



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL
ESTADO DE MORELOS



PROSPECTIVA DE URBANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE CUERNAVACA, MORELOS

PRESENTA: BIÓL. RAÚL GUZMÁN LÓPEZ
DIRECTORES DE TESIS
DRA. MA GUADALUPE MEDINA MÁRQUEZ
DR. VALENTINO SORANI DALBON



Maestría en Estudios
Territoriales Paisaje y Patrimonio



Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Facultad de Arquitectura

Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

**PROSPECTIVA DE URBANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE
CUERNAVACA, MORELOS**

Tesis

Que para obtener el grado de Maestro en Estudios
Territoriales, Paisaje y Patrimonio

Presenta

Biól. Raúl Guzmán López

Comité tutorial:

Dra. Ma Guadalupe Medina Márquez (Co-directora)

Dr. Valentino Sorani Dalbon (Co-director)

Dr. Gerardo Gama Hernández

Dra. Concepción Alvarado Rosas

Cuernavaca, Morelos. 2019

“...todo está relacionado con todo lo demás,
pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas más distantes”

Walter Tobler, 1970.

Contenido

Introducción.....	9
Planteamiento	10
Pregunta de investigación.....	12
Objetivos.....	12
Objetivo general	12
Objetivos particulares	12
Hipótesis	12
Metodología.....	13
Dinámica de crecimiento urbano de Cuernavaca, 2005-2018.....	13
Aptitud del territorio para el crecimiento urbano	14
Procesamiento de los datos.....	21
Modelo de predicción	28
Capítulo I. Contexto urbano de la ciudad de Cuernavaca	30
Aspectos urbanos de Cuernavaca	32
Dimensión productividad	35
Dimensión Infraestructura de Desarrollo	36
Dimensión Calidad de Vida.....	37
Dimensión Equidad e Inclusión Social.....	38
Dimensión Sostenibilidad Ambiental.....	39
Dimensión Gobernanza y Legislación Urbana.....	39
Crecimiento urbano de Cuernavaca.....	41
Capítulo II. Definición y modelos del proceso de crecimiento urbano	45
El proceso de urbanización.....	45

Modelos de crecimiento urbano	47
Modelos de la ecología urbana	47
Modelos neoclásicos.....	50
La época colonial: la ciudad compacta.....	53
La primera fase de rápida urbanización (1820-1920): la ciudad sectorial	53
La segunda fase de rápida urbanización (1920-1970): la ciudad polarizada.....	54
La fase más reciente del desarrollo urbano en América Latina (1970 hasta hoy): la ciudad fragmentada.....	55
Factores de crecimiento urbano	60
Capítulo III. Los sistemas de información geográfica en la planeación urbana.....	61
El uso de suelo como herramienta para observar el fenómeno del crecimiento urbano ..	63
Autómatas celulares.....	64
Ponderación de los criterios.....	69
Capítulo IV. Resultados.....	72
Crecimiento urbano de Cuernavaca.....	72
Ponderación de los criterios y elaboración de las capas de factores	77
Clima	79
Pendiente	80
Costo del suelo	81
Distancia a centros comerciales.....	82
Distancia a escuelas	83
Distancia a centros de trabajo.....	84
Distancia a vía principal	85
Disponibilidad de servicios básicos.....	86
Aptitud para crecimiento urbano	87

Modelo de predicción	88
Capítulo V. Conclusiones	92
Bibliografía.....	96
Anexos	102

Índice de tablas

Tabla 1 Categorías de uso de suelo empleadas en la etapa de fotointerpretación	13
Tabla 2 Factores de crecimiento empleados en el estudio.....	14
Tabla 3 Modificación a la escala de posición continua	16
Tabla 4 Colonias con mayor crecimiento urbano de 1995 a 2018	18
Tabla 5 Factores utilizadas en el estudio	22
Tabla 6 Reclasificación de las coberturas de suelo	23
Tabla 7 Valor de reclasificación por distancia	25
Tabla 8 Pesos de las capas de fuentes de trabajo de acuerdo a la cantidad de personal.....	26
Tabla 9 Climas en el área de estudio	32
Tabla 10 Índice de Productividad.....	35
Tabla 11 Índice Infraestructura de Desarrollo.....	36
Tabla 12 Índice Calidad de Vida	37
Tabla 13 Índice Equidad e Inclusión Social	38
Tabla 14 Índice Sostenibilidad Ambiental	39
Tabla 15 Índice Gobernanza y Legislación Urbana	40
Tabla 16 Diagrama sinóptico de desarrollo urbano, político, social y económico en América Latina desde la época colonial hasta hoy.....	59
Tabla 17 Escala de posición continua.....	69
Tabla 18 Ejemplo de una matriz de comparación por pares para la adecuación del desarrollo industrial.	70
Tabla 19 Uso de suelo y vegetación de en el 1995-2018	73
Tabla 20 Frecuencia por factor	77

Tabla 21 Importancia de los factores.....	78
Tabla 22 Transición a uso de suelo urbano	88

Índice de figuras

Figura 1. Ejemplo de conversión de escala. Izquierda, escala continua de 9 puntos; derecha, escala utilizada en la entrevista.	17
<i>Figura 2.</i> Esquema del proceso para obtener la capa de aptitud para crecimiento urbano ..	28
Figura 3. Módulo Markov, Idrisi Selva	29
Figura 4. Módulo CA Markov, Idrisi Selva.	29
Figura 5. Ubicación del municipio de Cuernavaca.....	31
<i>Figura 6.</i> Resultados del CPI por dimensión para la ciudad de Cuernavaca.	34
<i>Figura 7.</i> Modelos de crecimiento de Burgees, Hoyt y Harris-Ullman (de izquierda a derecha).	49
<i>Figura 8.</i> Modelo de valores de uso de suelo.....	51
<i>Figura 9.</i> Modelo del desarrollo estructural de la ciudad latinoamericana	52
Figura 10. Vecindad de Von Neuman (izquierda) y vecindad de Moore (derecha).....	66
Figura 11. Ejemplo de transición entre celdas.....	67
Figura 12. Comparativa de la cobertura de usos de suelo entre los años 1995 y 2018	74
Figura 13. Comparativa de cambio de uso de suelo	77

Índice de mapas

<i>Mapa 1.</i> Colonias con mayor crecimiento urbano 1995 - 2018	19
Mapa 2. Zonas de aplicación de entrevistas	20
Mapa 3. Costo del suelo	25
<i>Mapa 5.</i> Crecimiento urbano 1995-2018.....	76
<i>Mapa 6.</i> Factor clima.....	79
<i>Mapa 7.</i> Factor pendiente	80

<i>Mapa 8.</i> Factor Costo del Suelo	81
<i>Mapa 9.</i> Factor distancia a centros comerciales	82
<i>Mapa 10.</i> Factor Distancia a Escuelas.....	83
<i>Mapa 11.</i> Factor distancia a centros de trabajo	84
<i>Mapa 12.</i> Factor pendiente	85
<i>Mapa 13.</i> Factor disponibilidad de servicios básicos	86
<i>Mapa 14.</i> Aptitud para crecimiento urbano.....	87
Mapa 15. Uso de suelo esperado 2040	89
Mapa 16. Crecimiento urbano esperado 2018-2040.....	90

Introducción

El crecimiento sin precedentes de la urbanización a nivel mundial ha evidenciado la necesidad de entender el crecimiento urbano, para lo anterior es fundamental su estudio y análisis.

Se han realizado diversos estudios de simulación de crecimiento urbano a futuro, como los White y Engelen (2000) y Barredo y Demicheli (2003), que consideran factores como accesibilidad, o modelos económicos-demográficos, sin embargo, dichos factores son obtenidos o calculados mediante un proceso bibliográfico.

Cuernavaca a través del tiempo ha estado sujeta a diversos procesos de expansión física, posicionando a la capital del estado de Morelos como un sitio que ha recibido inmigrantes nacionales desde hace décadas, por su cercanía con la capital del país y la oferta de servicios de todo tipo, pero fundamentalmente por su clima y entorno natural que representan un atractivo para el asentamiento de personas que llegan a vivir a Morelos procedentes de distintos lugares, destacando la Ciudad de México, Guerrero y Estado de México.

El crecimiento acelerado y desordenado de la metrópoli de Cuernavaca impone una enorme presión sobre los ecosistemas y los recursos hidrológicos. Esta expansión sin planeación y en la mayor parte fuera de la ley, dentro de otras causas por la venta de terrenos ejidales y comunales con fines de urbanización, ha impactado seriamente los recursos naturales vitales de la ciudad de Cuernavaca, lo que hace prioritario el conocer el crecimiento futuro, **esto a partir de la proyección realizada al año 2040 para poder diseñar estrategias que mitiguen el impacto ambiental o detengan la expansión urbana a zonas que deben ser protegidas.**

La planificación y la gestión adecuada de las ciudades son tareas a realizar, lo cual le otorga pertinencia a la presente investigación, que estudia los factores que inciden en el proceso de urbanización de las ciudades, particularmente en la Ciudad de Cuernavaca. Además de realizar una prospección de cuál será el área urbanizada de la ciudad en el año 2040.

En esta investigación se propone y aplica una metodología desarrollada a partir del uso de Sistemas de Información Geográfica y de los autómatas celulares. La aportación fundamental del proceso desarrollado se encuentra en cómo se determina la importancia relativa de los

factores del territorio que inciden en el crecimiento, obtenidos a partir de la aplicación de entrevistas a población de las zonas recientemente urbanizadas (1995-2018) y jerarquizando su importancia mediante el Proceso de Jerarquía Analítica (Saaty, 1977).

Planteamiento

De acuerdo con Alvarado y Di Castro (2013) el estado de Morelos y, sobre todo, el municipio de Cuernavaca, han experimentado la constante influencia de las políticas establecidas en la Región Centro de México, reflejadas en las dinámicas socio económicas y de expansión urbana. Dentro de estas políticas, el Sistema Urbano Nacional planteó las siguientes condiciones para el desarrollo de las ciudades medias, como Cuernavaca: suelo apropiado, espacio digno para la vivienda, sistemas viales y de transporte eficientes, lugares seguros donde habitar que cuenten con los servicios indispensables y un medio ambiente limpio (Alvarado & Di Castro, 2013)

Ante esta problemática, resulta importante comprender cuales son los factores que influyen en la expansión de la zona urbana y la proyección del crecimiento futuro de la misma, esto con el fin de tener mejores elementos para lograr el manejo adecuado del territorio y conservación de áreas de importancia ambiental.

El uso de modelos predictivos para la generación de escenarios futuros de cambios de uso del suelo, ya sea en el contexto de la planificación territorial o en la evaluación de impacto ambiental, representa una importante oportunidad para anticipar, prevenir y mitigar dinámicas insostenibles de las actuales formas de crecimiento de algunas ciudades de rápido crecimiento horizontal (Henríquez y Azócar, 2007).

En este contexto el uso de modelos predictivos de cambio de uso del suelo, empleando los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Percepción Remota, puede contribuir a anticipar, prevenir y mitigar dinámicas insostenibles de las actuales formas de crecimiento. En particular los modelos de crecimiento urbano espacialmente explícitos de alta resolución espacial, que han emergido fuertemente los últimos quince años (Xie y Batty, 2003), son especialmente ventajosos para la generación de escenarios futuros, ya sea en el contexto de

la planificación urbana o en el sistema de evaluación de impacto ambiental que la mayoría de los países latinoamericanos ha adoptado.

El uso de estas metodologías podría ser una herramienta poderosa para coadyuvar a resolver la problemática ambiental que implica un crecimiento desordenado, particularmente para la zona urbana de Cuernavaca.

Pregunta de investigación

¿Cuáles son los factores que inciden en el proceso de urbanización de la ciudad de Cuernavaca?

¿Cuál será el área urbanizada de la ciudad de Cuernavaca en el año 2040?

Objetivos

Objetivo general

Determinar las zonas de crecimiento urbano de la ciudad de Cuernavaca para el año 2040, en función de factores de tipo natural, antropogénicos y mixtos.

Objetivos particulares

- Determinar la dinámica de urbanización del año 1995 al 2018
- Determinar la importancia de los factores para el crecimiento urbano de Cuernavaca
- Modelar espacialmente el crecimiento urbano de la ciudad de Cuernavaca para el año 2040, tomando en cuenta la importancia de los factores

Hipótesis

Factores antropogénicos, como el costo del suelo, la distancia a centros comerciales, escuelas, centros de trabajo o vías de comunicación; naturales, como la pendiente del terreno o el clima; o mixtos, como el uso del suelo, son determinantes en la decisión de un adquirir lugar para vivir; por lo tanto, es posible construir un modelo orientativo para predecir cuanto y hacia dónde crecerá la ciudad de Cuernavaca, a partir de dichos factores y a través de la aplicación de sistemas de información geográfica y autómatas celulares.

Metodología

Dinámica de crecimiento urbano de Cuernavaca, 2005-2018

El proceso para determinar la dinámica de crecimiento urbano de Cuernavaca está basado en el uso de Sistemas de Información Geográfica y de los autómatas celulares. El primer paso fue obtener los polígonos del área urbana para los años de 1995 y 2018; esto se realizó a través de la fotointerpretación y vectorización mediante el software ArcGIS 10.3, de ortofotos digitales (INEGI, 1995), e imágenes satelitales de Google 2018, utilizando las categorías de uso señaladas en la

Tabla 1

Categorías de uso de suelo empleadas en la etapa de fotointerpretación

Uso	Descripción
Asentamientos humanos	Superficie construida
Infraestructural	Se incluyó el medio físico transformado que no corresponde a asentamientos humanos, Industria, centros comerciales,
Agricultura	Extensiones dedicadas a la actividad agrícola, puede ser agricultura de riego o agricultura de temporal
Vegetación	Se incluyeron categorías de vegetación: Bosque mixto de pino-encino, Selva baja caducifolia, Vegetación riparia, Pastizal, Vegetación secundaria
Sin vegetación aparente	Zonas que no presentan cobertura vegetal, ni otro tipo de cobertura
Bancos de materiales	Zonas de explotación de materiales pétreos
Cuerpos de agua	Cursos, drenajes o acumulaciones naturales o artificiales de agua

Aptitud del territorio para el crecimiento urbano

Las imágenes de aptitud, se pueden definir como el interés o disposición a emplazar un uso o cobertura de suelo en algún lugar. Esta aptitud o disposición es de carácter básico, lo cual implica que no incluye necesariamente una visión de idoneidad de ocupación del territorio, sino que representa tendencias registradas en el periodo de análisis o áreas propuestas por instrumentos de planificación (Sandoval y Romero, 2009).

Para obtener el mapa de aptitud para las zonas urbanas en área de estudio se utilizó el Análisis Multicriterio (AMC).

El primer paso para realizar este proceso fue la elección de las variables o factores, mismos que fueron escogidos con base en lo propuesto por Amuzurrutia-Valenzuela et al. (2015), Hoyt (2005) y Parrado (2001), con algunas modificaciones para adecuarlo al área de estudio. Para facilitar el manejo de dichos factores, estos fueron separados en tres grupos: naturales, refiriéndose a los que se encuentran de manera intrínseca en el territorio; sociales, factores que son derivados de la actividad humana en el territorio; y mixtos, aquellos que incluyen características de los dos grupos anteriores. Cabe mencionar que, en la etapa de aplicación de entrevistas, se preguntó a los entrevistados si deseaban incluir algún otro factor, sin embargo, ninguno de ellos lo considero necesario.

Tabla 2
Factores de crecimiento empleados en el estudio

Grupo	Clave	Factor	Fuente	Modificación
Antropogénicos	COST	Costo suelo	del Amuzurrutia-Valenzuela et al. (2015)	Ninguna
	DCC	Distancia centros comerciales	a Parrado (2001)	Ninguna
	DESC	Distancia escuelas	a Amuzurrutia-Valenzuela et al. (2015)	Los autores únicamente utilizan Universidades; en este estudio se tomaron en cuenta los niveles básico, medio-superior y superior.
	DTRA	Distancia centro de trabajo	a Propia de	

Grupo	Clave	Factor	Fuente	Modificación
Físicos	DVP	Distancia a vía principal	Amuzurrutia-Valenzuela et al. (2015), Hoyt (1939)	Los autores únicamente utilizan una autopista. En este estudio se contemplaron autopistas, carreteras y algunas avenidas principales y algunas carreteras secundarias de importancia. Ninguna
	SB	Disponibilidad de servicios básicos	Parrado (2001)	
	CLIM	Clima		
	PEND	Pendiente	Amuzurrutia-Valenzuela et al. (2015)	
	USO	Uso del suelo	Propia	
Mixto				

El siguiente paso fue determinar la importancia relativa de los factores del territorio que inciden en el crecimiento, para ello, se utilizó el Proceso de Jerarquía Analítica (Saaty, 1977)

Para obtener los insumos para dicho análisis, se aplicaron entrevistas a población de las zonas recientemente urbanizadas (1995-2018). El diseño de la entrevista tuvo por objetivo jerarquizar los factores y asignar la importancia relativa entre pares. El instrumento está dividido en dos partes; en la primera se preguntó al entrevistado si su casa es propia o rentada, en el primer caso, se preguntó si la casa había sido recibida por herencia, si había sido comprada ya construida, o si se había comprado el terreno y construido posteriormente; se preguntó también si la casa cuenta o no con los servicios básicos (agua entubada, energía eléctrica, drenaje). Así mismo, se consultó si es que el entrevistado tenía hijos en edad escolar y, de ser así, se pidió el nombre de la escuela o su ubicación aproximada, esto para estimar las distancias de desplazamiento casa-escuela. Se preguntó también si el entrevistado, o algún otro miembro de la familia es activo laboralmente, y en su caso, cual es la distancia que recorre de su casa a su centro de trabajo.

En la segunda parte del instrumento, se pidió a los entrevistados indicaran si alguno de los factores propuestos había sido tomado en cuenta en la decisión de comprar o rentar su casa.

Posteriormente, los factores indicados fueron colocados simétricamente en una matriz, para su comparación por pares.

En la técnica de Saaty (1977), se propone una escala de posición continua de 9 puntos, que utiliza números fraccionados para denotar una relación de menor importancia y números enteros para relación de mayor importancia de un primer factor sobre el segundo.

Para esta comparación, y con el fin de facilitar la aplicación del instrumento, la escala continua de 9 puntos propuesta por Saaty, fue modificada a una escala de 0 a 4, que mediante una modificación gráfica en la matriz de comparación, permite indicar al mismo cuál de los dos factores en cuestión es más importante y su grado de importancia, evitando usar números fraccionados durante la aplicación del cuestionario (Tabla 3); si el factor más importante era el de la fila, el valor de importancia se indicaba en la parte inferior izquierda de la celda; si el factor más importante era el de la columna, su importancia se indicaba en la parte superior derecha de la celda. Para factores de igual importancia, se escribía “0” en el círculo de la celda (Tabla 3).

Tabla 3
Modificación a la escala de posición continua

Escala continua de 9 puntos	1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
<i>Modificación</i>	-	-	-	-	0	1	2	3	4
	Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente importante	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
	Menos importante					Más importante			

En la Figura 1 se muestra un ejemplo de comparación entre pares en la escala continua de 9 puntos (Saaty) y en la escala modificada, En este caso, el factor clima (CLIM) es muy fuertemente más importante que el factor distancia a vías principales (DVP) e igualmente importante que el factor costo (COST); por su parte el factor costo es fuertemente más importante que el factor distancia a vías principales.

