



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO**

---

---

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN  
URBANISMO**

**USO DE SUELO: DIFERENCIACIÓN DEL ESPACIO  
URBANO DEL ÁREA METROPOLITANA DE LA  
CIUDAD DE MÉXICO**

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

**DOCTOR EN URBANISMO**

P R E S E N T A:

**RAUL LEMUS PEREZ**

DIRECTOR DE TESIS: Prof. BORIS GARIZBORD ED

México, D.F.

2012



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.

DIRECTOR DE TESIS: Prof. Boris Graizbord Ed

SINODALES: Dr. Fernando Greene Castillo  
Dr. Javier Delgado Campos  
Dra. María del Carmen Valverde Valverde  
Dra. Emelina Nava García.

## **Agradecimientos**

La culminación de este trabajo se debe apoyo de innumerables personas en distintas etapas. Agradezco a mis sinodales las múltiples observaciones que hicieron al texto, en especial, tengo una enorme deuda y eterna gratitud a la Doctora Carmen Valverde, quien tuvo paciencia y fe en los resultados de la tesis, sin su apoyo, aliento y facilidades que me proporciono no hubiera llegado a su fin este trabajo. Al Profesor Boris Graizbord por sus consejos para terminar este trabajo, al Doctor Fernando Greene que tuvo a bien revisar y comentar partes del texto para mejorar la tesis; al Doctor Javier Delgado quien reviso el texto me hizo ver sus deficiencias y me ayudó a resolverlas; finalmente, a la Doctora Emelina Nava, quien además de ser una excelente amiga de años, recorrió conmigo este arduo camino y me motivo a no claudicar ni caer en el desanimo.

A mi padre, que donde quiere que este, deseo que te sientas orgulloso y puedas perdonar que no te di esta satisfacción cuando aun estabas aquí; a mi madre que con su apoyo y cariño ha sido un soporte fundamental para alcanzar mis metas, a mis hermanos Jorge y Gaby, que sufrieron en carne propia mis constantes cambios de animo, al encontrarme perdido en callejones sin salida conceptuales de la tesis; también dedico este trabajo a mis sobrinos Luis Eduardo y Jorge Joshua (Patito).

A mis amigos el maestro Jaime Ramírez que me ayudo a entender los vericuetos del análisis multivariado además de examinar, comprender y opinar sobre los resultados de los ejercicios empíricos; al licenciado César Montenegro que me apoyo en la corrección de estilo y diseño del documento, a la Doctora Clara Salazar, Doctora Luz María Salazar y Doctora Landy Sánchez quienes en todo momento me animaban a cerrar este ciclo y seguir adelante. No puedo concluir sin mencionar a José Luis González Granillo, el Doctor Juan Campos Alanis, Maestro Israel Cacho Silva que con su amistad y apoyo hicieron más ligero este trance llamado tesis doctoral.

Introducción .....	4
Capítulo 1 Teorías del uso de suelo urbano .....	9
Introducción .....	9
1.1.- ¿Qué se entiende por el uso del suelo? .....	12
1.1.1.-Aspectos generales del suelo urbano .....	12
1.1.2.-La organización interna de la ciudad .....	17
1.2.-Modelos de la estructura urbana y del uso del suelo .....	20
1.2.1.-Louis Wirth y la Ecología Humana.....	24
1.2.2.-La teoría del Área Social de Shevky, Williams y Bell.....	40
1.2.3.-El modelo de anillos concéntricos de Burgess .....	43
1.2.4.-El modelo sectorial de Hoyt .....	48
1.2.5.-El modelo de núcleos múltiples de Ullman y Harris .....	50
1.3.-Modelos latinoamericanos de la estructura urbana .....	52
Conclusiones .....	62
Capítulo 2 Metodología.....	67
Introducción .....	67
2.1.-Delimitación de la zona de estudio.....	69
2.1.1.-Usos de suelo en el Área Metropolitana de la Ciudad de México.....	73
2.1.2.--Información estadística y censal.....	80
2.1.3.-Aspectos teóricos de los métodos de análisis espacial empleado en el estudio .....	85
2.1.3.1.-Clasificación de variables .....	88
2.1.3.2.-Indicadores de Concentración Global y Areal.....	93
2.2.-Análisis exploratorio de datos espaciales .....	99
2.2.1.-Expresión General de la Autocorrelación Espacial .....	107
2.2.2.-Indicadores de concentración espacial: El índice de Morán Global .....	108
2.2.3.-El Índice de Autocorrelación Espacial de Geary .....	110
2.2.4.-Indicadores locales de asociación espacial o LISA .....	111
2.2.4.1.- Matrices de Peso en el análisis Local (LISA).....	113
Conclusiones .....	115
Capítulo 3 Organización interna y estructura urbana del Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM).....	117
Introducción .....	117
3.1.-Estructura social y uso de suelo .....	125
3.1.1.-Uso de suelo, población y empleo. ....	131
3.1.2.-Estructura urbana y población .....	133
3.1.2.1.-Organización interna .....	135
3.1.2.2.-Relación entre categorías de suelo y estrato socioeconómico .....	135
3.2.-El patrón espacial de los usos del suelo del AMCM.....	145
3.2.1.-Uso de suelo, estructura urbana y organización interna del AMCM.....	146
3.3.- Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE), patrones de concentración del suelo habitacional, industrial y mixto del AMCM .....	167
3.3.1.-Autocorrelación espacial y usos de suelo .....	174
3.3.2.-Autocorrelación global por tipo de suelo .....	179
3.3.2.-Autocorrelación local por tipo de suelo .....	186

3.2.-Caracterización de la estructura urbana del AMCM por autocorrelación espacial.	191
.....	191
3.2.1.-Uso de suelo Mixto .....	191
3.2.1.1.-Uso de suelo Habitacional .....	191
3.2.1.2.-Uso de suelo Industrial .....	192
3.2.1.3.-Patrón espacial del suelo en el AMCM en 2000.....	192
Conclusiones .....	195
Capítulo 4 Conclusiones y recomendaciones .....	197
Bibliografía .....	201
<b>Anexos</b> .....	210
Índice de figuras	
Figura 1 Esquema analítico del suelo urbano .....	11
Figura 2 Modelo Agrícola de Von Thunen .....	20
Figura 3 Modelo de Walter Christaller .....	22
Figura 4 Modelo de anillos concéntricos de Burgess, 1925 .....	45
Figura 5 Modelo de la estructura urbana de Chicago, 1925.....	46
Figura 6 Modelo Sectorial de Hoyt, 1939 .....	49
Figura 7 Modelo de Núcleos Múltiples de Harris y Ullman, 1945.....	51
Figura 8 Modelo de la ciudad de América Latina según Griffin y Ford (1982)	
.....	55
Figura 9 Modelo de ciudad latinoamericana según Bähr y Mertins, 1981,	
modificado por Mertins, 1995 .....	56
Figura 10 Modelo de la ciudad de América Latina de Larry Ford (1996).....	58
Figura 11 Modelo de ciudad fragmentada en “islas” Janoschka, 2002. ....	59
Figura 12 Evolución del modelo de ciudad latinoamericana según Borsdorf,	
1982.....	60
Figura 13 Evolución desde la ciudad compacta hacia la ciudad fragmentada	
Borsdorf, Bähr y Janoschka, 2003 .....	61
Figura 14 Diferencias de la matriz de variables y la matriz de datos geográfica	
.....	89
Figura 15 Matriz de Datos Geográficos .....	90
Figura 16 Eje del tiempo .....	91
Figura 17 Pasos matriciales de la metodología de clasificación espacial .....	92
Figura 18 Características de la curva de Lorenz como curva de concentración	
superficial .....	98
Figura 19. Tipos de autocorrelación espacial .....	102
Figura 20. Medida de la contigüidad espacial según los criterios Rooks,	
Bishops y Queen’s .....	103
Figura 21. Tipos de significancia espacial .....	106
Figura 22. Espacio de Relaciones entre dos variables Estandarizada.....	106
Figura 23. Medida de la contigüidad espacial según los criterios Rooks,	
Bishops y Queen’s .....	110
Figura 24 Matriz de retardo espacial.....	113
Figura 25. Resultados de la I de Moran Global para Habitación.....	180
Figura 26. Resultados de la I de Moran Global para Industria.....	182
Figura 27. Resultados de la I de Moran Global para uso Mixto.....	184

Figura 28 Gráfico de permutaciones de la I de Morán global para uso industrial.....	217.
Figura 29. Gráfica de permutaciones de la I de Moran Global para uso habitacional .....	218
Figura 30. Gráfica de permutaciones de la I de Moran Global para uso mixto.....	218

### **Índice de cuadros**

Cuadro 1.1 Criterios e Índices de diferenciación social de Shevky y Williams .....	42
Cuadro 2.1 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: Número total de AGEBS en 1990 y 2000.....	72
Cuadro 2.2 Zonas Homogéneas por Uso de Suelo .....	76
Cuadro 2.3 Delimitación Final del AMCM por Uso de Suelo 1990-2000....	79
Cuadro 2.4 Número de AGEBS Económicos del AMCM, 1994-1999 .....	81
Cuadro 2.5 Diferencias entre AGEBS Económicos del AMCM, 1994-1999 .....	83
Cuadro 2.6 Variables Demográficas y Económicas, 2000.....	84
Cuadro 2.7 Etapas del análisis de Autocorrelación Espacial .....	107
Cuadro 3.8 AMCM: Crecimiento de la población y expansión física de la ciudad, 1950-2005.....	119
Cuadro 3.9 Etapas de Crecimiento interno de la Ciudad de México .....	124
1524-1953.....	124
Cuadro 3.10. AMCM: Clasificación de AGEBS en seis estratos socioeconómicos, 2000 .....	127
Cuadro 3.11. Distrito Federal: Uso de suelo catastral, 2000. ....	132
Cuadro 3.12a. Distrito Federal: Superficie de suelo catastral por estrato, 2000. (Metros cuadrados) .....	134
Cuadro 3.12b. Distrito Federal: Porcentaje de suelo catastral por estrato, 2000, (metros cuadrados).....	134
Cuadro 3.13 Distrito Federal: Porcentaje de Superficie de suelo complementario..	135
Cuadro 3.14. Distrito Federal: Estructura Interna y porcentaje de Superficie de suelo complementario, 2000. (Superficie total por estrato) .....	140
Cuadro. 3.15 Distrito Federal: Porcentaje de Superficie de suelo complementario, 2000. (Superficie total sin habitación) .....	140
Cuadro 3.16. AMCM: Porcentaje de Uso de suelo complementario y población, 2000. (Unidades económicas y población empleada).....	144
Cuadro 3.17 Superficie en kilómetros cuadrados por categorías de uso de suelo por delegación y municipio del AMCM, 1990.....	149
Cuadro 3.18 Superficie en kilómetros cuadrados por categorías de uso de suelo por delegación y municipio del AMCM, 2000.....	150
Cuadro 3.19. Distribución porcentual por categorías de uso de suelo en delegaciones y municipios del AMCM, 1990. ....	151
Cuadro 3.20. Distribución porcentual por categorías de uso de suelo en delegaciones y municipios del AMCM, 2000 .....	152
Cuadro 3.21. Cambios porcentual por categorías de uso de suelo en delegaciones y municipios del AMCM, 1990-2000 .....	162

Cuadro 3.22. AMCM: Índice de Concentración de los principales Usos de Suelo.....	168
Cuadro 3.23. Uso de suelo Predominante en el AMCM, 2000 .....	176
Índice de gráficas	
Gráfica 1. AMCM: Tasa de crecimiento de la población y expansión urbana del AMCM.....	119
Gráfica 2. AMCM: Cambio porcentual de suelo habitacional, mixto e industrial en el AMCM, 1990-2000.....	165
Gráfica 3. AMCM: Concentración de suelo habitacional, 2000 .....	169
(Índice 16.7%) .....	169
Gráfica 4. AMCM: Concentración de suelo Industrial, 2000 .....	171
(Índice 47.2%) .....	171
Gráfica 5. AMCM: Concentración de suelo Mixto, 2000.....	173
(Índice 33.1%) .....	173
Índice de mapas	
Mapa 1 Distribución de uso de suelo por AGEB, 1990.....	77
Mapa 2 Distribución de uso de suelo por AGEB, 2000.....	78
Mapa 3 ZMCM: Integración municipal, 1940-2005.....	120
Mapa 4 AMCM: Expansión del área urbana, 1950-2005 .....	121
Mapa 5 Etapas de Crecimiento interno de la Ciudad de México, 1524-1953	123
Mapa 6. AMCM: Estrato Socioeconómico, 2000.....	128
Mapa 7. AMCM: Distribución del uso de suelo y población por conglomerados, 2000.....	145
Mapa 8 Localización del Uso de suelo habitacional, 1990-2000 .....	156
Mapa 9 Localización del Uso de suelo industrial, 1990-2000 .....	158
Mapa 10 Localización del Uso de suelo Mixto, 1990-2000.....	161
Mapa 11 AMCM: Concentración de Habitación, 2000 .....	170
Mapa 12 AMCM: Concentración de Industria, 2000 .....	172
Mapa 13 AMCM: Concentración de suelo Mixto, 2000.....	174
Mapa 14. AMCM: Distribución de Usos de Suelo, 2000 .....	177
Mapa 15. AMCM: valores altos y bajos de usos de suelo habitacional, 2000 .....	181
Mapa 16. AMCM: valores altos altos de usos de suelo industrial, 2000.....	183
Mapa 17. AMCM: valores altos altos de usos de suelo mixto, 2000.....	185
Mapa 18. AMCM: Distribución de Núcleos de Usos de Suelo, 2000. ....	190
Mapa 19 AMCM: Concentración de suelo habitacional, Mixto e Industrial, 2000 (Propuesta de Estructura Urbana) .....	194
Mapa A20 Clusters y p valores de suelo industrial,.....	219
Mapa A21 Clusters y p valores de suelo habitacional.....	220
Mapa A22 Clusters y p valores de suelo mixto.....	221

## **Introducción**

La expansión física y el crecimiento demográfico del Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM) han sido su principal rasgo a lo largo de la segunda mitad del siglo XX: ambos procesos, consumen extensas superficies de suelo, agua y recursos naturales que la han llevado al límite en cuanto a su funcionamiento económico y físico. La demanda constante de suelo para alojar nuevas actividades y los efectos negativos que tienen en la estructura urbana -insuficiencia en la dotación de equipamiento y el aumento en los tiempos de desplazamiento que invierte la población para trasladarse de un lugar a otro- requieren de un análisis minucioso de la localización de las actividades a partir del estudio del **uso del suelo urbano**. En la actualidad, con la disponibilidad de paquetes computacionales como los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es posible construir un inventario de los cambios en el “stock” de los usos del suelo aunque esta tarea no es sencilla porque no disponemos de información completa o actualizada de los usos del suelo y el costo de recolectar sus cambios en el tiempo es elevado. Lo anterior se debe a que: 1) no tenemos lineamientos claros para definir la extensión de la unidad geográfica estándar (UGE) para recolectar y analizar los cambios de uso del suelo, 2) existen varios criterios urbanísticos que no siempre coinciden entre sí para clasificar los diferentes usos del suelo y 3) es costoso elaborar, mantener y actualizar un inventario real del uso de suelo en una ciudad del tamaño del Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM).

En la literatura sobre la ciudad, los economistas, geógrafos, sociólogos y planificadores formularon hipótesis y construyeron modelos con el objetivo de estudiar los patrones del uso de suelo urbano para identificar sus principales características. Por ejemplo, los economistas señalan que el valor del suelo es el concepto teórico que evalúa su localización en términos monetarios asignándole a la tierra el carácter de mercancía, en cambio, los sociólogos afirman que la organización de la sociedad en el espacio se debe a que sus decisiones de localización alteran el territorio efecto que se puede medir a través de las mezclas de usos del suelo, por otra parte los geógrafos afirman que existe una relación entre el factor humano y los cambios producidos en el medioambiente por el uso intensivo de la tierra y los planificadores, se concentraron en diseñar criterios y reglamentos para controlar los conflictos sociales producto de los intereses particulares para cambiar los usos de suelo en los sitios más rentables de la ciudad.

En la búsqueda de una explicación sobre la forma que toman los patrones físicos del uso de suelo la economía y la ecología construyeron modelos teóricos cuyos principios se basaron en la idea de que el centro es la zona más importante de la ciudad y las distintas actividades compiten entre sí por ocupar un espacio lo más cercano a éste. Bajo esta perspectiva, autores clásicos como Hurd (1924), Haig (1926), Mckenzie (1926), Park (1938) y Ratcliff (1949), señalan que el valor del suelo es el elemento más importante para explicar la localización intraurbana. El valor de la tierra permitió dividir los estudios del suelo en dos enfoques: 1) *económico*, que se concentró en la construcción de modelos de la estructura de precios y 2) *ecológico*, quien analizó la distribución de la población y su consumo de suelo. Los resultados de ambos se aplicaron después en las ciudades de Latinoamérica para elaborar modelos de la estructura urbana, entre ellos destaca el trabajo de Heyner (1945) y su análisis de los precios del suelo en la ciudad de México; Griffit y Ford (1982) propusieron una estructura teórica urbana derivado del modelo de Burgess (1925) y Ward (1980) describió la estructura espacial del AMCM a través del modelo de anillos concéntricos. Sin embargo, no se encontraron estudios comparativos de los usos del suelo en ciudades mexicanas y los pocos estudios encontrados mencionan indirectamente la importancia del suelo; son trabajos de corte descriptivo que están relacionados con otros aspectos de la ciudad tales como el crecimiento físico, cambios en su base económica, el incremento de la población, disponibilidad de infraestructura y cómo estos factores afectan su medio físico<sup>1</sup>. Por lo tanto, la importancia de este trabajo reside en que se logró clasificar los usos del suelo del Área Metropolitana de la Ciudad de México, organizarlos en jerarquías por áreas geoestadísticas básicas (AGEBS): además, se identificó el uso de suelo predominante<sup>2</sup> y éste se relacionó con las características de la población.

---

<sup>1</sup> En 1987 se publicó el primer compendio que describe los aspectos más relevantes de la ciudad por Gustavo Garza, *Atlas de la Ciudad de México*, proyecto que fue apoyado por el Departamento del Distrito Federal y El Colegio de México; trece años después, se realizó una actualización de su contenido y se publicó una nueva versión denominada *La ciudad de México al final del Segundo Milenio*, auspiciado por el ahora Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México en 2000; otra obra relevante la escribió Peter Ward en 1991, *México: Una megaciudad, Producción y reproducción de un medio ambiente urbano*, Alianza Editorial y posteriormente salió al mercado una segunda edición en el que se incluyó al Estado de México.

<sup>2</sup> Desde el punto de vista físico Buzai y Baxendale (Buzai, 2006) señalan que la ciudad es un espacio segregado que puede medirse a través de varios parámetros: 1) *uniformidad*, 2) *exposición*, 3) *concentración* y 4) *centralización*. A partir de estas dimensiones, estos autores enfatizan la tercera dimensión –concentración– porque permite calcular el espacio físico ocupado por un grupo en el área de interés, enfoque que es la base teórica de la tesis.

El objetivo general del trabajo es identificar y describir los factores que contribuyen al cambio de uso de suelo en el AMCM para determinar si la presencia de ciertas condiciones como las características de la población y su actividad económica incrementa o inhiben las proporciones de uso de suelo en algunas áreas de la ciudad. Los objetivos específicos son: 1) identificar si los cambios de uso de suelo en el AMCM son producto de la localización, combinación y concentración de las características demográficas de la población y su actividad económica, 2) comprobar si el elemento social contribuye y determina los cambios en los usos del suelo. Esta idea no es nueva ya que había sido propuesta por Bunge (1962) y Carol (1960) La hipótesis que guía al trabajo es la siguiente:

- Cada persona o unidad económica (firma, familia, establecimiento) consumirá ciertas cantidades de uso de suelo de acuerdo a sus características, por lo tanto, cada AGEB o área determinada de la ciudad estará caracterizada por la forma en que concurren espacialmente las distintas actividades y la población; así, la combinación espacial de ambos produce una diferenciación en el área urbana.

Para analizar esta hipótesis, utilicé algunas técnicas del *Análisis Exploratorio de Datos Espaciales* (AEDE) y multivariado: *índice de Concentración Superficial* (ICS), *análisis de autocorrelación espacial* (ACE), *análisis de conglomerados* y la *prueba de hipótesis de ji cuadrada*. Los dos primeros sirvieron para identificar cómo se utiliza el uso de suelo y si forman concentraciones espaciales en el territorio, el tercero y el cuarto los utilicé para identificar una primera estructura urbana y evaluar la dependencia entre el consumo de suelo y el estrato socioeconómico. Elegí estos métodos por dos razones: 1) el carácter inductivo eminentemente empírico de la tesis y 2) se utilizó información de suelo “real”<sup>3</sup> de toda el Área Metropolitana (16 delegaciones y 21 municipios) información que se manejó por zonas homogéneas o grandes áreas de suelo similares a las utilizadas en las normas de zonificación de los programas delegacionales. Los resultados más significativos del trabajo son: 1) la comparación de los cambios de suelo entre 1990 a 2000, 2) el modelo ecológico espacial del AMCM construido a partir de identificar grupos de usos de suelo y 3) el análisis

---

<sup>3</sup> La información del suelo se construyó a través de recorridos de campo y de un estudio especial del suelo elaborado por la Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI) en 1997 para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México. Se utilizó el uso de suelo catastral por predio del Distrito Federal para validar la información.

y la descripción de las preferencias del consumo de suelo complementario<sup>4</sup> de cada grupo social.

La tesis se organizó en cuatro capítulos, además de esta introducción, el primero se titula *Teorías del suelo urbano* y en tres secciones se examina: 1) qué se entiende por uso de suelo y cuales son sus principales características; 2) cómo la ecología humana estudió su distribución espacial a partir del comportamiento social con ayuda de distintos modelos ecológicos y 3) se describen los modelos latinoamericanos de la estructura urbana elaborados a partir de los principios ecológicos. El segundo capítulo presenta el marco metodológico en el que se inscribe la tesis, los procedimientos que se utilizaron para construir y compatibilizar entre sí, las distintas bases informáticas y cartográficas que integran el SIG que fue utilizado para comparar el uso de suelo de 1990 y 2000; se explica cómo se definió la zona de estudio y los métodos del *Análisis Exploratorio de Datos Espaciales* aplicados en el análisis de los usos del suelo. El tercer capítulo muestra los resultados del ejercicio empírico que se construyó para caracterizar la estructura interna del AMCM en tres partes: 1) se describen los cambios que experimentó el AMCM en una década en el patrón espacial de los usos del suelo, se explican los procesos históricos que dieron lugar a la configuración del suelo en el área metropolitana en 2000 y se analizan los movimientos del uso de suelo *habitacional, mixto e industrial*; 2) se explora si existe la relación entre las preferencias del consumo de suelo y las características de la población, 3) se presentan los resultados obtenidos por la técnica de autocorrelación espacial en la estructura urbana del área metropolitana comparada con los modelos ecológicos, Finalmente, el cuarto capítulo contiene las conclusiones del trabajo.

---

<sup>4</sup> Usos de suelo que sirve como complemento a la vivienda como: predios baldíos, comercio, equipamiento, industria, infraestructura, otros usos, recreación y servicios.

## Capítulo 1 Teorías del uso de suelo urbano

### Introducción

Este capítulo presenta la revisión bibliográfica del suelo urbano organizado en tres partes: la primera explica la diferencia y relación entre los conceptos de *organización interna* y *estructura urbana*, se define qué es el uso de suelo y la influencia de Louis Wirth y la Ecología Humana en el estudio del uso social de la tierra. La segunda sección describe los principios de los modelos ecológicos del uso del suelo considerados “clásicos” y cómo se aplicaron en el estudio de la estructura urbana latinoamericana; estos trabajos se examinan en la tercera sección. A pesar de que algunos autores como Alihan (1938), Quinn (1940) y Hawley (1950) consideran que los modelos ecológicos tienen deficiencias metodológicas derivadas de su alto grado de generalización y simplificación de la realidad; hay autores como Chapin (1957), Lattin (1964), Mcloughling (1971) y Carter (1987) quienes afirman que sus ideas todavía son útiles porque sus descripciones se pueden encontrar en varias ciudades, lo que permite caracterizar su estructura interna y los usos del suelo a través de sencillas tipologías como el modelo de anillos concéntricos de Burgess (1925), sectores de Hoyt (1929) y núcleos múltiples de Ullman y Harris (1945). Estos modelos asumen implícitamente, que el uso del suelo es producto de cómo utilizan el espacio urbano los distintos grupos sociales. Chapin (1957), señala que la sociología estudió los aspectos físicos y espaciales de la sociedad urbana a partir de analizar la interacción entre los valores de los diferentes grupos sociales por lo que sus principios posteriormente se aplicaron en el análisis físico del uso de suelo. Desde un punto de vista económico, Chapin afirma que los usos de suelo son un mosaico, “un agregado de decisiones individuales de propietarios del suelo y desarrolladores con respecto al desarrollo de todas las parcelas” (Chapin, 1965, p. 11). por lo tanto, la ciudad es un producto del mercado del suelo, donde la competencia entre los usos de suelo exhibe la distribución de actividades organizados espacialmente con el propósito de encontrar un patrón eficiente. Chapin (1957) señala que las ciudades exhiben similitudes en los arreglos básicos del uso del suelo conforme crecen, y tienen un orden

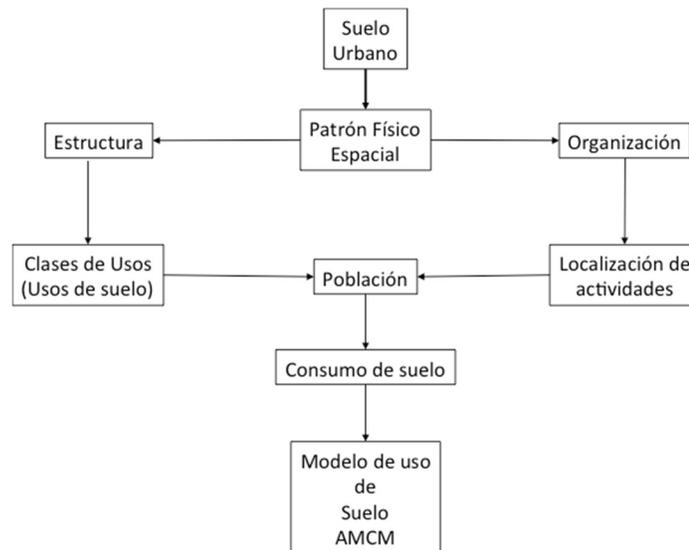
natural bajo la influencia de las fuerzas económicas. De acuerdo al autor “Si se asume que el urbanismo es básicamente un fenómeno económico, es lógico deducir que la organización interna de las ciudades evolucionan a ser un mecanismo que facilita el funcionamiento de las actividades económicas en un arreglo aparentemente caótico de áreas de uso que tienen un orden esencial” (Chapin, 1965, p. 11).

Lattin (1964) opina que la importancia de la escuela ecológica en el estudio del uso de suelo se inició con las teorías de Mckenzie (1926) y Park (1938), cuyas ideas las utilizó Burgess (1926) para estudiar la organización social del espacio a partir de las “leyes” escritas por los primeros. Lattin (1964) afirma que la *Escuela de Chicago* se desarrolló en el eclecticismo pero no fue obstáculo para aplicar sus ideas en otras áreas como la sociología. En opinión de Mcloughlin (1971) la teoría ecológica comparó los patrones de usos de suelo con el comportamiento de las plantas y animales en términos de *invasión, competencia, sucesión, simbiosis y comunidad* para describir relaciones entre usos y explicar por qué forman determinados patrones en la estructura urbana. La mayor aportación del pensamiento ecológico en los estudios del suelo urbano fue que logró definir a la zona central como el área más importante de las ciudades polinucleares y clasificó su estructura interna (social y económica) en jerarquías o lugares centrales; esta corriente constituyó la base de la teoría económica de la localización de Walter Christaller (1933) y August Losch (1940). Carter (1987 p.239) afirma que los modelos ecológicos, se basan en el método inductivo y sus ideas son producto de la observación directa de varias ciudades norteamericanas y sus propuestas siguen vigentes porque no se dispone de una mejor alternativa teórica para explicar los patrones del uso del suelo. Por otra parte, las ciencias sociales han mostrado un gran interés por la distribución de la población y sus efectos en el entorno urbano, por lo que el modelo de anillos concéntricos de Burgess tomó fuerza como marco explicativo de la distribución física del uso del suelo. Es por ello que en este trabajo utilizo las ideas de la escuela ecológica como marco teórico para estudiar los usos de suelo del Área Metropolitana de la ciudad de México pero antes, explicaré qué es el uso de suelo.

La mayoría de los estudios urbanos que consulté utilizan el término de *suelo urbano* como sinónimo de *uso de suelo* pero ambos conceptos tienen significados diferentes. El primero se define como la tierra dedicada a una actividad económica no agrícola cuyo uso se asigna por los valores culturales y económicos de las personas; el segundo tiene carácter

normativo, porque establece qué actividad se puede instalar en cada predio y establece la complementariedad entre diferentes usos de suelo. Ambas definiciones son correctas pero es necesario utilizar otro concepto más adecuado con los objetivos del trabajo; por lo que, a lo largo del texto, defino como uso de suelo el producto físico de las relaciones entre diferentes grupos sociales. A partir de lo anterior, orienté la revisión de la literatura a identificar sus características más importantes e intentar relacionarlas con el consumo de cada grupo social para sustentar teóricamente el modelo de usos del suelo del AMCM que se construí en el ejercicio empírico (ver figura 1). Bajo este esquema planteé que el *uso de suelo*<sup>5</sup> es un método para organizar las actividades en clases para vincular su distribución física con la manera en que la gente ocupa el espacio en la ciudad.

Figura 1 Esquema analítico del suelo urbano



Fuente: Elaboración propia

<sup>5</sup> Para Lattin (1964) “La teoría del uso de suelo urbano se preocupa en la explicación del uso de suelo en áreas urbanas y en el desarrollo de las actividades sociales del hombre” (Lewis 1964: 1), el autor, aunque niega la existencia de una teoría del suelo urbano como tal, afirma que el cuerpo teórico que se ha construido sobre el suelo se basa en que ésta desea averiguar como: a) se determina el uso de las parcelas particulares de tierra, b) identificar las relaciones entre los tipos de suelo, c) Examinar los determinantes que forman el patrón del suelo y d) identificar qué factores producen los cambios del uso de suelo. La teoría económica, tanta clásica y política, propusieron una serie de conceptos que ayudarían a distinguir qué es el suelo y qué la tierra: propiedad privada, renta y valor del suelo, los cuales en combinación buscan obtener el máximo beneficio económico que puede producir un predio o una parcela agrícola con respecto a su posición hacia un mercado central. Entre los autores que apoyan esta idea se encuentra Ricardo (1857), Hurd (1924), Ise (1940), Ratcliff (1949) Harvey (1976), Topalov (1984); inclusive los ecólogos urbanos están de acuerdo que los tres elementos permiten identificar patrones de suelo (Burguess 1925, Hoyt y Ullman y Harris 1945)). Por lo tanto considero que la tierra se convierte en suelo cuando la utiliza la sociedad para desarrollar una actividad económica.

## **1.1.- ¿Qué se entiende por el uso del suelo?**

La literatura del uso del suelo es una mezcla de ideas y conceptos que provienen de varias disciplinas tales como la economía clásica (Haig 1926, Hurd 1924, Ratcliff 1949, Alonso 1964, Richardson 1978), y la ecología urbana (Burguess 1926, Hoyt 1939, Park 1936, Ullman y Harris 1946). Ambas utilizan métodos cualitativos y cuantitativos para analizar la distribución espacial de los usos del suelo en pequeñas zonas de la ciudad con lo que se logró construir diferentes modelos del suelo que utilizamos hasta el día de hoy. A pesar de que estos modelos constituyen nuestro principal sustento teórico del tema tienen limitaciones relacionadas con el tamaño de la zona analizada y la calidad de los datos estadísticos que utilizaron. Con los avances tecnológicos y cuantitativos, ahora es posible incorporar a los modelos del suelo aspectos que no habían sido considerados -como el efecto de vecindad entre los usos de suelo o si alguna actividad influye en la localización de otros usos- situación que se explica por lo incosteable que resulta recabar datos estadísticos en escalas pequeñas (Cladera 1983 y Anselin 1999). Actualmente, contamos con bancos de información del suelo en escalas grandes, que son susceptibles de clasificar por medio de métodos estadísticos para comprobar si los postulados ecológicos o económicos se cumplen en la realidad. Pero antes de intentar aplicar dichos métodos analíticos es necesario definir conceptualmente qué es el uso de suelo, identificar sus características por medio de: a) la descripción de los aspectos generales del suelo urbano, donde se presenta la diferencia entre uso de suelo y suelo urbano, la importancia de construir modelos del suelo y la relevancia de los modelos ecológicos del uso del suelo; b) el análisis de la organización interna de la ciudad apartado en el que se explican las características de los usos de suelo identificados por la ecología, la economía y la geografía y; c) la revisión de los modelos clásicos de usos del suelo, donde se describen los postulados de los modelos la ecología urbana y cómo se aplicaron sus ideas en algunas ciudades latinoamericanas

### **1.1.1.-Aspectos generales del suelo urbano**

Los primeros estudios de los usos del suelo interpretaron su distribución física espacial por medio de mapas para identificar cómo y dónde se localizaban las actividades económicas.

En la literatura urbana, el uso de suelo es un elemento subordinado al concepto de *estructura urbana*, la cual clasifica su distribución física en zonas y la relación con otros elementos como vialidad, redes de drenaje e infraestructura. Este concepto, sin embargo, no toma en cuenta la influencia de las actividades de la población, por lo que es necesario pensar al uso de suelo, no como un rasgo físico, sino como producto de las relaciones sociales. Esta idea ya se ha presentado en diferentes artículos; por ejemplo, en 1960, Carol encontró que el tamaño, jerarquía y localización de cada servicio en el Distrito Central de Negocios (DCN) dependían del consumo social de bienes y servicios, la autora encontró que se forman patrones de localización de tiendas y servicios diferentes a los modelos ecológicos por lo que consideró factible construir diferentes estructuras espaciales del suelo, Otro autor que exploró esta idea fue Bunge (1962), logró separar a los usos del suelo de su parte física (estructura urbana) y clasificarla en relación a su carácter social /estructura espacial interna) del suelo. Bunge define como *estructura espacial interna* a la composición de los procesos sociales y físicos que organizan los usos de suelo, mientras que *estructura urbana* es “la interpretación geométrica del espacio o de la forma” (Citado por Ramírez, 2003). Otra opinión que explica la relación entre estructura urbana con la organización interna -en apoyo a las ideas de Carol (1960) y Bunge (1962)- además de resaltar la importancia de los modelos del uso de suelo; señala que la estructura espacial urbana es resultado de las decisiones tomadas “por productores y consumidores para mejorar su localización en el mercado de bienes, servicios y factores de producción” (Graizbord, 2008, p.35). Graizbord señala que la economía examina los procesos en los que el mercado asigna un bien escaso a los individuos, en los estudios urbanos, el suelo y la vivienda son los elementos más demandados y escasos. Ambos, se vinculan a través de la vialidad con otras áreas que ofrecen bienes o servicios a toda la ciudad para producir dos tipos de estructura urbana: 1) *simple* y 2) *compleja*. El primero se caracteriza por ser de tipo monocéntrico, los empleos se localizan en el centro y la vivienda en la periferia; el segundo es polinuclear, en el que las firmas buscan “localizaciones alternativas para la actividad productiva” (Graizbord, 2008, p. 36).

El modelo *monocéntrico* se basa en la concentración de actividades y usos de suelo, en función de su capacidad para pagar rentas elevadas por una “mejor accesibilidad y centralidad”. (Graizbord, 2008, p. 38). En este sentido, la discusión del tamaño y la

concentración de actividades consisten en conocer cómo se combinan las economías de escala y las ventajas comparativas<sup>6</sup> en las ciudades. En opinión del autor, se debe considerar la calidad y cantidad de los recursos naturales más que el tamaño de la urbe con los que cuenta el sitio y la transmisión de las externalidades negativas de las actividades productivas que buscan la “mejor ubicación en el espacio urbano (economías de aglomeración) y uso intensivo del recurso tierra” (Graizbord, 2008, p. 39)

El autor considera que la necesidad de construir modelos de la estructura urbana, a pesar de las múltiples y complejas variables que se deben considerar pueden, realizarse a partir de: 1) agregar variables y 2) desagregarlas. Ambas tienen ventajas y desventajas, la primera, produce la estructura monocéntrica o policéntrica conformada por áreas relativamente homogéneas organizadas del centro a la periferia, la segunda, se refiere al uso que tiene cada parcela y su capacidad para modelarse a través de gradientes o alguna función que refleje variaciones sistemáticas marginales de todos los agentes involucrados en el mercado urbano, la fricción de la distancia y la accesibilidad.

Graizbord afirma que la construcción de modelos tiene sentido sólo si responde a algún propósito, por ejemplo, hacer eficiente la acción pública y se basa en: 1) un conjunto de herramientas analíticas que permita comprender la estructura de la ciudad a partir de la forma en que los mercados asignan espacios a las funciones urbanas, tales como el empleo y la vivienda; 2) un modelo de simulación para proyectar y pronosticar el crecimiento del área urbana y determinan *-ex-ante-* hacia donde construir la infraestructura o servicios y 3) construir escenarios para evaluar *-ex-post-* las políticas públicas para entender los efectos de las acciones como la zonificación, impuestos e inversiones. (Graizbord, 2008, p. 41) Durante los años setenta se discutió ampliamente la importancia de mantener un modelo de estructura urbana a partir de círculos concéntricos con un distrito central de negocios como única localización de empleo en la ciudad pero se planteó la existencia de otros núcleos especializados. Graizbord señala la importancia de revisar estos modelos para evaluar alternativas de desarrollo sustentable en el futuro ya que la mayor parte de los estudios del

---

<sup>6</sup> En microeconomía, se llama *economía de escala* al proceso mediante el cual los costos unitarios de producción disminuyen al aumentar la cantidad de unidades producidas o, son los aumentos de la productividad o disminuciones del coste medio de producción, derivados del aumento del tamaño o escala de la planta. Una *ventaja comparativa* es la ventaja que disfruta un país sobre otro en la elaboración de un producto cuando éste se puede producir a menor costo, en términos de otros bienes y en comparación con su coste en el otro país. (<http://www.economia48.com/spa/d/economias-de-escala/economias-de-escala.htm>)

suelo se concentran en el aspecto legislativo e ignoran el espacio geográfico; sin considerar que “el patrón de usos de suelo es resultado de numerosas fuerzas que actúan en conjunto pero que los modelos las ignoran” (Graizbord, 2008, p. 48).

Los estudios más importantes de la ciudad se publicaron a principios del siglo XX por Burgess (1925), Mackenzie (1926) Park, (1936) y Wirth (1938). Los dos últimos construyeron una analogía de los procesos sociales urbanos con ecológicos tales como *invasión*, *sucesión* y *competencia* para describir a la ciudad como un gran sistema biótico donde todas sus partes se relacionan entre sí y los usos de suelo son su expresión física. Lattin (1964) afirma que la escuela ecológica se desarrolló en un ambiente ecléctico pero esto no fue obstáculo para aplicar sus ideas en la sociología, por ejemplo, mientras Park (1936) describió el marco general de la ecología urbana; Mckenzie (1926) definió sus leyes generales y Burgess (1925) analizó la organización social del espacio, estos trabajos en conjunto son la base de los estudios del uso de suelo.

Carter (1987 p.237) afirma que el patrón o pauta del uso de suelo urbano se forma por un gran número de fuerzas que operan en la realidad, aunque en la mayoría de la literatura sobre el tema se pretende pasar por alto la existencia de esas fuerzas. Desde el punto de vista geográfico, al uso de suelo se considera un atributo que se distribuye espacialmente para resaltar la diferencia entre las áreas de una ciudad, sin embargo Carter considera que los modelos ecológicos son de utilidad para clasificarlas, Timms (1987) señala que los ecólogos urbanos analizaron las relaciones entre el desarrollo histórico de la ciudad o comunidad, donde cada parte se relaciona entre sí, y cómo éstas afectan a otras zonas; la escuela ecológica concluye que las características de la gente se pueden identificar espacialmente en un asentamiento urbano.

Chapin (1957) dice que el modelo de Burgess se caracterizó por describir el crecimiento urbano en términos de *invasión* y *sucesión* de las actividades económicas producto del crecimiento demográfico; así, si éste es lento o disminuye las zonas alejadas permanecerán estacionarias y las áreas interiores cambiarán su estructura interna en función de las necesidades del distrito comercial. De acuerdo a Lattin (1964), el modelo de Burgess se basó en la idea de Park: “La lucha de industrias e instituciones comerciales para una determinada localización estratégica determinó a largo plazo los principales esquemas de la comunidad urbana...La distribución de la población, así como los límites de las áreas

residenciales, fueron determinadas por otros pero subordinado sistema de fuerzas... son los valores del suelo los que determinan la localización de instituciones sociales y empresas de negocios” (Lattin 1964 p.25) En opinión del autor, Burgess desarrolló su trabajo para explorar los procesos subyacentes que dan forma al crecimiento de las comunidades humanas y en él, postula las formas específicas que pueden adoptar en el espacio las fuerzas sociales. McLoughlin (1971) afirma que la teoría ecológica comparó los patrones de usos del suelo con la conducta de las plantas para describirlos en términos de *invasión*, *competencia*, *sucesión*, *simbiosis* y *comunidad* para identificar sus interrelaciones y explicar por qué forman patrones físicos en la estructura urbana.

Graizbord (2008) señala que en el esquema de la Escuela de Chicago se identifican procesos que explican cómo se distribuyen las actividades humanas en la ciudad. Por ejemplo, Park (1936) “ofrecía una visión sistémica de los mecanismos que subyacen al funcionamiento del área urbana” (Graizbord 2008 p.49) y el esquema de Burgess se aplicaba en estudios geográficos; por lo que, la mayoría de los trabajos de la estructura urbana aceptan las bondades del modelo de círculos concéntricos y de los procesos ecológicos demográficos. En opinión de Graizbord (2008) la teoría ecológica del suelo urbano se convirtió en parte importante de la economía; sin embargo, surgieron fuertes críticas a sus principios derivados de su metodología y que “plantea que el uso de suelo resulta de un gran número de sistemas de actividad interdependientes, cada una de las cuales presenta características propias pero reacciona al conjunto de procesos que conforman la estructura de la ciudad real” (Graizbord 2008 p.61)

La influencia de los estudios ecológicos en los análisis del suelo urbano consistió en que resaltó la importancia de la zona central, clasificar las áreas internas de varias ciudades y organizarlas en un sistema jerárquico, además sentó las bases de la teoría económica de la localización de Walter Christaller en 1933, quien comprobó la relación entre los servicios y calculó su área de influencia (*hinterland*), la cual dependía de una población mínima para mantener su vínculo con el tamaño del lugar central. La teoría de la localización constituyó un avance en el estudio de los usos del suelo con el trabajo de August Losch publicado en 1940 y que fue una mejora a las ideas de Christaller. En sus inicios, la visión ecológica describió la distribución espacial de los grupos sociales para después aplicar sus principios sirven en el análisis del uso del suelo a través de analogías bióticas y describir los patrones

de actividades a partir de formas geométricas, como el modelo monocéntrico de Burgess (1926), de ejes axiales de Hoyt (1939) y de núcleos múltiples de Ullman y Harris (1946).

### **1.1.2.-La organización interna de la ciudad**

A lo largo del siglo XIX y principios del XX se escribieron artículos y libros económicos y sociológicos sobre las principales características del suelo urbano<sup>7</sup> que lograron establecer algunos principios elementales que se utilizarían en estudios posteriores; por ejemplo, Ricardo (1817) y von Thunen (1826) escribieron los primeros tratados agrícolas del suelo apoyados en el análisis de la fertilidad de los campos de cultivo, costos y su ubicación con respecto a un mercado central. Ambos autores, describieron la interacción entre los costos de producción agrícola, distancia y fertilidad lo que permitió establecer diferenciales de precios para tasar al suelo y resaltar la importancia de un mercado central o distrito central de negocios (DCN)... Kivell afirma que es difícil definir que es el suelo porque éste es mucho más que un “un simple soporte que contiene actividades y objetos” (Kivell, 1993, p. 3); de tal forma, la tierra adquiere un sentido social cuando contiene una actividad y se convierte en suelo agrícola o urbano, es decir, obtiene su clasificación funcional a partir de la naturaleza de la actividad a la que se está destinando la tierra. El suelo, desde el punto de vista físico, no se puede “construir” artificialmente convirtiéndose en un recurso finito, pero en un entorno agrícola, éste puede mejorarse a través de químicos para incrementar su fertilidad y, en el caso urbano, se “mejora” por medio del uso intensivo de ciertas localizaciones, Algunos estudios, (Lattin 1964 y Knivel 1963) afirman que, tanto en el caso agrícola como urbano, el *valor, precio y renta* son variables que califican la tierra y por lo general, son los indicadores más utilizados para construir tipologías de los uso del suelo. En este estudio se entenderá que el suelo urbano es la tierra dedicada a una actividad no agrícola y mientras que uso del suelo se refiere a la actividad asignada a un predio y éste es el concepto que emplearé a lo largo del trabajo pero ¿Cuáles son las características del uso de suelo?

Tanto en el ambiente urbano como rural, el uso del suelo nace de la *propiedad privada* que ejerce un individuo sobre un pedazo de tierra y es el atributo que se ofrece en el mercado de suelo. En la ciudad, el “valor” de la propiedad privada es producto de la localización que tiene un predio con respecto a uno o varios mercados que se distribuyen a

---

<sup>7</sup> En el anexo A.1 se presenta un resumen de los métodos y variables utilizados en los estudios de suelo urbano

lo largo y ancho de la urbe y que los agentes pagan un precio o “renta” por establecerse en un lote en particular. La propiedad del suelo es un “conjunto de derechos” (Ratcliff, 1949 p.10) regulada a través de las normas de zonificación e impuestos definidos por el Estado para evitar que un solo agente tenga el control absoluto del suelo; así que, si una persona adquiere o renta una licencia, significa que tiene el derecho para desarrollar alguna actividad en el suelo de otro propietario y su propiedad es intransferible a menos que se llegue a un acuerdo de compra y venta del predio. Chapin dice que los usos de suelo son “un agregado de decisiones individuales de propietarios del suelo y desarrolladores con respecto al desarrollo de todas las parcelas” (Chapin 1957 p.11).

En este sentido, la renta del suelo<sup>8</sup> es un término que se menciona constantemente en los estudios del uso del suelo y para los ecólogos es un indicador de los procesos sociales en el territorio y una forma de clasificar al uso de suelo. La renta es el ingreso artificial que obtiene el dueño de la tierra por las inversiones que se le hacen y, en un entorno tan heterogéneo como es la ciudad, las “grandes clases de propiedad...tendrán... una mayor estabilidad en las rentas...y bajas tasas de capitalización” (Hurd, 1924 p.1). Haig (1926) opina que la renta es resultado de las ventajas diferenciales de ciertos puntos que representan un mejor acceso, disminución de tiempos de traslado y costos de transporte que llama “costos de fricción”. En opinión de Haig (1926), las características más importantes del suelo urbano se resumen en cuatro puntos: 1) la posibilidad de alojar un actividad económica o un uso del suelo, 2) el propietario del suelo garantiza a través de la “renta” sus

---

<sup>8</sup> La teoría de la renta del suelo es un concepto de naturaleza económica, surge con los estudios de la fertilidad agrícola del suelo escritos por Ricardo (1817) y von Thunen (1826), quienes afirman que es una ganancia que el propietario de la tierra obtiene por arrendar su parcela a otra persona para cultivar un producto. Este ingreso “extraordinario” se deriva de la propiedad privada de la tierra y de su localización con respecto a un mercado central y que el propietario prácticamente no tiene que hacer trabajo alguno para obtener esta renta. Chamberlain (citado por Ise) afirma que la diferencia entre la renta del suelo agrícola y urbano se debe a que la naturaleza de la ganancia es distinta. En el caso agrícola “es un regreso puramente competitivo, la renta urbana es un retorno puramente monopolístico” (Ise, 1940 p.33)

Chamberlain encontró diferencias entre el suelo y renta urbana y rural, sostiene que el sitio de negocios no le da ciertas ventajas como la fertilidad superior en la renta agrícola. En opinión de Ise (1940) Chamberlain estableció que el sitio es “capaz de producir una gran cantidad de servicios al por menor como otros” (ibid) pero no tiene las diferencias de fertilidad y no hay un mejor suelo bajo ésta óptica. En el caso de la renta urbana, ésta es diferente de su contraparte agrícola por que en éste último los costos de transporte con respecto al mercado mientras que el primero lleva al mercado con él. Esto sugiere que el suelo urbano contiene ciertas características monopolísticas que se miden a través de las diferencias de producción espacial. En el caso del suelo agrícola hay libertad para moverse libremente a lo largo de los diferentes suelos, mientras que en el caso urbano, los consumidores no lo hacen por que el propietario de un sitio en particular tiene el monopolio del uso de ese sitio. Los principios de la renta agrícola fueron trasladados al contexto urbano por Hurd (1924), Haig (1926), Burgess (1925) lo menciona como un indicador para identificar los cambios sociales, Zorbaugh (1926), Hoyt (1939), Ise (1940), Harris y Ullman (1945), Hat (1946), Ratcliff (1949), Fisher (1954), Chapin (1957), Alonso (1964), Form (1964) Lattin (1964), Brodsky (1973), Harvey (1973 y 1976 ), Richardson (1978), Topalov (1984), Roca Cladera (1988 y 2000), y Knivell (1993) quienes han analizado su distribución física en la estructura urbana de la ciudad.

derechos de propiedad, 3) las “renta” más altas significa que se ofrece la mejor localización hacia los principales mercados y 4) la combinación de los elementos mencionados transforman al suelo urbano en uso del suelo, que Haig definió como *la capacidad que tiene un predio para alojar una actividad económica que busca un beneficio monetario a partir de minimizar las “externalidades” físicas con respecto a otros.*

Para Ratcliff, la renta es “un mecanismo económico que evolucionó en respuesta a las siempre cambiantes necesidades de la sociedad en la producción, consumo y distribución de los bienes y servicios” (Ratcliff, 1949, p. 19), su principal característica es que vende el traslado de los derechos de propiedad en el mercado. Ratcliff afirma que el valor económico del uso de suelo se basa en cuatro factores : 1) cantidad disponible, 2) inamovilidad, 3) indestructibilidad, y 4) heterogeneidad Desde este punto de vista Chapin (1965) afirma que el suelo es una amenidad sujeta a las fuerzas del mercado, su precio se define por los costos para mejorarlo y hacerlo productivo, obtener mayores ganancias; por lo tanto, el valor del suelo es “la suma de todos los ingresos netos que serán acumulados y descontados por el período de tiempo que pasará antes de ser recibido” (Chapin, 1965:8)

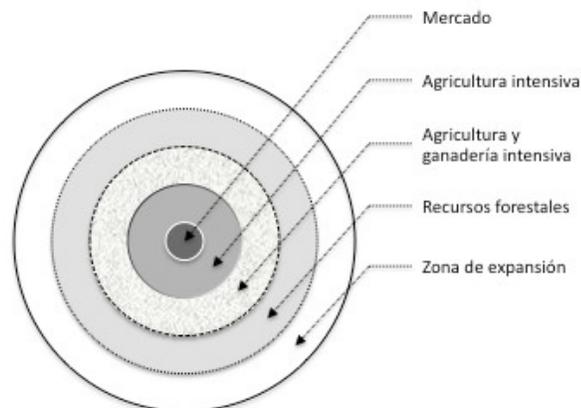
A manera de conclusión, el *suelo urbano* y *uso de suelo* son conceptos diferentes pero constituyen una clasificación funcional de las actividades sociales y económicas que se asignan a un pedazo de tierra o predio. El suelo urbano se utiliza para diferenciar las actividades manufactureras, comerciales y de servicios de las agrícolas; estas actividades se clasifican diferente, por medio de la legislación urbana y las normas de zonificación, que a un cultivo; estas normas regulan la actividad económica que se puede desarrollar en un sitio y es en este momento cuando se transforma en uso de suelo. En la economía, el uso de suelo es una “mercancía” en el mercado urbano y la característica que se intercambia es la propiedad que tiene una persona sobre una localización, medida por factores como su accesibilidad a los centros de distribución, su capacidad de infraestructura, la posibilidad de hacer adecuaciones y la normatividad vigente. La ecología urbana y la geografía identificaron el impacto de las transformaciones de la sociedad en la distribución física de los usos de suelo y resaltan al valor del suelo como el principal indicador para caracterizar la organización interna de la ciudad (Burguess 1925, Mckenzie 1926, Park 1926, Zorbaugh 1926, Christaller 1933 y Lösch (1940), Por lo tanto, la utilidad de los modelos ecológicos combinados con los métodos de la ecología factorial permitiran entender la organización

social y física del Área Metropolitana de la Ciudad de México cuyos principales aspectos se analizarán en la siguiente sección.

### 1.2.-Modelos de la estructura urbana y del uso del suelo

En opinión de Smith (1991) y Roca Cladera (1988) los modelos económicos se clasifican en dos: 1) *inductivos*, que explican y muestran patrones de relaciones económicas en un contexto particular observable tales como el mercado o la comunidad y, 2) *deductivos*, que construyen modelos que definen restricciones básicas y muestran relaciones económicas ideales. Roca Cladera (1988) señala que los principios agrícolas de Von Thunen son la base de la teoría del suelo urbano y se basan en la hipótesis de que el uso de la tierra es una función de distintos precios agrícolas, costos de producción y la distancia a un mercado central. El modelo de von Thunen es una conceptualización ideal que se basa en seis principios: 1) El suelo se organiza en forma de anillos concéntricos alrededor de un mercado central, 2) los solares se ubican en un espacio isotrópico, 3) la distancia al mercado determina el valor de la tierra, 4) todo el espacio cuenta con transporte, 5) los costos de la producción son constantes y 6) los costos del transporte varían con la distancia al mercado principal. En su modelo, von Thunen considera que la renta de la tierra es la ganancia obtenida por el propietario al ahorrarse el costo de transportar un producto al mercado principal, por lo cual, el suelo más distante pagará menos dinero y obtendrá más cantidad de tierra pero sus costos de transporte también se incrementan, en otras palabras, le es más caro transportar sus productos al mercado central. (Ver figura 2)

Figura 2 Modelo Agrícola de Von Thunen



Fuente: Elaboración propia a partir Del diagrama publicado por Robert G. Cromley (1982) "The Von Thünen Model and Environmental Uncertainty", *Annals of the Association of American Geographers* 72 (3), pp. 404-410

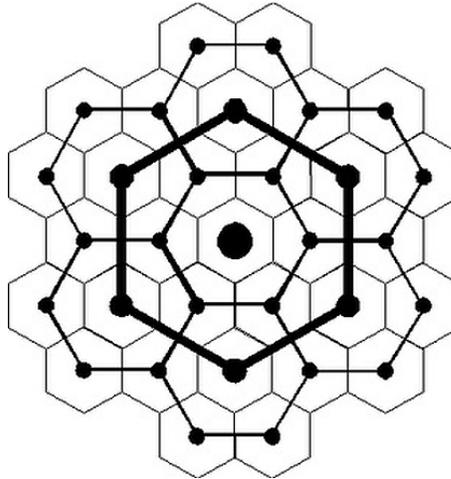
Carol Smith (1991) indica que von Thunen explicó el uso de la tierra bajo un contexto monocéntrico y espacios ideales pero reconoce que “no sólo inventó...la teoría del costo marginal, sino que...desarrolló un modelo económico con predicciones específicas del mundo real” (Smith 1991 p.43). En realidad, la influencia del modelo agrícola ha servido como punto de partida a otros modelos industriales y comerciales como el modelo de Christaller, Losch y Alonso.

La teoría del lugar central fue escrita por Christaller en 1933, explica “la distribución de las actividades económicas y la población en el espacio, además de buscar una solución para la localización ideal de proveedores” (Smith 1991 p.50) sus principios se han aplicado en estudios relacionados con la localización del comercio y la prestación de servicios en la ciudad basados en tres principios: 1) la cercanía al centro, 2) el aprovechamiento de las economías de escala y 3) obtener ahorros en los costos de transporte. Al igual que Thunen, el modelo de Christaller utilizó supuestos ideales que difícilmente se cumplen en la realidad como a) la existencia de una superficie isotrópica, b) el ingreso y las preferencias del consumo de la gente se distribuyen homogéneamente en toda la ciudad, c) hay un consumo interno cuyos proveedores no dependen de fuentes diferenciadas de suministros como, por ejemplo, los profesionistas o prestadores de servicios.

El modelo de Christaller propuso la existencia de dos poblaciones con umbrales de mercado definidos, cada uno está rodeado por una serie de anillos dedicados a la producción y éstos están en equilibrio. Con el aumento en la producción, crece el número de personas que se localizarán en los espacios vacíos lo que produce una serie de mercados que llenarán la superficie disponible, expulsarán las granjas de la periferia y formarán una superficie hexagonal (ver figura 3). Berry y Garrison opinan que este modelo es útil en el análisis del comercio al por menor (Berry B. J., 1974, p.144), porque este modelo se utiliza frecuentemente para explicar la presencia de centros urbanos clasificados a partir de la función que desempeñan en la ciudad; finalmente, los autores opinan que la teoría del lugar central no tiene similitudes con otros modelos urbanos, en especial con los ecológicos de anillos concéntricos, sectorial y de núcleos múltiples y el trabajo de August Losch parece demostrarlo, que constituye una explicación sobre la estructura comercial de la ciudad y el

traslape de diferentes usos de suelo, en especial de tipo comercial y la prestación de servicios,

Figura 3 Modelo de Walter Christaller



Fuente: Elaboración propia a partir del diagrama publicado por Carter, Harold (1987) *El Estudio de la Geografía Urbana*, Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local p 100

Carter (1987) afirma que la teoría de Christaller explica la especialización urbana y permite sobreponer áreas con distintas funciones para “identificar sus interrelaciones” (Carter, 1987, p. 66). El autor opina que la ciudad es un lugar altamente especializado que desempeña varias funciones: 1) coordinación, 2) producción y 3) organización del sistema de transporte; factores que permite clasificar cada una de sus zonas internas en: a) *lugares centrales o contiguos* que proporcionan servicios generales, b) *áreas de transporte*, ubicadas en las principales vías de comunicación y c) *zonas con funciones especiales no contiguas*, dedicadas a las actividades productivas y contaminantes (Carter, 1987, p. 66). Berry *et.al* (Berry B. J., 1974, p. 147) Carter, Carol y Cladera señalan que Losch modificó algunos supuestos de la Teoría del Lugar Central a través de mejorar al modelo de Christaller: 1) identificó los centros de demanda en el interior de las áreas de mercado, 2) verificó la forma hexagonal de las regiones superpuestas donde el ingreso se distribuye uniformemente e 3) identificó la relación entre las vías de comunicación y el lugar central.

Otros aspectos económicos del suelo fueron descritos por Alonso en 1964, quien estudió la actividad residencial de Filadelfia entre 1952 y 1953 por medio de estudiar los precios de venta y la cantidad de suelo vacante en la ciudad Alonso encontró un patrón

decreciente en el costo del suelo habitacional conforme éstos se alejan del centro. A pesar de la dificultad en la recolección de los datos para probarlo, Alonso, supuso que existe una asociación estadística entre el ingreso y la distancia de los precios del suelo. Alonso señala también que la renta urbana, la renta agrícola y el valor del suelo son elementos fundamentales en la estructuración del suelo urbano aunque consideró que el valor es producto de las dos primeras y esta vertiente ha sido estudiada por la economía clásica y materialista.

Alonso (1964) consideró a la renta como el elemento que da valor a un predio en el mercado de suelo, que junto con las redes de transporte y la compra de bienes tienen una fuerte interrelación. Es importante señalar que a diferencia de Haig, Alonso descartó los “costos de fricción” e identificó la relación inversa entre los precios del suelo con el tamaño del lote, ya que el precio del suelo decrecía en las periferias pero aumenta el tamaño de los predios mientras que el consumo de bienes y servicios se producen en diferentes zonas de la ciudad lo que posibilita la existencia de múltiples centros de mercado...

En resumen, la importancia de los modelos económicos en el estudio del uso de suelo consiste en que todos parten de la idea Von Thunniana<sup>9</sup> sobre el dominio de un mercado central y su capacidad de influir en la distribución de los usos de suelo que giran alrededor del CBD. El precio del suelo se determina o tasa por medio de la distancia al mercado más importante; por lo que los economistas señalan que la gente buscará comprar tierra lo más cerca posible del DCN sin que signifique una merma importante en sus ingresos. Hay una importante diferencia en la forma de valorar la tierra en el contexto agrícola que en el urbano; en el primero, el precio se establece por medio de gradientes de fertilidad y el precio de transporte mientras que en el segundo, el valor es el pago realizado por utilizar una determinada localización. En este sentido, la *renta*, *valor del suelo* y *precio del suelo* son los indicadores que se utilizan frecuentemente para explicar los patrones de usos del suelo y todos ellos, evalúan el traspaso de los derechos de propiedad para desarrollar una actividad económica, aunque es preciso señalar que la renta del suelo también fue identificado por la ecología urbana como una variable útil para clasificar los usos del suelo aunque se enfocó en analizar la distribución espacial de la gente. ..

---

<sup>9</sup> Es por esta razón que Roca (2000) inscribe los modelos económicos del suelo como teoría estándar

### 1.2.1.-Louis Wirth y la Ecología Humana

El término de Ecología Humana fue introducido por Park y Burgess para aplicar los principios de la ecología de las plantas y animales en el estudio de las comunidades humanas; durante la década de los veinte y treinta, ganó su fama de teoría clásica y sus principios proporcionaron un enfoque naturalista a los trabajos urbanos. De esta manera, la ciudad se convierte en una *comunidad biótica* que tiene rasgos distintivos similares a los que se presentan en la naturaleza; como por ejemplo, los conceptos bióticos de *invasión*, *sucesión* y *competencia*; se han utilizado para explicar la localización del uso de suelo. La escuela ecológica considera que el uso del suelo es producto de la relación entre los grupos sociales, la accesibilidad, el intercambio de bienes y servicios. Bajo este esquema, la ciudad es una comunidad biótica construida para satisfacer las necesidades de la sociedad. Durante mucho tiempo, términos como ecología humana, ecología urbana y sociología urbana se utilizaron sin distinción para referirse a la también llamada Escuela de Chicago. No fue hasta la segunda década del siglo XX, que el enfoque ecológico tomó fuerza con el trabajo de Burgess, quien estudió las características de la población bajo la hipótesis de que las similitudes culturales y económicas de la gente tienden a formar grupos en ciertos espacios, esta idea permitió a Burgess (1925) construir un patrón de localización en forma de anillos organizados alrededor del centro de la ciudad; su trabajo sería la base de otros modelos ecológicos del suelo como la teoría sectorial de Hoyt y núcleos múltiples de Ullman y Harris.

La escuela de Chicago es la rama ecológica más conocida y utilizada en los estudios urbanos pero, como toda disciplina, experimentó un desarrollo epistemológico que derivó en el surgimiento de nuevas corrientes para subsanar las deficiencias de sus postulados originales, Theodorson (1961) identificó tres ramas ecológicas: 1) *clásica*, 2) *neoortodoxa* y 3) *sociocultural*. Los principales exponentes de la *ecología clásica* son Mckenzie y Park quienes interpretaron y clasificaron la estructura interna urbana en comunidades<sup>10</sup> bióticas organizadas físicamente en áreas naturales<sup>11</sup>. Los resultados de sus trabajos fueron la base de los modelos de círculos concéntricos, sectorial y núcleos múltiples de Burgess, Hoyt,

---

<sup>10</sup> Park entiende como comunidad biótica a una población organizada territorialmente, es compleja, se mueve constantemente en el territorio y utiliza la simbiosis para relacionarse y generar interdependencia entre sus elementos.

<sup>11</sup> Zorbaugh la define como “un área geográfica caracterizada por una individualidad física y por las características culturales de la gente que vive ahí.” (Zorbaugh, 1961 p 52)

Ullman y Harris; patrones que, a pesar de la simplicidad de sus supuestos, son hoy en día, las teorías más difundidas sobre la distribución del uso de suelo. La *ecología neortodoxa* considera que la población tiene diferentes características por lo que clasificarlas en comunidades homogéneas no tiene sentido, por lo que era más importante incorporar estas diferencias y construir modelos acordes con la realidad. La tercera rama *ecología sociocultural* se funda con las ideas de Wirth (1938) y Hawley (1950) aunque también se les considera los principales ecólogos neortodoxos; esta rama se transformaría en la *Teoría del Área Social*, que posteriormente se le conocería como *ecología factorial*, cuyos principales exponentes son Shevky, Williams y Bell.

Para Wirth (1938), la ciudad, como definición sociológica, resalta las interrelaciones internas y le proporciona la forma de asociación humana; de tal manera que, utiliza el concepto de *urbanismo* para referirse al modo de vida de los habitantes. En opinión de Wirth este concepto permite construir tipologías de poblaciones o comunidades que no estén limitadas por las definiciones administrativas como son los poblados y que no estén sujetas a la rigidez de conceptos como área o zona metropolitana. Hawley (1950) señala que la ecología es el estudio de la morfología de vida colectiva en aspectos dinámicos y estáticos” (Hawley 1950: 67), y considera que las poblaciones se ajustan al medio ambiente en forma de comunidades, en donde, la acción individual no tiene sentido ya que existen muchas maneras de clasificar a la población. Las comunidades pueden variar en su organización interna, así, el territorio es la unidad que contiene a la población bajo estudio y asume las características de la gente que contiene, Hawley (1950) las denomina *hábitat*, cuyo principal elemento son sus límites espaciales y pueden diferenciarse a través de *áreas naturales* o *áreas culturales*<sup>12</sup>

Para Hawley (1950), las *áreas naturales* se clasifican a través de factores fisiopsicológicos como edad, sexo. Raza o a los materiales referida que componen al territorio, bajo esta visión, los espacios no son exactamente iguales por lo que se debe considerar el factor humano para diferenciarlas. Hawley señala que la ecología humana es útil para caracterizar las diferencias entre zonas y se define como la disciplina que “trata con

---

<sup>12</sup> Hawley (1950) señala que el área natural se aplica en las áreas con rasgos naturales uniformes como clima, vegetación, topografía o la combinación de ellas, mientras que el área cultural se basa en la observación de la distribución aleatoria de diferentes poblaciones. Un área natural puede contener varias áreas culturales que pueden coexistir en el mismo espacio, para los geógrafos esto constituye una región que en opinión de Hawley (1950) es un área que se caracteriza por tener un uso humano.

los aspectos espaciales de las relaciones simbióticas de los seres humanos y de las instituciones humanas” (Mckenzie citado por Hawley 1950 69) En este período, surgen las primeras críticas a la ecología urbana por parte de Millia Alilihan en 1938, quien no está de acuerdo con los principios ecológicos y opina que la organización animal se basa en actividades más racionales que no dependen del territorio. Esta afirmación puso en aprietos a los ecólogos urbanos porque el área natural es la unidad territorial que utilizan para organizar a las comunidades -grupos de personas- a partir de sus características comunes. En opinión de Alihan, subdividir a estas áreas naturales llevaría a los ecólogos a un callejón sin salida porque resulta imposible diferenciar y clasificar cada individuo por separado. Sin embargo, hay opiniones a favor, por ejemplo, Amato (1969) señala que los modelos ecológicos de uso del suelo son un concepto avanzado porque no sólo describen su localización física sino que los relaciona con otras ideas como la organización social y su apropiación del territorio. Como ya mencioné, la ecología urbana experimentó una división epistemológica que produjo nuevas ideas sobre el comportamiento del suelo; pero no fue hasta 1945, cuando ve la luz una nueva propuesta sobre el comportamiento social ecológico: el trabajo de Harris y Ullman (1945) colocó a la ecología a la vanguardia en los estudios sobre la estructura interna y el uso de suelo, por medio de revisar los aspectos más importantes de la naturaleza de la ciudad y la organización de su estructura interna.

