litosol</p>	
<p><b>6</b></p>	<p>Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por ignea extrusiva básica en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, urbano y agricultura de temporal, sobre feozem haplico, andosol mólico y andosol húmico</p>	
<p><b>7</b></p>	<p>Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por toba, brecha volcánica y basalto en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, urbano, agricultura de temporal, agricultura de riego, minería y suelo desnudo, sobre litosol, andosol húmico, andosol mólico, andosol ocrico, cambisol eutrico, feozem haplico, feozem luvico y luvisol cromico</p>	

		
<p><b>8</b></p>	<p>Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por andesita y brecha volcánica en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal y urbano, sobre andosol húmico, feozem haplico y litosol</p>	
<p><b>9</b></p>	<p>Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por andesita y toba en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, urbano, agricultura de temporal y suelo desnudo, sobre andosol humico, feozem haplico y litosol</p>	

<p><b>10</b></p>	<p>Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por ignea extrusiva intermedia en clima semfrío subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal, urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol húmico, andosol molico, andosol ocrico, feozem luvico y litosol</p>	
<p><b>11</b></p>	<p>Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por toba, brecha volcánica y basalto en clima semfrío subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal, urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol húmico, andosol molico, andosol ocrico, cambisol eutrico, feozem haplico, litosol y regosol eutritico</p>	
<p><b>12</b></p>	<p>Montañas de ligera a medianamente diseccionadas formadas por ignea extrusiva básica en clima semfrío subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal, urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol húmico, andosol molico, andosol ocrico, feozem haplico, litosol y regosol eutritico</p>	

<p><b>13</b></p>	<p>Montañas ligeramente diseccionadas formadas por suelo residual en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal, urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol húmico, andosol molico, andosol ocrico, feozem haplico y litosol.</p>	
<p><b>14</b></p>	<p>Montañas ligeramente diseccionadas formadas por suelo residual en clima semifrío subhúmedo, con matorral, bosque, agricultura de temporal, urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol húmico, andosol molico, andosol ocrico, feozem haplico y litosol.</p>	
<p><b>15</b></p>	<p>Montañas ligeramente diseccionadas formadas por suelo aluvial en clima semifrío subhúmedo, con matorral, bosque, urbano y agricultura de temporal, sobre andosol molico y andosol humico.</p>	
<p><b>16</b></p>	<p>Montañas ligeramente diseccionadas formadas por andesita en clima semifrío subhúmedo, con matorral, bosque, urbano y agricultura de temporal, sobre andosol humico, andosol mólico y litosol</p>	

<p><b>17</b></p>	<p>Lomeríos y colinas fuertemente diseccionados formadas por ignea extrusiva intermedia en clima semifrío subhúmedo, con matorral, bosque, urbano, agricultura de temporal, minería y sin vegetación aparente, sobre andosol humico</p>	
<p><b>18</b></p>	<p>Lomeríos y colinas de mediana a fuertemente diseccionados formados por toba, brecha volcánica y basalto en clima templado subhúmedo, con matorral, urbano, agricultura de temporal, minería y sin vegetación aparente, sobre andosol humico, andosol mólico, feozem haplico, feozem luvico, fluvisol eutrico, gleysol molico y litosol</p>	
<p><b>19</b></p>	<p>Lomeríos y colinas de mediana a fuertemente diseccionados formados por suelo residual en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque, urbano, agricultura de temporal, agricultura d eriego, urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol humico, andosol molico, andosol ocrico y feozem haplico</p>	

<p><b>20</b></p>	<p>Lomeríos y colinas de mediana a fuertemente diseccionados formados por ígnea extrusiva básica en clima semifrío subhúmedo, con matorral, bosque, urbano, agricultura de temporal, minería y sin vegetación aparente, sobre andosol humico, andosol molico y litosol</p>	
<p><b>21</b></p>	<p>Lomeríos y colinas de mediana a fuertemente diseccionados formados por toba, brecha volcánica y basalto en clima semifrío subhúmedo, con matorral, bosque, urbano, agricultura de temporal y sin vegetación aparente, sobre andosol humico, andosol molico, feozem haplico y litosol</p>	
<p><b>22</b></p>	<p>Lomeríos y colinas medianamente diseccionados formados por brecha volcánica en clima semiárido templado, con matorral, bosque, agricultura de temporal y sin vegetación aparente, sobre feozem haplico, regosol eutrico, solonchak gleyco y solonchak molico.</p>	
<p><b>23</b></p>	<p>Lomeríos y colinas medianamente diseccionados formados por suelo aluvial en clima templado subhúmedo, con matorral, bosque y agricultura de temporal, sobre feozem haplico y fluvisol eutrico</p>	

<p><b>24</b></p>	<p>Lomeríos y colinas de ligera a medianamente diseccionados formados por suelo residual en clima semifrío subhúmedo, con matorral, urbano, agricultura de temporal, humedal, minería, urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol humico, andosol molico, feozem haplico y litosol</p>	
<p><b>25</b></p>	<p>Lomeríos y colinas de ligera a medianamente diseccionados formados por suelo aluvial en clima semifrío subhúmedo, con matorral, urbano, agricultura de temporal, humedal, minería, urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol humico, andosol molico, andosol ocrico y litosol</p>	
<p><b>26</b></p>	<p>Llanuras colinosas fuertemente diseccionadas formadas por brecha volcánica en clima semiárido templado, con matorral, urbano, agricultura de temporal, humedal, minería, urbano y sin vegetación aparente, sobre feozem haplico y regosol eutrico</p>	
<p><b>27</b></p>	<p>Llanuras colinosas fuertemente diseccionadas formadas por suelo aluvial en clima templado subhúmedo, con matorral, urbano, agricultura de temporal, humedal, minería, urbano y sin vegetación aparente, sobre feozem haplico, regosol eutrico, solonchak molico y solonchak gleyco</p>	

<p><b>28</b></p>	<p>Llanuras colinosas medianamente diseccionadas formadas por basalto en clima semifrío subhúmedo, con matorral, urbano, agricultura de temporal, humedal, minería, urbano y sin vegetación aparente, sobre andosol humico y litosol</p>	
<p><b>29</b></p>	<p>Llanuras onduladas medianamente diseccionadas formadas por brecha volcánica en clima semiárido templado, con matorral, urbano, agricultura de temporal, humedal, minería, urbano y sin vegetación aparente, sobre feozem haplico</p>	
<p><b>30</b></p>	<p>Llanuras onduladas medianamente diseccionadas formadas por suelo lacustre en clima templado subhúmedo, con matorral, urbano, agricultura de temporal, humedal, minería, urbano y sin vegetación aparente, sobre feozem haplico, fluvisol eutrico, gleysol molico, regosol eutrico, solonchak molico y solonchak gleyco</p>	
<p><b>31</b></p>	<p>Llanuras onduladas medianamente diseccionadas formadas por suelo aluvial en clima templado subhúmedo, con agricultura de temporal, agricultura de riego, bosque, humedal, matorral y urbano, sobre feozem hálpico, fluvisol eútrico, gleysol mólico y litosol</p>	

**32**

Llanuras onduladas medianamente diseccionadas formadas por toba en clima templado subhúmedo, con agricultura de temporal, agricultura de riego, bosque, humedal, matorral y urbano, sobre feozem hálpico