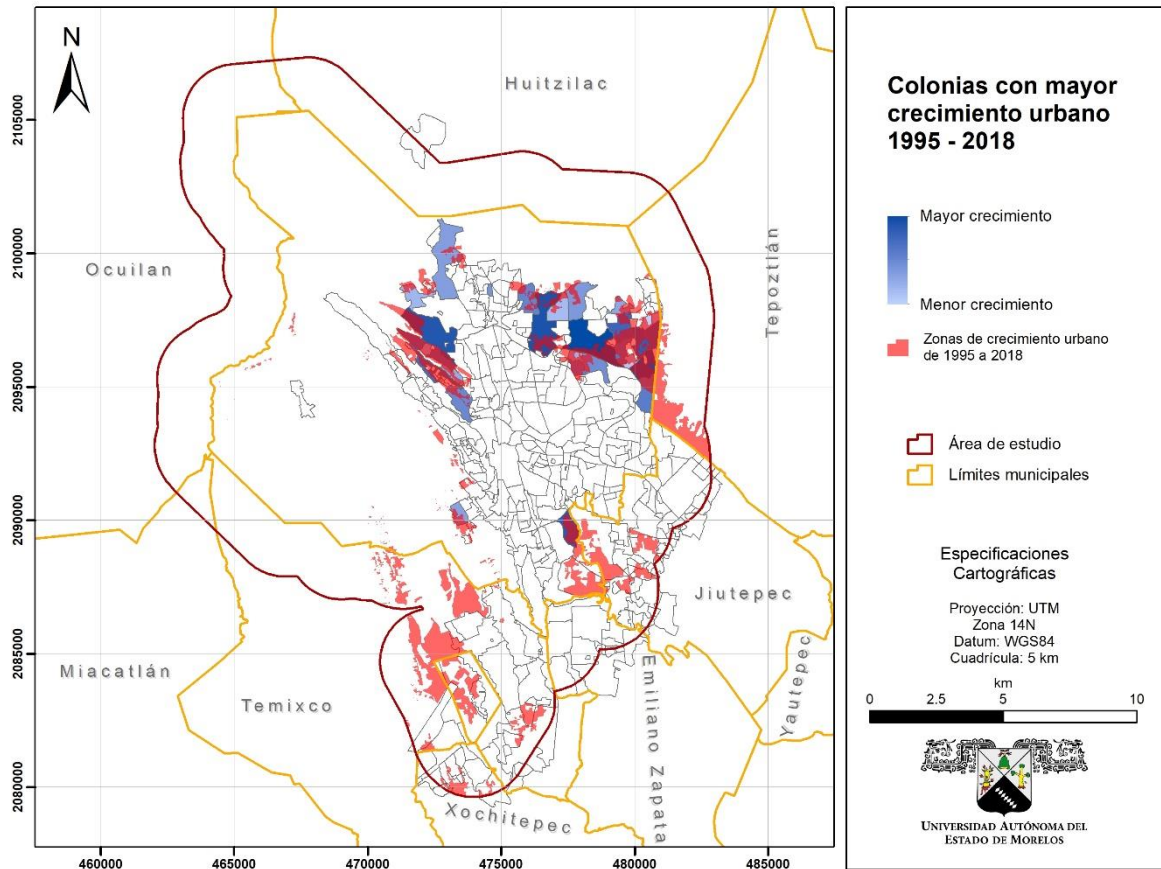
Factor	1 CLIM	2 DVP	3 COST	Factor	1 CLIM	2 DVP	3 COST
1 CLIM				1 CLIM			
2 DVP	7			2 DVP	3		
3 COST	1	1/5		3 COST	0	2	

Figura 1. *Ejemplo de conversión de escala. Izquierda, escala continua de 9 puntos; derecha, escala utilizada en la entrevista.*

Nota. Elaboración propia con base en Saaty (1977)

Para determinar las zonas de aplicación de entrevistas, se seleccionaron las colonias donde se observó mayor crecimiento urbano durante la etapa de fotointerpretación del uso del suelo (Tabla 4). Posteriormente se hizo una segunda selección a partir de la ubicación geográfica

de dichas colonias, a fin de tener un muestreo espacial homogéneo (



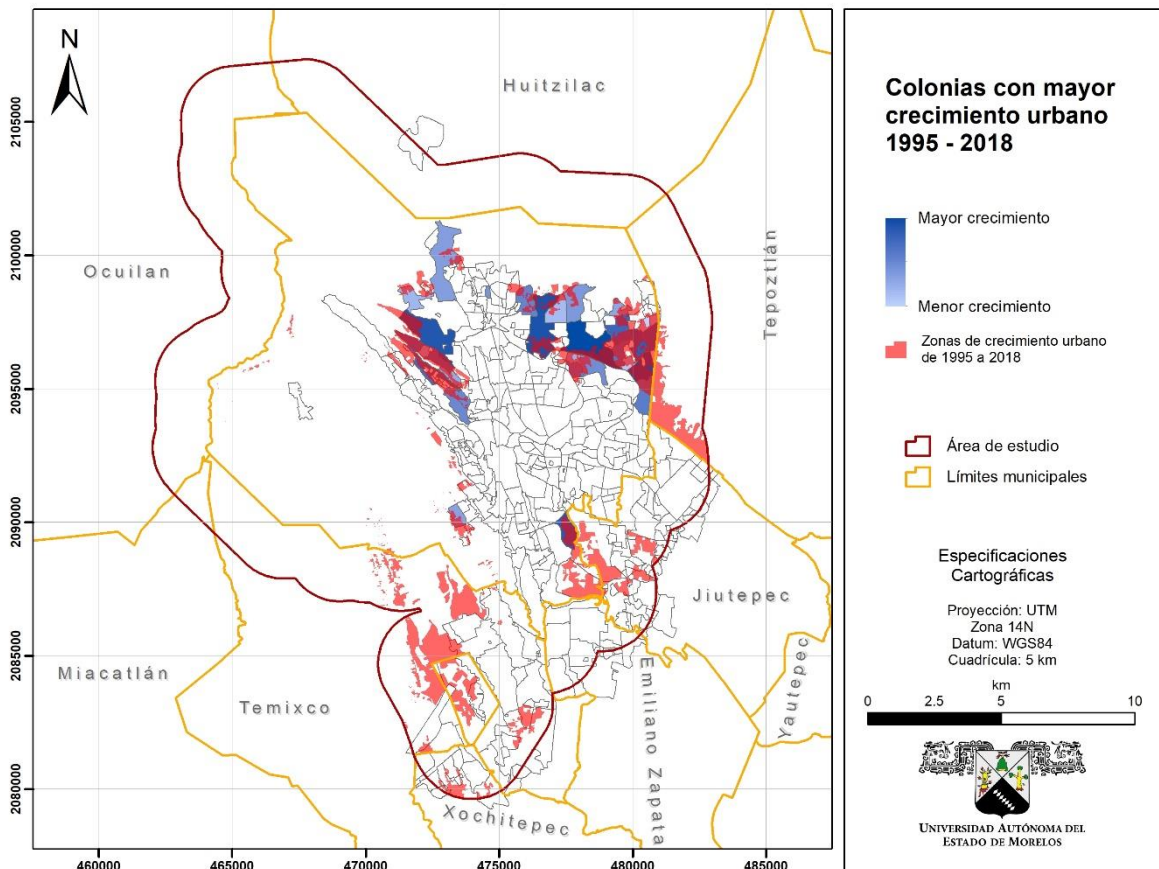
Mapa 1).

Tabla 4
Colonias con mayor crecimiento urbano de 1995 a 2018

Núm.	Colonia	Incremento zona urbana (ha)	Núm.	Colonia	Incremento zona urbana (ha)
1	Ahuatepec	6.72	16	Fraccionamiento Lomas de Coyuca	2.08
2	Unidad Deportiva	6.19	17	Antonio Barona 1ª Sección	2.04
3	Ocotepec	5.73	18	Morelos	1.94
4	Pueblo Tetela del Monte	4.80	19	Alarcón Estación	1.93
5	Ejido de Acapantzingo	4.18	20	Cruz de la Misión	1.79
6	Universo	4.02	21	La Unión 2ª Sección	1.67
7	Cerritos García Los Cizos	3.97	22	Fraccionamiento La Herradura	1.55
8	Jardines de Zoquipa	3.93	23	Fraccionamiento Lomas de Ahuatlán	1.44

Núm.	Colonia	Incremento zona urbana (ha)	Núm.	Colonia	Incremento zona urbana (ha)
9	Fraccionamiento Lomas del Zompantle	3.59	24	Fraccionamiento Loma Bonita	1.43
10	Condominio Real de Tetela	3.31	25	Ocotitla	1.40
11	Unidad Habitacional Lomas De Ahuatlán	3.25	26	Barrio Los Ramos	1.29
12	Los Papayos	3.24	27	Fraccionamiento Jardines de Ahuatlán	1.28
13	Milpillas	2.74	28	Cerrito	1.27
14	Bosques de Cuernavaca	2.52	29	Lomas Verdes	1.25
15	Cuahtémoc	2.20	30	El Copalito	1.18

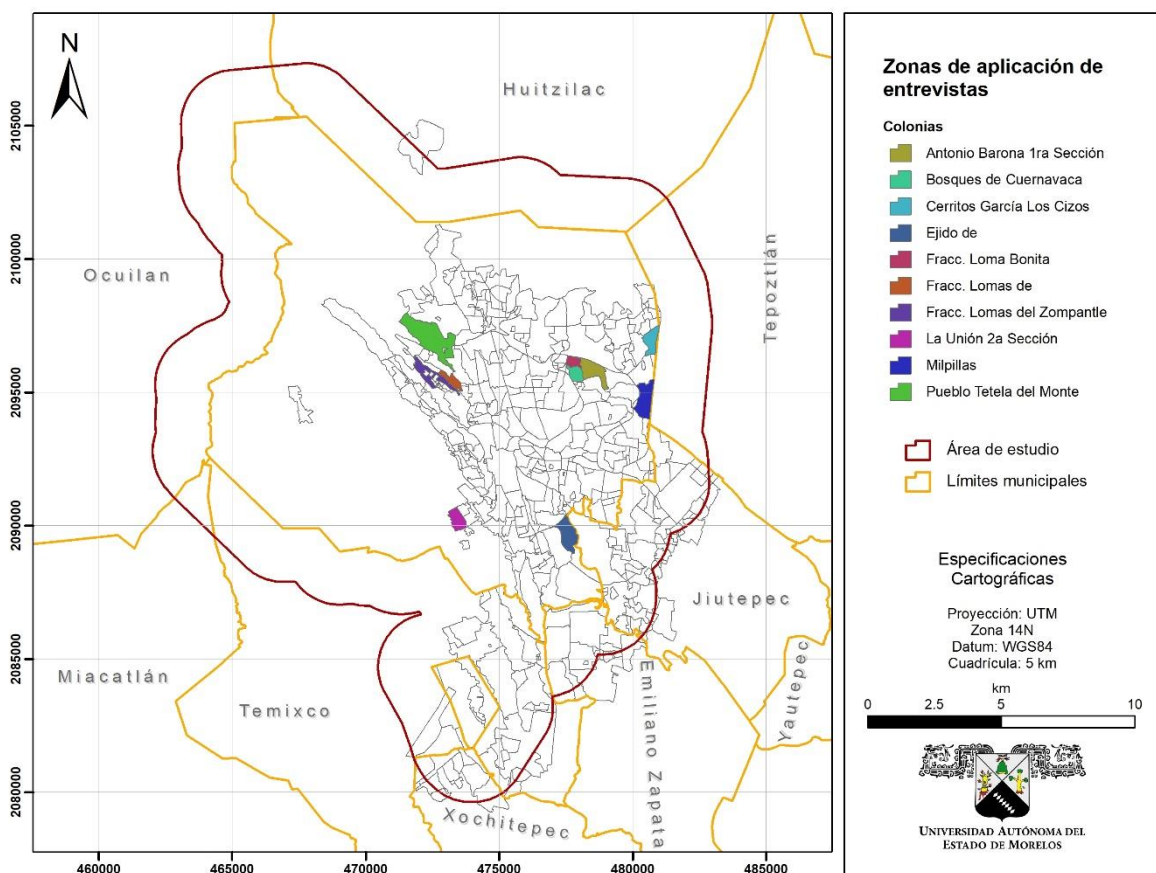
Nota. Fuente: elaboración propia



Mapa 1. Colonias con mayor crecimiento urbano 1995 - 2018

De este modo las zonas de aplicación de entrevistas fueron las siguientes colonias (Mapa 2):

- | | |
|--------------------------------|---|
| 1. Antonio Barona 1ra Sección | 6. Fraccionamiento Lomas de Ahuatlán |
| 2. Bosques de Cuernavaca | 7. Fraccionamiento Lomas del Zompantele |
| 3. Cerritos García Los Cizos | 8. La Unión 2da Sección |
| 4. Ejido de Acapantzingo | 9. Milpillas |
| 5. Fraccionamiento Loma Bonita | 10. Pueblo Tetela del Monte |



Mapa 2. Zonas de aplicación de entrevistas

Procesamiento de los datos

Una vez aplicadas las encuestas, se procedió a vaciar la información a una base de datos mediante el software Microsoft Excel.

El punto de partida fue la conversión entre la escala utilizada para la entrevista y la escala continua de 9 puntos.

Posteriormente, se obtuvo una matriz general de comparación por pares para todos los entrevistados, calculando la media de todos los valores que fueron mencionados para cada cruce, mediante la siguiente fórmula:

$$\overline{I_{a|f_b}} = \frac{(I_{a|f_b})_1 + (I_{a|f_b})_2 + \dots (I_{a|f_b})_n}{n}$$

Dónde:

$I_{a|f_b}$ = Importancia entre par de factores

n = número de menciones

El siguiente paso fue obtener el recíproco de cada uno de los valores de la matriz para obtener la mitad faltante de la misma, para aplicar el Proceso de Jerarquía Analítica, del que resultan los valores ponderados de la importancia de cada factor de crecimiento urbano.

Posteriormente se crearon los mapas para cada uno de los factores o variables. En la Tabla 5 se el tipo, la fuente y el método utilizado para cada una de los factores.

Tabla 5
Factores utilizadas en el estudio

	Grupo	Clave	Factor	Tipo	Fuente	Método
Antropogénicos		COST	Costo del suelo	Continua	Propia	Análisis de mercado + <i>Kriging</i>
		DCC	Distancia centros comerciales	a Continua	(Inegi, 2018b)	<i>Buffer</i> + Reclasificación
		DESC	Distancia escuelas	a Continua	(Sep, 2018)	<i>Buffer</i> + Reclasificación
		DTRA	Distancia a centro de trabajo	Continua	(Inegi, 2018b)	<i>Buffer</i> + Reclasificación
		DVP	Distancia a vía principal	Continua	(IMT, 2018)	<i>Buffer</i> + Reclasificación
		SB	Disponibilidad de servicios básicos	Discreta	(Inegi, 2010)	<i>Buffer</i> + Reclasificación
Físicos		CLIM	Clima	Discreta	(Inegi, 2018a)	Reclasificación
		PEND	Pendiente	Continua	(Inegi, 2017)	<i>Slope</i> + Reclasificación
Mixto		USO	Uso del suelo	Discreta	Propia	Fotointerpretación - Reclasificación

Nota. Kriging es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie con valores estimados, a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores dados (ESRI, 2018).
 Buffer es una herramienta que crea polígonos de zona de influencia alrededor de entidades de entrada (puntos, líneas o polígonos) a una distancia especificada (ESRI, 2018).
 Las herramientas de reclasificación proporcionan una variedad de métodos que permiten cambiar los valores de celda de un ráster de entrada a valores alternativos (ESRI, 2018).
 La herramienta Slope identifica, a partir de un modelo digital de elevación, la inclinación en cada celda de una superficie de ráster, en grados o en porcentaje (ESRI, 2018).

A continuación, se describe el proceso para cada una de las capas

- Clima. La capa inicial fue la de Unidades climáticas, del Conjunto de datos vectoriales escala 1:1,000,000 del Inegi (Inegi, 2018a), misma que se reclasificó a una escala de 0 a 10, de acuerdo con las preferencias de la población obtenida en las encuestas, esto es, valores altos a climas más frescos y menores valores a climas más cálidos.
- Pendiente. A partir de la capa del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 del INEGI (Inegi, 2017), se calculó mediante la herramienta *Slope*, de ArcGIS 10.3 la capa de

pendiente expresada en porcentaje, posteriormente, la capa resultante, fue reclasificada de acuerdo con los resultados de la encuesta, dando mayores valores a pendientes más bajas y menores valores a pendientes más pronunciadas.

- Uso del suelo y vegetación (o cobertura del suelo). La capa obtenida en la etapa de fotointerpretación fue reclasificada dando valores nulos a zonas donde sería prácticamente imposible establecer asentamientos humanos, como cuerpos de agua, ríos, y bancos de materiales, valores menores a zonas con buena cobertura vegetal, valores medios a zonas agrícolas, pastizales inducidos y vegetación secundaria, y valores más altos a zonas sin vegetación o que ya cuentan con asentamientos humanos.

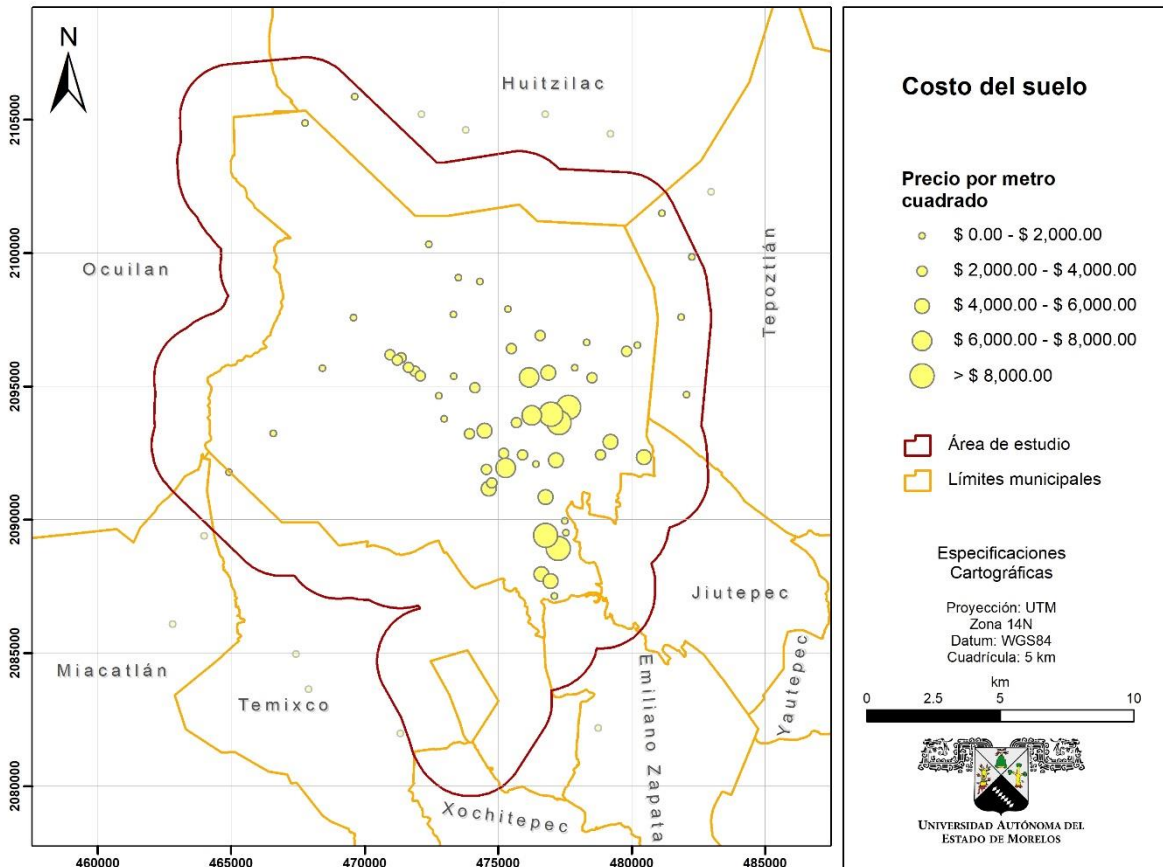
Tabla 6
Reclasificación de las coberturas de suelo

Cobertura de suelo	Valor de reclasificación
Asentamientos humanos	10
Sin vegetación	9
Vegetación secundaria	8
Agricultura	6
Pastizal inducido	6
Selva baja caducifolia	2
Bosque mixto	2
Banco de materiales	0
Cuerpo de agua / río	0

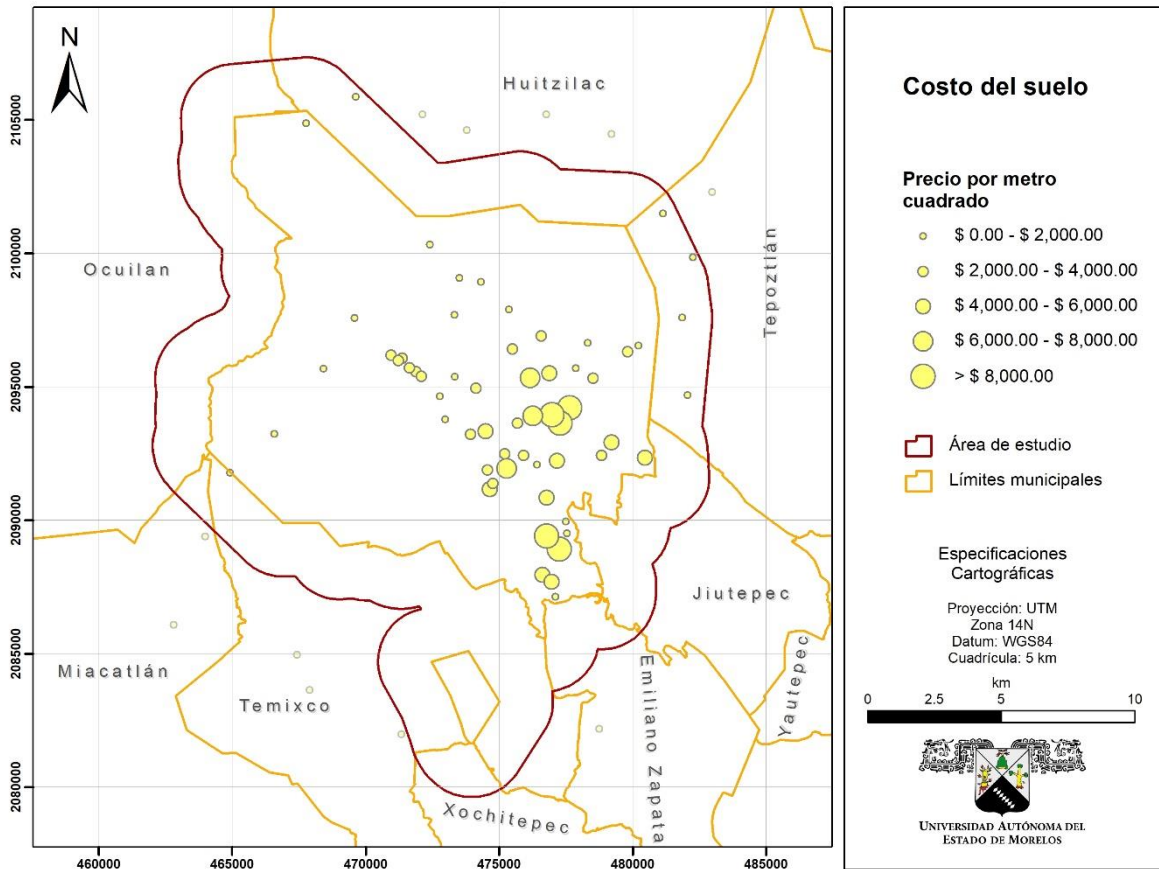
Nota. Fuente: elaboración propia

- Disponibilidad de servicios básicos. Debido a que la probabilidad de que un asentamiento humano sea provisto con los servicios básicos, está relacionada con la distancia de estos, a zonas donde ya se cuenta con los servicios, para obtener esta capa se realizó el mismo procedimiento que para las capas de distancia a partir de los datos de viviendas con servicios del Censo de Población y Vivienda 2010 Principales resultados por localidad (ITER) (Inegi, 2010), reclasificando con valores altos a zonas con buena cobertura de servicios, y valores bajos para zonas con nula o baja cobertura.

- Costo del suelo. Capa obtenida a partir del análisis de anuncios de compra-venta en periódicos, revistas y sitios de internet especializados. Para su elaboración, se creó una capa de puntos con el precio por metro cuadrado en distintos lugares de la ciudad (



- Mapa 3, de la que se hizo una interpolación con la herramienta Kriging de ArcGIS 10.3, para obtener la capa con los valores para toda el área de estudio. Posteriormente, esta capa se reclasificó en 10 clases iguales, dando valores de aptitud mayores a precios más bajos y valores de aptitud menores a precios más altos.