En 1938, la ecología urbana sufrió otra división conceptual –*rama sociocultural*– donde Wirth supuso que la estructura urbana es producto de las características de la gente, de tal manera que los vecindarios son habitados por personas con gustos y valores similares. Años después, Shevky, Williams y Bell, midieron la diferenciación social a partir de las características económicas y culturales de la gente relacionados con su localización residencial en Los Ángeles y San Francisco. Esta nueva visión se conoció como *Teoría del Área Social* y fue la respuesta a las críticas realizadas a los modelos de la Escuela de Chicago, -consideraba *positivista* y *mecanicista*- porque sus propuestas no incorporaron el aspecto social en la diferenciación interna de la ciudad, que en mi opinión, produjo confusiones teóricas entre la sociología y la ecología urbana. Esta confusión se explica por varias razones por ejemplo Sjoberg opina que la sociología no ha producido una teoría satisfactoria del fenómeno urbano porque “no tiene una razón de existir debido a las diferencias que hay entre los métodos que emplean y las teorías propuestas” (Sjoberg, 1965,

p. 158). Lo anterior es evidente cuando, Sjoberg (1965) divide los estudios sociológicos sobre el desarrollo urbano en ocho ramas diferentes: 1) urbanización, 2) subsocial, 3) complejo ecológico, 4) económica, 5) medioambiental, 6) tecnológico, 7) valores ecológicos y 8) poder social, que en conjunto componen cada área natural de la ciudad.

1) *urbanización*<sup>13</sup>, estudia los cambios de los patrones y procesos sociales asociados a la modificación de la vida preindustrial de la etapa urbano-industrial, en otras palabras, analiza como la mecanización de las actividades alteró el modo de vida de los habitantes de las grandes ciudades. Las críticas que se hacen a esta corriente se basan en la excesiva generalización de la organización interna porque el comportamiento de la gente es diferente en cada urbe y sus principales exponentes son Park y Burgess.

2) *Subsocial*, es conocida como la Escuela de Chicago, explica los patrones físicos en términos de variables subsociales y sus ideas se apoyan en teorías darwinianas y económicas. Ambas, describen la acción humana en términos de competencia, la doctrina del “dejar hacer” o *laissez-faire* y la operación del mercado, pero algunos patrones urbanos no pueden explicarlos en términos económicos.

3) *Complejo Ecológico*, esta rama constituye el puente teórico entre la Escuela de Chicago y las nuevas generaciones de sociólogos urbanos (Mckenzie, Hawley, Duncan, Schnore); sus métodos; en opinión de Sjoberg, son neodeductivos y organiza los datos censales para clasificar el fenómeno urbano de interés. Se compone de cuatro elementos: a) *medioambiental*, b) *población*, c) *organización social* y d) *tecnológico* y forman las siete ramas restantes de Sjoberg.

4) *Económico*, clasificar a la ciudad por medio de los aspectos históricos y sociales en tres categorías: a) feudal, b) capitalista y c) socialista; esta rama incluye, a la teoría del área social de Shevky y Bell (1955) como un subgrupo, quienes asociaron e identificaron diferentes tipos de estructuras ecológicas y sociales para explicar la organización interna. Esta visión señala que los cambios en las estructuras se miden a través de: 1) distribución de las habilidades, 2) cambios en la estructura productiva y 3) cambios en la composición de la población.

---

<sup>13</sup> Teodhorson la llama “clásica” y establece que la dependencia entre los valores de un grupo social dominante varían en función de la presencia de factores exógenos como los cambios en la economía, políticas de zonificación adversas o instalación de grupos que no comparten los mismos valores e ideas.

5) *Medioambiental*, esta rama se refiere al papel del medio ambiente natural, la tecnología y la organización social con el desequilibrio entre la naturaleza y la cultura.

6) Rama *tecnológica*, estudia los efectos de las innovaciones tecnológicas en el orden espacial de los elementos urbanos, en especial del transporte y su influencia en el crecimiento de la ciudad y su diversificación de actividades.

7) *Valores Ecológicos*, estudia los usos de suelo, la estructura urbana y social de la ciudad desde una perspectiva *weberiana* por medio de los valores socioculturales..Su mayor exponente fue Firey (1940), quien demostró que los valores culturales determinan la adaptación del territorio con fines sociales; sin embargo, Sjoberg opina que en la ciudad preindustrial es difícil distinguir las diferencias entre valores, ideas y creencias entre las comunidades urbanas.

8) *Poder Social*, explica los patrones del suelo urbano a través de la presión ejercida por los grupos sociales para modificar el desarrollo de la ciudad.

Estas ramas, en conjunto analizan las transformaciones de los usos de suelo a partir de los cambios en la estructura social; si bien las tres primeras se refieren a los aspectos teóricos de su distribución física, las cinco restantes analizan su organización territorial. En el contexto de este trabajo la visión ecológica se utilizará para establecer un vínculo teórico entre los patrones del uso de suelo del Área Metropolitana de la Ciudad de México con la estructura social de su población, por lo tanto, es necesario profundizar en sus conceptos.

Los principios generales de la ecología urbana nacieron con el trabajo de R. D. Mckenzie en 1926, quien utilizó una analogía entre los procesos sociales y el medio natural para identificar la manera en que se relacionan entre sí todas las áreas de la ciudad. Algunos autores como Timms (1976) y Carter (1987) señalan que es una teoría “darwiniana” referida a procesos evolutivos y también es conocida como ecología humana. Mckenzie define a la ecología como “el aspecto de la biología que considera la existencia de las plantas y animales en la naturaleza, los estudios de su interdependencia y la relación entre cada individuo de su medioambiente” (Mckenzie, 1926, p. 64), mientras que la ecología humana, se “refiere al estudio de las relaciones temporales y espaciales de los seres humanos como resultado de la influencia de las fuerzas distributivas y de reacomodo de su medio ambiente” (*ibid*). Mckenzie hace hincapié en que la competencia y la selección son diferentes en el reino animal que en la sociedad; por ejemplo, la movilidad para el ser humano consiste en

adaptar un hábitat para satisfacer sus necesidades y se organiza espacialmente en comunidades<sup>14</sup>, mientras que los animales migran hacia las áreas donde pueden conseguir alimento.

A partir de esta diferencia, Mckenzie señala que la comunidad -que puede ser un pequeño poblado hasta una gran ciudad- tiene cuatro funciones: 1) *servicios primarios* tales como los pequeños poblados rurales que se dedican a la agricultura, 2) *servicios secundarios*, que tienen el papel de almacenar y distribuir los elementos crudos producidos por la comunidad y distribuirlo al mercado más grande, 3) *comunidad comercial*, quien combina las funciones anteriores pero básicamente se dedican a la distribución y su crecimiento depende de las ventajas de localización; finalmente 4) *comunidad urbana* no produce ningún tipo de artículos pero proporciona educación, descanso y ejerce el control político en otras comunidades.

Mckenzie señala que la innovación del transporte y el automóvil privado son el principal elemento que ha “perturbado el crecimiento de las comunidades humanas” (Mckenzie, 1926, p. 69). La comunidad requiere de ciertas condiciones para desarrollarse y logra el equilibrio cuando la población y sus recursos alcanzan un tamaño óptimo, estado que se altera fácilmente si aparece un elemento extraño como la instalación de una industria que produce cambios en su base económica,. De acuerdo al autor, una comunidad puede ser más compleja si su base económica se especializa en la prestación de un servicio que otras comunidades cercanas no ofrecen. Al relacionar estas ideas es fácil darse cuenta que Mckenzie descubrió la primera pista sobre la forma en que los usos de suelo se organizan en la ciudad y afirma que “la estructura axial de una comunidad se determina por la dirección de las primeras rutas de transporte y del tráfico” (Mckenzie, 1926, p. 72).

Mckenzie señala que otro factor que favoreció los cambios en la organización interna y la estructura urbana son el crecimiento demográfico y la diferenciación en los servicios.

---

<sup>14</sup> Park (1936) define a la comunidad como una población compleja organizada territorialmente y que se distribuye a lo largo de este territorio; las comunidades son interdependientes y se relacionan entre sí a partir de la simbiosis, además mantienen su equilibrio a través de la competencia, la dominación y la sucesión que les proporciona un orden dentro de la ciudad. Alihan (1938) no está de acuerdo con la idea de comunidad y argumenta que éste se basa en comparar la organización animal con el territorio pero ambas tienen comportamientos diferentes, ya que el hombre, a diferencia de los animales, no emigra en busca de alimento sino que adapta su hábitat a sus necesidades; además, Alihan (1938) considera que la idea ecológica de comparar comunidades diferentes a través de suponer que tienen características similares se viene abajo cuando se subdivide una comunidad en otras más pequeñas por lo que la homogeneidad se incrementa por lo que se contraponen con los principios de simbiosis y similitud que los ecólogos establecen como condición para que exista una comunidad.

Cuando las comunidades alcanzan cierto nivel de madurez, aparecen por etapas sucesivas, estructuras económicas que dominan a las actividades locales y llegan a expandirse a otras zonas; de tal forma que, los efectos físicos de la diferenciación se observan en el incremento de los valores del suelo y la altura de los edificios, en especial en el centro, porque las actividades buscan la mejor localización y se producen procesos de *invasión* y *sucesión* que afectan la renta del suelo. En sus estudios, Mckenzie se concentró en la *invasión* y definió seis condiciones elementales para que ésta aparezca: 1) cambios en las rutas de transporte, 2) deterioro físico de los edificios y cambios de los usos de suelo, 3) nacimiento de estructuras públicas y privadas cuyo efecto puede atraer o repeler nuevas actividades, 4) introducción de nuevas industrias, 5) cambios en el ingreso y la actividad residencial y 6) la elección de nuevas zonas para desarrollar por los agentes inmobiliarios. (Mckenzie, 1926, p. 74) factores que, combinados, afectan la localización de los grupos sociales.

Mckenzie dice que la *invasión* produce estructuras que dominan el panorama urbano en las áreas de negocios, que es el lugar donde la competencia es intensa, por lo que los cambios en los usos del suelo tales como oficinas servicios bancarios son constantes. Mckenzie escribe: “el efecto general de un proceso continuo de *invasión* y *acomodos*, le proporciona a la comunidad, áreas bien definidas, cada una de ellas tienen sus propias características selectivas y particulares” (Mckenzie, 1926, p. 76). Así, las variaciones producidas por la instalación de nuevas áreas naturales donde se insertan las comunidades, pueden verse como partes de una estructura orgánica más grande, que pueden medirse a través de los valores del suelo. En resumen, el trabajo de Mckenzie es la base teórica de los trabajos ecológicos pero su limitación principal es que no definió con exactitud algunos conceptos como *área natural*, *invasión*, *sucesión* y *dominación*, situación que sería resuelta de inmediato por Zorbough (1926), Park (1926) y Hawley (1950). El *área natural* es la unidad territorial utilizada por la ecología para examinar la distribución de la gente en áreas identificables en ciudades que tienen organizaciones internas diferentes, por lo que considero relevante examinar algunas de sus características.

Burguess (1964) define como *área natural* a “una unidad territorial cuyas características distintivas –físicas, económicas y culturales- son el resultado de la acción espontánea de procesos ecológicos y sociales” (Burguess citado por Timms 1976). Zorbough (1926) identificó las características del *área natural* en función de examinar a: 1)

su crecimiento físico, 2) los métodos utilizados hasta el momento para entender dicho proceso y 3) la inconsistencia de las áreas administrativas para clasificar su estructura interna. Sobre éste último punto el autor argumenta que es erróneo dividir a la ciudad en áreas administrativas porque estas sus límites son trazados a partir de diferentes criterios – rasgos físicos y topográficos- con el propósito de facilitar la dotación de los servicios que requiere la población, y por lo general, ignoran la influencia que tienen las fuerzas sociales en su conformación espacial. Desde la perspectiva ecológica, el crecimiento de la urbe despliega procesos naturales típicos, -invasión, sucesión, simbiosis- que pueden ser utilizados para definir áreas naturales más acordes con la realidad, a partir de este razonamiento, Zorbaugh afirma que la ciudad “no es un artefacto sino un fenómeno natural (Zorbaugh, en Theodorson 1961, p. 51).

Las relaciones entre los grupos sociales se explican por la presencia de vías de transporte, que conectan a las múltiples zonas de negocios, industrias y parques entre sí y fijan los límites de las *áreas naturales*, entendida como la “unidad que se puede clasificar por su individualidad física y las características, actitudes, sentimientos e intereses de la población segregada dentro de ella”; (Zorbaugh, 1961, p. 52). Zorbaugh señala que la estabilidad en sus valores y composición cultural es la característica más importante de un área natural, por lo que su correcta definición permitirá recopilar estadísticas más confiables que sirvan para identificar tendencias de localización. Otra característica del área natural es que sus límites rara vez coinciden con las unidades administrativas debido a la naturaleza de los elementos utilizados en su definición.

En los inicios de la joven ecología urbana, Park publicó en 1938 un artículo que causó revuelo en el ambiente sociológico en el que plantea la tesis de que se puede examinar a la población en términos biológicos y vegetales porque ambas presentan conductas similares. Al igual que las plantas, los grupos sociales se encuentran en diferentes lugares, compiten entre sí por las mejores localizaciones y son interdependientes entre comunidades con intereses similares. Con esta idea en mente, Park escribió el concepto de *comunidad* que se basa en la organización territorial de la población y su movilidad e interrelación se realiza a través de la *simbiosis*. El efecto físico de esta relación se basa en que el hombre adapta su hábitat por medio de: 1) *agregación y dispersión* de actividades y servicios, 2) *centralización y descentralización* de los anteriores, 3) *segregación* de grupos sociales en

áreas distintivas, 4) *dominio* de la comunidad e 5) *invasión y sucesión* de las áreas por otros grupos. De esta manera, Park identifica un segundo concepto ecológico: *comunidad*, que junto al área natural, permiten clasificar distintos grupos sociales y el territorio que ocupan.

Entre 1949 y 1953 se escribieron una serie de trabajos, que a partir de técnicas multivariadas, estimaron la relación entre las características sociales y económicas de la población además de construir una tipología del espacio en la ciudad de los Ángeles y San Francisco. Estos estudios, escritos por Shevky, Williams y Bell, constituyeron la base de la teoría del área social y después que se convertiría después en ecología factorial. Ambas son un procedimiento taxonómico que sintetiza la información a través de reducir variables en factores e identificar estructuras para construir hipótesis y compararlos con los conceptos teóricos de otras disciplinas.

Los trabajos que aplicaron los principios de la Teoría del Área Social para entender la estructura interna fueron escritos por Duncan y Duncan en 1955, Schnore en 1957 y Winsborough en 1963. Los primeros estratificaron la localización residencial a partir de los ingresos y el nivel educativo en varias metrópolis en Estados Unidos; mientras Schnore estableció nuevas líneas de investigación derivadas del análisis de la composición interna de las ciudades satélite y los suburbios que gravitaban alrededor de varios centros metropolitanos entre 1940 y 1950; finalmente, Winsborough clasificó las diferencias entre las unidades administrativas del centro de la ciudad y las comparó con las que se encontraban en la periferia. A través de indicadores como: edad, calidad estructural de la vivienda y distancia al centro. A pesar de estos esfuerzos, surgieron nuevas críticas a los resultados alcanzados por la ecología urbana. En 1954, Form afirmó que la ecología no había sido capaz de formular una teoría del uso del suelo porque se concentró en entender los procesos sociales pero no aplicó sus descubrimientos en el análisis del suelo. En su opinión, la sociología debió estudiar las fuerzas sociales subyacentes al mercado de suelo –agentes inmobiliarios, industrias, negocios, propietarios de vivienda, el gobierno entre otros-y tomar en cuenta sus valores e intereses. Form (1954) sugiere que cada grupo tiene diferentes necesidades de suelo debido a la naturaleza de sus actividades que producirán diferentes arreglos de suelo que deben ser regulados.

Para superar estas deficiencias, los estudios ecológicos comenzaron a utilizar diversos métodos cuantitativos para buscar relaciones entre la población y su localización

física a través de la elaboración de indicadores producidos a partir de la información proveniente de los censos. Entre ellos destacan los estudios de Holsen (1934) quien delimitó las áreas geográficas a partir del flujo de llamadas telefónicas realizadas por los diferentes grupos sociales y las clasificó en niveles de ingreso; Hayner (1945) estudió la distribución del valor del suelo en la ciudad de México para identificar si su estructura física presentaba algún patrón ecológico, y encontró áreas que se organizaban en forma de ejes axiales (Hoyt) y otras en anillos concéntricos (Burguess); Hat (1946) utilizó el valor del suelo para identificar si la renta del suelo formaba áreas naturales y demostró que el uso de variables demográficas podría ser útil para caracterizar la organización interna; finalmente, Myers (1954) y Carol (1960) compararon las diferencias entre áreas naturales con unidades censales y clasificaron las funciones del CBD.

Entre 1963 y 1964, Hoyt recopiló información de ingreso, superficie de suelo y población de Guatemala, Bogotá, Lima, La Paz, Quito, Santiago, Buenos Aires, Montevideo, Rio de Janeiro, Sao Paulo, Caracas y ciudad de México para evaluar cómo se adaptaron los principios ecológicos a las condiciones económicas y sociales en estas urbes de los años sesenta. En su análisis, Hoyt encontró que los cambios en el modo de producción transformaron la estructura física y social de cada ciudad pero compartían elementos comunes como el nacimiento de nuevos centros económicos en las periferias, que Hoyt clasificó -a partir del tipo de productos que ofrecían y sus requerimientos de suelo- en tres tipos: 1) regional, 2) comunitario y 3) vecinal, que compiten con el distrito central de negocios o CBD y su crecimiento expansivo así parece demostrarlo.

El autor estimó que en 1960, los centros regionales ocupaban una superficie mayor que todos los CBD's en Estados Unidos; Hoyt estimó su consumo de suelo en 30,460 acres y la disminución de centros comerciales en el centro. A partir de sus resultados, Hoyt señaló la necesidad de revisar nuevamente los principios de la taxonomía de Burguess bajo las nuevas condiciones económicas; por lo que Hoyt utilizó las ideas de Hurd, para revisar su propia teoría sectorial, Hoyt se dio cuenta que las familias de altos ingresos se localizaban en un sólo lado de la ciudad y forman un patrón similar al de sus contrapartes americanas. En opinión de Hoyt este crecimiento se produjo por la combinación de varios factores a: 1) la propiedad del automóvil, 2) La propiedad privada del suelo, 3) la atracción del centro de

la ciudad, 4) La construcción de “galerías”<sup>15</sup> en la zona central de la ciudad, 5) la estabilidad económica y 6) el desarrollo de nuevas leyes urbanísticas que permitieron renovar las áreas deterioradas. Otro autor que evaluó los modelos ecológicos fue King (1974), tal como lo hiciera Hoyt casi diez años antes; el autor sugirió incluir la parte social y cuestionó el escaso papel que tenía este factor en la planeación urbana. En opinión de King, los modelos de pronóstico del suelo se apoyaban en estudios de movilidad y bienestar social por lo que su estudio se relaciona frecuentemente con la planeación del transporte. Sin embargo King considera que en la localización del suelo intervienen otras fuerzas;

En los estudios empíricos se identificó que el empleo se utiliza frecuentemente como indicador social del consumo de suelo; por ejemplo, Lowenstein estudió los planes de suelo con las actividades financieras de 817 ciudades americanas a partir de cuantificar los empleos, administrativas y servicios profesionales entre 1953 y 1963. En su artículo, Lowenstein denunció la escasez de estudios comparativos debido a la falta de estándares y normas para clasificar a las actividades y el uso del suelo; el autor señala que “negar este hecho en la planificación urbana retardará el desarrollo de cualquier teoría concerniente a la localización de las actividades económicas urbanas” (Lowenstein, 1963, p. 307). En cuanto a su distribución física, el autor encontró que “los servicios financieros, seguros y bienes raíces se extienden linealmente a lo largo de la ciudad y consumen más cantidades de suelo en la periferia que en el centro mientras que el comercio al por menor parece seguir este mismo patrón. La cantidad de suelo dentro del CBD dedicado a este tipo de comercio es igual al resto del área metropolitana”. (Lowenstein, 1963, p. 416); en cambio, los servicios profesionales se localizan en medio de las áreas urbanas pero se pueden encontrar en el CBD siempre y cuando tengan una naturaleza regional y dependan de una base física o geográfica para esta atracción.

Otro trabajo de corte ecológico fue escrito por Janelle y Millward (1982), quienes asociaron los patrones del uso de suelo con los conflictos de interés entre los grupos sociales que conviven en la ciudad; para probar su hipótesis, los autores relacionaron los cambios en el uso del suelo con las variaciones en el ingreso a partir de: a) la existencia de un solo centro, b) el crecimiento poblacional y la superficie urbana y, c) la segregación producida en

---

<sup>15</sup> Hoyt las describe como una copia de los centros comerciales ubicados en pequeños espacios y que constan de varios niveles y que alojan servicios y comercios.

los usos del suelo. Janelle y Millward (1982) señalan que los cambios en la ciudad se parecen a los patrones geográficos del estatus social y político identificados por Shevky, Williams y Bell (1949) lo que genera conflictos de intereses, Los autores definen como conflicto a “la situación de competencia en la cual las partes son advertidas de las incompatibilidades de las futuras posiciones potenciales, en la cual cada parte desea ocupar una posición que es incompatible con los deseos de otros” (Janelle, 1982, p. 209) que se traduce en cambios en los usos del suelo. Este punto de vista de Janelle y Milward permite examinar su distribución física como una “amenidad” privada donde su patrón físico y la localización de personas se comportan como los procesos ecológicos de “expansión, invasión y sucesión”. (Janelle, 1982, p. 210), de tal forma que los patrones geográficos son resultado de los conflictos que operan en función de dos factores: 1) su nivel de interdependencia y 2) el vínculo entre los conflictos territoriales.

En la mayor parte de la literatura ecológica, el área que despertó el mayor interés fue el Distrito Central de Negocios o CBD porque concentra la mayor cantidad de actividades y juega un papel dominante en la estructura urbana aunque otros áreas del modelo concéntrico de Burgess –como la zona de transición- también se analizaron. En el primer caso destacan los trabajos de Carol (1960), Bowden (1971), Blummenfield (1975), y Wilder (1985) quienes clasificaron las funciones económicas del distrito central de negocios, e identificaron su forma urbana, el límite físico y los procesos de sucesión, invasión y competencia entre actividades y los movimientos residenciales. En el segundo caso, Preston (1966) analizó la organización de la zona de transición y Amato (1968) identificó una combinación de zonas en Bogotá...

Wirth (1938) afirma que la estructura interna de la ciudad es reflejo de las características de la población por lo que no tiene sentido utilizar unidades administrativas para recolectar información de los grupos sociales porque en su delimitación éstas no consideran la heterogeneidad espacial de la población. Wirth opinaba que las diferencias sociales varían en función del tamaño y actividad de la ciudad, característica que se propaga a las áreas circundantes. Así, la expansión de la ciudad surge por el incremento de la movilidad que proporciona el automóvil y la producción en masa por lo que Wirth consideró a la urbe como “un asentamiento permanente, relativamente largo, denso de individuos heterogéneos” (Wirth, 1938, p. 8). Wirth encontró en los trabajos de Park el sustento teórico

que buscaba para explicar la organización interna y planteó la necesidad de descubrir cómo influyen “las acciones sociales y la organización que surgen del relativo asentamiento permanente de un largo número de individuos heterogéneos” (Wirth, 1938, p. 9) A partir de las ideas de Wirth, la sociología se vio obligada a buscar relaciones entre las áreas naturales como una forma de asociación humana,

Las ideas de Wirth fueron la base de la futura *Teoría del Área Social* que se convertiría en la *ecología factorial*, cuyo “principal objetivo... es la clasificación de un conjunto de variables en función de un (generalmente) pequeño número de categorías o factores. Así pues, el objetivo principal es obtener una economía científica de la descripción” (Timms, 1976, p. 4). La importancia de esta rama ecológica radica en que el análisis factorial constituye la técnica multivariada más importante para descifrar las relaciones entre los indicadores y las categorías implícitas que éstos representan. Timms (1976) y Buzai señalan que éste método influyó en el análisis urbano de otras disciplinas como la geografía por lo que la redefinen como el estudio de “la relación del hombre con su entorno natural” (Buzai G. , 2003, p. 37) por lo tanto, se puede considerar que la geografía no es otra cosa que la Ecología Humana, lo que, en opinión de los autores, determinó con mayor precisión el campo geográfico y evitó superposiciones con la economía, la ciencia política, la sociología y la historia.

A mediados de los sesenta, surge el concepto de la Ecología Factorial, nombre propuesto por Sweeter (citado por Buzai) en su estudio del espacio social en Helsinki en 1964, en el que descubrió tres factores que determinan físicamente a la ciudad: 1) el aspecto socioeconómico, 2) procreación y 3) urbanismo. Para Davies (Buzai G. , 2003, p. 50) cuando se aplica el análisis factorial en áreas pequeñas se construye una generalización de su organización interna, que en opinión de Buzai (2003), permite descubrir relaciones entre las unidades espaciales o áreas naturales para “captar la configuración espacial de la diferenciación social de la ciudad” (Buzai G. , 2003, p. 47). Para Buzai, el análisis factorial es fundamental porque permite identificar “la estructura subyacente” de la matriz de datos geográfica transformándola a matriz de correlaciones para diferenciar a los grupos poblacionales. Buzai afirma que la ventaja de la ecología factorial es que se puede usar en dos formas: 1) *exploratoria* para buscar dimensiones en la estructura de los datos y 2) *explicativa* para identificar factores que producen dicha estructura. Los trabajos de Bell

(1953) y Murdie (1969) utilizan esta visión y comprueban que los modelos ecológicos clásicos son correctos en el análisis de las distribuciones espaciales,

Bell examinó la utilidad analítica de la tipología construida por Shevky y Williams; en la ciudad de San Francisco para determinar si dicho método podría dar más información sobre las ciudades y desarrollar un conocimiento acumulativo sobre los centros urbanos. Bell dividió el área urbana en 249 áreas estadísticas y comparó sus resultados con los resultados elaborados por Shevky y Williams. Bell (1953) construyó tres rangos o estatus: 1) *social* definido a partir de estadísticas educativas, empleo y renta 2) *urbanización* medido por los cambios demográficos, mano de obra femenina y número de viviendas y 3) *segregación* estimado con información del origen étnico. Bell interpretó los resultados a través de ordenar los resultados para clasificar cada área censal y observar variaciones en la estructura social por medio de los cambios en cada rango y encontró que existe relación entre los tres índices. De acuerdo a Bell, en cada unidad geográfica, los grupos sociales compuestos por orientales, afroamericanos, mexicanos e italianos son los grupos más segregados y esta conclusión permitió a Bell convertir “áreas censales en áreas sociales” (Bell, 1953, p. 41). Bell descubrió patrones espaciales similares a los encontrados por Shevky en los Ángeles en donde los grupos sociales más jóvenes decrecen conforme la urbanización aumenta elevándose el rango social; lo que confirmó que el método de Shevky es útil en el análisis de la estructura de la sociedad,

En 1955, Bell evaluó en dos áreas metropolitanas el método de Shevky y Williams, con el objetivo de estimar cual de las tres dimensiones eran más útil para clasificar a la población en grupos homogéneos Bell redefinió al *estatus económico* a través de la ocupación, educación y renta para cada subgrupo, el *estatus familiar* lo midió a través de la fertilidad, la fuerza de trabajo femenina y las viviendas que tengan un hogar y el *estatus étnico* lo calculó a través de clasificar a la población por su origen, -negros, orientales y mexicanos- e incluyó a los rusos e italianos por cada mil habitantes en Los Ángeles y San Francisco. Bell (1955) construyó estructuras de cada área urbana a través del análisis factorial y los resultados producidos los comparó con los valores observados en cada área identificada en las dos ciudades y le permitió concluir que los resultados obtenidos por Shevky y Williams demuestran que el estatus económico, familiar y étnico son los factores elementales para medir la variación entre las áreas censales de cada ciudad,

El autor señala que las variaciones entre los rangos o estatus muestran los aspectos más significativos de la diferenciación social urbana, dado que estas dimensiones son los datos básicos utilizados por Shevky y Williams, Bell afirma que sus hallazgos representan una validación parcial del área social construida por Shevky pero es necesario realizar más pruebas debido a que la verificación de la segunda hipótesis mostró un comportamiento unidimensional<sup>16</sup> –estatus familiar y económico–, es decir no mostraban un comportamiento espacial típico. Bell concluye que “tres factores son los necesarios para diferenciar los grupos sociales de los Ángeles: estatus económico, estatus familiar y estatus étnico. También demuestra que el estatus económico y familiar son instrumentos de medidas unidimensionales ya que miden la composición de cada uno de los índices tienen altos patrones de correlación con otro factor.” (Bell, 1955, p. 49)

Berry (1965) escribió una reflexión del estado actual de los modelos de la estructura urbana sectorial y concéntrica comparándolos con las características de las personas, en su artículo, resalta la importancia del análisis factorial como una útil herramienta en el análisis de la estructura interna. Berry señala que este método es una técnica multivariada que examina un conjunto de datos y determina exactamente cómo varían las dimensiones para después expresarlas en términos de estructuras lógicas que el investigador puede interpretar. Al aplicar estas ideas en los modelos de Burgess y Hoyt, Berry encontró en cada uno de ellos tres dimensiones de variación: 1) la variación axial de los vecindarios de acuerdo a su rango socioeconómico, 2) la variación concéntrica de acuerdo a la estructura familiar y 3), la segregación localizada de un grupo étnico en particular.

Estas variaciones están asociadas con el nivel educativo, el ingreso y la ocupación, que a su vez, están correlacionadas con el valor de la vivienda, por lo que Berry concluye que, las características socioeconómicas y el valor del suelo se relacionan funcionalmente. Con respecto al comportamiento locacional de cada grupo social, Berry encontró que los grupos de altos ingresos buscan ciertas comodidades -vista y tierras elevadas- porque piensan que éstas agregan valor a su vivienda; en contraste, los grupos de bajos ingresos se localizan cerca de las vías de transporte, tierras bajas y cercanía al trabajo. El autor también encontró que la edad de la vivienda cambia de manera concéntrica conforme se incrementa la distancia al centro, patrón asociado a los movimientos en la estructura económica,

---

<sup>16</sup> Bell define como unidimensional a que cada uno de los tres índices debería ordenar las áreas censales a lo largo de un solo continuo –físico- y un continuo discreto a partir de los otros dos

densidad y la existencia de múltiples estructuras residenciales, Con respecto a la organización social, Berry encontró que hay variaciones de localización que dependen de la edad de la población, por ejemplo, en la periferia se encuentran más familias jóvenes y viviendas mientras que en el centro se localiza la población vieja y altos niveles de mano de obra femenina. En opinión de Berry, esta estructura familiar es consistente con las ideas de Burgess y se le llamó *urbanismo-familismo*.

Otro trabajo que analizó los modelos ecológicos fue escrito por Schnore (1965), quien analizó la manera en que se había intentado aplicar los principios teóricos del modelo de Burgess en el estudio de la ciudad latinoamericana (Ciudad de México, Guadalajara, Guatemala y Bolivia) y expone las razones del por qué no se ha conseguido identificar este tipo de patrón en estas urbes. Schnore afirma que el análisis cultural (cross-cultural) se ha utilizado en los estudios urbanos. Lo que permitió a la sociología establecer las leyes de la urbanización e identificar patrones en la ciudad para elaborar nuevas teorías sobre la distribución de la gente en el territorio.

Timms (1976), realizó un análisis teórico de la diferenciación residencial a partir de las ideas de Burgess, Hoyt y Ullman y Harris; comparándolas con los principios de la ecología factorial, para construir una teoría sobre los factores que determinan la elección de la vivienda de los distintos grupos sociales. A pesar de que Timms no realizó un ejercicio empírico, su trabajo explica porque los modelos ecológicos siguen vigentes en los estudios del suelo urbano. Timms señala que las ciudades modernas se pueden diferenciar a partir de las características de la población agrupadas en unidades geográficas, lo que posibilita identificar patrones diferenciados de grupos sociales –y de usos de suelo- en no más de tres o cuatro ejes, tal como lo hicieron Shevky, Williams y Bell. En su trabajo, Timms concluyó que la estructura ecológica residencial se configura por la interacción entre las preferencias de localización de la población y en qué lugares se construye la vivienda nueva...

Es evidente que los modelos ecológicos clásicos describen de manera esquemática los arreglos físicos de la localización de la población en el espacio y que pueden adoptar tres formas: a) en anillos, b) en ejes y c) sectores; tipologías que se han utilizado para analizar al uso del suelo. El urbanismo de Wirth y los principios taxonómicos de la ecología factorial han demostrado cuantitativamente que existe un vínculo entre las características sociales de la población con su localización residencial, y por lo tanto, se puede relacionar el aspecto

económico de las personas como lugar donde trabajan, compran sus víveres, se divierten y se educan en términos de proporciones de uso de suelo que cada grupo social consume. Por lo que es conveniente examinar los postulados de Shevky, Williams y Bell relacionados con los modelos ecológicos de Burgess, Hoyt y Harris y Ullman y su utilidad en el estudio de la organización interna y los usos del suelo del AMCM.

### **1.2.2.-La teoría del Área Social de Shevky, Williams y Bell.**

Los trabajos de Shevky, Williams y Bell, pioneros en el análisis del comportamiento social, probaron que existe relación entre los diferentes grupos sociales en las ciudades norteamericanas. Theodorson (1961), Timms (1976), Carter (1987) y Herbert (1982) están de acuerdo en que la metodología de Shevky y Williams es la base de la ecología factorial. Y sin embargo, no se aplicaron en estudios comparativos entre ciudades. Los trabajos publicados en esta época se realizaron bajo una visión institucional que deseaba desentrañar los problemas estructurales de la sociedad. Park (1926) formuló los principios básicos de la organización interna de las urbes pero no eran congruentes con los “postulados de los científicos sociales de hoy día” (Shevky, 1949, p. 1) por lo que la Teoría del Área Social fue una aportación innovadora en la sociología urbana.

Shevky y Williams diseñaron una metodología que analiza la estructura de la sociedad urbana y establecieron una serie de criterios basados en indicadores de urbanización y estratificación para cambiar los métodos de análisis utilizados hasta el momento por los ecólogos y evitar la posibilidad de “no...entender la estructura de las ciudades –adecuadamente- sin analizar la estructura y la función de la sociedad urbana en si misma” (Shevky, 1949, p. 2). Shevky y Williams proponen como hipótesis la estructura urbana de la ciudad es producto de los procesos históricos que influyeron en su desarrollo y para entenderla, se debe comprender la organización de la sociedad de cada período. En la búsqueda para identificar dicha estructura, Shevky y Williams eligieron varios indicadores censales como el ingreso, estructura por edad y actividades económicas para identificar las interrelaciones entre los diferentes grupos sociales.

Shevky y Williams agruparon estas variables en tres índices o *estatus* llamados: *rango social*, *índice de urbanización* e *índice de segregación* –éste último sería desechado por Shevky y Bell- que consideran relaciones básicas de la estructura social. Al primero, lo construyeron con las diferencias entre los grupos de un sistema social para relacionarlo con

el *índice de urbanización* y después identificar qué grupo social se encontraba aislado en la ciudad

Shevky y Williams encontraron que existe la relación entre los empleos y el sistema de clases de la sociedad por lo que cualquier cambio en alguna de ellas tiene efecto sobre la otra lo que altera la estructura social; esta idea es similar a los principios de la teoría general de sistemas, trabajo que sería publicado años más tarde por Bertalanffy entre 1950 y 1968. Aunque no lo mencionan explícitamente, Shevky y Williams demostraron que las innovaciones tecnológicas del transporte e industria son responsables de los cambios más importantes en la sociedad, porque la primera distribuye los bienes y servicios que la segunda produce. En realidad esta “omisión” se explica porque los autores elaboraron indicadores muy rígidos pero no identificaron relaciones entre ellas. la Teoría del Área Social utilizó el análisis factorial para medir la estructura social por medio de considerar las características físicas del vecindario, ingreso y nivel educativo, Además, Shevky y Williams encontraron que en la ciudad industrial se presentan bajas tasas de fertilidad, la estructura familiar es pequeña y la base económica está se compone por mano de obra femenina. En el cuadro 1 se presenta un resumen de los criterios e índices de Shevky y Williams.

Cuadro 1.1 Criterios e Índices de diferenciación social de Shevky y Williams

<b>RANGO SOCIAL</b>	<b>URBANIZACIÓN</b>	<b>SEGREGACIÓN</b>	<b>TIPOLOGÍA URBANA</b>
Se define como las diferencias entre las personas o grupos en un sistema de posición social			Posición social El lugar que se ocupa en una estructura social dada (Kingsley Davies)
<b>OCUPACION</b>	<b>FERTILIDAD</b>	<b>GRUPOS AISLADOS</b>	<b>TAXONOMÍA CULTURAL</b>
Número de artesanos, operarios, y obreros relacionados con el número de personas empleadas	Se mide por el número de niños menores a 5 años en relación a las mujeres en edad fértil (15-44)	identificar los grupos que están mas aislados en relación a la población total	Reconocer los grupos sociales y clasificarlos por tipos
<b>NIVEL EDUCATIVO</b>	<b>MANO DE OBRA FEMENINA</b>	<b>GRUPOS</b>	
Se mide por el número de personas que completaron un grado escolar o menos en relación al número de personas de 25 años y más	Es el número de mujeres de 14 años y más que trabajan	Negros Mexicanos México- Americanos Orientales Rusos Italianos	
<b>INGRESO</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DEL VECINDARIO</b>		
Se estima a partir de la renta per cápita mensual relacionado a la población total	El porcentaje de las unidades de vivienda que contiene una sola familia y es un indicador de las características físicas del vecindario		Diferencias en el rango social. Diferencias en la urbanización Diferencias en el grado de segregación
Cada índice se califico en porcentaje con respecto a los otros dos	Cada índice se califico en porcentaje con respecto a los otros dos		
Un índice bajo indica la presencia de mano de obra artesanal, personas que solo completaron un grado escolar y baja renta	Un índice bajo indica altos niveles de fertilidad, poca mano de obra femenina y muchas familias por vivienda	se consideran altamente aislados si su promedio de los vecindarios donde viven es igual a tres veces más que su respectiva proporción con respecto a la población del condado	
Un índice alto muestra baja mano de obra, bajo nivel educativo y alta renta	Un índice alto indica baja fertilidad mucha mano de obra femenina y pocas viviendas		

Fuente: Elaboración propia a partir de Shevky, E y Williams, Marilyn, (1949), *The Social Areas of los Ángeles: Analysis and Typology*, University of California Press, Berkeley

Esta concepción ecológica de Shevky, Williams y Bell no tendría sentido, si no hubiese contado con los principios de los modelos ecológicos (Burgess 1925, Hoyt 1939 y Harris y Ullman 1945) las cuales son interpretaciones espaciales de la distribución poblacional en el territorio y en combinación, permiten entender el funcionamiento de la estructura interna de las ciudades. Con la ayuda de la teoría del área social y el urbanismo de Wirth (1938), la ecología urbana se adaptó a las nuevas condiciones económicas y sociales en las ciudades

postfordistas, las cuales abandonaban paulatinamente la manufactura y rápidamente se transformaban en prestadoras de servicios. Bajo esta visión socio-ecológica, considero que los usos de suelo representan la expresión física del tipo de función de cada zona – actividades residenciales, comerciales y manufactureras- para medir cuantitativamente procesos como invasión, sucesión y competencia entre diferentes tipos de suelo. Algunos factores pueden acelerar estos procesos como cambios en la estructura poblacional, antigüedad de la construcción o la instalación de vialidades que favorecen la accesibilidad de algunas zonas –o áreas naturales- en detrimento de otras.

Los trabajos ecológicos comparten la premisa de que el valor del suelo es un indicador de los movimientos de la población que clasifican a las diferentes zonas a partir de su accesibilidad y actividades que alojan en su interior. En realidad, la importancia del pensamiento ecológico reside en que éste elaboró morfologías o estructuras para identificar y clasificar los movimientos de la población y que se han relacionado con su entorno físico. A este último, Hawley (1950) lo llama *hábitat*, el cual absorbe y presenta los rasgos culturales de la gente que vive en ella para convertirse en un *área cultural*; este concepto ayudó a la geografía a identificar el modo de vida de la población en función de sus valores y creencias. Sin embargo, el área cultural no se contrapone al concepto de área natural porque este último, considera el factor humano que incorpora elementos producto del cambio tecnológico y económico del periodo de industrialización del siglo XX mientras que el área cultural analiza las diferencias entre ellas a partir de sus diferencias en su modo de vida. Esto explica porque siguen vigentes los modelos de anillos concéntricos de Burgess, Axial o Sectorial de Hoyt, de núcleos múltiples de Harris y Ullman en los estudios de suelo y que se examinarán a mayor profundidad en la siguiente sección.

### **1.2, 3.-El modelo de anillos concéntricos de Burgess**

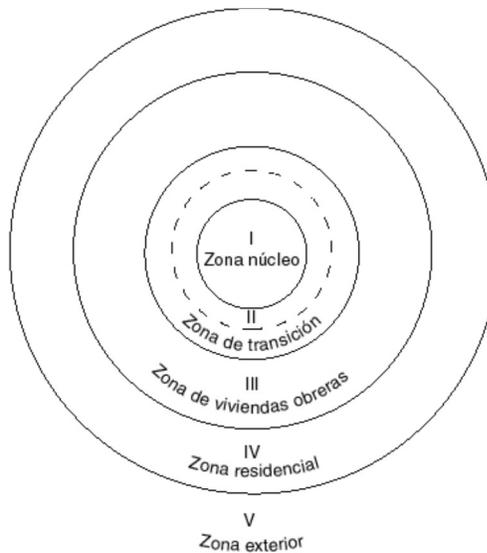
El modelo más conocido y que ha servido como soporte teórico en el estudio de los patrones del suelo urbano es el de anillos concéntricos de Burgess en el artículo titulado “The Growth of the City”, publicado en el libro *The city Suggestions for investigation of human behavior in the urban environment* de la universidad de Chicago en 1925. En este trabajo Burgess caracterizó la organización interna de la ciudad a través de estudiar los movimientos territoriales de la población, basado en la hipótesis de que la gente con valores culturales y económicas similares se agrupan en espacios específicos perfectamente

diferenciables. Burgess identificó un patrón de localización en forma de anillos – que está estrechamente relacionado con el modelo agrícola de Von Thunen- y dio origen a la Escuela de Chicago. El autor asumió que la relación física y social se puede medir a través de la expansión, organización social y desorganización vistos como un proceso metabólico que indica el comportamiento de una comunidad urbana bajo el supuesto de que la expansión de la ciudad se debe a sus actividades explicadas en términos de la necesidad de transportarse al distrito central de negocios y el valor del suelo es un reflejo de estos movimientos. En el modelo de Burgess, aparecen una serie de anillos consecutivos que tienen características específicas: La primera zona es el núcleo o CBD, la segunda zona, conocida también como área de transición es un territorio físico que está en pleno deterioro y está ocupada por industria liviana y la población desplazadas de la primer zona y que intentan vivir cerca del empleo, las viviendas de los obreros constituyen la tercera zona del modelo de Burgess, el cuarto anillo corresponde a las zonas residenciales media y media-alta en la cual se encuentran viviendas unifamiliares de casas y departamentos, y finalmente, en el último anillo se encuentran las ciudades satélites a una distancia de 30 a 60 minutos de viaje del CBD (ver figura 4).

En opinión de Buzai, este modelo surgió para entender qué sucedía en las ciudades americanas entre 1900 y 1925, porque se observó la relación entre el tamaño de la ciudad y los cambios sociales en su interior; por lo tanto, cada anillo es producto de “una etapa de expansión y estabilización de determinados usos de suelo (Buzai G. , 2003, p. 64). Burgess señaló que su esquema es “ideal” y que no debe considerarse como una regla que se pueda aplicar en otras ciudades, situación que se ha presentado durante los últimos 100 años. Timms (1976), identificó otras características del modelo de Burgess y afirma que dicho modelo destaca la composición interna en cada anillo: En el Distrito Central de Negocios o CDB, se tienen los precios más altos del suelo y se localizan las actividades que producen el suficiente beneficio para pagar el elevado alquiler que implica ubicarse en el centro. El interior del CBD (área central) es el área más accesible, tiene un alto volumen de movimiento de personas, se encuentran los negocios de venta al por mayor, como almacenes, industriales ligeras y a veces un mercado. La "zona en transición" (segundo anillo) es una franja suburbana en la que viven comerciantes y otros ciudadanos favorecidos, sin embargo, Timms (1976) la describe físicamente como un área en donde la industria es el

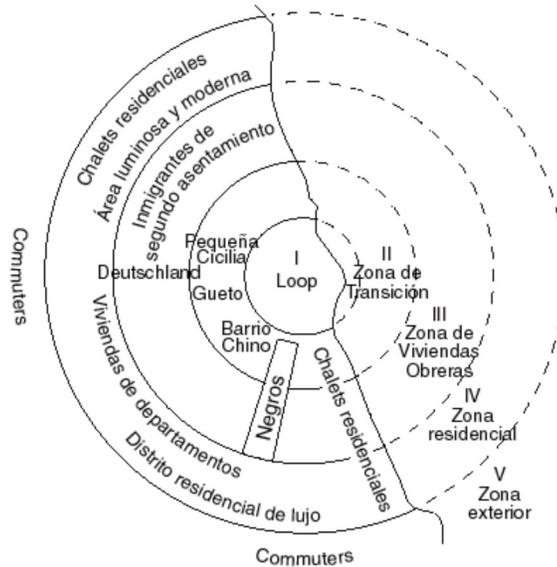
uso de suelo más importante, la vivienda es vieja en su periferia, su población tiene un elevado índice de movilidad y no su estructura demográfica presenta bajos niveles de población infantil. El tercer anillo es la zona de "residencia de los trabajadores independientes", compuesta por familias que trabajan en fábricas y tiendas, en opinión de Timms son grupos sociales que han prosperado lo suficiente como para escapar de la zona en transición pero que necesitan un acceso fácil y barato a sus lugares de trabajo. La cuarta zona tiene las "mejores residencias" donde vive la población de clase media, cuenta con viviendas propias o en bloques de apartamentos de mejor calidad que las zonas anteriores; finalmente, se la quinta zona se le conoce como el cinturón de *commuters* y está situado entre los 30 y 60 minutos de viaje desde el CBD; básicamente, es una zona suburbana que se compone de viviendas aisladas unifamiliares. (Ver figura 4 y 5)

Figura 4 Modelo de anillos concéntricos de Burgess, 1925



Fuente: Burgess Ernest W, (1925) "The Growth of the City" en Park, Robert E y Burgess Ernest W., *The City Suggestions for investigation of human behavior in the urban enviroment*, Chicago University, p. 51

Figura 5 Modelo de la estructura urbana de Chicago, 1925



Fuente: Burgess Ernest W, (1925) "The Growth of the City" en Park, Robert E y Burgess Ernest W., *The City Suggestions for investigation of human behavior in the urban enviroment*, Chicago University, p. 55.

Este modelo no es infalible y recibió críticas por la simplicidad de sus supuestos, sin embargo, Schnore opina que su importancia reside en que permitió analizar la estructura interna de la ciudad de manera sencilla en términos de los usos de suelo y las características de la población. Para Alihan (1938), la afirmación de Schnore es equivocada, la autora opina que la ciudad no se comporta en forma de anillos porque: 1) los cambios en las vías de comunicación interrumpen las zonas sucesivas, 2) en el mundo real, los usos de suelo se distribuyen de forma heterogénea y se subdividen en pequeñas zonas a diferencia de la homogeneidad que Burgess propuso, 3) el modelo concéntrico no consideró todos los tipos de suelo, porque no incluyó otras categorías como escuelas, áreas verdes entre otros y 4) se ha abusado de su uso para explicar los patrones usos de suelo en las ciudades americanas.

En opinión de Quinn (1940) los principios del modelo de Burgess eran criticables porque en la ciudad existen: 1) variaciones en heterogeneidad producto de la forma en que se integra la población por grupos sociales, 2) la base económica del modelo de anillos concéntricos es comercial e industrial, 3) a pesar de que Burgess no lo mencionó, su modelo resalta la importancia de la propiedad privada de la tierra y la competencia económica entre instituciones quienes ocupan localizaciones específicas, 4) el modelo

asume principios geométricos del área física de la ciudad, ya que ésta se incrementa con respecto al cuadrado de la distancia de un único centro de manera radial y, 5) su formulación se basó en supuestos relacionados con los patrones de ocupación de los distintos estratos socioeconómicos de la comunidad.

A pesar de éstas críticas, los postulados del modelo concéntrico se han aplicado en el estudio de las ciudades latinoamericanas, por ejemplo, en 1965, Schnore escribió un artículo sobre la influencia del modelo de Burgess en los estudios del suelo urbano en este tipo de urbes a través de estudiar las características culturales de la población (Amato 1968, 1969 y 1970, Caplow 1949, Hayner 1945, Hoyt 1963, Schnore 1965, Stanislawski 1950, Jimenez 1984 –quien estudio la ciudad de Madrid-). Schnore opina que la aplicación del modelo de anillos concéntricos en ciudades latinoamericanas como Mérida, Guatemala, Bolivia, Caracas, Lima, Buenos Aires, Río de Janeiro y la Ciudad de México mostró la presencia de patrones de población y usos de suelo similares: 1) existe un patrón tradicional o colonial, en el que los grupos de altos ingresos viven cerca del centro, 2) cada patrón se encuentra en una fase de rompimiento o desfasamiento, a partir de las condiciones de cada ciudad, y 3) las ciudades latinoamericanas repiten algunos patrones de localización de las ciudades americanas; sin embargo, en opinión de Schnore, esto no confirma la hipótesis de Burgess.

Schnore afirma que el uso del esquema de anillos concéntricos en otros contextos culturales debe considerar: 1) es un modelo ideal de los patrones de suelo, 2) Burgess señaló que su propuesta es tan sólo un intento para estudiar la organización de las relaciones espaciales que se expanden de manera radial, 3) existen factores que pueden distorsionar este arreglo concéntrico como las normas de zonificación y 4) la fuerza de la expansión es de tal magnitud que su crecimiento se puede medir a partir del centro en zonas más o menos delimitadas Chapin (1957) y Carter (1987) opinan que el modelo de Burgess es útil en el estudio de los arreglos del suelo por la simplicidad de sus supuestos. Por ejemplo, Chapin, señala que el modelo concéntrico es más completo que el sectorial de Hoyt porque su teoría de los núcleos múltiples se basa en la distribución de las áreas residenciales pero no considera otros usos de suelo; mientras que Carter afirma que “parece que el esquema de las zonas concéntricas, una de dos: o debe de ofrecer algún valor real; o bien debe ser el único modelo generalizado del que se dispone y; por consiguiente, se presenta siempre *faute de*

*mieux*, porque no se dispone de nada mejor” (Carter, 1987, p. 60) lo que no significa que sea infalible..

Carter (1987) afirma que las críticas al modelo de Burgess se dividen en: a) un rechazo total al modelo, b) la ausencia de factores que Burgess no consideró, c) el modelo ignora los procesos históricos. El primer aspecto se refiere a que si se combinan los anillos con otros esquemas, gradientes por ejemplo, se observarán distorsiones en su estructura porque los valores del suelo no corresponden con el tipo de actividad que contiene cada zona, afirmación que conduce a Carter a la segunda crítica: el modelo de anillos no consideró que su heterogeneidad no concuerdan con la delimitación del área natural (Alihan y Quinn), finalmente, la tercera crítica se refiere a que el modelo no se actualizó a las cambiantes condiciones de la ciudad; por lo tanto, no es posible utilizarlo en países industrializados porque sus condiciones económicas son distintas, por lo que carece de universalidad, es anacrónico y, en opinión de Carter, no consideró otros aspectos físicos como el número de niveles de los edificios o el uso intensivo del suelo.

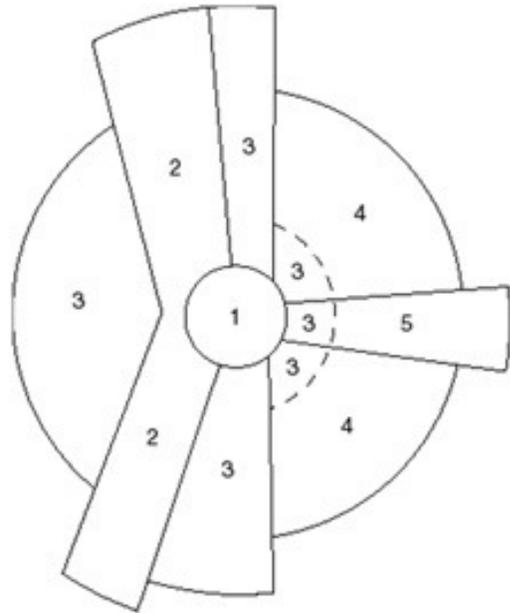
#### **1.2.4.-El modelo sectorial de Hoyt**

Hoyt (1939) publicó un análisis de la localización residencial y de los valores del suelo en 25 ciudades de Estados Unidos, trabajo que es una alternativa diferente a la propuesta de Burgess sobre la organización interna de la ciudad. La hipótesis de Hoyt consiste en suponer que los valores del suelo no se localizan al azar, tienen un patrón específico organizados en forma de sectores. A pesar de que se cree que éste es la primera visión sectorial de la estructura urbana, Buzai (2003) señala que Hurd (1924) postuló por primera vez la idea del crecimiento sectorial de la ciudad. Para Hoyt, el principal elemento de la estructuración social urbana es la dirección de su crecimiento, el cual corre a lo largo de las vías de comunicación desde el centro a la periferia y disminuyen la fricción espacial lo que posibilita el desplazamiento socio-residencial hacia el exterior. Este comportamiento no se contrapone con el modelo de los anillos concéntricos y reconoce nuevas formas de regulación privada, como por ejemplo, restricciones a la venta y ocupación de la propiedad de personas que no sean de origen caucásico y la “estabilidad residencial” correlacionada con la distancia hacia la zona de transición.

En opinión de Timms (1976), el modelo de Hoyt es más esquemático que el de Burgess y refleja la organización espacial de los precios de alquiler de la vivienda, basados

en información recopilada por manzana de 142 ciudades norteamericanas. Hoyt descubrió que las unidades vecinales con valores altos de renta no se mueven al azar, éstos siguen una trayectoria definida en cada sector en el que están ubicados. Timms afirma que la importancia de este modelo consiste en que incorpora los cambios residenciales de los grupos de altos ingresos a través del tiempo y el surgimiento de oleadas de sucesión e invasión de los espacios vacíos por grupos de menores ingresos. (Ver figura 6)

Figura 6 Modelo Sectorial de Hoyt, 1939



Estructura urbana del modelo sectorial: (1) CBD, (2) Industria liviana, (3) Residencial de clase baja, (4) Residencial de clase media, y (5) Residencial de clase alta.

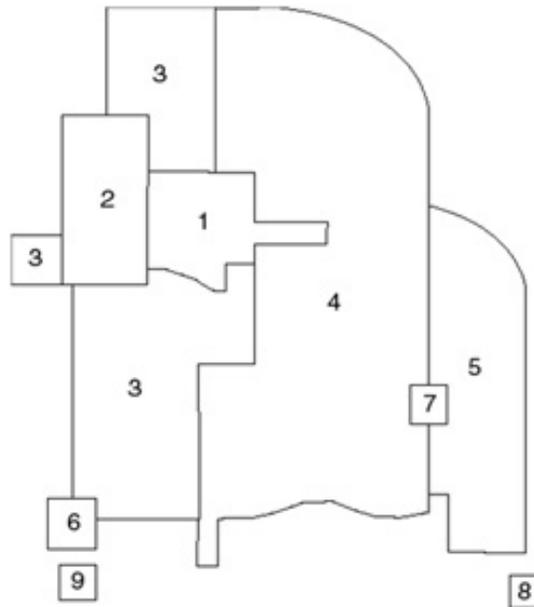
Chapin señala que la teoría sectorial “proporciona una explicación detallada de los patrones residenciales del suelo que la formulación de las zonas concéntricas, particularmente en la manera de discriminar el proceso dinámico del crecimiento” (Chapin, 1965, p. 14). Hoyt propuso un esquema sistemático de las variaciones de los valores del suelo y los comparó entre sí, por medio de una analogía con respecto a los accidentes topográficos para demostrar la relación de la configuración del uso de suelo en la ciudad Esta teoría fue criticada por Firey en 1947 y Rodwon en 1950 pero a pesar de ello, la teoría de los sectores se ha utilizado durante mucho tiempo en el análisis de los patrones de suelo. Firey que los valores de un grupo social no influyen en los patrones de usos de suelo y para Rodwon es

una teoría ambigua debido a la inexactitud del análisis empírico utilizado, ignora las fuerzas del mercado residencial del siglo XIX y los resultados tan estrechos que Hoyt obtuvo (citado por Chapin)... En opinión de Chapin, Hoyt encontró que los patrones de los valores y uso de suelo cambian con el tiempo, y se producen en un contexto social e histórico de la comunidad e involucra una serie de factores complejos cuyos efectos pueden diferenciarse a través del valor del suelo, variable que determina el tipo e intensidad del uso de suelo en la ciudad.

### **1.2, 5.-El modelo de núcleos múltiples de Ullman y Harris**

El tercer modelo ecológico de la estructura espacial urbana es la teoría de los “núcleos múltiples” escrita por Harris y Ullman en 1945, quienes consideraron los resultados de sus antecesores y construyeron un modelo más realista de los usos del suelo. En su opinión, cada ciudad es única, tienen sus propias funciones y patrones espaciales que pueden generalizarse en tres: 1) Las ciudades son puntos centrales que generan configuraciones y áreas de influencia regulares, 2) los transportes producen servicios que se distribuyen espacialmente de forma lineal, y 3) los servicios altamente especializados se presentan en altas concentraciones que se asocian con áreas de influencia de gran amplitud. Las ciudades como lugares centrales consideran suyos los conceptos de la teoría del lugar central y las pautas geométricas de localización (von Thünen; Burgess y Christaller), sin embargo en las ciudades reales esta simetría es destruida por los medios de transporte que favorecen la implantación de otras configuraciones espaciales. Así las ciudades vistas como puntos especializados, generan *clusters* de localizaciones específicas; y éstos se quedan en el interior de la aglomeración como producto del crecimiento urbano pero conforman las características propias de la estructura espacial urbana. Así, la configuración intraurbana de núcleos múltiples se estructura en usos del suelo que se asocian a partir de sus compatibilidades: (1) CBD, (2) Industria liviana, (3) Residencial de clase baja, (4) Residencial de clase media, (5) Residencial de clase alta, (6) Industria pesada, (7) Subcentro comercial periférico, (8) Residencial suburbano, y (9) Industrial suburbano. (Ver figura 7)

Figura 7 Modelo de Núcleos Múltiples de Harris y Ullman, 1945



Fuente: Buzai, Gustavo D. (2003), *Mapas Sociales Urbanos*, Editorial Lugar, Buenos Aires, p. 71

Chapin señala que Harris y Ullman notaron que cada núcleo tiene sus propias funciones que varían entre diferentes centros metropolitanos, el CDB funciona como un núcleo más del entretejido urbano mientras que otros pueden aparecer como centros industriales y de comercio al por mayor con actividades especializadas y complementarias entre sí. Las conclusiones del modelo de núcleos múltiples se sintetiza en: a) que proponen la interdependencia entre actividades y la necesidad de la cercanía física; b) la conformación natural de núcleos entre ciertos tipos de actividad y la transformación de los centros para alojar actividades que quizá no sean afines con otras; c) la relación entre las rentas altas y los precios altos del suelo tienen un efecto de atraer o repeler ciertos usos en el proceso de la conformación de los núcleos.

En resumen considero que el uso los modelos ecológicos del uso de suelo todavía tienen utilidad en el análisis urbano por varias razones: 1) el modelo de anillos concéntricos se basó en la observación empírica de la localización de los grupos sociales; el modelo sectorial y de núcleos múltiples probaron lo que Burgess había supuesto: que los valores del suelo pueden indicar la movilidad de la población; 2) los resultados de Hoyt probaron

que la movilidad residencial esta asociada a la presencia de infraestructura de comunicación –carreteras o transporte- y a las preferencias de localización de los grupos sociales, 3) Ullman y Harris encontraron que la existencia de varios núcleos obedecía a los cambios en la estructura económica de las ciudades americanas, 4) Considero que los métodos utilizados por la teoría del áreas social y la ecología factorial es posible evaluar de manera cuantitativa la influencia de la organización interna en los patrones físicos del uso del suelo y 5) Por lo que creo esta combinación podría corroborar la validez de los modelos ecológicos como una herramienta teórico metodológica que ha sido duramente criticada por la simplicidad de sus supuestos pero debido a ello, resulta más sencillo utilizarlos en el estudio de ciudades de otros continentes y que tienen un contexto social, cultural y económico distinto al sajón como las ciudades de Latinoamérica.

### **1.3.-Modelos latinoamericanos de la estructura urbana**

La organización interna de las ciudades latinoamericanas generó diferentes opiniones sobre cómo y de qué manera la población y los usos de suelo se distribuyen en el territorio; en principio, se asume que éstas evolucionaron de su estado preindustrial a la modernidad americana pero mantiene su configuración espacial debido a las tradiciones y valores de sus habitantes (Amato 1968,1969 y 1970). Los análisis empíricos realizados en Popayán, Colombia; Oaxaca y la ciudad de Guatemala, mostraron una lenta evolución explicada por los fuertes elementos tradicionales que limitaron su desarrollo por lo que los rasgos característicos de las ciudades americanas –expansión del CBD, industrialización, desarrollo del transporte público- se presentaron casi 100 años después en éstas. Griffith y Ford señalan que a pesar de que se tiene la idea de una estabilidad en estas ciudades, sus diferencias culturales y tecnológicas requieren de un nuevo modelo teórico que permita entender los procesos históricos que han definido la forma de la ciudad latinoamericana. En opinión de Griffit y Ford, existe una paradoja en la manera en que se concibe la estructura interna de las ciudades, ya que; por un lado, están los modelos descriptivos de las ciudades preindustriales del tercer mundo y por el otro, los modelos conceptuales descriptivos que explican las ciudades modernas norteamericanas. Esta dicotomía generalizó el supuesto de que las ciudades preindustriales experimentan cambios que de alguna manera las hace evolucionar para convertirse en ciudades modernas; así, el elemento que se debe tomar en cuenta para explicar la organización del suelo en ciudades como el área metropolitana de la

ciudad de México es el contexto histórico en el que se produjo su expansión física, que está relacionado con los ciclos económicos de las actividades y los cambios demográficos.

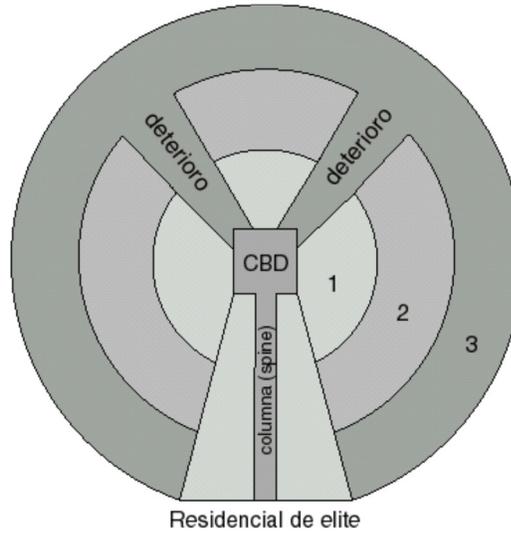
Griffit y Ford consideran que la ciudad latina creció alrededor del centro o plaza, el cual tiene un alto significado económico, político y social en la población; de esta manera se vincula la localización geográfica con el estatus social, por lo que el crecimiento ortogonal o retícula se ajustó bien a este principio y produjo una mezcla de usos de suelo con diferentes clases sociales. La plaza central equivale parcialmente al distrito central de negocios o CBD sajón, y a pesar de que se le ha intentado comparar con éste último, no es un distrito central de la manera en que lo entienden los americanos, lo anterior se explica porque, la plaza tuvo un lento crecimiento y no fue hasta la década de los treinta que se desarrollaron las zonas circundantes a ella. Griffit y Ford señalan que los valores del suelo de la plaza se elevan, ésta sufre cambios en su estructura arquitectónica, se instalan distintos servicios y comercios en los alrededores y se convierten en el nodo para el desarrollo del CBD tipo anglosajón. El zócalo de la Ciudad de México es un ejemplo de este proceso y sus alrededores están dedicados al comercio y los servicios. Los autores afirman que el proceso de consolidación de los CBD's de las ciudades sajonas y latinoamericanas es similar pero los "downtown" resultantes no son copias al carbón. En Latinoamérica, sólo unas cuantas ciudades son industriales y por lo general sólo una pequeña parte de la industria se localiza en el centro, mientras que la industria de gran tamaño se ubica en la periferia cerca de las autopistas, redes ferroviarias y de la mano de obra, en consecuencia, los servicios se expanden en la periferia de la ciudad.

El modelo de Griffit y Ford se basó en la modificación del esquema de anillos concéntricos de Burgues para reflejar la realidad latinoamericana; en estas ciudades no existe un Distrito Central de Negocios *per se*, en su lugar, aparece la plaza central que tiene un significado diferente, porque el primero, en palabras de Griffit y Ford: "alrededor de la plaza, los valores del suelo son más elevados y se localizan los comercios y servicios más importantes de toda la ciudad; en consecuencia, la periferia carece de dichas actividades, lo que ha contenido la suburbanización". (Griffit, 1982 p. ) El modelo consta de un Distrito Central de Negocios (CBD) altamente especializado con la capacidad de retener el empleo, el comercio y las actividades recreativas; su importancia reside en que en él convergen todas las rutas de transporte y los altos flujos de gente que ahí realizan sus actividades. Los usos

de suelo se encuentran sujetos a una constante presión de cambio y, en ocasiones, es necesario hacer un uso intensivo de pequeños espacios a través del aumento en el número de niveles, sin embargo, se dispone de un “stock” de tierra porque hay una cantidad importante de vivienda cuya calidad física está en franco deterioro.

El modelo de Griffit y Ford incorpora un sector dorsal, donde vive la gente de altos ingresos, rodeada de las áreas comerciales, que tiene un alto valor del suelo explicado por las ventajas de localización que ofrece a las actividades altamente especializadas. Griffit y Ford resaltan que ésta concentración de usos del suelo es la principal características de la ciudad latinoamericana y es resultado de la incapacidad del estado para extender los servicios urbanos a las zonas periféricas; en sus propias palabras los autores afirman que “El sector dorsal es un importante rasgo de la ciudad latinoamericana pero contiene solamente un pequeño porcentaje de la población total de la metrópolis, afuera de este sector, la estructura de una ciudad latinoamericana consiste en una serie de anillos concéntricos con características socioeconómicas opuestas a las postuladas en el modelo de Burgess.” (Griffit, 1982, p. 407). Los autores identificaron tres tipos de localización residencial a partir de sus patrones físicos: 1) zona madura o consolidada, 2) en crecimiento o transición y 3) asentamientos irregulares o periféricos. La primera tiene la mejor vivienda que se ha consolidado por el trabajo de sus habitantes quienes no tienen acceso al mercado formal de vivienda, es de edad madura y tiene baja densidad de población; la segunda zona contiene vivienda más modesta, donde la autoconstrucción es constante pero la calidad de los servicios es irregular y sólo las vialidades primarias están pavimentadas; finalmente, la última zona alberga a la población migrante, sin servicios públicos con vivienda de mala calidad, su tamaño es pequeño y casi no tiene vialidades pavimentadas. (Ver figura 8)

Figura 8 Modelo de la ciudad de América Latina según Griffin y Ford (1982)



1. Zona de madurez, 2. Zona de acrecentamiento *in-situ*
3. Zona de asentamientos periféricos

Fuente: Diagrama elaborado por Ernest Griffin y Larry Ford publicado en “A model of Latin American City Structure” en *Geographical Review*, (1982) vol. 70, No. 4, pp. 387-422.

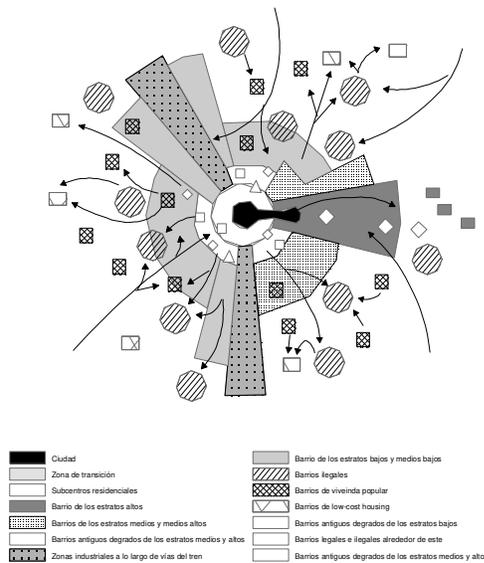
La descripción de cada zona es un ajuste de la organización física de las ciudades de los años sesenta hasta principios de los ochenta, aunque este modelo debe ajustarse a las condiciones actuales en el que la manufactura ya no es la principal actividad económica y cedió su lugar al comercio con servicios, actividades que en un futuro serán desplazadas por las tecnologías de la información como el eje económico de la ciudad. La característica más notable del modelo de Griffin y Ford es que consideran que las diferencias culturales producen la estructura física de la ciudad y se opta por desarrollar las áreas mejor comunicadas para equilibrar la dotación de servicios a toda la gente. Su limitante es que sólo se estudia al suelo residencial y no incorporan otros usos del suelo aunque se le considera el primer modelo ecológico de la ciudad latinoamericana.

En 1995, Mertins utilizó el modelo de Griffin y Ford para construir una nueva interpretación de la estructura urbana latinoamericana, el autor incluyó los barrios residenciales cerrados de las poblaciones de alto nivel económico asociados a la localización de los centros comerciales como nuevas centralidades. –“y añadió dos nuevos aspectos: las viviendas de proyectos gubernamentales –barrios de *low-cost housing*- y tres manchones separados en el sector residencial de los estratos altos” (Buzai G. , 2003, p. 81). El modelo

de Mertins señala que el primer lugar donde se asienta la población inmigrante es cerca del Centro o CBD, lo anterior, en palabras de Mertins se explica porque “el inicial lugar de asentamiento fue la zona de transición cercana al CBD y desde allí se produce un posterior desplazamiento hacia la periferia al momento de acceder a sentamientos ilegales, alquileres más bajos o a la propiedad de la tierra” (Buzai G. , 2003, p. 81). De esta manera, aparecen subcentros comerciales en el sector de los niveles socio económicos altos y medio altos mientras que los desplazamientos más importantes se producen el exterior de la ciudad hacia los barrios ilegales y en los barrios de viviendas populares aparecen nuevos inquilinos.

A partir de los modelos de Griffit, Ford y Merlins, Buzai opina que la principal característica de las ciudades latinoamericanas que “es el crecimiento por sectores de ciertos grupos poblacionales” (Buzai G. , 2003, p. 81) en especial, de los grupos más acomodados que buscan los lugares más alejados de la línea de expansión del CBD, seguidas de las clases medias, quienes buscan las localizaciones más próximas a la elite, en cambio las clases bajas se tienen que conformar con localizarse cerca de las zonas industriales donde buscan oportunidades laborales como se ve en la siguiente figura:

Figura 9 Modelo de ciudad latinoamericana según Bähr y Mertins, 1981, modificado por Mertins, 1995

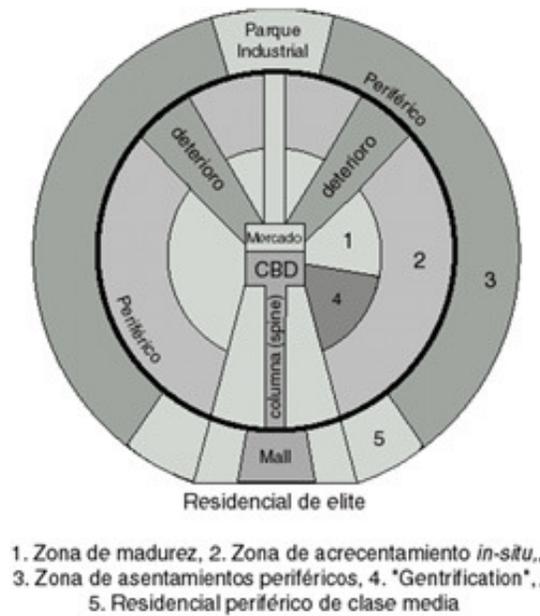


Fuente: Buzai, Gustavo D. (2003), *Mapas Sociales Urbanos*, Editorial Lugar, Buenos Aires, p. 83

Algunos años después Ford revisó su propuesta de estructura urbana latinoamericana que escribió con Griffit y realizó algunas modificaciones al modelo original; Ford (1996) considera que los modelos son generalizaciones que “deben ser ajustados a las condiciones locales encontradas” (Ford citado por Buzai G. , 2003, p. 89) porque si las ciudades cambian, los modelos que intentan interpretarlas también deben hacerlo a través de la incorporación de las nuevas las características que se hayan identificado . En su trabajo, Ford reconoció los aportes de los estudios alemanes sobre el tema (Barh, 1976 y Barh y Merlins en 1981) y la aplicación latinoamericana de Crowley en 1998 que representan un avance con respecto al modelo original propuesto por Ford y Griffin. (Buzai G. , 2003, p. 90).

Esta nueva versión Ford añadió seis cambios a su modelo original: 1) dividió al centro en dos partes: el CBD y el mercado donde conviven actividades comerciales y de oficinas, 2) aparece un centro comercial periférico (*mall*) como nueva centralidad ubicada al final de la columna comercial y en dirección a la zona residencial de la elite,3) existe un parque industrial periférico que representa la industria a gran escala, 4) hay una ruta rápida de circunvalación (periférico) que conecta las nuevas centralidades externas. 5) existe un sector residencial de clase media en el anillo exterior limítrofe al sector residencial de elite, y 6) se tiene un sector residencial de renovación urbana (gentrificación) entre el CBD, el área de madurez y la localización residencial de las clases de alto nivel económico y está compuesto por la población residente de jóvenes profesionales solteros (ver figura 10). Esta nueva descripción es un avance en el modelaje de la organización interna y la estructura urbana porque se demostró la utilidad de los modelos simples como punto de partida para conocer la realidad de la ciudad latinoamericana.

Figura 10 Modelo de la ciudad de América Latina de Larry Ford (1996)



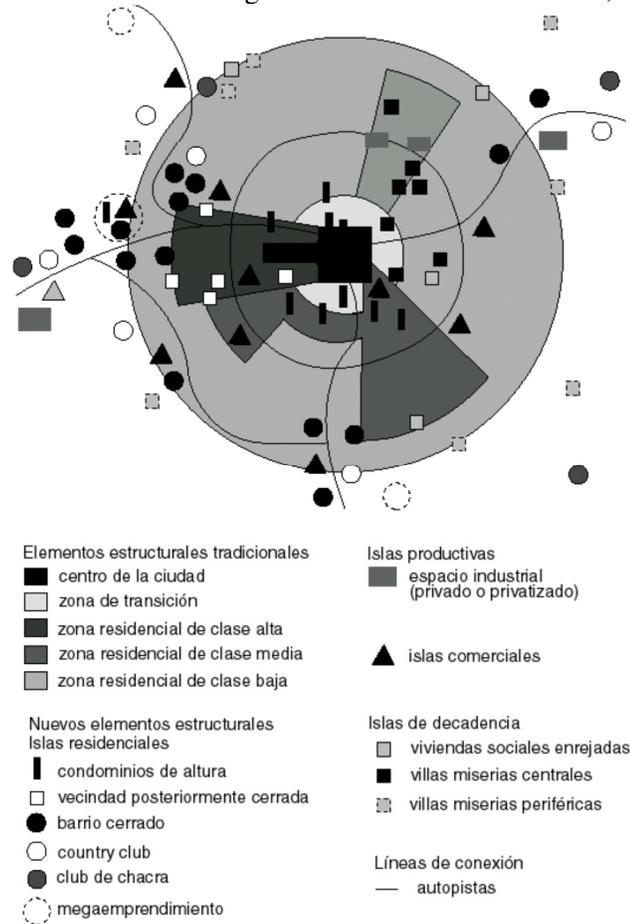
Fuente: Buzai, Gustavo D. (2003), *Mapas Sociales Urbanos*, Editorial Lugar, Buenos Aires, p. 93

Una visión diferente respecto a los modelos anteriores la presenta Buzai, quien afirma que el estudio de la estructuración socio espacial interna de las ciudades latinoamericanas nace de la escuela alemana y refleja la “cultura postmoderna” que la considera como un rompecabezas de usos de suelo o la fragmentación del espacio. Para Pergolis, quien analizó la fragmentación de la ciudad de Bogotá existe una importante vinculación entre la identidad cultural y la identidad espacial, y “los procesos de fragmentación pueden verificarse primero en la cultura y después ser vistos en el espacio urbano” (Pergolis citado por Buzai: 2003 p.93)

Buzai afirma que los fractales –concepto que fue introducido por Mandelocot en 1988 son representaciones geométricas de objetos irregulares y fragmentados -pueden ser una forma idónea para representar los manchones de la ciudad para describir las formas actuales pero que deben ser relacionados con factores asociados a la cultura del capitalismo global. Schnore y Amato demostraron que los desplazamientos de las elites es un factor importante de las ciudades latinoamericanas, Buzai opina que es curioso que este proceso se repita en áreas tan pequeñas y aisladas en las ciudades actuales.

Un modelo que presenta esta transformación fue publicado por Janoschka en 2002, donde el autor señala que las urbanizaciones privadas son una manifestación importante de la polarización social en sociedades que se han desprendido de la organización del “estado del bienestar” (Buzai G. , 2003, p. 95) debido a las deudas que contrajo el Estado y las políticas que ha dictado el Banco Mundial, lo que provocó que “la estructuración espacial urbana del último decenio pueda incluirse bajo el concepto de privatización” (*ibid*) lo que produce zonas o islas con diferentes funciones en el interior urbano, las cuales, Buzai clasificó, a partir del esquema de Janoschka, en residenciales, consumo, productivas e islas en decadencia. (Ver figura 11)

Figura 11 Modelo de ciudad fragmentada en “islas” Janoschka, 2002.

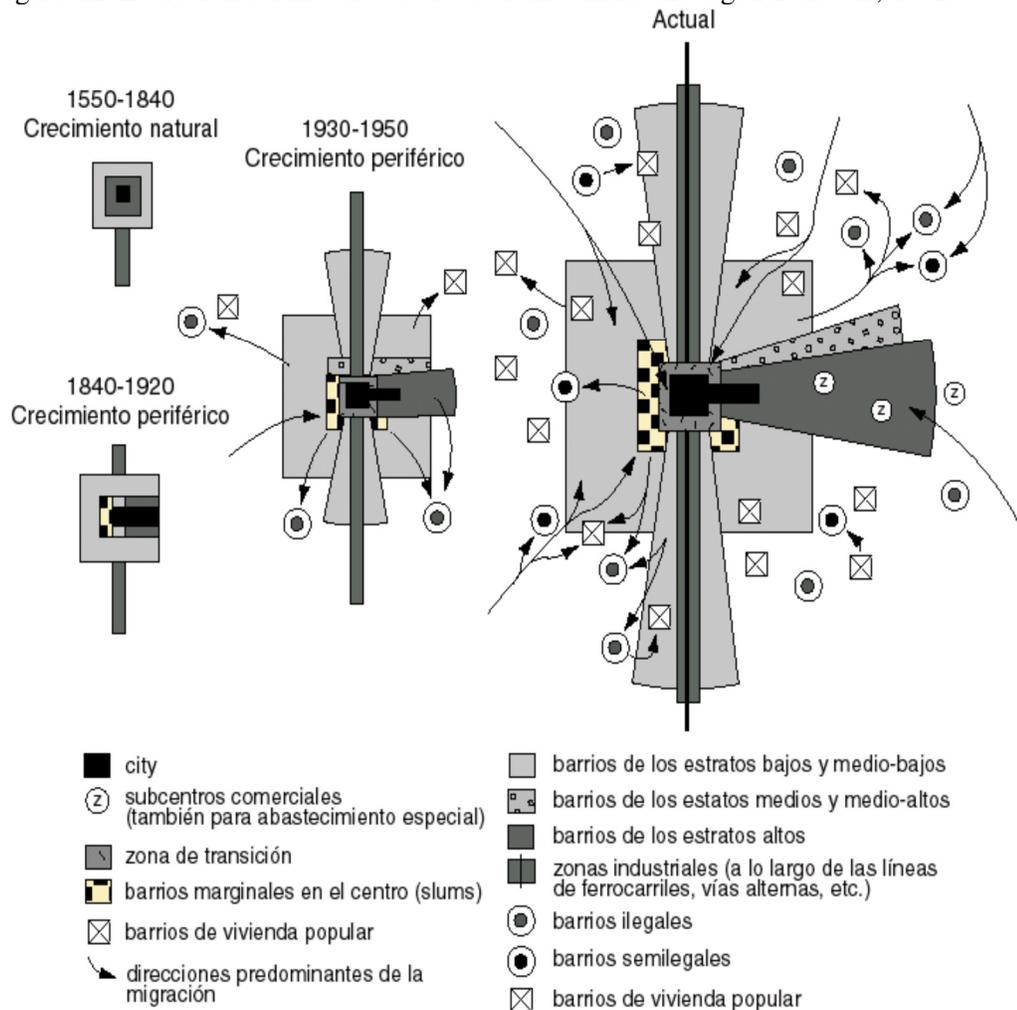


Fuente: Buzai, Gustavo D. (2003), *Mapas Sociales Urbanos*, Editorial Lugar, Buenos Aires, p.99

Buzai señala que este tipo de ciudad fragmentada es resultado de un largo proceso que comenzó en el siglo XVI, explicado por la polarización de las ciudades, lo que para

Wilhelmy y Borsdorf es un indicador del desarrollo urbano. En este sentido, Buzai resume la evolución de la estructura urbana latinoamericana en cuatro etapas: 1) las ciudades son pequeñas y su expansión se debe al crecimiento natural de la población, 2) la periferia creció por la influencia de la revolución industrial y la inmigración, 3) la zona periférica se consolidó entre 1930 y 1950, porque la industria se constituyó como la principal base económica de las ciudades y aparecieron los primeros rasgos de policentralidad en su estructura y 4) la estructura urbana actual es producto del cambio de la base económica manufacturera a la prestación de bienes y servicios, que combinados con el transporte masivo produjo el crecimiento de otros centros urbanos, asentamientos irregulares y barrios populares. (Ver figura 12)

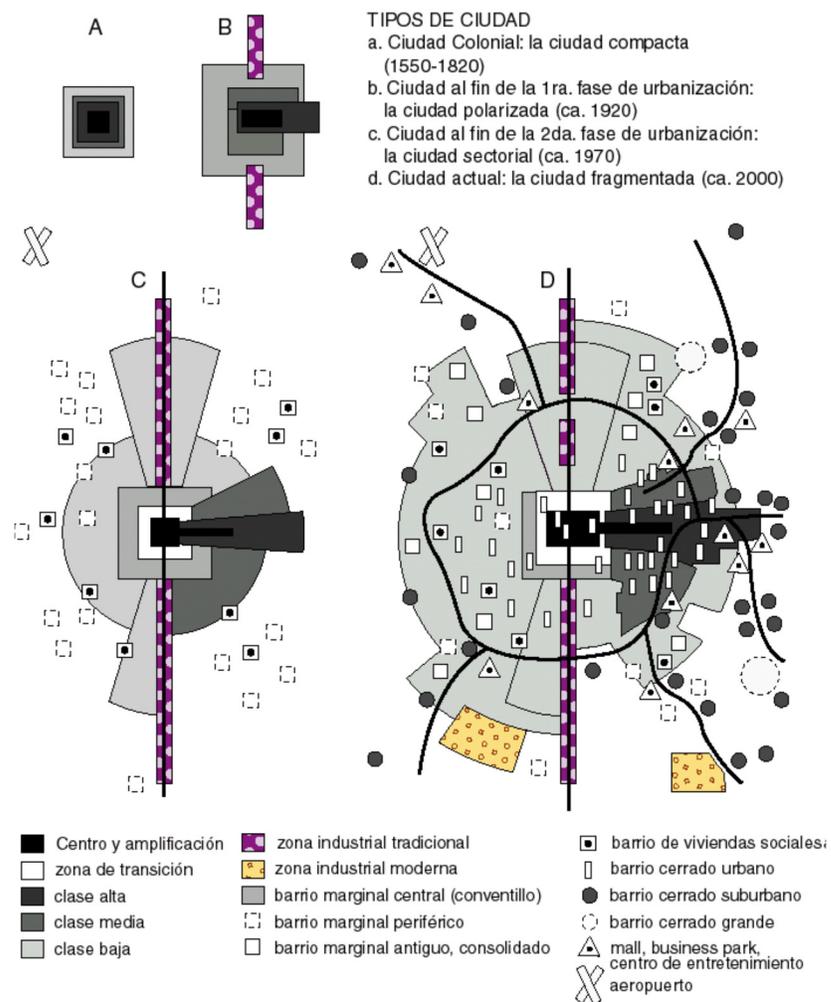
Figura 12 Evolución del modelo de ciudad latinoamericana según Borsdorf, 1982



Fuente: Buzai, Gustavo D. (2003), *Mapas Sociales Urbanos*, Editorial Lugar, Buenos Aires, p. 86

El esquema anterior, Bordorf lo reinterpretó, clasificó y comparó con los periodos históricos de la sociedad latinoamericana y los dividió en: 1) la época colonial, que fue la primera fase de urbanización instaurada por la dominación europea, 2) segunda fase de urbanización producto de los cambios tecnológicos de la revolución industrial y las innovaciones en el transporte, y 3) restructuración (ciudad fragmentada) que se deben a los cambios de la actividad económica y la especialización de la mano de obra. (Ver figura 13)

Figura 13 Evolución desde la ciudad compacta hacia la ciudad fragmentada Borsdorf, Bähr y Janoschka, 2003



Fuente: Buzai, Gustavo D. (2003), *Mapas Sociales Urbanos*, Editorial Lugar, Buenos Aires, p. 100

## **Conclusiones**

Las conclusiones del capítulo se sintetizan en tres preguntas: 1) ¿qué es el uso del suelo?, 2) ¿qué dice la teoría del suelo?, y 3) ¿qué falta por explorar?

1.- La revisión teórica define al uso de suelo como la expresión física de las actividades y relaciones de los diferentes grupos sociales en el territorio; cuyas características más importantes son de dos clases: a) físicas y b) sociales. La primera se refiere a que la tierra “virgen, -entendida como el suelo que no ha sido intervenido por el hombre para algún propósito en particular -es un recurso finito, que tiene cualidades químicas y físicas diferentes entre el campo y la ciudad. En el contexto urbano, las mejoras en el suelo son valoradas cuando éstas facilitan la instalación de un edificio para albergar una actividad no agrícola. El valor se define como las ventajas comparativas y competitivas que ofrece un predio a los usuarios, atributo que adquiere el suelo cuando se desea alojar una determinada actividad económica en un pedazo de tierra y se tasa en función de su localización con respecto a un mercado central. Los economistas, geógrafos y sociólogos están de acuerdo que el valor y la renta del suelo son los indicadores ideales para caracterizar las preferencias del consumo de suelo para un grupo social aunque tienen diferentes interpretaciones teóricas cuando se habla de valor o renta en el campo. ; Como ya se mencionó, en el caso urbano, la renta evalúa la localización de un sitio respecto a varios mercados importantes y en el campo, la tierra es valuada por sus niveles de fertilidad y el costo que implica llevarlo a un mercado central.

2.- Las teorías económicas y sociológicas son el referente histórico fundamental para explicar la distribución de los usos del suelo en las ciudades industriales; sin embargo, en las nuevas urbes del siglo XXI, cuya base económica está orientada a la prestación de bienes y servicios más que a la manufactura de productos requieren de la revisión de la teoría clásica y adaptarla a las nuevas condiciones económicas. Sin embargo, las teorías económicas clásicas del suelo urbano siguen vigentes porque sus principios han explicado satisfactoriamente la variación de los precios del suelo. Aunque considero que se pueden utilizar, con algunas adecuaciones en el análisis de la estructura urbana latinoamericana.

3.-Se identificaron dos líneas de investigación del uso de suelo: 1) encontrar cómo la escala de análisis influye en la elaboración de los modelos de usos del suelo, es decir, ¿diseñar criterios metodológicos que lleven al diseño de una nueva unidad de análisis territorial construida a partir de la clasificación de sus características demográficas internas para

elaborar programas de desarrollo urbano más acordes a las necesidades reales de las personas para tener una legislación eficaz del uso de suelo, 2) Ampliar o complementar los principios de la ecología factorial y la teoría del área social de Shevky y Bell para validar si el suelo urbano realmente es una expresión del comportamiento social aplicados en las ciudades latinoamericanas.

Los casos de estudio revisados, analizan diferentes aspectos del suelo enmarcados en su localización física en la estructura urbana, lo que impidió considerar otras variables sociales debido a su carácter descriptivo sin embargo, se encontraron trabajos que consideran al elemento humano como el factor que produce los cambios de los usos del suelo. Indudablemente, cada uno de los estudios económicos, sociológicos y geográficos de los usos del suelo aportan suficientes elementos conceptuales para construir una teoría sólida de los usos del suelo urbano, que considere factores como los problemas asociados en la recolección y estandarización de los inventarios de suelo y la presentación adecuada de los resultados para construir tipologías que puedan compararse en varios períodos de tiempo. Por estas dificultades, a los analistas del uso de suelo les ha resultado más sencillo, vincularlo con los estudios de transporte, porque es más sencillo inferir el tipo de uso de suelo a través de encuestas origen y destino que elaborar un inventario completo del suelo, el catastro es una excepción a esta regla, pero éste sólo es más un instrumento recaudatorio que analítico, aunque ofrece amplias posibilidades para los futuros estudios -.

El suelo o tierra es un recurso finito y sus características naturales la hacen única pero adquiere un sentido social cuando se le asigna una actividad productiva. La economía y la sociología identificaron las características sociales inherentes al suelo las cuales se basan en la propiedad privada El derecho de propiedad inicia la transformación del suelo de un objeto inerte a una mercancía susceptible de intercambiarse en el mercado y es el elemento que genera el valor y la renta del suelo, y es en este instante, cuando la economía tomó la delantera en la teoría del uso de suelo porque explica cómo éste se “vende” entre particulares; sin embargo, este intercambio mercantil tuvo que ser regulado y es aquí interviene el estado, quien divide a la propiedad en privada y pública para evitar que sólo un grupo social tenga un control absoluto sobre la tierra, y evitar desequilibrios territoriales en la ciudad.

La propiedad no es absoluta, el estado reflejado por las autoridades gubernamentales, tienen la obligación de regular los conflictos que surgen por el suelo a través de mecanismos como el impuesto predial y la zonificación. Ratcliff señala que estos mecanismos limitan el derecho que se traslada a un individuo para desarrollar una determinada actividad en un pedazo de tierra y Knivell (1983) señala que esta cualidad distingue al suelo urbano de otros elementos urbanos. Chapin (1957), desde el punto de vista de la planificación urbana<sup>17</sup>, dice que el suelo es una “amenidad” y tiene un valor para las personas. La diferencia entre el suelo urbano y rural es la naturaleza de la ganancia que produce la renta, para la primera la localización es el “producto” que se vende en el mercado y la fertilidad es la forma de valorar un terreno agrícola. Así al suelo urbano se le mide en función de producir “una gran cantidad de servicios al por menor como otros” (Ise 1940:33) y su localización con respecto a un punto importante de la ciudad –el centro- es su cualidad más valorada. Varios autores están de acuerdo que ésta se vende en el mercado de suelo (Hurd, Haig, Ise, Ratcliff) y el dueño del suelo mejor localizado tiene un poder artificial por el simple hecho de monopolizar la ubicación de un sitio. El suelo urbano puede mejorarse a través de innovaciones tecnológicas (Harvey 1973) pero no se pueden trasladar a otro lugar y hacer que la tierra se convierta en una mercancía. Entre más dinero se le invierte al suelo éste cambiara más rápido de uso y al añadir los derechos de propiedad aumenta su valor y renta haciéndolo más vulnerable a los intereses del mercado.

En este sentido los tanto los modelos de Burgues, Hoyt y Ullman y Harris como económicos de von thunen y Alonso han perdurado hasta nuestros días, porque describen las propiedades sociales asignadas a un pedazo de tierra y los mecanismos que operan para valorar loe en el mercado de suelo tales como distancia a un centro dominante (CBD) y la disponibilidad de transporte. Por otra parte, hemos visto que, los trabajos empíricos utilizan diferentes unidades geográficas y estadísticas –ingreso, distancia al centro, intensidad de uso de suelo -que por su diversidad en tamaño y delimitación distorsionan cualquier intento por caracterizar el uso de suelo. En este sentido, el presente trabajo intenta construir un modelo de usos del suelo del Área Metropolitana de la Ciudad de México para dar un panorama

---

<sup>17</sup> Chapín define a la planeación urbana como un medio sistemático de anticipar y lograr el ajuste en el ambiente físico del área urbana y consistente con las fuerzas sociales y económicas (Chapín 57: 41), y es la base de la planeación urbana. El control sobre los aspectos físicos de la ciudad pueden verse como una oportunidad de realzar las potencialidades de salud, bienestar, eficiencia y conveniencia.

general sobre dónde y cómo se localiza el suelo y si cumple con algún postulado de los modelos ecológicos clásicos.

El ejercicio empírico que se presenta tiene como propósito: 1) elaborar una metodología para, 2) presentar un diagnóstico general de los cambios de seis usos de suelo<sup>18</sup> en por Área Geoestadística Básica, (AGEB), 3) evaluar en qué partes de la ciudad los usos de suelo aprovechan más el espacio, 4) determinar si influyen las características económicas y sociales de la población en el patrón de algunos usos de suelo complementario de la ciudad de México. Éste lo defino como el uso no residencial, que en la literatura económica se presenta como “amenidades”, y cómo es consumido por cada grupo social. Es pertinente señalar que los datos utilizados en el trabajo se construyeron a partir de información de suelo catastral del Distrito Federal complementados con recorridos de campo realizados en los municipios del Estado de México y se integró la información en un SIG, La estratificación de la población se clasificó por estrato socioeconómico se realizó a partir de un trabajo publicado por Ruvalcaba y Schteingart, (2000) por área geoestadística.

---

<sup>18</sup> Habitacional, mixto, industria, equipamiento, recreación o espacios abiertos y otros usos.



## Capítulo 2 Metodología

### Introducción

Este capítulo presenta los procesos realizados para homogeneizar la información para desarrollar el modelo de usos del suelo y los aspectos teóricos de los métodos de análisis espacial empleados para analizar los datos. El primero describe cómo se integraron las diversas bases de datos y la cartografía de usos de suelo<sup>19</sup>, en áreas geoestadísticas básicas (AGEBs) del Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM) con el propósito de estudiar su estructura interna y urbana<sup>20</sup>. En el capítulo anterior se observó que los trabajos empíricos del uso de suelo utilizaron diferentes métodos analíticos para: describir la localización de la población (Hurd 1924 y Burgess 1925) y variaciones en los valores del suelo a través del análisis de estadísticas de empleo y vivienda, flujos de llamadas telefónicas (Hoyt 1939, Holsen 1934, Lowenstein 1965); hasta comparar los movimientos del suelo por medio de la sobrexposición de mapas e intentar inferir su localización física a través de las características de la población (Mckenzie 1926, Park 1936, Levin y Lindesmith 1937, Wirth 1938, Harris y Ulman 1945); hasta la aplicación de métodos estadísticos y multivariados más complejos (Ise 1940, Hayner 1945, Shevky, Williams 1949 y Bell 1953, de la Barra 1989 y Roca Cladera 1983-1988). Esta heterogeneidad en los métodos y técnicas utilizados en dichos estudios se explica por los siguientes factores: 1) disponibilidad y temporalidad de la información del suelo, 2) el tamaño de la unidad de análisis territorial utilizado para recopilar y presentar los resultados, 3) los objetivos del trabajo y 4) la formación del investigador. En México, el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) es el organismo que elabora los censos y conteos oficiales referentes a los aspectos económicos, demográficos y geográficos del país, información que

---

<sup>19</sup> En el Anexo 2 se presentan los ajustes realizados a la cartografías y las bases de datos para hacerlas compatibles en áreas geoestadísticas básicas (AGEBS) que es la unidad mínima de análisis que se utilizó en el trabajo.

<sup>20</sup> Bunge y Carol señalan que la organización interna considera los aspectos sociales en la conformación del espacio, mientras que la estructura urbana describe los patrones físicos de la ciudad.

se utiliza con frecuencia en los estudios urbanos. En el caso de las estadísticas de suelo, los gobiernos locales y municipales elaboran los Planes y Programas de Desarrollo Urbano, que son una herramienta de regulación de la ciudad; éstos tienen carácter normativo y sólo indican qué tipo de actividad se debería de localizar en ciertas áreas. El catastro es otra fuente de información que tiene un propósito recaudatorio porque tasa al suelo en función de la calidad de la infraestructura y servicios circundantes. Ambos, deberían ser insumos útiles para realizar nuevos estudios, sin embargo, esto no sucede porque: 1) utilizan diferentes escalas y tipologías que no son fácilmente comparables, 2) en el caso de los planes, el uso de suelo es presentado como un estado ideal de lo que debería ser pero muchas veces no coincide con lo que es, 3) el catastro contiene información más desagregada (predio) que incluye alturas y mezclas de usos que podría pensarse son una ventaja con respecto a los planes y programas; sin embargo, su procesamiento requiere de enormes recursos informáticos, tiempo y capacidad de almacenamiento; además, utiliza su propia unidad territorial cuyos límites físicos no coinciden con otras fuentes de información

Con la publicación del décimo censo de población en 1990 se elaboró la cartografía por Área Geoestadística Básica (AGEB) de las ciudades del país; esta unidad territorial relaciona los datos de población con su referente geográfico y en los siguientes censos y conteos se presentaron por AGEB los resultados de estos levantamientos de información estadística<sup>21</sup>. Sin embargo, considero que el área geoestadística tiene limitaciones para asociarlos con los usos del suelo porque no se cuenta con un criterio estándar para definir sus límites<sup>22</sup>. El examen preliminar mostró que los AGEBS que integran el AMCM en 1990 y 2000 tienen diferencias en cantidad de unidades, claves geoestadísticas y límites físicos<sup>23</sup>. Lo anterior se explica por tres factores: 1) la expansión de la mancha urbana hizo que se incorporarán nuevas áreas geoestadísticas, 2) el incremento en la densidad de población

---

<sup>21</sup> XI Censo General de Población y Vivienda, primer; Censo de Población y Vivienda 1995, II Censo de Población y Vivienda, 2005, XII Censo General de Población y Vivienda, 2000; el segundo Censo de Población y Vivienda, 2005; y Censo de Población y Vivienda, 2010, los tres últimos presentaron información por manzana.

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/default.aspx>

<sup>22</sup> Las AGEB urbanas delimitan una parte o el total de una localidad de 2,500 habitantes o más, o bien, una cabecera municipal, independientemente de su número de pobladores, en conjuntos que generalmente van de 25 a 50 manzanas; y las AGEB rurales enmarcan una superficie cuyo uso del suelo es predominantemente agropecuario y en ellas se encuentran distribuidas las localidades menores a 2 500 habitantes, que para fines operativos, se han denominado como localidades rurales.

<sup>23</sup> La sobreposición de los mapas mostró dos principales diferencias: 1) división de AGEBS y 2) fusión de unidades geoestadísticas.

probablemente fue la causa para subdividir AGEBS y 3) se modificaron las áreas para satisfacer algún objetivo de política.

Es pertinente señalar que el ejercicio empírico que se realizó se enmarca dentro del campo del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) y no fue necesario realizar inferencia estadística debido a que se trabajó con la población censal, económica y usos de suelo de toda el AMCM. El AEDE se define como “el grupo de herramientas estadístico-gráficas que describen y visualizan distribuciones espaciales, identificando localizaciones atípicas, descubriendo formas de asociación (autocorrelación espacial), de carácter local o global y sugiriendo estructuras en el espacio geográfico (heterogeneidad espacial)”, (Chascon Yrigoyen, 2009, p. 2), Buzai afirma que estas técnicas son de naturaleza geográfica<sup>24</sup> y permiten “identificar distribuciones espaciales y sintetizar resultados de manera gráfica sin perder la solidez de un análisis cuantitativo”. (Buzai G. y. Baxendale, 2006, p. 1)

### **2.1.-Delimitación de la zona de estudio**

La literatura sobre el fenómeno urbano comprende un amplio espectro de temas como el crecimiento de la población, la organización económica de las ciudades, su expansión urbana, cambios en los mercados de suelo entre otros, que tienen un referente geográfico. Contar con una unidad territorial de análisis que satisfaga las necesidades de los estudiosos de la ciudad es una tarea prácticamente imposible por diversas razones: 1) no existe un criterio general que indique claramente cuáles son los indicadores estadísticos más importantes que permitan distinguir su estructura interna, 2) es difícil establecer un límite físico que indique claramente donde termina la ciudad y dónde comienzan los poblados o asentamientos rurales y, 3) la clasificación de las modernas áreas urbanas obedecen a criterios administrativos que no toman en cuenta su realidad económica y poblacional. Con esta inquietud en mente, la circunscripción de la zona de estudio se basó en la revisión de trabajos y metodologías relacionados con la caracterización y organización interna de la ciudad<sup>25</sup>. Se encontró que existen varios criterios que en ocasiones son contradictorios entre sí porque utilizan diferentes métodos de análisis con distintos resultados. En la gran

---

<sup>24</sup> La Geografía es la “ciencia que estudia la diferenciación de áreas sobre la superficie terrestre” (Buzai 2008:1), este enfoque es útil cuando se busca diferenciar espacios geográficos con fines de análisis, gestión y planificación.

<sup>25</sup> ver anexo 1

mayoría, se utiliza la contigüidad física y la dependencia económico-funcional de las áreas geográficas para formular conceptos y describir fenómenos urbanos tales como zonas metropolitanas, conurbación y áreas urbanizadas. En México, por ejemplo, el concepto de *Área Metropolitana* se utiliza para señalar el momento en que varias zonas urbanas se unen físicamente, mientras que la noción de *Zona Metropolitana*<sup>26</sup>, clasifica las aglomeraciones urbanas mexicanas y se refiere a la relación funcional entre varias zonas que no necesariamente están unidas físicamente. En opinión de Graizbord y Salazar, existe una confusión en “el uso de los términos de Ciudad de México, Distrito Federal, área urbana de la ciudad de México, Zona Metropolitana de la Ciudad de México, conurbación y megalópolis, lo que provoca que no se entiendan correctamente los cambios en la estructura demográfica y económica” (Graizbord y Salazar 1987 p.120). En su estudio, los autores establecen que el *Área metropolitana* se compone físicamente por la ciudad central más el área contigua edificada, habitada, o urbanizada con usos de suelo de naturaleza no agrícola, y que presenta continuidad física en todas direcciones hasta ser interrumpida en forma notoria por terrenos de uso no urbano como bosques, sembradíos o cuerpos de agua. En el caso de la *Zona Metropolitana*, señalan que su definición se basa en la extensión territorial que incluye la ciudad central y a las unidades político-administrativas contiguas a ésta, y a otras que tienen carácter urbano como las zonas de vivienda de los trabajadores no agrícolas y tienen una interrelación directa con la ciudad central. Graizbord y Salazar precisan que la *conurbación* es la extensión de un área urbana que absorbe física y funcionalmente las localidades más próximas, y la megalópolis es la unión de dos o más áreas urbanas de diferentes jurisdicciones administrativas. Las *megalópolis* se forman por la unión de zonas metropolitanas continuas que conforman sistemas urbanos compuestos por poblaciones de varios millones de habitantes y que tienen facilidades en la infraestructura del transporte, comunicaciones y energía.

A partir de estas diferencias conceptuales y metodológicas, además de las variaciones en la calidad de los datos relacionados con las escalas geográficas, fue necesario organizar el material, revisarlo y clasificarlo por etapas<sup>27</sup> para evitar errores en los cálculos.

---

<sup>26</sup> Se creó de acuerdo a los criterios económicos regionales establecidos por Unikel en 1976, cuyas bases teóricas serían retomadas posteriormente por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y el Consejo Nacional de Población (CONAPO)

<sup>27</sup> ver anexo 2

La primera consistió en construir los mapas por AGEB de la Zona Metropolitana para 1990 y 2000 para después integrar la información del suelo con los censos de población y económicos. En 1990, la *Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM)* se integraba por 31 municipios, 16 delegaciones y 3,409 AGEBs; diez años después, esta delimitación administrativa constaba de 16 delegaciones del Distrito Federal y 58 municipios del Estado de México con 4,974 AGEBs.

Las diferencias por municipio se presentan en el cuadro 2.1, se observó que en 56 de los 58 municipios de la ZMCM se incrementó el número de áreas geoestadísticas básicas (AGEBs), con excepción de Chalco (15025) municipios que se dividió en dos y se formó Valle de Chalco Solidaridad (15122) y Tenango del Aire (15089), explicado por un error de cartografía.

Cuadro 2.1 Zona Metropolitana de la Ciudad de México: Número total de AGEBS en 1990 y 2000

Clave Municipal	Nombre Municipio	Número de AGEBS 1990	Número de AGEBS	Diferencias	Clave Municipal	Nombre Municipio	Número de AGEBS 1990	Número de AGEBS	Diferencias
9002	Azcapotzalco	88	100	12	15037	Huixquilucan	20	53	33
9003	Coyoacán	117	154	37	15038	Isidro Fabela	1	1	0
9004	Cuajimalpa de M	19	30	11	15039	Ixtapaluca	44	98	54
9005	Gustavo A. Mad	262	302	40	15044	Jaltenco	10	10	0
9006	Iztacalco	103	108	5	15046	Jilotzingo	2	3	1
9007	Iztapalapa	292	437	145	15050	Juchitepec	5	11	6
9008	La Magdalena Cc	46	52	6	15053	Melchor Ocampo	10	13	3
9009	Milpa Alta	17	38	21	15057	Naucalpan de Juárez	98	196	98
9010	Alvaro Obregón	159	197	38	15058	Nezahualcóyotl	160	171	11
9011	Tláhuac	55	100	45	15059	Nextlalpan	6	8	2
9012	Tlalpan	139	194	55	15060	Nicolás Romero	24	58	34
9013	Xochimilco	55	118	63	15061	Nopaltepec	6	14	8
9014	Benito Juárez	102	102	0	15065	Otumba	6	16	10
9015	Cuahtémoc	152	153	1	15068	Ozumba	6	9	3
9016	Miguel Hidalgo	128	131	3	15069	Papalotla	2	3	1
9017	Venustiano Carr	145	151	6	15070	La Paz	27	50	23
15002	Acolman	16	28	12	15075	San Martín de las	3	6	3
15009	Amecameca	8	12	4	15081	Tecámac	36	67	31
15010	Apaxco	6	10	4	15083	Temamatla	2	5	3
15011	Atenco	11	17	6	15084	Temascalapa	9	12	3
15013	Atizapán de Zar	66	122	56	15089	Tenango del Aire	7	5	-2
15015	Atlautla	12	17	5	15091	Teoloyucán	9	19	10
15016	Axapusco	7	19	12	15092	Teotihuacán	9	24	15
15017	Ayapango	3	3	0	15093	Tepetlaoxtoc	6	12	6
15020	Coacalco	43	65	22	15094	Tepetlixpa	3	6	3
15022	Cocotitlán	1	8	7	15095	Tepotzotlán	11	21	10
15023	Coyotepec	10	12	2	15096	Tequixquiac	15	16	1
15024	Cuautitlán	19	26	7	15099	Texcoco	2	91	89
15025	Chalco	64	79	15	15100	Tezoyuca	7	12	5
15028	Chiautla	4	7	3	15103	Tlalmanalco	15	22	7
15029	Chicoloapan	12	15	3	15104	Tlalnepantla de l	165	201	36
15030	Chiconcuac	1	4	3	15108	Tultepec	11	34	23
15031	Chimalhuacán	43	97	54	15109	Tultitlán	57	110	53
15033	Ecatepec	262	359	97	15112	Villa del Carbón	5	8	3
15034	Ecatzingo	1	2	1	15120	Zumpango	9	30	21
15035	Huehuetoca	3	8	5	15121	Cuautitlán Izcalli	121	169	48
15036	Hueyoxtl	9	15	6	15122	Valle de Chalco S	0	98	98
<b>TOTAL</b>							<b>3409</b>	<b>4974</b>	<b>1565</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del *XI Censo General de Población y Vivienda, 1990*, y el producto *Áreas Metropolitanas en México*, INEGI, 1990.

Nota: Se consideraron los 58 municipios que integraban la Zona Metropolitana de la Ciudad de México definida por CONAPO en 2000.

El número de unidades territoriales de 58 municipios aumentó en 1,565 AGEBS, al comparar éstas con mapas de suelo, información censal (1990-2000) y económica (1994 – 1999), se encontró que: 1) no todos los municipios contaban con información de suelo; 2) las variables censales y la cartografía por AGEBS tenían diferencias entre sí, como el aumento en número de variables y la creación de nuevas unidades territoriales. Lo anterior representó un problema para integrar la información de usos de suelo, empleo y población en el sistema de información urbana. Por lo tanto, la delimitación final del Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM). La zona de estudio se realizó a partir de sobreponer los mapas de uso del suelo con la cartografía por AGEBS y se eliminaron los municipios que no contaban con información de suelo para después hacer compatibles entre sí las bases censales y económicas de 1990 y 2000; para obtener un sistema de información homogéneo y estimar los cambios de los usos del suelo relacionados con empleo y características de la población...

### **2.1.1.-Usos de suelo en el Área Metropolitana de la Ciudad de México**

La preocupación fundamental al efectuar un análisis del uso de suelo es contar con información estadística fidedigna, publicada regularmente para medir sus cambios en el tiempo. Existen distintos organismos gubernamentales como la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda (SEDUVI), la Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI), además de las instituciones de educación superior dedicadas al análisis urbano, quienes tienen estudios empíricos sobre diversos aspectos de la ciudad, como análisis demográficos, expansión urbana en zonas ecológicas, movilidad de la población y migración, pero no cuentan con datos periódicos del uso de suelo. En el caso de México, éstos son difíciles de conseguir porque la mayor parte de la información es de carácter normativo, como son los programas delegacionales de 1987 y 1997, que muestran la zonificación de actividades pero no pueden ni deben ser tomados como un diagnóstico. A excepción de algunos trabajos aislados (Landa) no se publicaron reportes sobre la situación del suelo entre 1970 y 1990. Los estudios encontrados sobre el tema (Landa 1978, Ward 1980; Mercado 1997), describen la distribución de la vivienda e industria en algunas áreas de la ciudad; por ejemplo, en el contexto de la planificación, Landa y Asociados realizaron un trabajo titulado “Estudio del uso actual del suelo” para el entonces Departamento del Distrito Federal (D.D.F) donde a partir de encuestas realizadas en algunas colonias de las delegaciones

Miguel Hidalgo, Benito Juárez y Azcapotzalco se les preguntaba a las personas cual era el monto de su ingreso, la actividad económica principal y el uso de suelo predominante del lote que habitaban y con la información recabada se hicieron varios mapas de suelo residencial cuyos resultados se extrapolaron en las áreas restantes del Distrito Federal y los municipios conurbados del Estado de México para 1970 y 1975.

En los textos académicos la situación es similar, la información no está actualizada ni organizada sistemáticamente y hacen referencia al comportamiento del uso de suelo en diferentes periodos de tiempo que no son comparables entre sí. Ward<sup>28</sup>, Mercado<sup>29</sup>, Pick y Butler<sup>30</sup> son un ejemplo de lo anterior porque analizan al uso de suelo de manera parcial se concentran en un solo tipo de suelo ubicado en algunas colonias de la ciudad. Hugo García Pérez (1987), partir de los datos ofrecidos por la Dirección General de Reordenación Urbana y Protección Ecológica, elaboró un diagnóstico de los usos de suelo de la ZMCM y construyó un mapa que mostraba, los patrones de suelo agrupados en grandes áreas o manchones clasificados en seis categorías: habitacional, mixto, equipamiento urbano, industria, áreas verdes o espacios abierto y cuerpos de agua; este mapa se utilizó para elaborar la cartografía de usos del suelo por área geostadística de 1990. Otro problema adicional es que existen dificultades para registrar los usos del suelo de manera sistemática, lo que ha tenido como consecuencia la escasez de estudios que exploren el vínculo entre el uso de suelo, las actividades económicas<sup>31</sup> y las características de la población, relación tripartita que es el objetivo central de este trabajo. En los estudios de transporte, se utiliza al uso de suelo como una herramienta para clasificar a las diferentes zonas de la ciudad en regiones homogéneas e implementar políticas de movilidad urbana, lo que fortalece el papel del uso de suelo como agente exógeno más que de factor explicativo, es decir, se establece *a priori* que el uso de suelo es una variable dependiente del transporte urbano.

<sup>28</sup> Ver su trabajo titulado *México: Una Megaciudad: Producción y reproducción de un medio ambiente urbano*, publicado en 1990 por Alianza Editorial, en el capítulo 4 presenta una breve descripción del uso de Suelo y transporte urbano pero el primero sigue supeditado al segundo.

<sup>29</sup> Ángel Mercado en el capítulo de “Reservas Territoriales para usos urbanos en el Distrito Federal”, publicado en Eibenschutz Hartman, Roberto, *Bases para la Planeación del Desarrollo Urbano en la Ciudad de México, tomo II: Estructura de la Ciudad y su Región*, realiza un diagnóstico sobre el desarrollo de la población, la importancia del mercado inmobiliario y las reservas territoriales que se necesitan para construir nuevas viviendas y el reto que tiene la planeación urbana para controlar y dirigir los nuevos fraccionamientos y el crecimiento de la ciudad.

<sup>30</sup> James B Pick y Edgar W. Buttler en su libro *Mexico Megacity*, publicado por Westview en 2000 en el capítulo 12 “Spatial Structure of the Mexico City”, hacen una clasificación a partir de datos económicos, demográficos y de los tipos de vivienda para identificar las zonas que Burgess (1925) formuló en su modelo de los anillos concéntricos

<sup>31</sup> Es abundante la producción bibliográfica sobre los aspectos económicos del suelo, en especial, los relacionados con los precios y valores como los trabajos de Hurd (1924), Haig (1926), Alonso, (1964), Ratcliff (1949) y Richardson (1978)

El Estudio de Origen y Destino del Área Metropolitana de la Ciudad de México de 1983, fue publicado por la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano del Departamento del Distrito Federal, en dicho documento se menciona que existe un trabajo llamado “Estudio de Zonas Homogéneas del Territorio del Distrito Federal” que fue realizado en 1978 por la Dirección General de Planificación, trabajo que sirvió como base para zonificar la ciudad en cinco usos de suelo: habitacional, servicios, industrial, espacios abiertos y áreas verdes. Un estudio más reciente fue realizado en 1997 por la Secretaría de Transporte y Vialidad llamado “Estudio de digitalización del Uso de suelo actual en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y su injerencia en el Esquema de Movilidad Urbana”, que muestra un diagnóstico del uso de suelo de la ZMCM y su relación con las actividades económicas, Este estudio tenía como objetivo hacer una simulación de los viajes de origen y destino por Zonas de Análisis de Transporte (ZATS) de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) a partir de la información de viajes de la Encuesta Origen y Destino de 1994 relacionándolas con los usos del suelo y su principal ventaja radica en que los mapas de uso de suelo se realizaron con datos catastrales. El documento se divide en cinco capítulos, y destacan los apartados dedicados al patrón de movilidad y el análisis de los datos, el primero muestra los resultados de los flujos de viajes a partir de las actividades utilizando un modelo gravitacional y el segundo; describe los problemas metodológicos asociados con la calidad de la cartografía, la metodología utilizada para crear las bases de uso de suelo y los ajustes hechos a la información.

El aspecto más novedoso del proyecto, fue la actualización de los datos del uso de suelo de la ZMCM y la elaboración de los mapas correspondientes para cada delegación y municipio. Éstos, fueron producidos a partir de recopilar, clasificar y homogeneizar diferentes fuentes de información como las bases catastrales del DF de 1997 y las manzanas catastrales del Estado de México proporcionadas por el IGESM. La clasificación de suelo utilizada en el estudio y el número de zonas homogéneas -creadas a partir de la información catastral- con la superficie en kilómetros cuadrados para el Estado de México y el Distrito Federal se muestra en el siguiente cuadro. Se observa que el suelo habitacional predomina en ambas entidades, seguido de los espacios abiertos, los servicios y el uso mixto. Es un trabajo descriptivo que relaciona el uso de suelo con el transporte pero no explica cuales son los factores que determinan la localización del suelo en ciertas zonas

de la ciudad, pero su información digital del uso de suelo es útil para alcanzar el objetivo de la tesis (ver cuadro 2.2).

Cuadro 2.2 Zonas Homogéneas por Uso de Suelo

Clave Uso de Suelo	Distrito Federal		Municipios del Estado de México.	
	Número de Zonas	Área Km2	Número de Zonas	Área Km2
“H” Habitacional	948	472.33	1037	317.4
“C” Comercio	222	17.22	434	10.69
“I” Industrial	79	14.43	196	31.19
“S” Servicios	394	54.45	696	13.47
“R” Recreación	64	14.11	147	4.44
“EA” Espacios Abiertos	300	821.59	507	59
“M” Mixtos	133	24.16	650	10.4
“EE” Equipamiento Especial	13	9.38	2	4.36
<b>Total</b>	<b>2,153</b>	<b>1,427.67</b>	<b>3,669</b>	<b>450.95</b>

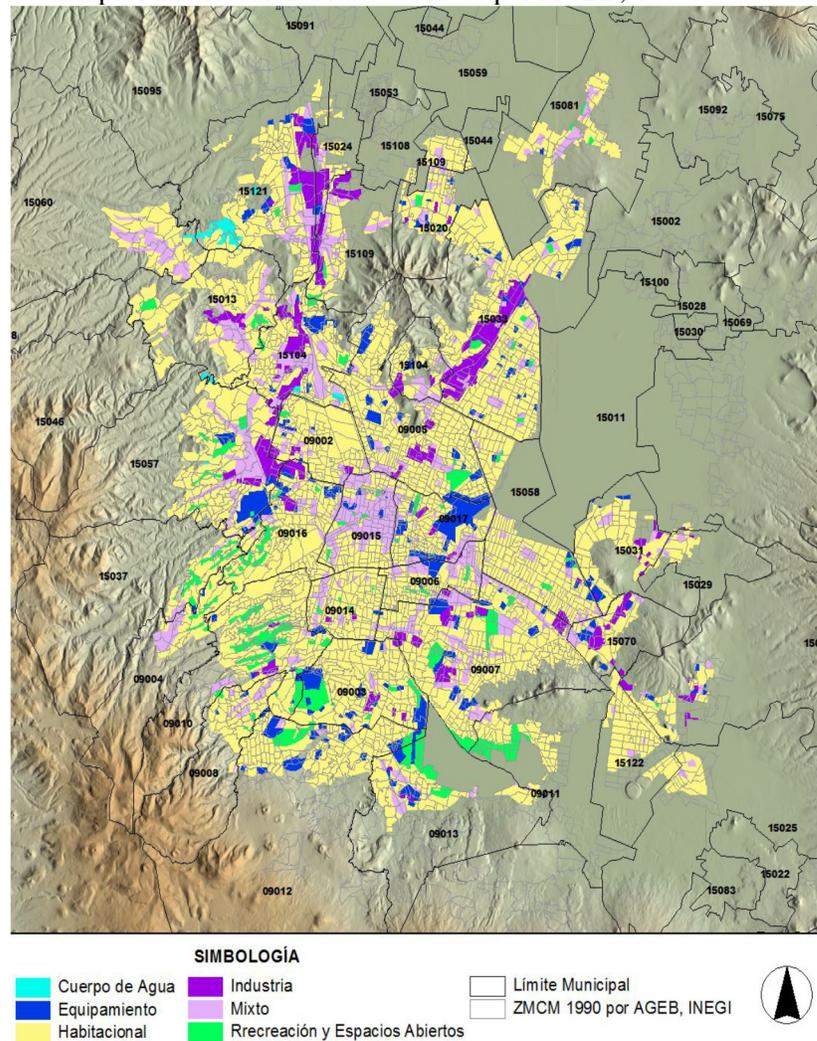
Fuente: Secretaría de Transporte y Vialidad (SEDUVI), (1997), *Estudio de Digitalización del Uso de suelo actual en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y su injerencia en el Esquema de Movilidad Urbana*, SEDUVI, Econo Consultores S.A. de C.V. (SETRAVI, 1997)

La revisión de estos trabajos empíricos tuvo como objetivo determinar los problemas con la calidad de la información del suelo y definir un estándar de calidad para construir una comparación relativa de los cambios de uso del suelo en el AMCM. Una vez concluida la revisión, se descartaron algunos estudios porque su información era muy agregada (Landa, Ward y Mercado), por lo que decidí utilizar el trabajo de García Pérez y el estudio de SETRAVI de 1997 como base para construir los mapas de suelo; se observó que hay un desfase de tres años con respecto a la cartografía por AGEB de INEGI (1990 y 2000), lo que incrementó el número de unidades territoriales, por lo tanto, a los mapas de suelo les asigne el año base de INEGI para agrupar la información por Área Geoestadística como se ve en los mapas 1 y 2.

En ambos trabajos se manejan un número diferente de clases mientras que en el estudio de SETRAVI se utilizó información catastral, García Pérez construyó zonas homogéneas de suelo por lo que ambas fuentes requirieron un tratamiento especial. Una vez digitalizados los mapas de suelo de García Pérez, éstos se clasificaron en seis nuevas

categorías: *habitación, industria, mixto, equipamiento, recreación y otros usos*<sup>32</sup>; en cambio, la información del estudio de SETRAVI se complementó con recorridos de campo hasta completar los 21 municipios que componen la zona de estudio para después, con el Sistema de información Geográfica, agregar y cuantificar las superficies por AGEB. Con estas limitaciones cartográficas es necesario señalar que se elaboró una comparación relativa de cambios de suelo entre 1990 y 2000.

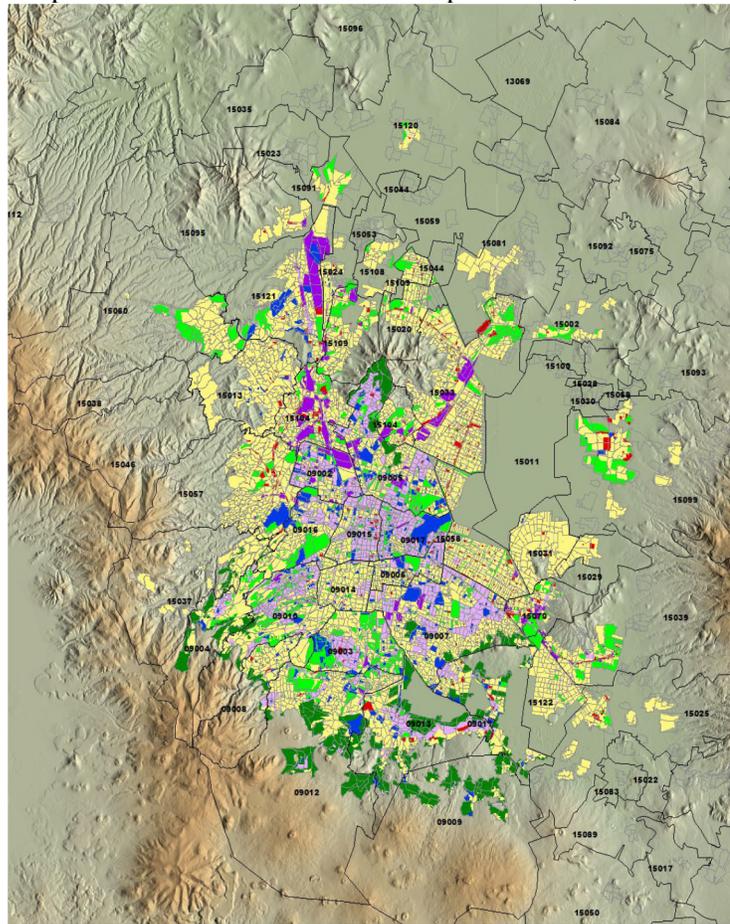
Mapa 1 Distribución de uso de suelo por AGEB, 1990



Fuente: Elaboración propia a partir del mapa elaborado por Hugo García Pérez, Hugo, (1987), “El uso de suelo en la zona metropolitana de la ciudad de México”, capítulo 7 Organización Espacial del Área urbana de la ciudad de México en *Atlas de la Ciudad de México*, México, El Colegio de México.

<sup>32</sup> Esta categoría agrupa al uso de suelo declarado como preservación en 1997 y los cuerpos de agua en 1987

Mapa 2 Distribución de uso de suelo por AGEB, 2000



**SIMBOLOGÍA**

- |   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <span style="color: red;">■</span> Comercio y Servicios | <span style="color: purple;">■</span> Industria   | <span style="color: green;">■</span> Recreación y Espacios Abiertos |  |
| <span style="color: blue;">■</span> Equipamiento        | <span style="color: magenta;">■</span> Mixto      |   |  |
| <span style="color: yellow;">■</span> Habitacional      | <span style="color: green;">■</span> Preservación |   |  |
|   |   |   |  |

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del trabajo titulado *Estudio de Zonificación de los Usos de Suelo de la ZMCM*, 1997, Secretaría de Transporte y Vialidad (SETRAVI).

Es evidente que existe un sesgo en la información, en el año de 1990, debido a que su tipología es una interpretación general de usos de suelo, y no todos los municipios cuentan con información. Además, hay algunos que sólo tienen información para dos AGEBS –que es el caso de Texcoco- que no se puede dejar de lado porque se integró a la Zona Metropolitana en 1980, Es por esta razón que la comparación de suelo que se presenta es tan sólo un indicador de la evolución de los patrones de localización del suelo pero no deben ser tomados como un diagnóstico preciso debido al alto nivel de agregación del mapa original de 1990. De tal suerte, se utilizaron los datos de uso de suelo de 2000 para delimitar -lo que ahora se llamará Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM), compuesta por 16

delegaciones y 21 municipios del Estado de México-para efectuar el ejercicio empírico (ver cuadro 2.3)

Cuadro 2.3 Delimitación Final del AMCM por Uso de Suelo 1990-2000

Clave del Municipio	Municipio	Número de AGEBS, 1990	Número de AGEBS, 2000	Clave del Municipio	Municipio	Número de AGEBS, 1990	Número de AGEBS, 2000
09002	Azcapotzalco	88	100	15025	Chalco	64	57
09003	Coyoacán	117	154	15029	Chicoloapan	9	15
09004	Cuajimalpa de Morelos	19	31	15031	Chimalhuacán	43	96
09005	Gustavo Madero A.	262	303	15033	Ecatepec	262	354
09006	Iztacalco	103	108	15037	Huixquilucan	20	48
09007	Iztapalapa	292	437	15039	Ixtapaluca	40	65
09008	La Magdalena Contreras	46	52	15044	Jaltenco	4	5
09009	Milpa Alta	17	38	15057	Naucalpan	98	192
09010	Álvaro Obregón	159	197	15058	Nezahualcóyotl	160	171
09011	Tláhuac	55	100	15060	Nicolás Romero	24	51
09012	Tlalpan	139	194	15070	La Paz	27	48
09013	Xochimilco	55	118	15081	Tecámac	36	33
09014	Benito Juárez	102	102	15099	Texcoco	2	59
09015	Cuauhtémoc	152	153	15104	Tlalnepantla	165	198
09016	Miguel Hidalgo	128	131	15108	Tultepec	11	33
09017	Venustiano Carranza	145	151	15109	Tultitlán	57	110
15013	Atizapán de Zaragoza	66	120	15121	Cuautitlán Izcalli	120	157
15020	Coacalco	43	64	15122	Valle de Chalco Solidaridad	0	98
15024	Cuautitlán	19	24				
<b>Total</b>						<b>3149</b>	<b>4367</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía del XI y XII Censo General de Población y Vivienda, 1990 y 2000; *Delimitación de las Zonas Metropolitanas Áreas Metropolitanas en México*, INEGI, 1990

Respecto a las categorías de suelo, éstos se clasificaron a partir de la actividad predominante que existiera por AGEB, que ocupara más del 50% de su superficie y se cotejó con la clasificación catastral para construir seis clases: 1) *habitación*, contempla el suelo dedicado a la vivienda en general, 2) *industria*, son suelos dedicados a talleres, industria pesada y ligera, 3) *mixto*, es la combinación de varios usos, a pesar de que la normatividad establece que es la combinación de vivienda en planta alta y comercio en baja; para efectos de este trabajo, este suelo se compone exclusivamente de comercio, servicios, oficinas privadas y gubernamentales 4) *recreación y espacios abiertos*, incluyen parques, jardines, camellones y baldíos en la ciudad 5) *equipamiento* se compone de escuelas, hospitales y museos 6) *otros usos* se compone de las categorías de suelo que no se pueden comparar porque cambiaron en ambos mapas como los cuerpos de agua y preservación ecológica que componen este grupo.

### **2.1.2.--Información estadística y censal**

El siguiente paso fue comparar la cartografía del Censo Económico 1994 y 1991, con otras bases de datos (cartografía censal por AGEB 1990, 2000 y los mapas de suelo), se encontró que también presentan diferencias en el número de Áreas Geoestadísticas como se muestra en el cuadro 2.4.

Cuadro 2.4 Número de AGEBS Económicos del AMCM, 1994-1999

Clave del Municipio	Municipio	Número de AGEBS, 1994	Número de Agebs,1999	Clave del Municipio	Municipio	Número de AGEBS, 1994	Número de Agebs,1999
09002	Azcapotzalco	99	100	15025	Chalco	34	39
09003	Coyoacán	153	154	15029	Chicoloapan	15	15
09004	Cuajimalpa de Morelos	27	30	15031	Chimalhuacán	71	85
09005	Gustavo A. Madero	289	302	15033	Ecatepec	319	345
09006	Iztacalco	107	108	15037	Huixquilucan	31	28
09007	Iztapalapa	400	437	15039	Ixtapaluca	54	70
09008	La Magdalena Contreras	49	52	15044	Jaltenco	10	0
09009	Milpa Alta	30	30	15057	Naucalpan	180	193
09010	Álvaro Obregón	175	198	15058	Nezahualcóyotl	170	170
09011	Tláhuac	93	103	15060	Nicolás Romero	40	47
09012	Tlalpan	187	193	15070	La Paz	39	49
09013	Xochimilco	104	120	15081	Tecámac	40	24
09014	Benito Juárez	102	102	15099	Texcoco	43	34
09015	Cuauhtémoc	153	153	15104	Tlalnepantla	188	196
09016	Miguel Hidalgo	130	131	15108	Tultepec	25	13
09017	Venustiano Carranza	151	151	15109	Tultitlán	82	96
15013	Atizapán de Zaragoza	110	122	15121	Cuautitlán Izcalli	148	163
15020	Coacalco	45	61	15122	Valle de Chalco Solidaridad	96	98
15024	Cuautitlán	21	20				
<b>Total</b>						<b>4010</b>	<b>4232</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía del Censo Económico de 1994 y 1999, INEGI.

Los municipios conurbados como Naucalpan, Nezahualcóyotl y las delegaciones Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Tlalpan Coyoacán, Azcapotzalco, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza aumentaron el número de áreas geoestadísticas, Otro factor que explica las diferencias entre los censos económico y de población fueron publicados en diferentes años. Los Censos Económicos de 1994 y 1999 se publicaron tiempo después que los censos de población (1990-2000), lo que produjo diferencias en el número de AGEBS en la cartografía.

En conclusión la comparación del cuadros 2.3 y 2.4 , es que la información de 1990 –uso de suelo, número de unidades territoriales y variables estadísticas tienen más inconsistencias que su contraparte en 2000; lo que significó invertir más tiempo en la homogeneización de las bases de datos (en el cuadro 2.5 se muestran las diferencias): En 1990 se identificaron 861 AGEBS que son diferentes la cartografía económica (1994) y Censal (1990); en cambio, la información publicada en 1999 y 2000 tiene una mejor calidad porque sólo se identificaron 135 unidades diferentes. Con este diagnóstico, decidí realizar el ejercicio empírico únicamente con la información de 2000 y establecí las siguientes convenciones:

- 1) Los datos de suelo y económicos se integraron a los mapas por AGEB del periodo censal más cercano (1990 y 2000).
- 2) Se igualaron las bases de datos económicas y censales a través de asignarles el identificador del AGEB, lo que facilitó tener en una sola base de datos cartográfica la información relativa a la edad, sexo, número de empleados y unidades económicas clasificadas en manufacturas, comercio y servicios del AMCM.

Cuadro 2.5 Diferencias entre AGEBS Económicos del AMCM, 1994-1999

Clave del Municipio	Municipio	Número de AGEBS, 1994	Número de Agebs,1999	Clave del Municipio	Municipio	Número de AGEBS, 1994	Número de Agebs,1999
09002	Azcapotzalco	11	0	15025	Chalco	-30	18
09003	Coyoacán	36	0	15029	Chicoloapan	6	0
09004	Cuajimalpa de Morelos	8	1	15031	Chimalhuacán	28	11
09005	Gustavo A. Madero	27	1	15033	Ecatepec	57	9
09006	Iztacalco	4	0	15037	Huixquilucan	11	20
09007	Iztapalapa	108	0	15039	Ixtapaluca	14	-5
09008	La Magdalena Contreras	3	0	15044	Jaltenco	6	5
09009	Milpa Alta	13	8	15057	Naucalpan	82	-1
09010	Álvaro Obregón	16	-1	15058	Nezahualcóyotl	10	1
09011	Tláhuac	38	-3	15060	Nicolás Romero	16	4
09012	Tlalpan	48	1	15070	La Paz	12	-1
09013	Xochimilco	49	-2	15081	Tecámac	4	9
09014	Benito Juárez	0	0	15099	Texcoco	41	25
09015	Cuauhtémoc	1	0	15104	Tlalnepantla	23	2
09016	Miguel Hidalgo	2	0	15108	Tultepec	14	20
09017	Venustiano Carranza	6	0	15109	Tultitlán	25	14
15013	Atizapán de Zaragoza	44	-2	15121	Cuautitlán Izcalli	28	-6
15020	Coacalco	2	3	15122	Valle de Chalco Solidaridad	96	0
15024	Cuautitlán	2	4				
<b>Total</b>						<b>861</b>	<b>135</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía del Censo Económico de 1994 y 1999, INEGI.

Por otra parte, elegí a la escuela ecológica, en especial las ideas formuladas acerca de las preferencias de localización escritas por Wirth (1938), Shevky, Williams y Bell (1949, 1953 y 1955), como el marco conceptual que orientó la selección de las variables para realizar e interpretar el ejercicio empírico. La metodología de la *Teoría del Área Social*, tiene las siguientes ventajas: a) caracteriza las áreas administrativas que están delineadas sin un criterio establecido y presentan diferentes tamaños y formas que dificultan identificar un patrón espacial; b) identifica las interrelaciones entre el suelo y la población a partir de ubicar diferentes grupos sociales en sectores de la ciudad; c) lo anterior lo logra por medio de clasificar variables de distinta índole como género, edad y actividades económicas 4) posibilita construir un patrón espacial de actividades y suelo. (Ver cuadro 2.6)

Cuadro 2.6 Variables Demográficas y Económicas, 2000

Variable	Demográfico	Económico	Físico	Indicador	SIG
Población total	x				
Población de 18 años y más con educación superior	x			Porcentaje	por18conES
Población de 18 años y más sin educación superior	x			Porcentaje	por18sinES
Población que nació en la entidad	x			Porcentaje	porpobn
Población no nacida en la entidad	x			Porcentaje	porpobnon
Población que reside en el hogar	x			Porcentaje	pobreshog
Población que gana menos de un salario mínimo	x			Porcentaje	Pobmenos1
Población que gana entre 1 a 2 un salario mínimo	x			Porcentaje	Pobde1a2
Población que gana entre 2 a 5 un salario mínimo	x			Porcentaje	Pobde2a5
Población que gana más 5 salarios mínimo	x			Porcentaje	Pobmsade5
Población ocupada en el sector terciario		x		Porcentaje	PcPobOcTer
Población ocupada en el sector secundario		x		Porcentaje	PcPobOcSec
Número total de establecimientos en comercio		x		absolutos	
Número total de establecimientos en manufactura		x		absolutos	
Número total de establecimientos en servicios		x		absolutos	
Número total de viviendas			x	absolutos	
Uso de Suelo			x	Porcentaje	Tipos de suelo

Fuente: Elaboración propia a partir del XII Censo General de Población y Vivienda, 2000, y) Censos Económicos 1999, INEGI

En este trabajo, se eligieron tres tipos de variables: a) demográficas, compuesta por la estructura de la población e ingreso<sup>33</sup> para identificar en qué partes de la ciudad se encuentran los diferentes grupos sociales por medio de clasificar los AGEBS por estratos socioeconómico con el método publicado por Rosa María Ruvalcaba y Martha Schteingert (*mimeo*) b) económicas se construyó un indicador de la oferta de empleo por AGEB a través de dividir la población empleada entre el número de establecimientos en manufactura, comercio y servicios y c) físicas se construyó con los porcentajes de usos de suelo calculados con respecto al total de todos los usos por AGEB<sup>34</sup> y se clasificó en seis categorías: *Habitación, Industria, Mixto, Equipamiento, Recreación y Espacios Abiertos* y la categoría *Otros Usos* que está compuesto por las actividades que no son comparables entre sí, como es el caso del suelo de conservación y cuerpos de agua<sup>35</sup>. En este sentido el análisis exploratorio de datos pretende construir y comparar la estructura física del AMCM con los patrones territoriales identificados por Shevky, Williams y Bell para responde lo siguiente: ¿Qué tipo de suelo prefieren los ricos?, ¿Les gusta tener cerca oficinas o espacios recreativos?, ¿Cómo se organizan espacialmente los otros grupos sociales? y ¿Cuál es la dinámica de las actividades económicas en la ciudad?, ¿Los empleos están cerca de las áreas residenciales?