Mapa 3. Costo del suelo

- Factores de distancia. Mediante la herramienta Multiple Ring Buffer de ArcGIS 10.3 se calcularon polígonos a cada 500 m de distancia desde el punto de interés, hasta los 4.5 km. Finalmente se reclasificó esta capa para normalizar los valores del 1 al 10, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 7
 Valor de reclasificación por distancia

Distancia (m)	Valor
< 500	10
501-1000	9
1001-1500	8
1501-2000	7
2001-2500	6
2501-3000	5
3001-3500	4
3501-4000	3
4001-4500	2
> 4500	1

Nota. Fuente: elaboración propia

- Distancia a centros comerciales. Capa elaborada a partir de Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI (Inegi, 2018b), del que se tomaron los puntos correspondientes a mercados municipales y mercados de barrio.
- Distancia a escuelas. Capa elaborada a partir del Sistema Nacional de Información de Escuelas (Sep, 2018). Se tomaron en cuenta escuelas de educación básica, media superior y superior tanto públicas, como privadas.
- Distancia a vía principal. A partir de la fotointerpretación.
- Distancia a centro de trabajo. Capa elaborada a partir de Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del Inegi (Inegi, 2018b). Esta capa se obtuvo en dos fases; primero se calcularon buffers preliminares separando las unidades económicas de acuerdo a la cantidad de personal que emplean. Lo anterior para dar mayor importancia a empresas o negocios que dan empleo a una mayor cantidad de gente; para obtener la capa final se realizó una suma ponderada de estas capas, dando a cada categoría los pesos que se observan en la Tabla 8.

Tabla 8
Pesos de las capas de fuentes de trabajo de acuerdo a la cantidad de personal

Empleados (Personas)	Peso
0-5	0.7
6-10	0.8
11-30	1
31-50	1.2
51-100	1.5

101-250	1.8
más de 250	3

Finalmente, mediante la herramienta *Map calculator* de ArcGIS 10.3, se realizó una suma ponderada de las capas resultantes para cada atributo, dando a cada una el peso resultante del análisis de jerarquía analítica, la capa que resulta de este proceso es la que corresponde a la aptitud para el crecimiento urbano (APC).

Para lo anterior, se utilizó la siguiente formula:

$$\text{APC} = 2.3(\text{COSTO}) + 2.2(\text{CLIMA}) + 1.9(\text{SB}) + 1.2(\text{DVP}) + 0.8(\text{DESC}) + 0.7(\text{DCC}) \\ + 0.6(\text{DTRA}) + 0.2(\text{PEND}) + 0.1(\text{USO})$$

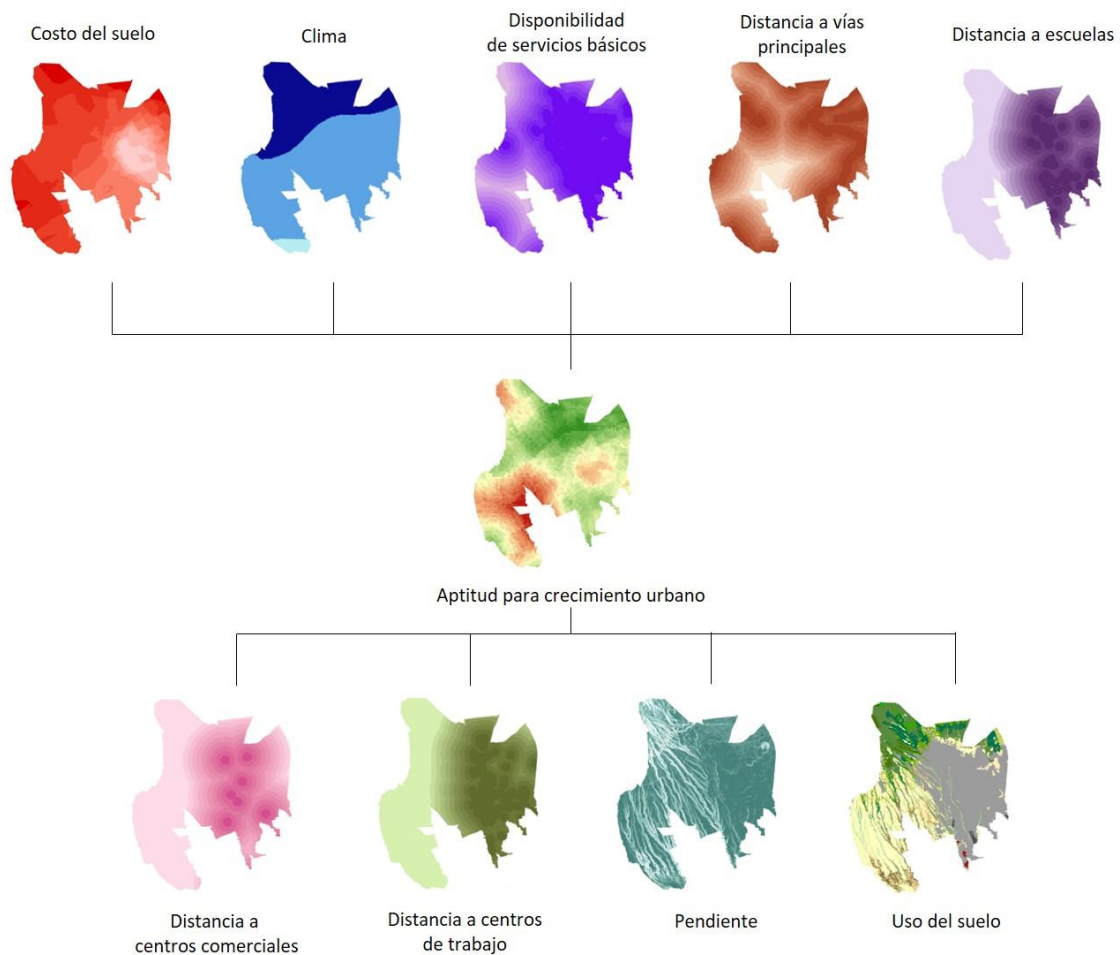


Figura 2. Esquema del proceso para obtener la capa de aptitud para crecimiento urbano

Modelo de predicción

Para obtener el polígono de la zona urbana de Cuernavaca para el año 2040, se aplicó el método de autómatas celulares y cadenas markovianas, mediante módulo CA-Markov del software Idrisi Selva.

El primer paso es obtener la tabla de áreas de transición, para ello fue utilizado el módulo Markov, y como insumo se utilizaron las capas de uso de suelo para los años 1995 y 2018 Figura 3.

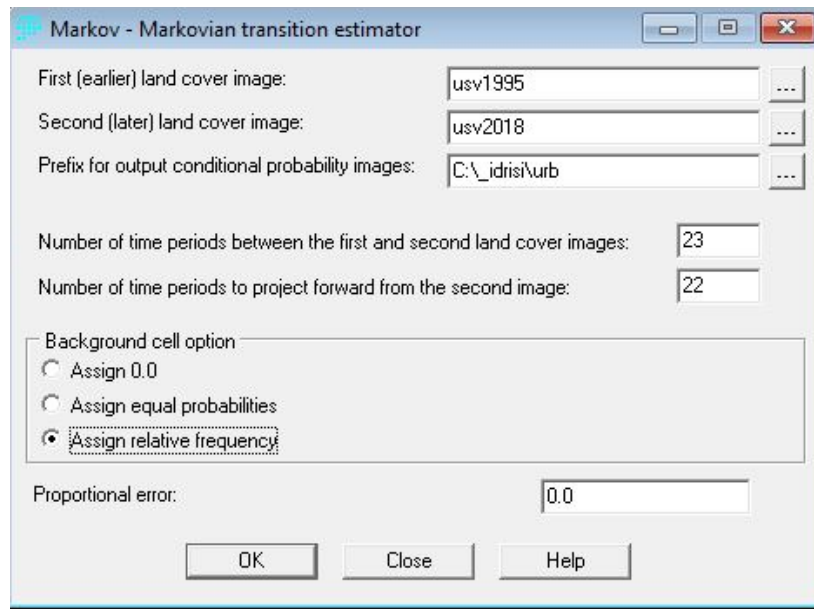


Figura 3. Módulo Markov, Idrisi Selva

Posteriormente, se utilizó el módulo CA Markov, que integra la tabla de transiciones obtenida en el paso anterior, así como las imágenes de aptitud para los usos de suelo Figura 4.

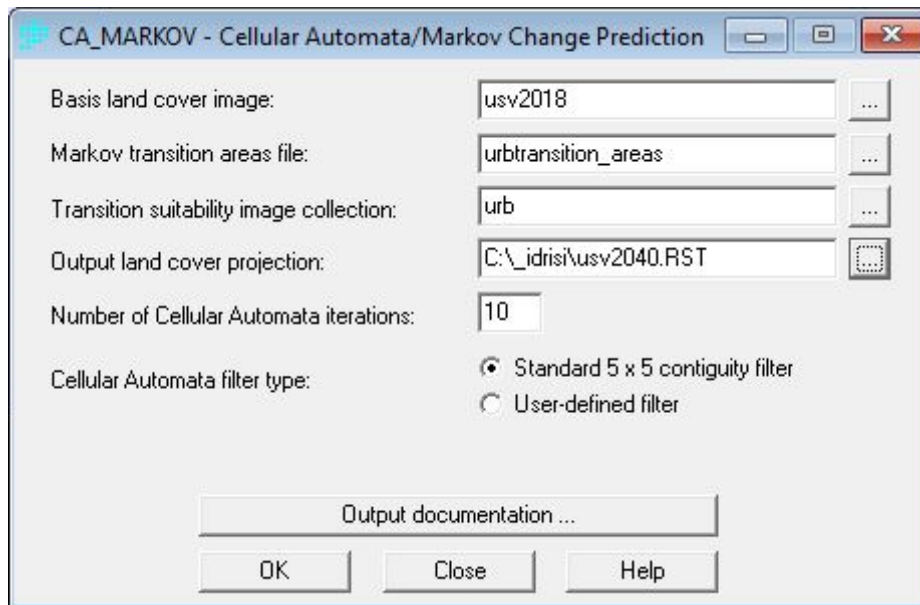


Figura 4. Módulo CA Markov, Idrisi Selva.

Capítulo I. Contexto urbano de la ciudad de Cuernavaca

El presente estudio se realizó en la ciudad de Cuernavaca. Distintos elementos, tales como el particular relieve del municipio, dado por la presencia de un sistema de barrancas; la cercanía con la ciudad de México; las carreteras México-Acapulco y Cuernavaca-Cuautla como eje de crecimiento y la proximidad con zonas industriales hacen de Cuernavaca un interesante caso de estudio para la aplicación de metodologías de predicción de crecimiento urbano.

La ciudad de Cuernavaca se encuentra en el municipio del mismo nombre, mismo que es el área de estudio del presente estudio. Dicho municipio se ubica en la región norponiente del estado de Morelos. Limita al norte con el municipio de Huitzilac, al nororiente con Tepoztlán, al oriente con Jiutepec, al suroriente con Emiliano Zapata, al sur con Temixco; y al poniente con el municipio mexiquense de Ocuilan. Sus coordenadas extremas son 19°02'26.52'' N, 99°20'30.8'' O y 19°10'49.80'' N, 99°10'49.80'' O. Tiene una altitud promedio de 1,830 metros sobre el nivel del mar y una superficie de 20,890.80 hectáreas (POET, 2005).

El área urbanizada de Cuernavaca comprende 8,208.06 hectáreas, lo que representa el 39.3% del total de su superficie. La población del municipio para el año 2010, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI, era de 365,168 habitantes.



Figura 5. Ubicación del municipio de Cuernavaca

En el municipio se identifican seis tipos de vegetación: 1) bosque mesófilo de montaña, 2) bosque de coníferas, 3) bosque de encinos, 4) bosque tropical caducifolio o selva baja caducifolia, 5) vegetación acuática y 6) bosque perennifolio y deciduo ripario (POET, 2005)

Los bosques templados (mesófilo, coníferas y de encinos) representan poco del 27% de la vegetación del área del municipio, mientras que la selva baja caducifolia constituye cerca del 4.5%, y el bosque perennifolio y deciduo ripario (vegetación riparia) aportan alrededor del 9.1%. Los pastizales inducidos, resultado de antiguas actividades agrícolas o pecuarias, representan el 8% de la superficie municipal. La superficie restante 890.49 ha (3.4%), corresponde zonas sin vegetación aparente, vegetación secundaria, infraestructura y bancos de materiales, entre otros usos.

Se presentan 5 tipos de climas, que van desde el Cálido subhúmedo, en la parte sur del territorio, hasta el semifrío húmedo, en la parte norte.

Tabla 9
Climas en el área de estudio

Tipo	Símbolo
Cálido subhúmedo, con lluvias en verano, de menor humedad	A(w ⁰)
Semicálido subhúmedo, con lluvias en verano, de mayor humedad	Acw ²
Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media	Acw ¹
Templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad	C(w ²)
Semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano	C(E)(m)

Nota. Fuente: (Inegi, 2018a)

Aspectos urbanos de Cuernavaca

En el Índice de Ciudades Prosperas (CPI, por sus siglas en inglés), estudio realizado por el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Habitat), se analiza a Cuernavaca como parte de una aglomeración que incluye además las áreas urbanas de Jiutepec, Temixco, Yautepec, Emiliano Zapata, Xochitepec, Tlatizapán de Zapata y Tepoztlán, que asienta a poco más de 912,024 habitantes, y se espera que en los próximos 15 años supere el millón (ONU-Habitat, 2018).

Se señala que Cuernavaca es el municipio más grande de la aglomeración¹, con 19,800 ha y con una población de 366,321 habitantes, colocándose así como su ciudad central. La aglomeración urbana de Cuernavaca tiene una superficie urbana de 190,400 ha de las cuales, el municipio ocupa 5,500 ha. La densidad urbana de la aglomeración es de 50 hab/ha, mientras que la de Cuernavaca es de 68 hab/ha, la segunda más alta de la aglomeración. Asimismo, la densidad habitacional del municipio (20 viv/ha) también es la segunda más

¹ Superficie calculada a partir de los límites municipales contenidos en el marco geoestadístico nacional (INEGI, 2015).

alta, después de la de Tepoztlán (179 viv/ha), mientras que la aglomeración reporta 14 viv/ha (ONU-Habitat, 2018).

Durante la década de 2000 a 2010, la aglomeración urbana registró una tasa de crecimiento medio anual de viviendas de 7.2%, superior a la de la población que fue de 1.9%. En este aspecto, al ser Cuernavaca un municipio mayormente consolidado en términos urbanos, ha tenido una tasa de crecimiento medio anual de viviendas de 4.4% y de población de 0.8%, las más bajas de la aglomeración. El grado de urbanización del municipio es de 96.1% (el segundo más alto de la aglomeración), lo que significa que casi el total de su población es urbana por lo que el mayor crecimiento se ha dado en los municipios periféricos a la ciudad central (ONU-Habitat, 2016).

Productivamente, la aglomeración urbana de Cuernavaca se especializa en la rama de servicios educativos al igual que el municipio. La Población Económicamente Activa (PEA) municipal por sector se concentra en el sector terciario con 81.2 %, seguido del secundario con 17%, mientras que el primario concentra apenas 0.9% de la población ocupada. La alta concentración en el sector terciario, obedece a su condición de ciudad central y capital del estado, a su alto grado de urbanización y a que es un polo turístico para la Ciudad de México principalmente. A pesar de que el panorama municipal indica que la actividad económica de Cuernavaca presenta signos de inestabilidad, se considera entre las más importantes del estado y tiene un papel fundamental en la prestación de servicios de comercialización, transporte, educación y salud en la aglomeración e incluso al norte del estado de Guerrero, además de ser un vínculo estratégico con la Ciudad de México (PMD, 2013).

A pesar de tener una tasa de ocupación económica de 95.5 %, se registra que 26.3 % de la población del municipio recibe menos de dos veces el salario mínimo diario, siendo la más baja de la aglomeración. El municipio de Cuernavaca tiene un grado de marginación muy bajo (CONAPO, 2010a). Sin embargo, de manera desagregada se observa que 7% de su población urbana registra niveles altos y muy altos de marginación y 50% presenta grados medios (CONAPO, 2010b).

Cuernavaca ha recibido inmigrantes nacionales desde hace décadas, por su cercanía con la capital del país y la oferta de servicios de todo tipo, pero fundamentalmente, por su clima y

entorno natural que representan un atractivo para el asentamiento de personas que llegan a vivir a Morelos procedentes principalmente de la Ciudad de México, Guerrero y Estado de México (POET, 2005).

Ambientalmente, el municipio (y su aglomeración) enfrentan los problemas de la expansión urbana descontrolada, dispersa e insustentable. Se ocupan áreas de bosque y con biodiversidad valiosa por los cambios de uso del suelo de rural a urbano. Se están contaminando el suelo y los recursos hídricos y la cantidad excesiva de automóviles genera cada fin de semana un caos en la movilidad (ONU-Habitat, 2016).

El creciente sector terciario, las cifras de pobreza y marginación urbana registradas, las condiciones de desventaja del empleo, la proporción importante del empleo de baja remuneración, las condiciones de inseguridad, así como su condición de capital estatal y el patrón desordenado de urbanización y sus impactos ambientales, destacan como los principales elementos contextuales a considerar para la interpretación de los resultados del CPI del municipio y de su aglomeración urbana (ONU-Habitat, 2016).

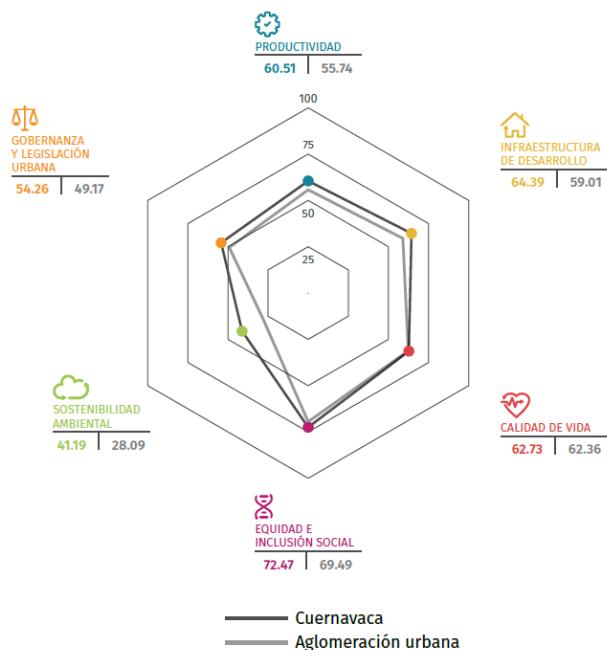


Figura 6. Resultados del CPI por dimensión para la ciudad de Cuernavaca.

Nota. Fuente: ONU-Habitat (2018)

El CPI articula diferentes niveles de información sectorial en 6 dimensiones, 22 subdimensiones y 40 indicadores que aglutinan los temas de mayor impacto en el desarrollo de las ciudades. Los resultados se expresan en una escala de 0 a 100, donde aquellos valores cercanos a cien tienen un impacto positivo, mientras que los cercanos a cero requieren priorizarse tanto en el ámbito local, como para la aglomeración urbana de la que forma parte.

Según el cálculo del CPI, Cuernavaca tiene una prosperidad moderadamente débil (58.38), lo que implica fortalecer las políticas públicas en los ámbitos donde se reportan resultados menos favorables y, al mismo tiempo, consolidar los que presentan los mejores resultados. Este valor se encuentra por encima de la media nacional del CPI básico (53.74) (ONU-Habitat, 2018).

Dimensión productividad

Una ciudad próspera en términos de productividad garantiza la generación de empleos competitivos y bien remunerados, que permiten igualdad de oportunidades y calidad de vida adecuada para la población. El resultado del CPI en la dimensión de productividad para el municipio de Cuernavaca alcanzó un valor de 60.51. Esto significa que los factores productivos de la economía municipal son moderadamente sólidos y tienen un impacto relativamente positivo en la prosperidad urbana (ONU-Habitat, 2018).

Tabla 10
Índice de Productividad

DIMENSIÓN /	Subdimensión / Indicador	Cuernavaca	Aglomeración urbana
PRODUCTIVIDAD		60.51	55.74
	Crecimiento económico	43.22	43.97
	Producto urbano per cápita	40.35	36.17
	Relación de dependencia de la tercera edad	46.10	51.78
	Aglomeración económica	67.89	65.24
	Densidad económica	67.89	65.24
	Empleo	70.42	69.76
	Tasa de desempleo	77.80	77.85
	Relación empleo-población	63.03	61.67

Nota. Fuente: ONU-Habitat, 2018

Dimensión Infraestructura de Desarrollo

Las ciudades prósperas son aquellas que han mejorado considerablemente la cobertura y la calidad de su infraestructura (de vivienda, social, tecnologías de la información, movilidad urbana y de conectividad de las vías). Estas infraestructuras urbanas cumplen un papel fundamental en el funcionamiento y desarrollo económico de la ciudad, e inciden también de manera directa en la calidad de vida de sus habitantes y en el fortalecimiento del tejido social. Para medir las condiciones del municipio con relación a su infraestructura, esta dimensión se integra por 5 subdimensiones y 12 indicadores. (ONU-Habitat, 2018)

El resultado para el municipio de Cuernavaca alcanzó un valor de 64.39. Esto significa que la provisión de algunos activos físicos, servicios y redes urbanas en el municipio es moderadamente sólida y tiene un impacto relativamente positivo en la prosperidad urbana.

Tabla 11
Índice Infraestructura de Desarrollo

DIMENSIÓN / Subdimensión / Indicador	Cuernavaca	Aglomeración urbana
INFRAESTRUCTURA DE DESARROLLO	64.39	59.01
Infraestructura de vivienda	81.14	78.31
Vivienda durable	86.10	80.63
Acceso a agua mejorada	93.42	92.13
Espacio habitable suficiente	100.00	100.00
Densidad poblacional	45.05	40.49
Infraestructura Social	80.05	60.15
Densidad de médicos	80.05	60.15
Infraestructura de Comunicaciones	41.92	36.24
Acceso a Internet	40.39	29.03
Velocidad de banda ancha promedio	43.44	43.44
Movilidad Urbana	48.15	46.95
Longitud de transporte masivo	0.00	0.00
Fatalidades de tránsito	96.30	93.90
Forma Urbana	70.68	73.40
Densidad de la interconexión vial	100.00	100.00
Densidad vial	62.54	69.31
Superficie destinada a vías	49.48	50.89

Fuente: ONU-Habitat, 2018

Dimensión Calidad de Vida

Una ciudad próspera es aquella que proporciona a todos sus ciudadanos sin distinción de raza, etnicidad, género, estatus socioeconómico u orientación sexual, servicios básicos dignos, educación de calidad, espacios públicos accesibles y seguridad ciudadana. Para medir las condiciones del municipio con relación a su calidad de vida, esta dimensión está compuesta por cuatro subdimensiones y siete indicadores.