### **2.1.3.-Aspectos teóricos de los métodos de análisis espacial empleado en el estudio**

En los últimos años se ha generalizado el uso del análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) como metodología para estudiar patrones y asociaciones entre datos de diferente naturaleza a través del uso de herramientas estadísticas gráficas y descriptivas para sugerir hipótesis sobre su estructura. El análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) es un subgrupo del Análisis Exploratorio de Datos que se centra en las características distintivas de los datos geográficos, especialmente en la autocorrelación y heterogeneidad espacial; Chasco (2009) dice que el AEDE es la etapa previa al análisis econométrico que puede ser confirmatorio o predictivo. ¿Para qué se utiliza el AEDE?, en el mundo real es necesario contrastar hipótesis o modelos sobre la relación entre dos o más variables; si no se cuenta

---

<sup>33</sup> Población total, Población de 18 y más con estudios universitarios, Población de 18 años y más que no tienen estudios universitarios, Población que nació en la entidad y Población que no nació en la entidad, estructura de ingresos de la población estimado en salarios mínimos mensuales

<sup>34</sup> Esto tiene como propósito estimar la composición interna de cada unidad geoestadística, por ello, no se calcularon los porcentajes con respecto al total de cada tipo de suelo

<sup>35</sup> El primero aparece en la información del suelo de 2000 y el segundo en 1990

con una hipótesis, el estudio se clasifica como exploratorio y el AEDE proporciona un sentido a la información, en otras palabras, identifica estructuras. Así análisis exploratorio se utiliza para “identificar relaciones sistemáticas entre variables cuando no existen expectativas claras sobre la naturaleza de estas relaciones” (Chasco, 2009 p.2)

En el caso de los objetos geográficos, se debe considerar tres características: 1) *georeferenciación*, 2) *multidireccionalidad* y 3) *multidimensionalidad*. La primera se refiere a la posición relativa o absoluta que tiene un objeto con otros objetos, mientras la segunda y tercera son las relaciones que surgen entre ellas de tiempo y espacio. De esta manera, estas tres características se relacionan a través de la *dependencia espacial* que se define como “la existencia de una relación funcional entre lo que ocurre en un punto determinado del espacio y lo que ocurre en otro lugar” (Moreno y Vayá citado por Chasco, 2009 p. 57), y *heterogeneidad espacial* se trata de un efecto relacionado con la diferenciación espacial o regional, definido por la ausencia de estabilidad en el espacio del comportamiento humano u de otras relaciones en estudio.

El AEDE se puede aplicar desde una perspectiva *univariante*, sobre una o varias-variables geográficas pero, desde el punto de vista de la econometría espacial, los métodos se pueden explicar desde el esquema *lattice* o *reticular* llamado así porque es más adecuado para el tratamiento de unidades poligonales (reticulares) continuas, a diferencia de la geoestadística, que suele trabajar con puntos (no polígonos) en el espacio (unidades espaciales discretas). Según Tukey, autor que hizo posible la extensión de este tipo de análisis multivariante y del “software” estadístico moderno, el AED podría definirse como “el conjunto de herramientas gráficas y descriptivas utilizadas para el descubrimiento de patrones de comportamiento en los datos y el establecimiento de hipótesis con la menor estructura posible” (citado por Chasco 2003: 18)

Anselin define el análisis exploratorio de datos como el conjunto de técnicas que describen y visualizan distribuciones espaciales para identificar localizaciones atípicas o “atípicos espaciales” (“*spatial outliers*”), descubrir esquemas de asociación espacial, agrupamientos (“*clusters*”) o puntos calientes (“*hot spots*”) y sugerir estructuras espaciales u otras formas de heterogeneidad espacial. Por tanto, estos métodos tienen un carácter descriptivo (estadístico) más que confirmatorio (econométrico) aunque la detección de estructuras espaciales en las variables geográficas hace posible formular hipótesis previas

para la modelización econométrica y, en su caso, la predicción espacial de nuevos datos. En otras palabras, el AEDE constituye la primera fase a toda modelización econométrica espacial, sobre todo cuando no exista un marco formal o teoría previa acerca del fenómeno que se pretende explicar, como es el caso de algunos análisis interdisciplinares realizados en las ciencias sociales del campo de la economía regional y en la predicción-o extrapolación de datos, en los que puede no existir una identificación entre relaciones económicas establecidas en diversos ámbitos o escalas territoriales.

El aspecto relevante del AEDE es que utiliza gráficas dinámicas donde los datos se representan en vistas simultáneas tales como tablas y mapas que están relacionadas entre si. El AEDE se centra en el estudio de efectos espaciales a partir de técnicas que permiten describir distribuciones espaciales, identificar localizaciones atípicas (*outliers* espaciales) – que son aquellas localizaciones inusuales que pueden ejercer una fuerte influencia al momento de realizar estimaciones y predicciones-, descubrir esquemas de asociación espacial (*cluster*) y sugerir regímenes espaciales u otras formas de inestabilidad espacial. Como ya se mencionó, si no se cuenta con una teoría previa, los resultados proporcionados por el análisis exploratorio de los datos pueden ser de utilidad a partir de aplicar dos tipos de técnicas disponibles en el análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE): *geográficas* y *econométricas*.

La técnica *geográfica* estudia los fenómenos de la superficie terrestre a través de delimitar espacios o regiones que puedan ser utilizados para elaborar análisis urbanos, económicos y sociológicos; la técnica *econométrica*, se concentra en las características distintivas de los datos geográficos -especialmente en la autocorrelación y heterogeneidad espacial- por medio de diferentes métodos de estimación, contrastes de especificación y procedimientos de validación necesarios para implementar modelos *multivariante* en los que las observaciones son de corte transversal y están *georeferenciados*. La diferencia entre el análisis exploratorio de datos espaciales y la geografía, es que la primera permite comprobar empíricamente los supuestos teóricos de la segunda como por ejemplo la teoría del lugar central o definir con precisión una región. Las técnicas del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales utilizados en el trabajo son del tipo geográfico y buscan identificar la estructura urbana que forman los usos del suelo en el AMCM, estos métodos se organizaron por etapas: 1) clasificación de variables, 2) elaboración de indicadores de concentración y 3)

aplicación de autocorrelación espacial, para posteriormente utilizar la técnica multivariada de *ji cuadrada* para medir la relación entre consumo de suelo y estrato socioeconómico los principios de estas técnicas se presentan en las siguientes secciones..

### **2.1.3.1.-Clasificación de variables**

La geografía se consolidó como disciplina a principio del siglo XX y la región geográfica se convirtió en su principal objeto de estudio, sin embargo, existen fuertes críticas a este concepto porque utiliza diferentes criterios para definir sus límites; Haget y Chorley afirman que este desacuerdo obedece a la manera en que los geógrafos estudian el territorio; de acuerdo a Hagget los geógrafos analizan los patrones de la superficie terrestre a través del método *ideográfico* que se interesa por “analizar la unidad de las áreas geográficas” (Chorley, 1971 p.132) y el *nomotético*, que busca “identificar las similitudes entre las áreas” (*ibid*). Los trabajos geográficos de corte económico tienen muchos elementos ideográficos, sin embargo Hagget afirma que hay otros trabajos clasificados como nomotético. Esta falta de acuerdo sobre el carácter geográfico de los aspectos económicos ya había sido denunciada por Goldsmith en 1959 (citado por Chorley, 1971 p 72), sin embargo, en opinión de Hagget, este hecho tan sólo confirmó las diferencias históricas entre ambas disciplinas. Los modelos económicos son parte de los modelos *nomotético* y se definen como “un conjunto organizado de relaciones que describe el funcionamiento de un ente económico...bajo un conjunto de supuestos simplificadores” (Naciones Unidas citado por Chorley, 1971 p: 7)

. Los criterios para delimitar una región han cambiado debido a las diferentes posturas adoptadas para su estudio que la consideran: “un espacio geográfico real y objetivo hasta la posibilidad de su creación mediante diferentes procedimientos metodológicos” (Buzai G. , 2003:263). Como espacio real, la región se presenta como noción subjetiva de paisaje y en su delimitación se utiliza la sobrexposición de mapas para buscar similitudes espaciales y asignarle el nombre de “área” o “región”. En este sentido, Buzai señala la importancia de delimitar espacios a partir de características sociales para establecer unidades espaciales que se ajusten a la realidad y elaborar análisis más completos. Así, al autor afirma que la clasificación de las unidades espaciales (UE) se pueden realizar: 1) a partir de las variables para elaborar *microcomponentes* y 2) desde las unidades espaciales donde la clasificación se convierte en sinónimo de región. Las variables se pueden clasificar a partir del uso de una

matriz de datos y las unidades espaciales se realizan con una matriz de datos geográfica<sup>36</sup>, como se observa en la siguiente figura:

Figura 14 Diferencias de la matriz de variables y la matriz de datos geográfica

CL_MPIO	CL_AGEB	CLV_90	MPIO	CLAVE	Z1	Z2	Z3	Z4
09002	047-2	090020001	9	047-2	4854	2217	2637	317
09002	067-A	090020001	9	067-A	5767	2708	3059	408
09002	068-4	090020001	9	068-4	4848	2229	2619	306
09002	079-2	090020001	9	079-2	5735	2722	3013	416
09002	030-7	090020001	9	030-7	6746	3197	3549	621
09002	028-A	090020001	9	028-A	3863	1754	2109	238
09002	100-4	090020001	9	100-4	6039	2968	3071	541
09002	025-6	090020001	9	025-6	4660	2199	2461	377
09002	003-A	090020001	9	003-A	5582	2732	2850	429
09002	095-1	090020001	9	095-1	3625	1701	1924	224
09002	096-6	090020001	9	096-6	2645	1244	1401	102
09002	014-8	090020001	9	014-8	2495	1182	1313	153
09002	098-5	090020001	9	098-5	2790	1309	1481	152
09002	016-7	090020001	9	016-7	3468	1660	1808	314
09002	017-1	090020001	9	017-1	2844	1363	1481	177
09002	097-0	090020001	9	097-0	3371	1563	1808	266
09002	099-A	090020001	9	099-A	1432	681	751	104
09002	023-7	090020001	9	023-7	7366	3609	3757	711
09002	027-5	090020001	9	027-5	7986	3901	4085	702

CL_MPIO	CL_AGEB	USO_PRED	ESTRATO	POR18SINES	POR18CONES
09002	047-2	M	2	52.66	19.10
09002	067-A	E	3	47.86	20.25
09002	068-4	E	3	45.57	26.55
09002	079-2	M	2	54.30	15.80
09002	030-7	M	2	57.53	9.32
09002	028-A	I	2	48.54	21.67
09002	100-4	M	2	53.19	10.23
09002	025-6	M	2	55.54	12.25
09002	003-A	M	2	61.91	9.91
09002	095-1	M	2	50.59	21.96
09002	096-6	V	3	41.44	38.41
09002	014-8	V	2	44.21	29.10
09002	098-5	M	2	56.27	19.25
09002	016-7	M	2	56.63	10.44
09002	017-1	M	2	55.77	16.84
09002	097-0	E	3	47.46	22.19
09002	099-A	M	3	44.20	20.04
09002	023-7	M	2	55.04	10.55
09002	027-5	M	2	57.31	8.03

Fuente: elaborado a partir de XII Censo General de Población y Vivienda, 2000, INEGI e información propia del uso de suelo recopiladas en campo y procesadas en el SIG.

La matriz de la izquierda, (variables) contiene la información estadística ordenada en columnas, por ejemplo, la población total está en el campo (Z1) y el número de mujeres está en Z2, lo que permite conocer su distribución para identificar patrones a través de estadísticas como moda, mediana y desviación estándar<sup>37</sup>, la matriz de la derecha es del tipo geográfica porque permite construir nuevas unidades territoriales a partir del estrato socioeconómico o agruparse por uso de suelo. Ésta última, es la matriz que más se utiliza en el análisis socio espacial para diferenciar zonas a partir de sus características, en este sentido, la clasificación, consiste en ordenar los elementos del objeto de estudio y agruparlos en clases definidas a partir de sus similitudes en el universo total de los atributos –usos de suelo similares o tipo de estrato socioeconómico- ya que en la geografía, se busca captar la diferencia de áreas sobre la superficie terrestre en base a cinco condiciones: 1) tener un propósito específico 2) usar los mismos criterios de clasificación en las etapas posteriores

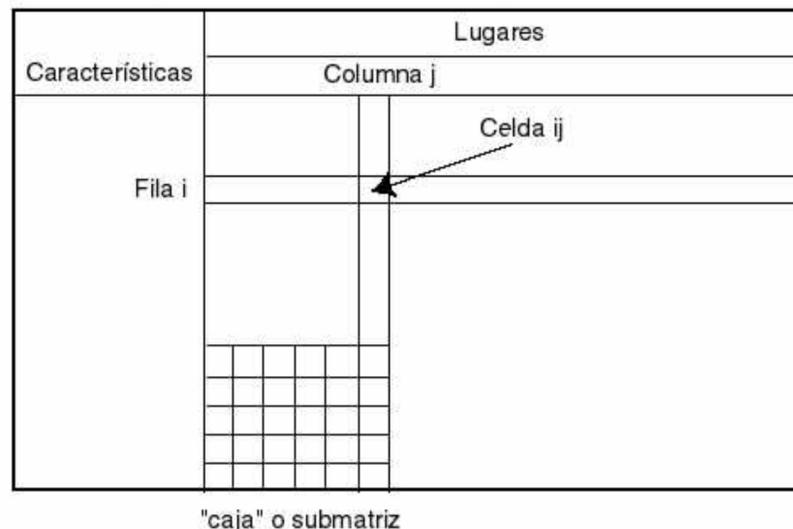
<sup>36</sup> La matriz de datos geográfica transpone filas por columnas para prestar una mayor atención al tratamiento de los datos en el sentido de las unidades de observación o espaciales.

<sup>37</sup> En estricto sentido al incluir la clave municipal se convierte en una matriz geográfica lo que podría servir para crear regiones, aunque en sentido estricto se esta analizando las propiedades estadísticas de las variables no su posición geográfica.

del proyecto, 3) debe ser exhaustiva, es decir, que las clases definidas cubran a todos los elementos, 4) no deben existir elementos comunes entre las dos clases y 5) no deben ser absolutas, sino que se pueden modificar a través del tiempo.

Buzai (2003) señala que la clasificación se puede realizar a través de: a) la combinación de variables para realizar mapas temáticos a partir de la definición de intervalos de clase y b) a través de clasificar unidades espaciales aplicando métodos estadísticos con el propósito de elaborar una regionalización. De acuerdo a Buzai, la matriz de datos geográfica tiene varias ventajas, que ya habían sido identificadas por Berry en 1964, e incrementa el potencial de análisis de acuerdo a “los diferentes enfoques del análisis geográfico” (Berry 1964 p 8). Lo anterior se debe a que el punto de vista geográfico es básicamente espacial, es decir, analizan distribuciones, ordenamientos, integraciones y procesos espaciales. Debido a que cada comportamiento individual ocupa una posición en el espacio, al espacio geográfico se le considera desde un punto de vista sistémico para relacionar una localización y su transformación en el tiempo. La interpretación de la matriz de datos geográfica por columna, muestra inventarios de localización o correspondencias espaciales, en el caso del vector fila se verán diferentes intensidades en la variable o distribución espacial.

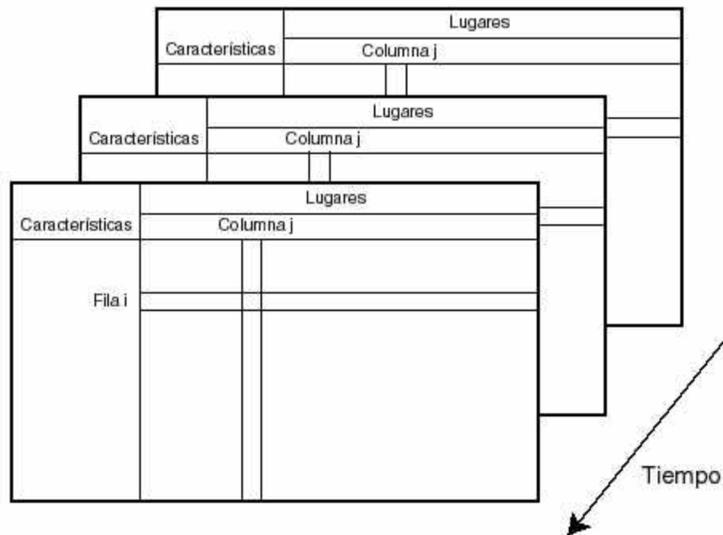
Figura 15 Matriz de Datos Geográficos



Fuente: Buzai, G.D. y Baxendale, C.A. (2006). “Análisis por clasificación multivariada de datos espaciales”, *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Capítulo 13, Lugar Editorial. Buenos Aires.

La intersección de una fila  $i$  y cada unidad espacial o columna  $j$ , Buzai la llama *hecho geográfico  $ij$* , que es posible combinarla de diferentes maneras: 1) distribución de un fenómeno (filas), 2) inventarios de localización (columna), 3) comparación de distribuciones (cotejo de filas), 4) comparación de correspondencias (contraste de columnas), 5) obtención de submatrices para compararlos con el total, que en realidad significa comparar variables a través del tiempo, (ver siguiente figura)

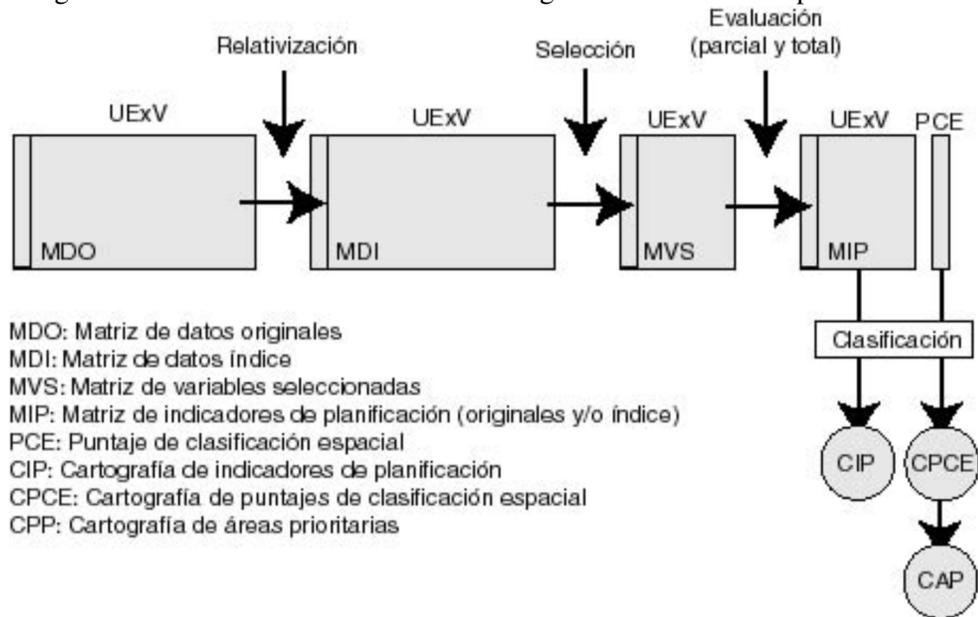
Figura 16 Eje del tiempo



Fuente: Buzai, G.D. y Baxendale, C.A. (2006). "Análisis por clasificación multivariada de datos espaciales", *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Capítulo 13, Lugar Editorial. Buenos Aires.

La clasificación por agregación de unidades espaciales considera que el área inicial es la unidad mínima de captación de datos y en su interior suponemos que los objetos se distribuyen homogéneamente. Ésta última condición varía con la *escala*, pero no significa que todo individuo tenga características similares sino que si se toma a uno al azar tendrá una característica cercana a la que se define en el área. Así, la regionalización consiste en agrupar unidades espaciales diferentes, a partir de una clasificación para identificar semejanzas a partir de la intensidad que tenga un dato. Por lo tanto, el análisis parte de la matriz de datos original (MDO), su posible transformación a una matriz de datos índice (MDI) y su transformación a matriz de puntajes estándar (MPZ) (ver figura 17).

Figura 17 Pasos matriciales de la metodología de clasificación espacial



Fuente: Buzai, G.D. y Baxendale, C.A. (2006). “Análisis por clasificación multivariada de datos espaciales”, *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Capítulo 13, Lugar Editorial. Buenos Aires.

El procedimiento de clasificación es una herramienta de gran flexibilidad porque resulta necesaria la exploración de alternativas posibles. Buzai señala que desde el punto de vista teórico “la construcción de áreas obtenidas como resultado de procedimientos de clasificación, desde un punto de vista geográfico encuentra dos vertientes principales de aplicación: el tratamiento de *variables* y el de *unidades espaciales*” (Buzai 2006 p.2). De esta manera, el análisis de las variables a través de la clasificación *multivariada* permite la construcción de *macrovariables* que son la base para elaborar una clasificación o regionalización del área de estudio. La geografía utiliza la sobre posición de mapas de un solo tema –región sistemática o *monotética*- para elaborar nuevas áreas más pequeñas y homogéneas (geográficas formales o *politéticas*) y con la ayuda de los sistemas de información geográfica (SIG), es posible combinar múltiples temas de forma ágil pero las variables deben de clasificarse primero para poderlos comparar eficazmente.

En el SIG, los datos de naturaleza espacial se estructuran a partir de la existencia de dos bases de datos vinculadas sobre un sistema de coordenadas: 1) la base de datos alfanumérica y 2) la base de datos gráfica, que forman una matriz de *nxm*. Desde un punto de vista operativo cada columna de la matriz correspondiente a la base de datos alfanumérica “y” representa una variable, es decir, un tema que puede analizarse desde el

punto de vista de su distribución espacial cuando se le presenta cartográficamente. En el sistema de información, cada columna se conceptualiza como un mapa y los estudios de correspondencia espacial entre categorías pueden ser entendidos como asociación de los datos alfanuméricos contenidos en las columnas. Los resultados se obtendrían en una columna síntesis de las relaciones como paso fundamental para la clasificación espacial, por lo tanto, éste método permite producir *áreas homogéneas* originadas por una clasificación y se pueden realizar en varios niveles: 1) por variable y 2) por unidades espaciales. La primera crea dos tipos de regiones: *sistemáticas*, creadas a partir de un solo tema diferenciando sus categorías internas, y *geográfica formal* que nace de la combinación de varios temas y se basa en diferenciar las categorías que surgen de esta combinación para definir regiones a partir de métodos de asociación en los que se combina o funden las unidades espaciales de la zona de interés, de acuerdo a la similitud en la variabilidad conjunta de todas las variables.

En opinión de Buzai, la clasificación espacial debe contemplar ciertas definiciones lógicas: (1) El total de las clases debe cubrir la totalidad del área de estudio es decir, que todas las unidades espaciales deben estar adjudicadas a una clase, (2) Las clases son disjuntas, es decir, que una unidad espacial se adjudica exclusivamente a una única clase, (3) El procedimiento de clasificación se debe realizar considerando variables que lleven a una clara diferenciación de espacios, y finalmente, (4) puede tener o no contigüidad espacial, este aspecto depende del objetivo que pretenda la clasificación.

En el caso de este trabajo, se aplicaron diferentes técnicas para identificar variaciones en los patrones físicos del suelo como el índice de concentración y la autocorrelación espacial para caracterizar la estructura urbana del AMCM e identificar si existen áreas geoestadísticas que conformen grupos homogéneos de población, empleo y actividades (usos del suelo).

### **2.1.3.2.-Indicadores de Concentración Global y Areal**

Este método diferencia el espacio geográfico a través de identificar desequilibrios entre unidades espaciales para implementar políticas de gestión y planificación. De acuerdo a Buzai, la época actual se caracteriza por la fragmentación cultural y económica de la sociedad, lo que produce procesos de concentración y segregación espacial de diferentes usos de suelo. En el análisis de las distribuciones territoriales, el desequilibrio que existe

entre las unidades espaciales es un tema de gran interés para el planificador porque le permite tomar mejores decisiones, por esta razón, es importante contar con estudios de densidad, análisis de concentración y de autocorrelación espacial.

Buzai (2006) señala que los modelos clásicos de la estructura urbana se basaron en el concepto de centralidad, noción que se elaboró a partir de combinar factores como accesibilidad, concentración de usos de suelo rentables y actividades económicas. Para estimar a cada una de ellos se pueden utilizar dos perspectivas: 1) *teóricas*, “que se encamina a la accesibilidad espacial y renta diferencial de ubicación espacial), las características de la economía de aglomeración (economía regional y urbana) o los aspectos propios de la segregación espacial basada en la falta de integración cultural (sociología urbana),” (Buzai 2006 p.2) y 2) *metodológico*, en donde se usan diversas técnicas para obtener valores cuantitativos y describir estos fenómenos en el mismo o diferentes espacios a través del tiempo.

Así, el análisis de la *concentración* y *segregación* es una técnica que mide las “distancias sociales”, cada vez mayores, que las “distancias espaciales”, su origen proviene de los estudios de la segregación urbana, cuya medición se basa en cuatro dimensiones básicas: 1) *uniformidad*, 2) *exposición*, 3) *concentración* y 4) *centralización*. En opinión de Buzai estas dimensiones permiten estudiar diferentes aspectos de la sociedad y sus interrelaciones. La *uniformidad* mide las diferencias de la distribución de un grupo social en particular con respecto a la población total y se estima por el *Índice de Segregación Espacial Global* (IESGH); la *exposición* describe la interacción cultural entre grupos diferentes en función de su jerarquía y depende de los tamaños relativos de los dos grupos y es posible calcularlo por el *Índice de Segregación Espacial Areal* (ISEA); la *concentración* se refiere al tamaño relativo del espacio físico ocupado por el grupo minoritario en el área de estudio y es medido por el *Índice de concentración Superficial* (ICS) y la curva de Lorenz; finalmente, la *centralización* se refiere a la localización espacial de un grupo con respecto al área central de la zona de interés y se mide a través de combinar los índices anteriores. Este método es útil en el estudio de las estructuras urbanas latinoamericanas, porque, en opinión de Buzai, los métodos que se utilizan actualmente son ineficientes cuando se compara la realidad sajona y latinoamericana, se encuentra que producen dos modelos contrapuestos, el primero se basa en un deterioro de las áreas centrales y la *suburbanización* de los grupos

acomodados mientras el segundo resalta las preferencias de localización de la élite en el centro y las peores condiciones socio espaciales en la periferia.

En el capítulo anterior se examinaron los modelos de estructura latinoamericana elaborados por Griffit y Ford (1982), Ford (1996) y de Bärh y Merlins (1981), Borsdorf (1982), Janoshka (2002), Borsdorf, Bärh y Janoshka (2003) los principios escritos por los geógrafos alemanes, constituyen una de las bases del análisis exploratorio de datos espaciales y de las técnicas que se describirán en las siguientes secciones. La geografía alemana estudió a las ciudades latinoamericanas y reunieron sus ideas en un solo modelo llamado “modelo para la gran ciudad de América Latina” (Buzai 2003 p.81) en el que se incluyen las ideas de Bärh (1976) y Merlins (1980); mientras que Borsdorf (2003) propuso un modelo evolutivo del desarrollo espacial urbano que incluyó un análisis de la época actual.

A partir de los trabajos mencionados, Buzai señala que la estructura urbana latinoamericana es una sobre posición de tres patrones: 1) *Estructura antigua de anillos concéntricos*: que surgió durante el período colonial y esta formada por un CBD, que contiene los edificios del poder y la residencia de la elite frente a la plaza central seguido de un anillo de transición comercial y de talleres para finalizar con la zona residencial más desfavorecida que rodea a la ciudad en un anillo exterior, 2) *Estructura moderna sectorial*: se generó a partir de la década de 1930 y produjo el crecimiento en ejes de las zonas caracterizado por viviendas de lujo y actividad comercial en expansión y 3) *Estructura celular periférica*: compuesta por barrios informales y proyectos del gobierno orientados a los grupos de escasos recursos, Mertins incluyó barrios cerrados como asentamientos poblacionales de la elite y nuevas centralidades comerciales como los *shopping centers* periféricos (Buzai 2003 p.78-79). En opinión de Borsdorf estas estructuras espaciales son producto de su desarrollo histórico urbano que se resumen en cuatro etapas: 1) ciudad colonial o compacta, 1550-1820, 2) ciudad en una primera fase de urbanización o polarizada, 1920, 3) ciudad en una segunda fase de urbanización o sectorial, 1970, y 4) ciudad fragmentada o actual, 2000. Esta última corresponde a lo que Janoschka denominó modelo de “ciudad de islas”, que es una manifestación resultado de las políticas neoliberales aplicadas en los países latinoamericanos, y que tienen mucho que ver con la conexión de

espacios privilegiados en el marco de la globalización y el uso de las actuales tecnologías digitales<sup>38</sup>

En el caso de la organización interna, Harrison y Weinberg opinan que la segregación es útil para clasificar diferentes áreas intraurbanas y se puede medir a través de cuatro dimensiones: 1) uniformidad, 2) exposición, 3) concentración y 4) centralización (Harrison y Wienberg citado por Buzai, 2006: 337). Cada una resaltan aspectos relevantes de la estructura urbana, por ejemplo, la *uniformidad* es la distribución diferencial de la categoría poblacional estudiada con respecto al total de población; para analizarla, se utiliza el *Índice de Segregación Espacial Global* (ISEG); la *exposición* apunta a la interacción entre los miembros mayoritarios y minoritarios del grupo social por examinar, que pueden estar espacialmente segregados o concentrados; esta medida depende de los tamaños relativos de los dos grupos que se comparan en cada unidad espacial. La segregación se mide con del *Índice de Segregación espacial Areal* (ISEA) y la concentración), entendido como el monto relativo de espacio físico que es ocupado por el grupo minoritario en el área de estudio, se estima mediante el *Índice de Concentración Superficial* (ICS) y la curva de Lorenz; finalmente, la *centralización* se refiere a la localización espacial de un grupo respecto al área central de un área urbana, quedará en evidencia a partir de la cartografía de los resultados del ISEA. /Citado por Buzai 2006 p.337) En el análisis del uso del suelo es importante conocer cómo se concentra un determinado tipo de actividad, para responder esta pregunta se utiliza el indicador de concentración derivado del de segregación,

Buzai (2003) afirma que la segregación espacial de una determinada categoría poblacional encuentra en el ISEG una medida del comportamiento de esta categoría en el interior del área de estudio que se define como

$$ICS(A) = k + \sum_{i=1}^n |\text{sup}(\%) - b_i|$$

Éste método se complementa con la curva de Lorenz, que en opinión de Buzai, mide el grado de concentración de una categoría poblacional –uso de suelo- respecto a la base de los valores mayores –las seis categorías de suelo- y es útil para saber cómo se concentran en la ciudad. ¿Cómo funciona el método? éste utiliza los porcentajes acumulados de los ejes “X-Y”, como un indicador de concentración espacial, en el eje de las “X” se tendrá las

---

<sup>38</sup> Sus características se pueden ver en el primer capítulo

superficies de cada unidad espacial y el eje “Y” los valores de la categoría poblacional. Hay dos formas de estimar el índice de concentración: 1) *Espacial Global* (ICEG) y 2) *Espacial Areal* (ICEA), éste último nos permitirá saber en qué proporción se concentra un determinado tipo de uso de suelo. El procedimiento es muy sencillo y se calcula de la siguiente manera: se debe contar, en primer lugar, con la superficie de cada tipo de suelo agregado por AGEB y se realizan una serie de procedimientos metodológicos secuenciales:

1. Se obtiene la densidad de la categoría considerada, en este caso los tipos de suelo.
2. Se ordena toda la matriz en base a los valores de densidad de forma ascendente,
3. Se generan dos nuevas columnas en valores porcentuales para los datos anteriores,
4. Se acumulan dichos porcentajes, y
5. Se grafican los porcentajes acumulados.

El ICS se calcula de la misma forma que el ISEG, utiliza los valores porcentuales superficiales ( $x$ ) y el de la categoría poblacional considerada ( $y$ ). (Buzai 2006: p.340). Para construir este indicador se siguen los pasos mencionados y se construye la curva de Lorenz y se interpretan los resultados; por ejemplo, ¿cómo se concentra el suelo habitacional en el AMCM?

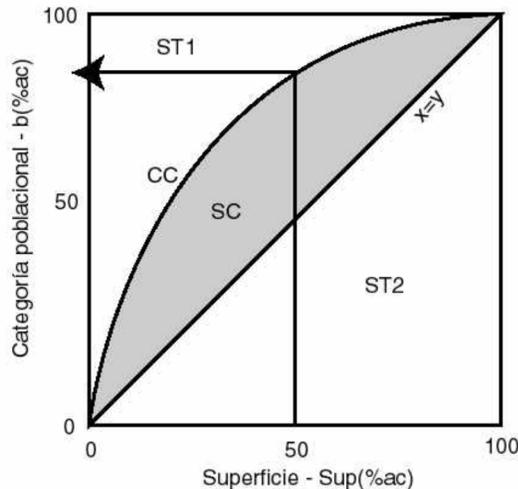
- 1) Se debe contar con la superficie total del AGEB y el área del suelo habitacional en dos columnas por separado.
- 2) Se estandarizan ambas superficies con respecto al total de cada columna (superficie del AGEB y suelo habitacional).
- 3) Se elabora la densidad de suelo habitacional dividiendo superficie de habitación entre el área total del AGEB que es la columna que permite construir la curva de Lorenz
- 4) Se obtienen los porcentajes acumulados de la superficie por AGEB y del suelo habitacional, que son los puntos que compondrán la curva.
- 5) Se calcula el Índice de concentración superficial (ICS) a partir de la fórmula que Buzai (2006) lo llama índice de concentración areal global (ICEA) y

6) Se calcula el Índice de Concentración Espacial Areal que es el valor que se cartografía.

La interpretación de este ICEA se basa en que los valores menores a 1 corresponden a poblaciones en las cuales la proporción de población total es mayor a la del grupo poblacional que se está examinando, un valor del ISEA igual a uno significa que se las proporciones se distribuyen de forma similar, es decir, existe un equilibrio y cuando el ISEA es mayor a uno, corresponden a zonas que tienen una alta concentración del grupo poblacional.

Buzai señala que si bien este resultado genera un recurso visual de mucha importancia, se intenta superar su base geométrica a partir de cálculos aritméticos que brinden mayor precisión al contemplarse la variable superficie, así el ISEG para ser un índice de concentración superficial de cálculo analítico

Figura 18 Características de la curva de Lorenz como curva de concentración superficial



Fuente: Buzai, G.D. y Baxendale, C.A. (2006). “Análisis por clasificación multivariada de datos espaciales”, *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Capítulo 13, Lugar Editorial. Buenos Aires p.343

La curva de Lorenz se interpreta de la siguiente manera: en el eje horizontal se presenta la superficie de la zona de estudio clasificada en porcentajes acumulados (Superficie total de cada AGEB), en el eje vertical se encuentran los porcentajes de la superficie de suelo que se está examinando. Al recorrer cada valor a lo largo del eje “X” y compararlo con su valor “Y” se obtiene el grado de concentración de suelo para cada AGEB. El punto de máximo valor es donde la curva está más alejada de la línea a 45° entre los dos ejes. Este indicador

también proporciona un valor global de concentración lo que da una idea general de la intensidad en que es utilizado el suelo; sin embargo, para explicar por qué se localizan los usos de suelo en estas áreas se requiere utilizar otro método analítico.

## **2.2.-Análisis exploratorio de datos espaciales**

La Ley Principal de la Geografía o Ley de Tobler<sup>39</sup>, establece que los datos espaciales son dependientes de su localización relativa y desde el punto de vista de la *autocorrelación espacial* los lugares contiguos se parecerán mucho entre sí, por lo que es lógico pensar que existen relaciones entre los datos. Wong señala que el concepto de patrón es estático porque “sólo muestra como los objetos geográficos se distribuyen en el espacio” (Wong, 2005 p.327), por ello considera que los cambios en los patrones espaciales reflejan el dinamismo de los procesos sociales a través del tiempo.

La relación espacial compara patrones geográficos entre los datos de las áreas que se localizan en diferentes lugares, y es por medio de la estadística espacial que se pueden describir y analizar cómo cambian en el espacio; con la ventaja de que ayuda a comparar la realidad con patrones teóricos conocidos y determinar si son coherentes entre sí. Otra ventaja adicional es que, si desconocemos por completo el comportamiento de un fenómeno, la estadística espacial permitirá identificar patrones y clasificarlos en categorías que sean familiares. En los estudios urbanos se utiliza información de cortes transversal, es decir, son observaciones de diferente naturaleza recolectados en un mismo periodo de tiempo. Serrano y Vayá dicen que éstos tienen características especiales, útiles para aplicar la econometría espacial, que se resumen en tres tipos de análisis: 1) *efectos espaciales*, 2) *heterogeneidad* y 3) *dependencia espacial*.

El *efecto espacial* surge cuando se utilizan diferentes unidades espaciales –AGEBs o municipios- para explicar un mismo fenómeno, lo que da origen a la *inestabilidad estructural* o *heterogeneidad*<sup>40</sup>; ésta se puede resolver con “las técnicas econométricas existentes para las series temporales” (Moreno Serrano, 2000 p.13), finalmente, la

---

<sup>39</sup> La primera ley de la geografía de Tobler establece que “todo está relacionado con todo, pero las cosas próximas están más relacionadas que las distantes” (Tobler 1970:234).

<sup>40</sup> Se refiere a la variación de las relaciones en el espacio y tiene dos aspectos: 1) es inestable estructuralmente, es decir, la variable de estudio no tiene estabilidad en el espacio y 2) presenta heterocedasticidad, se presenta por la omisión de alguna variable que incrementan los errores.

dependencia o autocorrelación espacial surge siempre que el “valor de una variable en un lugar del espacio está relacionado con su valor en otro u otros lugares del espacio” (*ibid*).

A partir de lo anterior, se puede interpretar que los hechos físicos que se producen sobre la superficie terrestre tienen características semejantes en dos puntos próximos: por ejemplo, pueden localizarse en altitudes parecidas o tener niveles de precipitación o temperatura casi iguales, etc. De la misma forma, esta circunstancia se puede presentar en las relaciones sociales; donde los procesos de *difusión* o de *interacción espacial* se miden a través del movimiento de bienes, personas e información. El flujo de estos elementos implican que las condiciones existentes en unos lugares se puedan manifestar en otros sitios, pero ¿qué tanto se parecen? y ¿existe una variación significativa entre ellos? Wong (2005) señala que la respuesta a estas preguntas depende, en primer lugar, de la cercanía física que tengan entre ellas, es decir, un área tenderá a parecerse a otra mientras más cerca estén y; por lo tanto, aumentara la intensidad de sus relaciones.

La *autocorrelación espacial* tiene como propósito medir la influencia de la localización de áreas semejantes basado en el principio de Tobler para estimar la similitud entre ellas. Esta *contigüidad espacial* es una medida que permite observar si existe “vecindad” entre las unidades territoriales, tales como estados, municipios, colonias, áreas geoestadísticas o manzanas de un asentamiento humano. Serrano y Vayá (2000) hacen una reflexión acerca de la naturaleza de la autocorrelación que “está naturalmente asociada a los datos de series temporales, puede presentarse en muestras de sección cruzada, una situación similar; si la ordenación de las observaciones en la muestra sigue unos criterios geográficos, como pueden ser las distintas áreas del país, o de las familias de un vecindario, entonces los términos de error correspondientes a observaciones sucesivas pueden estar correlacionadas entre sí; esta situación se denomina autocorrelación espacial, para la que se ha desarrollado algunos procedimientos específicos” para medirla (Moreno Serrano, 2000 p.20).

La *autocorrelación espacial* se define como “una consecuencia de la relación funcional entre lo que ocurre en un punto determinado del espacio y lo que ocurre en otro lugar” (Moreno Serrano, 2000 p.21). En otras palabras, el valor que toma una variable en una región no se explica únicamente por condiciones internas sino también por el valor de esa misma variable en otras regiones vecinas incumpléndose por tanto el supuesto de la independencia entre las observaciones muestrales. Pero, ¿cómo se produce la

autocorrelación o dependencia espacial?, Haining señala que la presencia de *errores en la medida* y los *fenómenos de interacción espacial* pueden inducir la dependencia espacial; los primeros se explican por las diferencias entre la extensión espacial del fenómeno económico y las unidades espaciales de observación, los segundos son efecto del desbordamiento y la presencia de jerarquías espaciales

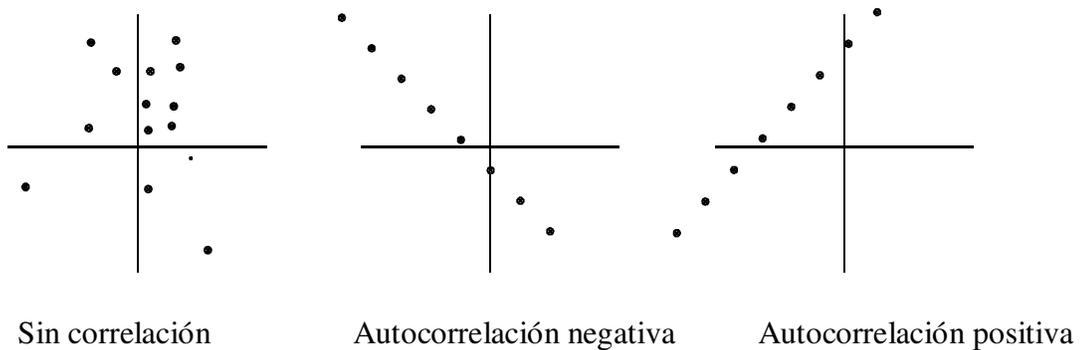
Es necesario señalar que la *contigüidad espacial* no tiene el mismo significado que la noción de *vecindad*; el primero se refiere a la cercanía física de diferentes sitios mientras que el segundo describe las relaciones o interacciones que tienen entre sí. Lai define a la *vecindad* como “una medida de la interacción potencial entre las áreas adyacentes” (Lai, 2009 p.79), en cambio, la *contigüidad espacial* es una medida que revisa la relación espacial entre áreas geográficas sin importar que no compartan un borde; es decir, se estima la posible interacción entre las áreas vecinas. A partir de estas diferencias, el siguiente paso consiste en averiguar cómo se organizan espacialmente estas zonas, de este modo la ponderación de los atributos de las áreas de interés se le conoce como *dependencia* o *autocorrelación espacial*; lo que significa que en el mundo real, hay muchas situaciones que muestran algunos grados de correlación, por ejemplo, la fertilidad en campos agrícolas vecinos o las preferencias de localización de acuerdo a niveles culturales, ideológicos y económicos.

En el ámbito urbano este tipo de dependencia espacial se produce de manera más compleja, debido al alto grado de heterogeneidad de las actividades que existen al interior de la ciudad. La densidad de población es un tipo de dependencia espacial que muestra la relación entre la cercanía al centro y la concentración de población en las áreas circundantes; sus valores varían en el territorio y diversos estudios –sociológicos y económicos- han encontrado que su valor es más alto si la distancia es pequeña con respecto al centro. Otro ejemplo de dependencia espacial es la accesibilidad que es un elemento muy apreciado en la localización de actividades comerciales y de servicios por quienes buscan ubicarse en el lugar que tenga la mejor localización, la literatura sugiere que el centro es el sitio más accesible de la ciudad, por lo tanto, será el lugar más codiciado para localizarse. Al principio, el centro es capaz de satisfacer la demanda de espacio para las actividades demandantes pero un incremento continuo de espacio provocará que el centro se sature y ya no pueda alojar nuevas actividades, en consecuencia, las áreas vecinas se vuelven más

atractivas por su cercanía y la demanda de espacio se traslada a estas áreas, en un efecto que Wong (2005) llama *spillover* o *desbordamiento*, fenómeno que explica en gran medida los intensos cambios de uso de suelo.

Wong señala que una vez que el cambio es descrito, explicado y entendido, es posible estimar cómo evolucionarán los patrones espaciales y sacar conclusiones sobre los factores que dirigieron dichos cambios; por ello, la *propiedad* más interesante de los datos correlacionados es que supone que las relaciones no se producen de manera aleatoria, al contrario, se relacionan de diferentes formas, lo que proporciona un mejor entendimiento de cómo cambiaron los patrones espaciales a través del tiempo. En general, si los objetos cercanos se parecen mucho entre sí, se dice que existe una autocorrelación espacial positiva; si por el contrario, los objetos cercanos, por el hecho de estar juntos, difieren mucho entre sí, la autocorrelación espacial es negativa (por ejemplo, la delincuencia suele ser menor en las cercanías de las comisarías de policía, denotando una autocorrelación espacial negativa entre casos de delincuencia y presencia policial). En el caso de no existir relación entre la aparición de un hecho y el lugar que ocupa, se suele referir a esta situación como correlación nula (figura 19).

Figura 19. Tipos de autocorrelación espacial



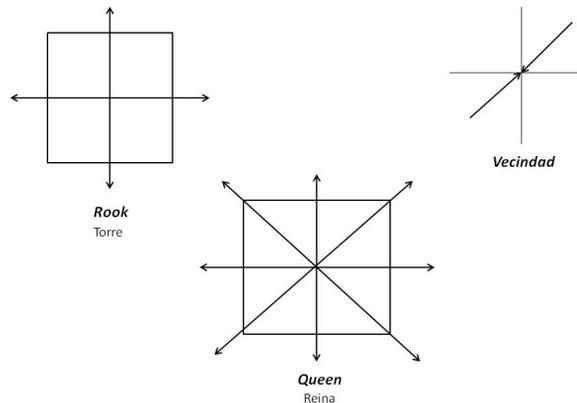
Fuente: Elaboración propia a partir de Wong, W.S. David. (2005), *Statistical Analysis of Geographic Information*, Wiley and Sons

Existen dos maneras de medir la autocorrelación espacial: *global* y *local*; la primera, calcula la relación por proximidad en el espacio a partir de un índice único, que a modo de coeficiente de correlación, establece la presencia o ausencia de este hecho en el territorio. Existen medidas de la autocorrelación espacial que tratan de mostrar su configuración

espacial de forma más localizada, que analizaremos más adelante y se les conoce como *medidas locales de asociación espacial*. La idea de contigüidad espacial tiene significados diferentes cuando se estima a nivel global, de acuerdo a Lai, “ésta se mide a partir del centro de la celda –si es un sistema raster- o del centro geográfico del polígono que representa la unidad administrativa que nos interesa analizar” (Lai, 2009, p. 79); el autor señala que los métodos más comunes para medir la contigüidad espacial son *Queen*, *Rook* y *Bishop*.

La contigüidad de *Rook* o torre utiliza los límites comunes (límites y vértices) para definir la vecindad entre los elementos, y como su nombre lo indica considera a los objetos que comparten un límite común entre las áreas. La contigüidad de *Queen* incluye a todos los puntos comunes (incluidos los límites y vértices) de todas las áreas, mientras que el método de *Bishop* sólo utiliza los vértices extremos de cada polígono. (Ver figura 20)

Figura 20. Medida de la contigüidad espacial según los criterios Rooks, Bishops y Queen's



Fuente: Elaboración propia

Por lo general, el método más utilizado es el de *Queen*, porque tiene las mayores ventajas en cuanto a la estimación de la vecindad por la mayor conectividad que se tiene entre las áreas, pero ¿qué sucede cuando se tienen diferentes tamaños entre las unidades geográficas?, indudablemente un cambio en la escala de agregación de los datos darán diferentes patrones espaciales, en geografía a este fenómeno se le conoce como *Map Areal Unit Problem* (MAUP) que tiene un efecto importante en la interpretación de los patrones de un mapa temático. La consecuencia inmediata del MAUP la explica Lai, quién señala que “los incidentes individuales se someten a altas generalizaciones cuando se les agrupa en una

unidad territorial, lo que significa que puede haber una distorsión en su representación cartográfica porque los límites de las unidades obedecen a criterios administrativos que no toman en cuenta la homogeneidad cultural, económica y social de la población”. (Lai, 2009 p.83). A pesar de este inconveniente, el estudio de las relaciones potenciales entre las áreas geográficas es interesante, porque permite saber si existe una jerarquía entre ellas y no perder de vista cuales son las zonas más “débiles” y si su existencia se debe a la presencia de un área dominante, en palabras de Lai permite “saber si tienen una dependencia espacial con el área dominante” (Lai, 2009, p. 83), ésta mide las variaciones de las características dentro de un espacio geográfico y las compara con las áreas vecinas. Lai señala que puede ser que no exista un patrón de asociación en el espacio, pero de existir, es importante saber cuáles son las causas que producen esta relación.

La dependencia espacial puede ser producida por tres tipos de factores: 1) que exista una correlación simple, es decir, que un factor común este presente en la comunidad como nivel educativo o similar nivel de ingreso; 2) que la relación sea provocada por la presencia de algún elemento que afecte el entorno como, por ejemplo, la cercanía de un centro comercial o ciertos tipos de uso de suelo; y 3) se puede considerar que hay una interacción espacial muy fuerte en diferentes zonas que no necesariamente son contiguas, a través del movimiento de personas y bienes, las cuales crean la relación entre las áreas. Al hablar de *contigüidad espacial* en términos estadísticos, significa que el valor de una variable está asociado con los valores de ella misma en los vecinos adyacentes o más cercanos, es decir, la autocorrelación espacial mide su relación consigo misma a través del espacio, pero ¿qué tan fuertes pueden ser estas relaciones?, ¿qué factor produce esta relación?, y ¿se pueden encontrar grupos de usos de suelo en el AMCM o su patrón actual es efecto del azar?

La importancia de la autocorrelación espacial reside en la última pregunta porque en la estadística “clásica”, se asume que cada muestra es independiente una de otra, pero si la autocorrelación espacial es positiva automáticamente estamos violando este supuesto, situación que empeora si las muestras fueron tomadas en lugares cercanos. Patrick y Klaussen (citado por Wong, 2005) destacan cinco principios básicos en el campo de la economía espacial: 1) *Interdependencia*, se refiere a las relaciones mutuas entre las observaciones de las variables de interés 2) *Asimetría*, se relaciona con la probabilidad de elección a partir de la localización de la variable 3) *Alotopía*, se refiere a buscar la

respuestas o causa de un fenómeno espacial en otro lugar 4) *No linealidad* identifica la no linealidad de las variables espaciales y 5) *Inclusión de variables topológicas*. el modelo espacial debe de incorporar las variables topológicas distancias, coordenadas, superficies y densidades.

En la literatura se señala que hay varias pruebas de autocorrelación espacial que se pueden utilizar para medir su extensión en el espacio y mide su covariación entre la variación total de las áreas vecinas. Moreno y Vayá señalan que el primer antecedente que se tiene sobre nuevos métodos espaciales se refieren a los trabajos de Morán en 1948 y Geary en 1954 y es en la década de los setenta cuando se propone el término de econometría espacial acuñado por Paelinck y Klassen en 1979, (citado por Moreno y Vayá 2000 p.21) cuyos esfuerzos se orientaban a medir la autocorrelación espacial en términos de la perturbación en la regresión. El índice de Morán es la medida más común que mide la autocorrelación espacial, si la medida es positiva indica la presencia de un área que tiene el valor más alto con respecto a las zonas circundantes. Lai llama a estas unidades *hot spots* o “puntos calientes”, de inmediato se advierte que un valor negativo significa que la presencia de la variable es más baja con respecto a los vecinos, a estos casos el autor los llama *cold spst* o “puntos fríos”. El autor señala que pueden existir áreas donde no exista un valor positivo o negativo, es decir, no podemos inferir nada sobre la influencia de las áreas vecinas, lo que permite identificar las fronteras entre las diferentes zonas.

El índice “C” de Geary es una medida similar pero se relaciona inversamente al de Morán, de acuerdo a Lai, esta medida muestra las diferencias entre los valores de las observaciones opuestos a la covariación entre ellos. Los valores que arroja este indicador se sitúan entre 0 y 2, aunque pueden existir valores más altos, el primero nos indica una fuerte autocorrelación espacial mientras que el 2 significa que la autocorrelación es negativa, pero ¿Cuál es la principal diferencia entre ambos indicadores? A pesar de que ambas son medidas globales, el índice de Geary es más sensible a las diferencias en las unidades geográficas más pequeñas. Lai señala que “a pesar de que la fortaleza del índice de Morán estriba en su simplicidad, su mayor limitación es su tendencia de promediar las variaciones locales en situaciones de auto correlación espacial”. (Lai 2009 p.85), por lo que es necesario utilizar otro indicador que compruebe la estabilidad de las zonas identificadas.

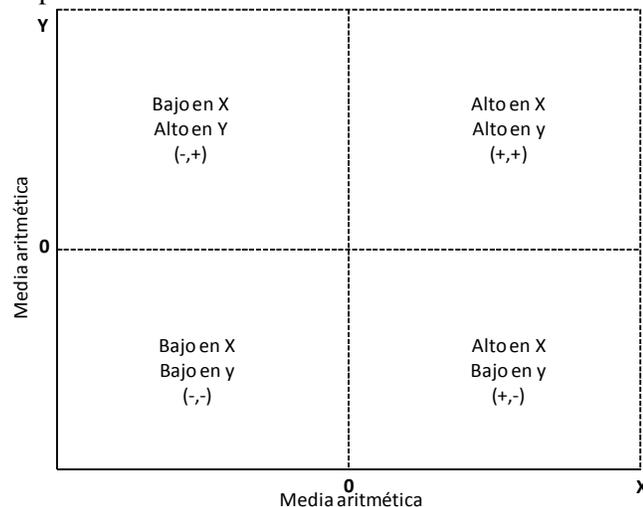
El indicador LISA –*Local Indicador of Spatial Association*– es un equivalente del índice de Moran y muestra con mayor precisión la existencia de los *hot spots*, *cold spots* y las fronteras espaciales del área de estudio. En otras palabras, muestran los agrupamientos de los valores altos, bajos y su mezcla en las áreas vecinas; este indicador LISA trabaja a través del uso de matrices de peso y produce una serie de valores estandarizados<sup>41</sup> que se visualizan a través de mapas para probar estadísticamente la presencia de los núcleos, a partir de las pruebas de significancia que tiene cinco escenarios posibles. (Ver figura 21 y 22)

Figura 21. Tipos de significancia espacial

	High-High (Altos-Altos)	Localizaciones con altos valores similares
	Low-Low (Bajos-Bajos)	Localizaciones con bajos valores similares
	Low-High (Bajos-Altos)	Potenciales fronteras espaciales localizaciones con bajos valores rodeados de valores altos
	High-Low (Altos-Bajos)	Potenciales fronteras espaciales localizaciones con bajos valores rodeados de valores bajos
	No significativos	Localizaciones sin autocorrelación significativa

Fuente: Lai, Poh-Chin, So, Fun-Mun y Chan, Ku Wing, (2009), *Spatial Epidemiological Approaches in Disease Mapping and Analysis*, CRC Prers p.86

Figura 22. Espacio de Relaciones entre dos variables Estandarizada



Fuente: Elaboración propia a partir de Buzai, Gustavo D. (2003), *Mapas Sociales Urbanos*, Editorial Lugar, Buenos Aires.

<sup>41</sup> El eje X y Y corresponden a la media de los valores estandarizados y los organiza en cuatro cuadrantes para comparar sus valores con el promedio del universo de estudio.

Hay tres formas de estimar la autocorrelación espacial: *univariada*, *bivariada* o por tasas estandarizadas, el primero compara el valor de la variable en una localización con respecto a su valor promedio en las áreas vecinas, como por ejemplo, la variación de superficie de suelo residencial en las áreas circundantes; el segundo método compara el valor de la variable con respecto al valor promedio de otra o con la misma variable en diferentes períodos de tiempo; un ejemplo de ello es observar si alguna categoría de suelo es inhibido con la presencia de otra actividad, finalmente, las variables estandarizadas son tasas que se producen a partir de la combinación de dos o más variables. Lai señala que se deben seguir siete pasos para realizar la autocorrelación espacial (ver cuadro 2.7):

Cuadro 2.7 Etapas del análisis de Autocorrelación Espacial

Pasos	Descripción	Función
1	Examinar los datos	Inspeccionar los datos y seleccionar las variables
2	Establecer las matrices de pesos	Recopilar información acerca de la estructura de los vecinos de cada localización considerando la contigüidad de primer orden
3	Examinar las características de las matrices espaciales	Usar un histograma de las observaciones ordenados por el número de vecinos para identificar las observaciones no conectadas
4	Calcular los promedios espaciales (spatial lags)	Spatial Lags es la suma de los valores ponderados de las localizaciones vecinas alrededor de la localización central
5	Visualizar la gráfica de Moran	Estudiar la gráfica estandarizada de la variable original con respecto a los promedios espaciales (spatial lag) para identificar agrupamientos o fronteras
6	Calcular la significancia estadística	Contrastar la significancia del estadístico de Moran contra la hipótesis nula de no autocorrelación espacial
7	Calcular LISA	Estimar la versión local del I de Moran para ver como la autocorrelación espacial cambia sobre la región.

Fuente: Lai, Poh-Chin, So, Fun-Mun y Chan, Ku Wing, (2009), *Spatial Epidemiological Approaches in Disease Mapping and Analysis*, CRC Prers p.88

### 2.2.1.-Expresión General de la Autocorrelación Espacial

La autocorrelación espacial, medida con el índice que sea, siempre responde al mismo principio: poner en relación las diferencias en los valores temáticos entre dos ubicaciones o casos, con la correspondiente distancia geométrica que les separa. Por ello, existe un armazón común a todo índice de autocorrelación espacial del tipo:

$$\Gamma = \sum (W_{ij} C_{ij})$$

Donde  $w_{ij}$  es la distancia o contigüidad geográfica entre cada dos sucesos o casos y  $C_{ij}$  es la diferencia entre sus datos temáticos. A partir de esta idea básica, existen dos índices de autocorrelación espacial considerados como fundamentales: *índice de Geary* e *índice de Morán*. La I de Morán utiliza el promedio de los valores como puntos de referencia para comparar y evaluar los valores vecinos, la Tasa de Geary compara directamente los valores entre los vecinos. Éstas pueden llamarse como *medidas globales de autocorrelación o asociación espacial*, debida a que sus valores se derivan de toda el área de estudio y describen la relación espacial de todas las unidades de la región, así, la variación interna de la autocorrelación espacial no es importante en esta escala.

La regla general señala que la autocorrelación espacial varía en el espacio; en este caso, las medidas globales son inadecuadas para capturar y medir la variabilidad espacial de la autocorrelación espacial. Desde el punto de vista de los geógrafos, los eventos territoriales no son constantes en el espacio, por el contrario, muestran una alta variación. En otras palabras, la homogeneidad espacial no existe en la autocorrelación espacial, y prevalece la heterogeneidad espacial. La medida de las variaciones internas de la autocorrelación espacial en la región de interés puede medirse por medio de las medidas locales, que proveen de un dato de autocorrelación espacial para cada unidad a escala local. Los métodos más utilizados son el Indicador Local de Asociación Espacial o LISA, que es una versión local del índice de Morán y la Tasa de Geary. Las estadísticas mencionadas son univariadas por naturaleza, evalúan una sola variable y cómo ésta se correlaciona en el espacio.

### 2.2.2.-Indicadores de concentración espacial: El índice de Morán Global

Como ya se menciona, el índice más utilizado para medir de la autocorrelación espacial es el índice de Morán. Este índice emplea el concepto de contigüidad en lugar de la distancia entre elementos geográficos. El valor del citado índice viene expresado en la fórmula que recogemos a continuación:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} (X_i - \bar{X})(X_j - \bar{X})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} (X_i - \bar{X})^2}$$

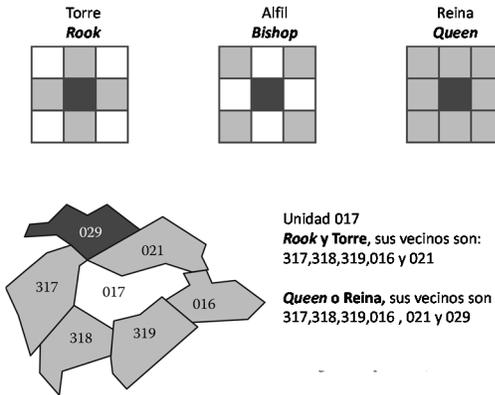
Siendo  $X_i$  el valor de la variable en el área  $i$ ,  $X_j$  el valor de la variable en el área  $j$ ,  $C_{ij}$  es la contigüidad entre los dos polígonos (1 si son contiguos y 0 si no lo son) y  $\bar{X}$  el valor medio de la variable en todas las áreas. Este estadístico adopta valores próximos a 0 cuando existe sentido positivo de la autocorrelación, acercándose a 1 si los valores de las unidades espaciales contiguas son similares. Morán introdujo este índice de medición de la autocorrelación global en 1950 y su éxito explica que aún continúe siendo utilizado en una gran parte de los estudios realizados sobre la autocorrelación espacial. La formulación matemática del índice de Morán es el siguiente:

$$C = \frac{n}{\sum_i \sum_j W_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j W_{ij} (Z_i - \bar{Z})(Z_j - \bar{Z})}{\sum_i (Z_i - \bar{Z})^2}$$

El índice de Morán comparte muchos de los elementos del índice de correlación de Pearson, en el numerador, puede observarse el valor de la covarianza, mientras que en el denominador el valor representado es el de la varianza. Además, el coeficiente de Morán se mueve entre valores de +1 (para el caso de la máxima autocorrelación posible y -1 (mínima autocorrelación posible). El valor de  $W_{ij}$  mide la contigüidad de los elementos  $i$  y  $j$ , siendo 0 cuando no existe contigüidad espacial y 1 cuando si existe. Hay diversas maneras de medir la contigüidad espacial; así, si los datos geográficos se presentan en un mapa continuo, referidos a las celdas raster, la contigüidad respecto de la localización central puede definirse de tres maneras principales.

De acuerdo con el criterio de *Rooks*, el más utilizado, se consideran adyacentes a la localización “e” las  $b, d, f, h$ ; la contigüidad de *Bishops*, por el contrario, analiza las relaciones de proximidad en relación diagonal, y consideraría vecinas a la localización “e” las  $a, c, g, i$ ; finalmente, el criterio de *Queen’s* combina los dos anteriores (ver figura 23).

Figura 23. Medida de la contigüidad espacial según los criterios Rooks, Bishops y Queen's



Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.3.-El Índice de Autocorrelación Espacial de Geary.

Junto con el índice de Moran, otra forma similar de medida de la autocorrelación espacial es el Índice de Geary, cuyo significado es parecido; fue planteado por el autor del mismo nombre en 1954 y su formulación responde a la siguiente expresión:

$$C = \frac{n-1}{2 \sum_i \sum_j D_{ij}} \frac{\sum_i \sum_j D_{ij} (Z_i - Z_j)^2}{\sum_i (Z_i - \bar{Z})^2}$$

Donde  $D_{ij}$  es la distancia euclidiana entre cada dos casos analizados ( $i$  y  $j$ ), y  $Z_i$  y  $Z_j$  son los valores de la variable temática en  $i$  y en  $j$  respectivamente.

La interpretación del índice de Autocorrelación Espacial de Geary es la siguiente:

- $C < 1$  indica autocorrelación espacial positiva.
- $C = 1$  indica la inexistencia de autocorrelación espacial.
- $C > 1$  indica autocorrelación espacial negativa.

La diferencia del índice de Geary con respecto al indicador de Moran consiste en que este último mide la adyacencia de las áreas geográficas mientras Geary utiliza la distancia lineal entre los centroides geográficos de las unidades para diferenciarlos.

#### 2.2.4.-Indicadores locales de asociación espacial o LISA

El indicador local de asociación espacial (LISA por sus siglas en inglés) es una poderosa herramienta para identificar la auto-correlación o heterogeneidad a nivel local en el área de estudio. Esta fue propuesta por Anselin (1999) para capturar la inestabilidad de los grupos o clústeres locales en el área geográfica de estudio; en este caso, el indicador I de Moran para un área  $i$  mide la asociación entre el valor de  $i$  y los valores de sus áreas cercanas, en realidad, en la literatura se le considera como la versión local del índice de Moran y la C de Geary que indica el grado de autocorrelación espacial, a nivel local donde se produce un valor de autocorrelación para cada área geográfica. El índice de Moran local o índice de autocorrelación local (LISA) se define como:

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j$$

Donde  $Z_i$  y  $Z_j$  son las desviaciones a partir de la media para los correspondientes valores de  $X$

$$z = \frac{x_i - \bar{X}}{\partial}$$

Donde  $\partial$  es la desviación estándar de la variable  $\bar{X}$ , en otras palabras, indica su calificación con respecto a  $Z$ . Se interpreta de la misma manera que el Morán, un valor elevado de la estadística de Moran significa que hay un agrupamiento de valores similares (los cuales pueden ser altos o bajos). Un valor bajo indica la existencia de grupos con valores disímiles o con baja correlación.

En general  $W_{ij}$  es la matriz estandarizada de las filas de la matriz; pero pueden existir otras matrices de pesos espaciales. Si los pesos están en forma de filas estandarizadas, la operación  $\sum_j W_{ij} Z_j$  reparte una fracción de cada uno de los valores estandarizados en las unidades circundantes, se puede pensar que es una combinación lineal de la clasificación  $Z$ . El resultado de esta operación es una estimación de los valores vecinos y se multiplican por los valores  $Z$  del área  $i$  derivados del valor del estadístico de Moran de dicha unidad.

La estadística local de Morán indica que tan relacionados están los valores vecinos unos con otros mientras el *Indicador Local de Asociación Espacial* (LISA) mide cuánto

contribuye cada unidad espacial al valor global. Hay tres maneras de estimar la autocorrelación espacial: *univariada*, *bivariada* o por *tasas estandarizadas*, el primero compara el valor de la variable en una localización con respecto a su valor promedio en las áreas vecinas, como por ejemplo, la variación de la superficie de suelo residencial en las áreas circundantes; el segundo método compara el valor de la variable con respecto al valor promedio de otra variable o con la misma variable en diferentes períodos de tiempo; un ejemplo de ello es observar si alguna categoría de suelo es inhibido con la presencia de otra actividad, finalmente, las variables estandarizadas son tasas que se producen a partir de la combinación de dos o más variables

Un valor positivo del estadístico de Morán, significa que altos valores están rodeados por áreas con altos valores de la variable de estudio (*high-high*) o bajos valores están rodeados por áreas de bajos valores (*low-low*). Un valor negativo significa que bajos valores están rodeados por altos valores (*low-high*) o altos valores están rodeados por bajos valores (*high-low*). Lo anterior sugiere dos clases de auto-correlación espacial positiva o clusterización (*high-high* y *low-low*), y dos clases de correlación espacial negativa (*high-low* y *low-high*) (Anselin, Syabri, y Smirnov, 2002 citado por Wong).

Uno de los rasgos que caracterizan los test de asociación espacial es que son válidos para contrastar la presencia de un esquema de autocorrelación espacial global, dado que analiza todas las regiones de la muestra de forma conjunta. Por ello, dichos test no son sensibles a situaciones donde predomina una importante inestabilidad en la distribución espacial de la variable de estudio, llamado proceso no estacionario espacialmente, la estacionalidad implica que sus propiedades estudiadas no cambien a través del espacio. En sentido estricto, un proceso espacial es estacionario cuando cualquier distribución conjunta de variables aleatorias sobre un subconjunto de puntos en el espacio dependen de la posición relativa de las diferentes localizaciones, lo cual se encuentra determinado por su orientación relativa o ángulo y las distancias respectivas.

El anterior efecto se puede reducir con los indicadores locales de asociación espacial y se asume que la I estandarizada se comporta como una curva normal. Anselin señala que si bien es habitual asumir una distribución asintótica normal para el contraste, es cuestionable dicha distribución en la medida en que no siempre la aproximación asintótica es válida, y segundo, porque los momentos de primer y segundo orden utilizados para la estandarización

del estadístico se obtienen bajo una hipótesis nula de no autocorrelación espacial que no siempre se cumple. Para ello Anselin propone la obtención de un pseudo nivel de significancia a partir de la distribución empírica derivada siguiendo un criterio de aleatoriedad condicional o de permutación.

#### 2.2.4.1.- Matrices de Peso en el análisis Local (LISA)

Moreno y Vayá señalan que hay un punto común entre la autocorrelación espacial y temporal, ambas violan el principio de independencia entre las observaciones de las muestras ya sea en corte transversal o temporal, sin embargo, la dependencia temporal es unidireccional (el pasado explica el presente) mientras que la dependencia espacial es multidireccional (una región puede no sólo estar afectada por otra región contigua a ella sino por otras muchas que la rodean, al igual que ella puede influir sobre aquellas. Anselin señala que surge un efecto frontera producido por la dependencia espacial, ya que ésta se extiende a todas las unidades espaciales, incluso a las que no tienen información. Este efecto de la multidireccionalidad se resuelve por la definición de la matriz de pesos espaciales o de retardos o de contactos ( $W$ ) (ver figura 24)

Figura 24 Matriz de retardo espacial

$$\begin{matrix} 0 & W_{12} & W_{iN} \\ W_{21} & 0 & W_{2N} \\ W_{N1} & W_{N2} & 0 \end{matrix}$$

Fuente: Moreno Serrano, R y Vayá Valcarce E, (2000) *Técnicas Econométricas para el tratamiento de datos espaciales: La econometría espacial*. Ediciones, Universidad de Barcelona, p. 22

Que es una matriz no aleatoria cuyos elementos  $W_{ij}$  reflejan la intensidad de la interdependencia existente entre un par de regiones  $i$  y  $j$ . Una de las condiciones de esta matriz de acuerdo a Anselin es que los pesos deben ser positivos y finitos. Frecuentemente la contigüidad física se establece de primer orden (Morán y Geary), donde  $W_{ij}$  es igual a 1 si las regiones  $i$  y  $j$  son adyacentes y 0 en caso contrario. Habitualmente, se recurre a la estandarización de la matriz  $W$  dividiendo cada elemento  $W_{ij}$  por la suma total de la fila a la que pertenece, de forma que la suma de cada fila sea igual a la unidad. La matriz de pesos espaciales permite relacionar una variable en un punto en el espacio con las observaciones para dicha variable en otras unidades espaciales del sistema.

El operador de retardo espacial implica un cambio en el espacio pero está restringido por algunas complicaciones que surgen cuando se intentan hacer analogías entre el dominio temporal y espacial. De acuerdo a Moreno *et al*, se debe a que el segundo se puede presentar en múltiples direcciones en las que el retardo puede tener lugar; de tal forma, el concepto de cambio espacial (*spatial shift*) implica observaciones que están alejadas una o más unidades de distancia de una localización, donde las unidades de distancia pueden medirse en dos o cuatro direcciones. Pero, las unidades espaciales en la realidad, como los municipios o AGEBS, no utilizan la estructura de malla regular o *lattice*, por lo tanto las mediciones diferirían en cada unidad. Es por ello que se utiliza el concepto del *operador de retardo espacial* consistente en un promedio ponderado de los valores en las localizaciones vecinas, con unas ponderaciones fijas y dadas de forma exógena. Formalmente el operador del retardo espacial se obtiene como el producto de la matriz de pesos espacial por el vector de observaciones de una variable aleatoria  $y$ , es decir

$$\sum_j w_{ij} y_j$$

Donde  $W_{ij}$  son los pesos espaciales, de ésta forma, cada elemento del retardo espacial es igual a un promedio ponderado de los valores de la variable en el subgrupo de observaciones vecinas  $S_j$ , dado que  $W_{ij} = 0$  para  $j \notin S_{ij}$ . En caso de estandarizar por filas la matriz de pesos espaciales, la variable retardada espacialmente representa un suavizado de los valores vecinos, dado que la suma de todos los pesos de una determinada fila es igual a 1.

¿Por qué es importante la matriz de retardo espacial en el análisis de autocorrelación?, porque permite minimizar los efectos de la heterogeneidad en los límites de las unidades espaciales que frecuentemente, obedecen a criterios administrativos más que a una clasificación funcional basados en, por ejemplo, la población o el empleo; además, disminuye el efecto del problema de la *Unidad Mínima Cartografiable* o *Map Areal Unit Problem*. De acuerdo a Moreno y Vayá si se desea evaluar relaciones de contigüidad más complejas o de orden alto, es decir, 2, 3,4 que significa que los segundos, terceros y cuartos vecinos de la unidad territorial de interés, se pueden obtener redundancia en la matriz de pesos, lo que significa que al correr las pruebas de aleatorias se obtendrán resultados

espurios; por ello, es importante eliminar estas redundancias de la matriz de peso espacial (Moreno Serrano, 2000 p.27).

Cada una de las técnicas que han sido expuestas se utilizarán en el análisis de la estructura urbana del AMCM de la siguiente manera: 1) se presenta un diagnóstico de la localización del uso de suelo que incluye los cambios que ha experimentado, 2) la aplicación de la autocorrelación espacial para evaluar cómo se agrupan los usos de suelo e identificar qué tipo de modelo ecológico refleja su estructura urbana y 3) identificar qué papel desempeña la población en la organización del suelo urbano del AMCM.

### **Conclusiones**

Es evidente que las variables demográficas y económicas son diferentes en estructura y la manera en que son elaboradas si las comparamos con el uso de suelo. Ambas utilizan diferentes unidades geográficas de análisis y, en el caso de los usos de suelo, sólo se contó con la clasificación por predio de la ciudad de México mientras que en los municipios mexiquenses debí completar con recorridos de campo la información y agregarla por zonas homogéneas de suelo y después incorporarlas por AGEB; por lo que utilice diferentes técnicas multivariadas para analizar la información. El banco de información que construí podrá servir como referente a posibles estudios de suelo aunque considero que podrían incorporarse otras variables como antigüedad de la construcción, número de niveles, mezclas de usos de suelo en el mismo predio para identificar cómo el tamaño de la unidad geográfica puede afectar los resultados que presento en el siguiente capítulo.

De tal forma, los ejercicios los organicé de la siguiente manera: primero, presento el análisis de ji cuadrada para evaluar si la población influye en el patrón de los usos de suelo del AMCM, en el cual utilizo el uso de suelo por predio en combinación con los datos económicos y de población por AGEB. En este ejercicio, evalué la presencia de todos los usos de suelo para confirmar o rechazar la hipótesis de dependencia del suelo y la población para después, excluir el uso de suelo habitacional y conocer si los usos de suelo complementarios –actividades no residenciales- tienen el mismo efecto. El segundo ejercicio analiza en qué proporción es utilizado el uso de suelo en cada AGEBs del AMCM y constituye una aproximación a una estructura urbana basada en su concentración. EL tercer ejercicio se diseño pensando en identificar la combinación de los usos de suelo en el

área metropolitana a través del análisis cluster y obtener una fotografía de la estructura interna de cada unidad territorial para después aplicar el modelo de autocorrelación espacial y evaluar la existencia de grupos de usos de suelo en el territorio.

# 3

## Capítulo 3 Organización interna y estructura urbana del Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM)

### Introducción

Este capítulo muestra los aspectos de la organización interna de los usos de suelo y los antecedentes del crecimiento físico y poblacional del Área Metropolitana de la Ciudad de México (AMCM). Se divide en tres secciones: 1) estructura social y uso de suelo, 2) el patrón espacial del uso del suelo del AMCM y 3) patrones de concentración de suelo habitacional, industrial y mixto del AMCM identificados con el análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE). La primera sección examina la relación entre la población y los usos del suelo por medio de la prueba ji cuadrada para identificar el “consumo” de suelo por los distintos estratos sociales en el área metropolitana a través de relacionar disponibilidad y tipo de empleo, nivel educativo, ingreso y usos de suelo circundante; para después construir una primera estructura urbana de usos del suelo por medio del análisis de conglomerados o cluster. Los resultados que obtuve sirvieron para compararlos con los estructura urbana elaborada con el análisis de autocorrelación espacial de la tercera sección y determinar si el uso de ciertas variables influyen en nuestra percepción de la organización interna y física de los usos del suelo del AMCM. La segunda sección describe los cambios de los usos del suelo en el AMCM, entre 1990 y 2000; para tal efecto, se construyó un cuadro resumen por municipio que muestra los cambios de los usos del suelo.

Finalmente, la tercera sección explora si los usos de suelo forman grupos en el territorio a través de la autocorrelación espacial y el índice de Morán, para construir, una tipología del suelo y compararla con los modelos (ecológicos anillos concéntricos, núcleos múltiples y sectorial de Burgess, Hoyt y Ullman y Harris respectivamente), y determinar si su organización física presenta un comportamiento similar a los descritos por estos modelos.

La acelerada expansión del área urbana de la ciudad se inició en 1940 debido a la implementación de la política de industrialización en el país, lo que concentró las actividades económicas en el Distrito Federal y Estado de México. Ambas entidades, expandieron su superficie física y creció su población, estos procesos requirieron de grandes cantidades de tierra para alojar a las nuevas actividades (ver cuadro 3.8, gráfica 1, mapa 3 y 4). Debido a los escasos de suelo plano, la mancha urbana se desbordó hacia las zonas más altas y satisfacer la creciente demanda de espacio para construir nuevos edificios. En la gráfica 1 se observa que la expansión física y poblacional del AMCM se produjo en seis etapas que iniciaron en 1950 y finalizaron en 2000. Aunque en las primeras décadas la ciudad tuvo un crecimiento sostenido, se observó que entre 1990 y 2000 se produjo una baja importante en su estructura poblacional explicada porque las políticas de planificación familiar implementadas en los setentas comenzaban a surtir efecto. La ciudad tuvo tres ciclos importantes en su crecimiento demográfico y éste rebasó al de la superficie urbana: 1) en 1950 la ciudad de México contaba con 3, 294,310 habitantes y tenía cerca de 176.6 kilómetros cuadrados de superficie construida; 2) para 1960, su población aumentó a 5, 401,951 personas y el área urbana creció a 327.1 kilómetros; 3) finalmente, en 1980, se contabilizaron 13, 871,262 personas asentadas en 855.4 kilómetros cuadrados. Con respecto a su dinámica demográfica, la población de las delegaciones centrales (Miguel Hidalgo, Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Benito Juárez) y algunos municipios exteriores <sup>42</sup> crecieron a una tasa de 5.07%, lo que significó un aumento de 2,107, 641 habitantes entre 1950 y 1960. Entre 1970 y 1980, la situación demográfica comenzó a cambiar, disminuyó su tasa de crecimiento de 4.5% a 0.7% mientras que el consumo de tierra se elevó de 2.5% a 6.6%, lo que en términos absolutos significó un crecimiento absoluto de 4,977,257 habitantes y 188.9 kilómetros cuadrados de superficie urbana. En la siguiente década (1980-1990), el ritmo de crecimiento del suelo y la población disminuyeron significativamente (0.8% y 1.6%), situación que se agravó en el periodo 1990-2000 (0.78% y 0.25%). Así, entre 1980 y 1990 la población creció sólo 921,910 personas y se estabilizó en 2000 y 2005 (17, 300,633 y 17, 988,283 millones de habitantes). Este crecimiento poblacional significó una demanda constante de suelo para la construcción de viviendas que contaran con los

---

<sup>42</sup> Incluyen a Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Coyoacán Gustavo A. Madero, incorporándose Cuajimalpa, Tlalpan, Xochimilco y los municipios de Naucalpan y Ecatepec

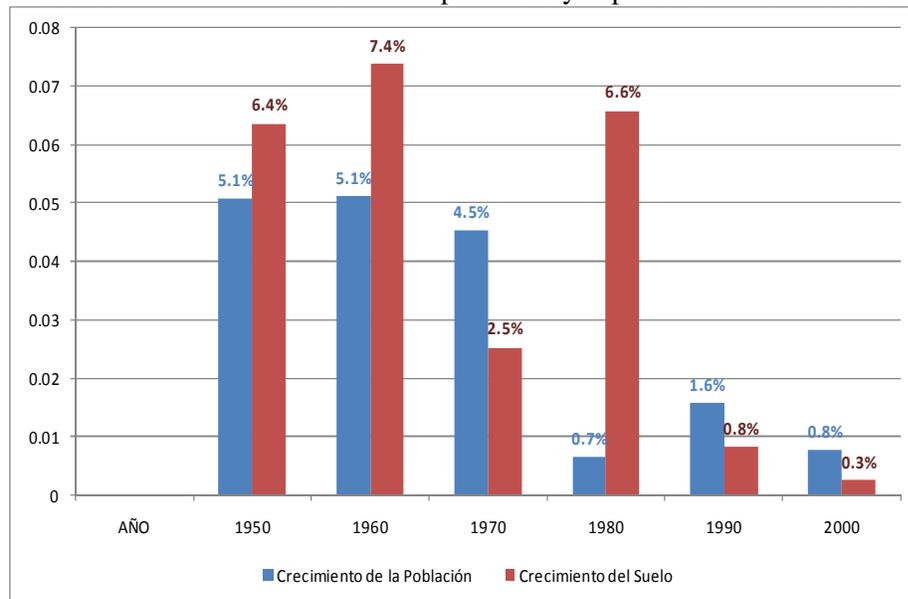
servicios básicos. (Ver gráfica 1, cuadro 3.8 y mapa 3) explicado por el intenso proceso de suburbanización en la ciudad que alteraron significativamente los patrones de usos del suelo.

Cuadro 3.8 AMCM: Crecimiento de la población y expansión física de la ciudad, 1950-2005

Año	Población	T.C. Población	Superficie (kilómetros cuadrados)	T.C. Expansión Física	Década
1950	3,294,310		176.6		
1960	5,401,951	5.07%	327.1	6.36%	50-60
1970	8,894,005	5.11%	666.5	7.38%	60-70
1980	13,871,262	4.54%	855.4	2.53%	70-80
1990	14,793,172	0.65%	1617.3	6.58%	80-90
2000	17,300,633	1.58%	1754.2	0.82%	90-00
2005	17,988,283	0.78%	1799.3	0.25%	00-05

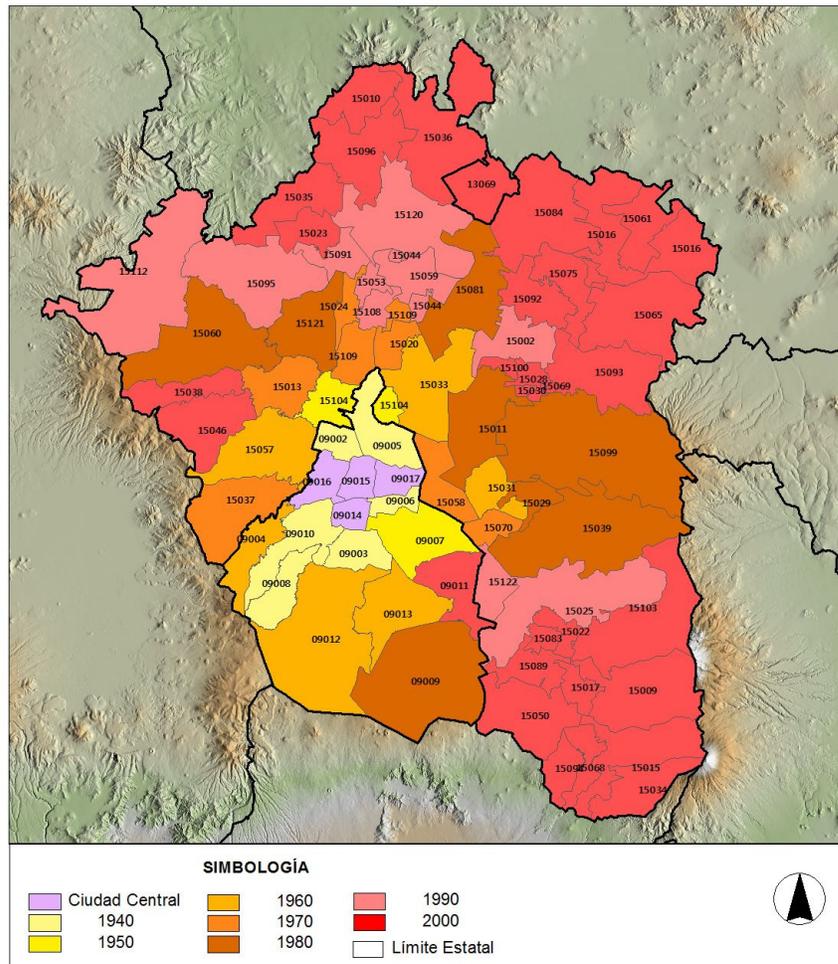
Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los datos publicados en *La población de los municipios de México, 1850-1990*, CONAPO.

Gráfica 1. AMCM: Tasa de crecimiento de la población y expansión urbana del AMCM



Fuente: cuadro 3.8.

Mapa 3 ZMCM: Integración municipal, 1940-2005

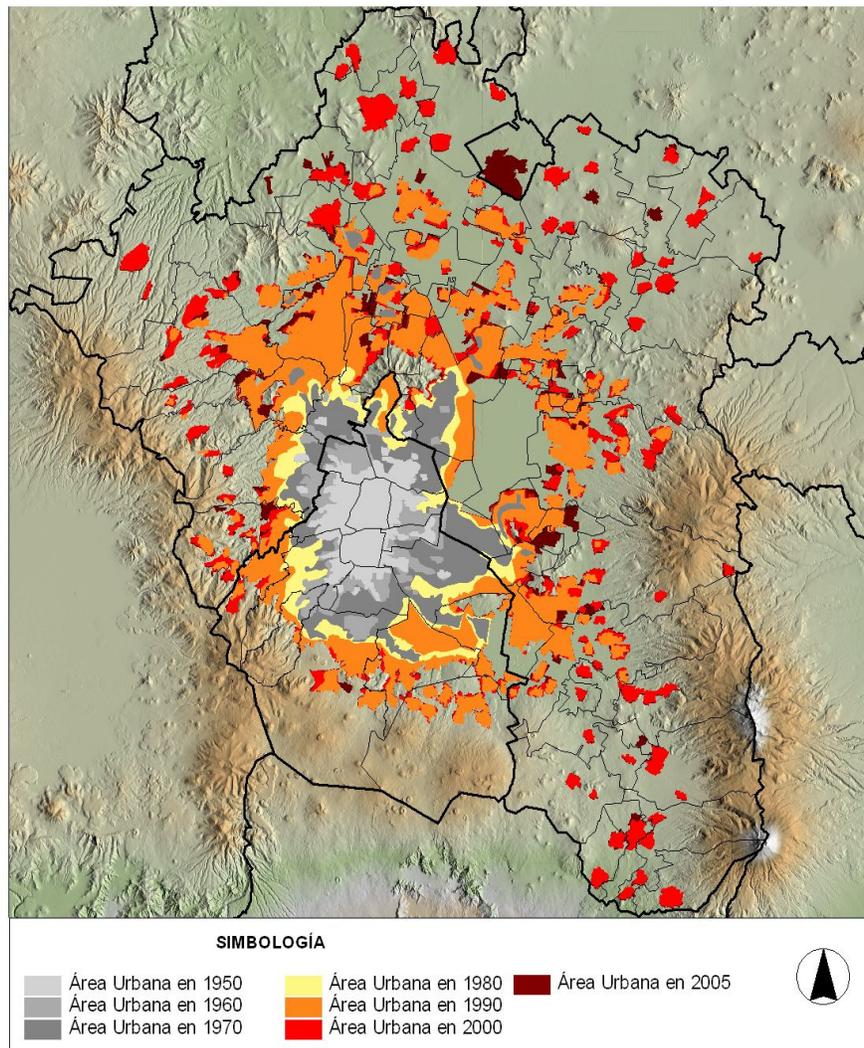


Fuente: Elaboración propia a partir de la clasificación de Garza Gustavo, “Ámbitos de expansión territorial”, *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*, Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México.

Con respecto a la expansión física del contiguo urbano del AMCM, el mapa 4 presenta el crecimiento de la ciudad desde 1950 a 2005. En 1950, las delegaciones centrales y en dos municipios del Estado de México: Tlalnepantla (15104) y Naucalpan (15057) eran las unidades territoriales que tenían la mayor superficie de la mancha urbana (176.6 km<sup>2</sup>). Para 1960, el área urbanizada alcanzó una extensión de 327.1 kilómetros, se integran Ecatepec (15033), Tlalpan (09012) y Magdalena Contreras (09008). En 1970, la superficie se incrementó casi al doble: 666.5 kilómetros cuadrados y se añadieron siete municipios y dos delegaciones más: Atizapán de Zaragoza (15013), Cuautitlán Izcalli (15121), Chimalhuacán (15031), La Paz (15070), Tultepec (15108), Teoloyucan (15091), Melchor Ocampo (15053),

Xochimilco (09013) y Tláhuac (09009). En 1980, el área urbanizada ocupó 855.4 kilómetros cuadrados pero no se identificaron nuevas áreas, lo que hace suponer que comenzó un proceso de reorganización interna de población y usos de suelo. En las siguientes décadas, 1990, 2000 y 2005, se produjo una nueva expansión del orden de 1,617.3, 1754.2 y 1799.3 kilómetros cuadrados respectivamente y se incorporó un municipio de Hidalgo. (Ver mapa 4)

Mapa 4 AMCM: Expansión del área urbana, 1950-2005



Fuente: Mancha urbana de 1950, 1960, 1970 y 1980 elaborados a partir de Ward, Peter (*México: Una megaciudad, producción y reproducción de un medio ambiente urbano* Alianza Editorial, las áreas urbanas de 1990, 2000 y 2005 fueron tomadas de INEGI Censo General de Población y Vivienda 1990 y XII Censo General de Población y Vivienda, 2000.

¿Cómo se modificó la estructura interna?, hay pocos estudios que describan los cambios en la estructura de la ciudad de México, la mayor parte de ellos presentan una visión general sobre los aspectos económicos, demográficos y físicos del AMCM (Garza 1987 y 2000, Espinosa 2003, Camacho 2000, Bassols 1993, Ward 1980 y Merino 1996), .Hayner (1945) sugiere que el crecimiento físico de la ciudad de México se produjo en cuatro etapas: 1) la ciudad de Tenochtitlan (1325-1521), 2) la fundación de la ciudad española (1521-1821) ,3) el periodo postindependiente (1821-1920) y el período actual (1920-1940) y que todas se caracterizaron por el crecimiento poblacional y, por lo tanto, el aumento en la demanda de suelo para la construcción de vivienda. Por ejemplo, Hayner (1945) estimó que en 1937 se utilizaron 5, 000,000 hectáreas de tierra para el crecimiento urbano. En el mapa 5 y el cuadro 3.9 se muestra un resumen de cómo creció la ciudad de México entre 1524 y 1953.

La expansión de la ciudad se dirigió hacia el sur y sureste del zócalo y empujó a las actividades comerciales a lo largo de Avenida Juárez y Reforma. En el mapa que se presenta a continuación, se construyó a partir de un plano publicado en la Octava Feria Mexicana del libro organizada por el entonces Departamento del Distrito Federal el 20 de noviembre de 1960, éste material se procesó digitalmente<sup>43</sup> y el resultado se integró al sistema de información geográfica para calcular las superficies que se presentan en el cuadro 3.9 .Se estimó la superficie construida de la ciudad de México creció cerca de 134.4 kilómetros cuadrados entre 1524 y 1953. La mayor parte de la ciudad en 1524, ocupaba el primer cuadro con algunos asentamientos aislados en el Valle de México<sup>44</sup> y representaba cerca de 2.5 kilómetros cuadrados de superficie. En la época colonial (1524 y 1600), se integraron los pueblos de Tacubaya y Tacuba, centro de Azcapotzalco, barrio de Carmen en Coyoacán y Tlatelolco en Gustavo A. Madero, lo que significó un incremento de 0.7 kilómetros cuadrados en la superficie de la ciudad.

Entre 1600 y 1700 se agregaron cerca de 2.7 kilómetros alrededor de las zonas consolidadas, para que en la siguiente ‘década la ciudad experimentará un acelerado crecimiento, que representó un incremento de más de 3% de nuevas áreas construidas (1845-1900), hasta alcanzar 6.8 kilómetros cuadrados. Al sobreponer estas áreas con el trazo actual éstas coinciden con las colonias: Doctores, Santa María la Ribera, Tránsito, Merced

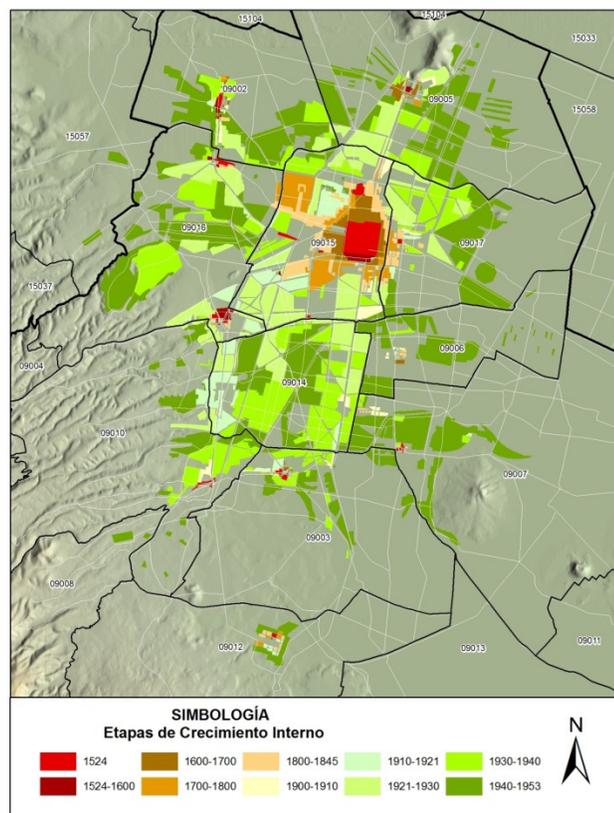
<sup>43</sup> El mapa en papel se escaneó para tener una imagen digital que fue georeferenciada con la cartografía actual de la ciudad de México y se digitalizó cada área en el SIG asignando su año y superficie en kilómetros cuadrados.

<sup>44</sup> Azcapotzalco (09002), Coyoacán (09003), Iztapalapa (09007) y Gustavo A. Madero (09005)

Balbuena y el centro de Tlalpan. Entre 1800 y 1845, la ciudad creció 4.6 kilómetros cuadrados, se consolidan las colonias Centro, Tabacalera, Morelos, Doctores, Santa María la Ribera y se incorporan la Roma Norte, Buenavista, Escandón, Observatorio, San Miguel en la delegación Venustiano Carranza mientras que Toriello Guerra se anexa al centro de Tlalpan en el sur.

Este crecimiento se aceleró durante el siglo XX por ejemplo, entre 1900 y 1910, se; se expandió el barrio de San Ángel y se identificaron nuevas áreas en Santa Catarina y San Diego Churubusco en Coyoacán (09003). Lo que significó agregaron cerca de 1.6 kilómetros cuadrados adicionales a la ciudad de México El periodo entre 1910 y 1953 se incorporaron nuevas áreas la ciudad; se observó un crecimiento de casi 23 kilómetros y alcanzó su máximo valor de 56.1 kilómetros en plena etapa de industrialización del país (1940-1953).

Mapa 5 Etapas de Crecimiento interno de la Ciudad de México, 1524-1953



Fuente: Mapa publicado en cartel de divulgación de la XI Feria del Libro, celebrada en la ciudad de México y Departamento del Distrito Federal, 1960

Cuadro 3.9 Etapas de Crecimiento interno de la Ciudad de México

Año	1524-1953	
	Superficie Kilómetros cuadrados	Porcentaje
1524	2.5	1.9%
1524-1600	0.7	0.5%
1600-1700	2.7	2.0%
1700-1800	4.2	3.1%
1800-1845	4.6	3.5%
1845-1900	6.8	5.1%
1900-1910	1.6	1.2%
1910-1921	5.8	4.4%
1921-1930	22.2	16.5%
1930-1940	26.7	20.1%
1940-1953	56.1	41.7%
Total	134.4	100%

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa 5

La expansión de la ciudad de México se produjo durante el periodo estabilizador del porfiriato pero tuvo un crecimiento sostenido durante el siglo XX. Al interior de la ciudad se observó que muchos artesanos y comerciantes emigraron de sus lugares de origen hacia la capital del país, Peña (1993, p, 93) estimó que entre 1827 y 1852 “la población de la ciudad pasó de 150,000 habitantes a 170,000 en 1852”. Ward (2004) afirma que “el periodo de crecimiento económico más rápido de México coincidió con el periodo de mayor expansión poblacional y migración hacia las ciudades, en especial hacia la ciudad de México (década de 1940 y 1960)” (Ward, México Megaciudad: desarrollo y política, 1970-2002, 2004, p. 103) lo que en su opinión modificó la estructura poblacional y aumentó el flujo de la mano de obra a las nuevas industrias. Ward (2004) señala que el aspecto más importante que se debe conocer del desarrollo de las ciudades latinoamericanas son los efectos que éstos tienen “sobre las oportunidades de vida de sus habitantes” (Ward, México Megaciudad: desarrollo y política, 1970-2002, 2004, p. 99)

Para 1970, México era ya un país urbanizado aunque en opinión de Ward, los programas oficiales trataron el problema en términos de estructura urbana más que del crecimiento poblacional. De esta manera, se desarrolló una política que integró a los centros de población en sistemas y subsistemas de centros “más estructurados y eficientes” (2004, p. 105) . La primera política de desarrollo urbano se publicó según Ward, en 1996 cuando se

insertó la economía mexicana en el contexto global. Ward (2004) señala que el consumo de las tierras periféricas de la ciudad se debió a los movimientos poblacionales donde “la vivienda y el consumo estaban sustituyendo a la herencia como muestra de posición social” (Ward, México Megaciudad: desarrollo y política, 1970-2002, 2004, p. 116) Lo anterior significó que a finales del siglo XIX se instaló un sistema de transporte de tranvías con tracción animal para comunicar a toda la ciudad con los pueblos como Tacubaya, Mixcoac y Coyoacán que dejaron de ser exclusivamente zonas de descanso para, a mediados del siglo XX, convertirse en áreas de vivienda consolidadas y en los años ochenta estas zonas albergaron otros usos de suelo ajenos a la vivienda.

### **3.1.-Estructura social y uso de suelo**

La literatura sociológica estableció que existe relación entre la localización del uso de suelo y las características de la población pero, Chapin (1965) sugiere que este vínculo no ha sido explorado por completo y podría ofrecer otras respuestas sobre los patrones del suelo. La economía urbana encontró diferencias entre los determinantes económicos y sociales del suelo urbano pero, con frecuencia, se confunden ambos conceptos lo que dificulta el análisis de su localización; la sociología se concentró en el análisis del comportamiento, valores e interacciones entre los seres humanos y las instituciones sociales a través de asociar sus aspectos sociales, físicos y espaciales. Chapin asegura que estos elementos ecológicos ayudan a estudiar el uso de suelo en un contexto físico organizados bajo su estructura social. Entre los ejemplos más representativos sobre de esta línea de investigación están el urbanismo de Wirth (1938), el análisis social del distrito central de negocios en Boston realizado por Firey (1940) y la Teoría del Área Social de Shevky, Bell y Williams (1949 y 1953) quienes elaboraron una taxonomía que relaciona las características sociales, económicas y el origen étnico de la población. Estas tres asumen que la organización del uso del suelo depende de la actividad a la que se destina el predio y de las decisiones de localización de las personas, por ejemplo, Alonso (1964) afirma que más de 75% de la superficie urbana está ocupada por el uso habitacional y el 25% restante se compone de otras actividades complementarias como escuelas, centros comerciales y oficinas. En el caso de las ciudades latinoamericanas, la los usos del suelo se distribuyen de manera similar a las urbes americanas pero sus patrones físicos difícilmente se pueden caracterizar con un determinado modelo ecológico; sin embargo, la teoría del área social o ecología factorial

demonstró que es factible caracterizar la distribución física de los usos del suelo a partir de identificar grupos similares de población en términos de variables como ingreso, educación y origen étnico.

A partir de lo anterior, el ejercicio que apliqué en el área metropolitana incluyó una los usos de suelo no habitacionales para evaluar: a) en qué grado las características de los grupos sociales influyen en la localización de un uso de suelo en particular, b) qué tipo de suelo no residencial consume la población y c) identificar cómo se distribuyen los grupos sociales y los usos de suelo en la estructura urbana. El primer y segundo inciso se evalúan por medio de relacionar, a través de la prueba ji cuadrada, el uso de suelo catastral con el ingreso e identificar las “amenidades” que consume la población; por estrato socioeconómico: el tercer apartado, se responde con la aplicación del análisis de correlación espacial en los usos de suelo del AMCM.

Para llevar a cabo la prueba ji cuadrada, se agruparon las 80 diferentes categorías de uso del suelo en nueve clases definidas por la Secretaría de finanzas y son: *baldíos, comercio, equipamiento, habitacional, industrial, infraestructura, otros usos, recreación y servicios*; estas clases se agruparon primero por manzana y después se agregaron por Área Geoestadística con el objeto de asociarlos con el estrato socioeconómico. Ruvalcaba y Schteingert, caracterizaron la estructura social de los 58 municipios y 16 delegaciones de la Zona Metropolitana de la ciudad de México en siete estratos (*muy bajo, bajo, medio bajo, medio, medio alto y alto*) a través del análisis factorial Las variables censales que utilizaron para construir las dimensiones son ocupación, nivel educativo, ingreso, las condiciones físicas de la urbanización tales como el papel de la población urbana y la vivienda (servicios materiales, forma de ocupación y tenencia) bajo la idea de que “existe una relación entre los niveles socioeconómicos de la población, los grados de urbanización y las condiciones habitacionales” (*ibid*). y miden “el nivel de desarrollo físico y social de la ZMCM” (Ruvalcaba y Schteingarth 1985 p.485). Las autoras utilizaron diez y ocho variables para construir su tipología socio espacial a partir de calificar: 1) población económicamente activa y proporción de la PEA para cada posición en la ocupación, 2) proporción de patrones o empresarios, 3) proporción de obreros y empleados, 4) proporción de trabajadores por cuenta propia, 5) proporción de trabajadores que ayudan a su familia sin retribución, 6) tenencia de la vivienda, que incluye material de los muros, 7) proporción de viviendas de

tabique o ladrillo, 9) proporción de viviendas de embarro, 10) proporción de viviendas de otros materiales, 11) proporción de viviendas con agua entubada dentro de las mismas, 12) proporción de viviendas con drenaje 13) personas por cuarto, 14) familias por vivienda, 15) proporción de población con educación primaria; 16) proporción de la población por grupo de ingresos menor a \$1,000, 17) proporción de la población con ingresos entre \$1,000 y \$4,999 y 18) proporción de personas con ingresos mayores a \$5,000.

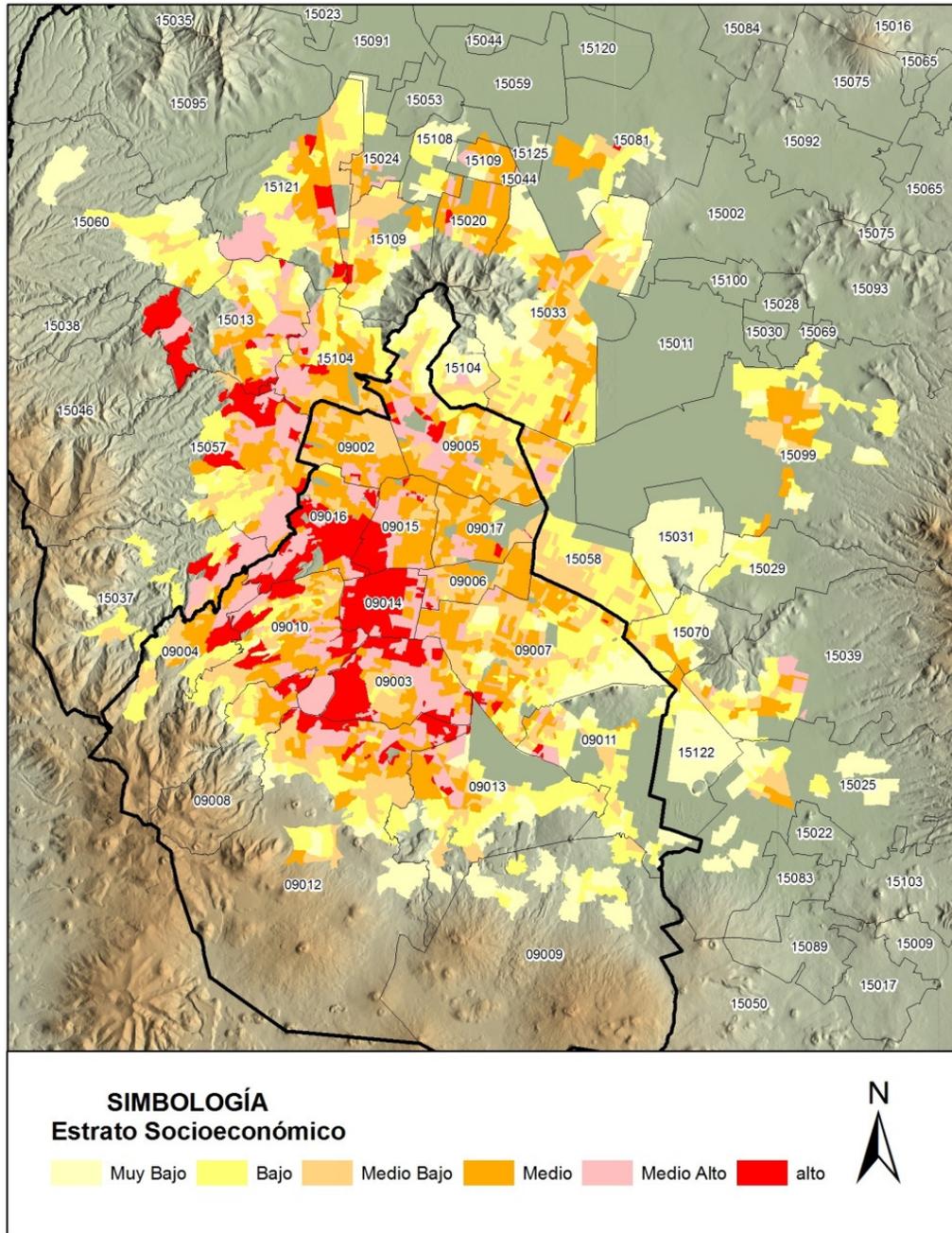
A partir de esta estratificación (ver cuadro 3.10 y mapa 6) se encontró que el 14.5% de las unidades territoriales del AMCM se clasifican como *muy bajo*, seguidas del *bajo* con 20.3%; el porcentaje de AGEBS calificados como medio bajo representan 17.3%, mientras que 26.1% de las áreas geostatísticas son de estrato medio; mientras que los grupos más privilegiados (*medio alto* y *alto*) representan sólo el 12.9% y 7.75% respectivamente.

Cuadro 3.10. AMCM: Clasificación de AGEBS en seis estratos socioeconómicos, 2000

<b>Estrato</b>	<b>AGEBS</b>	<b>Porcentaje</b>
Sin dato	55	1.3%
Muy bajo	632	14.5%
Bajo	887	20.3%
Medio bajo	755	17.3%
Medio	1139	26.1%
Medio alto	562	12.9%
alto	337	7.7%
<b>Total</b>	<b>4367</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaborado a partir de la clasificación realizada por Ruvalcaba, y Scheingart, (2000), "Segregación Socioespacial", en Garza, Gustavo, *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*", El Colegio de México, Capítulo 4.7, pp. 2587-296.

Mapa 6. AMCM: Estrato Socioeconómico, 2000.



Fuente: Elaborado a partir de la clasificación realizada por Ruvalcaba, Rosa María y Schteingart, Martha, (2000), "Segregación Socioespacial", en Garza, Gustavo, *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*, El Colegio de México, Capítulo 4.7, pp. 287-296.

La interpretación del mapa muestra que los grupos de mejores ingresos se encuentran al poniente de la ciudad y alrededor de ellos penden los grupos medios altos en un patrón que ya había sido identificado por Amato (1968) en la ciudad de Bogotá, Colombia. Amato señala que las élites dirigen el crecimiento de la ciudad; éstos son seguidos por los demás grupos, actividades comerciales y de servicios, lo que causa el cambio de los usos de suelo y forman una localización axial que corre a lo largo de las vialidades más importantes. En el AMCM, se observa que este grupo privilegiado forma un sector que se asocia con el modelo de Hoyt (1939), en Coyoacán, Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo en la ciudad de México y en los municipios mexiquenses de Naucalpan, Huixquilucan, la parte poniente de Tlalnepantla y Atizapán de Zaragoza. Se encontraron pequeñas áreas asiladas que contienen AGEBs con estratos altos en el Distrito Federal y el Estado de México: Gustavo A. Madero, la parte sur de Iztapalapa y Tláhuac, Xochimilco y Venustiano Carranza; Coacalco, una pequeña zona de Ecatepec y norte de Atizapán de Zaragoza.

Louis Wirth (1938) señaló que la organización física de la ciudad está constituida por las relaciones sociales y valores culturales que la gente creía tener en común con otros grupos sociales y que se localizan en determinadas zonas de la ciudad. Lo anterior se observó al revisar la localización de otros grupos. El estrato *medio alto* y *medio* (en color rojo pálido y naranja)- se encuentra alrededor del grupo más alto en las delegaciones del centro, poniente y sur –Cuauhtémoc, Benito Juárez Miguel Hidalgo, Coyoacán y Tlalpan-; este patrón también se presenta en: Naucalpan, Huixquilucan, Atizapán de Zaragoza y Cuautitlán Izcalli. Los estratos bajos (*medio bajo*, *bajo* y *muy bajo*) están en el oriente y norte del AMCM, forman un cinturón integrado por Valle de Chalco Solidaridad, Chalco, La Paz, Ixtapaluca, Chicoloapan, Chimalhuacán, Texcoco, Nezahualcóyotl, Ecatepec, Tlalnepantla, Tecámac, Tultitlán y Tultepec, Lo anterior significa que la organización interna de la ciudad tiene una distribución heterogénea ya que cada estrato se localiza en ciertas zonas pero ¿qué relación tiene con el uso de suelo? Hasta ahora, se ha comprobado con la cartografía que los tres principales usos de suelo: habitacional, mixto e industria experimentaron cambios en su distribución geográfica. En el caso del primero, derivados de la intensa *suburbanización*, se observó la invasión por el suelo mixto en las áreas centrales y fue expulsada la vivienda hacia los municipios conurbados. Los usos de suelo

complementarios<sup>45</sup> se esparcen en toda la ciudad pero se observó que la industria ocupó pequeñas zonas entre el Distrito Federal y el Estado de México; sin embargo: ¿Qué uso de suelo “consume” cada estrato? y ¿Qué uso es más importante para cada grupo social?

La literatura ecológica, en especial los trabajos de Shevky, Williams y Bell demostraron que cada grupo étnico ocupará una porción del territorio en función de su nivel educativo, ingreso y origen étnico. En este sentido, los usos de suelo también están influenciados por el comportamiento de la gente; fenómeno que fue descrito por Burgess; Hoyt y Harris y Ullman a través del modelo de anillos concéntricos, sectorial y de núcleos múltiples; pero ¿qué sucede en el AMCM? Debido a la naturaleza de la información –no se trata de una muestra sino de todo el universo de estudio- se requiere de otro método diferente al estadístico para encontrar una relación entre la población y el suelo.

La clasificación espacial ofrece la posibilidad de construir tipologías que permiten compararlos con los modelos teóricos establecidos para las ciudades latinoamericanas y elaborar un diagnóstico. El procedimiento clasificatorio no genera un modelo único y estático, sino que pone de relieve una herramienta de gran flexibilidad al momento en que resulta necesaria la exploración de alternativas posibles. Buzai (2008) señala que desde el punto de vista teórico “la construcción de áreas obtenidas como resultado de procedimientos de clasificación, desde un punto de vista geográfico encuentra dos vertientes principales de aplicación: el tratamiento de *variables* y el de *unidades espaciales* “(Buzai 2008 p.2).

De esta manera, el análisis de las variables a través de la clasificación *multivariada* permite la construcción de *macrovariables*, que son la base para elaborar una clasificación o regionalización de, área de estudio. La geografía utiliza la sobre posición de mapas de un solo tema –región sistemática o *monotética*- para elaborar nuevas áreas más pequeñas y homogéneas (geográficas formales o *politéticas*). Los sistemas de información geográfica (SIG), permiten combinar múltiples temas de forma ágil pero las variables deben de clasificarse para poderlos comparar. En la siguiente sección se presentan mapas de los usos de suelo consumidos por cada estrato y por simple sobrexposición cartográfica se construye una estructura urbana de usos del suelo del AMCM.

---

<sup>45</sup> Equipamiento, espacios recreativos, zonas de protección ecológica y cuerpos de agua.

Diversos estudios sugieren que la organización interna o características de la población y la estructura urbana (usos de suelo) se relacionan a través de la función que desempeña cada área. Para Bowden (1971) el distrito central de negocios (DCN) tiene funciones especializadas y requiere poco espacio, mientras que para Johnston y Kissling (1971), el distrito central contiene establecimientos comerciales que se ordenan por jerarquías y el nivel de ingreso determina la manera en cómo se consume el suelo, Cardwaller y Clark (1973) encontraron que los diferentes grupos económicos tienen preferencias específicas de localización; los estratos bajos prefieren el centro mientras que los más acomodados les gusta estar en las áreas residenciales de Los Ángeles; para Janelle y Millhard (1976) afirman que las diferencias entre los grupos sociales acentúan los conflictos por el suelo y éste a su vez es un indicador de segregación de la población; pero ¿qué tan intensas es la relación entre el tipo de suelo y el estrato socioeconómico del AMCM?

### **3.1.1.-Uso de suelo, población y empleo.**

Este ejercicio se realizó sólo para el Distrito Federal a partir de la información catastral que debió ser previamente organizada para su análisis porque ésta se presenta por predio y contiene diferentes combinaciones de usos del suelo (ver cuadro 3.11). El número de clases que contiene catastro es de 26 diferentes actividades, que se reorganizaron en ocho nuevas categorías para simplificar el análisis<sup>46</sup>. Se contabilizó cerca de 1, 422,663 registros o cuentas catastrales que describen los usos de suelo por predio y se estimó que cerca del 88% de la superficie de la ciudad es ocupada por habitación y el resto se divide en otros suelos complementarios.

---

<sup>46</sup> Las nuevas categorías son: habitación, equipamiento, servicios, comercio, industria, infraestructura, otros usos y recreación.

Cuadro 3.11. Distrito Federal: Uso de suelo catastral, 2000.

Uso	Categoría	Frecuencia	Porcentaje
H	habitación	1244855	87.50%
W	baldíos	51971	3.65%
N	oficinas particulares	46594	3.28%
T	transporte	36768	2.58%
C	comercio	24652	1.73%
A	abasto	7295	0.51%
Z	talleres	3974	0.28%
I	industria	1836	0.13%
X	agropecuario	1013	0.07%
S	salud	827	0.06%
E	educación	550	0.04%
M	mercado	498	0.04%
R	restaurantes	449	0.03%
L	hoteles	305	0.025
O	oficinas	226	0.02%
G	gasolineras	213	0.01%
U	infraestructura	187	0.01%
D	deportes	147	0.01%
B	baños	125	0.01%
Y	iglesias	63	0%
Q	cultura	56	0%
J	jardines	21	0%
K	comunicaciones	17	0%
V	velatorios	14	0%
F	mixto	6	0%
P	seguridad	1	0%
		<b>1,422,663</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información proporcionada por la Secretaría de Finanzas del D.F., 2000

La nueva clasificación se describe a continuación: 1) *equipamiento*, incluye servicios de salud, mercados, instalaciones deportivas, iglesias, espacios culturales y servicios funerarios; 2) *servicios* consta de oficinas particulares y gobierno, hoteles, gasolineras y baños públicos, 3) *comercio* incluyen restaurantes, tiendas, comercios y actividades mixtas que no son definidas con precisión por catastro; 4) *industria* integrada por talleres y grandes predios industriales; 5) *infraestructura* contiene el suelo dedicado al transporte –no se refiere a la vialidad sino a estacionamientos y zonas de resguardo de camiones del transporte público-, infraestructura hidráulica y eléctrica, además de los edificios dedicados a las redes de comunicación y seguridad pública, 6) *Otros usos* es suelo dedicado a la agricultura, 7)

*recreación* se refiere a los parques y jardines de la ciudad de México; finalmente, se incluyó una octava categoría compuesta por lotes baldíos<sup>47</sup>. Cada tipo de suelo se agrupo por estrato; y se utilizó la superficie de construcción por uso de suelo para averiguar si la intensidad es una cualidad apreciada por los grupos sociales. (Ver cuadro 3.12a)

### 3.1.2.-Estructura urbana y población

La superficie total de predios de la ciudad suma 233, 466,852 metros cuadrados registrados en su casi millón y su medio de cuentas catastrales. De las cuales, el suelo *habitacional* ocupó la mayor parte con 181,421,062 metros cuadrados, los *servicios* ocuparon 27,335,632 metros; mientras el *comercio* ocupa 15,472,505 metros cuadrados; que contrasta con el suelo industrial, que por mucho tiempo fue la base económica del AMCM, sólo abarcó 5,711,449 metros; finalmente, las categorías de *infraestructura*, *equipamiento*, *recreación* y *otros usos* ocuparon 1,519,386; 1,228,792; 296,535 y 51,459 metros cuadrados respectivamente. Los predios clasificados como *baldío*, ocuparon 429,832 metros cuadrados y constituye una reserva o banco de tierra importante para la ciudad de México. Al relacionar estas actividades con los estratos socioeconómicos se encontró que en AGEBS tipificados como *estrato bajo* y *medio* el suelo *baldío* ocupa 18% y 29.4% de superficie. En las áreas geoestadísticas de estrato medio, el *comercio* ocupó 40% de su perímetro; el *equipamiento* (escuelas y hospitales) es un elemento importante para el grupo alto (33.86%); *industria* aparece en AGEBS de estratos medio bajo y medio con 22.09% y 44.83% respectivamente; *infraestructura* ocupó el 36.24% del grupo más *alto* mientras que *otros usos* se ubica en los estratos muy bajo y alto (20.4% y 32%), finalmente los *espacios recreativos* como parques y jardines además de los *servicios* –bancos, centros comerciales– tienen los valores más elevados en el estrato alto (52.06% y 41.08%)

En los cuadros 3.12b se, presentan en porcentaje, el consumo de usos de suelo por estrato socioeconómico) *muy bajo* poco espacio construido (0.27% o 3, 932,352 metros cuadrados) y *alto* consume 53, 114,656 metros o 41.08%); Los estratos medios tiene la mayor presencia en la ciudad consumen 74, 569,311 metros cuadrados (27.11%)

---

<sup>47</sup> Esta se incorporó al ejercicio porque constituye el “stock” de suelo disponible para futuros desarrollos.

Cuadro 3.12a. Distrito Federal: Superficie de suelo catastral por estrato, 2000. (Metros cuadrados)

	Baldío	Comercio	Equipamiento	Habitacional	Industria	Infraestructura	Otros usos	Recreación	Servicios	
<b>Muy bajo</b>	52,181	141,930	7,249	3,589,437	47,735	10,550	10,512	0	72,758	<b>3,932,352</b>
<b>Bajo</b>	77,386	344,431	43,945	13,291,457	252,874	48,357	2,467	13,291	259,347	<b>14,333,555</b>
<b>Medio bajo</b>	94,509	2,733,793	70,253	29,508,437	1,261,422	94,650	4,987	12,751	2,532,795	<b>36,313,597</b>
<b>Medio</b>	126,502	6,301,200	286,355	57,455,111	2,560,720	351,733	12,284	64,629	7,410,777	<b>74,569,311</b>
<b>Medio alto</b>	47,131	3,112,795	404,894	40,192,623	1,094,877	463,442	4,740	51,479	5,831,200	<b>51,203,181</b>
<b>Alto</b>	32,123	2,838,356	416,096	37,383,997	493,821	550,654	16,469	154,385	11,228,755	<b>53,114,656</b>
	<b>429,832</b>	<b>15,472,505</b>	<b>1,228,792</b>	<b>181,421,062</b>	<b>5,711,449</b>	<b>1,519,386</b>	<b>51,459</b>	<b>296,535</b>	<b>27,335,632</b>	<b>233,466,652</b>

Cuadro 3.12b. Distrito Federal: Porcentaje de suelo catastral por estrato, 2000, (metros cuadrados)

	Baldío	Comercio	Equipamiento	Habitacional	Industria	Infraestructura	Otros usos	Recreación	Servicios
<b>Muy bajo</b>	12.14%	0.92%	0.59%	1.98%	0.84%	0.69%	20.43%	0%	0.27%
<b>Bajo</b>	18.00%	2.23%	3.58%	7.33%	4.43%	3.18%	4.79%	4.48%	0.95%
<b>Medio bajo</b>	21.99%	17.67%	5.72%	16.27%	22.09%	6.23%	9.69%	4.30%	9.27%
<b>Medio</b>	<b>29.43%</b>	<b>40.73%</b>	23.30%	<b>31.67%</b>	<b>44.83%</b>	23.15%	23.87%	21.79%	27.11%
<b>Medio alto</b>	10.96%	20.12%	32.95%	22.15%	19.17%	30.50%	9.21%	17.36%	21.33%
<b>Alto</b>	7.47%	18.34%	<b>33.86%</b>	20.61%	8.65%	<b>36.24%</b>	<b>32.00%</b>	<b>52.06%</b>	<b>41.08%</b>
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Ambos cuadros son elaboración propia a partir de la información de la Secretaría de Finanzas del D.F. 2000.

### 3.1.2.1.-Organización interna

La breve descripción de la sección anterior mostró que cada estrato consume unos varios usos de suelo pero ¿es posible afirmar que existe una relación de dependencia entre ellos? Para responder esta pregunta utilicé la técnica ji cuadrada y relacionar superficie de construcción con estrato socioeconómico. Este ejercicio se divide en dos: 1) se evalúa si existe relación entre estrato socioeconómico y en las seis categorías de suelo y b) se aplicó la técnica ji en el suelo complementarios –(baldíos, comercio, equipamiento, industria, infraestructura, otros usos, recreación y servicios que la economía urbana denomina *amenidades*).se excluyó la vivienda debido a que ocupa más del 85% de la superficie urbana para evaluar si esta categoría afecta la hipótesis de dependencia. Es importante resaltar que debido a la falta de información por predio del Estado de México, este ejercicio sólo se elaboró para la ciudad de México.

### 3.1.2.2.-Relación entre categorías de suelo y estrato socioeconómico

En la sección anterior se observó que cada grupo social “consume” un determinado uso de suelo sin embargo se tiene que probar si ambos están relacionados. Para lograr lo anterior, se definieron dos hipótesis: 1) hipótesis alternativa ( $H_a$ ), que señala que hay dependencia entre los usos de suelo por estrato, 2) hipótesis nula ( $H_o$ ) plantea que no existe dependencia entre el suelo y el estrato... La prueba examina ambas hipótesis a través de establecer un nivel de significancia y calcular un valor teórico de la ji cuadrada para después comparar el valor calculado con el teórico que se encuentra en las tablas de distribución. En este caso, se estableció que el nivel de significancia fuese de 0.05, después se encontró el valor estimado teórico de la ji cuadrada con 35 grados de libertad y una probabilidad de 0.05 cuyo valor es 49.80 que comparé con el valor calculado de *ji cuadrada* (:263.43), Por lo tanto, al ser el segundo mayor que el primero, se rechaza la hipótesis nula y significa que **la distribución del usos de suelo es dependiente del estrato.** El cuadro 3.13 presenta los porcentajes de suelo calculados con respecto al total de cada categoría, en color rojo se resaltan los valores más altos de cada estrato socioeconómico

Cuadro 3.13 Distrito Federal: Porcentaje de Superficie de suelo complementario,

	Baldío	Comercio	Equipamiento	Habitación	Industria	Infraestructura	Otros usos	Recreación	Servicios
<b>Muy bajo</b>	12.14%	0.92%	0.59%	1.98%	0.84%	0.69%	20.43%	0.00%	0.27%
<b>Bajo</b>	18.00%	2.23%	3.58%	7.33%	4.43%	3.18%	4.79%	4.48%	0.95%
<b>Medio bajo</b>	21.99%	17.67%	5.72%	16.27%	22.09%	6.23%	9.69%	4.30%	9.27%
<b>Medio</b>	29.43%	40.73%	23.30%	31.67%	44.83%	23.15%	23.87%	21.79%	27.11%
<b>Medio alto</b>	10.96%	20.12%	32.95%	22.15%	19.17%	30.50%	9.21%	17.36%	21.33%
<b>Alto</b>	7.47%	18.34%	33.86%	20.61%	8.65%	36.24%	32.00%	52.06%	41.08%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
	<b>Ji calculada</b>	<b>Ji tablas</b>							
	<b>263.43</b>	<b>49.80</b>							

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por la Secretaría de Finanzas del D.F., 2000.

A partir de comprobar la relación entre uso de suelo y estrato socioeconómico podemos afirmar que: 1) para cada grupo existe un uso de suelo predominante, 2) los estratos superiores consumen más variedad de usos de suelo por lo que pueden existir varias categorías dominantes, 3) para los estratos altos y medio altos es importante estar cerca de hospitales, escuelas, parques, jardines y servicios que podemos llamar “amenidades positivas”, mientras que la industria y predios baldíos son actividades no gratas, 4) el estrato medio se encuentra rodeado usos de suelo habitacional, comercial e industrial, este último se debe a que probablemente estas zonas fueron absorbidos por la expansión de la ciudad y los nuevos desarrollos habitacionales, 5) el estrato muy bajo se encuentra localizado en las áreas de preservación localizadas en las periferia de la ciudad.

Al comparar el cuadro 3.14 con el anterior, se observa que ambos tienen diferencias en su estructura: en el primero la suma de los porcentajes (100%) se encontraba al final de la columna lo que significaba que se estaba comparando los porcentajes de cada uso de suelo para cada estrato; ahora, este total se encuentra al final del renglón y presenta el consumo de los varios usos de suelo por estrato. Los seis grupos consumen suelo complementario en diferentes proporciones, las áreas geoestadísticas catalogadas como *alto* tuvo el mayor porcentaje de uso del suelo complementario (29.6%); el segundo (*medio alto*) consume 23% y los AGEBs de estrato *medio* contienen 21.5%. ” Los tres grupos restantes tuvieron porcentajes bajos cuyos valores oscilan entre 8% y 19%.

¿Qué significa este patrón?, en términos teóricos implica que el consumo de suelo se explica por valores culturales y sentimiento de pertenecer a un grupo social, como lo habían explicado Shevky, Williams y Bell en su trabajo (1949 y 1953); al igual que Amato (1968) quien identificó un comportamiento similar en Bogotá; en esta ciudad, las elites influyeron en el desarrollo de la ciudad, quien buscaban las mejores localizaciones y produjo un reacomodo de las actividades comerciales y servicios. Éstos buscaron estar cerca de la elite y se localizaron en vialidades y corredores conectados con las zonas residenciales, proceso que fue seguido por los demás grupos sociales quienes deseaban estar lo más cerca posible del sector más privilegiado.

En cuanto al consumo por estrato se observó que: el grupo *alto* están rodeados por actividades dedicadas a servicios (71.33%), comercios (18.04%) e infraestructura (3.50%), como bancos, centros comerciales, oficinas de gobierno, tiendas

departamentales que están comunicados por redes de transporte, se observó que el espacio dedicado a actividades recreativas es bajo (0.98%). Los usos de suelo que no resultan atractivos para este grupo se relacionan con actividades manufactureras (3.14%) equipamiento (2.65%); y casi no tienen reservas de tierra porque sólo se identificaron menos de medio punto porcentual de predios catalogados como baldíos. El estrato medio alto tiene un comportamiento similar al grupo anterior los altos porcentajes de suelo dedicado a servicio y comercio (52.96% y 28.27%), seguido de industria (9.94%), este elevado porcentaje se explica por el intenso proceso de suburbanización y crecimiento de la mancha urbana, que absorbió áreas industriales en su interior, Para este estrato, es importante contar con transporte, seguridad, escuelas y hospitales, los porcentajes en los rubros de infraestructura 4.21% y equipamiento 3.68% así lo demuestran, en cambio, las áreas verdes y espacios abiertos no parecen ser un aspecto que les interese demasiado (tan sólo aparece 0.47% de predios destinados a este uso).

El estrato *medio* consumió 23% de las *amenidades*, el uso de suelo que se encuentra en estos AGEBS son de tipo comercial, servicios e industrial (36.82%, 43.30% 14.96%); respectivamente); en estos AGEBS se observó un bajo porcentaje de transporte y seguridad es baja, sólo el 2.06% de predios están dedicados a esta actividad (equipamiento); el “stock” de suelo o lotes baldíos se estimó en 0.75%, y el porcentaje de suelo recreativo se estimó en 0.38%. Los tres últimos estratos *medio bajo*, *bajo* y *muy bajo* tienen una estructura interna de suelo diferente a los grupos anteriores; en ellas predomina la actividad comercial, de servicios, industriales, infraestructura, suelo baldío y espacios recreativos con actividades agrícolas. En la superficie de los AGEBS de estrato *medio bajo* se concentra casi 40.17% de usos complementarios y el suelo dedicado a servicios e industria tienen 37.22% y 18.54%; el suelo dedicado a equipamiento que incluye hospitales, infraestructura de transporte y suelo vacante se estimó en 1.03% y 1.39%; aunque los espacios recreativos y otros usos no alcanzaron el medio punto porcentual. Los estratos *bajo* y *muy bajo* consumen el mayor porcentaje de comercio (33.05% y 24.89%) y servicios del área metropolitana (41.39% y 21.22%), en estas áreas, la industria tiene una presencia importante porque 24.27% de esta actividad se encuentra en el grupo *bajo* mientras que 13.92% está en la categoría de *muy bajo*.

Entre ambos grupos se observó el consumo diferenciado de equipamiento por el estrato *bajo* consume más cantidad de hospitales, vialidades, escuelas y seguridad, mientras que, el grupo *muy bajo* consume más equipamiento e infraestructura, casi el doble para la primera actividad y un punto porcentual para el segundo (4.22% contra 2.11% y 4.54% contra 3.08%). Estas áreas tienen la mayor cantidad de suelo baldío (33.05% para *bajo* y 41.39% en *muy bajos*), lo que significa que son áreas periféricas que se han consolidado en diez años y han compactado su estructura de usos de suelo. En el estrato muy bajo, hay un alto porcentaje de suelo destinado a *otros usos* y esto se explica por la expansión e invasión de la mancha urbana en zonas ecológicas y espacios abiertos en las Sierra de Santa Catarina y Guadalupe, ubicadas al sur oriente de Iztapalapa y Gustavo A. Madero al norte de la ciudad; pero ¿existe dependencia entre el uso de suelo y los estratos socioeconómicos?

Para responder esta pregunta utilicé la prueba *ji* cuadrada; se definieron dos hipótesis: 1) alternativa (*Ha*) que existe dependencia entre el estrato socioeconómico y la localización del uso de suelos complementario; y 2) nula (*Ho*), no existe dependencia entre ellas. El valor calculado es 134.17 y es mayor al obtenido en tablas 49.80 con 35 grados de libertad con una probabilidad de 0.05; por lo tanto, se rechazó la hipótesis nula (ver cuadro 3.25). Lo anterior permite concluir **que cada estrato consumirá de manera diferenciada, un particular tipo de uso del suelo**, para los grupos altos es importante tener cerca actividades administrativas y comerciales.

El siguiente ejercicio muestra la relación entre el suelo complementario (no habitacionales) y la población; para ello, se aplicó la prueba *ji* cuadrada con los siguientes resultados: La hipótesis alternativa acepta que los usos de suelo complementarios son “consumidos” por estrato socioeconómico mientras que la hipótesis nula rechaza este supuesto. El valor calculado se estimó en 13.69, mientras que el valor *ji*, con 35 grados de libertad y probabilidad de 0.05 es 49.80, por lo tanto se acepta que la **ubicación del suelo complementario depende del estrato y su distribución es homogénea para cada uso de suelo en cada grupo socioeconómico.** (Ver cuadro 3.15)

Cuadro 3.14. Distrito Federal: Estructura Interna y porcentaje de Superficie de suelo complementario, 2000. (Superficie total por estrato)

	Porcentaje total de Suelo complementario	Baldío	Comercio	Equipamiento	Industria	Infraestructura	Otros usos	Recreación	Servicios	
Muy bajo	8.7%	15.22%	41.39%	2.11%	13.92%	3.08%	3.07%	0.00%	21.22%	100%
Bajo	7.3%	7.43%	33.05%	4.22%	24.27%	4.64%	0.24%	1.28%	24.89%	100%
Medio bajo	18.7%	1.39%	40.17%	1.03%	18.54%	1.39%	0.07%	0.19%	37.22%	100%
Medio	23.0%	0.74%	36.82%	1.67%	14.96%	2.06%	0.07%	0.38%	43.30%	100%
Medio alto	21.5%	0.43%	28.27%	3.68%	9.94%	4.21%	0.04%	0.47%	52.96%	100%
Alto	29.6%	0.20%	18.04%	2.65%	3.14%	3.50%	0.10%	0.98%	71.38%	100%
	<b>Ji calculada</b>	<b>Ji tablas</b>								
	<b>134.17</b>	<b>49.80</b>								

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por la Secretaría de Finanzas del D.F., 2000.

Cuadro 3.15 Distrito Federal: Porcentaje de Superficie de suelo complementario, 2000. (Superficie total sin habitación)

	Baldeó	Comercio	Equipamiento	Industria	Infraestructura	Otros usos	Recreación	Servicios	
Muy bajo	0.10%	0.27%	0.01%	0.09%	0.02%	0.02%	0%	0.14%	0.7%
Bajo	0.15%	0.66%	0.08%	0.49%	0.09%	0%	0.03%	0.50%	2.0%
Medio bajo	0.18%	5.25%	0.13%	2.42%	0.18%	0.01%	0.02%	4.87%	13.1%
Medio	0.24%	12.11%	0.55%	4.92%	0.68%	0.02%	0.12%	14.24%	32.9%
Medio alto	0.09%	5.98%	0.78%	2.10%	0.89%	0.01%	0.10%	11.20%	21.2%
Alto	0.06%	5.45%	0.80%	0.95%	1.06%	0.03%	0.30%	21.57%	30.2%
	<b>Ji calculada</b>	<b>Ji tablas</b>							
	<b>13.69</b>	<b>49.80</b>							

Fuente: elaboración propia a partir de la información proporcionada por la Secretaría de Finanzas del D.F., 2000.

Al revisar el cuadro, se observa que los usos de suelo *comercial, industrial y servicios* tienen una mayor presencia en cuatro estratos: 1) *Medio alto, Medio, Medio bajo y bajo*. En cambio, *infraestructura, equipamiento, suelo baldío, espacios abiertos y otros usos* se distribuyen equitativamente en toda la ciudad. En este sentido, se observó que el estrato *medio* tiene el mayor porcentaje de *servicios* (14.24%), *comercio* (12.11%) e *industria* (4.92%), enseguida el grupo *medio alto* tiene menor proporción en la mezcla de usos, por ejemplo, los *servicios* tienen el mayor porcentaje (11.20%), *comercio* ocupó 5.98% e *industria* tiene 2.10%. El estrato *medio bajo* tiene una distribución de suelo *comercial* es mayor que los *servicios* e *industria* (5.25%, 4.87% y 2.42%) y finalmente el estrato *bajo* tiene porcentajes menores a uno por ciento en los tres usos. En el caso del estrato *alto*, los *servicios* y *actividades comerciales* se distribuyen en mayor proporción en el territorio con (21.57% y 5.45%). La técnica *ji cuadrada* permitió validar la hipótesis de dependencia entre las características de la población y los usos de suelo pero no su localización territorial; por lo que fue necesario utilizar otras técnicas para construir una estructura interna urbana de la ciudad y evaluar si el tamaño de la unidad geográfica cambia significativamente la percepción del espacio urbano.

En el siguiente ejercicio se construyó una primera estructura urbana del AMCM basada en las proporciones de suelo y características de la población por distrito. Esta unidad geográfica es una agregación de AGEBS, cuya superficie y delimitación es más uniforme que los AGEBS originales; en la Encuesta Origen y Destino de 1994, estas unidades se definen a partir de criterios de densidad y número de viviendas. De esta manera, los distritos se clasificaron en grupos homogéneos con el análisis de conglomerados o cluster con respecto a un criterio preliminar. El análisis supone que los objetos dentro de cada grupo son similares entre sí (*alta homogeneidad interna*) y diferentes a los objetos de otros conglomerados (*alta homogeneidad externa*); lo que significa que los objetos colindantes estarán más cercanos unos de otros y los clusters diferentes estarán muy apartados.