El resultado para el municipio de Cuernavaca alcanzó un valor de 62.73. Esto significa que la provisión de servicios sociales como la salud, la educación, la seguridad y protección o la recreación es moderadamente sólida y tiene un impacto relativamente positivo en la prosperidad urbana.

Tabla 12
Índice Calidad de Vida

DIMENSIÓN / Subdimensión / Indicador	Cuernavaca	Aglomeración urbana
CALIDAD DE VIDA	62.73	62.36
Salud	67.49	65.49
Esperanza de vida al nacer	71.97	71.97
Tasa de mortalidad de menores de 5 años	63.01	59.01
Educación	89.47	81.29
Tasa de alfabetización	95.59	93.48
Promedio de años de escolaridad	83.36	69.10
Seguridad y Protección	45.83	49.65
Tasa de homicidios	45.83	49.65
Espacio Público	48.14	53.01
Accesibilidad al espacio público abierto	90.06	100.00
Áreas verdes per cápita	6.21	6.01

Fuente: ONU-Habitat, 2018

Dimensión Equidad e Inclusión Social

Las ciudades equitativas tienen mayores posibilidades de ser prósperas. Una ciudad próspera debe ser inclusiva socialmente, siendo más equitativa respecto a género, fortaleciendo la protección de los derechos de los grupos minoritarios y vulnerables, y asegurando una participación incluyente en la esfera social, política y cultural. El fracaso de las ciudades para integrar plenamente a los grupos excluidos en el proceso de toma de decisiones crea y refuerza la pobreza. La dimensión de equidad e inclusión social se integra por tres subdimensiones y cinco indicadores (ONU-Habitat, 2018).

El resultado para el municipio de Cuernavaca alcanzó un valor de 72.47. Esto significa que el nivel de equidad en el acceso a oportunidades en el municipio es sólido y tiene un impacto positivo en la prosperidad urbana (ONU-Habitat, 2018).

Tabla 13
Índice Equidad e Inclusión Social

DIMENSIÓN / Subdimensión / Indicador	Cuernavaca	Aglomeración urbana
EQUIDAD E INCLUSIÓN SOCIAL	72.47	69.49
Equidad Económica	48.81	47.07
Coeficiente de Gini ¹	44.42	49.40
Tasa de pobreza	53.21	44.74
Inclusión Social	78.92	73.08
Viviendas en barrios precarios	84.78	71.63
Desempleo juvenil	73.05	74.53
Inclusión de Género	89.69	88.33
Inscripción equitativa en educación a nivel secundario	89.69	88.33

Nota. (1) Coeficiente de Gini: Mide la inequidad en la distribución de ingresos. En el municipio, el valor estandarizado para el coeficiente de Gini es muy bajo y tiende a la inequidad, es decir, existe una alta concentración de ingresos en un reducido número de población. Existen evidencias contundentes que indican que la inequidad en los ingresos está relacionada con altas tasas de criminalidad, infelicidad y bajas tasas de crecimiento demográfico (Glaeser, et al., 2008).

Fuente: ONU-Habitat, 2018

Dimensión Sostenibilidad Ambiental

Las ciudades prósperas son capaces de mantener un sano equilibrio entre el crecimiento económico y el medio ambiente. Son más compactas y energéticamente eficientes, limpias, menos contaminadas, más accesibles y ofrecen mejores opciones de transporte. La dimensión de Sostenibilidad Ambiental se compone de tres subdimensiones y seis indicadores.

El resultado para el municipio de Cuernavaca alcanzó un valor de 41.19. Esto significa que la calidad del aire, el manejo de residuos y/o la generación de energía renovable es débil y tiene un impacto negativo en la prosperidad urbana (ONU-Habitat, 2018).

Tabla 14
Índice Sostenibilidad Ambiental

DIMENSIÓN /	Subdimensión / Indicador	Cuernavaca	Aglomeración urbana
SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL		41.19	28.09
Calidad del Aire		30.13	25.13
	Número de estaciones de monitoreo	25.00	10.00
	Concentraciones de material particulado	19.33	19.33
	Concentración de CO2	46.08	46.08
Manejo de Residuos		93.44	59.13
	Recolección de residuos sólidos	97.12	91.56
	Tratamiento de aguas residuales	89.77	26.7
Energía		0	0
	Proporción de generación de energía renovable	0	0

Nota. Fuente: ONU-Habitat, 2018

Dimensión Gobernanza y Legislación Urbana

En una ciudad próspera las dimensiones de la prosperidad están balanceadas y no presentan grandes diferencias entre ellas. Las funciones de la gobernanza urbana, tales como la planeación urbana participativa, la promulgación de leyes, la regulación de los usos del suelo y las edificaciones, y el marco institucional, aseguran que ninguna dimensión de prosperidad tenga prevalencia sobre las demás. Por lo tanto, para alcanzar la prosperidad es necesario que la legislación local, la administración pública y las estructuras de participación ciudadana,

armonicen el funcionamiento de las demás dimensiones. Para medir las condiciones de gobernanza y legislación urbana, esta dimensión se integra por tres subdimensiones y cinco indicadores (ONU-Habitat, 2018)

El resultado para el municipio de Cuernavaca alcanzó un valor de 54.26. Esto significa que la participación ciudadana, la capacidad institucional y/o la gobernanza de la urbanización es moderadamente débil y tiene un impacto relativamente negativo en la prosperidad urbana (ONU-Habitat, 2018).

Tabla 15
Índice Gobernanza y Legislación Urbana

DIMENSIÓN / Subdimensión / Indicador	Cuernavaca	Aglomeración urbana
GOBERNANZA Y LEGISLACIÓN URBANA	54.26	49.17
Participación y Rendición de Cuentas	64.13	61.79
Participación electoral	64.13	61.79
Capacidad Institucional y Finanzas Municipales	69.10	56.16
Recaudación de ingresos propios	70.57	47.69
Deuda subnacional	59.71	35.04
Eficiencia del gasto local	77.00	85.74
Gobernanza de la Urbanización	29.56	29.56
Eficiencia en el uso de suelo	29.56	29.56

Nota. Fuente: ONU-Habitat, 2018

El análisis presentado en el informe del CPI, permite, por un lado, tener una perspectiva general, clara y objetiva de distintos aspectos urbanos y socioeconómicos de la ciudad de Cuernavaca, y por otro, analizando cada una de las dimensiones, subdimensiones e indicadores expuestos, nos permiten tener un panorama de la realidad de algunos de los factores de crecimiento urbano propuestos en esta investigación; tal es el caso del factor Disponibilidad de Servicios Básicos, para el que indicador acceso al agua de la dimensión Infraestructura del desarrollo, y que resulta de un alto valor para el municipio (93.42); otro ejemplo es la subdimensión Forma urbana, de la misma dimensión que tiene un valor de 70.68, y cuyos indicadores, Densidad de la interconexión vial, Densidad vial y Superficie destinada a vías denota una buena cobertura de redes viales, misma que se ve reflejada en lo que en el estudio se abordará mediante el factor Distancia a Vía Principales.

Crecimiento urbano de Cuernavaca

El crecimiento poblacional de México a lo largo del siglo XX atestiguó tres grandes fases que se relacionaron con la evolución económica del país, concentración de la población en áreas urbanas y distribución territorial de los asentamientos humanos. La primera fase abarcó el período 1900-1940, en donde la población total aumentó de 13.6 a 19.7 millones de habitantes, con una tasa de crecimiento promedio anual de 0.9 por ciento; este escaso dinamismo demográfico fue producto de la conjunción de una alta tasa de natalidad y significativa tasa de mortalidad. El grado de urbanización se elevó de 10.6 a 20.1 por ciento. El desarrollo nacional en estos cuarenta años se caracterizó por la ruptura del modelo liberal de crecimiento económico, el movimiento revolucionario y la emergencia del nuevo Estado nacional (Sobrino, 2012).

La segunda fase ocurrió durante las cuatro décadas siguientes, 1940-1980, y se enmarcó en un modelo de desarrollo orientado hacia la sustitución de importaciones, protección comercial y atención del mercado interno; con ello se lograron importantes tasas en el crecimiento de la riqueza nacional. En estos 40 años, la población se incrementó de 19.7 a 66.8 millones, con una tasa de crecimiento promedio anual de 3.1 por ciento; tal expansión demográfica obedeció a la permanencia de una alta tasa de natalidad y una drástica caída en la de mortalidad. La política económica de sustitución de importaciones y la inversión pública federal favorecieron la concentración de la población en áreas urbanas, algunas de las cuales rebasaron sus límites político-administrativos para iniciar procesos de conformación metropolitana (Negrete y Salazar, 1986; Unikel, Ruiz, y Garza, 1978). El grado de urbanización se elevó de 20.1 a 51.8 por ciento. La expansiva urbanización fue resultado del crecimiento natural (nacimientos menos defunciones) y la masiva migración interna desde áreas rurales hacia zonas urbanas. La distribución territorial de la población urbana se caracterizó por su concentración hacia la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, cuyo monto demográfico ascendió de 1.5 millones de habitantes en 1940 a 14.5 millones en 1980, con lo que su participación con respecto a la población total del país pasó de 7.8 a 21.6 por ciento (Sobrino, 2012).

La tercera fase comenzó en la década de los ochenta, fecha en la cual ocurrió también un cambio obligado en la estrategia de crecimiento económico, debido al agotamiento del modelo de sustitución de importaciones y desbalance en las finanzas públicas. El nuevo modelo económico asumió las recomendaciones dictadas por el Fondo Monetario Internacional y se orientó hacia la apertura comercial y menor peso del Estado en funciones económicas. Entre 1980 y 2010 el volumen demográfico del país se elevó de 66.8 a 112.3 millones de habitantes, con una tasa de crecimiento promedio anual de 1.7 por ciento. El descenso en el dinamismo de la población, con respecto a la fase anterior, se explica por la consolidación de la última etapa en el modelo de transición demográfica, es decir la caída significativa en la tasa de natalidad y una baja tasa de mortalidad, así como por el repunte de la migración internacional, especialmente hacia Estados Unidos; a principios de los ochenta el saldo neto migratorio del país hacia el extranjero era de poco menos de 200 mil personas al año, monto que ascendió a cerca de 600 mil para los primeros años del nuevo milenio (Sobrino, 2012).

En el estado de Morelos, desde principios de siglo XX la zona comprendida por los municipios de Cuernavaca, Emiliano Zapata, Huitzilac, Jiutepec, Temixco y Xochitepec, ha sido la mayormente poblada, lo que no es extraño derivado de que ahí se encontraban las mejores tierras de cultivo, principalmente las dedicadas a la siembra de azúcar. Tanto la fertilidad de suelo como una mano de obra necesariamente abundante para la producción y transformación azucarera hizo que esta zona aglutinara, desde finales del siglo XIX buena parte de los efectivos demográficos de Morelos. La distribución del poblamiento estuvo en aquella época determinada por la organización territorial impuesta por las haciendas, que se mantuvo en algunos casos, como el del municipio de Emiliano Zapata, surgido de las haciendas azucareras de San Vicente y Dolores. Después de la Revolución, y una vez iniciado el reparto agrario, la parcelación de las grandes propiedades distribuyó el poblamiento de forma más dispersa, aunque los núcleos dotados como “tierra de pueblos” actuaron como centros aglutinadores de la población campesina. A medida que las transformaciones en la economía del país se fueron introduciendo, a lo largo del siglo XX, cambios en las formas de producción, las relaciones entre los distintos asentamientos fueron organizando una trama de centros de tamaño relativamente pequeño, dependientes de la cabecera municipal (Rueda, 1999)

En el municipio de Cuernavaca el crecimiento urbano se observa a partir de la década de los cincuenta de la mano de la industrialización, con la instalación de la empresa de Textiles de México, lo anterior dio un nuevo impulso a la ciudad que comenzó a extenderse hacia el norte (Ahuatepec) y este (Jiutepec), con la construcción de colonias de lujo (casas individuales de dos plantas), como la colonia Miraval, y hacia el oeste, con la construcción de colonias populares como la Carolina (Rueda, 1999).

La demanda de residencias de fin de semana después de la construcción de la autopista México – Acapulco, tramo México-Cuernavaca se tradujo en un crecimiento importante hacia la zona norte y este de la ciudad, se construyeron las zonas de Delicias y Reforma, en la década de los 70 el número de viviendas construidas aumentó un 81.35% respecto a las existentes en 1960.

En las décadas de los 70 -80 la población agraria mostró una importante disminución y la que ha permanecido vinculada al sector primario es casi imperceptible, el crecimiento de la población en el municipio de Cuernavaca se ha producido a costa de la rural, sus efectivos se han nutrido de población inmigrada procedente no sólo del resto del estado sino principalmente de estados vecinos (Rueda, 1999).

El papel de la inmigración ha sido decisivo en el proceso de densificación de la ciudad además de la transformación productiva que ha provocado un cambio en el uso de suelo, de agrícola o forestal a urbana, y una transformación de la estructura de la población activa.

En 1990 el 40.8 % de los habitantes de Cuernavaca tenían como origen otra ciudad, de lo anterior el 37.88% procedían del estado de Guerrero y el 23.43% de la Ciudad de México. Una serie de factores, como la proximidad a la Ciudad de México, la construcción de la autopista México – Acapulco, las condiciones ambientales y el hecho de poseer una residencia de temporada o de fin de semana en las proximidades del Distrito Federal, hicieron aumentar la movilidad de la población, especialmente defehña (Rueda, 1999).

Para 1998 el límite de la mancha urbana por el norte estaba constituido por las tierras comunales de Chamilpa, Ocotepc, Ahuatepec y Santa María Ahuacatlán, sin que se haya unido a los asentamientos surgidos en las tierras también comunales de Huitzilac. Por el

oeste, la mancha urbana tenía como límite las empinadas laderas de glaciares de Buena Vista, que se extiende del Noroeste al Sureste, y que fueron ocupadas en sus partes altas por urbanizaciones e invasiones. El límite por el este, eran las tierras comunales de Santa Catarina (municipio de Tepoztlán), la zona de Reserva Ecológica El Texcal y, más al sur, la Sierra de Yautepec. Establece Rueda, en ese momento como el más débil de los límites ante la urbanización El Texcal, donde menciona se producen anualmente pérdidas de superficie debido a las invasiones (Rueda, 1999).

La ciudad de Cuernavaca, ha sido desde hace décadas el más importante en crecimiento demográfico del estado de Morelos. Su peso tanto en número de habitantes como en crecimiento económico y aportación a la generación de satisfactores del estado lo hace un municipio de importancia en la entidad (POET, 2005). Su ubicación cercana a la capital del país y de su Zona Metropolitana lo hace un municipio de engrane de la dinámica social y económica de la misma en intercambio mercantil y de servicios, de generación de empleo y atracción a la construcción de vivienda y por lo mismo al crecimiento de asentamientos humanos en su territorio, de tal manera que la demanda de sus habitantes crecerá en dimensiones proporcionales a esa dinámica (POET, 2005).

El crecimiento urbano se ha dado con mucha mayor intensidad hacia el Oriente y el Sur de la ciudad donde, prácticamente, se han saturado los espacios disponibles. Por la zona Norte, el crecimiento asciende hacia la montaña y une, en una urbanización casi continua, a varios pueblos tradicionales del municipio como Tetela, Santa María, Chamilpa, Ocotepc y Ahuatepec, lo que origina una mancha urbana discontinua que alcanza los límites con el municipio de Tepoztlán y la localidad de Villa Santiago (POET, 2005).

Hacia el Oriente el crecimiento de Cuernavaca se ha unido, de manera continua, con el que se desarrolla en el territorio del municipio de Jiutepec. Esto incluye algunas de las colonias más populosas de la ciudad como la Antonio Barona, lo que ha dado lugar, junto con otras de la misma zona geográfica como las colonias Satélite, Ricardo Flores Magón, Atlacomulco, entre otras, a algunos de los asentamientos con la mayor densidad demográfica de la conurbación (POET, 2005). Distintos factores son los que han propiciado el crecimiento urbano de Cuernavaca, sin embargo, el principal actor es la población quien se ha encargado de ocupar el espacio rural para establecer entornos urbanos, sin embargo, lo anterior no se ha

realizado de manera lineal ni en el tiempo ni en el espacio. Han influido tanto la migración como las coyunturas económicas (POET, 2005).

Capítulo II. Definición y modelos del proceso de crecimiento urbano

En el presente capítulo se abordará el concepto de urbanización y crecimiento urbano, para lo anterior se retoma a autores como Castells y Clos. Además de describir los distintos modelos de crecimiento urbano como proceso histórico. Se parte de modelos de la ecología urbana, señalando el enfoque de la Escuela de Chicago, con modelos como el desarrollado por Burgess, de anillos concéntricos. Posteriormente se señalan las características de los modelos neoclásicos, donde el enfoque está arraigado en el equilibrio económico y destaca el modelo de valores de uso de suelo. El siguiente periodo caracterizado por la ciudad compacta, denominado la época colonial. Para transitar a la primera fase de rápida urbanización delimitada de 1820 a 1920, conocida por el impulso a la ciudad sectorial, momento en el que la mayoría de las colonias españolas en el Nuevo Mundo obtuvo su independencia. La segunda fase de rápida urbanización ubicada de 1920 a 1970 donde las características de la ciudad son la polarización y la industrialización rápida alrededor de las líneas ferroviarias y las autopistas, lo que reforzó el crecimiento de algunos sectores. Se culmina esta descripción con la fase más reciente del desarrollo urbano, particularizando América Latina, delimitando el periodo que va de 1970 hasta hoy, la ciudad caracterizada por su fragmentación.

El proceso de urbanización

El término de urbanización se refiere al mismo tiempo tanto a la constitución de formas espaciales específicas de las sociedades humanas, caracterizadas por la significativa concentración de las actividades y poblaciones en un espacio restringido, como a la existencia y difusión de un particular sistema cultural, la cultura urbana (Castells, 1974)

Nunca antes en la historia de la humanidad habíamos sido testigos de un crecimiento tan rápido en la urbanización mundial. En paralelo a la globalización y a un desarrollo sin precedentes de la economía del conocimiento y de las tecnologías, la urbanización se

convierte en una tendencia global de presente y, sobre todo, de futuro. Con más de la mitad de la población mundial actualmente viviendo en ciudades, la urbanización se ha convertido en un instrumento clave para el desarrollo sostenible y la prosperidad en sus tres vertientes: la económica, social y medioambiental (Clos, 2017).

El proceso de formación de las ciudades está en la base de las redes urbanas y condiciona la organización social del espacio. Sin la mera presentación global y sin especificación de una tasa de crecimiento demográfico, tan sólo conduce a fundir en un mismo discurso ideológico la evolución de las formas espaciales de una sociedad y la difusión de un modelo cultural a través de una dominación política. Los análisis del proceso de urbanización se sitúan generalmente en una perspectiva teórica evolucionista, según la cual cada formación social se va produciendo, sin ruptura, por desdoblamiento de los elementos de la formación social anterior. Las formas de implantación espacial son entonces una de las expresiones más visibles de estas modificaciones. Incluso se ha utilizado a veces esta evolución de las formas espaciales para clasificar las etapas de la historia universal. De hecho, más que establecer criterios de periodización, es absolutamente necesario estudiar la producción de las formas espaciales a partir de la estructura social de base (Castells, 1974)

La relación del hombre o la sociedad con el medio geográfico se ha estudiado desde tres grandes perspectivas: la primera concierne a la manera en que los grupos humanos (la sociedad) adaptan y modifican el mundo físico; la segunda se refiere a la forma en que, por medio de la cultura, los pueblos confieren un carácter peculiar a las distintas porciones de la tierra que ocupan, y la tercera, mucho más abstracta y analítica, destaca la forma en que el espacio influye (condiciona o determina) los patrones de uso de suelo, y se interesa en identificar los principios generales que explicarían los sistemas socioambientales (Aguilar y Moncada, 1994)

El proceso de urbanización deriva su importancia de la relación que guarda con el desarrollo económico y de modernización del país, en donde, debido a diversos cambios en la política económica que impulsa la industrialización y tercerización de actividades ubicadas predominantemente en las ciudades, se da origen al gradual desplazamiento y reubicación de la población dentro del territorio (Bazant, 2001).

Modelos de crecimiento urbano

Las ciudades se caracterizan por una enorme complejidad y heterogeneidad interna, sin embargo, también muestran un cierto grado de organización en términos de patrones espaciales y procesos temporales (Bourne, 1971).

Las estructuras tienden a ser dinámicas, en constante proceso de transformación, y están configuradas por elementos que, al mismo tiempo, están subordinados a los cambios de la estructura a la cual pertenecen. Asimismo, cada estructura urbana es forjada en el tiempo y en el espacio mediante vinculaciones que exceden el orden interno, recibiendo influencias de una escala superior al cual cada ciudad pertenece, como son los niveles regional, nacional y mundial (Linares, 2012).

En el esfuerzo por entender los patrones y procesos que dan lugar a la estructura de la morfología urbana, han surgido una serie de modelos, que desde diferentes enfoques, como el ecológico y el neoclásico con excelentes resultados; por otro lado, autores como Borsdorf, Bähr y Janoschka (2002), han propuesto modelos específicos para las ciudades latinoamericanas, tomando en cuenta sus contextos históricos y socioeconómicos.

Modelos de la ecología urbana

El enfoque de la ecología urbana nace de la labor de la Escuela de Chicago de Ecología Humana de la década de 1920; influido por el Darwinismo Social se basa en la creencia de que la conducta humana está determinada por los principios ecológicos, tales como la competencia impersonal, la selección, la invasión-sucesión, la dominación y la asimilación-segregación. (Linares, 2012); los modelos más notables son el modelo de anillos concéntricos de Burgess (1925), el modelo de los sectores de Hoyt (1939) y el modelo de núcleos múltiples de Harris y Ullman (1945).