El proceso más importante consistió en elegir las variables que deben estar apoyados en investigaciones anteriores, la teoría o una consideración de las hipótesis que se prueban. En este sentido se busca evaluar si existen grupos de usos de suelo que estén cerca unos de otros, ¿cómo se mide esta similitud?; ésta se estima a partir de medidas de correlación, distancias y asociación previa estandarización de los datos para eliminar las diferencias asociadas a la

dispersión de los datos. En este análisis se utilizó un método de clasificación no jerárquico de K medias, donde los grupos se forman a través de comparar la varianza de los grupos contrastados con la varianza total y donde se presente un cambio marcado éste indicará el número adecuado de grupos. Primero analicé la intensidad del suelo complementario<sup>48</sup> con respecto a la oferta de empleo medida en términos de población empleada y número de establecimientos para después identificar distritos con una organización interna similar.

El cuadro 3.16 es un resumen y proporciona una estructura urbana preliminar de la ciudad de México. Las primeras ocho filas muestran los usos de suelo, los cuatros restantes muestran la actividad económica –primero se presentan los establecimientos (E) y después la población (P y las diez restantes contienen las características de la población.). ¿Qué diferencia existe en la organización interna de los distritos?; el grupo uno mostró que en ellos prevalece el uso de suelo comercial, servicios e industrial (37.22%, 36.74% y 12,73%) prevalecen en su interior; al compararlos con el número de unidades comerciales (E-comercio) se observó que en estos distritos prevalecen los establecimientos comerciales (55,92%) y servicios (34,47%) y más de la mitad de la población que trabaja en ellos se dedica a prestar algún servicio (51.25%). La gente que vive en esas áreas no tienen educación superior (54.85%), gana entre uno y dos salarios mínimos (36,62%) y trabaja en el sector servicios (51.18%). El uso de suelo de los distritos del segundo grupo son de tipo los servicios y al comercio (54.14% y 28.47%) y más del 70% la población que trabaja en esas zonas se dedica a la prestación de algún servicio, además se encontró que 60% de los establecimientos están dedicados a la misma actividad. El tercer grupo de distritos tienen un patrón de usos de suelo similar al anterior aunque el comercio tienen mayor presencia que los servicios (55.23% y 20.56%) mientras que su estructura económica compuesta de los establecimientos y empleos que ofrece el comercio tienen mayor importancia que los servicios (50.49% contra 41.24%). Con respecto a su estructura poblacional se observa en el ingreso en esta zona se encuentra en el rango de la población que gana entre dos hasta cinco salarios mínimos que trabajan en los servicios (72.03%).

El cuarto grupo son distritos tienen una organización interna diferente a los demás, los usos de suelo que se encuentran en ellos son de índole comercial e industrial (37.48% y

---

<sup>48</sup> Se utilizó como variable el número de niveles de cada predio agrupados para cada tipo de uso de suelo. Es una especie de intensidad de la construcción.

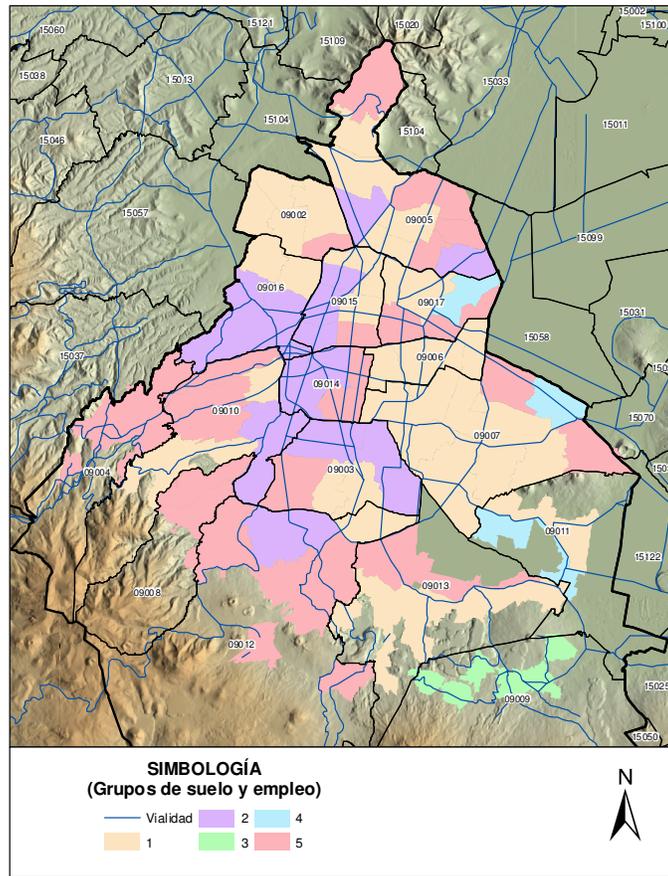
31.69%) tienen una alta proporción de unidades económicas comerciales, de servicios e industriales (50%, 36.78% y 13.20%) sin embargo el porcentaje de población que trabaja en la manufactura es el más alto de toda la ciudad (45.84%) pero la mayor parte de su población no tiene educación superior (54.47%). El quinto grupo mostró el siguiente patrón de usos de suelo: comercio ocupa 39.14% de su superficie, la industria ocupó 37.65%; los establecimientos comerciales dominan en su interior (48.90%) pero una proporción relevante de gente trabaja en los servicios (53.89%), el 35% de la gente gana entre dos y cinco salarios mínimos y más de la mitad no completó la educación superior. (Ver mapa 7).

Cuadro 3.16. AMCM: Porcentaje de Uso de suelo complementario y población, 2000. (Unidades económicas y población empleada)

		Clusters				
		1	2	3	4	5
Uso de Suelo	baldíos	4.34%	.46%	5.87%	1.14%	.98%
	comercio	<b>37.22%</b>	28.47%	20.56%	<b>37.48%</b>	<b>39.14%</b>
	equipamiento	4.89%	4.54%	4.55%	1.14%	1.95%
	recreación	.82%	1.38%	2.68%	.09%	1.09%
	Otros usos	1.02%	.02%	.10%	.09%	.03%
	infraestructura	2.24%	5.76%	4.27%	3.53%	2.13%
	industria	<b>12.73%</b>	5.23%	6.76%	24.84%	17.03%
	servicios	<b>36.74%</b>	<b>54.14%</b>	<b>55.23%</b>	31.69%	37.65%
Empleo	E_comercio	<b>55.92%</b>	35.11%	<b>50.19%</b>	<b>50.00%</b>	<b>48.90%</b>
	E_manufactura	9.61%	5.97%	8.58%	13.20%	10.34%
	E_servicios	34.47%	<b>58.92%</b>	41.24%	36.79%	40.76%
	P_comercio	31.38%	17.39%	20.48%	21.02%	21.33%
	P_manufactura	17.37%	10.59%	7.61%	<b>45.84%</b>	24.78%
	P_servicios	<b>51.25%</b>	<b>72.02%</b>	<b>71.91%</b>	33.14%	<b>53.89%</b>
Población	Porcentaje de población de 18 años y más con educación superior	9.07%	32.50%	14.27%	12.79%	18.40%
	Porcentaje de población de 18 años y más sin educación superior	<b>54.85%</b>	<b>41.78%</b>	<b>51.72%</b>	<b>54.47%</b>	<b>51.01%</b>
	Porcentaje de población gana menos de un salario mínimo	9.74%	4.94%	8.33%	7.38%	7.16%
	Porcentaje de población gana entre uno y dos salario mínimo	<b>36.62%</b>	19.1%4	32.00%	31.13%	26.76%
	Porcentaje de población gana entre dos y cinco salarios mínimos	32.59%	27.13%	<b>32.54%</b>	<b>36.27%</b>	<b>35.03%</b>
	Porcentaje de población gana más de cinco salarios mínimos	11.05%	<b>38.28%</b>	17.11%	15.42%	21.60%
	Porcentaje de población empleada en manufacturas	17.41%	10.58%	7.59%	<b>45.83%</b>	24.77%
	Porcentaje de población empleada en comercio	31.42%	17.43%	20.38%	21.03%	21.35%
Porcentaje de población empleada en servicios	<b>51.18%</b>	<b>71.99%</b>	<b>72.03%</b>	33.14%	<b>53.87%</b>	

Fuente: Elaboración propia a partir de la información del XII Censos General de Población y Vivienda, 2000, INEGI, Censos Económicos 1999, INEGI y mapa digital de uso de suelo 2000.

Mapa 7. AMCM: Distribución del uso de suelo y población por conglomerados, 2000.



Fuente: Elaborado a partir los mapas digitales de suelo 2000

### 3.2.-El patrón espacial de los usos del suelo del AMCM

En esta sección se presentan los cambios internos de los seis usos de suelo por área Geoestadística básica agregados por municipio del AMCM; debido a que la información del uso del suelo es diferente entre 1990 y 2000 el análisis se dividió en dos partes: 1) se realizó una comparación relativa de usos del suelo del AMCM para describir cómo cambió su distribución física<sup>49</sup>, 2) se utilizaron métodos de análisis geoestadísticas para construir una estructura ecológica de usos del suelo y evaluar si forman núcleos o grupos de suelo similar.

<sup>49</sup> Se elaboraron dos tipos de cuadros: uno con las superficies en kilómetros cuadrados organizadas por entidad y municipio, el segundo, muestra el porcentaje respectivo de cada uso de suelo calculados a partir de los totales de cada fila, que presenta la distribución interna de los usos de suelo para cada delegación o municipio

Entre 1980 y 1990<sup>50</sup> la base económica del AMCM se estaba transformando, pasó de ser un centro manufacturero a prestar e intercambiar bienes lo que consolidó la estructura urbana actual. En 1990, los usos de suelo del área metropolitana ocupaban una superficie<sup>51</sup> total de 1,318.3 kilómetros cuadrados, de los cuales 694.5 km<sup>2</sup> se encuentran en el Distrito Federal y 623.8 kilómetros en el Estado de México (ver cuadro 3.10). Para el año 2000, la superficie del AMCM se incrementó a 1,419.9 km<sup>2</sup>, divididos en 725.5 km<sup>2</sup> para la ciudad de México y 694.4 kilómetros de suelo en los municipios mexiquenses (ver cuadro 3.11). En cuanto a los cambios de los usos del suelo del AMCM éste se clasificó en actividades *principales* – habitacional, mixto e industrial- y *complementarios* (equipamiento y recreación) cuyos resultados se presentan en la siguiente sección.

### 3.2.1.-Uso de suelo, estructura urbana y organización interna del AMCM

Los patrones de localización del uso del suelo se forman por la combinación de varios factores: por un lado, el mercado determina en qué parte es conveniente establecer una actividad en función de la rentabilidad que ofrezca a su propietario, por el otro, las preferencias culturales y económicas de un grupo social pueden atraer o repeler la localización de alguna actividad como fábricas o talleres automotrices que son incompatibles con vivienda. A partir de la localización de actividades, la literatura sugiere que las ciudades industrializadas tienen una actividad principal que está rodeada de otras actividades secundarias y establecen relaciones simbióticas entre ellas para sobrevivir; lo que produce variaciones importantes en las combinaciones de usos del suelo. Por ejemplo, Alonso (1964) señala que 75% del área urbana es ocupada por viviendas, después por industria y comercio o servicios. La ciudad industrial se caracterizaba por tener un centro dominante -ya fuera económico político o ideológico- donde se valoraban los usos de suelo en función de su cercanía a éste. La renta del suelo es el precio que se paga por la accesibilidad que ofrecía un uso de suelo más que el tamaño del predio. Actualmente, la base económica de las ciudades modernas se han transformado, la industria ya no es el motor de crecimiento más importante y cedió su lugar al intercambio de bienes y servicios, lo que modificó las necesidades y requerimientos de suelo., La accesibilidad ya no es el único factor para elegir un sitio, ahora se valora la presencia de actividades complementarias

<sup>50</sup> Con respecto a la década de 1960 y 1970 no se encontró información de la estructura interna del AMCM

<sup>51</sup> Este dato se refiere a la superficie total de uso de suelo urbano y no a la superficie total del área geostadística básica (AGEB), si se comparan sus superficies entre si se advertirá que tienen pequeñas diferencias

atractivas para la gente –parques, jardines, centros comerciales- y la posibilidad de incrementar los contactos “cara a cara”, lo que hace necesario replantear los modelos ecológicos del suelo y adecuarlos a las nuevas condiciones. Buzai (2003) afirma que los modelos clásicos dedicados al análisis de las estructuras territoriales se basaron en el concepto de centralidad que califica a las zonas en función de contar con ventajas con respecto a otras como: 1) mejor accesibilidad, lo que permitió crear nuevos sistemas de ciudades y una concentración de suelo a lo largo de las vías de comunicación, 2) el surgimiento de usos del suelo altamente rentables a nivel intraurbano y 3) la diversificación de áreas residenciales con características diferenciadas de su entorno. La nueva ecología urbana, consiente de estos cambios en la estructura productiva, sigue pensando a la ciudad como una comunidad biótica integrada por subcomunidades de grupos sociales que configuran los usos de suelo y el espacio urbano.

Buzai opina que, sigue vigente la idea de los urbanistas, geógrafos y economistas sobre la importancia que tiene el valor y la renta del suelo para diferenciar el espacio urbano, aunque se deben incorporar otros factores sociales y culturales, Wirth (1938), Shevky, Williams, Bell (1949, 1953) y Hawley (1950), ya habían sugerido que los aspectos culturales influyen en la organización física de la ciudad. Estas ideas se apoyan en los resultados obtenidos de varios estudios empíricos que utilizaron estadísticas de empleo, sexo, actividades comerciales y nivel educativo para identificar patrones de localización (Hat 1946, Stanislawski 1950, Myers 1954, Hawley 1955, Schnore 1957). A pesar de que estas inquietudes fueron formuladas años después de que nacieron los modelos ecológicos clásicos, éstos siguen vigentes porque describen claramente cómo se distribuyen los grupos sociales en el territorio y qué tipo de patrones físicos forman en la estructura urbana -anillos, ejes o sectores- cuyos principios ecológicos se han aplicado en diversas ciudades del mundo. Por ejemplo, Heyner (1945), Amato (1968) y Ward (1980 y 2004) evaluaron la aplicación de los principios ecológicos en las urbes latinoamericanas y encontraron que éstas tienen patrones similares al interior de su estructura urbana con algunas diferencias atribuibles a su particular contexto cultural y económico. Así, ciudades como Guatemala y Bogotá han sido examinadas bajo esta visión ecológica pero hasta ahora no habían sido probados en una ciudad del tamaño, heterogeneidad social y de usos del suelo del AMCM.

En 1990, el Área Metropolitana presenta la siguiente distribución de usos: *habitación* ocupó 74.1% del espacio construido de la ciudad; industria, comercio y servicios (*mixto*) ocupó 5.3%. Y 10.9%, respectivamente Los usos complementarios se distribuyeron como sigue: *equipamiento* ocupó 5.2% de la mancha urbana, *recreativo* (4.1%) y *otros usos* abarcó 0.4% (ver cuadro 3.19). Diez años después, se observó una reorganización de este patrón. Ahora, de los tres principales usos de suelo dos incrementaron su porcentaje y uno lo disminuyó (*habitación* 58.5%, *mixto* 13.9%, e *industria* 3.7%) mientras que el suelo secundario el porcentaje de suelo se elevó significativamente (*equipamiento* 5.5%, *recreación* y *otros usos* 9.2%) (Ver cuadro 3.17).

Cuadro 3.17 Superficie en kilómetros cuadrados por categorías de uso de suelo por delegación y municipio del AMCM, 1990.

Clave	Municipio	Habitación	Industria	Mixto	Equipamiento	Recreación	Otros Usos	Total Interno
09007	Iztapalapa	77.9	5.7	14.6	5.3	5.5	0	108.9
09005	Gustavo A. Madero	65.4	3.1	5.6	6.2	2	0	82.4
09003	Coyoacán	49.3	1.4	0.9	6.9	4.9	0	63.5
09010	Álvaro Obregón	48.1	1.2	2.3	1.9	8.8	0	62.3
09016	Miguel Hidalgo	39.8	2.6	3.1	3.1	3.3	0	51.8
09012	Tlalpan	35.8	0	0.7	6.3	3.6	0	46.4
09015	Cuauhtémoc	21.9	0	16.8	0.8	0.6	0	40.2
09017	Venustiano Carranza	22.7	1	4.4	9.1	0.7	0	37.8
09002	Azcapotzalco	29.5	1.8	2.8	0.9	0.3	0	35.3
09013	Xochimilco	21.8	0.4	2.9	2.7	4.3	0	32.1
09014	Benito Juárez	24	0.3	3.2	0.6	0.4	0	28.4
09009	Milpa Alta	26.3	0	0	0	0	0	26.3
09006	Iztacalco	16.2	0.1	6.4	1.5	0.7	0	24.9
09011	Tláhuac	14.5	0	0.7	0	4.5	0	19.7
09008	Magdalena Contreras	15.4	0	2.5	0.4	0.4	0	18.7
09004	Cuajimalpa	10.8	0	3.7	0.2	1.2	0	15.8
	<b>Distrito Federal</b>	<b>519.4</b>	<b>17.6</b>	<b>70.6</b>	<b>45.9</b>	<b>41.2</b>	<b>0</b>	<b>694.5</b>
15033	Ecatepec	85.7	13.7	6.3	3.7	1.5	0	111
15057	Naucalpan	56.5	5.2	11	5.6	3	0.3	81.6
15104	Tlalnepantla	39.9	8.5	12.7	3.1	1.1	0.7	66
15121	Cuautitlán Izcalli	38.2	6.7	6.1	3.3	0.8	3.6	58.7
15013	Atizapán de Zaragoza	43.8	2.2	6.5	0	1.7	0.4	54.6
15058	Nezahualcóyotl	43.5	0.6	3.9	1.2	0.8	0	50
15109	Tultitlán	20.3	5.3	5.7	0.2	0.6	0	32
15031	Chimalhuacán	21.6	1.2	1.3	1.5	0	0	25.7
15060	Nicolás Romero	16.6	0	7.2	0	0	0.3	24.1
15025	Chalco	20.4	0	1.1	0	0	0	21.6
15081	Tecámac	16.2	0	3.8	0.1	0.4	0	20.5
15070	La Paz	11.8	3.4	2	1.3	0	0	18.5
15020	Coacalco	12.5	0.4	2	1.1	0.6	0	16.7
15039	Ixtapaluca	11.7	1.6	0.8	0.7	0.2	0	15.1
15037	Huixquilucan	9.8	0	0.9	0.1	2.7	0	13.5
15024	Cuautitlán	2.8	3	0.9	0.3	0	0	7.1
15029	Chicoloapan	3.9	0.1	0.7	0	0	0	4.7
15108	Tultepec	0.9	0	0	0	0	0	0.9
15099	Texcoco	0.7	0.1	0	0	0	0	0.8
15044	Jaltenco	0.7	0	0	0	0	0	0.7
15122	Valle de Chalco Solidaridad	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Estado de México</b>	<b>457.5</b>	<b>52</b>	<b>72.9</b>	<b>22.2</b>	<b>13.4</b>	<b>5.3</b>	<b>623.8</b>
	<b>Municipios metropolitanos del AMCM</b>	<b>977.0</b>	<b>69.7</b>	<b>143.6</b>	<b>68.1</b>	<b>54.5</b>	<b>5.4</b>	<b>1318.3</b>

Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo por AGEB, 1990-2000. Nota: La categoría de otros usos se refiere al equipamiento, recreación y otros usos –cuerpos de agua y preservación ecológica- que no se pudieron comparar entre sí porque su categoría no se considero en la cartografía del suelo de 2000.

Cuadro 3.18 Superficie en kilómetros cuadrados por categorías de uso de suelo por delegación y municipio del AMCM, 2000

Clave	Municipio	Habitación	Industria	Mixto	Equipamiento	Recreación	Otros Usos	Total Interno
09007	Iztapalapa	53	2.3	26.7	9.8	3	8.9	<b>104</b>
09012	Tlalpan	34.2	0.3	6.2	5	7.1	29.3	<b>82.1</b>
09005	Gustavo A. Madero	24.1	2.9	21.5	8.9	9.2	11.7	<b>78.3</b>
09010	Álvaro Obregón	32.2	0.4	17.1	3	9.5	3.62	<b>65.8</b>
09013	Xochimilco	20.5	0	13.3	3.3	1	24.9	<b>62.9</b>
09003	Coyoacán	19.4	0.3	10.6	5.9	13.3	0	<b>49.4</b>
09016	Miguel Hidalgo	19.9	0.5	6.7	5.4	8.6	0	<b>41.1</b>
09011	Tláhuac	18.1	0	5	2.6	0.5	11.4	<b>37.6</b>
09004	Cuajimalpa	13.8	0	2.9	0.8	2.5	11.6	<b>31.5</b>
09002	Azcapotzalco	8.8	4.9	11	3.2	1.4	0	<b>29.3</b>
09017	Venustiano Carranza	2.3	0.4	14.5	8.7	2.4	0	<b>28.3</b>
09009	Milpa Alta	4	0	0.4	1.1	0	22.7	<b>28.2</b>
09015	Cuauhtémoc	8.9	0	15	1.5	0.9	0.03	<b>26.4</b>
09014	Benito Juárez	18.9	0.1	2.2	0.6	0.5	0	<b>22.3</b>
09006	Iztacalco	10.6	0.1	5	2.6	1.8	0.01	<b>20</b>
09008	Magdalena Contreras	13.6	0	1.3	0.5	0.4	2.59	<b>18.3</b>
<b>Distrito Federal</b>		<b>302.3</b>	<b>12.2</b>	<b>159.4</b>	<b>62.9</b>	<b>62.1</b>	<b>126.75</b>	<b>725.5</b>
15033	Ecatepec	76.2	7.3	8.5	0	9.3	0	<b>101.3</b>
15057	Naucalpan	55.7	0.7	3.6	4.2	4.2	0.2	<b>68.6</b>
15104	Tlalnepantla	36.9	13.4	4.5	0	7.5	0	<b>62.4</b>
15121	Cuautitlán Izcalli	33.7	11.9	3.5	8.2	4	0	<b>61.3</b>
15013	Atizapán de Zaragoza	50.6	0	0.9	1.1	0	0	<b>52.6</b>
15058	Nezahualcóyotl	34.9	0.2	5.9	0	1.1	0	<b>42.1</b>
15109	Tultitlán	27.3	2.3	1.3	0.1	7.2	0	<b>38.3</b>
15099	Texcoco	23.4	0	2.8	0.6	9.3	0	<b>36.1</b>
15031	Chimalhuacán	34.8	0	0.4	0.2	0	0	<b>35.4</b>
15060	Nicolás Romero	20.8	0	0	0	9.5	0	<b>30.4</b>
15039	Ixtapaluca	15.6	1.3	1.5	0	7.2	0	<b>25.6</b>
15122	Valle de Chalco Solidaridad	22.7	0	0.5	0	1.9	0	<b>25.2</b>
15025	Chalco	19.4	0	0.7	0	0.8	0	<b>20.9</b>
15037	Huixquilucan	17.8	0	0	0	0	3.1	<b>20.9</b>
15020	Coacalco	13	0.2	1.1	0	2.2	0	<b>16.5</b>
15070	La Paz	7.5	2.2	2.5	0	3.5	0	<b>15.7</b>
15081	Tecámac	14	0	0.2	0	0	0	<b>14.3</b>
15108	Tultepec	9.3	0	0	0	0.7	0	<b>10</b>
15029	Chicoloapan	7.8	0	0.3	0	0	0	<b>8.2</b>
15024	Cuautitlán	7.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0	<b>8</b>
15044	Jaltenco	0.4	0	0	0	0.2	0	<b>0.6</b>
<b>Estado de México</b>		<b>529</b>	<b>39.8</b>	<b>38.4</b>	<b>14.6</b>	<b>68.7</b>	<b>3.3</b>	<b>694.4</b>
<b>Municipios metropolitanos del AMCM</b>		<b>831.3</b>	<b>52</b>	<b>197.8</b>	<b>77.5</b>	<b>131</b>	<b>130.1</b>	<b>1419.9</b>

Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo por AGE, 1990-2000.

Nota: La categoría de *otros usos* se refiere a equipamiento, recreación y otros usos –cuerpos de agua y preservación ecológica- no se compararon entre sí porque su categoría no se incluyó en la cartografía 2000.

Cuadro 3.19. Distribución porcentual por categorías de uso de suelo en delegaciones y municipios del AMCM, 1990.

Clave	Municipio	Habitación	Industria	Mixto	Equipamiento	Recreación	Otros Usos	Total Interno
9007	Iztapalapa	71.5	5.2	13.4	4.9	5.1	0	100
9012	Gustavo A. Madero	79.4	3.8	6.8	7.5	2.4	0	100
9005	Coyoacán	77.6	2.2	1.4	10.9	7.7	0	100
9010	Álvaro Obregón	77.2	1.9	3.7	3	14.1	0	100
9013	Miguel Hidalgo	76.8	5	6	6	6.4	0	100
9003	Tlalpan	77.2	0	1.5	13.6	7.8	0	100
9016	Cuauhtémoc	54.5	0	41.8	2	1.5	0	100
9011	Venustiano Carranza	60.1	2.6	11.6	24.1	1.9	0	100
9004	Azcapotzalco	83.6	5.1	7.9	2.5	0.8	0	100
9002	Xochimilco	67.9	1.2	9	8.4	13.4	0	100
9017	Benito Juárez	84.5	1.1	11.3	2.1	1.4	0	100
9009	Milpa Alta	100	0	0	0	0	0	100
9015	Iztacalco	65.1	0.4	25.7	6	2.8	0	100
9014	Tláhuac	73.6	0	3.6	0	22.8	0	100
9006	Magdalena Contreras	82.4	0	13.4	2.1	2.1	0	100
9008	Cuajimalpa	68.4	0	23.4	1.3	7.6	0	100
	<b>Distrito Federal</b>	<b>74.8</b>	<b>2.5</b>	<b>10.2</b>	<b>6.6</b>	<b>5.9</b>	<b>0</b>	<b>100</b>
15033	Ecatepec	77.2	12.3	5.7	3.3	1.4	0	100
15057	Naucalpan	69.2	6.4	13.5	6.9	3.7	0.4	100
15104	Tlalnepantla	60.5	12.9	19.2	4.7	1.7	1.1	100
15121	Cuautitlán Izcalli	65.1	11.4	10.4	5.6	1.4	6.1	100
15013	Atizapán de Zaragoza	80.2	4	11.9	0	3.1	0.7	100
15058	Nezahualcóyotl	87	1.2	7.8	2.4	1.6	0	100
15109	Tultitlán	63.4	16.6	17.8	0.6	1.9	0	100
15031	Chimalhuacán	84	4.7	5.1	5.8	0	0	100
15060	Nicolás Romero	68.9	0	29.9	0	0	1.2	100
15025	Chalco	94.4	0	5.1	0	0	0	100
15081	Tecámac	79	0	18.5	0.5	2	0	100
15070	La Paz	63.8	18.4	10.8	7	0	0	100
15020	Coacalco	74.9	2.4	12	6.6	3.6	0	100
15039	Ixtapaluca	77.5	10.6	5.3	4.6	1.3	0	100
15037	Huixquilucan	72.6	0	6.7	0.7	20	0	100
15024	Cuautitlán	39.4	42.3	12.7	4.2	0	0	100
15029	Chicoloapan	83	2.1	14.9	0	0	0	100
15108	Tultepec	100	0	0	0	0	0	100
15099	Texcoco	87.5	12.5	0	0	0	0	100
15044	Jaltenco	100	0	0	0	0	0	100
15122	Valle de Chalco Solidaridad	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Estado de México</b>	<b>73.3</b>	<b>8.3</b>	<b>11.7</b>	<b>3.6</b>	<b>2.1</b>	<b>0.8</b>	<b>100</b>
	<b>Municipios metropolitanos del AMCM</b>	<b>74.1</b>	<b>5.3</b>	<b>10.9</b>	<b>5.2</b>	<b>4.1</b>	<b>0.4</b>	<b>100</b>

Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo por AGEB, 1990-2000. Nota: La categoría de otros usos se refiere al equipamiento, recreación y otros usos –cuerpos de agua y preservación ecológica- que no se pudieron comparar entre sí porque su categoría no se consideró en la cartografía del suelo de 2000.

Cuadro 3.20. Distribución porcentual por categorías de uso de suelo en delegaciones y municipios del AMCM, 2000

Clave	Municipio	Habitación	Industria Mixta	Equipamiento	Recreación	Otros Usos	Total Interno	
9007	Iztapalapa	50.96	2.21	25.67	9.42	2.88	8.56	100
9012	Tlalpan	41.66	0.37	7.55	6.09	8.65	35.69	100
9005	Gustavo A. Madero	30.78	3.7	27.46	11.37	11.75	14.94	100
9010	Álvaro Obregón	48.94	0.61	25.99	4.56	14.44	5.5	100
9013	Xochimilco	32.59	0	21.14	5.25	1.59	39.59	100
9003	Coyoacán	39.27	0.61	21.46	11.94	26.92	0	100
9016	Miguel Hidalgo	48.42	1.22	16.3	13.14	20.92	0	100
9011	Tláhuac	48.14	0	13.3	6.91	1.33	30.32	100
9004	Cuajimalpa	43.81	0	9.21	2.54	7.94	36.83	100
9002	Azcapotzalco	30.03	16.72	37.54	10.92	4.78	0	100
9017	Venustiano Carrán	8.13	1.41	51.24	30.74	8.48	0	100
9009	Milpa Alta	14.18	0	1.42	3.9	0	80.5	100
9015	Cuauhtémoc	33.71	0	56.82	5.68	3.41	0.11	100
9014	Benito Juárez	84.75	0.45	9.87	2.69	2.24	0	100
9006	Iztacalco	53	0.5	25	13	9	0.05	100
9008	Magdalena Contreras	74.32	0	7.1	2.73	2.19	14.15	100
	<b>Distrito Federal</b>	<b>41.67</b>	<b>1.68</b>	<b>21.97</b>	<b>8.67</b>	<b>8.56</b>	<b>17.47</b>	<b>100</b>
15033	Ecatepec	75.22	7.21	8.39	0	9.18	0	100
15057	Naucalpan	81.2	1.02	5.25	6.12	6.12	0.29	100
15104	Tlalnepantla	59.13	21.47	7.21	0	12.02	0	100
15121	Cuautitlán Izcalli	54.98	19.41	5.71	13.38	6.53	0	100
15013	Atizapán de Zaragoza	96.2	0	1.71	2.09	0	0	100
15058	Nezahualcóyotl	82.9	0.48	14.01	0	2.61	0	100
15109	Tultitlán	71.28	6.01	3.39	0.26	18.8	0	100
15099	Texcoco	64.82	0	7.76	1.66	25.76	0	100
15031	Chimalhuacán	98.31	0	1.13	0.56	0	0	100
15060	Nicolás Romero	68.42	0	0	0	31.25	0	100
15039	Ixtapaluca	60.94	5.08	5.86	0	28.13	0	100
15122	Valle de Chalco Solidaridad	90.08	0	1.98	0	7.54	0	100
15025	Chalco	92.82	0	3.35	0	3.83	0	100
15037	Huixquilucan	85.17	0	0	0	0	14.83	100
15020	Coacalco	78.79	1.21	6.67	0	13.33	0	100
15070	La Paz	47.77	14.01	15.92	0	22.29	0	100
15081	Tecámac	97.9	0	1.4	0	0	0	100
15108	Tultepec	93	0	0	0	7	0	100
15029	Chicoloapan	95.12	0	3.66	0	0	0	100
15024	Cuautitlán	90	3.75	2.5	2.5	1.25	0	100
15044	Jaltenco	66.67	0	0	0	33.33	0	100
	<b>Estado de México</b>	<b>76.18</b>	<b>5.73</b>	<b>5.53</b>	<b>2.1</b>	<b>9.89</b>	<b>0.48</b>	<b>100</b>
	<b>Municipios metropolitanos AMCM</b>	<b>58.5</b>	<b>3.7</b>	<b>13.9</b>	<b>5.5</b>	<b>9.2</b>	<b>9.2</b>	<b>100</b>

Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo por AGEB, 1990-2000.

En el cuadro 3.21 se presentan los cambios porcentuales de suelo de seis categorías examinadas. En diez años, la actividad residencial “perdió” casi 16% de superficie y la industria 2%- en cambio, el suelo mixto creció casi 3%. En uso del suelo complementario aumentó su participación porcentual, por ejemplo, equipamiento ganó cerca de medio punto, y los usos recreativos ganaron 5% de superficie en el AMCM, estos cambios se explican por movimientos demográficos, la modificación de normas de zonificación, que fusionaron o desaparecieron clases de suelo y la suburbanización de los municipios conurbados del Estado de México.

Un examen más profundo del cuadro 3.21 reveló que la ciudad de México expulsó más suelo habitacional (33.1%) mientras que en el Estado de México aumentó este uso casi 3%, lo que significa que una parte de las viviendas se localizaron en los municipios mexiquenses de Cuautitlán (50.6%), Tecámac (18.9%), Atizapán de Zaragoza (16%), Chimalhuacán (14.3%), Huixquilucan (12.6%), Naucalpan y Chicoloapan (12%); Tultitlán (7.8%) y Coacalco (3.9%). El uso industrial experimentó un proceso similar de sucesión, ambas entidades presentaron saldos negativos ( 0.9% para el D.F. y 2.6% en el Estado de México); en cambio, el suelo mixto fue la actividad que invadió a la ciudad de México (11.8%), en doce delegaciones se identificó porcentajes positivos y destacan entre ellos Cuauhtémoc, Azcapotzalco, Coyoacán, Gustavo A. Madero, Iztapalapa, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza; mientras que los municipios mexiquenses expulsaron 6.2% de esta actividad y destacan los casos de Nicolás Romero (30%), Tecámac (17.1%), Tultitlán (14.4%), Chicoloapan (11.2%) Atizapán de Zaragoza y Cuautitlán (10.2%) que constituyen municipios periféricos o tercer contorno si se le compara con el modelo de anillos concéntricos, mientras que los municipios conurbados como Tlalnepantla (12%), Naucalpan (8.2%), Huixquilucan (6.7%) lo que permite establecer la hipótesis de que entre más cerca se este del núcleo central del AMCM habrá mayor superficie de uso de suelo mixto.

#### *Habitación,*

Esta actividad ocupó la mayor parte de la superficie de la ciudad entre 1990 y 2000, mostró los movimientos más importantes en la estructura urbana. En el primer período, se calculó que la ciudad de México contaba con 519.4 (74.8%) y el Estado de México 457.5 km<sup>2</sup> (73.3%) kilómetros de suelo residencial, que en conjunto sumó 977 kilómetros cuadrados lo que significa que el 74.1% del AMCM era ocupado por este tipo de suelo, (ver cuadro

3.10), En 2000, este uso de suelo disminuyó a 831.3 km<sup>2</sup> (58.5%) pero aún es el uso de suelo que ocupa más espacio, este mismo caso se repite para la capital del país disminuyó a 41.6% (302.3 km<sup>2</sup>) mientras que los municipios conurbados se elevó significativamente el uso de suelo habitacional a 76.18% (529 km<sup>2</sup>), que se explican por la intensa suburbanización en el año 2000. Los municipios y delegaciones que tuvieron los movimientos más importantes de este uso de suelo son Ecatepec, Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Naucalpan y Tlalnepantla; en cambio, los municipios que experimentaron pequeñas variaciones fueron: Chicoloapan, Tultepec, Texcoco, Jaltenco, y Valle de Chalco Solidaridad. El examen de la distribución del uso de suelo de 1990 y 2000 (ver mapa 1 y 2 en el capítulo anterior) mostró que el uso de suelo habitacional en el AMCM se distribuye en forma de sectores y en ejes aunque en el segundo período se observó que en la zona central se produjo una invasión del suelo mixto que remplazó a la vivienda. En ambos casos se observó que la distribución física de la vivienda del AMCM presenta una combinación de los patrones de modelos ecológicos.

En el caso de la vivienda, su patrón físico se presenta en la forma de los tres modelos ecológicos –anillos, ejes, y sectores- de diferentes maneras.; en el caso del primero, éste se encuentra en los anillos exteriores alrededor del CBD que contienen vivienda cuya calidad esta en función de la posición del grupo social, por ejemplo, la zona en transición tiene la vivienda más antigua de la ciudad y su población es de mayor edad, mientras que en los anillos exteriores viven personas más jóvenes y la vivienda es de mejor calidad en su vivienda; Para Hoyt (1939) la vivienda se localiza en ejes de acuerdo al estrato económico de la población, los grupos más bajos están cerca del centro mientras que los estratos medios y altos están lejos del primero, Ullman y Harris (1945) opinan que la vivienda se organiza en sectores sucesivos –baja y media cerca del centro principal y la clase alta está cerca de centros secundarios o subcentros.

Los resultados muestran que en el área central<sup>52</sup> del Distrito Federal, el suelo *habitacional*, cedió su lugar al uso de suelo *mixto*, en especial las delegaciones que rodean a esta zona, entre ellas están Azcapotzalco y Gustavo A. Madero, que tuvieron valores

---

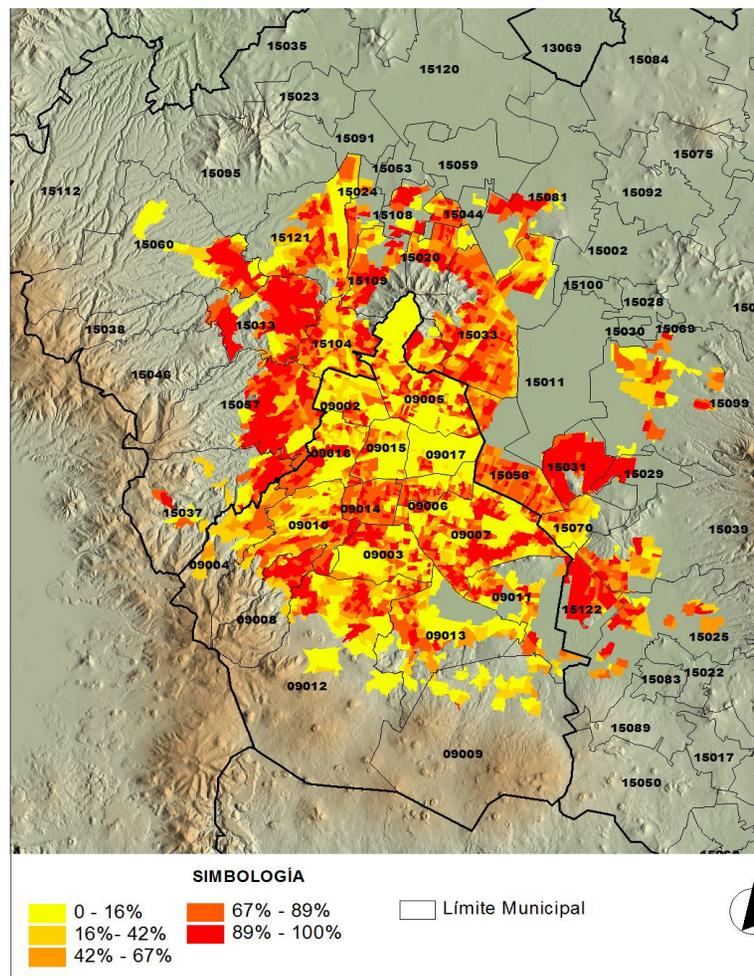
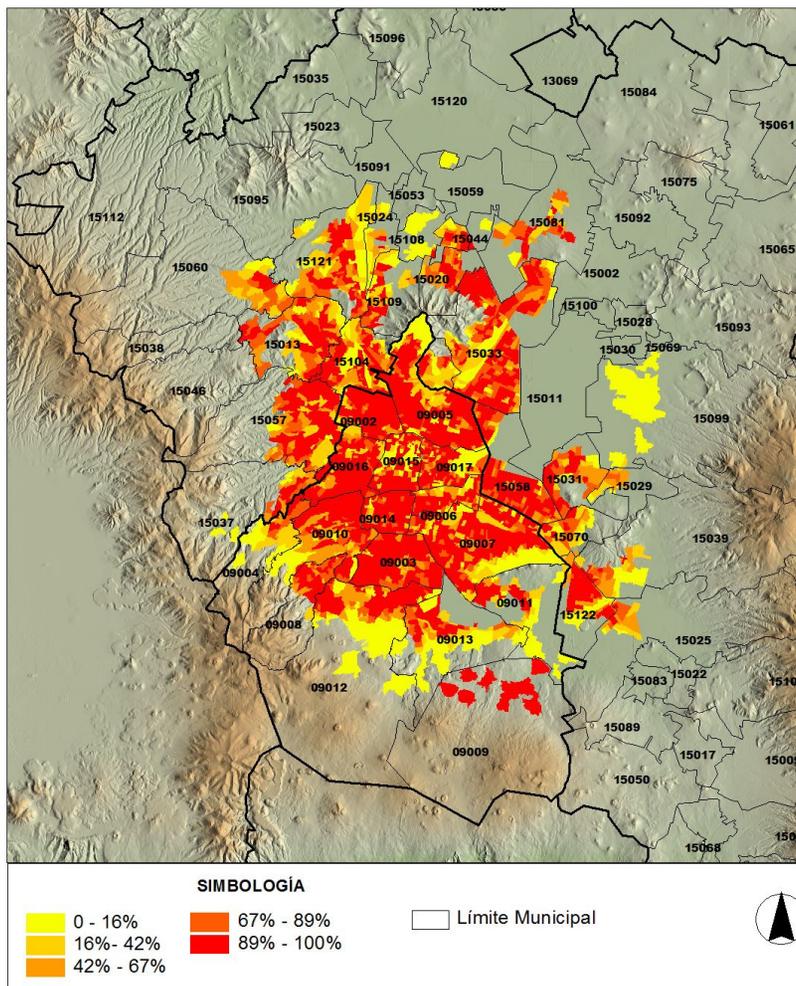
<sup>52</sup> Las delegaciones que componen esta área son Miguel Hidalgo Cuauhtémoc, Venustiano Carranza y Coyoacán,

superiores al 47%, lo que significa que en ambas, cerca de la mitad de los usos de suelo utilizado como vivienda se transformó a otra actividad. (Ver cuadro 3.14).

Esta reubicación se explica por varios factores: 1) cambios en el tamaño de la estructura familiar referidos a la composición y edad de sus miembros, es decir, los hijos crecen y dejan el hogar paterno, obligándolos a buscar otra vivienda más pequeña en el mismo lugar o por lo menos cerca del centro, 2) la presencia de usos incompatibles –como oficinas e industrias- con la actividad residencial obliga a los habitantes a buscar otra zona que tenga una calidad de vida similar del área donde viven, 3) los inmuebles residenciales se ven presionados a cambiar a otra actividad más productiva si disfrutaban de una localización privilegiada como la cercanía a ciertos servicios y vías de comunicación; pero ¿hacia dónde se movió este suelo al interior del AMCM?. Al revisar las cifras de vivienda correspondientes al Estado de México se observó que en nueve municipios se elevaron los porcentajes de este uso de suelo: Atizapán de Zaragoza (15.8%), Coacalco (3.8%), Cuautitlán (50.2%), Chicoloapan (13.4%), Chimalhuacán (14.1%), Huixquilucan (12.5%), Naucalpan (12.1%), Tecámac (19%) y Tultitlán (7.9%), lo anterior significa que estas entidades absorbieron el “stock” de suelo habitacional que el Distrito Federal expulsó del área central. (Ver gráfica 2)

En el mapa 8, se muestra la distribución geográfica del suelo habitacional en 1990 y 2000, en el primer período se observa que éste se distribuía, en las delegaciones de Álvaro Obregón, Azcapotzalco, Miguel Hidalgo, Coyoacán y Venustiano Carranza, estas delegaciones forman un cinturón residencial alrededor del zócalo, similar al patrón de anillos concéntricos de Burgess (1926). Diez años después, la zona experimentó un intenso proceso de *suburbanización*, que tuvo un efecto en el territorio; la habitación se desplazó a los municipios conurbados del norponiente del AMCM (Naucalpan, Huixquilucan y Atizapán de Zaragoza), mientras que en el oriente disminuyó este uso de suelo (en color naranja) Esta disminución es notoria en la ciudad de México porque prácticamente en todas las delegaciones disminuyó este uso de suelo y tan sólo algunas delegaciones mantienen pequeñas áreas habitacionales como Coyoacán, Iztapalapa, Miguel Hidalgo, Tlalpan, Tláhuac y Xochimilco.

Mapa 8 Localización del Uso de suelo habitacional, 1990-2000



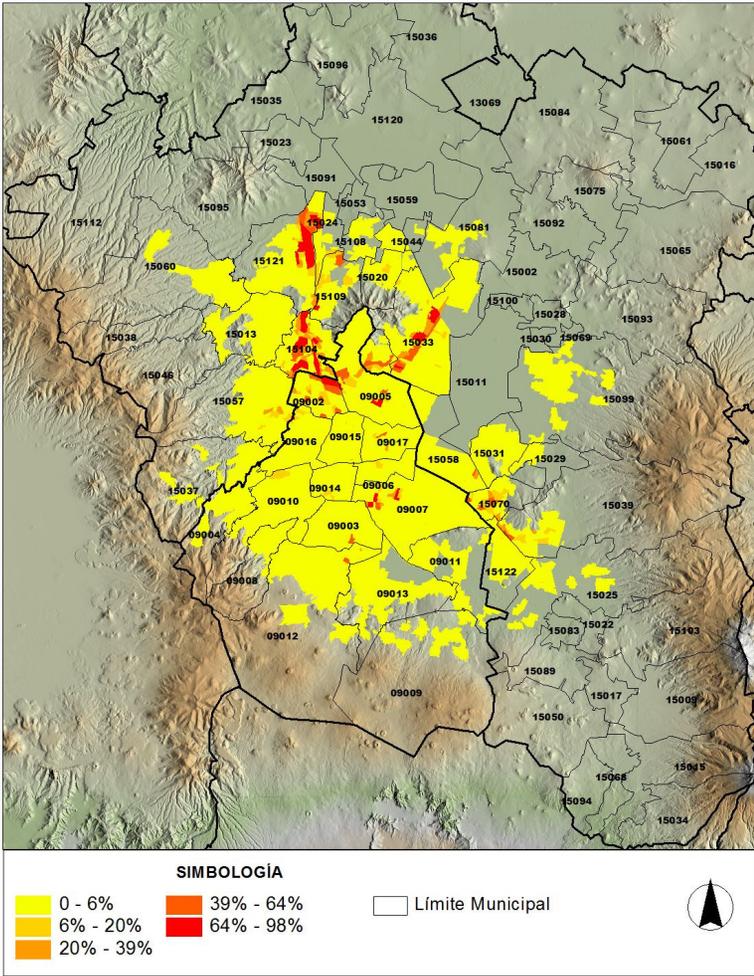
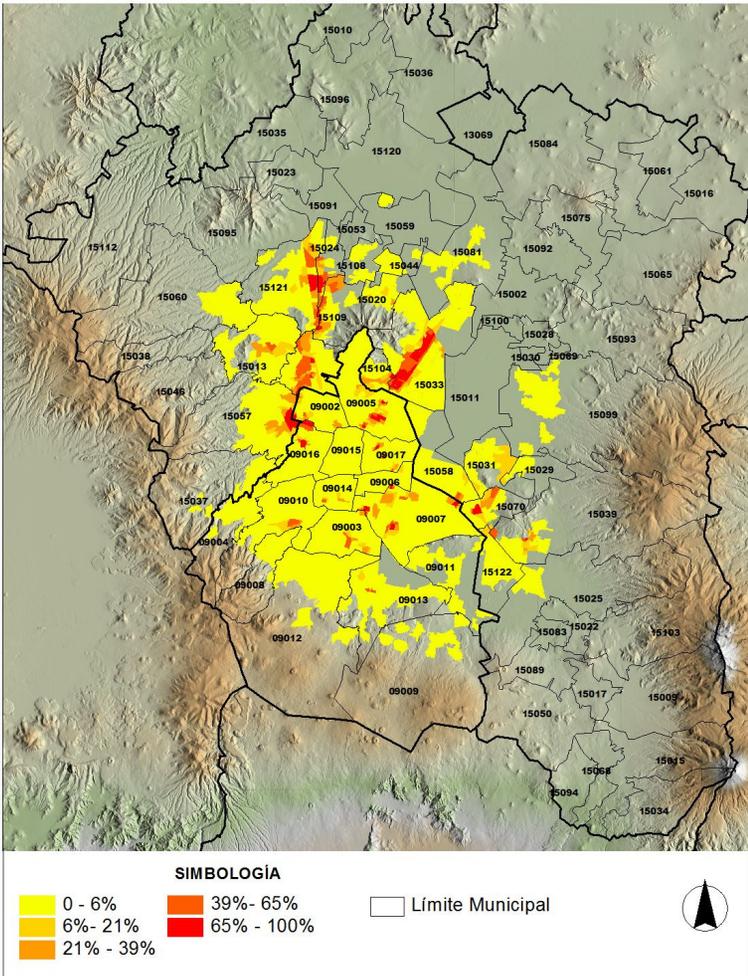
Fuente: Elaborados a partir de los mapas de suelo de 1990 y 2000.

*Industria,*

Este uso de suelo fue la principal actividad económica en las ciudades de la posguerra hasta inicios de los ochenta, esta actividad requiere de grandes superficies de tierra y vías de comunicación para recibir y distribuir los insumos y productos; este patrón se observa en los mapas 1 y 2 donde se forman corredores de suelo industrial en el norte del AMCM. En caso del área metropolitana este uso de suelo ocupó 69.7 km<sup>2</sup> y en el año 2000 disminuyó a 52 km<sup>2</sup>, lo anterior significó que el 5.3% del total de la superficie de la ciudad era destinado para este uso en 1990 y, en diez años, disminuyó su presencia casi dos puntos porcentuales (3.7%) y fue la ciudad de México quien expulsó la mayor cantidad de industria de sus límites (de 2.5% que tenía hace 20 años pasó a 1.68%) y el Estado de México perdió de 8.3% a 5.73% de esta actividad. En Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Coyoacán, Ecatepec, Naucalpan y Tlalnepantla se concentraba la mayor parte de este uso de suelo en 1990; pero una década después Coyoacán es desplazada por Tlalpan como lugar donde continúa instalada la industria y se mantienen Ecatepec, Naucalpan y Tlalnepantla como los municipios industriales del Estado de México.

El suelo industrial consume grandes espacios de tierra y necesita contar con autopistas, carreteras y vías férreas para transportar los productos manufacturados y recibir las materias primas. Este uso de suelo se localiza, en la periferia de la ciudad pero al crecer ésta la industria se integra a la estructura urbana mezclándose con otros tipos de suelo. El AMCM no es la excepción, el mapa 9 muestra que la industria se localiza en las áreas que anteriormente se consideraban la periferia de la ciudad pero que ahora forman parte del continuo urbano. Entre 1990 y 2000, Azcapotzalco (11.6%), Tlalnepantla (8.7%) y Cuautitlán Izcalli (8%) son las áreas que tienen el mayor porcentaje de industria pero no significa que no exista en toda la ciudad en Iztapalapa, Tlalpan y Chimalhuacán se observan pequeñas zonas industriales, En el AMCM se observó que en ocho delegaciones disminuyó la manufactura por ejemplo, Coyoacán, Álvaro Obregón, y Xochimilco perdieron entre 1% a 1.5%, de suelo industrial; destaca el caso de Iztapalapa y Miguel Hidalgo que perdieron entre 3% y 4% de este suelo; en el Estado de México nueve municipios cambiaron de suelo industrial a otro tipo, Cuautitlán perdió casi 40%, Tultitlán (10.31%), Naucalpan (5%), Texcoco (10%), Ixtapaluca (6%), Ecatepec (5.2%), Chimalhuacán (4.7%), La Paz (4.4%), Chicoloapan (2.2%) y Nezahualcóyotl (casi 1%) (Ver cuadro 3.21)

Mapa 9 Localización del Uso de suelo industrial, 1990-2000



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir del mapa de usos de suelo del AMCM de 1990 y 2000

*Mixto*

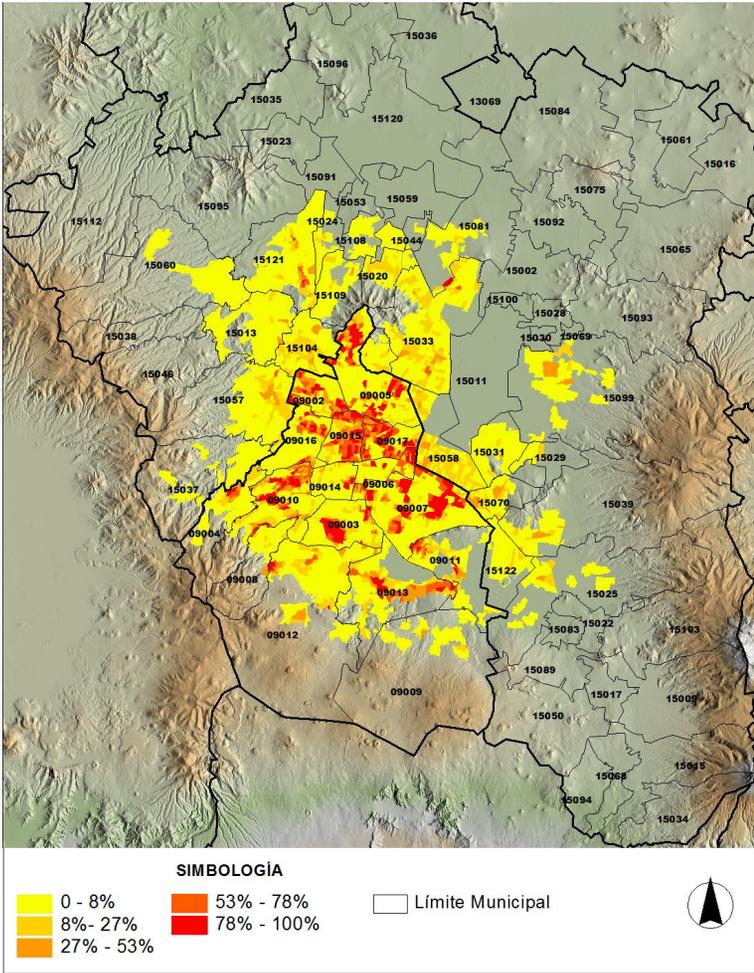
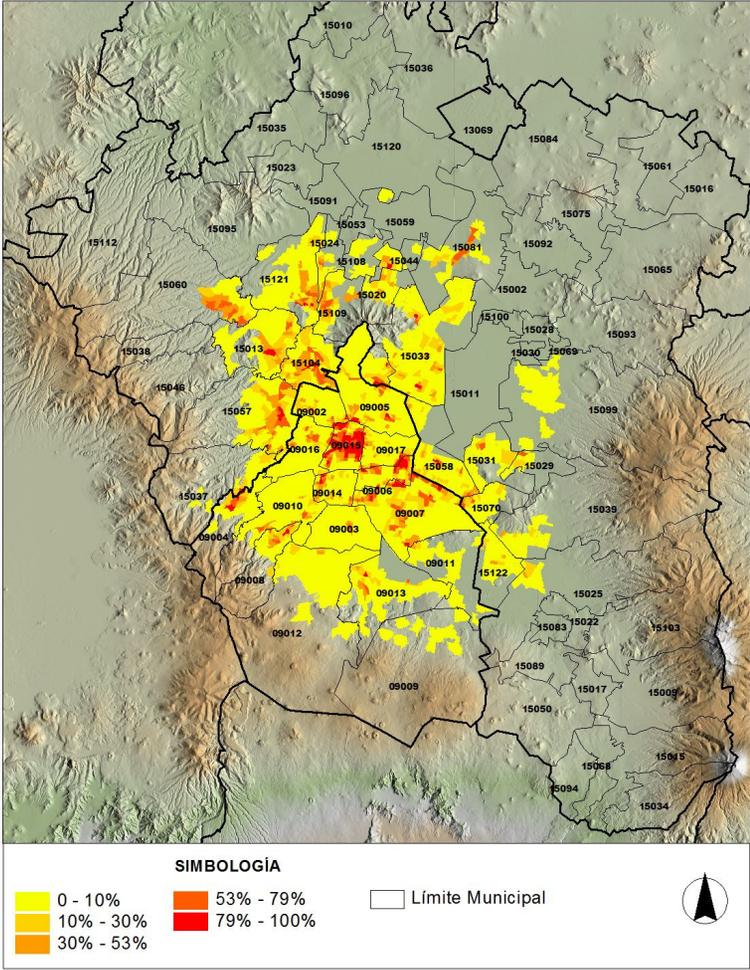
Este uso de suelo se compone de comercio, servicios y vivienda pero en este estudio sólo se describen los dos primeros. La literatura ecológica establece que la mayor parte de los usos del suelo se encuentra en el centro de negocios concentra de esta actividad y tiene los valores del suelo más altos, aunque el suelo mixto puede presentarse en forma de ejes o sectores. En 1990, el zócalo del AMCM equivale al distrito central de negocios si se compara con el modelo de Burgess (1926), sin embargo, se identificaron otras zonas de uso de suelo mixto que son centros de negocios más pequeños, de menor importancia al norponiente y oriente de la ciudad, similares a los núcleos descritos por Hoyt (1939 y 1963) y Harris y Ullman (1945). En el año 2000, el suelo mixto se extendió más allá del centro, lo que constituye el ejemplo de que existen procesos ecológicos de invasión, sucesión. Y competencia definidos por Park (1936) y McKenzie (1926) se estimó que cerca de 198 kilómetros cuadrados estaban ocupados por esta actividad en el AMCM; mientras que en 1990 sólo ocuparon 143.6 km<sup>2</sup>, en otras palabras, diez años fueron suficientes para que la superficie de uso de suelo mixto creciera casi tres puntos porcentuales –de 10.9% se elevó a 13.9% de ocupación,–con respecto a su distribución interna, la ciudad de México fue la entidad que elevó al doble este uso de suelo (10.2% a 21.9%) mientras que el Estado de México disminuyó drásticamente la superficie de esta actividad, se calculó que en los noventa, el 11.7% del área urbanizada estaba dedicada a esta actividad y en el año 2000 tan sólo tenía 5.31% .

El mapa 10 y el cuadro 3.21 muestran que la mayor parte del suelo mixto se encontraba en el área central del Distrito Federal (delegación Cuauhtémoc) y cerca del aeropuerto internacional en Venustiano Carranza se estimó que cada AGEBS de esta zona tenía más del 80% de esta actividad. Se identificaron otras áreas de la ciudad cuya superficie de este suelo oscila entre el 30% y 79% como el caso de Naucalpan, Huixquilucan, la zona sur y oriente de Ecatepec, Tlalnepantla, Cuautitlán, Nezahualcóyotl en el Estado de México e Iztapalapa, Gustavo A. Madero, Miguel Hidalgo y Magdalena Contreras en la ciudad de México. Desde una interpretación ecológica se puede afirmar que el uso de suelo mixto *invadió* y desplazó a la vivienda e industria del centro, lo que significa que, en términos territoriales, las actividades de intercambio de bienes y servicios ocupan el Distrito Central De las cuatro delegaciones consideradas como “ciudad central” Benito Juárez presentó una ligera disminución de suelo mixto (1.7%) mientras que Cuauhtémoc,

Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza elevaron sus valores a 15.10%, 10.33% y 39.45%, este último se explica por la presencia de equipamiento de carácter regional, en especial, el aeropuerto internacional Benito Juárez que atraen a un número considerable de gente que trabaja en la zona, lo que promovió el surgimiento de restaurantes, tiendas, papelerías y tiendas de autoservicio que han ocupado los inmuebles que anteriormente se destinaban en vivienda.

En el caso del Estado de México, se observó un patrón físico que indica el desplazamiento del suelo mixto a otras áreas, por lo que es posible concluir que es el Distrito Federal quien esta absorbiendo esta actividad, en cambio, los municipios conurbados de Naucalpan y Tlalnepantla, perdieron 8.3% y 12% respectivamente, en cambio, los municipios al oriente (Nezahualcóyotl, Ecatepec, Texcoco, y Valle de Chalco) han ganado superficie de suelo mixto, lo que probablemente signifique que hay una actividad comercial y de servicios que satisface las necesidades de la población local. (Ver cuadro 3.14 y mapa 10)

Mapa 10 Localización del Uso de suelo Mixto, 1990-2000



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir del mapa de usos de suelo del AMCM de 1990 y 200

Cuadro 3.21. Cambios porcentual por categorías de uso de suelo en delegaciones y municipios del AMCM, 1990-2000

Clave	Municipio	Habitación 1990-2000	Industria 1990-2000	Mixto 1990-2000	Equipamiento 1990-2000	Recreación 1990-2000	Otros Usos 1990-2000
09002	Azcapotzalco	-53.5	11.6	29.6	8.4	3.9	0.0
09003	Coyoacán	-38.4	-1.6	20.0	1.1	19.2	0.0
09004	Cuajimalpa	-24.5	0	-14.2	1.3	0.3	36.8
09005	Gustavo A. Madero	-48.6	-0.1	20.7	3.8	9.3	14.9
09006	Iztacalco	-12.1	0.1	-0.7	7.0	6.2	0.1
09007	Iztapalapa	-20.6	-3.0	12.3	4.6	-2.2	8.6
09008	Magdalena Contreras	-8.0	0	-6.3	0.6	0.0	14.2
09009	Milpa Alta	-85.8	0	1.4	3.9	0.0	80.5
09010	Álvaro Obregón	-28.3	-1.3	22.3	1.5	0.3	5.5
09011	Tláhuac	-25.5	0	9.7	6.9	-21.5	30.3
09012	Tlalpan	-35.5	0.4	6.0	-7.5	0.9	35.7
09013	Xochimilco	-35.3	-1.2	12.1	-3.2	-11.8	39.6
09014	Benito Juárez	0.2	-0.6	-1.4	0.6	0.8	0.0
09015	Cuauhtémoc	-20.8	0	15.0	3.7	1.9	0.1
09016	Miguel Hidalgo	-28.4	-3.8	10.3	7.2	14.6	0
09017	Venustiano Carranza	-51.9	-1.2	39.6	6.7	6.6	0
	<b>Distrito Federal</b>	<b>-33.1</b>	<b>-0.9</b>	<b>11.8</b>	<b>2.1</b>	<b>2.6</b>	<b>17.5</b>
15013	Atizapán de Zaragoza	16.0	-4.0	-10.2	2.1	-3.1	-0.7
15020	Coacalco	3.9	-1.2	-5.3	-6.6	9.7	0
15024	Cuautitlán	50.6	-38.5	-10.2	-1.7	1.3	0
15025	Chalco	-1.6	0.0	-1.7	0.0	3.8	0
15029	Chicoloapan	12.1	-2.1	-11.2	0.0	0.0	0
15031	Chimalhuacán	14.3	-4.7	-3.9	-5.3	0.0	0
15033	Ecatepec	-2.0	-5.1	2.7	-3.3	7.8	0
15037	Huixquilucan	12.6	0.0	-6.7	-0.7	-20.0	14.8
15039	Ixtapaluca	-16.5	-5.5	0.6	-4.6	26.8	0
15044	Jaltenco	-33.3	0	0	0	33.3	0
15057	Naucalpan	12.0	-5.4	-8.2	-0.7	2.4	-0.1
15058	Nezahualcóyotl	-4.1	-0.7	6.2	-2.4	1.0	0.0
15060	Nicolás Romero	-0.5	0	-29.9	0.0	31.3	-1.2
15070	La Paz	-16.0	-4.4	5.1	-7.0	22.3	0
15081	Tecámac	18.9	0	-17.1	-0.5	-2.0	0
15099	Texcoco	-22.7	-12.5	7.8	1.7	25.8	0
15104	Tlalnepantla	-1.3	8.6	-12.0	-4.7	10.4	-1.1
15108	Tultepec	-7.0	0	0	0	7.0	0
15109	Tultitlán	7.8	-10.6	-14.4	-0.4	16.9	0
15121	Cuautitlán Izcalli	-10.1	8.0	-4.7	7.8	5.2	-6.1
15122	Valle de Chalco Solidaridad	90.1	0	2.0	0	7.5	0
	<b>Estado de México</b>	<b>2.8</b>	<b>-2.6</b>	<b>-6.2</b>	<b>-1.5</b>	<b>7.7</b>	<b>-0.4</b>
	<b>Municipios metropolitanos del AMCM</b>	<b>-15.6</b>	<b>-1.6</b>	<b>3.0</b>	<b>0.3</b>	<b>5.1</b>	<b>9</b>

Fuente: Elaborado a partir de los cuadros 13 y 14...

La categoría de otros usos se refiere al equipamiento, recreación y otros usos –cuerpos de agua y preservación ecológica– que no se pudieron comparar entre si porque no se encontraron en la cartografía del suelo de 2000.

### *Usos complementarios*

Carter señala que las ciudades son puntos especializados con “funciones que las diferencian entre sí” (Carter, 1987, p. 61), algunas de ellas son distributivas; otras, de transporte y manufactureras, en el caso de los usos de suelo, estos se pueden diferenciar por las funciones que desarrollan aunque, en su opinión, la geografía urbana sólo utiliza el análisis del plano en los estudios de suelo, lo que proporciona una visión histórica del desarrollo de la ciudad. A partir del razonamiento anterior, existen otros usos de suelo que tienen el propósito de satisfacer las necesidades básicas de la población como educación, salud, y recreación e intervienen en la organización de la estructura urbana del AMCM.

### *Equipamiento*

Este uso de suelo ocupó aproximadamente 68.1 km<sup>2</sup> en 1990 distribuidos de la siguiente manera: la ciudad de México contaba con 45.9 kilómetros y el Estado de México 22.2 km<sup>2</sup>, que en términos porcentuales significaba que el 5.2% de la superficie de la ciudad estaba ocupado por escuelas, universidades, hospitales, cuarteles militares y policiacos, casi el 6.3% se encontraba en el D.F. y 3.6% en los municipios mexiquenses, hay que recordar que cada porcentaje se calculó con respecto al total de la fila no de la columna porque el propósito es describir la organización interna. Diez años después, esta superficie se elevó a 77.5 km<sup>2</sup>, donde el Estado de México tiene 14.6 km<sup>2</sup> y el Distrito Federal 62.9 kilómetros, lo que en términos porcentuales significa que, en 1990, la superficie total del AMCM, tan sólo el 5.2% era utilizado por el equipamiento, en la ciudad de México este uso de suelo ocupaba 6.6% del territorio capitalino y 3.6% en los municipios conurbados.