El modelo de crecimiento urbano de Burgess (1925) se basó en la idea de que los diversos elementos de una sociedad urbana heterogénea y económicamente compleja promueven la competencia por los lugares favorables dentro de la ciudad(Linares, 2012). De acuerdo con

Burgess, existe una competencia por el suelo en el Distrito Central de Negocios (CBD, por sus siglas en inglés), que ocasiona una expansión de la ocupación del suelo en las periferias, a manera de círculos concéntricos,

Así, en la Figura 7 se representa la idea de Burgess, partiendo del centro urbano, mismo, que se encuentra cercado por un anillo que normalmente constituye una zona de transición, que está siendo invadida por el sector terciario e industria ligera, una tercera zona está habitada por obreros industriales que han huido del área de deterioro, pero que desean vivir cerca de su trabajo, y más allá de esta zona se encuentra la zona residencial de edificios de apartamentos de la clase alta o de distritos restringidos con viviendas familiares independientes. Después de esta zona, y más allá de los límites de la ciudad, aparece la zona suburbana exterior o ciudades satélites, que se encuentran a una distancia-tiempo de 30 a 60 minutos respecto al distrito comercial central (Linares, 2012).

Sin embargo, el modelo de Burgess, a pesar de que describe la manera ideal del crecimiento urbano, no toma en cuenta distintos factores tales como el relieve o las redes de transporte, que pueden causar modificaciones en este supuesto crecimiento ideal.

De este modo, Hoyt (1939) basándose en los estudios de los cambios de los patrones residenciales de 142 ciudades para los años 1910, 1915 y 1936, avanzó en un modelo de sectores en el que identificó áreas residenciales homogéneas que crecen desde el centro hacia la periferia en forma de cuña. En este modelo, este autor resalta la importancia de las vías de transporte para explicar el crecimiento urbano, como así también, considera los efectos que tienen las variaciones topográficas y los usos del suelo adyacente y cercano; sugiere que, desde el distrito central de negocios irradian diferentes sectores de viviendas más o menos deseables. Los grupos de altos ingresos ocupan las áreas más codiciadas y, los demás, van situándose gradualmente en torno a las zonas privilegiadas. Las áreas residenciales de clase alta se extienden a lo largo de vías de transporte que garantizan buena accesibilidad al centro; como así también en terrenos altos o a lo largo de frentes de agua (si esas áreas no estaban ya ocupadas por las industrias manufactureras) y alrededor de las residencias de los líderes comunales (Linares, 2012).

El modelo de Hoyt (1939), fue complejizado por Harris y Ullman (1945), de acuerdo con ellos, los patrones de crecimiento urbano y los cambios de usos del suelo siguen los principios generales ecológicos identificados por Burgess (1925), como son: la formación de áreas especializadas de usos del suelo; la tendencia de ciertas actividades a estar situadas próximas entre sí y otras a repelerse sistemáticamente y el sometimiento de todas las actividades al proceso de selección espacial que el precio del suelo impone. Sin embargo, los autores argumentan que este crecimiento no se centra en un solo distrito central de negocios, sino en ciertos puntos de crecimiento o “núcleos”, proponiendo así la “teoría de los núcleos múltiples”. Esta teoría tiene en cuenta el hecho de que el espacio interno de las ciudades se debe tanto a las peculiaridades de sus respectivos emplazamientos como a la acción de fuerzas económicas y sociales de carácter más general. Asimismo, consideran a la historia de cada ciudad en particular como un factor importante en la configuración del desarrollo urbano (Linares, 2012).

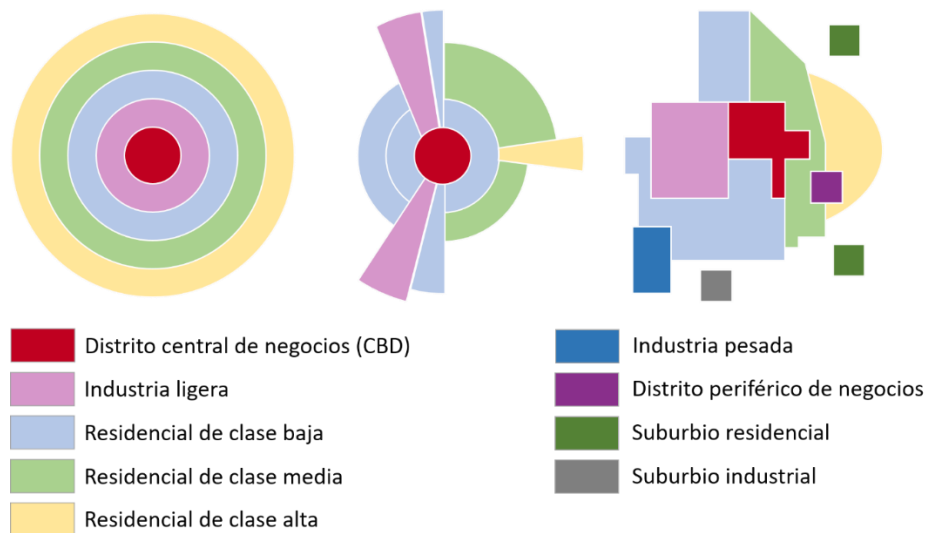


Figura 7. Modelos de crecimiento de Burgess, Hoyt y Harris-Ullman (de izquierda a derecha).

Fuente: Burgess (1925), Hoyt (1934) y Harris y Ullman (1945).

Modelos neoclásicos

El enfoque neoclásico se encuentra arraigado en las teorías del equilibrio económico, siendo el modelo de von Thünen sobre la ubicación de la agricultura el primer modelo desarrollado bajo este enfoque, al que le sucedieron los modelos de Weber (1909), Lösch (1943) e Isard (1956).

Este enfoque fue construido sobre la creencia de que el proceso de desarrollo urbano es esencialmente un fenómeno económico, impulsado por mecanismos de mercado y por las fuerzas naturales de la competencia entre las actividades económicas y los grupos sociales, en un área urbana. Todos ellos se centran en los valores del suelo como factor básico para explicar la localización de los diferentes usos y cambios urbanos, e introducen tímidamente ciertas consideraciones de tipo social y cultural, en algunos casos (Linares, 2012).

Haig (1926) exponía prematuramente las ideas básicas sobre las que se basa este enfoque, centrando la atención en las relaciones entre localización, renta del suelo y costes de transporte, que dicho autor simplificará con la noción de “fricción del espacio”. Así, los individuos, industrias, comercios y servicios compiten por el espacio en función de sus necesidades específicas de localización para obtener los máximos beneficios derivados de la disminución de la fricción y en función de las limitaciones de inversión (Carter, 1972; Zarate Martín, 1991).

Si bien los modelos neoclásicos se asemejan, en ciertos aspectos, a la teoría concéntrica y sectorial planteada por los representantes del enfoque ecológico (específicamente en relación al lugar asignado al distrito central de negocios y a la capacidad económica como factor central de análisis), éstos se interesaban más bien por las interrelaciones (y no por las descripciones) entre los distintos fenómenos económicos y sociales registrados entre las diferentes áreas urbanas (Linares, 2012). Además, se basan en el diseño de modelos de “gradientes” (en oposición a límites zonales), argumentando que existe un ritmo de cambio (no una ruptura marcada) de cualquier condición variable conforme se va produciendo un alejamiento respecto del centro de la ciudad hacia la periferia (Davie, 1961). Zarate (1991), entiende esta configuración como una lucha constante entre grupos de población y actividades económicas para conseguir una ubicación que brinde ventajas sobre sus

competidores, donde el CBD constituye un área donde se maximizan la accesibilidad a bienes y servicios, lo que reduce costos de transporte, mercancías y personas, determinando el valor del suelo, el cual decrece a medida que se aleja del centro.

De acuerdo con Linares (2012), estos modelos de estructura urbana se expresan gráficamente a través de curvas de renta que reflejan los precios que cada usuario del uso del suelo oferta por su localización en relación a su distancia al centro; y representan modelo de zonas concéntricas de usos del suelo, observándose como cada uso del suelo tiene pendientes de curvas distintas. Mientras la curva del comercio cae bruscamente, la de la industria lo hacen con más suavidad, y así sucesivamente las de los distintos usos, hasta llegar al mínimo en los usos agrícolas. La superposición de las curvas pone de manifiesto que éstas se cortan entre sí, siendo en cada punto de intersección el tipo de uso más interior el que posee una mayor capacidad de pago de renta, por lo que se impone al uso más exterior.

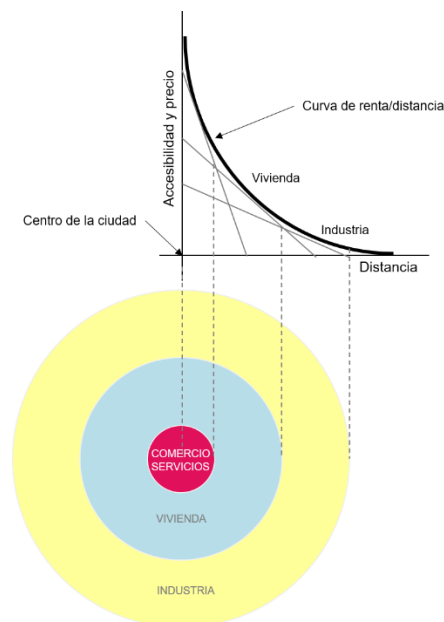


Figura 8. Modelo de valores de uso de suelo

Fuente: Zárate, 1991

Ejemplos pioneros destacados de estos modelos fueron desarrollados por Wingo (1961), Alonso (1964) y Lowry (1964), orientados al análisis de la organización interna del uso del suelo urbano (Linares, 2012)

Los modelos neoclásicos estándar fueron criticados por su simplificación, por considerarse irreal la suposición de un espacio isotrópico; la existencia de ciudades exclusivamente monocéntricas; la omisión de las influencias de los agentes productores del espacio urbano (entre los que se destacan los propietarios del suelo, las inmobiliarias y el poder regulador del estado) y de factores sociales, simbólicos y ambientales (Carter, 1972).

De este modo, Borsdorf, Bähr y Janoschka (2002), muestran esquemas estructurales generalizados de la ciudad en América Latina, situados siempre al final de importantes fases de la urbanización, como son la época colonial (1820), la primera fase de urbanización influida fuertemente por la inmigración europea (1920), la segunda fase de urbanización marcada por el éxodo rural y la migración interna (1970) y la ciudad contemporánea (2000).

En estas etapas, la ciudad cambió desde un cuerpo muy compacto a un perímetro sectorial, desde un organismo polarizado a una ciudad fragmentada. Las firmas significan elementos socioespaciales (distribución de las clases sociales) y económicos (industria, infraestructura de comercio y servicios, aeropuerto, tránsito), así como también elementos del desarrollo urbano (consolidación, vivienda social).

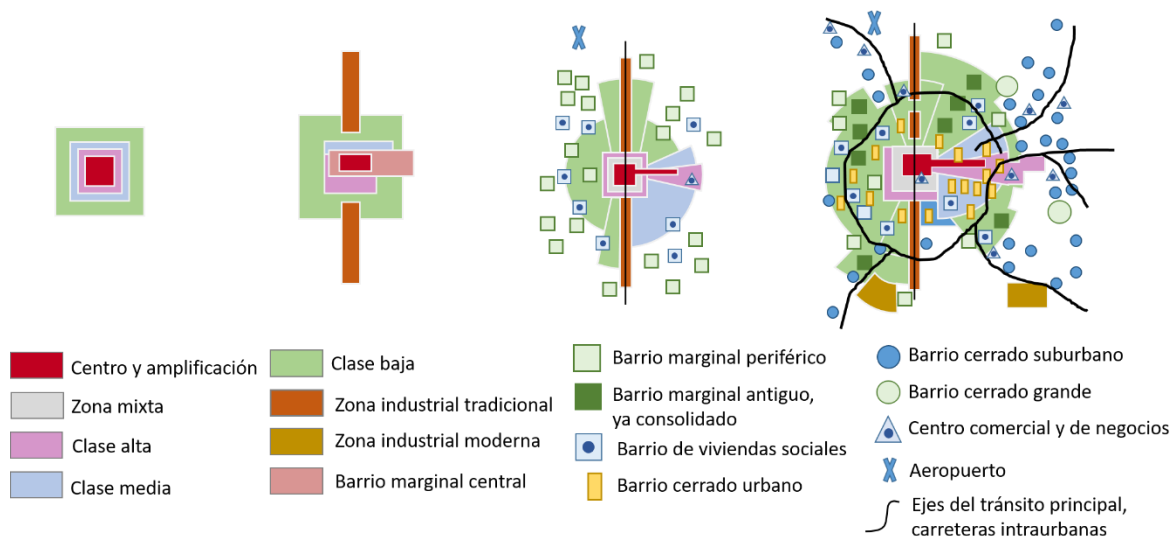


Figura 9. Modelo del desarrollo estructural de la ciudad latinoamericana
Fuente: Borsdorf, Jahr y Janoschka (2003)

La época colonial: la ciudad compacta

Hacia 1573, la localización, fundación y planificación de ciudades en las colonias hispanoamericanas estaba claramente reglamentada por las "Ordenanzas de Descubrimiento y Población" (Bähr y Mertins, 1995; Wilhelmy y Borsdorf, 1984). Las capitales fueron ubicadas en el centro de sus regiones administrativas y en valles o cuencas con condiciones de clima sano. La plaza mayor, denominada originalmente plaza de armas, constituía tanto el centro de cada ciudad como la estructura clave para la red de calles urbanas. Además, la plaza actuaba como el núcleo de la vida social. La posición social de cada uno de los ciudadanos estaba determinada por la distancia de su casa respecto de la plaza principal. La pendiente social y funcional desde el centro a la periferia se reflejaba en la estructura social circular de los barrios. Cerca de la plaza estaba instalada la aristocracia, formada por las familias de los conquistadores, los funcionarios de la corona y los encomenderos o grandes hacendados. El círculo siguiente era ocupado por la clase media, formada por comerciantes y artesanos. En este barrio se ubicaba por lo general el mercado municipal. En el último círculo, el más periférico, vivían los "blancos pobres", los indios y mestizos. De esta manera, una fuerte centralización, un gradiente social centro-periferia y el principio de una estructuración socio-espacial en círculos son las características de la ciudad colonial en Hispanoamérica (Borsdorf, 2003).

La primera fase de rápida urbanización (1820-1920): la ciudad sectorial

En las primeras décadas del siglo XIX, la mayoría de las colonias españolas en el Nuevo Mundo obtuvo su independencia. El cambio político-económico causó -con un cierto retraso- la reestructuración del organismo urbano, ante todo en lo relativo a la estructura social y económica. A muchos de los nuevos Estados llegaron inmigrantes europeos: éstos eran comerciantes, industriales, artesanos y agricultores. De Europa provenían además las modas urbanísticas, como el *boulevard* francés de la época de Haussmann, denominada alameda, paseo o prado, y la villa europea (Borsdorf, 2003).

El principio de estructuración espacial más típico de esta época es la diferenciación sectorial orientada a estructuras lineales. En el modelo, este principio se evidencia claramente en el

crecimiento de los sectores de la clase alta, que se orientó al boulevard principal, y en el desarrollo de las primeras zonas industriales, establecidas cerca de las líneas ferroviarias que conectaban la ciudad con el resto de cada país. Hasta 1920 la industrialización no estaba muy desarrollada, dado que las economías nacionales permanecían ancladas todavía en la exportación de productos agrícolas y recursos minerales. No obstante, los primeros barrios obreros se desarrollaron en las casas abandonadas por la clase alta, bajo la forma de conventillos, tugurios o vecindades. El desarrollo sectorial rompe la estructura circular de la ciudad colonial. En este proceso confluyen la expansión lineal del centro, que pasa de ser un centro administrativo (en la época colonial) a un centro comercial, el crecimiento lineal de los barrios altos con villas modernas orientadas a amplios paseos, prados o alamedas, y el sector ferroviario (Borsdorf, 2003).

La segunda fase de rápida urbanización (1920-1970): la ciudad polarizada

Entre 1920 y 1930, el objetivo del "desarrollo hacia fuera" en América Latina comenzó a ser desplazado por el paradigma del "desarrollo hacia adentro"; bajo este nombre se conoció una política económica que apuntaba a la sustitución de importaciones mediante industrias bajo el control del Estado. Por otra parte, ciertas tendencias espaciales de los periodos anteriores se intensificaron. La industrialización rápida alrededor de las líneas ferroviarias y las autopistas reforzó el crecimiento de algunos sectores. En las primeras décadas de esa época, los barrios de la clase baja y de grupos marginales se expandieron en el centro a través de estructuras en forma de pasaje, llamadas "cité" o "casita" en Chile y "vecindad" en México. Éstas eran construcciones que imitaban el modelo del conventillo, construidas de una manera parecida. Simultáneamente -o poco tiempo después-, nacieron los barrios marginales periféricos (callampas, barriadas, villas miserias), localizados tanto en nichos no edificados dentro del perímetro urbano como en lotes aislados fuera de la ciudad. Al mismo tiempo, también fueron construidos barrios de vivienda social en la periferia urbana (Borsdorf, 2003).

Al otro lado de la ciudad, los ricos se alejaban cada vez más del centro de la ciudad. Barrios exclusivos con casas y *bungalows*, calles amplias y extensas áreas verdes proliferaron en el "barrio alto" de cada ciudad. Hacia el final de esta época nacen los primeros centros comerciales, como réplicas del *shopping centers* estadounidenses, y rápidamente devinieron

en focos del crecimiento de nuevos barrios de lujo. Aparecieron también los primeros clubes de campo (*country clubs*), implementando la idea de un estilo de vida campestre dentro de la ciudad. Esta idea fue importada desde Estados Unidos, país en que la oposición contra la ciudad existía desde la fundación del Estado, a diferencia de América Latina, el continente más urbanizado del mundo. Es importante mencionar también que hacia el fin de esta época fueron construidas torres de departamentos bien protegidas por servicios de seguridad, y se comenzaron a cerrar las primeras calles mediante barreras y cercos. (Borsdorf, 2003).

En este tiempo, el contraste entre una ciudad rica y una ciudad pobre se fue intensificando cada vez más. La polarización resultó del principio de estructuración espacial más importante seguido por otro principio subordinado: el del crecimiento celular fuera del perímetro urbano. Motores del desarrollo urbano y la estructuración en las formas descritas fueron la industrialización, el poder estatal en la economía y la planificación y el éxodo rural que produjo un rápido crecimiento de la población urbana a través de flujos migratorios internos. Las ideas políticas propias de esta época fueron el populismo o el socialismo, basados ambos en modelos de una economía nacional cerrada y protegida, y un papel rector del Estado (Borsdorf, 2003).

Esta fase de urbanización estaba representada en los modelos de la ciudad latinoamericana de los años '70 y '80. Muy característica de esta época fue la movilidad horizontal y vertical, simbolizada en algunos modelos (Bähr, 1976; Borsdorf, 1982; Mertins, 1980) mediante flechas. Importantes flujos migratorios se dirigieron a los conventillos centrales, y desde ahí hacia los barrios marginales periféricos. Estos flujos son considerados como ejemplos de la movilidad vertical hacia la vivienda social; sin embargo, y al otro lado, también eran observados flujos contrarios (Borsdorf, 2003).

La fase más reciente del desarrollo urbano en América Latina (1970 hasta hoy): la ciudad fragmentada

Hoy en día solamente dos principios estructurales del pasado todavía continúan vigentes: la tendencia sectorial-lineal y el crecimiento celular, pero en una forma marcadamente diferente a las fases anteriores de desarrollo. El ferrocarril, motor del crecimiento lineal en el siglo

XIX, y las pocas autopistas centrífugas perdieron importancia. Solamente la construcción de nuevas autopistas intraurbanas modernizadas y ampliadas con capital privado facilitó la aceleración del tránsito, y las zonas periféricas y periurbanas volvieron a ser atractivas para las clases medias y altas (Meyer y Bähr, 2001).

Por una parte, la extensión de las autopistas acentuó las estructuras lineales, y por otra, constituyó un antecedente para la formación de estructuras de nodos fragmentados que hoy son las más notables en el perímetro urbano. También el segundo principio de la antigua estructuración espacial está sujeto a las condiciones del desarrollo urbano (post) moderno. Elementos celulares en la periferia, como barrios marginales y viviendas sociales, pueden ser observados solamente en algunas ciudades, especialmente aquellas caracterizadas por un alto porcentaje de extrema pobreza. En otras ciudades, elementos urbanísticos de dimensiones imposibles de alcanzar en el pasado se encuentran en proceso de realización.

Así, se sitúan los megaemprendimientos, proyectos urbanísticos de 1.600 y más hectáreas, con miles de casas para los ricos. Se trata de áreas enormes, amuralladas y aseguradas por sofisticadas instalaciones de seguridad, que ofrece a sus habitantes centros de comercio, espacios de entretenimiento y puestos de trabajo en los sectores de comercio, servicios y también en el sector secundario (Coy y M. Pöhler, 2002).

En las zonas rurales, una división de terrenos inferior a este tamaño está prohibida. La justificación de esta ley era la protección de la propiedad campesina; sin embargo, hoy en día ésta no constituye una barrera para los compradores pudientes. Las urbanizaciones en la zona rural rápidamente alcanzaron superficies de 30 a 50 hectáreas. Los compradores de lotes de 5.000 metros especulan que, bajo la presión del desarrollo de la urbanización, el terreno sería declarado terreno urbanizado en el futuro. Entonces, los lotes podrían ser divididos y vendidos con alta ganancia especulativa (Borsdorf, 2003).

Las modificaciones de los elementos lineales y celulares aquí descritos pueden ser interpretadas como formas especiales del principio de estructuración espacial que caracteriza la dinámica urbana actual, y que transforma la estructura de las ciudades latinoamericanas de una forma muy significativa. Se puede denominar a este principio como fragmentación, una nueva forma de separación de funciones y elementos socio-espaciales, ya no -como antes- en

una dimensión grande (ciudad rica-ciudad pobre, zona habitacional- zona industrial), sino en una dimensión pequeña. Elementos económicos y barrios habitacionales se dispersan y mezclan en espacios pequeños: urbanizaciones de lujo se localizan en barrios muy pobres; centros de comercio se emplazan en todas partes de la ciudad; barrios marginales entran en los sectores de la clase alta (Borsdorf, 2003).