### *Recreación*

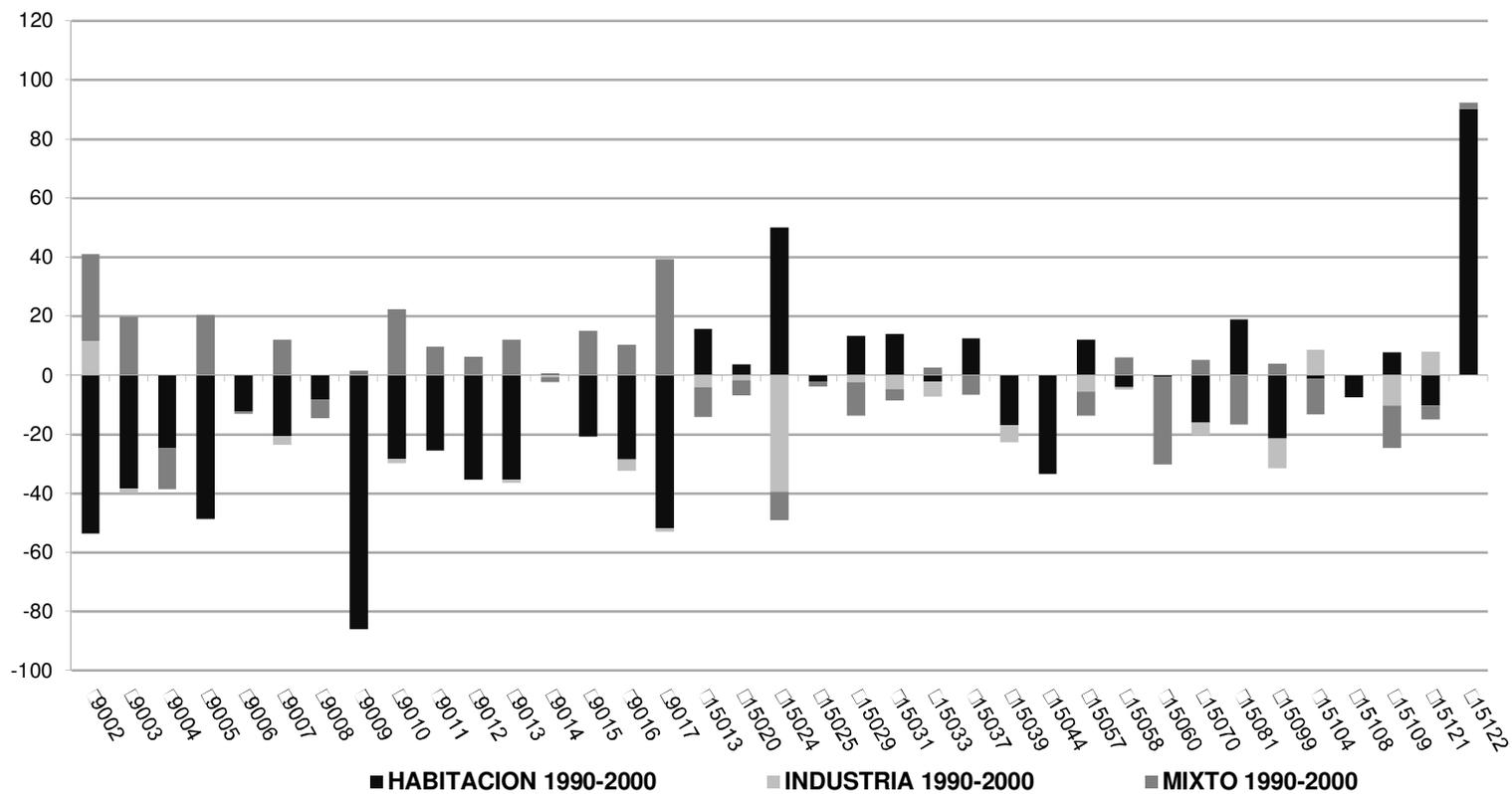
Esta categoría incluye a las áreas verdes y los espacios abiertos, que son espacios cuyo fin es proporcionar esparcimiento a la población, los altos valores calculados se deben a que en los municipios y delegaciones periféricas existían enormes superficies de tierra virgen cuyo uso ya estaba asignado por el gobierno local y constituyen reservas para el crecimiento futuro de la mancha urbana. En 1990, el área metropolitana tenía 54.5 km<sup>2</sup> de este uso de suelo, en el que 13.4 kilómetros se encontraban en el Estado de México y 41.2 km<sup>2</sup> en la ciudad de México; en la siguiente década esta superficie se elevó a 131 kilómetros cuadrados repartidos como sigue: 68.7 km<sup>2</sup> se encontraban en el segundo y 62.1 kilómetros en el primero<sup>53</sup>. Con la escala de agregación disponible, al examinar su localización geográfica bajo los principios ecológicos se observa que el equipamiento y la recreación siguen un comportamiento sectorial de Hoyt (1939) y de núcleos múltiples de Harris y Ullman (1945) ya que se encuentran alejados del centro y forman corredores o ejes a lo largo de las vías de comunicación, aunque los grandes equipamientos -como el aeropuerto o el bosque de Chapultepec- estaban rodeados de vivienda en 1990 pero este uso cedió su lugar al suelo mixto en el año 2000.

La interpretación de los cambios descritos en las secciones anteriores se presentan en forma de histograma en la gráfica 2, en color negro significa el cambio habitacional, el color gris claro es industria y en color gris oscuro significa que es uso de suelo mixto. Las 16 delegaciones “perdieron” uso de suelo en la primera categoría y el sentido negativo de cada barra así lo muestra, esta situación se repite para la industria y en algunos casos en el suelo mixto. En el Estado de México el cambio de suelo sucede a la inversa, crece la superficie de las viviendas, disminuye la actividad mixta y se incrementó ligeramente la industria en algunos municipios. En cuanto a su estructura física de los usos del suelo, el análisis cartográfico demostró que, en ambos periodos, éstos tienen rasgos de los modelos ecológicos de Burgess (1925), Hoyt (1939) y Harris y Ullman (1945), y su localización está asociada con el crecimiento histórico del AMCM.

---

<sup>53</sup> La diferencia tan grande de estas superficies de uso de suelo comparadas con las otras actividades se explica por las escalas de agregación y el número de categorías de los mapas de suelo que se utilizaron para construir los mapas base para 1990 y 2000.

Gráfica 2. AMCM: Cambio porcentual de suelo habitacional, mixto e industrial en el AMCM, 1990-2000



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de usos de suelo, 2000

En resumen, las cifras de los usos de suelo del área metropolitana de la ciudad de México señalan que se produjo un movimiento importante de actividades en su estructura urbana; estos cambios se presentaron en las seis clases de uso de suelo. El análisis cartográfico de los mapas 1 y 2 muestra que la estructura urbana del AMCM tiene un patrón físico similar a los principios ecológicos descritos por Burgess (1926), Hoyt (1939) y Harris y Ullman (1945) que varía con el uso de suelo examinado. Sin embargo, estos resultados no son suficientes para afirmar que la ciudad de México y sus municipios conurbados presenten un patrón de usos de suelo similares a la representación ideal de los modelos ecológicos del por varias razones: 1) hay fuertes diferencias en la calidad de la información recopilada y la unidad geográfica (AGEBs) que se utilizó para estudiar la estructura de usos de suelo, 2) el nivel de agregación de la información del suelo de 1990 es más “burda” que los datos del año 2000 -tiene menos categorías y presenta grandes “manchas” de suelo, es decir, su nivel de generalización es muy alto y no permite percibir con precisión la estructura interna del AMCM por lo tanto, 3) para construir una tipología de los usos del suelo se utilizarán las técnicas del análisis exploratorio de datos espaciales (AEDE) y de autocorrelación espacial con la información del año 2000 porque se construyó con información catastral y fue verificada y complementada con recorridos de campo en el caso de los municipios conurbados.

No obstante, el avance computacional y de los métodos analíticos disponibles, elegí dos para construir una tipología de usos del suelo y comparar las dos estructuras urbanas. . El índice de concentración espacial forma parte del Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) y es un método que identifica la concentración de unas variables en pequeñas superficies. La autocorrelación espacial es una prueba que evalúa la existencia de grupos de usos de suelo bajo el principio de que la presencia de un uso de suelo dominante “contagia” a las unidades vecinas por lo que es alta la probabilidad de encontrar cantidades significativas de dicha actividad en las áreas cercanas. En esta investigación, este método permitió identificar algunos procesos ecológicos de invasión, sucesión y competencia entre los usos de suelo y construir una estructura urbana ecológica del AMCM.

### 3.3.- Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE), patrones de concentración del suelo habitacional, industrial y mixto del AMCM

Los trabajos de Wirth (1938), Shevky, Williams y Bell (1949 y 1953,1955) se concentraron en estudiar los aspectos sociales de la población y su influencia en la conformación de la estructura urbana. Estos autores demostraron, por medio del análisis factorial, que aspectos sociales como el origen étnico, la educación, el nivel de ingreso y otros rasgos culturales conformaron los barrios americanos en pequeñas comunidades bióticas cuya organización se describe en los modelos ecológicos del suelo. El último ejercicio de la tesis pretende construir una tipología de los siguientes usos de suelo: habitación, industria y mixto basado en su intensidad de uso a través del Índice de Concentración Superficial (ICS) para elaborar una segunda estructura urbana del AMCM. Este indicador proviene del estudio de la segregación urbana cuyo método consiste en examinar sus cuatro principales dimensiones (Buzai 2003): *uniformidad, exposición, concentración y centralización*. El propósito original del ICS fue identificar cómo se segregaban los grupos sociales en el territorio por medio de calcular el tamaño relativo del espacio físico que ocupaban, así, Buzai señala que se aplican estos principios a los usos de suelo suponiendo que éstos también están segregados en el espacio, existirán algunas clases de suelo que son más segregadas que otras por otra actividad más rentable y éstos se ven obligados a localizarse en otras zonas de la ciudad. El ICS estima estas variaciones por medio de las curvas de Lorenz para identificar zonas con “desequilibrios” espaciales; el primer paso consiste en realizar un diagnóstico general de concentración para los seis tipos de uso de suelo y después concentrarse en las tres actividades mencionadas. Otra ventaja del ICS es que se puede cartografiar y visualmente, identificar que áreas de la ciudad tienen los niveles más altos de suelo en su interior. El cuadro 3.22 muestra los valores del índice de concentración<sup>54</sup> calculados para los seis usos de suelo y se interpretan de la siguiente manera: si un uso de suelo tiene un valor cercano a 100%, significa que tiende a concentrarse en el territorio, si su valor es menor a 50% quiere decir que la actividad se distribuye uniformemente. A partir de lo anterior se puede concluir que la distribución del uso de suelo se realiza de dos maneras en el Área Metropolitana: 1) *dispersa*, en este rubro se encuentran los espacios *recreativos y espacios abiertos* (37.1%) que incluye parques, jardines y áreas de preservación, el uso de suelo *mixto* (33.1%) integrado por comercio y servicios, finalmente la

<sup>54</sup> Este método diferencia el espacio geográfico a través de identificar los desequilibrios entre unidades espaciales, lo que permite implementar políticas de gestión y planificación (Buzai 2008)

habitación obtuvo el porcentaje más bajo (16.7%) lo que indica que éste se encuentra prácticamente en toda la ciudad y 2) *concentrada* son usos de suelo que tienen necesidades especiales de localización como enormes superficies de tierra, cercanía a las vías de comunicación o infraestructura especial como tanques de agua y plantas de tratamiento, que es el caso de *industria* (47.2%), *otros usos* (43.1%) y *equipamiento* (40.9%),

Cuadro 3.22. AMCM: Índice de Concentración de los principales Usos de Suelo

Uso de suelo	ICG
Habitación	16.7%
Industria	47.2%
Mixto	33.1%
Equipamiento	40.9%
Recreación y Espacios abierto	37.1%
Otros Usos	43.1%

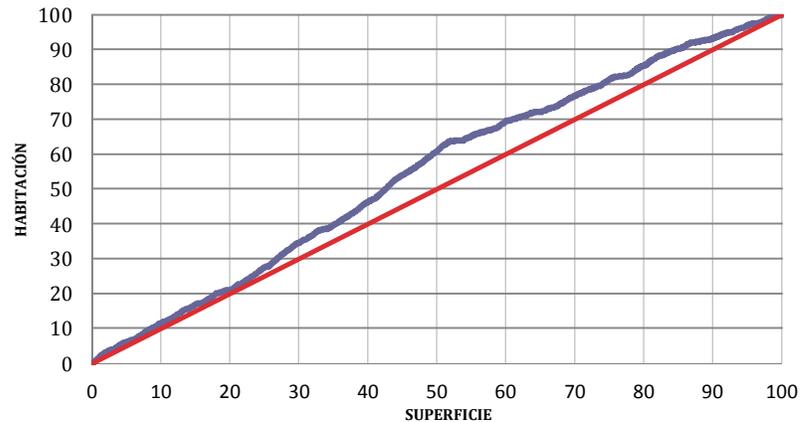
Fuente: Cálculos propios elaborados a partir del mapa del AMCM, 2000.

### Habitación

Como ya se mencionó en el párrafo anterior, este uso de suelo se encuentra en toda la ciudad<sup>55</sup> y el valor del ICS menor a 20%; esto significa que en el 80% de las áreas geoestadísticas del área metropolitana hay vivienda en diferentes proporciones que conviven con otros usos del suelo. La línea en color rojo representa la superficie de toda la ciudad, cada punto en el eje horizontal representa las 4,517 áreas geoestadísticas del AMCM y en el eje vertical, en color azul, se tiene el porcentaje acumulado de suelo habitacional en cada área geoestadística. El punto más alto de la gráfica señala la zona o AGEBs con el valor más alto de concentración; llama la atención la forma “aplanada” de la curva de Lorenz ya que en los extremos ésta presenta una distribución casi asintótica, es decir, parece que ambas líneas se dibujan de manera paralela entre sí, lo que indica la distribución uniformemente de este uso de suelo en el AMCM. (Ver gráfica 3)

<sup>55</sup> La habitación se caracteriza por ocupar la mayor parte de la superficie de la ciudad, sin embargo, se sabe muy poco sobre la intensidad con la que ocupa las distintas zonas del AMCM; se han realizado estimaciones a partir del uso de métodos, como el Coeficiente de Ocupación y el Coeficiente de Utilización del Suelo (COS y CUS), que estiman cual es la intensidad con la que se está ocupando el suelo y el total de superficie construida de un predio. Éstos coeficientes se han utilizado por mucho tiempo en los estudios urbanos para diagnosticar cómo se está aprovechando el suelo, sin embargo, su cálculo requiere contar con información de superficie y número de niveles, datos que no siempre están disponibles para una metrópoli de gran tamaño como el AMCM.

Gráfica 3. AMCM: Concentración de suelo habitacional, 2000  
(Índice 16.7%)



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir del mapa de usos de suelo del AMCM de 2000

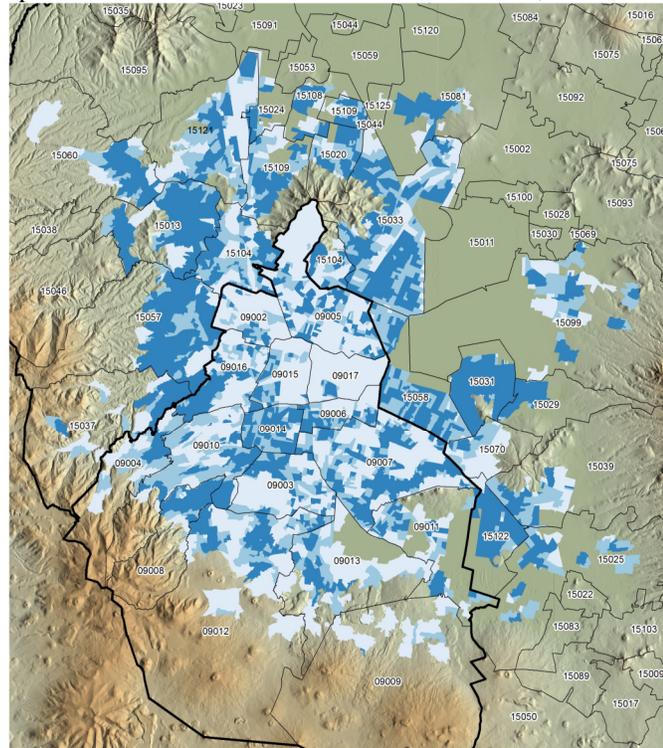
Al avanzar hacia la derecha del eje horizontal se observa que hay AGEBS cuyos valores de son superiores al 70%, mientras la superficie que el porcentaje se incrementa en el eje vertical. Este uso de suelo tiene dos maneras de localizarse en el AMCM: 1) en cada la mayor parte de las áreas geoestadísticas contiene diferentes proporciones de vivienda lo que sugiere la heterogeneidad de su estructura física 2) existen AGEBS donde el 40% y 60% de su superficie son utilizados para la habitación, situación revelada por la “pancita” de la curva entre los valores de 40% y 60% que son los puntos de inflexión del gráfico, pero ¿en qué parte de la ciudad se encuentran?

El mapa 11 presenta los AGEBS clasificados en niveles de concentración del suelo habitacional se iluminaron en color azul oscuro los valores más altos de concentración<sup>56</sup> mientras que las zonas con puntajes bajos se identifican por los tonos más claros. Se observan una serie de manchas habitacionales ubicadas en los municipios conurbados que rodean al D.F. y que se parecen a los sectores de vivienda descritos por Hoyt (1939) y Harris y Ulman (1945), si se utiliza el modelo de anillos concéntricos es posible identificar varios contornos residenciales, el primero de ellos esta integrado por Naucalpan Atizapán de Zaragoza Tultitlán, Ecatepec, Netzahualcóyotl y Valle de Chalco Solidaridad, El segundo contorno esta conformado por los municipios de Nicolás Romero, Cuautitlán Izcalli, Cuautitlán, Tultepec, Coacalco, Tecámac, Chimalhuacán e Ixtapaluca.

<sup>56</sup> Un valor mayor a 2 indica que existe alta concentración, si es menor a 1 significa lo contrario.

En el caso del Distrito Federal, se identificó un patrón anular de nueve delegaciones, que rodean algunas áreas administrativas que son parte de la ciudad central -Miguel Hidalgo, Benito Juárez e Iztacalco- que contienen áreas aisladas de vivienda, un segundo formado por Coyoacán e Iztapalapa y el último contorno se compone de las delegaciones Cuajimalpa, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco y Tláhuac. La estructura interna de Ecatepec, Naucalpan, Atizapán de Zaragoza y Nezahualcóyotl, más que anillos, forman una compleja red de ejes y sectores que ocupan la mayor parte de su superficie, en cambio, en las delegaciones de Tlalpan, y Xochimilco se observan corredores de vivienda que están combinados con sectores residenciales, lo que le proporciona al AMCM un patrón híbrido ecológico de usos del suelo.

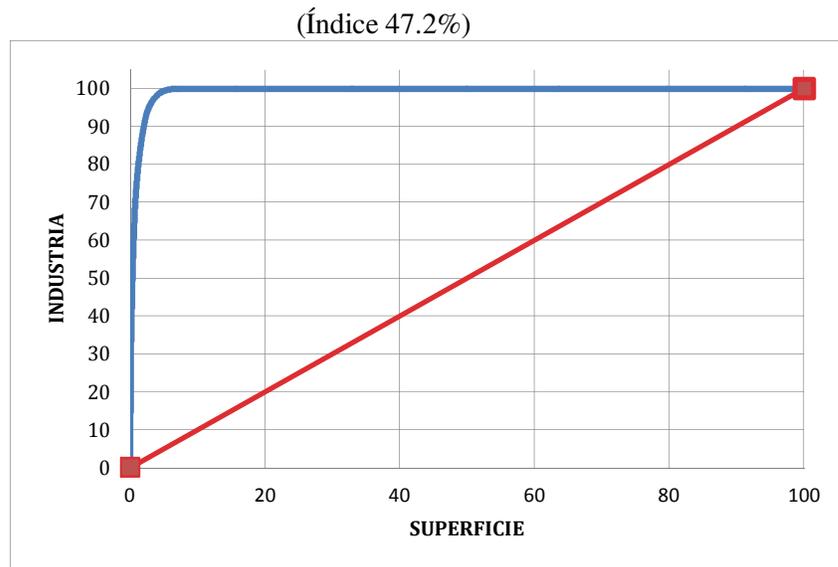
Mapa 11 AMCM: Concentración de Habitación, 2000



Fuente Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de usos de suelo, 2000

La concentración superficial de la industria (47.2%) es la mayor de los tres usos – habitacional y mixto- este valor tan alto se observa al revisar la forma de la curva del gráfico 4, su forma asintótica en los extremos muestra que el suelo industrial se distribuye en áreas específicas del AMCM, las cuales, tienen la infraestructura necesaria para satisfacer las necesidades de espacio, agua y drenaje que requiere la actividad manufacturera para funcionar. lo que significa también que en algunas áreas geoestadísticas, tradicionalmente industriales como Azcapotzalco y Tlalnepantla- se aprovecha la infraestructura existente porque es resulta más caro instalar nuevas líneas de electricidad y drenaje en otro lugar de la ciudad, por lo que se maximiza el uso del espacio a través de: 1) aumentar el espacio físico del inmueble o 2) trasladar las actividades que no son esenciales para el proceso productivo, administrativas o gerenciales, a las zonas corporativas de la periferia como sucede en Santa Fe y Polanco.

Gráfica 4. AMCM: Concentración de suelo Industrial, 2000



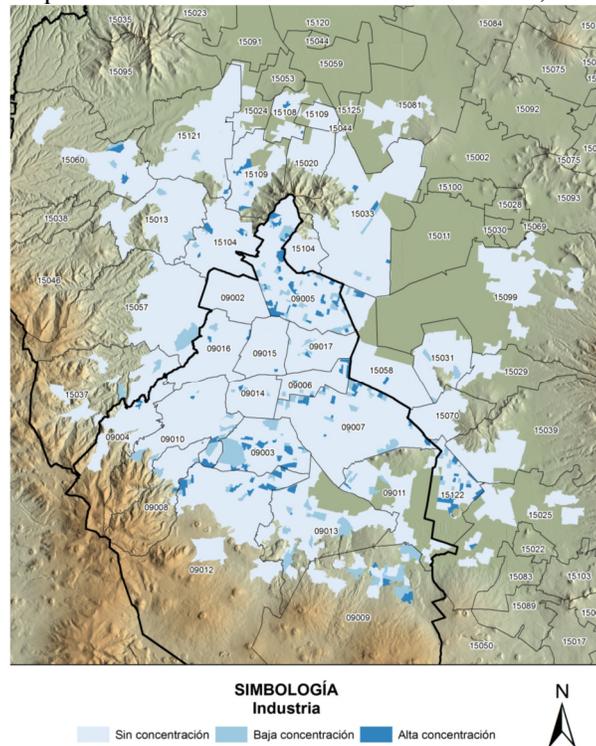
Fuente: Cálculos propios elaborados a partir del mapa de usos de suelo del AMCM de 2000

Un examen de la gráfica de los porcentajes de suelo industrial describirá mejor cómo se organiza éste en la estructura urbana; en el eje X, en el 10% de la superficie del AGEBS, el porcentaje de industria ocupa casi el 100%, esto quiere decir que en una décima parte de la superficie de un AGEB del AMCM se concentra la totalidad de la industria porcentaje que se

mantiene conforme se avanza hasta llegar al 100% en ambos ejes. Si se compara el mismo valor del 10% de la superficie urbana con respecto al uso de suelo habitacional el ICS indica que existe un equilibrio en la ocupación del suelo habitacional porque en 10% de la superficie del AGEBs el 9% esta ocupado por vivienda. Una visión más clara sobre la distribución de la industria se presenta en el mapa 12.

Las delegaciones Gustavo A Madero, Coyoacán, Iztapalapa y Tlalpan tienen AGEBs que forman sectores de esta actividad a lo largo y ancho de su estructura urbana, se observa que en Xochimilco, Tláhuac, Venustiano Carranza e Iztacalco hay pequeñas áreas en forma de ejes axiales donde se utiliza intensamente el suelo con este fin. Este patrón físico es similar en cuatro municipios: al poniente Tlalnepantla y Nicolás Romero, en el norte esta Tultitlán, al oriente de la ciudad se encuentra Ecatepec, Nezahualcóyotl y Valle de Chalco Solidaridad. En el mapa 12 se observa que dos de las cuatro delegaciones centrales no tienen AGEBs con concentraciones de industria importante –Miguel Hidalgo y Cuauhtémoc– la segunda es considerada el distrito central de negocios del área metropolitana, ya que contiene al centro histórico, y las delegaciones del segundo contorno, tienen suelo industrial,

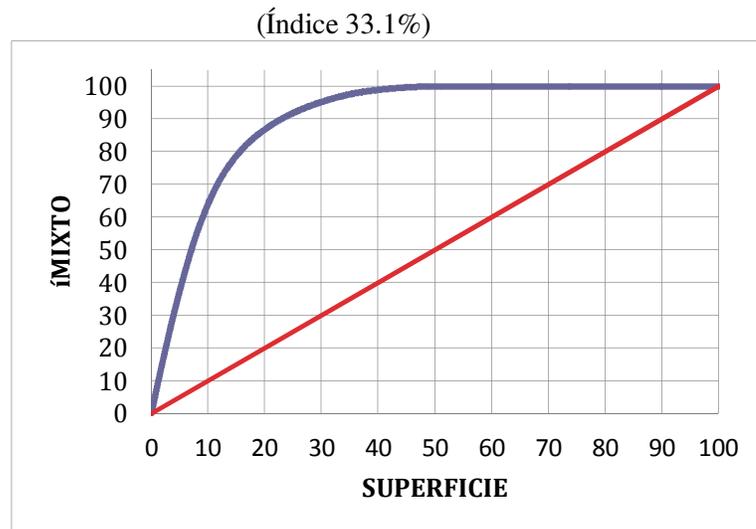
Mapa 12 AMCM: Concentración de Industria, 2000



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de usos de suelo, 2000

El uso de suelo mixto, el IC mostró espacialmente las preferencias de localización de las actividades comerciales o servicios que tienen la particularidad de coexistir con otras categorías de suelo; por lo general, ambas se mezclan con la vivienda, ya que la gente aprovecha la planta baja de su inmueble para instalar un negocio y mejorar su economía. Con respecto al valor estimado de concentración esta actividad obtuvo uno de los valores más altos de concentración (33.1%), lo que significa que casi un tercio de la superficie del AMCM está ocupada por esta actividad, por lo tanto se puede afirmar que el comercio y los servicios, desde el punto de vista físico, son una base importante de la economía de la ciudad. ¿Qué se puede concluir a través de la gráfica cinco sobre el comportamiento del suelo mixto?, la forma de la curva indica que el suelo mixto se concentra en casi el 30% de la superficie de los AGEBS del AMCM porcentaje que se eleva al desplazarse en el eje horizontal; su valor máximo se alcanza en 40 donde el suelo mixto alcanza el 100%, lo que quiere decir que en esas áreas hay unidades territoriales donde el 40% de su territorio es utilizado por el suelo mixto pero ¿en qué parte de la ciudad se encuentran?.

Gráfica 5. AMCM: Concentración de suelo Mixto, 2000

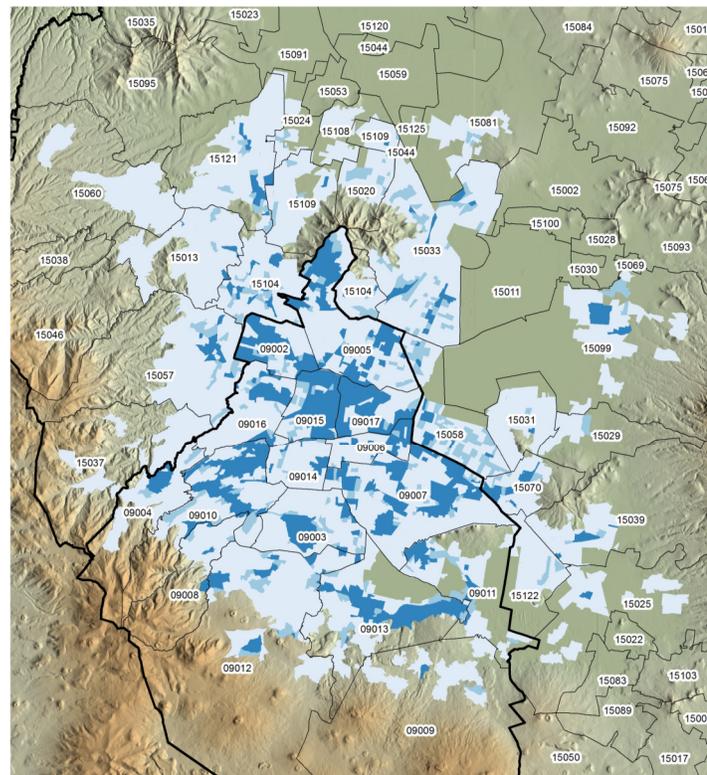


Fuente: Cálculos propios elaborados a partir del mapa de usos de suelo del AMCM de 2000

El mapa 13 presenta una combinación de los principios ecológicos expuestos por Burgess (1925), Hoyt (1939) y Ullman y Harris (1945); en el centro –delegación Cuauhtémoc- se encuentra el núcleo más grande de suelo mixto que equivale al Distrito Central de Negocios

del modelo de anillos concéntricos, axial y sectorial. Al sur de la ciudad de México, en Xochimilco, el uso de suelo mixto se organiza en un eje principal que corre a lo largo del área urbana y se une al poniente con Tlalpan; esta misma configuración se encuentra en Ecatepec, Tlalnepantla, Magdalena Contreras, Coyoacán y en algunos municipios como Los Reyes y Valle de Chalco Solidaridad. La estructura urbana del suelo mixto que prevale en el AMCM es de tipo sectorial similar donde cada área se organiza en zonas de suelo mixto que están cerca unas de otras en especial en Gustavo A. Madero, Iztacalco, Venustiano Carranza, Miguel Hidalgo, la parte centro sur de Coyoacán, Magdalena Contreras, Cuajimalpa y los municipios de Naucalpan Texcoco, Coacalco y Chalco.

Mapa 13 AMCM: Concentración de suelo Mixto, 2000.



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de usos de suelo, 2000

### 3.3.1.-Autocorrelación espacial y usos de suelo

La sección anterior mostró que los cambios en los usos del suelo en el AMCM se consumaron en el centro de la ciudad y en municipios conurbados del Estado de México; se observó

también que el suelo mixto invadió las zonas donde antes se encontraba vivienda e industria, lugares que, por su accesibilidad y localización privilegiada, se han visto sujetos a las presiones para ubicar otras actividades más lucrativas de varios agentes sociales, entre ellos el sector inmobiliario. El intenso movimiento de los usos del suelo cambió la fisonomía de la ciudad por lo que es difícil identificar un solo patrón físico que se ajuste a alguno de los modelos ecológicos de suelo elaborados por Burgess, Hoyt y Harris y Ulman, sin embargo, las técnicas del análisis exploratorio de datos espaciales empleadas en las secciones previas mostró que existe una estructura de suelo que con varios principios de los modelos ecológicos clásicos

Para completar el estudio, en la siguiente sección se utiliza la *autocorrelación espacial* y, a través de la aplicación del índice de Morán global y local, se construirá otra tipología de la estructura urbana de la ciudad. La autocorrelación global identifica si existe una dependencia entre los usos de suelo mientras que la correlación local, evalúa a través de pruebas de hipótesis la posibilidad de que grupos de usos de suelo identificados en el espacio no sean producto del azar. A través del análisis de conglomerados se construyó una tipología de usos del suelo para identificar la actividad predominante en cada área geostadísticas y servirá cómo un referente para comparar los resultados obtenidos a través del índice de Morán.

A partir de clasificar en seis grupos los porcentajes de uso de suelo en la ciudad, el cuadro 3.28 muestra los resultados del análisis de conglomerados, se estimó que hay 122 unidades estadísticas con valores superiores a 65% de áreas verdes y espacios abiertos; la actividad industrial era el uso de suelo predominante en 103 AGEBS (44%);, mientras que el suelo mixto dominó al resto de los usos del suelo en 214 unidades con porcentaje mayor al 70%; con actividad residencial se identificaron 3023 áreas estadísticas y este uso ocupa más del 70% de su estructura interna; la categoría de otros usos<sup>57</sup> ocupó tan sólo 182 unidades que dedicaban el 80% de su suelo a este rubro; finalmente, el equipamiento, fue el uso de suelo más importante en 723 AGEBS y se estimó que más del 74% del suelo esta dedicado a este rubro (ver cuadro 3.23).

---

<sup>57</sup> Contempla los tipos de suelo que no pudieron compararse por separado, es decir son actividades que aparecían en la información de 1990 pero no en 2000 como cuerpos de agua y preservación ecológica por lo que se les agrupo en una sola categoría

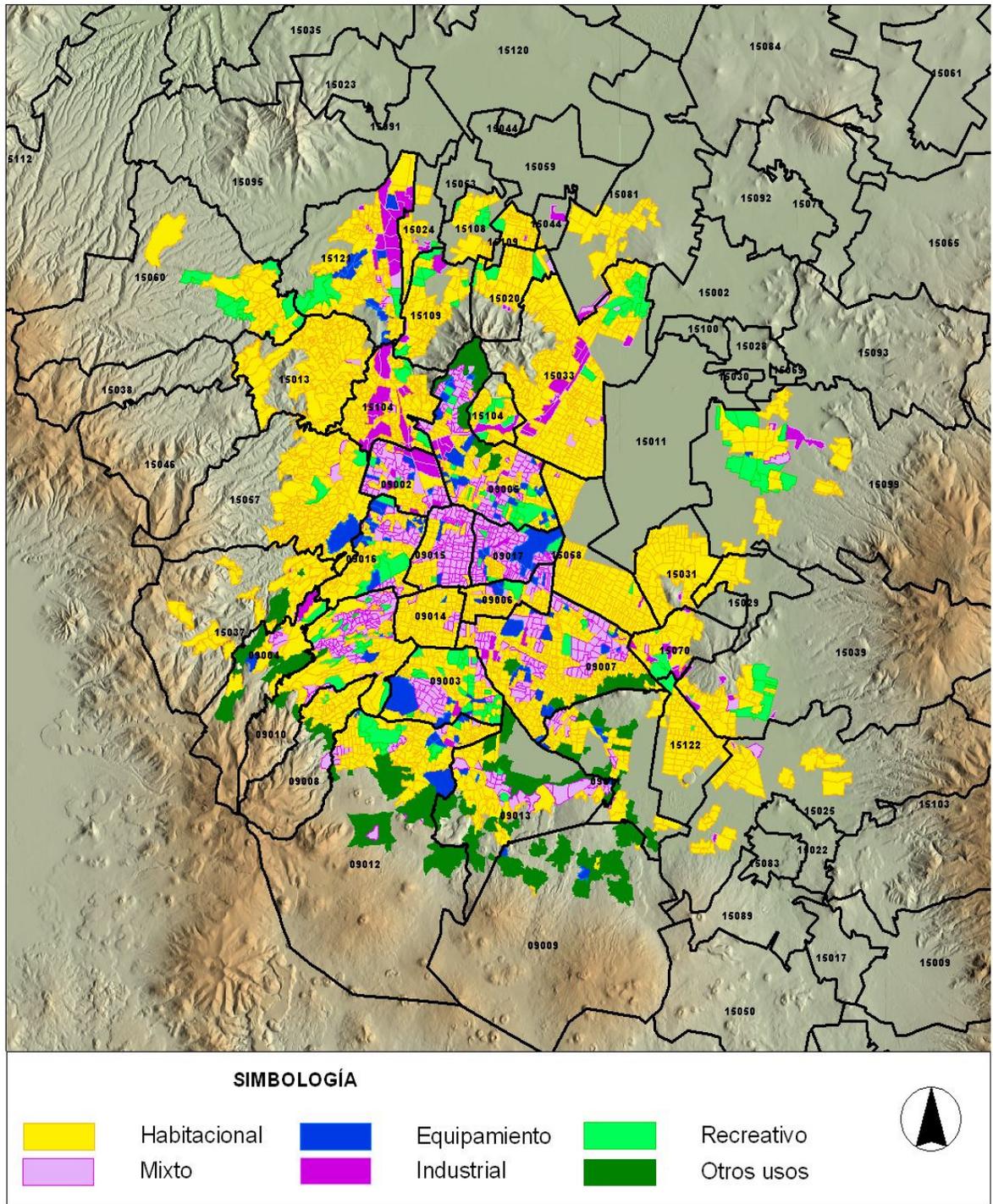
Cuadro 3.23. Uso de suelo Predominante en el AMCM, 2000

Habitación	10.40%	11.10%	12.40%	<b>77.80%</b>	10.80%	6.00%
Industria	1.20%	<b>44.90%</b>	0.80%	0.60%	0	0.40%
Mixto	5.00%	3.60%	3.90%	4.20%	4.20%	<b>74.50%</b>
Recreación	4.30%	2.10%	<b>65.10%</b>	2.20%	0.50%	2.70%
Otros Usos	0.70%	0	0	0.80%	<b>79.90%</b>	0.60%
Equipamiento	<b>65.30%</b>	1.20%	2.50%	1.30%	1.60%	2.80%

Fuente: Cálculos propios elaborados a partir del mapa de usos de suelo del AMCM de 2000.

Expresado en términos urbanísticos, significa que el suelo habitacional y las actividades comerciales o servicios son actividades importantes en la estructura urbana del Área Metropolitana, seguido por el equipamiento, la recreación y al final se encuentran las actividades manufactureras. Estos valores se llevaron a un mapa para identificar qué patrón se forma y compararlo con los modelos ecológicos del uso de suelo. Se observó que el CBD está ocupado por el suelo mixto y este se expandió a otras delegaciones vecinas -Venustiano Carranza y Cuauhtémoc; en cambio, la industria se distribuyó a lo largo de ejes y sectores, comportamiento típico del modelo de sectores de Hoyt y el suelo habitacional se presentó también en forma de sectores, en especial en los municipios del Estado de México y en las delegaciones del sur de la ciudad de México. (Ver mapa 14). Pero ¿esta distribución física es la verdadera estructura urbana del AMCM?

Mapa 14. AMCM: Distribución de Usos de Suelo, 2000



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo, 2000.

El análisis de autocorrelación espacial parte de la primera ley de la geografía de Tobler que establece: “todo está relacionado con todo, pero las cosas próximas están más relacionadas que las distantes” (Tobler 70:234). Este método estima la proximidad espacial de grupos con valores similares de una variable y evalúa si forman grupos en el territorio. Para medir si la presencia de estos núcleos no se debe a la casualidad, se utilizan dos indicadores que establecen la presencia de la correlación entre la variable examinada y las áreas circundantes, que en este caso corresponden a los usos de suelo habitacional, mixto e industrial. Para los tres se estimó la *contigüidad espacial global* para obtener un valor de correlación entre las variables para después comprobar si la presencia de núcleos o grupos identificados visualmente no es aleatoria, esto último se hace por medio del *indicador local de asociación espacial* (LISA), ambos indicadores se realizaron en varias etapas:

1. Se calculó la presencia de auto correlación espacial a nivel global de los seis usos, es decir, se compara el valor de cada tipo de suelo con las unidades territoriales vecinas para estimar cómo se comportan los valores promedio de la categoría de suelo que se está evaluando, en general, si los objetos cercanos se parecen mucho entre sí, se dice que existe una autocorrelación espacial positiva; si por el contrario, los objetos cercanos, por el hecho de estar juntos, difieren mucho entre sí, la autocorrelación espacial es negativa

2. El segundo paso fue establecer si existen agrupaciones de suelo y evaluar si la localización de éstos no es aleatoria. El indicador LISA es un equivalente del *índice de Morán* y muestra con más precisión la existencia de los *hot spots*, *cold spots* y las fronteras espaciales del área de estudio. Este indicador local, evalúa la cercanía entre áreas geográficas con valores similares de suelo a través de dos hipótesis: *nula*, donde se establece que no existe autocorrelación espacial y los grupos se forman aleatoriamente y *alternativa* donde se afirma lo contrario.

3. Se midió la estabilidad de los grupos de suelo (*hot spots*, *cold spots* y *outliers*<sup>58</sup>) a través de una serie de permutaciones aleatorias para estimar si hay variaciones importantes de sus límites en el espacio.

4. Se construyeron los mapas que muestran los AGEBS que forman grupos de suelo habitacional, mixto e industrial; para después, a través de la sobreposición cartográfica, elaborar un mapa síntesis de la estructura urbana del AMCM y compararlo con el mapa producido a través del análisis de conglomerados.

### 3.3.2.-Autocorrelación global por tipo de suelo

La estimación de la contigüidad espacial se realiza a través de la construcción de una matriz que permite asignar la vecindad de las áreas geoestadísticas<sup>59</sup>. En el ejercicio se eligió la matriz de *queen*, porque tiene varias ventajas 1) considera la vecindad de las áreas que intersecten cualquiera de sus lados o esquinas, y 2) permite examinar los valores sujetos a un límite administrativo –cuya definición está sujeta a fuertes contradicciones debido a la inestabilidad en los límites de las unidades administrativas utilizadas- en un espacio continuo<sup>60</sup>. Al evaluar si existe una autocorrelación espacial global de los tres usos de suelo éstos mostraron valores positivos, en el caso de la habitación fue 0.54, la industria obtuvo 0.36 y el suelo mixto de 0.59. Las figuras 25, 26 y 27 muestran, gráficamente cómo se distribuyen indicador de correlación Global de los tres usos; en ellas, se observó que las tres tienen una pendiente positiva y el cúmulo de puntos –cada uno representa un AGEBS- de cada cuadrante da una idea sobre su agrupación física. Se observó que la habitación se distribuye en los cuatro cuadrantes de manera homogénea, en cambio, el suelo mixto se agrupa en el cuadrante superior derecho (*high-high*) y los puntos correspondientes a la industria se localizó en el cuadrante superior derecho (*high-high*) esto significa que al aumentar el porcentaje

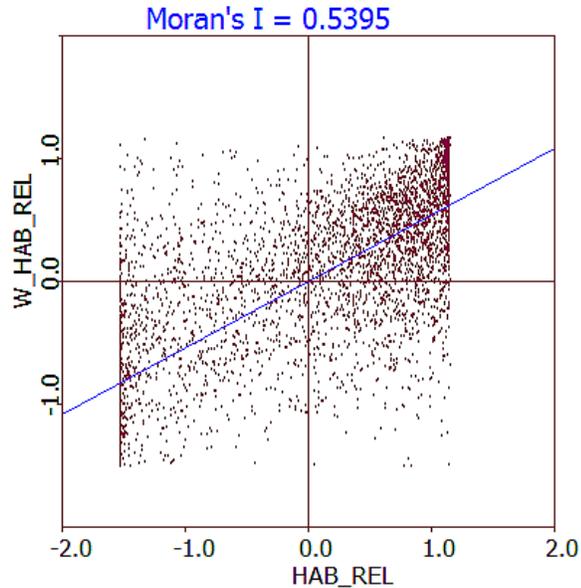
<sup>58</sup> Los primeros son las áreas de mayor interés para el análisis, ya que representan concentraciones de AGEBS con valores similares de los mismos tipos de suelo (Ley de Tobler), los segundos son unidades con valores diferentes y los terceros son las fronteras o casos atípicos que tienen propiedades únicas que explicaremos más adelante.

<sup>59</sup> El método consta de tres pasos: 1) Se calcula la autocorrelación global a través del Índice de Morán Global (IMG) para saber cómo se distribuye la variable –porcentaje de uso de suelo- en cada AGEBS y el valor promedio que éste toma en los vecinos para determinar si dicha agrupación no es aleatoria, 2) Una vez identificada la presencia de la autocorrelación espacial, se mide la estabilidad de los grupos de suelo a través del Indicador Local de Asociación Espacial (LISA), el cual, a través de una serie de permutaciones aleatorias estima si los grupos varían su composición identificada por el IMG y el grado de aleatoriedad que estamos dispuestos a aceptar en cada grupo.

<sup>60</sup> El SIG vectorial despliega la información cartográfica en pares de coordenadas “X” y “Y”, para interpretar los rasgos urbanos como puntos, líneas y polígonos en un espacio discreto. La matriz de *Queen* examina a la variable de interés en un espacio discreto –como un modelo de elevación o una imagen escaneada- y muestra cómo se distribuye un uso de suelo en los AGEBS

habitacional -eje x- se elevará el promedio de la misma actividad en los AGEBS vecinos. (Ver figura 25 y mapa 15)

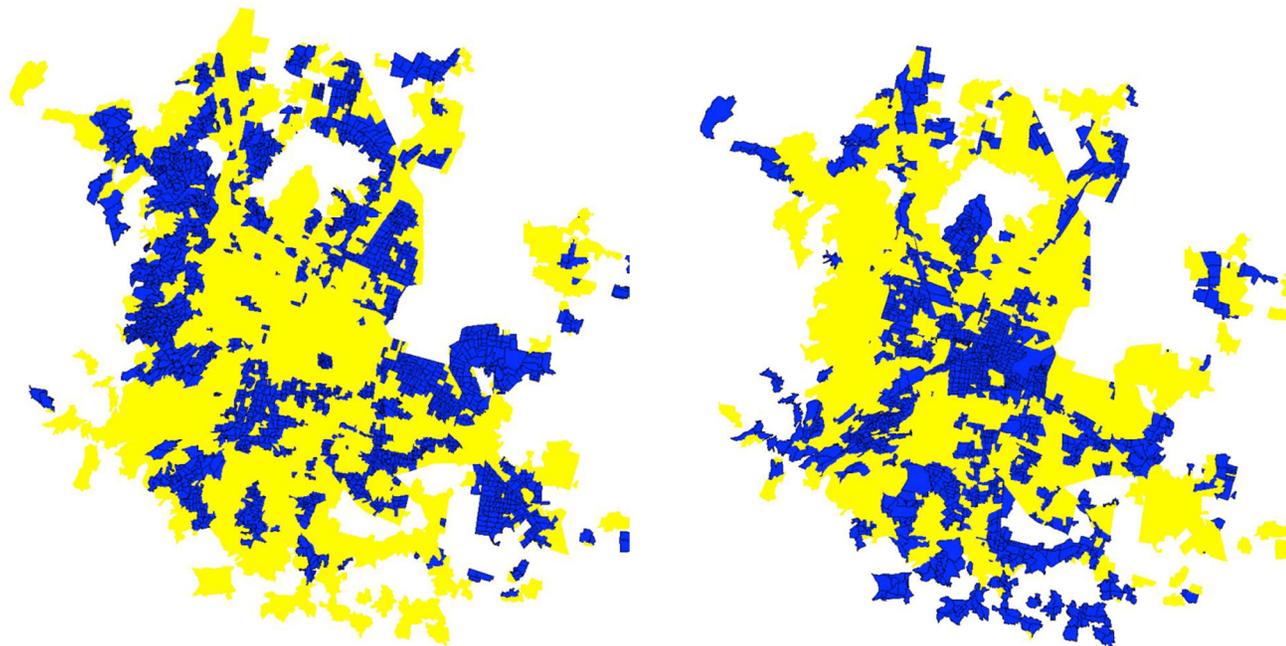
Figura 25. Resultados de la I de Moran Global para Habitación



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo, 2000.

En el cuadrante superior derecho (relación más-más) se muestran los AGEBS que tienen valores positivos de la correlación y se interpreta como el aumento del porcentaje de uso de suelo habitacional (HAB\_REL) se reflejará en el promedio de vivienda en las áreas vecinas (W\_HAB\_REL). De la misma manera, el efecto contrario se aprecia en el cuadrante inferior izquierdo (relación menos-menos) donde disminuye el suelo habitacional, por lo tanto, disminuirá su promedio en las áreas vecinas también. Los dos cuadrantes restantes son casos especiales donde pueden existir áreas con altos porcentajes de suelo habitacional en zonas donde domina otro uso de suelo (relación más menos o cuadrante superior izquierdo) o AGEBS donde el promedio del uso de suelo habitacional disminuye aunque pueden existir zonas donde hay importantes cantidades de suelo habitacional (relación menos más o cuadrante inferior derecho). Ambos casos representan *outliers* o AGEBS atípicos como por ejemplo zonas residenciales que fueron absorbidas por otro tipo de suelo (comercial y servicios).

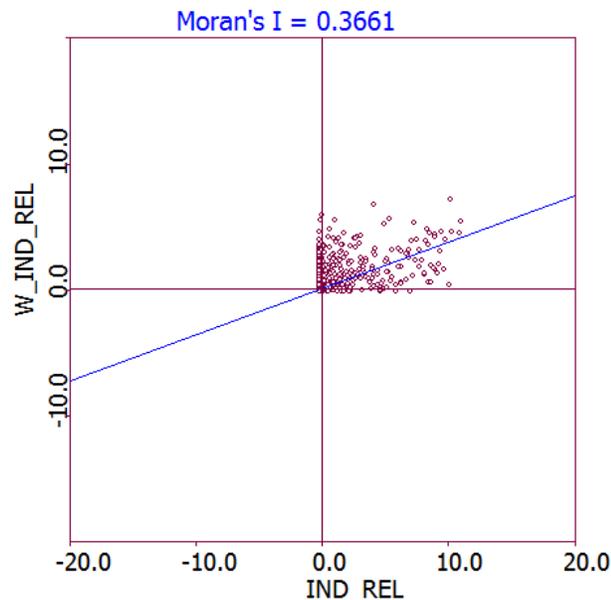
Mapa 15. AMCM: valores altos y bajos de usos de suelo habitacional, 2000



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo, 2000.

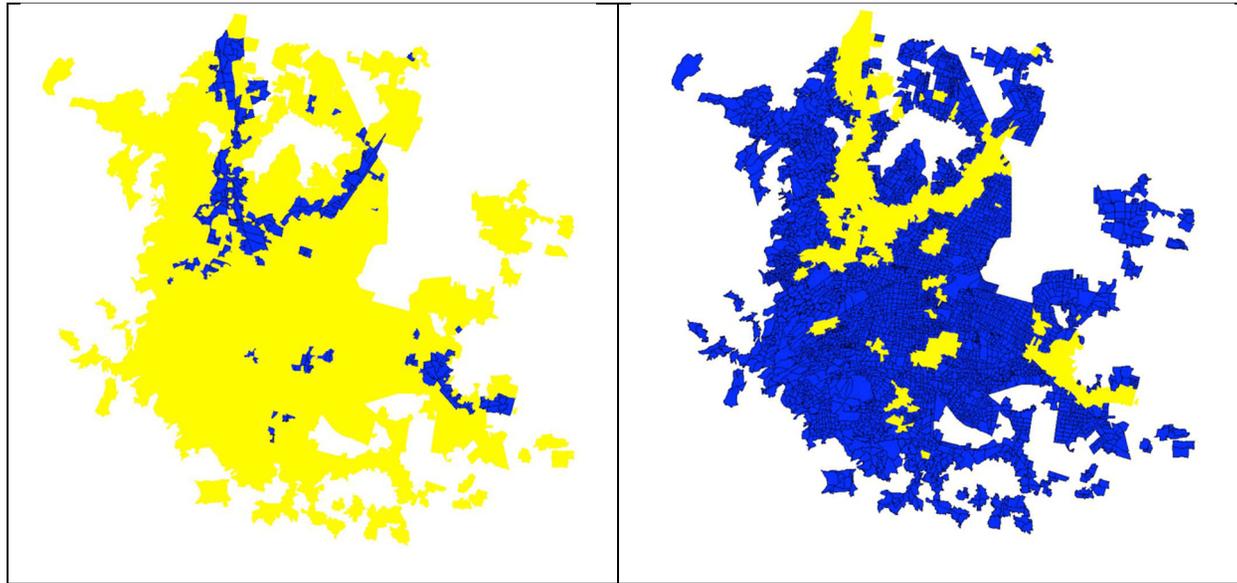
La interpretación a través de los cuadrantes se utilizó también en el estudio del suelo industrial y mixto con los siguientes resultados: La figura 26 presenta la autocorrelación por AGEBs del uso de suelo industrial, tanto el índice de Morán como la línea de regresión es positivo (0.336) aunque se observa una concentración de puntos (AGEBs) en el cuadrante superior derecho) lo que significa que son zonas donde la alta presencia de la industria influye en las zonas vecinas (economías de escala)- En el mapa 16 se observan las áreas geoestadísticas de los cuadrantes superior derecho e inferior izquierdo, en color azul se observan las áreas donde la industria domina el territorio urbano e influye en las áreas vecinas, forman un corredor que recorre el norte y al oriente del AMCM. Los valores bajos de industria ocupan la mayor superficie del área metropolitana (mapa derecho) donde significa que ahí dominan otros usos de suelo.

Figura 26. Resultados de la I de Moran Global para Industria



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo, 2000.

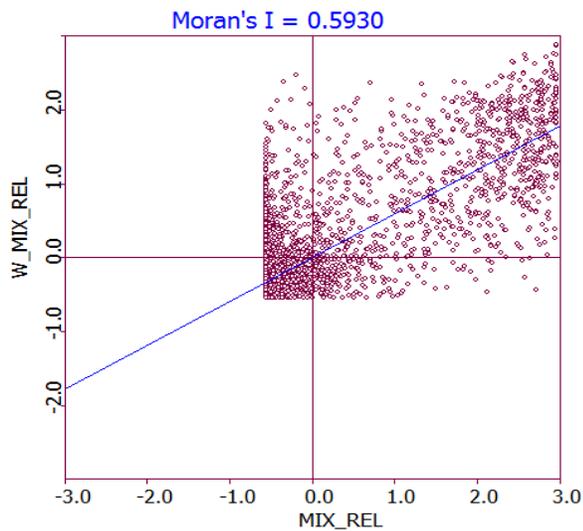
Mapa 16. AMCM: valores altos de usos de suelo industrial, 2000



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo, 2000.

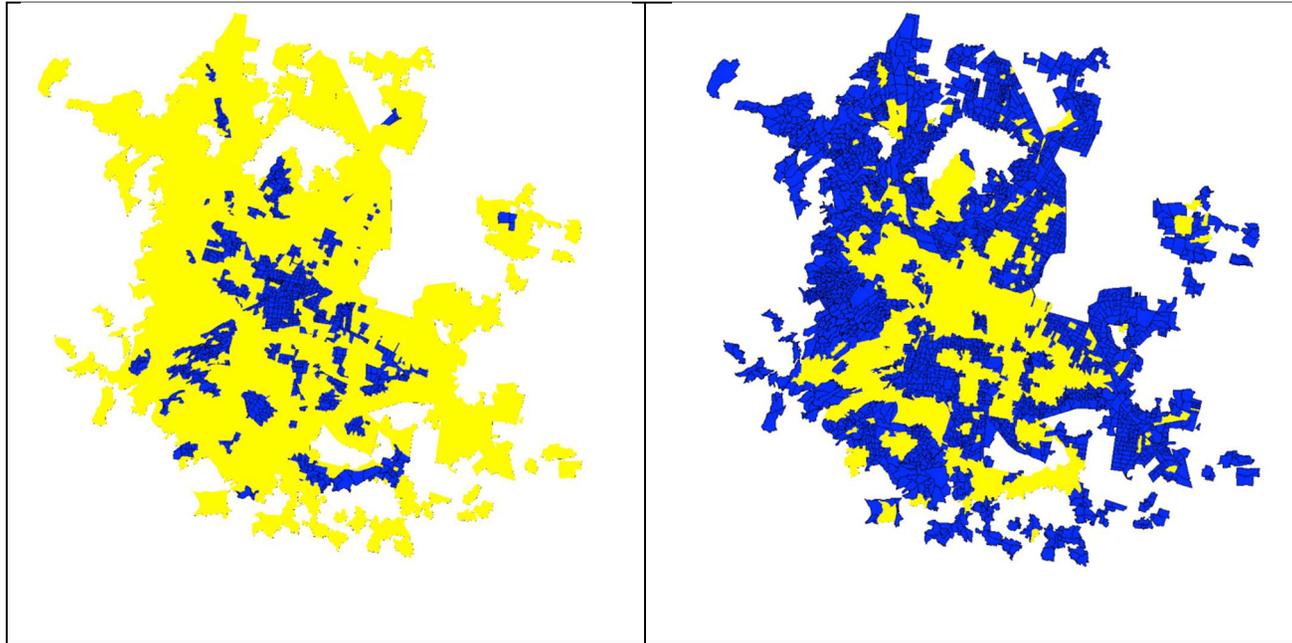
El uso de suelo mixto mostró el índice de Morán más alto de los tres usos de suelo (0,59) y la gráfica presentó una dispersión en el cuadrante superior derecho lo que significa que este uso de suelo se encuentra disperso en toda la ciudad e influye en las áreas vecinas. En el caso del cuadrante inferior izquierdo se observa que se concentran cerca de la intersección de los ejes X y Y, lo que significa que existen cantidades de suelo mixto en dichas áreas pero su cantidad no es suficientemente grande para influir en las áreas vecinas.

Figura 27. Resultados de la I de Moran Global para uso Mixto



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo, 2000.

Mapa 17. AMCM: valores altos altos de usos de suelo mixto, 2000



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo, 2000

Al probar que existe la autocorrelación, el siguiente paso fue medir su *significancia* “para probar si la distribución de la variable examinada se produce de manera aleatoria” (Buzai 2006:359) a partir de efectuar algunas pruebas de hipótesis. La *hipótesis nula* (Ho) del ejercicio estableció que la formación de grupos es aleatoria y la *hipótesis alternativa* (H1) señala que los grupos no se forman de manera aleatoria, por tanto, existe la autocorrelación espacial. El valor del nivel de significancia (*p-valor*) se establece *a priori*, por lo general se utiliza el 5% (0.05) o de 1% (0.01), de ésta manera, si el *p-valor* es menor a alguno de los valores seleccionados, se rechaza la hipótesis nula, es decir, se acepta que el uso de suelo habitacional tiende a formar grupos o clusters.

La prueba se efectuó con 99 permutaciones con un nivel de significancia de 0.01<sup>61</sup>, lo cual, produjo un valor del Índice de Morán Global Teórico (IMGT) para una agrupación aleatoria de  $E(I) = -0.0002$  para los tres usos de suelo y este es útil para evaluar la existencia de la autocorrelación espacial. La comparación del IMGT con los valores de la correlación global (IMG) de la habitación, industria y mixto revelan que superaron al IMGT (-0.0002), por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se concluye que **las tres actividades forman grupos en algunas zonas del AMCM.**<sup>62</sup>

### 3.3.2.-Autocorrelación local por tipo de suelo

Una vez que se verificó que los de suelo habitacional, industrial y mixto forman grupos en el AMCM -hay una autocorrelación espacial positiva- el siguiente paso fue determinar la su estabilidad a través del *Indicador Local de Asociación Espacial* (LISA). Éste trabaja con permutaciones bajo un parámetro definido -Buzai (2003) señala que en el análisis socio espacial se utiliza un valor del 5% (0.05) y 1% (0.01)- lo que permite identificar si la configuración física de los núcleos de suelo sufren cambios en su estructura interna. El valor asignado se determinó en 0.01, lo que significa que se acepta que en sólo 1 caso de cada 100 podría presentarse una agrupación aleatoria. Una vez establecido el parámetro, se realizó el cálculo de los valores locales por medio del algoritmo (LISA), el cual produce una serie de mapas y gráficas cuyo propósito es identificar estos grupos de suelo -habitacional, industrial y mixto- construidos a partir de la matriz de contigüidad. Se utilizó una matriz de *Queen* o *Reina* porque considera a todas las unidades circundantes como vecinos; en este caso, para

<sup>61</sup> Lo que significa que se acepta que existe un AGEBS de cada 100 cuya localización es efecto del azar.

<sup>62</sup> En el anexo dos se presenta las figuras y mapas de la permutación para cada uso de suelo.

construir la tipología de suelo del AMCM, se utilizaron los valores altos (*High-High*) para cartografiar las unidades con correlación positiva y, posteriormente compararlos con el mapa 29 para determinar cómo cambia el patrón de suelo cuando se varía de técnica multivariada.

Otra manera de interpretar los colores del mapa de los grupos de suelo que utiliza el software<sup>63</sup> para su clasificación es ofrecida por Serrano y Vayá: Los grupos sin autocorrelación espacial (AE) se muestran en color azul intenso o clasificados como *Cold Spots*, los valores positivos se identifican en rojo intenso –de ahí su nombre *Hot Spots*- y; finalmente, las fronteras u *outliers* son áreas con valores negativos pero que se encuentran muy cerca de la media estimada por el IMG. En otras palabras, los *hot spots* muestran las áreas donde es mayor la probabilidad de encontrar grupos de suelo habitacional, mixto o industrial; mientras que en los *cold spots* la probabilidad es casi nula de tener núcleos; un caso interesante son los outliers o fronteras, la variación en el signo de los valores .negativo o positivo- y su cercanía a la media de los valores estimados para el Índice de Morán Global y del Indicador Local de Asociación Espacial (LISA) significa que pueden existir “islas” compuestas de AGEBS de correlación positiva rodeados de numerosas unidades geográficas con valores negativos. (Ver mapa 13a, 13b y 13c)

La distribución de los colores muestra la primera fotografía de la estructura urbana del AMCM; se observa un arreglo de grandes manchas irregulares, y algunas de ellas parecen formar corredores que se encuentran localizadas principalmente en las áreas exteriores de la ciudad de México. El suelo habitacional (mapa 30a) se concentra en los municipios conurbados del Estado de México de dos formas: 1) en el poniente el principal grupo, cúmulo o cluster, se inicia en Huixquilucan (15037), continúa en Naucalpan (15057 y termina en Atizapán de Zaragoza (15013) pero cerca de ellos se encuentran Nicolás Romero (15060) y Tlalnepantla (15104) con núcleos de suelo habitacional. 2) Al oriente, Los Reyes (15031), Chicoloapan (15029), Valle de Chalco Solidaridad (15122), Ecatepec (15033), Tecámac (15081), y Coacalco (15020) son los municipios que mostraron *hot spots* de habitación; sorpresivamente, Nezahualcóyotl (15058) sólo presentó algunos núcleos habitacionales lo que significa que experimentó una fuerte transformación de suelo.

En el Distrito Federal, a casi un kilómetro y medio al sur del gran núcleo habitacional del Estado de México, en Miguel Hidalgo (09016) se identificó otra concentración de

---

<sup>63</sup> Se presentan los grupos coloreados en una gama ascendente de azul a rojo.

habitación en las colonias Lomas de Chapultepec, Lomas Altas, y América que han sobrevivido a los cambios de suelo. Otras delegaciones que tuvieron áreas con correlaciones positivas fueron Coyoacán (09003), Magdalena Contreras (09008) y Benito Juárez (09014) son las delegaciones de carácter habitacional de la ciudad, Iztapalapa (09007) Tlalpan (09012) y un pequeño núcleo, protegido a manera de fortaleza medieval, en Venustiano Carranza (09017) también mostraron puntos calientes o *hot spots* de esta actividad,

Los núcleos industriales o *hot spots* se localizaron en tres delegaciones del Distrito Federal –Azcapotzalco (09002), Iztapalapa (09007) y Gustavo A. Madero (09015)- y seis municipios del Estado de México – Ecatepec (15033), Ixtapaluca (15039), La Paz (15070), Tlalnepantla (15104), Tultitlán (15109), Cuautitlán Izcalli (15121)-. El patrón físico que forma esta actividad es axial o corredor semejante a la estructura urbana descrita por Harris y Ullman en 1945. La ausencia de AGEBS con valores bajos de correlación espacial (*cold spots*) indica que este tipo de suelo necesita de condiciones muy especiales de localización como grandes superficies de suelo y accesibilidad a las principales vías de comunicación.

Al ver el mapa 30b se observa que los AGEBS tipificados como áreas de concentración industrial -en color rojo intenso, están rodeadas por unidades que presentaron valores *Bajo-Alto* y son las fronteras u *outliers* donde se pueden encontrar pequeñas proporciones de suelo industrial pero puede suceder que otra actividad es la que domina esas áreas. Éstas son zonas que, en ausencia de una política de zonificación o control del suelo, tienen la mayor probabilidad de ser invadidas o cambiar de uso de suelo a industrial. Los resultados del *indicador global de correlación espacial* (LISA) revelaron que esta actividad tiene mayor presencia en el Distrito Federal que en el Estado de México. Al comparar el patrón espacial con los modelos ecológicos se encontró que la localización de esta actividad es una combinación de los principios más importantes del modelo de Burgess, Hoyt y Harris y Ullman

La interpretación a partir de la perspectiva ecológica, permite caracterizar la organización del suelo mixto en la ciudad: la zona más importante por su ubicación y extensión de suelo mixto (en color rojo intenso) es el área formada por las delegaciones Cuauhtémoc (09015), Venustiano Carranza (09017), Azcapotzalco (09002) y Gustavo A. Madero (09015), la cual podría identificarse como el Distrito Central de Negocios (CBD) del Área Metropolitana, sin embargo, la presencia de otros *hot spots* de gran tamaño y, que en

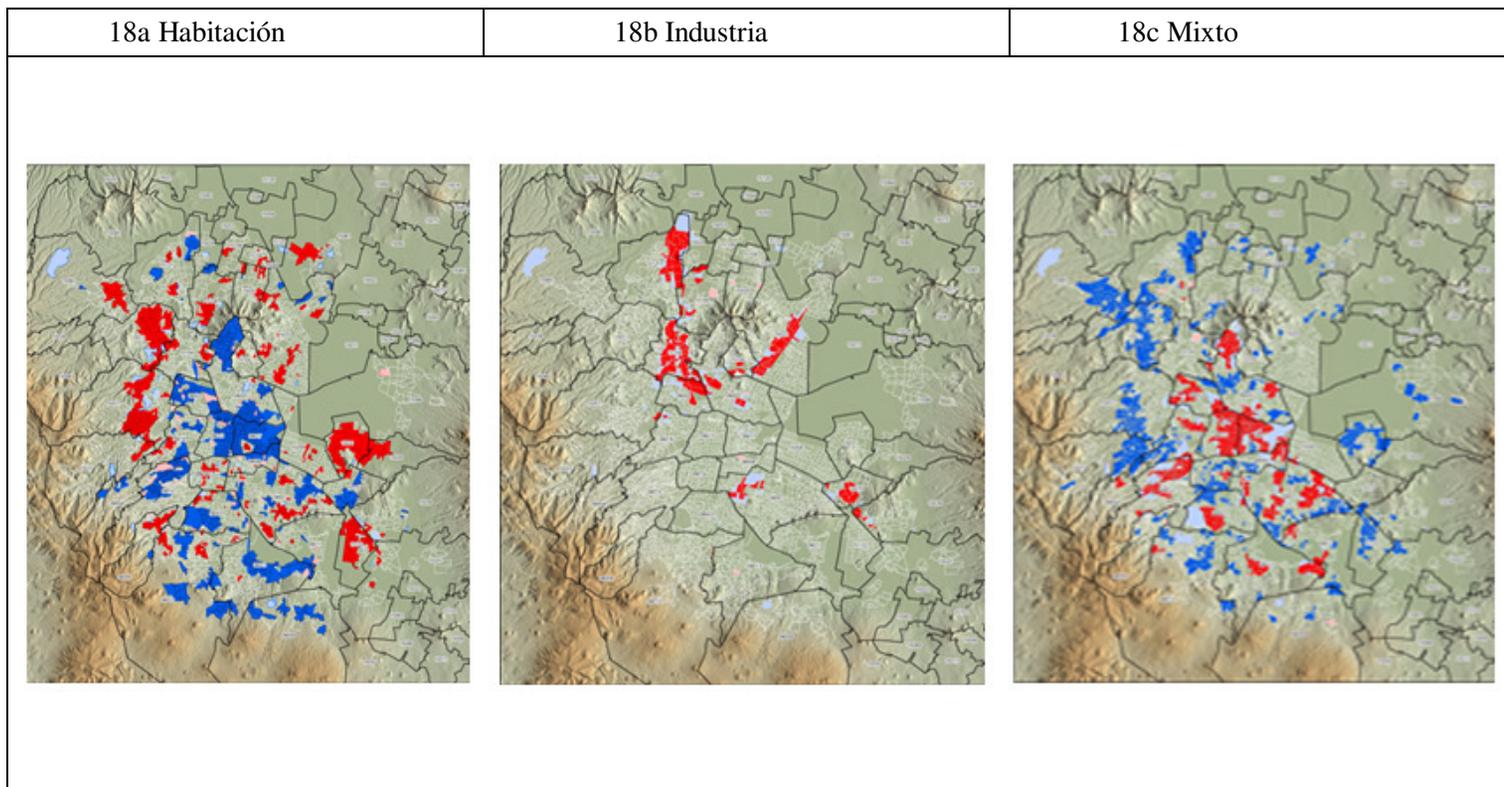
algunos casos, se distribuyen axialmente y en sectores, en especial en Miguel Hidalgo (09016), Álvaro Obregón (09010) e Iztapalapa (09007) .

El mapa 13 muestra la estructura urbana del AMCM en 2000 que se construyó a través de la sobrexposición de los mapas 18a, 18b y 18c. En general, cada entidad tiene una especialización de actividades, en el caso del Estado de México resalta su carácter *habitacional* en los municipios conurbados físicamente con la ciudad de México. En ésta última, el suelo *mixto* tiene mayor presencia en las áreas centrales mientras que la *industria* forma un anillo al norte y se observan algunos núcleos industriales al oriente, los espacios en blanco corresponden a otros usos de suelo que no se incluyeron en el ejercicio<sup>64</sup>.

---

<sup>64</sup> En el anexo dos se presentan los mapas y gráficas de las pruebas de significancia espacial de los tres usos del suelo.

Mapa 18. AMCM: Distribución de Núcleos de Usos de Suelo, 2000.