Este desarrollo se hace posible solamente a través de muros y cercos, barreras con que se separan y aseguran contra la pobreza las islas de riqueza y exclusividad. Pero hay que mencionar también que el fenómeno de los muros no es privativo de los barrios de la clase alta: los barrios de clase media y baja también se amurallan, y se observa este fenómeno de igual manera en los barrios marginales. Los barrios cerrados son urbanizaciones con dos o más departamentos o casas que cuentan con una infraestructura común y se encuentran cercados por muros o verjas, separados del espacio público mediante una barrera o puerta y vigilados por guardias o cámaras de video.

En Chile, estos barrios cerrados se llaman condominios (Borsdorf, 2000); en Argentina, barrios privados (Janoschka, 2002); en Ecuador, conjuntos o urbanizaciones cerradas (Kohler, 2002) y en México, fraccionamientos cerrados (Cabrales y Canosa, 2002; Ickx, 2002) o condominios (Kanitscheider, 2002). Las condiciones básicas del desarrollo de estos barrios cerrados ya no son investigadas en profundidad. Algunas interpretaciones fueron desarrolladas -entre otros- por Borsdorf (2000 y 2002) , Meyer y Bähr (2001), Pöhler (1999) Rovira (2002).

Un segundo elemento de la fragmentación de las ciudades latinoamericanas lo constituyen las tendencias de localización de elementos funcionales en el espacio urbano. En este sentido, el comercio minorista resulta un buen ejemplo. En algunas ciudades, el centro urbano era capaz de ganar importancia a través de medidas de *upgrading* (galerías o estaciones de metro, etc.). Pero también en estas ciudades la estructura del consumo en el centro urbano perdió su importancia predominante. Mucho más importantes son los malls y shopping centers, y aun los primeros *urban entertainment centers*. Originalmente orientados a los barrios de los estratos altos, hoy en día estas infraestructuras se dispersan a lo largo de todo el perímetro urbano. En este proceso, para el sector industrial también perdió importancia la orientación


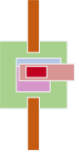
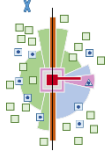

del factor de localización dominante, las líneas del tránsito interurbano. Nuevos parques industriales, así como también como los *business parks*, se pueden ubicar en lugares muy diferentes. En el modelo, la fase de fragmentación está simbolizada por la libre distribución de zonas industriales, por la localización de centros comerciales en toda la ciudad, orientados a las autopistas intraurbanas y aeropuertos y por la presencia de barrios cerrados en todo el perímetro urbano y en la periferia extramuros (Borsdorf, 2003).

A este respecto, y en tanto fenómeno de gran visibilidad, los barrios cerrados pueden ser clasificados en tres tipos: urbanos, suburbanos y gigantes. Los barrios cerrados urbanos son urbanizaciones densas, que frecuentemente adoptan la forma de casas estandarizadas. Comúnmente, sus habitantes pertenecen a la clase media y baja. También hay complejos de edificios altos o manzanas que fueron cercados posteriormente. Comparados con éstos, los barrios cerrados suburbanos constituyen generalmente edificios más amplios, equipados con extensas áreas verdes e infraestructura de lujo, y son habitados por familias de clase media alta y alta. Aunque solamente en muy pocas ciudades existen barrios cerrados periféricos gigantes (como Nordelta en Buenos Aires o Alphaville en São Paulo), éstos ya fueron incorporados al modelo. El modelo también refleja el proceso de consolidación en barrios marginales antiguos. Originalmente percibidos como "barrios de la miseria", muchos de ellos fueron significativamente consolidados: cabañas y "mediaguas" se transformaron en casas de materiales concretos, que cuentan con infraestructura urbana como electricidad y alcantarillado; escuelas, mercados y tiendas abrieron sus puertas, y aun áreas verdes y plazas fueron incorporadas (Borsdorf, 2003).

También los barrios de grupos marginales emplazados en el centro (conventillos, tugurios, vecindades) están en proceso de disminución, en virtud de programas de renovación urbana o debido a presiones del mercado de suelo. Y por fin, el modelo también se refiere al crecimiento del espacio urbano, que ya no es más causado por la presión migratoria. La demanda y consumo de espacio constituyen una última característica del desarrollo postmoderno de la ciudad latinoamericana (Borsdorf, 2003).

Tabla 16

Diagrama sinóptico de desarrollo urbano, político, social y económico en América Latina desde la época colonial hasta hoy.

Fase	1500-1820	1820-1920	1920-1970	1970 hasta hoy
Desarrollo urbano	Época colonial	Primera fase de urbanización	Segunda fase de urbanización	Reestructuración
Modelo urbano de la fase específica				
Principio de la estructuración espacial	Pendiente centro-periférica	Linealidad	Polarización	Fragmentación
Símbolo	Plaza	Boulevard (paseo, prado, alameda)	Barrio alto-barrio marginal	Barrios cerrados, malls, business parks

Crecimiento	Crecimiento natural	Inmigración (Europea)	Migración interna	Estancamiento demográfico en las metrópolis, crecimiento en ciudades de tamaño intermedio por migración
Circulación	Tracción animal	Ferrocarril, tranvía	Metro, buses, colectivos, suburbanos, automóvil	Autopista intraurbana, predominio de la propiedad del automóvil, tecnologías digitales que posibilitan el trabajo a distancia

Nota. Modificada de Borsdorf, Bähr, y Janoschka (2002)

Factores de crecimiento urbano

Como se ha descrito anteriormente, a través de los intentos de abstraer en un modelo los procesos de urbanización, los diferentes autores toman en cuenta distintos factores que propician dicho proceso. Burgess, propone un proceso de crecimiento natural y periférico al centro de la ciudad, sin tomar en cuenta elementos topográficos o económicos; Hoyt en su modelo, ya toma en cuenta la influencia que tienen las vías de transporte, la topografía, los usos del suelo y su costo, así como su accesibilidad al centro. Así, los modelos neoclásicos como el de Haig (1926, toman en cuenta los mecanismos de mercado y la competencia entre sectores de producción, lo que se ve reflejado también en el valor del suelo. Borsdorf, a través de las distintas etapas que propone en sus modelos, toman en cuenta los factores de distancia hacia el centro urbano y la transformación de este último centro de la ciudad de los servicios administrativos a los comerciales; la presencia de líneas ferroviarias y autopistas como ejes del crecimiento y la aparición de grandes centros comerciales o urbanizaciones cerradas como nuevos polos de crecimiento.

Otros, como Wallner (1975), quien dice que el aumento demográfico de la ciudad y su consiguiente crecimiento espacial también se explica por las migraciones, al abandono precipitado e indiscriminado del campo, a la incorporación de municipios limítrofes, o la erección de las ciudades satélites que se hallan vinculadas funcionalmente a las grandes ciudades. Parrado (2001) dice que un factor importante de crecimiento urbano es el surgimiento de nuevas zonas residenciales, comercios, equipamientos y servicios. Para otros autores, como Ascher (1992) y Garreau (1991), es la economía la que ha sido protagonista en la configuración del espacio urbano, y estudian las relaciones económicas entre los diferentes sectores de la ciudad y su influencia sobre la morfología urbana. Sin embargo, existen otros factores que pueden incidir en el crecimiento de una ciudad como lo son la topografía y los equipamientos educativos, de salud, culturales, cívicos o administrativos, entre otros (Cifuentes, 2009).

En este sentido, en el ámbito de los modelos predictivos de crecimiento, y dada la naturaleza de estos métodos, resulta importante que los factores que son tomados en cuenta para emular dicho crecimiento, se puedan traducir en variables espaciales y medibles.

Así, vemos como Amuzurrutia-Valenzuela et al. (2015), toman en cuenta factores topográficos tales como la pendiente y la elevación y económicos como el costo del suelo; Henríquez y Azócar (2007) proponen su metodología basándose en las coberturas actuales del suelo. Cifuentes (2009), además de basar su modelo predictivo en las variables naturales pendiente y elevación, incluye también distancias a equipamientos urbanos de salud, educación y cultura, parques, vías de transporte y carreteras e industria.

Capítulo III. Los sistemas de información geográfica en la planeación urbana

De acuerdo con Barredo y Demicheli (2003), para lograr la sustentabilidad, las ciudades tienen que mantenerse en un equilibrio entre la economía, el crecimiento de la población, la

infraestructura y servicios, contaminación y residuos e incluso ruido, de manera que el sistema urbano se desarrolle en armonía y amigablemente con el ambiente.

Dentro de las condiciones que se requieren para considerar que el crecimiento de una ciudad es el adecuado, se encuentra el mantener, en la medida de lo posible, un crecimiento altamente compacto para conservar el tamaño de la ciudad de manera reducida; por otro lado, la tasa de crecimiento urbano no debería exceder la tasa de crecimiento poblacional; y finalmente, no debería afectar los intereses y necesidades de la población, así como el ambiente, tanto en el presente como en el futuro. El satisfacer estas expectativas es la base para poder llegar a un crecimiento urbano sustentable e inteligente, sin caer en el hacinamiento urbano (Amuzurrutia-Valenzuela et al., 2015).

La estimación de los impactos futuros de los planes y políticas existentes sobre el uso de suelo, así como la consideración de escenarios de política y planeación alternativas para la minimización de impactos, es particularmente importante para los planeadores regionales y urbanos (Amuzurrutia-Valenzuela et al., 2015). Las consecuencias de la planeación inadecuada en los países en vías de desarrollo son del interés tanto de los investigadores como de los políticos encargados de legislar sobre el desarrollo sustentable (Barredo y Demicheli, 2003).

El uso de modelos predictivos para la generación de escenarios futuros de cambios de uso del suelo, ya sea en el contexto de la planificación territorial o en la evaluación de impacto ambiental, representa una importante oportunidad para anticipar, prevenir y mitigar dinámicas insostenibles de las actuales formas de crecimiento de algunas ciudades de rápido crecimiento horizontal. Las evidencias más significativas de este proceso de crecimiento no planificado han sido la magnitud e intensidad de los problemas ambientales y sociales detectados (Henríquez y Azócar, 2007).

En términos generales existen dos aproximaciones en el uso de modelos predictivos de cambio de uso del suelo: (a) Modelos basados en regresión y (b) Modelos basados en la transición espacial. Los primeros establecen relaciones entre un amplio rango de variables predictivas y las probabilidades de cambio de uso del suelo; mientras que los modelos basados en transición espacial comprenden, principalmente, las técnicas estocásticas basadas

en el método de cadenas de Markov y autómatas celulares donde se asume explícitamente que las áreas vecinas influyen en la probabilidad de transición del área o celda central (Henríquez y Azócar, 2006).

De acuerdo con Aguilera-Benavente (2006) los modelos basados en autómatas celulares con capaces de generar una representación bastante razonable del crecimiento urbano, de una forma mucho más realista que las predicciones generadas por regresión logística, por lo que dicho modelo constituye una herramienta de generación de posibles escenarios futuros, que puede ayudar a valorar los resultado de diferentes políticas de planificación a nivel infraestructural o territorial.

El uso de suelo como herramienta para observar el fenómeno del crecimiento urbano

La observación de los usos de suelo está presente, tanto en el tradicional estudio descriptivo de las ciudades, desarrollado en gran medida a través de la búsqueda de una síntesis visual del paisaje urbano (Batty y Longley, 1994. p. 7), como dentro, por ejemplo, de la denominada revolución cuantitativa impulsada a partir de la segunda mitad del siglo XX, y que arranca con un nuevo concepto de teorización sobre los objetos de estudio, en una disciplina que hasta entonces se mostraba excesivamente descriptiva (Barnes, 2001)

Las teorías surgidas de este giro cuantitativo, ya desde los trabajos clásicos y pioneros de Von Thünen (1826), Weber (1909), Christaller (1933) y Lösch (1940) que inspiraron este nuevo enfoque, se ocupan en gran medida de la búsqueda y explicación analítica de patrones y formulación de teorías de localización de las actividades económicas, entre las cuales, generalmente se encuentra, al menos de manera implícita, la urbanización (Díaz, 2015).

Dichas explicaciones teóricas, aun cuando sus enfoques pueden estar centrados en costes de transporte, aglomeración de bienes y personas, centralidades económicas, distancias a los grandes centros de consumo, localización de las actividades productivas, etc., siempre parten en menor o mayor medida de la observación inicial de la disposición de los usos de suelo, ya sea en un espacio hipotético (ver ideas clásicas de Von Thünen, 1826) o realmente observado,

puesto que su estado y evolución, reflejan en gran medida la actividad humana y sus relaciones consigo misma o con su entorno (Díaz, 2015).

La observación de la dinámica de los usos de suelo es, en definitiva, un factor clave para el estudio de las grandes áreas metropolitanas desde un amplio abanico de perspectivas geográficas. Este fenómeno se produce cuando los procesos de urbanización, por medio de los cuales la población tiende a concentrarse espacialmente en grandes áreas urbanas de altas densidades de población, generan un complejo marco de relaciones geográficas, económicas y sociales, que se desarrollan sobre un tejido urbano más o menos difuso. Cuando se superan unos determinados umbrales, sobre todo en lo que se refiere a concentración de población y actividad, este fenómeno se suele conceptualizar en lo que se denominan regiones metropolitanas (Díaz, 2015).

Autómatas celulares

Aunque la idea de Autómata Celular pertenece a Alan Turing y su máquina universal (Torrens, 2002). Los autómatas celulares fueron propiamente diseñados por John Von Neuman y teorizados por el físico Stanislaw Ulam, quien los define de la siguiente manera:

"Dada una malla regular de 'celdas infinitas', o gráfico de puntos, cada uno con un número finito de conexiones hacia sus 'celdas vecinas'. Cada punto es capaz de poseer un número finito de 'estados'. Los estados de las celdas vecinas en un tiempo t^n inducen, de una manera específica, el estado del punto en el tiempo t^{n+1} . Esta regla de transición se ajusta de modo determinista, o bien, de un modo más general, podría contener decisiones de tipo aleatorio".

"Uno puede definir ahora de manera aproximada subsistemas finitos llamados 'autómatas u organismos'. Estarán caracterizados por una secuencia periódica, o casi periódica de sus estados en función del tiempo y por la siguiente característica 'espacial': el estado de los elementos del organismo; el organismo puede, de manera inversa, tener

influencia con todos los estados de los puntos vecinos, los cuales no forman parte de otros organismos." (Ulam, 1952).

El desarrollo de estos modelos ha sido constante, siendo uno de los hitos el paso dado por el científico Stephen Wolfram (1984), que en su esfuerzo por encontrar las conexiones entre computación y la naturaleza recaba en los autómatas celulares, como un modelo matemático para simular el comportamiento de los sistemas naturales complejos y adaptativos. De este modo a través de la prestigiosa revista Nature, afirmó y mostró como:

"Los sistemas naturales, desde los copos de nieve hasta las conchas de los moluscos muestran una gran diversidad de patrones complejos. El origen de tal complejidad puede ser investigado a través de modelos matemáticos, denominados 'autómatas celulares'. Los autómatas celulares están compuestos por un conjunto de elementos idénticos, cada uno simple, pero juntos capaz de desarrollar comportamientos complejos. Son analizados ambos como sistemas dinámicos discretos, y como sistemas de procesamiento de información..." (Wolfram, 1984).

De acuerdo con Díaz (2015) las ciencias sociales, y más específicamente la geografía, en el tratamiento de sus objetos de estudio, no se demoran en la incorporación, tanto de las nuevas perspectivas aportadas por las teorías de la complejidad, como en el desarrollo de la aplicación de modelos basados en autómatas celulares para la comprensión y la explicación de fenómenos de carácter social y geográfico. En este sentido, cabe señalarse la figura del geógrafo Waldo Tobler, popularmente conocido por enunciar, o más bien invocar a la primera ley en Geografía:

"todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas más distantes" (Tobler, 1970).

En los autómatas celulares, el estado de cada elemento, depende del estado previo de los elementos vecinos, según un conjunto de reglas de transición (White, Engelen, y Uljee, 1997).

De acuerdo con estos planteamientos acerca de su estructura podemos definir 5 componentes básicos:

- Un plano bidimensional o un espacio n-dimensional dividido en un número de subespacios homogéneos, conocidos como celdas. A todo esto, se le denomina Teselación Homogénea. En el caso de la integración de los autómatas en un SIG, esta teselación es bidimensional y hace referencia a la malla ráster empleada.
- Cada celda puede tener un conjunto finito de estados.
- Una vecindad definida para cada celda, la que consiste en un conjunto contiguo de celdas. Esta vecindad puede estar formada por las celdas inmediatamente contiguas a la celda en cuestión (vecindad de Von Neuman ,4 celdas, o vecindad de Moore, 8 celdas; o en el caso de modelos más complejos como los desarrollados por White et al (1997) en el que emplean una vecindad de 112 celdas y Barredo y Demicheli, (2003) de 172.

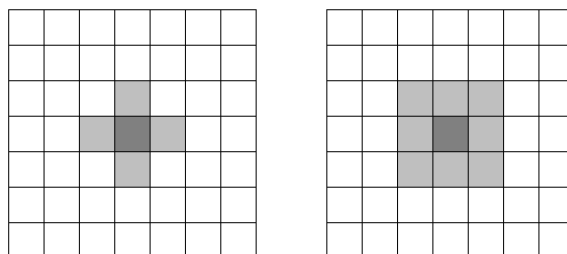


Figura 10. Vecindad de Von Neuman (izquierda) y vecindad de Moore (derecha)

Nota. Fuente: elaboración propia

- Una Regla de Evolución, la cual define el estado de cada celda, dependiendo del estado inmediatamente anterior de su vecindad.

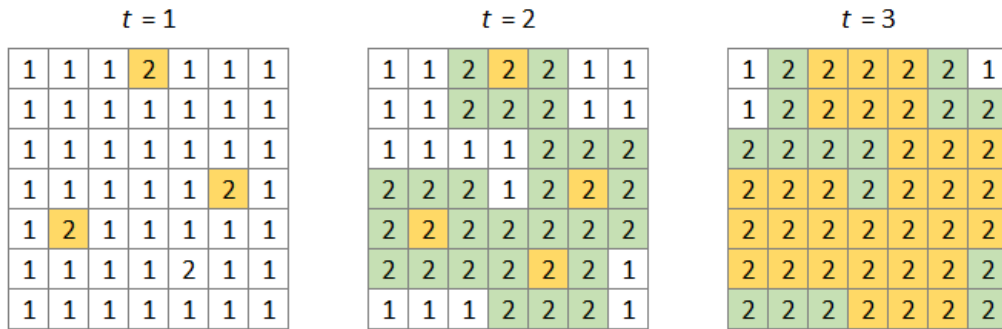


Figura 11. Ejemplo de transición entre celdas

En este caso la regla de evolución es que, utilizando la vecindad de Moore, todas las celdas con valor 1 en $t=1$ que se encuentren adyacentes a una celda con valor 2 cambian su valor a 2 en $t=2$, y así sucesivamente hasta $t= n$.

- Un Reloj Virtual de Cómputo, el cual generará "tics" o pulsos simultáneos a todas las celdas indicando que debe aplicarse la regla de evolución y de esta forma cada celda cambiará de estado. En el caso de los modelos que integran SIG y autómatas celulares, se suele hablar de iteraciones, de tal modo que cada iteración supone una aplicación de la regla de evolución y un consiguiente cambio (o no) de estado

Las decisiones pueden caracterizarse con una naturaleza mono-objetivo o multi-objetivo; la mayoría de los problemas tratados en SIG son de naturaleza multi-objetivo, como consecuencia una importante herramienta en SIG para la toma de decisiones, es la Evaluación Multicriterio.

El análisis multicriterio (AMC) basado en sistemas de información geográfica puede ser definido como un proceso que integra y transforma datos geográficos (mapas de atributos) y juicios de valor (las preferencias del analizador) para obtener la evaluación total de las alternativas de decisión (Borouhaki y Malczewski, 2008).

El proceso consta de diferentes pasos:

- i. selección de las variables o atributos;
- ii. creación del mapa en formato ráster de la variable o del atributo;
- iii. normalización de los valores del mapa entre 0 y 1 (para facilitar la presentación de los resultados y evitar valores decimales se prefirió utilizar un rango de 0 a 10)
- iv. definición de los pesos de los atributos
- v. agregación de las variables utilizando la suma ponderada.

La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$I = \sum_1^n P_n A_n$$

Dónde:

E = valor del indicador

n = número de atributos

P_n = Peso del atributo n

A_n = Valor del atributo n

Ponderación de los criterios

Existe una variedad de técnicas para la creación de pesos para los criterios (variables). En los casos muy simples, la asignación de la ponderación de los criterios puede lograrse dividiendo 1.0 entre el número de criterios. Sin embargo, cuando el número de criterios es mayor a unos pocos, y las consideraciones son muchas, se torna bastante dificultoso hacer evaluaciones de pesos de un grupo completo. Dividir la información en comparaciones simples por pares en los cuales solo dos criterios necesitan considerarse por vez, puede facilitar en gran medida el proceso de ponderación, y probablemente produzcan un grupo más robusto (Eastman, 2003)

Uno de estos métodos es el de comparación por pares desarrollado por Saaty (1977), en el contexto de un proceso de toma de decisión conocido como el Proceso de Jerarquía Analítica (PJA). La primera introducción de esta técnica a una aplicación de SIG fue la de Rao et al. (1991), aunque el procedimiento fue desarrollado fuera del software SIG usando una variedad de recursos analíticos (Eastman, 2003).

En la técnica de Saaty, los pesos pueden derivarse tomando el *vector propio* principal de una matriz recíproca cuadrada de comparaciones por pares entre criterios. Las comparaciones se ocupan de la importancia relativas de los dos criterios involucrados, al determinar la adecuación para el objetivo planteado. Los puntajes se proveen sobre una escala continua de 9 puntos. Por ejemplo, si se considera que la proximidad a los caminos es mucho más importante que el gradiente de la pendiente para determinar la adecuación para un establecimiento industrial, uno debe ingresar un 7 en esta escala. Si ocurre el caso contrario, se debe ingresar 1/7 (Eastman, 2003).

Tabla 17
Escala de posición continua

Tab1/9	1/7	1/5	1/3	1	3	5	7	9
--------	-----	-----	-----	---	---	---	---	---

Sumamente	Muy fuertemente	Fuertemente	Moderadamente	Igualmente importante	Moderadamente	Fuertemente	Muy fuertemente	Sumamente
Menos importante					Más importante			

Nota. Fuente: Saaty (1977)

Al desarrollar los pesos, un individuo o un grupo compara cada par posible e ingresa los puntajes en una matriz de comparación por pares. Ya que la matriz es simétrica, en realidad se necesita ser llenada solo la mitad triangular inferior. El resto de las celdas son la recíproca de la esa mitad (Eastman, 2003).

Tabla 18

Ejemplo de una matriz de comparación por pares para la adecuación del desarrollo industrial.

	Gradiente					
	Proximidad al camino	Proximidad a la ciudad	de la pendiente	la Distancia supermercado	a Distancia al parque	
Proximidad al camino	1					
Proximidad a la ciudad	1/3	1				
Gradiente de la pendiente	1	4	1			
Distancia a supermercado	1/7	2	1/7	1		
Distancia al parque	1/2	2	1/2	4	1	

Nota. Fuente: (Eastman, 2003)

El procedimiento entonces requiere que el vector propio principal de la matriz de comparación por pares se compute para producir un grupo de pesos *mejor adecuado*. Una buena aproximación a este resultado puede lograrse calculando los pesos con cada columna y luego promediar todas las columnas. Por ejemplo, si tomamos la primera columna de cifras, estas suman 2.98. Al dividir cada una de las entradas en la primera columna por 2.98 se producen pesos de 0.34; 0.11, 0.34, 0.05 y 0.17 (Eastman, 2003)

Capítulo IV. Resultados

Crecimiento urbano de Cuernavaca

Como resultado de la etapa de fotointerpretación se obtuvieron las dos capas de cobertura de uso de suelo para los años 1995 y 2018. Mediante la comparación de ambas capas, se pudo observar que el año 1995 se obtuvo una superficie urbana de 6,757.11 hectáreas, mientras que en el 2018 esta superficie fue de 8,208.06 ha, lo que significa un incremento de 1,450.95 ha, lo que, en el lapso de 13 años, representa una tasa de cambio del 111.61%; la mayor parte de esta superficie está dada por la conversión de 1,264.19 ha de zonas agrícolas hacia un uso habitacional, el total se complementa con por la urbanización de zonas sin vegetación aparente (91.71 ha), pastizal inducido (51.29 ha), bosque de pino-encino (45.78 ha), selva baja caducifolia (10.68 ha), vegetación riparia (3.88 ha) y vegetación secundaria (1.12 ha) (Tabla).

En cuanto a las categorías de vegetación, encontramos cambios importantes en la superficie de bosque de pino-encino, que decrece su superficie en 46.26 ha, pasando de 5,737.55 ha en 1995, a 5,691.19 ha para el año 2018; la superficie de selva baja caducifolia es afectada en menor grado, ya que pasa de 974.14 ha a 949.98 ha para los años 1995 y 2018, respectivamente. Por otro lado, la vegetación riparia es la categoría de vegetación con menores pérdidas, ya que únicamente se pierden 3.81 ha de cobertura, pasando de 1908.90 ha en 1995, a 1905.09 ha en 2018; sin embargo, la mayor parte de esta superficie corresponde a la vegetación de las barrancas que se encuentran dentro de la zona urbana del municipio.

Como se menciona anteriormente, 1,264.19 ha de zonas agrícolas, son transformados a zonas con uso habitacional, que, aunado a otros cambios de uso, da como resultado la pérdida de 1416.85 ha de zonas agrícolas, pasando de 2,997.91 ha en el año 1995, a 1,581 ha al año 2018; siendo la superficie agrícola fue la categoría con mayor pérdida de superficie. Una situación similar se observa para la categoría de pastizal inducido (resultado de antiguas actividades agrícolas o pecuarias), que pasa de 1,702 ha en 1995, a 1,664.92 ha en 2018, lo que representa una diferencia de 37.76 ha, dadas principalmente por la transformación de 51.29 ha en zonas habitacionales, siendo la diferencia entre estas dos últimas cifras (13.4 ha)

explicada por la transformación de 7.68 ha de agricultura y 6.09 ha de zonas sin vegetación a cobertura de pastizal inducido.

Tabla 19
Uso de suelo y vegetación de en el 1995-2018

Categoría	Superficie 1995 (ha)	Superficie 2018 (ha)	Incremento 1995-2018 (ha)	Tasa de cambio (ha/año)
Agricultura	2997.91	1581.07	-1,416.85	-108.99
Asentamientos humanos	6757.11	8208.06	1,450.95	111.61
Banco de materiales	22.74	22.74	0.00	0.00
Bosque de Pino-Encino	5737.55	5691.19	-46.36	-3.57
Cuerpo de agua	0.84	0.84	0.00	0.00
Infraestructura	135.24	187.14	51.91	3.99
Pastizal	1702.68	1664.92	-37.76	-2.90
Selva baja caducifolia	974.14	949.98	-24.17	-1.86
Sin vegetación aparente	359.24	256.82	-102.42	-7.88
Vegetación riparia	1908.90	1905.09	-3.81	-0.29
Vegetación secundaria	294.42	422.94	128.52	9.89

Nota. Fuente: elaboración propia

Espacialmente, como se puede observar en la Figura 12 la zona de asentamientos humanos está concentrada en la parte este del municipio, que corresponde con la parte menos accidentada en cuanto al relieve. También se observa que la mancha urbana sigue una trayectoria norte a sur, fenómeno que puede ser explicado por la influencia de la carretera México – Acapulco. La vegetación natural que persiste en el municipio está representada por el bosque que pino-encino, que se distribuye al norte del municipio. En la zona suroeste del municipio se observan remanentes de selva baja caducifolia, que limitan con algunas zonas agrícolas y pastizales inducidos, además de la vegetación riparia remanente en el sistema de barrancas que corre de norte a sur. Otras zonas agrícolas se pueden observar en la parte noreste del municipio, que corresponde a los ejidos de Ocotepc y Ahuatepec, en los límites con el municipio de Tepoztlán, así como en la parte sur, en el ejido de Acapantzingo.

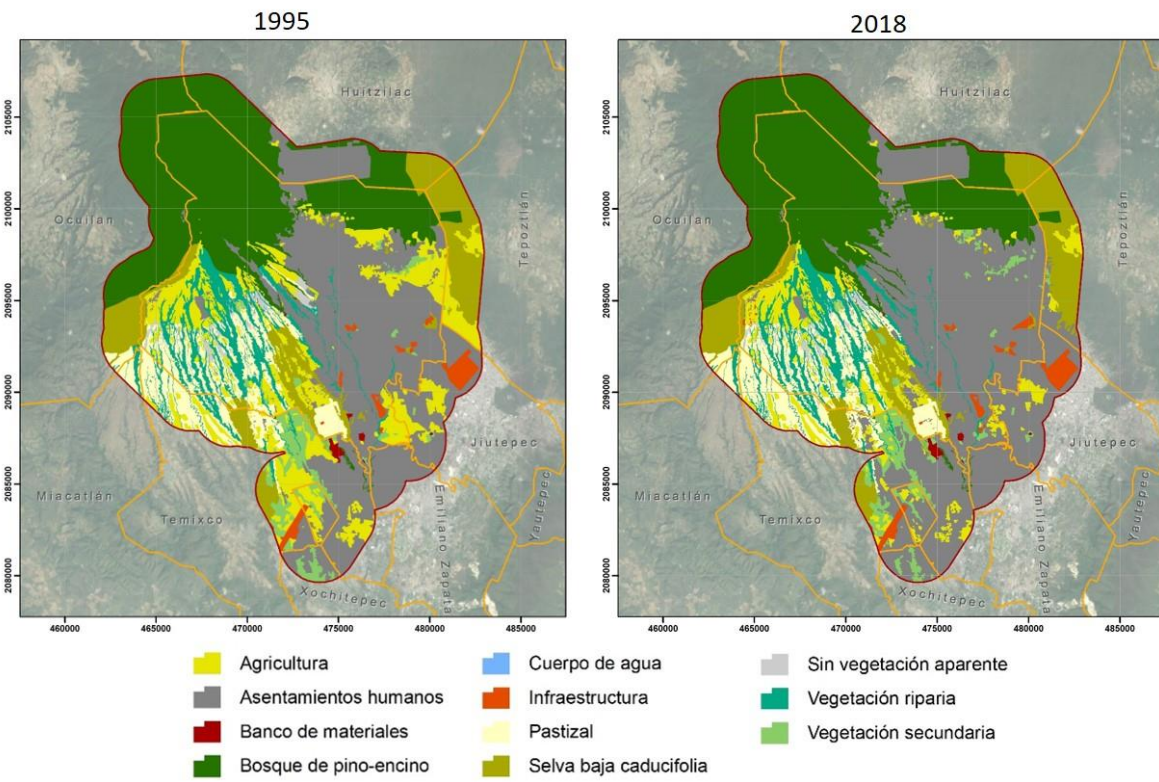
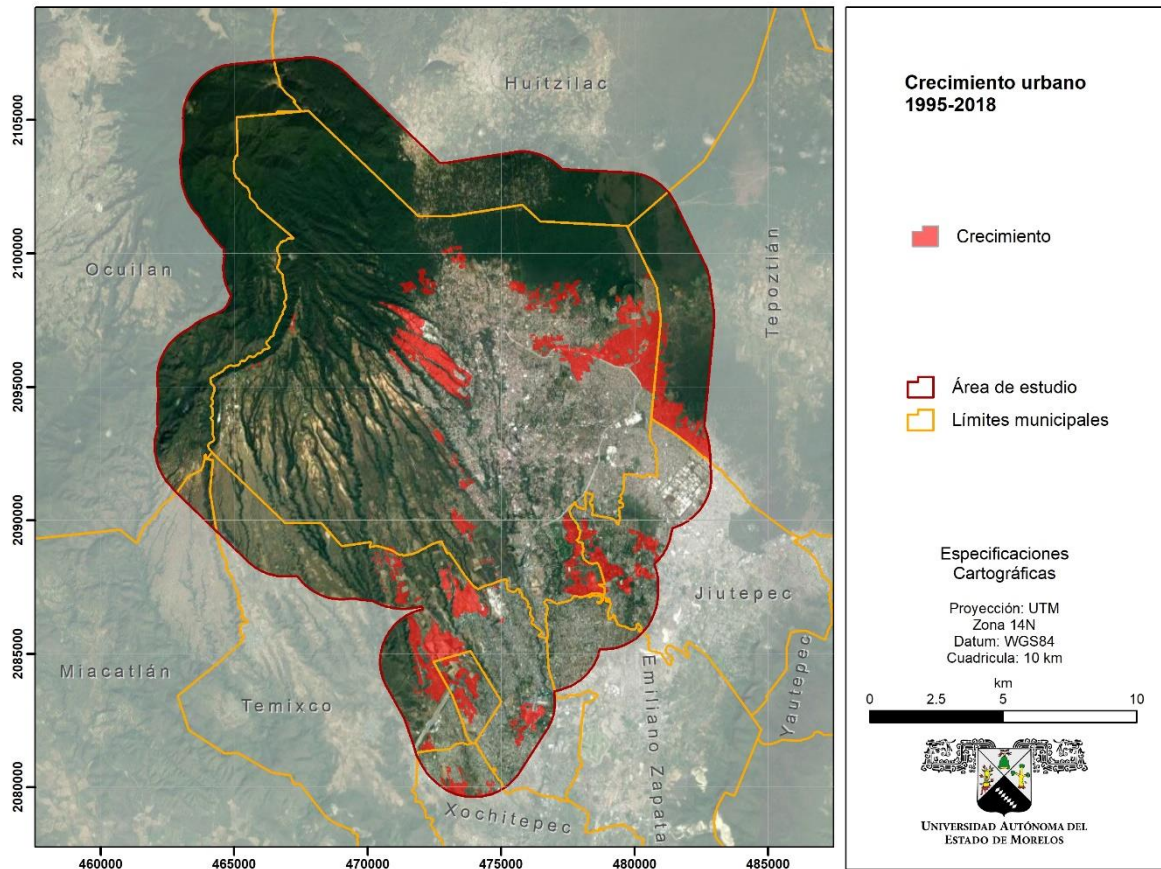
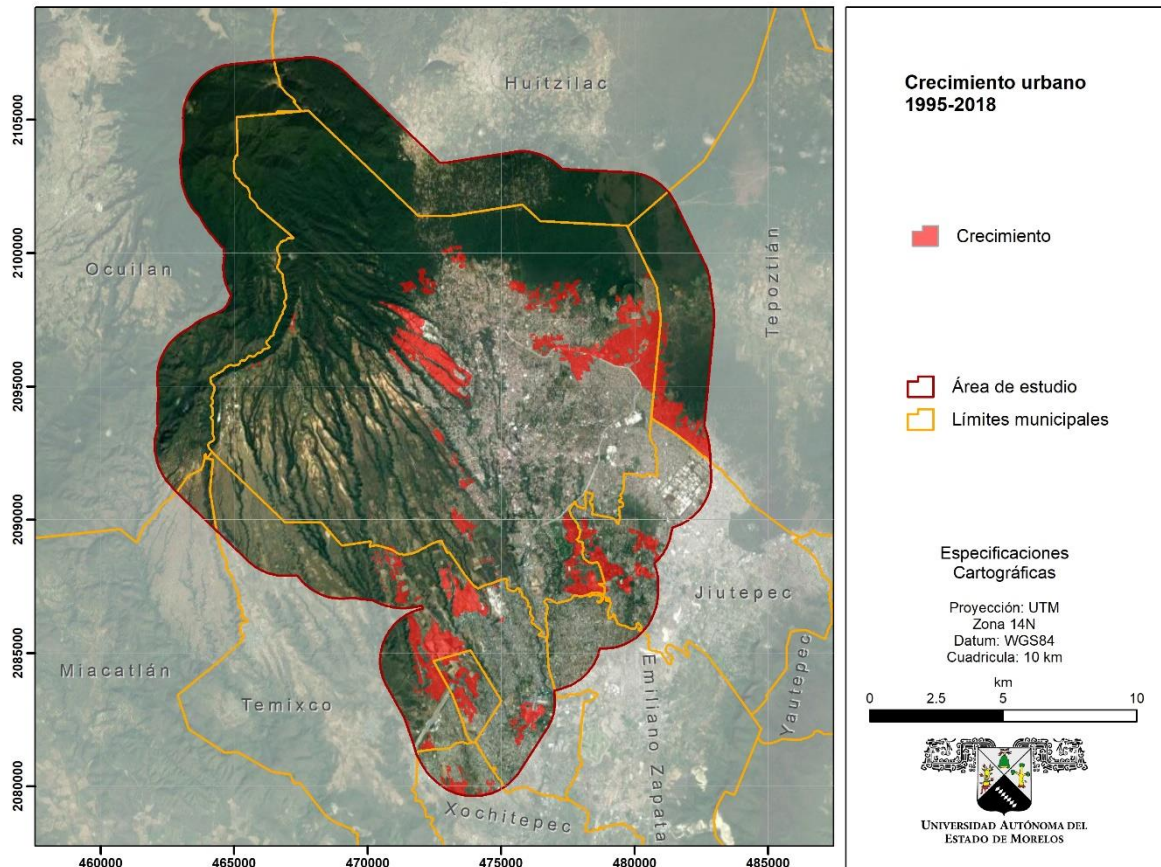


Figura 12. Comparativa de la cobertura de usos de suelo entre los años 1995 y 2018

Como se puede observar en el



Mapa 4, la zona urbana ha crecido principalmente hacia el norte del municipio; se observa un importante crecimiento en la parte este de la mancha urbana, que corresponde a las colonias Milpillas, Unidad Deportiva, Cerritos García Los Cizos y Lomas Verdes. Otro polo importante de crecimiento se observa en la parte noreste de la ciudad, en las colonias Lomas de Ahuatlán, Tetela del Monte, Lomas del Zompante, Real de Tetela, Jardines de Ahuatlán, entre otras. En la parte sur, el crecimiento se ha dado principalmente en las colonias La Unión, La Unión 2ª sección, Nueva Santa María, Jardines del Edén y Ejidos de Acapantzingo.



Mapa 4. Crecimiento urbano 1995-2018

En la Figura 13 se muestra una comparativa de fotografías aéreas de 1995 y satelitales de 2018 donde se puede apreciar el crecimiento urbano, en este caso se trata de las colonias Tetela del Monte (1), Condominio Real de Tetela (2), Fraccionamiento Jardines de Ahuatlán (3), Unidad Habitacional Lomas de Ahuatlán (4), Fraccionamientos Lomas del Zompantle (5) y Fraccionamiento Lomas de Ahuatlán (6) entre otras.



Figura 13. Comparativa de cambio de uso de suelo

Nota. Fuente: Inegi (1995) y Google (2018).

Ponderación de los criterios y elaboración de las capas de factores

Se aplicaron 68 encuestas en 10 colonias, de acuerdo a las zonas indicadas en el apartado de metodología. Los 9 factores propuestos para esta investigación, fueron considerados importantes por al menos uno de los entrevistados. El factor más mencionado fue el Costo del suelo, con un total de 45 menciones (frecuencia); por el contrario, el factor Uso de suelo, resultó el menos mencionado, ya que únicamente 39 de los entrevistados lo consideró importante.

Tabla 20
Frecuencia por factor

Factor	Frecuencia	Porcentaje
Costo del suelo	45	66.2
Disponibilidad de servicios básicos	43	63.2
Clima	41	60.3
Distancia a centros comerciales	40	58.8
Distancia a centros de trabajo	39	57.4
Distancia a vías principales	39	57.4
Pendiente	36	52.9
Distancia a escuelas	36	52.9
Uso del suelo	34	50.0

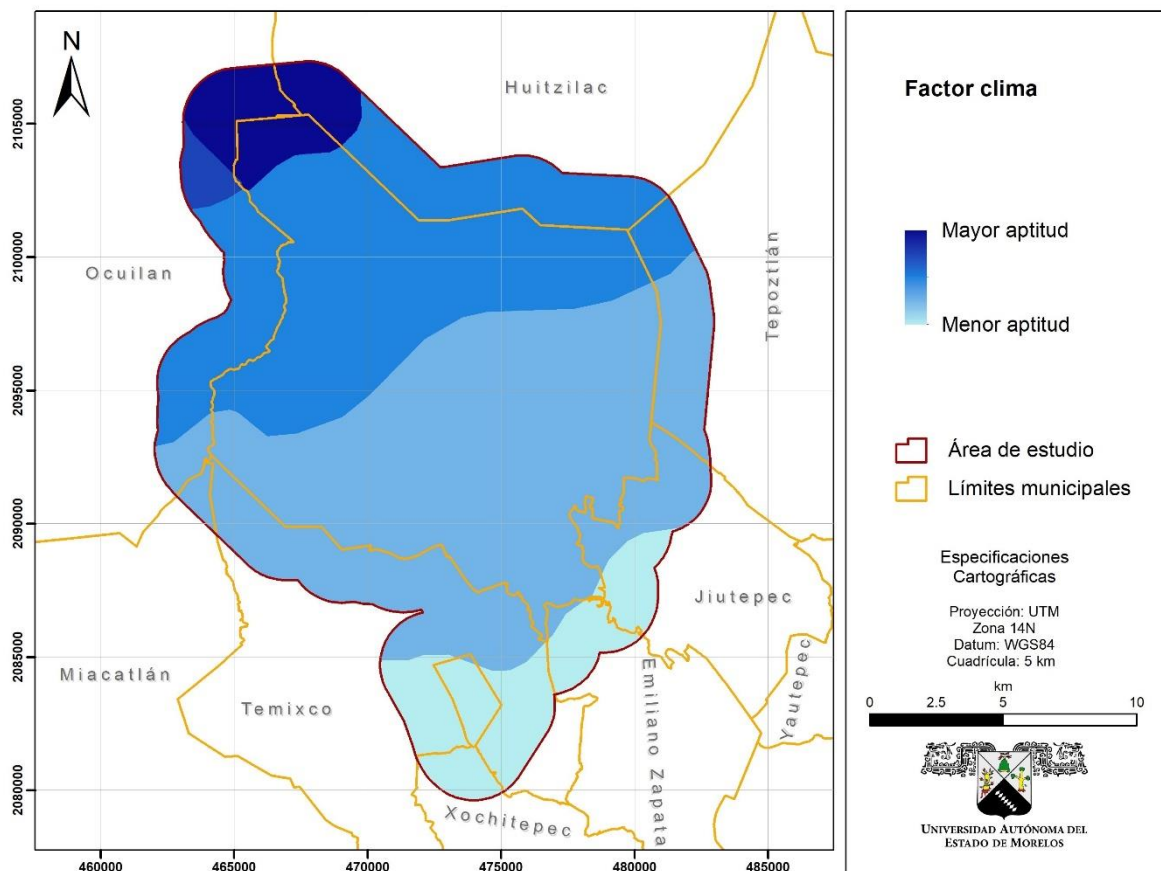
Una vez realizado el Proceso de Jerarquía Analítica, se pudo observar que el factor *Costo del suelo* resultó ser el factor con más importancia respecto a los demás, resultando con una importancia de 23.47%; otros factores con alto valor de importancia son *Clima*, con el 21.84%, *Disponibilidad de Servicios Básicos* (18.71%), y *Distancia a Vías Principales*, que obtuvo el 11.55% de importancia. En la parte baja de la tabla encontramos a los factores *Distancia a Escuelas* (8.03%) y *Distancia a Centros Comerciales* (6.85%).