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo, 20

### **3.2.-Caracterización de la estructura urbana del AMCM por autocorrelación espacial.**

#### **3.2.1.-Uso de suelo Mixto**

En el caso de Cuauhtémoc y Venustiano Carranza, el análisis identificó diversos AGEBs cuya mayor parte de su superficie está dedicada al equipamiento pero la cercanía de áreas geoestadísticas que tienen altos valores de suelo mixto los hacen más susceptibles a cambiar de uso. La delegación Miguel Hidalgo exhibió un comportamiento similar, el suelo mixto invadió la zona de Polanco y se extendió hacia el poniente, en forma de un corredor que se dirige hacia el Hipódromo de las Américas y en Benito Juárez, se identificó un corredor similar; en Álvaro Obregón el corredor es más amplio de lo que se suponía, se extiende hacia el sur hasta tocar el límite de Magdalena Contreras, mientras que en Iztapalapa, se identificaron varios núcleos de suelo mixto,

El suelo mixto en Coyoacán, no mostró cambios significativos en su localización, se mantiene a lado de Ciudad Universitaria como un área donde se mezcla la vivienda y servicios que sirven a la población flotante que tiene que pasar por esa zona para llegar a la Universidad. En el Estado de México, los municipios que tuvieron cambios en los patrones de suelo son Ecatepec, donde la industria formó un extenso corredor que cruza dos municipios y una delegación: Tlalnepantla y Gustavo A. Madero y se unió Cuautitlán, al norte de la ciudad. Chimalhuacán, La Paz, Netzahualcóyotl e Iztapalapa, sorpresivamente, presentaron áreas donde hay una similar cantidad de suelo industrial, es decir, hay núcleos que tienen altos valores rodeados de AGEBS que también tienen suelo industrial

#### **3.2.1.1.-Uso de suelo Habitacional**

El patrón de suelo habitacional mostró que su distribución física no es tan extenso como se pensaba al examinar el mapa 20; el análisis de autocorrelación espacial mostró que los límites son más pequeños pero mantienen su localización geográfica. Al poniente Atizapán de Zaragoza, Chimalhuacán, Chalco, Chicoloapan, Texcoco, Tultitlán, Valle de Chalco Solidaridad y Huixquilucan son los municipios que mantienen su carácter habitacional, que de acuerdo a la teoría ecológica forman parte de un anillo exterior que contiene las zonas de vivienda, Es difícil afirmar que en el Distrito Federal exista una delegación que sea exclusivamente habitacional, podemos decir que Tlalpan y Magdalena Contreras son actualmente, las áreas habitacionales de la Ciudad de México pero éstas se verán sometidas a cambiar de actividad por el crecimiento urbano.

### **3.2.1.2.-Uso de suelo Industrial**

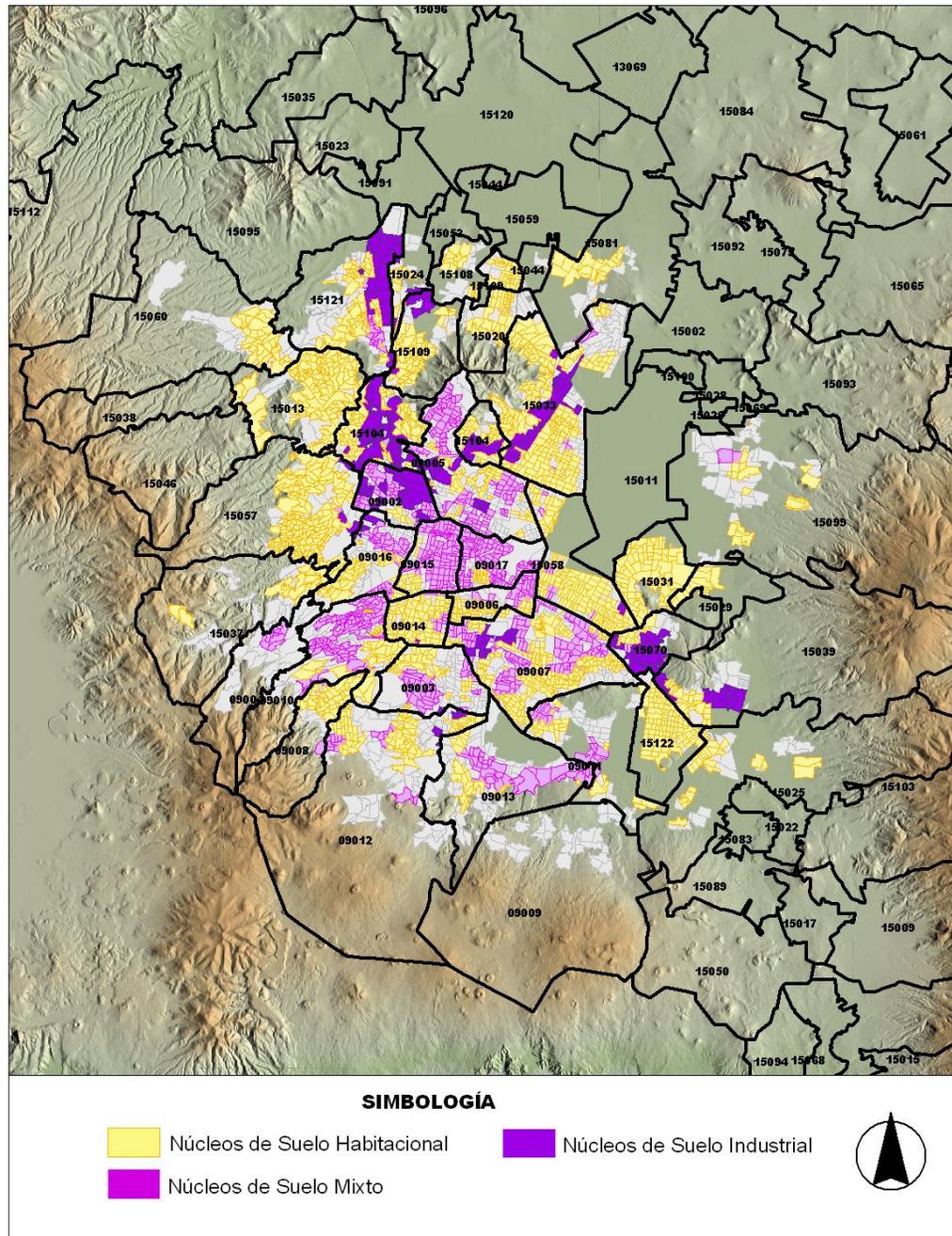
La mayor parte del suelo industrial se localizó en los municipios del Estado de México y en menor proporción en la ciudad de México, ésta reubicación se explica por varias razones, por ejemplo, los cambios en la legislación ambiental del Distrito Federal motivaron un éxodo de esta actividad hacia los municipios conurbados, quien buscaba mantener su cercanía con su principal mercado. El corredor industrial que se forma al norte de la ciudad, es una muestra la influencia que tiene la cercanía con la ciudad de México, un estudio posterior con un nivel de detalle más desagregado permitiría saber qué tipo de actividad industrial es la que se está instalando en esta zona. En los municipios de La Paz e Ixtapaluca se identificó una nueva zona industrial, lo que permite suponer que tienen mejores condiciones estructurales para albergar este tipo de uso como grandes cantidades de espacio vías de comunicación y están muy cerca de las áreas de vivienda popular del oriente de la ciudad.

### **3.2.1.3.-Patrón espacial del suelo en el AMCM en 2000**

El mapa 14 presenta la tipología de suelo construida con la autocorrelación espacial, los tres colores representan los AGEBs en cuyo suelo se presenta mayoritariamente la actividad residencial, industrial y mixta. La estructura urbana del AMCM es un modelo híbrido entre los anillos concéntricos de Burgess, sectorial de Hoyt y núcleos múltiples de Harris y Ullman, aunque cada tipo de suelo adoptó la forma de un modelo en especial; por ejemplo, el uso de suelo mixto tiene un patrón semejante al modelo de Burgess, se observa un distrito central y en algunas áreas se localiza en forma de sectores y ejes. El área central de Cuauhtémoc con vocación comercial y de servicios, esta rodeado de un primer anillo donde también se presenta este tipo de suelo -Venustiano Carranza, Gustavo A. Madero, Azcapotzalco, Miguel Hidalgo e Iztacalco. En Xochimilco se forma un corredor de suelo mixto, mientras en Coyoacán hay pequeños sectores de suelo mixto en el sur poniente y oriente de la delegación, este patrón también se observó en Tlalpan e Iztapalapa El suelo industrial tiene un patrón axial, que sigue las principales vías de comunicación, y se encuentran al norte de la ciudad (Azcapotzalco, Gustavo A. Madero, Tlalnepantla, Atizapán de Zaragoza y Cuautitlán Izcalli). Al suroriente, Iztapalapa, La Paz e Ixtapaluca tienen suelo industrial cuyo patrón físico es de tipo sectorial. Finalmente, la habitación se distribuye en toda la superficie del AMCM, si se asume que el centro es Cuauhtémoc, esta actividad forma un tercer anillo similar a la zona de transición descrito por Burgess hace casi 71 años.

La comparación de esta tipología de suelo del AMCM con los modelos latinoamericanos de Griffit y Ford, Merlins, Barh y Janoshka permite concluir lo siguiente : 1) con respecto a los usos de suelo, el centro de la ciudad es el punto neurálgico donde se concentra la actividad comercial y de servicios aunque existen otras áreas importantes en varias delegaciones y municipios, 2) la industria forma un corredor que sigue las vías de comunicación y se encuentran en la periferia, patrón descrito por Griffit y Ford en su modelo de suelo 3) Griffit y Ford dicen que los grupos de mejores ingresos se localizan en las principales vías pero, en el caso del AMCM, se observó que las élites, se encuentra al poniente de la ciudad, organizados por sectores más que por ejes. En este caso, el modelo de Merlins, Janoshka y Baars son más apropiado para describir la estructura de suelo ya que consideran un espacio fragmentado y la organización del suelo en espacios privados, en especial, el suelo residencial. En este sentido se afirma que la estructura urbana del AMCM presenta un patrón espacial fragmentado que tiene rasgos de anillos concéntricos, sectores y ejes en el caso del suelo industrial

Mapa 19 AMCM: Concentración de suelo habitacional, Mixto e Industrial, 2000 (Propuesta de Estructura Urbana)



Fuente: Cálculos propios elaborados a partir de los mapas de uso de suelo, 2000

## Conclusiones

El ejercicio empírico mostró que las características económicas y sociales influyen en la organización de los usos de suelo en el territorio ya que los AGEBS del AMCM forman clusters espaciales para aprovechar las ventajas que les ofrecen las economías de aglomeración. Se encontró que los grupos de usos del suelo están ubicadas en las áreas más significativas tanto a nivel cultural como económico de la ciudad de México como el centro histórico, Santa Fe y Coyoacán que forman grupos de suelo mixto. En contraste, los municipios mexiquenses se identificó un bajo número de centros cuyo uso de suelo son de actividades comerciales que se consolidaron con el tiempo como Plaza Satélite. Esta organización física fue producto de los procesos históricos, los cambios demográficos y económicos que se desarrollaron durante la etapa de industrialización del país que forjaron su actual estructura urbana. A pesar de que los resultados del indicador local de asociación espacial mostró que los grupos de usos de suelo se localizan cerca unos de otros, considero que es aventurado afirmar que el espacio construido del AMCM forma un solo tipo de modelo ecológico (anillos, sectores o ejes axiales) sin embargo, pienso que los patrones de usos del suelo del AMCM presentan algunas características descritas por la ecología urbana.

La interpretación a partir de la visión ecológica permitió caracterizar y clasificar a los grupos de suelo, por ejemplo, el uso de suelo habitacional y mixto son actividades que mostraron procesos de *invasión*, *sucesión* y *competencia* más notorios en el área metropolitana... El uso de suelo residencial se desplazó a los municipios conurbados en el típico proceso de suburbanización, este fenómeno tuvo su máximo valor durante la década de 1990 a 2000; en cambio, el suelo mixto se desbordó del área central hacia otras zonas vecinas. Con la autocorrelación espacial se comprobó que los núcleos identificados de estos usos de suelo se formaron a partir de la propagación de ambos en los AGEBS cercanos... En contraste, el uso de suelo industrial se reubicó en los municipios conurbados y presenta la forma ecológica típica de ejes axiales al nororiente y norponiente que coincide con el modelo de Harris y Ullman (1945); se encontró también algunos núcleos de suelo industrial que semejan un sector en las delegaciones Iztapalapa, Gustavo A. Madero y Azcapotzalco. Ésta última se caracteriza por ser la delegación que históricamente tuvo por varias décadas la actividad industrial de la Ciudad de México.

El Análisis Exploratorio de Datos Espaciales (AEDE) fue una herramienta útil que me permitió asociar variables de naturaleza diferente, proponer varias hipótesis y comprobarlas

con la técnica *ji* cuadrada y el análisis de cluster. El AEDE posibilitó explorar la base de datos de suelo y población con diferentes técnicas para construir diferentes estructuras urbanas que llamo sociales y físicas. Por ejemplo, el índice de concentración y la autocorrelación espacial fueron la base metodológica que me permitió construir una tipología de los usos del suelo del Área Metropolitana de la ciudad de México y comprobar la validez de mi hipótesis sobre que existe la relación entre las características de la población y el uso de suelo.

Creo que la ecología urbana, a pesar de las numerosas críticas que ha recibido por la simplicidad de sus conceptos, me permitió entender cómo los usos de suelo forman un determinado patrón en forma de anillos, sectores y ejes axiales en una ciudad tan compleja como lo es el AMCM. Aunque esta corriente teórica no es la única que explica los patrones de suelo, la elegí como base teórica de la tesis por la naturaleza de las variables que utilicé a lo largo del capítulo empírico. Es pertinente señalar que a pesar de que el valor del suelo es una variable importante para completar las descripciones de los patrones del uso del suelo de la ciudad, tuve que desestimarla porque su recolección requería de un esfuerzo considerable de ajustar los datos de precio del suelo –que fueron recopilados por medio de valores comerciales de periódicos con las unidades geográficas en la que construí el SIG y que rebasan los objetivos de este trabajo. Este aspecto ya se había identificado en la literatura y que se menciona constantemente en los estudios de suelo: no se han diseñado criterios precisos para recolectar las estadísticas de precios, y las que se recolectan, se enfocan en un solo tipo de suelo y utilizan otras unidades territoriales para presentar sus resultados (colonia, municipio o distrito), lo que a mi juicio puede afectar la interpretación de los patrones del uso de suelo. Lo anterior se presentó en varias etapas del trabajo, en especial al construir el sistema de información e incorporar las distintas fuentes de información e integrarlas en áreas geoestadísticas básicas, que si bien no es la unidad geográfica más adecuada para realizar este tipo de análisis debido a las imprecisiones que tiene su delimitación, resulto útil para construir las diferentes estructuras urbanas que se presentaron en este trabajo.

## Capítulo 4 Conclusiones y recomendaciones

### 1) *¿Qué sabemos sobre el uso de suelo?*

,Los conceptos de *suelo urbano* o *uso de suelo* son diferentes porque el primero clasifica la tierra por el tipo de actividad agrícola del urbano mientras que el segundo es la clasificación funcional de las actividades sociales y económicas que son asignadas a un predio. El suelo rural se utiliza para diferenciar las actividades agrícolas de las manufactureras, comerciales y de servicios que se prestan en la ciudad, quienes por su naturaleza se clasifican de manera diferente a un cultivo en el campo; el uso de suelo, es definido por la legislación urbana y las normas de zonificación, que regulan el tipo de actividad económica que se puede desarrollar en un sitio y es en este momento que el suelo urbano se transforma en uso de suelo.. La ecología urbana y la geografía identificaron el impacto de las transformaciones de la sociedad en la distribución física de los usos de suelo y resaltan al valor del suelo como el mejor indicador para caracterizar la organización interna de la ciudad (Burgess 1925, Mckenzie 1926, Park 1926, Zorbaugh 1926, Christaller 1933 y Lösch 1940) por lo tanto, la utilidad de los modelos ecológicos combinados con los métodos de la ecología factorial permitiran entender la organización social y física del Área Metropolitana de la Ciudad de México cuyos principales aspectos se analizarán en la siguiente sección

En el primer capítulo se determinó que el suelo urbano es la expresión física de las actividades de la población y están sujetos a los cambios de la naturaleza económica de la ciudad. Su análisis, requiere tomar en cuenta la influencia de otros agentes involucrados –el estado, agentes inmobiliarios y la sociedad civil- en los procesos que dicen cómo se debe aprovechar el suelo y qué tipo de actividad puede albergar. En este sentido, las condiciones económicas y sociales de las ciudades preindustriales e industriales son totalmente diferentes a las que tenemos en la actualidad. La manufactura cedió su lugar como el motor económico de la ciudad a la prestación de servicios y cambiaron las necesidades de suelo; las primeras requerían de grandes superficies de tierra y medios de transporte cercanos para movilizar los

productos manufacturados a los compradores, mientras que las segundas valoran más la cercanía al mercado que la cantidad de suelo.

En el segundo capítulo se presentó una descripción del tratamiento de la información estadística y cartográfica para contar con un sistema de información geográfica en operación; además que incluyó una explicación de los métodos multivariados en el estudio de la estructura urbana y organización interna del AMCM. El resultado más evidente fue comprobar que el análisis exploratorio de datos ofrece nuevas posibilidades y técnicas para relacionar variables cuantitativas y su localización en el territorio. La ventaja que ofrece este tipo de técnicas es que a partir de cálculos sencillos (índice de concentración) y con las bases de datos disponibles se logró construir un esqueleto de estructura urbana de los usos de suelo que constituyó una primer fotografía de su localización y que, en complemento con los resultados del análisis de autocorrelación espacial, proporciona un panorama general del uso del suelo del AMCM.

El tercer capítulo constituye el cuerpo más importante de la tesis porque presenta un panorama general de los cambios del uso del suelo y se constató que su agrupación en ciertas áreas de la ciudad no es obra de la casualidad sino de un largo procesos de desarrollo económico y demográfico que ha conformado el mosaico de actividades que hoy conocemos. Los resultados

2) *Los patrones identificados de usos del suelo relacionados con los modelos ecológicos:*

Los ejercicios empíricos que se completaron en el trabajo demostraron que los *métodos estadísticos* como el análisis multivariado y la autocorrelación espacial son útiles para construir las diferentes estructuras urbanas de los usos del suelo y el uso de unidades territoriales más pequeñas como el predio para probar la validez de la hipótesis del trabajo que establece que cada persona o unidad económica (firma, familia, establecimiento) consumirá ciertas cantidades de uso de suelo de acuerdo a sus características, por lo tanto, cada AGEB o área determinada de la ciudad estará caracterizada por la forma en que concurren espacialmente las distintas actividades y la población; así, la combinación espacial de ambos produce una diferenciación en el área urbana.

La principal limitación del trabajo es que el ejercicio de la ji cuadrada sólo se aplicó en el Distrito Federal porque se dispuso de los usos de suelo por predio. Cabe mencionar el largo

tiempo que se dedicó a arreglar las diferencias entre las bases de datos y la cartografía en varias escalas. En este sentido, es notoria la ausencia de un método estándar para integrar diferentes bases de datos con los mapas, lo que significó una tremenda inversión en tiempo y horas de trabajo para corregir la cartografía y para integrar toda la información construí una nueva unidad territorial homogénea. Es por esta razón que los modelos empíricos consultados trabajan en pequeñas áreas para probar sus hipótesis pero sus resultados no deben ser tomados como generalizaciones porque cada ciudad tiene diferentes características económicas y sociales que pueden influir en la organización de los usos de suelo.

La estructura urbana del AMCM experimentó fuertes cambios en su estructura territorial asociados a los movimientos poblacionales durante los últimos cincuenta años. A lo largo de la década de los noventa, se observó que tres usos de suelo experimentaron con más fuerza el efecto de este crecimiento demográfico: 1) habitación, 2) mixto e industria. Mientras que en el centro de la ciudad de México permanecieron las actividades comerciales y los servicios (suelo mixto), la habitación y la industria se reubicaron en los municipios conurbados, lo que significa estar cerca del principal mercado y de la oferta de servicios. Con respecto a la distribución territorial del suelo, el índice de concentración global mostró que los tres usos aprovechan la localización en diferentes grados, la habitación, por ejemplo, se encuentra diseminada a lo largo y ancho del AMCM mientras que la industria y el suelo mixto se ubican en sectores específicos de la ciudad y por ello sus valores de concentración son los más altos.

La población del AMCM presentó patrones de consumo de suelo similares al de otras ciudades sajonas aunque su localización en contraste de los resultados reportados por Shevky, Bell y Williams (1953) encontraron que se producía una segregación espacial por parte de la población extranjera, y genera sectores aislados fácilmente identificables, en el caso de una ciudad latinoamericana no es tan sencillo determinar que exista un sector que se pueda catalogar exclusivamente de ricos y pobres debido a que la heterogeneidad de la organización interna del AMCM

### *3) Estructura urbana del Área Metropolitana de la ciudad de México*

Se identificaron tres tipos de estructura urbana en el AMCM: 1) físico, 2) social y económico. El primero mostró que los usos de suelo se agrupan en el espacio y presentan los típicos procesos de invasión, sucesión y competencia descritos en la literatura ecológica.

Estos núcleos no son efecto del azar y se explica por las preferencias y necesidades que tiene cada actividad para subsistir. En este sentido, el suelo habitacional, tiende a agruparse en la periferia y constituye el mejor ejemplo del proceso de suburbanización, en cambio, el comercio y los servicios están en el centro y poniente de la ciudad. Otra estructura urbana o mejor dicho organización interna –estructura social- se encontró cuando se cartografió el empleo relacionado con el tipo de suelo, en él se observan corredores de empleo localizados al poniente mientras que la población y los empleos de carácter interno se encuentran al oriente, la tercera estructura se refiere a que algunos usos de suelo influyen en la localización de otras actividades.

¿Cuáles son las aportaciones que ofreció este trabajo?, Me parece que servirá como un referente para trabajos futuros pero además se generó una completa base de datos que contiene aspectos del uso de suelo, económicos y demográficos del AMCM y que es susceptible de actualizarse fácilmente con otras variables. Los resultados demostraron que los modelos económicos y ecológicos siguen vigentes como herramientas conceptuales para describir los patrones del suelo urbano. Esto abre la posibilidad de explorar nuevas líneas de investigación que consideren los valores del suelo, la antigüedad de la construcción, el número de niveles y los cambios en el tamaño de la unidad territorial de análisis y cómo influyen en la conformación de los patrones de suelo.

## Bibliografía

Acosta Mora, C. M. (2005). *Participación de plusvalías condiciones jurídicas para su implementación en México*. Tesis de maestría en Estudios Urbanos, El Colegio de México.

Adams, J. S. (2005). "Hoyt, H 1939: the structure and growth of residential neighborhoods". *Progress in Human Geography*, 3 (29), págs. 321-332.

Allihan, M. A. (1938). "Community and ecological studies" En G. Theodorson, *Urban Patterns: studies in urban ecology*. Pennsylvania State University, págs. 73-77.

Alonso, W. (1964). *Location and land use: toward a general theory of land rent*. Harvard University Press.

Alonso, W. (1982). "The population factor on urban structure." En L. S. Bourne, *Internal structure of the city. Readings on urban form, growth and policy*. Oxford University Press. págs. 422-437

Amato, P. (1970). "A comparative population densities, land values and socioeconomic class in four latinamerican cities." *Land Economics*, 46, págs.447-455.

Amato, P. (1969). *An analisis of the changin patterns of elite residential areas of Bogotá*. Columbia: Universidad de Cornell.

Amato, P. (1968). Environmental quality and locational behavior in a Latinoamerican city. En K. F. Schwirian, *Comparative urban structure:studies in ecology of cities* . Ohio: Ohio State University. págs. 245-255.

Anderson, T. y. (1974). The Shevky- Bell social areas: conformation of results and reinterpretation. En K. P. Schwirian, *Comparative urban structure studies in the ecology of cities*. Ohio: Ohio State University. págs. 295-301

Anuchin, V. (1987). "Teoría de la Geografía". En R. Chorley, *Nuevas tendencias en Geografía*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local. págs. 69-95

Anselin, L. (1999). "The future of spatial analysis in the social science." *Geographic Information Sciences*, vol 5 (2) págs.67-76.

Anselin, L. (2005). *Exploring geospatial data with Geoda: A workbook*. Obtenido de <http://geodacenter.org/downloads/pdfs/geoda093.pdf>

Applebaum, W. (1952). "A technique for constructing a population and urban land use map". *Economic Geography*, vol. 28 no. 3 ,págs. 240-243.

Barrios y Ramos García, D. M. (2003). Industria. En I. Kunz, *Usos de suelo y territorio tipos y lógicas de localización en la ciudad de México*. México: Plaza y Valdés, UNAM.

Bassols, Á. y. (1993). *Zona Metropolitana de la Ciudad de México: qué fue, qué es y qué pasa*. México: Instituto de Investigaciones Económicas y D.D.F.

Bauer, C. W. (1963). The form and structure and the future urban complex. En L. J. Wingo, *Cities and space the future use or urban land* (). John Hopkins..págs. 73-100.

Bell, W. (1953). The social areas of the san Francisco Bay region. *American Sociological Review* , 18, págs. 39-47.

Bell, W. (1955). "Economic, family and ethnic status: an empirical test". *American Sociological Review* , 20, págs. 45-52.

Bersbers, J. (1962). *Urban Social Structure*. The Fres Press of Glencoe.

Berry, B. J. (1965). Internal structure of the city. En K. P. Schwirian, *Comparative urban structure studies in the ecology of cities*. Ohio: Ohio State University. págs. 227-233

Berry, B. y. (1967). Últimos desarrollos de la teoría del lugar central. En B. Secchi, *Análisis de las estructuras territoriales*. Ariel. págs. 142-159

Berry, B., & Simmons, J. L. (1963). "Urban population densities: structure and change". *Geographical Review* , 53 (3).

Berry, J. L. (1964). "Approaches to regional analysis: a synthesis." *Annals of the Association of American Geographers* , págs.2-11.

Blumenfield, H. (1982). Continuity and change in urban form. En L. Bourne, *Internal structure of the city, readings on urban form growth and policy*. Nueva York Oxford University Press. págs. 49-56

Bogue, d. J. (1956). "The spread of cities". *The American Economic Review* , No. 46 vol.2, págs.284-292.

Bourne, L. S. (1971). Urban spatial structure: an introduction essay on concepts and criteria. En L. Bourne, *Internal structure of the city: readings on urban form, growth and policy* (). Nueva York: Oxford University Press. págs. 27-45.

Bourne, L. y. (1971). Defining the area of interest: definitions of city, matropolitan areas and extenden urban regions. En L. S. Bourne, *Internal structure of the city: readings on urban form, growth and policy*. Oxford University Press. págs. 57-71.

Bourne, L. (1971). *Internal structure of the cities: Readings in space and enviroment*. Oxfod University Press.

Bowden, M. (1971). Downtown through time: delimitation, expansion and internal growth. En L. S. Bourne, *Internal structure of the city: readings on urban form, growth and policy*. Oxford university Press. págs. 331-343

Bracken, I. (1981). *Urban planning: methods and research*. Methuen and Company.

Brodsky, H. (1973). Land development and the expanding city. *Annals of the Association of American Geographers*, 63 vol 2, págs.159-166.

Bunge, W. (2003). "Urban Geography". en F. Ramírez Carrasco, *Valoración de la congruencia espacial entre la actividad residencial y terciaria en el centro urbano de Barcelona*. Cataluña: Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Cataluña.

Burgess, E. W. (1925). "The Growth of the city". En R. y. Park, *The city: suggestions for investigation of human behavior in the urban environment*. Chicago: Chicago University Press págs. 47-62

Buzai, G. (2003). *Mapas Sociales Urbanos*. Buenos Aires: Lugar.

Buzai, G. y. (2006). "Análisis de concentración y segregación espacial". En G. Buzai, *Análisis Socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Buenos Aires, págs. 335-349

Buzai, G. y. (2008). Análisis por clasificación multivariada de datos espaciales. En G. Buzai, *Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica* (págs. 263-285). Buenos Aires: Lugar.

Camacho Cardona, M. (2000). *Historia urbana novohispánica del siglo XVI*. México: UNAM campus Acatlán.

Caplow, T. (1949). The social ecology of Guatemala city. *Social Forces*, 1 vol. 28, , págs.113-133.

Carol, H. (1960). "The Hierarchy of Central Functions within the City." *Annals of the Association of American Geographers*, vol. 50, No. 4 . págs. 419-438

Carter, H. (1987). *El estudio de la geografía urbana*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.

Chasco Yrigoyen, C. (2009). *Análisis de datos espacio-temporales para la economía y el geomarketing*. La coruña: netbiblo.

Clapp, J. M. (1977). Urban land use succession under risk. *Urban Studies No. 14 vol. 7* , págs.3-77.

Clark, W. A. (1982). Residential preferences: an alternative view of intraurban space, labor capital and class struggle around the built environment in advanced capitalist societies. En L. Bourne, *Internal structure of the city, readings on urban form* ). New York: Oxford University Press. págs. 222-231

Castells, M. (1974). *La cuestión urbana*. México: siglo XXI.

Cromley, R. G. (1982). The von thunen model and environment uncertainty. *Annals of the Association of American Geographers* , págs. 404-410.

Chapin, S. (1965). *Urban Land Use planning*. Nueva York: Harper and Brothers.

Chorley, R. y. (1971). *La geografía y los modelos socio-económicos*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local .

Departamento del Distrito Federal (1983). *Estudio de origen y destino del Área Metropolitana de la ciudad de México*. México: Departamento del Distrito Federal.

De la Barra, T. (1989). *Integrated land use and transport modeling, decision chains and hierarchies*. Cambridge: Cambridge University Press.

Duncan, B. (1974). Patterns of city growth. En K. F. Schwirian, *Comparative urban structure: studies in the ecology of cities*. Ohio: Ohio State University.

Econo Consultores y Secretaría de Transporte y Vialidad, S. (1997). *Estudio de digitalización del uso de suelo actual en la Zona Metropolitana de la ciudad de México y su injerencia en el esquema de movilidad urbana*. México: Departamento del Distrito Federal.

Espinosa, E. (2003). *Ciudad de México compendio cronológico de su desarrollo urbano*. México: Instituto Politécnico Nacional.

Fisher, E. M. (1954). "Economic aspect of urban land use patterns." *The Journal of industrial economics* , no. 6 vol 3. págs.

Firey, W. (1940). "Sentiment and symbolism as ecological variables." *American Sociological Review* n,10, vol.141. págs,

Form, W. h. (1974). the place of social structure in the determinants of land use: some implications for a theory of urban ecology. En K. P. Schwiriam, *Comparative Urban Structure: studies in the ecology of cities*. Ohio: Ohio State University. págs. 245-257

Foster, S. (2006). "The city as an ecological space social capital and land use." *Notredame Law Review* . n. vol. págs.

- Hawley, A. (1955). "Land use patterns in Okoyama, Japan, 1940-1952." *the american Journal of sociology*, vol. 50 no. 5 , págs,487-492.
- Hat, P. (1961). "The concept of natural area". En G. Theodorson, *Urban patterns:studies in urban ecology*. Penssylvania State University. págs.
- Haig, R. M. (1926). "Toward an understanding of the metropolis". *The Quaterly Journal of Economics* , n. 40 vol 3. págs.
- Harvey, D. (1973). *Explanatiosn in Geography*. Michigan: Edward Arnold.
- Harris, C. D. (1974). "The nature of the cities." En K. P. Schwirian, *Comparative urban structurestudies un the ecology of cities* (). Ohio: Ohio State University. págs. 217-226
- Herbert, D. T. (1982). *An introduction to modern urban goegraphy*. John Wiley and Sons.
- Heyner, N. S. (1945). "Mexico City: its growth and configuration." *The American Journal of Sociology*, n., vol, págs. 295-304.
- Holsen, J. N. (1934). "The industrial and commercial area vs the political area as the unit for the collection of business statistics." *Journal of the american Statistical Association* , n. ,vol. págs.14-23.
- Hollinstead, A. B. (1947). "A re-examination of ecological theory." *Sociology and Social Research* ,no. vol. págs. 423-427.
- Hoyt, H. (1939). *The Pattern of Movement of Residential Rental Neighboordhoods*. Federal Housing Administration.
- Hoyt, H. (1963). "the residential and retail patterns of leading latinamerican cities." *Land Economics*, vol. 39 , págs.449-455.
- Hurd, R. (1924). *Principles of city land values*. Nueva York, Arno Press
- García Pérez, h. (1987). "El uso de suelo en la zona metropolitana de la ciudad de México." En G. Garza, *Atlas de la ciudad de México* (pág. Departamento del Distrito Federal y El Colegio de México). México: El Colegio de México.
- Garza, G. (2000). "Ámbitos de expansión territorial ." En G. Garza, *La ciudad de México en el fin del segundo milenio*. México: Gobierno del Distrito Federal y El Colegio de México. págs. 237-244
- Godall, B. (1977). *La economía de las zonas urbanas*. Madird: Instituto de Estudios de Administración Local.

Graizbord, B. (2008). *Geografía del transporte en el área metropolitana de la ciudad de México*. México: Capitulo 1,2 y 3. El Colegio de México. págs.

Graizbord, B. y. (1987). "Expansión física de la ciudad de México." En G. Garza, *Atlas de la ciudad de México* (págs. 120-125). págs.

Griffit, E. y Ford L. (1982). "A model of Latin American city." *Geographical Review* , no. 4 vol. 70 págs. 397-422.

Ise, J. (1940). "Monopoly elements in Rent." *The American Economic Review*, vol 30, No. 1 , págs.33-45.

Janelle, D. G. (1982). "Locational conflict patterns and urban ecological structure." En L. Bourne, *Internal structure of the city, readings on urban form and policy*. New York: Oxford university Press. págs. 206-221

Jimenez Blasco, B. C. (1984). "Aproximación metodológica al estudio de la diferenciaiación residencial urbana en Madrid." *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* . págs

Johnston, R. y. (1982). "Establishment use patterns within central places." En L. S. Bourne, *Internal structure of the city, readings in urban form. growth and policy*. Oxford University Press. págs. 344-355

Jones, B. (1986). "One way to neighborhood deterioration?" *Journal of planning education and research*, No. 5 , 154-162.

Kunz, I. (2003). *Usos de suelo y territorio tipos y lógicas de localización en la ciudad de México*. México: Plaza y Valdés.

Kaufman, C. (1970). "Latinamerican urban inquiry:some substantive and methodological commentary." *Urban Affairs Quaterly* , n. vol. págs394-411.

Kivell, P. (1993). *Land and the city: patterns and process of urban change*. New York.

King, L. (1974). "Models of urban land use development." En K. P. Schwirian, *Comparative urban structure studies in the ecology of cities*. págs. 32-49

Landa y Asociados,y Departamento del Distrito Federal. (1978). *Estudio del uso actual del suelo*. México: SETRAVI.

Lattin Bower, L. (1964). *An examinationof the emergent development and current state or urban land use theory*. Universidad de Syracuse.

Lai, P. C.-M. (2009). *Spatial Epidemiological Approaches in disease mapping analysis*. CRC press.

Levine, Y. y. (1937). "English ecology and criminology of the past century." *Journal of criminal law and criminology*, n. vol. . págs. 801-816.

Lowenstein, L. K. (1963). "The localtion of urban land." *Journal of American Institue of Planners*, n- , vol. , págs. 407-420.

Mcloughlin, B. J. (1971). *Planificación urbana y regional:un enfoque de sistemas*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.

Mckenzie, R. (1926). "The ecological approach to the study of the human community." En R. E. Park, *The city*. Chicago University Press.

Murdie, R. (1969). *Factorial ecology in metropolitan Toronto, 1951-1961*. Chicago: University of Chicago.

Myers, J. K. (1954). "Note on the homogenety of census tracts: a methodological problem in urban ecological research." *Social Forces vol. 32, no. 4* , págs. 364-366.

Mercado, Á. (1997). "Reservas territoriales para usos urbanos en el Distrito Federal." En R. Eibenschutz, *Bases para la planeación del desarrollo urbano en la Ciudad de México, tomo II estructura de la ciudad y su región*.

Merino, J. (1996). *Ensayos sobre la zona Metropolitana del Valle de México*. Toluca: Instituto de Administracuón Pública del Estado de México.

Moomaw, R. L. (1970). "An econometric analysis of industrial land use intensity within urban area". *Urban Studies* , n. Vol. págs. 321-326.

Moreno Serrano, R. y. (2000). *Técnicas econométricas para el tratamiento de datos espaciales:la econometría espacial*. Barcelona: Universidad de Barcelona.

Park, D. G. (1971). "City and community: the urban theory of Robert Park." *American Quaterly* , , No 1 , vol. 23, págs. 46-.

Park, R. E. (1936). "Human Ecology". *The American Journal of Sociology* , n- , vol. págs. 1-15.

Peña Tores, E. (1993). "Crecimiento desordenado de la ciudad de Mèxico. algunas notas." En á. y. Bassols Batalla, *Zona Metropolitana de la ciudad de México, complejo geográfico, socioeconómico y político. qué fue, qué es y qué pasa*. México: Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM y Departamento del Distrito Federal. pág. 432

Perló, M. y. (2000). *El estado del conocimiento sobre el mercado de suelo urbano en México*. Lincoln Institute.

- Pick, J. B. (2000). *Mexico megacity*. Westview.
- Preston, R. E. (1966). "The zone in transition: A study of urban land use pattern." *Economic Geography* vol.42, No. 3 , págs.236-266.
- Quinn, J. A. (1940). "The Burgess zonal hypothesis and its critics." *American Sociological Review* , n. Vol, págs.210-218.
- Ruvalcaba. Rosa María y Schteingart, M. (1985). "Diferenciación socio-espacial intraurbana en el área metropolitana de la ciudad de México". *Estudios Sociológicos* , n- . vol., págs, 21-40.
- Ratcliff, R. (1949). *Urban Land Economics*. New York Mcgrall Hill Book Co.
- Richardson, H. W. (1978). *Economía Urbana y Regional*. México: Alianza.
- Ricardo, D. (1987). *Principios de economía política y tributación*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Roca Cladera, J. (1988). *La estructura de valores urbanos:un análisis teórico-empírico*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.
- Roca Cladera, J. (1983). "Teorías alternativas para la formación espacial del valor del suelo. El caso de Barcelona". *Treballs d'investigació* , págs. 36-48.
- Schalager, K. J. (1965). "A land use plan design model." En K. P. Schwirian, *Comparative urban structure studies in the ecology of cities*. Ohio State University. págs. 49-59
- Schnore, L. F. (1965). "On the spatial structure of cities in two americas." En P. y. Hauser, *The study of urbanization*, Nueva York: John Wiley and Sons. págs. 213-263
- Stanislawski, D. (1961). "The anatomy of eleven towns in Michoacán." En G. Theodorson, *Urban Patterns:studies in human ecology* , Pennsylvania state University Press. págs. 359-373
- SETRAVI. (1983). *Estudio de Origen y Destino del Área Metropolitana de la Ciudad de México*. México.
- SETRAVI. (1994). *Estudio de Origen y Destino del Área Metropolitana de la Ciudad de México*. México: INEGI.
- SEDUVI. (1997). *Programa Delegacional de Miguel Hidalgo*. México: Departamento del Distrito Federal.
- Shevky, E. y. (1949). *The Social areas of los Ángeles*. Berkeley: University of California Press.

Sjoberg, G. (1965). "Theory and research in urban sociology". En P. y. Hauser, *The study of urbanization*. Nueva York: John Wiley and Sons. págs. 157-189

Smith, C. (1991). "Sistemas económicos regionales: modelos geográficos y problemas socioeconómicos combinados". En P. H. Pérez, *Región e Historia en México..* México: Antologías Universitarias. p. 55

Ward, P. M.(2004).*México Megaciudad: desarrollo y política, 1970-2002*. Toluca: El Colegio Mexiquense.

Ward, P.(1980).*México:Una megaciudad, producción y reproducción de un medioambiente urbano*. México: Alianza Editorial.

Wilder, M. G. (1985). "Site and situation, determinants of land use change:an empirical example". *Economic Geography*, No. 4 , vol 61, págs. 332-244.

Winsborough, H. H. (1974). "An ecological approach to the theory of suburbanization". En K. P. Schwirian, *Comparative Urban Structure: studies in the ecology of cities*. Ohio: Ohio state University. págs. 74-80

Wirth, L. (1938). "The urbanisms as way of life." *The American Journal of Sociology*, No. 1 , vol 54, págs. 1-24.

Wong, W. D. (2005). *Statistical Analysis of geographic information*. Wiley and Sons.

Unikel, L. (1976). *El desarrollo urbano en México, diagnóstico e implicaciones futuras*. México: El Colegio de México.

Valverde, C. (2003). "Industria". En I. Kunz, *Usos de suelo y territorio: tipos y lógicas de localización en la Ciudad de México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Von thunen, J. H. (1966). *Isolated state*. Pergamin Press.

Theodorson, G. (1961).*Urban patterns: studies in urban ecology*. Pennsylvania: Pennsylvania State University Press.

Timms, D. (1976). *El mosaico urbano: hacia una teoría de la diferenciación residencial*. Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.

Tobler, W. (1970). "A computer movie simulating urban growth in the Detroit region". *Economic Geography* , n- vol. págs.234-240.

Topalov, C. (1984). *Ganancias y rentas urbanas: elementos teóricos*. México: siglo XXI.

Zárate, M. (1991). *El espacio interior de la ciudad*. México: Síntesis.

**Anexos****Cuadro A.1.-Estudios teóricos del suelo urbano y casos de estudio**

<b><u>Teórico-conceptual</u></b>					
<b>Autor</b>	<b>Año</b>	<b>Categoría</b>	<b>Variables</b>	<b>Aportación</b>	<b>Relación con el suelo</b>
Hurd, Richard	1924	Conceptos		Crecimiento de la Población,	Valor del suelo, Renta del suelo
Hai, Robert	1926	Conceptos/ Patrones y procesos	Empleo industrial Directorio inmobiliario Inventario de vivienda Nueva York 1900, 1912, 1917 y 1922	Localización de actividades	Renta del suelo urbano, Renta del suelo Agrícola, Costos de Fricción, Estructura Urbana, Funciones. Accesibilidad
Burguess, Ernest W.	1925	Conceptos		Localización de la Población y clasificación de la estructura urbana	Teoría de Anillos Concéntricos Distrito Central de Negocios
Mckenzie, Robert D.	1926	Conceptos		Clasificación ecológica de elementos de la ciudad	Comunidad Competencia Invasión Sucesión
Zorbaugh, Harvey	1926	Conceptos		Expansión física Métodos de análisis Inconsistencia de las áreas administrativas	Área natural Valor del suelo Renta del suelo Ecología urbana
Holsen, James N	1934	Conceptos/ Patrones y procesos	Flujo de llamadas telefónicas	Delimitación de áreas con criterios de población y empleo	Área Geográfica
Park, Robert Ezra	1936	Conceptos		Clasificación ecológica de elementos de la ciudad	Comunidad, Simbiosis Competencia, Cambio Dominación Sucesión
Levin, Yale	1937	Conceptos		Orígenes de la ecología urbana	
Aliihan, Millia	1938	Conceptos		Crítica a la ecología urbana, Falacia Ecológica	Comunidad Subdivisión Acomodo Conflicto
Wirth, Louis	1938	Conceptos		Delimitación de áreas en función de los rasgos culturales y económicos de la gente	Heterogeneidad Unidad Administrativa Urbanismo
Hoyt, Homer	1939	Conceptos		Análisis por sectores de la estructura residencial	Sectores Ejes Axiales
Ise, John	1940	Conceptos		Diferencia entresuelo agrícola y rural	Valor del suelo Renta del suelo urbano

					Renta Agrícola
. Harris, Chauncey D y Ullman Edward	1945	Conceptos		Naturaleza de la ciudad basada en la utilidad del suelo	Suelo como soporte de actividades económicas
Hat, Paul	1946	Conceptos/Patrones y procesos	Valor de la renta Grupos étnicos 1919,1930 Seattle	Análisis de la distribución de la población desde la ecología urbana	Área Natural Valor del Suelo Ecología urbana
Hollingstead, A. B.	1947	Conceptos		Rasgos culturales y sociales en la estructura urbana, fallas en la competencia	Competencia Contexto Cultural Orden Moral Competencia Subdivisión social
Ratcliff, Richard	1949	Conceptos		Urbanización norteamericana, uso de suelo , crecimiento de la Población	Propiedad privada Suelo Urbano Valor del Suelo Renta del Suelo
Bogue, Donald J.	1956	Conceptos		Estimación de consumo de tierra rural por parte de la ciudad	Cambios de suelo rural a urbano, crecimiento de la población
Chapin, Stuart	1957	Conceptos		Principios del uso de suelo económico y ecológico.	Comportamiento social, Localización Mercado de suelo Planeación urbana Valor del suelo
Bauer, Catherine	1963	Conceptos		Localización de actividades y uso de suelo y conformación de la estructura urbana americana	Uso social del espacio
Berry, Brian	1963	Conceptos		Evaluación del modelo de Densidad en el estudio de la estructura urbana	Uso de suelo Densidad de población Estructura urbana
Lowestein, Louis K.	1963	Conceptos/Patrones y procesos	Superficie de suelo y actividad financiera, comercial, transporte, administración pública, manufactura, servicios profesionales, personales	Analiza Planes maestros de 817 ciudades en E.U. 1953 a 1963	Relación entre uso de suelo y actividad económica
Alonso, William	1964	Conceptos/Patrones y procesos	Precio del suelo, distancia al centro	Analiza la localización residencial y los valores del suelo	Relación de los valores del suelo residenciales con respecto a la distancia al centro
Form, William H.	1964	Conceptos		Análisis del cambio de suelo desde la ecología urbana	Estructura Ecológica Zonificación, Mercado del suelo
Lattin, Lewis Bower	1964	Conceptos		Evaluación de las teorías del uso de suelo urbano	Teorías del suelo urbano No existe una teoría propia del suelo urbano, se deriva de fragmentos de otras áreas.
Hoyt, Homer	1964	Conceptos/Patrones y procesos	Población, ingreso, superficie de suelo 1940 a 1960	Estructura urbana Latinoamericana Nueva York, Chicago, Guatemala, Bogotá, Lima, La Paz, Quito,	Estructura urbana Revisión del modelo de Burgess, Expansión periférica

				Santiago, Buenos Aires, Montevideo, Rio de Janeiro, ciudad de México, Sao Paulo y Caracas	
Schaleger, Kenneth J.	1965	Conceptos		Condiciones para hacer Planes de uso de suelo	Uso de suelo Plan.
Sjoberg, Gideon	1965	Conceptos		Clasificación de teorías sociológicas que estudian la estructura interna	Organización de Actividades usos de suelo y población
Preston, Richard E	1966	Conceptos/ Patrones y procesos	Empleo, Superficie de suelo por lotes	Delimita cartográficamente la zona de transición a través de planes en Richmond, Virginia, Worcester Massachussets y Youngston, Ohio	Características de la zona en transición
Bowden, Martin J	1971	Conceptos/ Patrones y procesos	Población Actividades comerciales	Delimitación del CBD en San Francisco en 1850, 1906 y 1931	Teoría del Lugar central, Centralidad Funciones urbanas
Dixon, Goist Park	1971	Conceptos		Reflexión sobre aportes de Park	Sociedad Comunidad, Ecología urbana
Mclouhglin, Brian	1971	Conceptos		Teoría de la localización y uso de suelo	Planeación urbana Uso de suelo
Brodsky, Harold	1973	Conceptos/ Patrones y procesos	Población Valor del suelo 1970	Relación entre uso de suelo y expansión de la ciudad de Washington , D.C.	Propiedad del suelo, valor del suelo conversión del suelo rural a urbano, zonificación comunidad,
Clark, William A y Cardwaller, M.	1973	Conceptos/ Patrones y procesos	Ingreso Suelo residencial 1970 encuestas	Diferenciaición de las áreas residenciales permiten caracterizar al suelo urbano	Uso de suelo localización residencial ecología factorial
Harvey, David	1973	Conceptos		Define propiedades del suelo desde el materialismo histórico	Valor del suelo Renta del suelo Valor de uso, Valor de cambio Mercancía Especulación
Castells, Manuel	1974	Conceptos		Teoría social del espacio	Análisis social del espacio, Ecología Urbana Estructura Urbana Relaciones sociales,
Blummenfield, Hans	1975	Conceptos		Análisis del centro de la ciudad	Forma Urbana Estructura Urbana Conformación del Centro de la Ciudad
Harvey, David	1976	Conceptos		Suelo como factor de mediación entre trabajadores y capital	Economía Política del suelo urbano Estructura urbana, Localización de actividades
Clapp, John	1977	Conceptos		Análisis teórico del uso de suelo	Mejoras Propiedad Suelo vacante

					Sucesión.
Richardson, Harry W.	1978	Conceptos		Localización de actividades económicas y uso del suelo	Teoría de la localización Área geográfica Localización económica Área económico funcional
Griffith, Ernest y Ford, Larry	1980	Conceptos		modelo de estructura urbana latinoamericana	Estructura urbana Usos de suelo
Bracken, Ian	1981	Conceptos		Interacción entre bienes y personas producen patrones de suelo	Predicción, del uso de suelo
Topalov, Christian	1984	Conceptos		Teoría de la Renta del Suelo urbano	Valor del suelo Valor de uso Valor de cambio
Wilder, Margaret	1985	Conceptos	Tamaño del Lote Edad de construcción Uso de suelo Distancia al Centro 1973 y 1982	Analiza los factores que determina los cambios de suelo en el CBD	Sitio Situación Localización
Roca Cladera, Josep	1988 2000	Conceptos/ Patrones y procesos	Valores del suelo Oferta de vivienda Planes de Desarrollo Accesibilidad Servicios urbanístico Stock edificado Uso de suelo Estructura profesional de la población Barcelona 155 zonas de valor 1953 a 1976	Elaborar una teoría propia del valor del suelo, que es contrastada con la ciudad de Barcelona basado en cuatro principios: 1) jerarquía de mercado, 2) la determinación de los valores, 3) se considera un funcionamiento alternativo del mercado y 4) se considera el factor histórico en la formación de los valores del suelo	Valor del suelo Renta de externalidad Renta urbana Teoría estándar
de la Barra, Tomás	1989	Conceptos/ Patrones y procesos		Modelo empírico del suelo y transporte	Valor del suelo Transporte
Zarate, Martín	1991	Conceptos		Factores que producen los cambios de uso de suelo	Actores sociales Control del suelo Modelos de Localización del suelo
Knivell, Philip	1993	Conceptos		Examina las características del suelo urbano	Mercancía Factor de poder Propiedad privada Monopolio.
Perló, Manuel	2000	Patrones y procesos		Revisión de los estudios sobre el mercado de suelo	Mercado de suelo Ausencia de teoría única del suelo urbano
Barrios, Dulce María	2003	Conceptos		Elabora tipología de los servicios en la Ciudad de México	Usos de suelo Estructura urbana,, Patrones de localización servicios.
Buzai, Gustavo	2003	Conceptos		Modelos geográficos del uso de suelo	Ciudad fragmentada Geografía Uso de suelo

Kunz, Ignacio	2003	Conceptos		Elabora tipología del comercio en la Ciudad de México	Usos de suelo Estructura urbana Patrones de localización comercio
Valverde, Carmen	2003	Conceptos		Elabora tipología de la industria en la Ciudad de México	Usos de suelo Estructura urbana, Patrones de localización industria
Acosta, Claudia	2005	Conceptos		Uso de suelo visto como generador de plusvalías para el aprovechamiento del Estado	Valorización del suelo Valor de uso Valor de cambio
Foster, Sheila	2006	Conceptos		Costos sociales de la regulación del suelo	Zonificación Uso de suelo desde la ecología urbana
<b>Casos de estudio</b>					
Haig, Robert	1926	Casos de estudio	Empleo industrial Directorio inmobiliario Inventario de vivienda Nueva York 1900, 1912, 1917 y 1922	Localización de actividades	Renta del suelo urbano, Renta del suelo Agrícola, Costos de Fricción, Estructura Urbana, Funciones. Accesibilidad
Holsen, James N	1934	Casos de estudio	Flujo de llamadas telefónicas	Delimitación de áreas con criterios de población y empleo	Área Geográfica
Hayner, Norman S	1945	Casos de estudio	Población	Estructura urbana Latinoamericana Ciudad de México	Valor del suelo Estructura axial Anillos concéntricos
Hat, Paul	1946	Casos de estudio	Valor de la renta Grupos étnicos 1919,1930 Seattle	Análisis de la distribución de la población desde la ecología urbana	Área Natural Valor del Suelo Ecología urbana
Caplow, Theodore	1949	Casos de estudio		Estructura urbana Latinoamericana Ciudad de Guatemala	Estructura social Suburbanización Tenencia de la Tierra Propiedad Privada y Pública.
Stanislowski, Dan	1950	Casos de estudio	Observación de campo, sobreexposición cartográfica	Estructura urbana Latinoamericana Michoacán	Aspecto histórico cultural Grupos Dominantes Valor cultural Función
Applebaum, William	1952	Casos de estudio	Población Usos de suelo residencial 1930,1940,1950 Ciudades de Estados Unidos Distrito	Método cartográfico para relacionar población y uso de suelo	Evolución del suelo
Myers, Jerome K.	1954	Casos de estudio	Educación Renta mensual de vivienda Empleo 1950-1951 Unidad censal	Reflexión sobre la utilidad de usar las unidades censales con las áreas naturales. para medir las similitud de una ciudad	Renta de vivienda Área natural Homogeneidad espacial
Hawley, Amos	1955	Casos de estudio	Población	Distribución de la población y uso de suelo	Ecología Urbana, Área de influencia

Schnore, Leo f.	1957	Casos de estudio	Población y Empleo 1940 y 1950	Diferenciación de centros y subcentros urbanos	Suburbios subcentros satélite
Carol, Hans	1960	Casos de estudio	Entrevistas Bienes y servicios Comercio Zúrich Suiza	Clasificación de funciones del CBD	Jerarquías entre actividades comerciales Clasificación funcional de áreas
Hoyt, Homer	1963	Casos de estudio	Población	Estructura urbana Latinoamericana Buenos aires, Lima, Caracas, Ríos de Janeiro	Localización del suelo residencial y comercio al por menor Teoría de Sectores.
Winsborough, Hal H.	1963	Casos de estudio	densidad de población distancia al centro, Porcentaje de vivienda Edad de la construcción	Clasificación de usos de suelo	Diferencias entre suburbios satélite y periferia
Form, William H	1964	Casos de estudio	Densidad de población Uso de suelo	Influencia de los agentes sociales en la estructura del suelo urbano	Organización interna Ecología Urbana Cambios de suelo.
Preston, Richard E.	1966	Casos de estudio	Uso de suelo Empleo Superficie por lote Richmond,, Virginia Worcester, Massachusstes Youngston, Ohio	Técnica para delimitar la zona de transición a partir de un punto de vista cartográfico y cuantitativo de las características, proporciones y relaciones de los usos de suelo.	Uso de suelo Zona de Transición Ecología Urbana
Amato, Peter	1968	Casos de estudio		Modelos ciudad latinoamericana Movilidad residencial y población	Cambio del suelo Dirección de los cambios y Cambios en la Densidad
Amato Peter	1969	Casos de estudio	Población, ingreso, cantidad de vivienda construida 1930,1940,1950,1960	Modelos ciudad latinoamericana Movilidad residencial y población	Cambio del suelo Dirección de los cambios y Cambios en la Densidad
Amato, Peter	1970	Casos de estudio	Ingreso Valor del suelo Densidad de población	Movilidad residencial del os grupos de altos ingresos en Bogotá y sus efectos en otros usos	Crecimiento axial Valor cultural.
Godall,John B.	1970	Casos de estudio	Empleo Viajes en taxi Londres 1961 Zonas de Transporte	Analiza interrelaciones entre las preferencias del consumo en el centro de la ciudad	Centro de la ciudad Consumo comercio
Kauffman, Clifford	1970	Casos de estudio	Población Empleo Ingreso Migración 1940-1967	Ciudades latinoamericanas Problemas metodológicos del suelo	Urbanización Uso de suelo Estudios Holisticos
Moomaw, Ronald L.	1970	Casos de estudio	Empleo: trabajadores por milla cuadrada 1962 Uso de suelo 1969 Directorio industrial Distancia al centro	Analiza el declive del suelo industrial a partir de los principios de Von Thunen en Oklahoma uutilza un modelo de regresión	Firmas Intensidad del suelo industrial

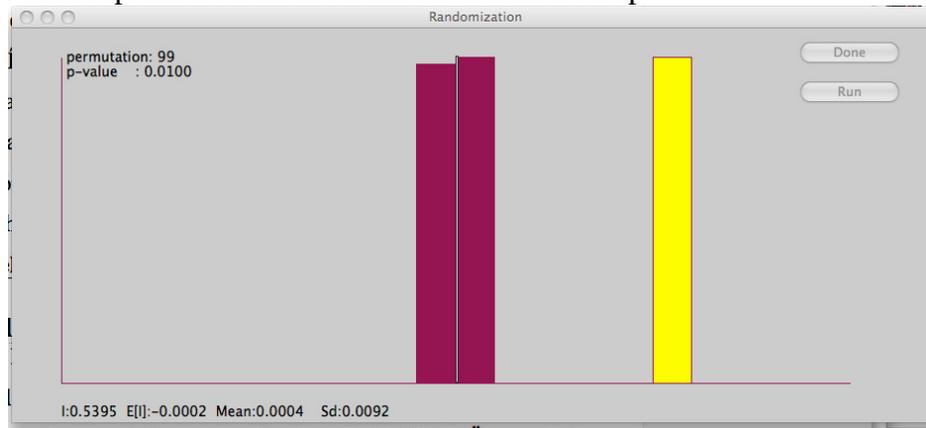
				múltiple	
Johnston, Ronald y Kissling, Christopher	1971	Casos de estudio	Número de establecimientos Distancia al centro Análisis factorial	Antecedentes de la Localización comercial, clasificación en orden alto y bajo Gardenvale y Fendelton	Lugares centrales Funciones económicas, Comportamiento del consumo , Establecimientos de orden alto y bajo, Ecología Factorial
King, Leslie J.	1974	Casos de estudio		Analiza la dificultad de formular pronósticos de suelo	Modelos de suelo económicos importancia de la información
Timms, Duncan	1976	Casos de estudio		Describe los tipos de modelos de la estructura urbana y del suelo.	Escuela ecológica Economía Geografía Diferenciación Residencial
Alonso, William	1980	Casos de estudio	Mano de obra femenina, Composición por edad y sexo, Estructura del hogar Número de viviendas 1940, 1960, 1970	Efectos de la población en la forma urbana	Estructura Urbana Localización residencial
Roca Cladera, Josep	1983	Casos de estudio	Población Accesibilidad Antigüedad de la construcción Instalaciones sanitarias Calefacción Comercio Población por estrato Motorización Comportamiento electoral	Análisis empírico del mercado de suelo	Valor del suelo Teoría Estándar Renta Social Renta de externalidad
Jimenez Blasco, Beatriz Cristina	1984	Casos de estudio	Población 1950 y 1980 Barrios y sectores Madrid	Patrones físicos del suelo, evaluación del modelo de Hoyt y Burgess	Índice de Estructura social, diferenciación residencial Teoría del Área social
Jones, Bernie	1986	Casos de estudio	252 Entrevistas Denver Manzana	Relación influencia del transporte en los barrios residenciales	Transporte Uso de suelo residencial
García Pérez Hugo	1987	Casos de estudio		Descripción del suelo en el AMCM	Diagnóstico de suelo
Roca Cladera, Josep	1988	Casos de estudio	Valores del suelo, oferta de vivienda. Planes de desarrollo, accesibilidad, servicios urbanísticos stock edificado, uso del suelo estructura socioprofesional de la población  1953 a 1976	Elaborar una teoría propia del valor del suelo, que es contrastada con la ciudad de Barcelona basado en cuatro principios: 1) jerarquía de mercado, 2) la determinación de los valores, 3) se considera un funcionamiento alternativo del mercado y 4) se considera el factor histórico en la	Rentas de Externalidad Valor del suelo Valor de uso Valor de cambio Teoría estándar

				formación de los valores del suelo	

Fuente: Elaboración propia, a partir de la revisión bibliográfica.

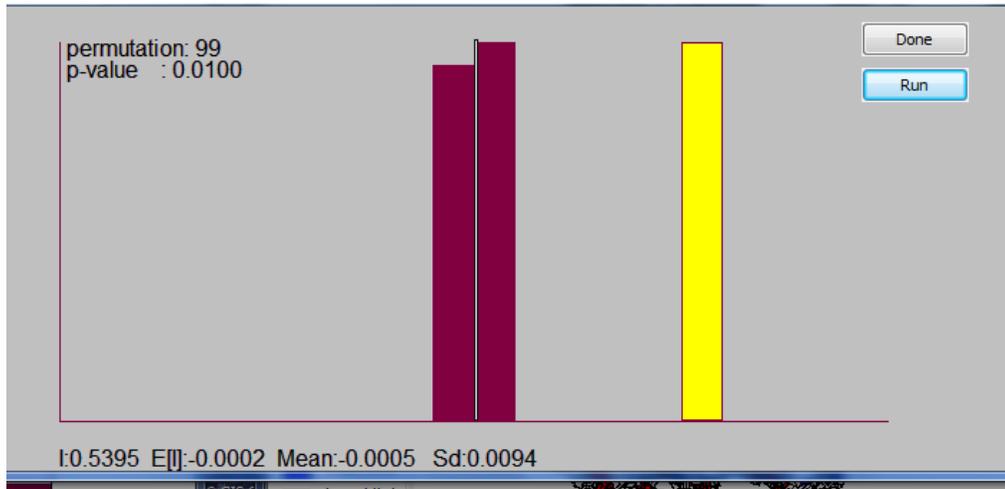
Anexo A2 Mapas y figuras de la correlación espacial de los usos de suelo habitación, industria y mixto del AMCM.

Figura 28. Gráfica de permutaciones de la I de Moran Global para uso industrial



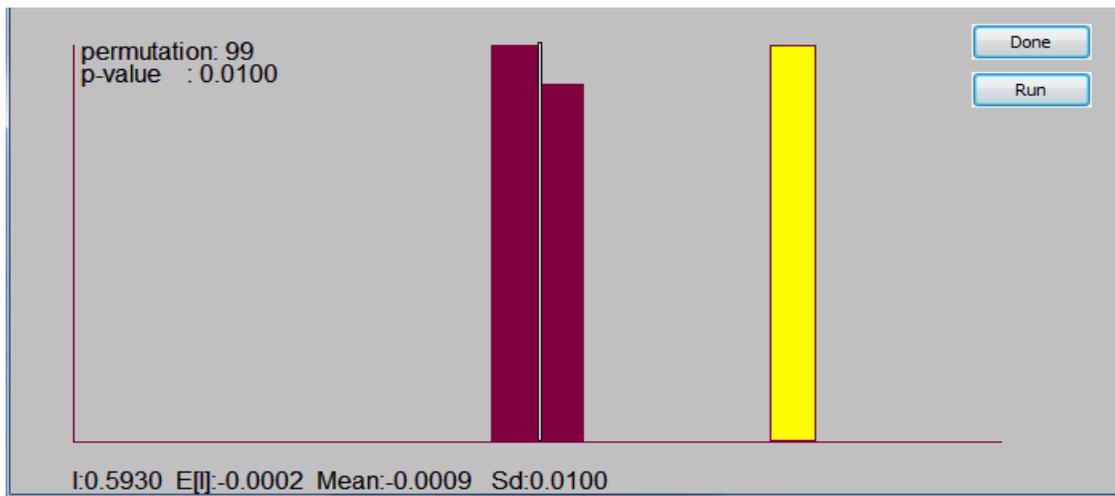
Fuente elaboración propia a partir de mapa de usos del suelo, 2000

Figura 29. Gráfica de permutaciones de la I de Moran Global para uso habitacional



Fuente elaboración propia a partir de mapa de usos del suelo, 2000

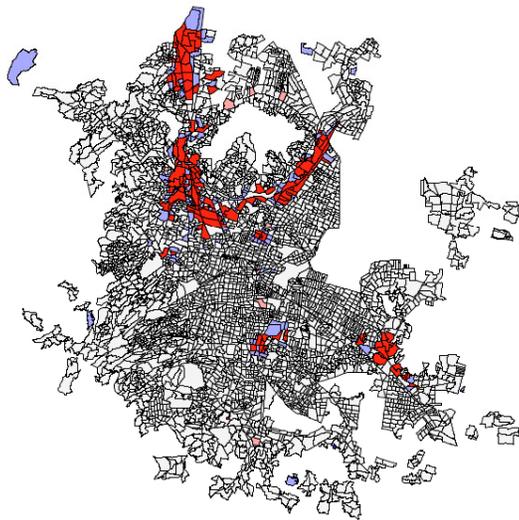
Figura 30. Gráfica de permutaciones de la I de Moran Global para uso mixto



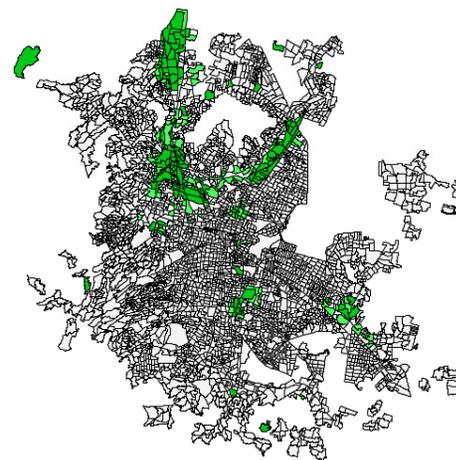
Fuente elaboración propia a partir de mapa de usos del suelo, 2000

### Mapa A20 Clusters y p valores de suelo industrial,

(2) LISA Cluster Map (amcm\_moran\_00.g  
Not Significant  
High-High  
Low-Low  
Low-High  
High-Low

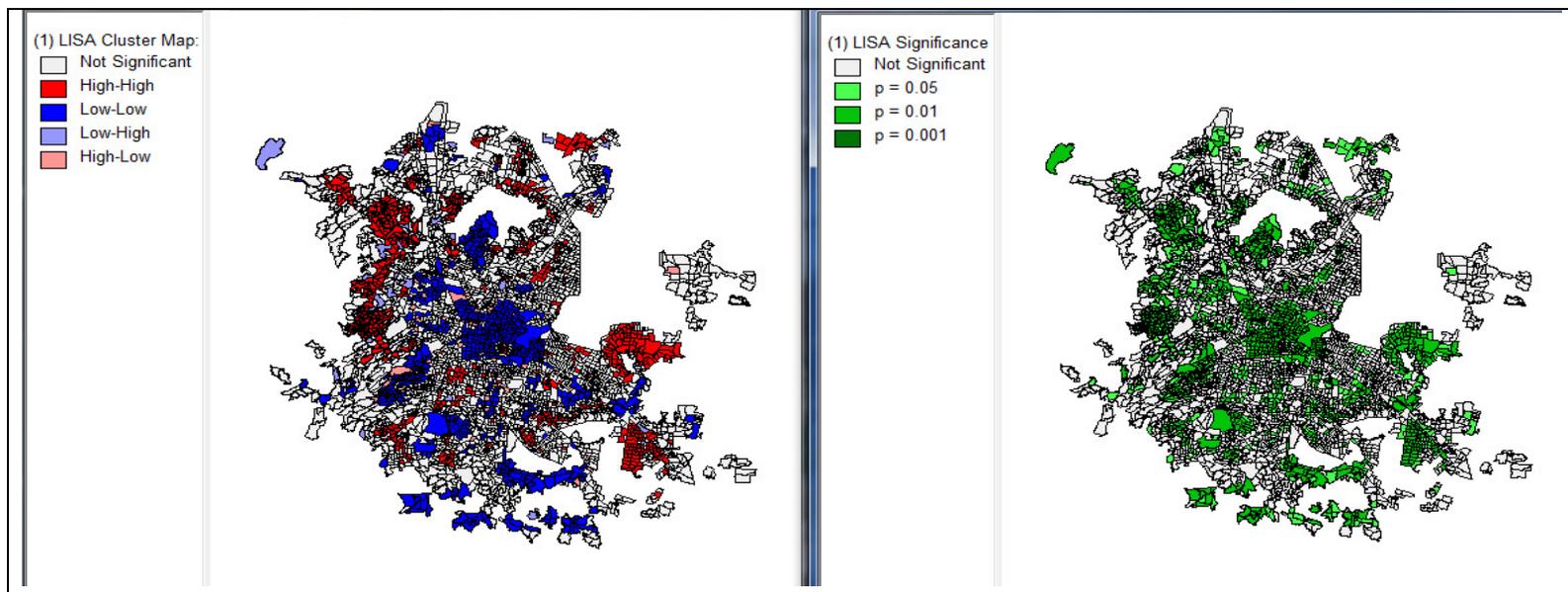


(2) LISA Significance Map (amcm\_mor  
Not Significant  
p = 0.05  
p = 0.01  
p = 0.001



Fuente elaboración propia a partir de mapa de usos del suelo, 2000

Mapa A21 Clusters y p valores de suelo habitacional,



Fuente elaboración propia a partir de mapa de usos del suelo, 2000

Mapa A22 Clusters y p valores de suelo habitacional,