Tabla 21
Importancia de los factores

Factor	Importancia (%)
Costo del suelo	23.47
Disponibilidad de servicios básicos	21.84
Clima	18.71
Distancia a centros comerciales	11.55
Distancia a centros de trabajo	8.03
Distancia a vías principales	6.85
Pendiente	5.67
Distancia a escuelas	2.64
Uso del suelo	1.25

Clima

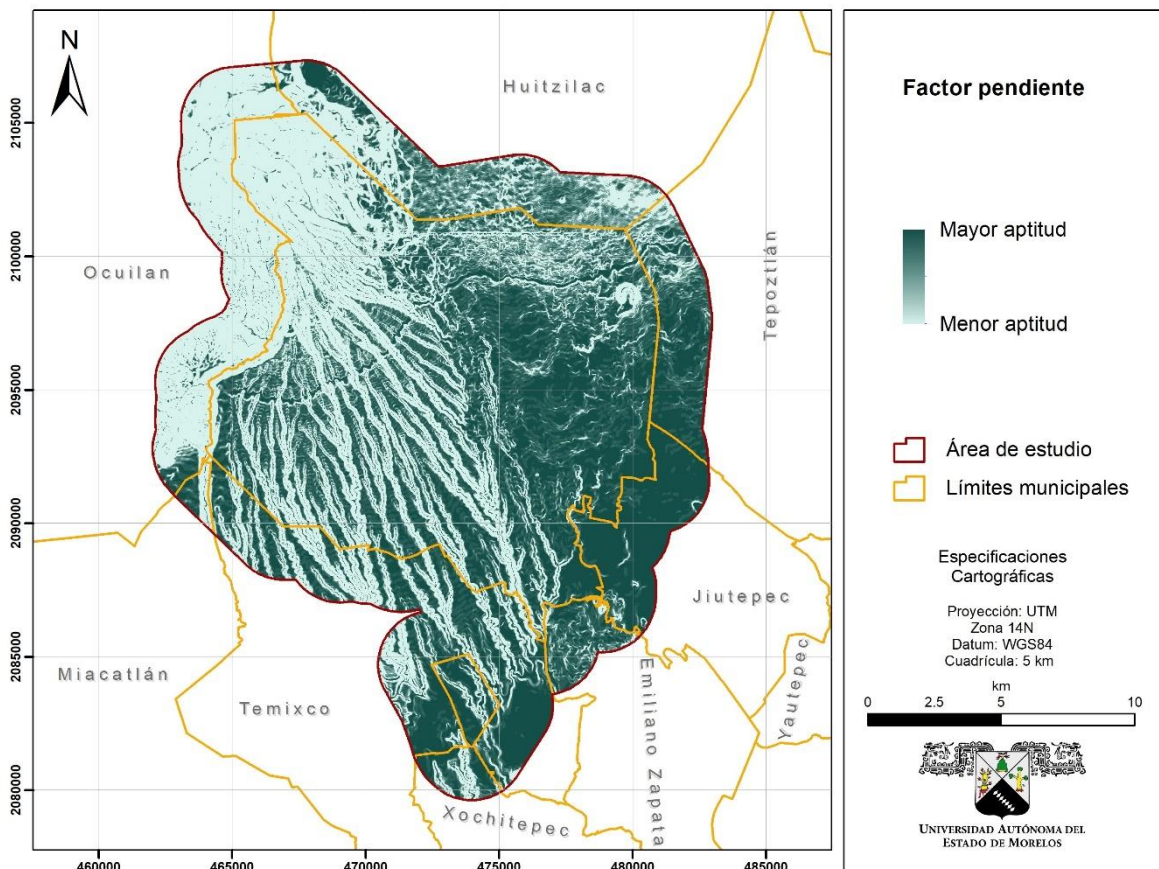
A partir de información cartográfica de Inegi, se obtuvo el mapa de clima. Para el área de estudio se tienen cinco tipos de clima: frío, semifrío subhúmedo, templado subhúmedo, semicálido subhúmedo y cálido subhúmedo. Para obtener esta capa se realizó una reclasificación de la misma, dando mayores valores de aptitud a climas más fríos; lo anterior porque la totalidad de los entrevistados manifestó preferir climas frescos sobre climas cálidos. El factor clima tuvo una importancia de 21.48% frente al resto de los factores.



Mapa 5. Factor clima

Pendiente

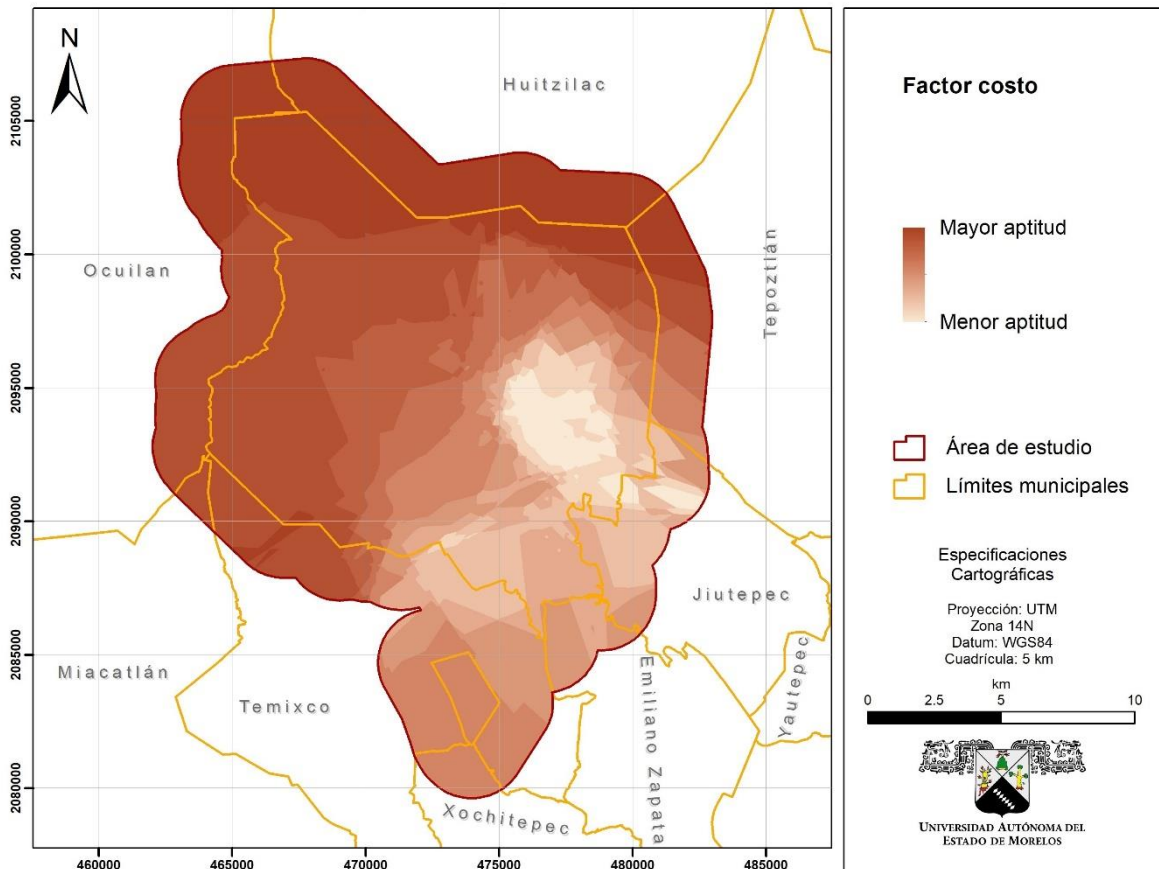
El 52.9% de los entrevistados mencionaron el factor *Pendiente* como importante en la decisión de comprar su casa o terreno, sin embargo, este factor fue considerado de menor importancia respecto a la mayoría de factores, presentando una importancia de 2.64%. Dado que los entrevistados manifestaron preferir un grado de inclinación del mismo bajo, ya que esto permite ahorrar costos de construcción, se hizo una reclasificación del mapa de pendiente, dando mayores valores de aptitud a zonas con pendientes bajas, y menores valores a zonas con mayor inclinación.



Mapa 6. Factor pendiente

Costo del suelo

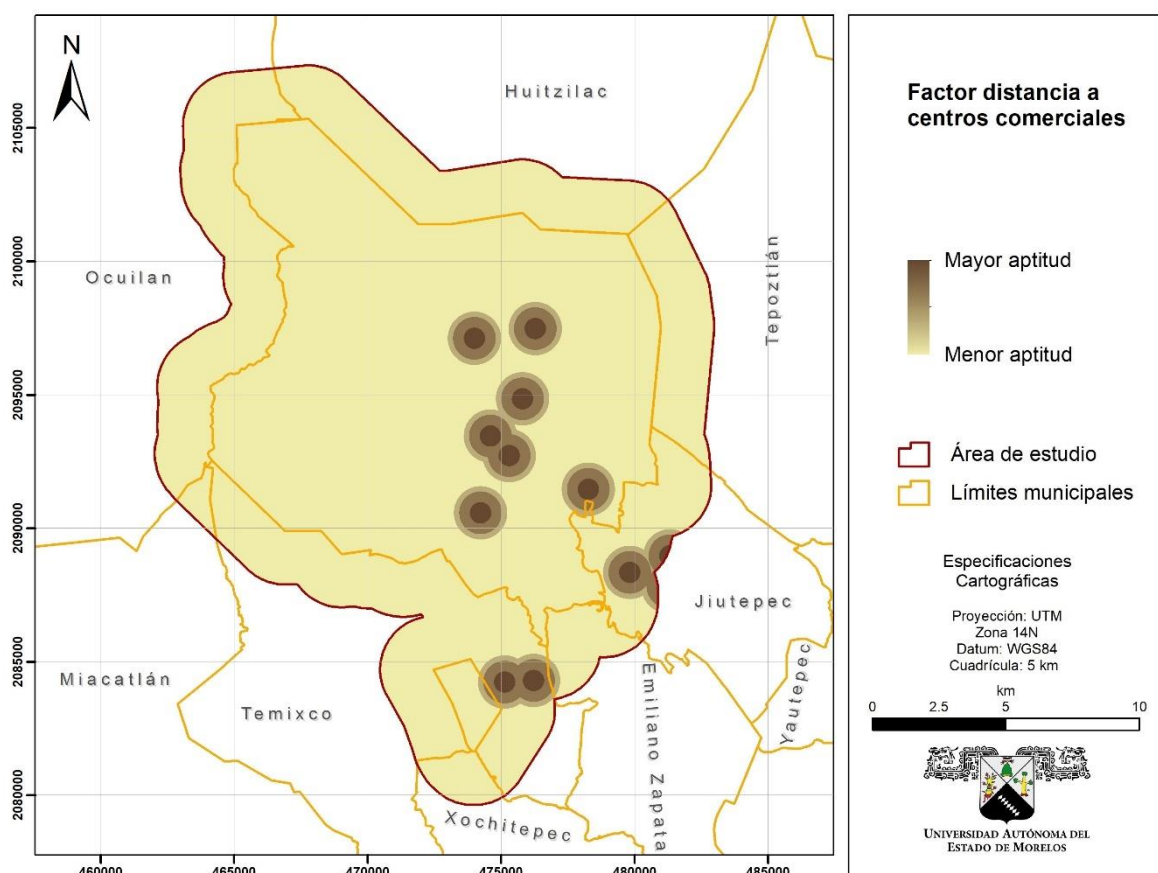
Con el 23.27%, el factor *Costo del Suelo* resultó el factor con mayor importancia. Como resultado del análisis de costos del suelo se obtuvo el *Mapa 7*; se dieron mayores valores de aptitud a zonas con bajo costo, y menor aptitud a zonas con precios más elevados. Se puede observar un gradiente que va desde la zona central de la zona urbana, en lo que corresponde a las colonias Vista Hermosa, Reforma, Delicias, Centro, que tienen un costo hasta de \$10,000 por metro cuadrado, hacia las zonas en la periferia, donde se observaron valores de hasta \$400 por metro cuadrado de terreno.



Mapa 7. Factor Costo del Suelo

Distancia a centros comerciales

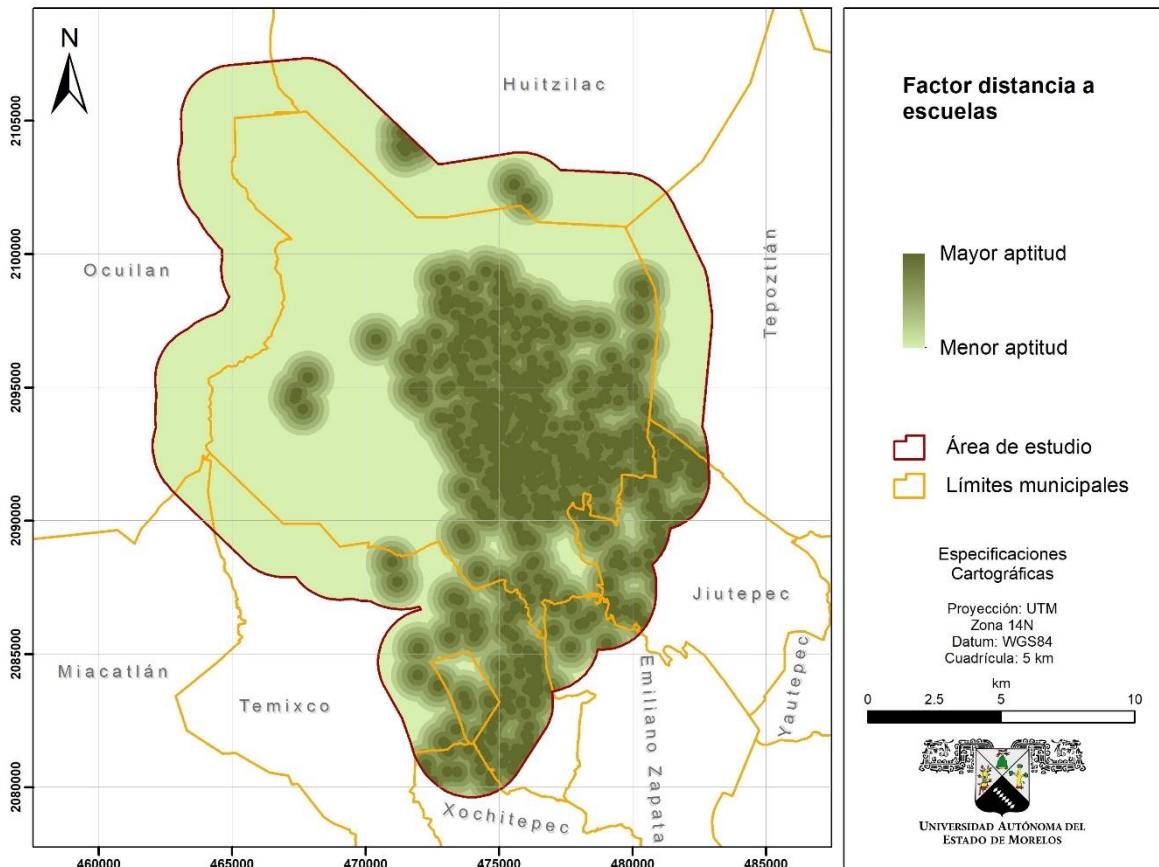
El *Mapa 8* corresponde al factor *Distancia a Centros Comerciales*, refleja una mayor aptitud en la parte central de la zona urbana, debido principalmente a la cercanía con el mercado Adolfo López Mateos; sin embargo, también se pueden observar algunos otros polos con alta aptitud, como en las colonias Buena Vista y Antonio Barona, debido a los mercados de barrio, o como las colonias Satélite, Ricardo Flores Magón, Los Volcanes, entre otras, debido a su cercanía con grandes plazas comerciales, como Galerías Cuernavaca, Plaza Averanda, Plaza Forum, o supermercados, como Mega Comercial Mexicana, Soriana y Chedraui. Como resultado del Proceso de Jerarquía Analítica, este factor tuvo una importancia del 6.85%.



Mapa 8. Factor distancia a centros comerciales

Distancia a escuelas

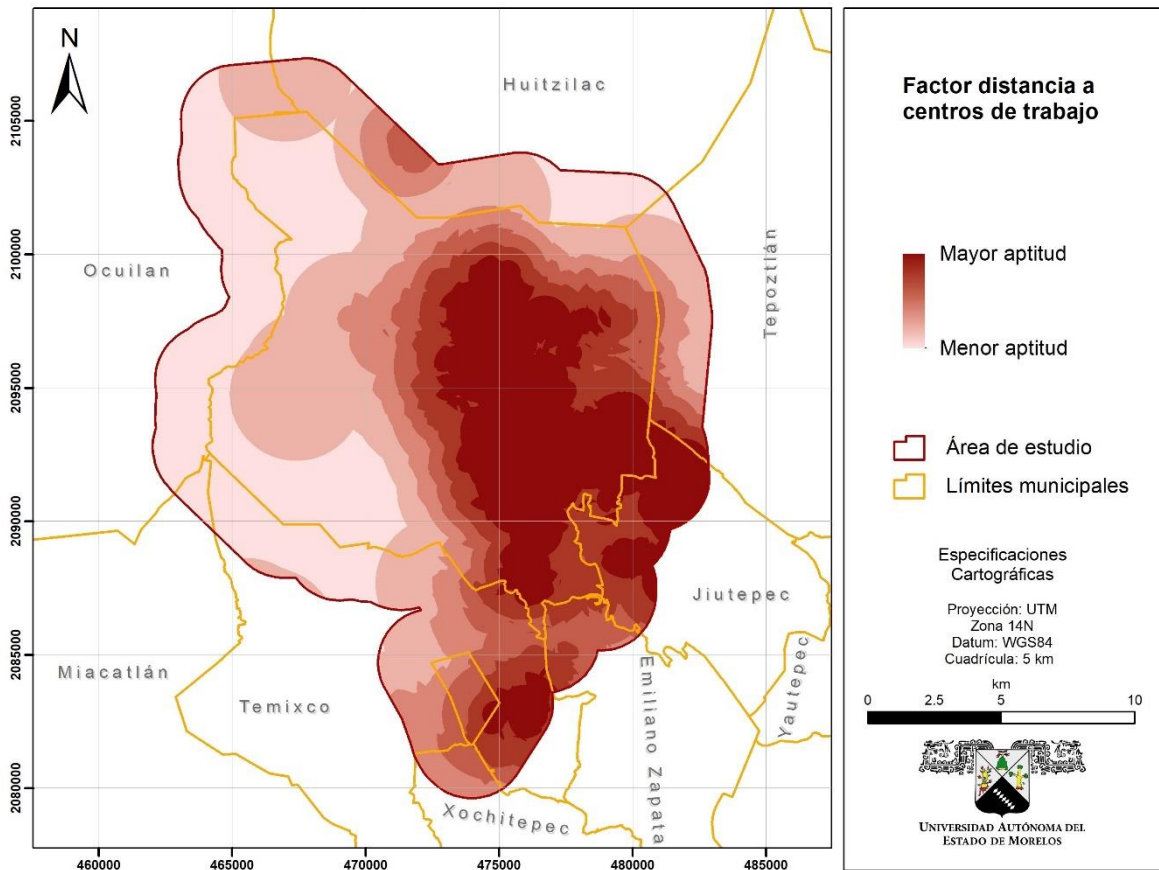
El factor Distancia a Escuelas tuvo una importancia del 8.03%. Como resultado del análisis para este factor se obtuvo el *Mapa 9*, en el que se puede observar una amplia cobertura de los servicios de educación para la zona de estudio. La zona centro del centro urbano presenta mayores aptitudes, que van disminuyendo hacia la periferia de la ciudad, sin embargo, se puede observar una zona homogénea de alta aptitud.



Mapa 9. Factor Distancia a Escuelas

Distancia a centros de trabajo

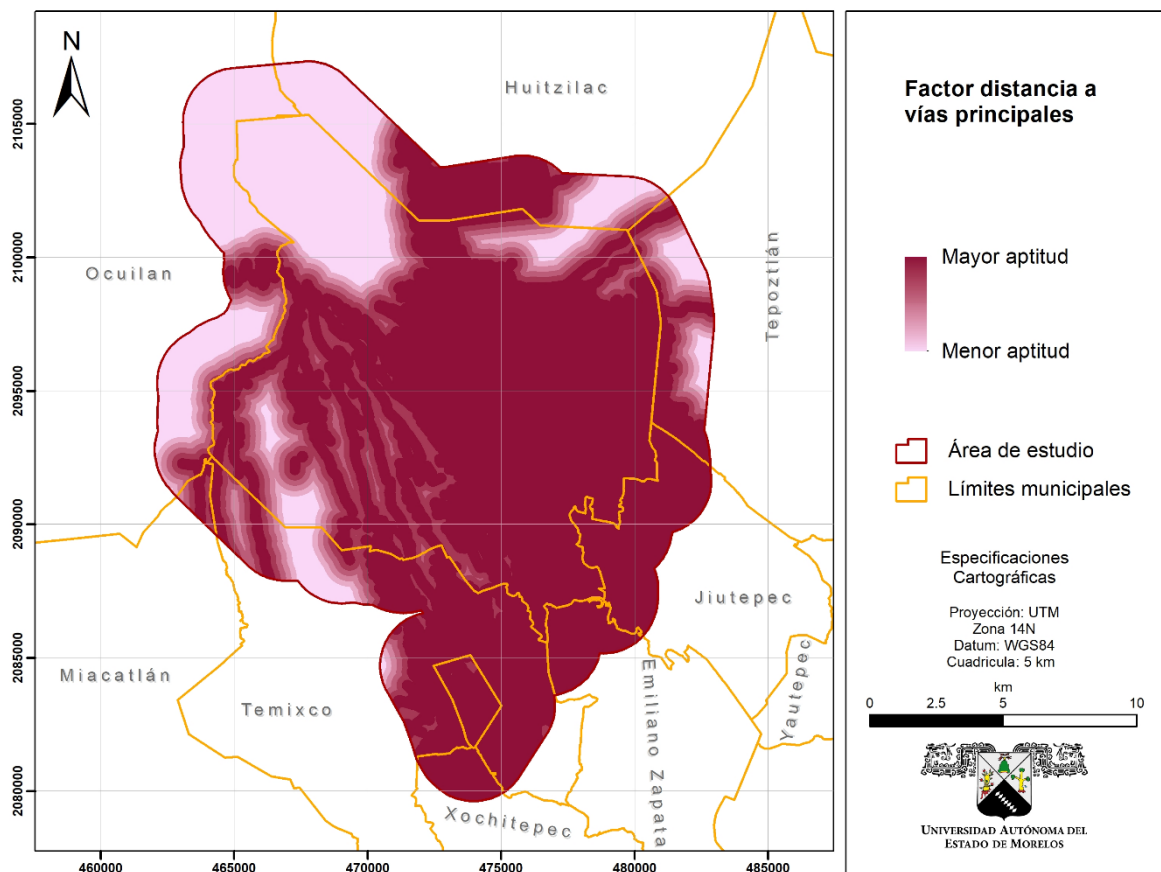
El *Mapa 10* corresponde a la factor *Distancia a centros de trabajo*, que tiene una importancia del 5.67%, presenta una zona de alta aptitud que corresponde a la zona urbana del municipio, esto debido a que es ahí donde están concentrada la mayoría de las unidades económicas.



Mapa 10. Factor distancia a centros de trabajo

Distancia a vía principal

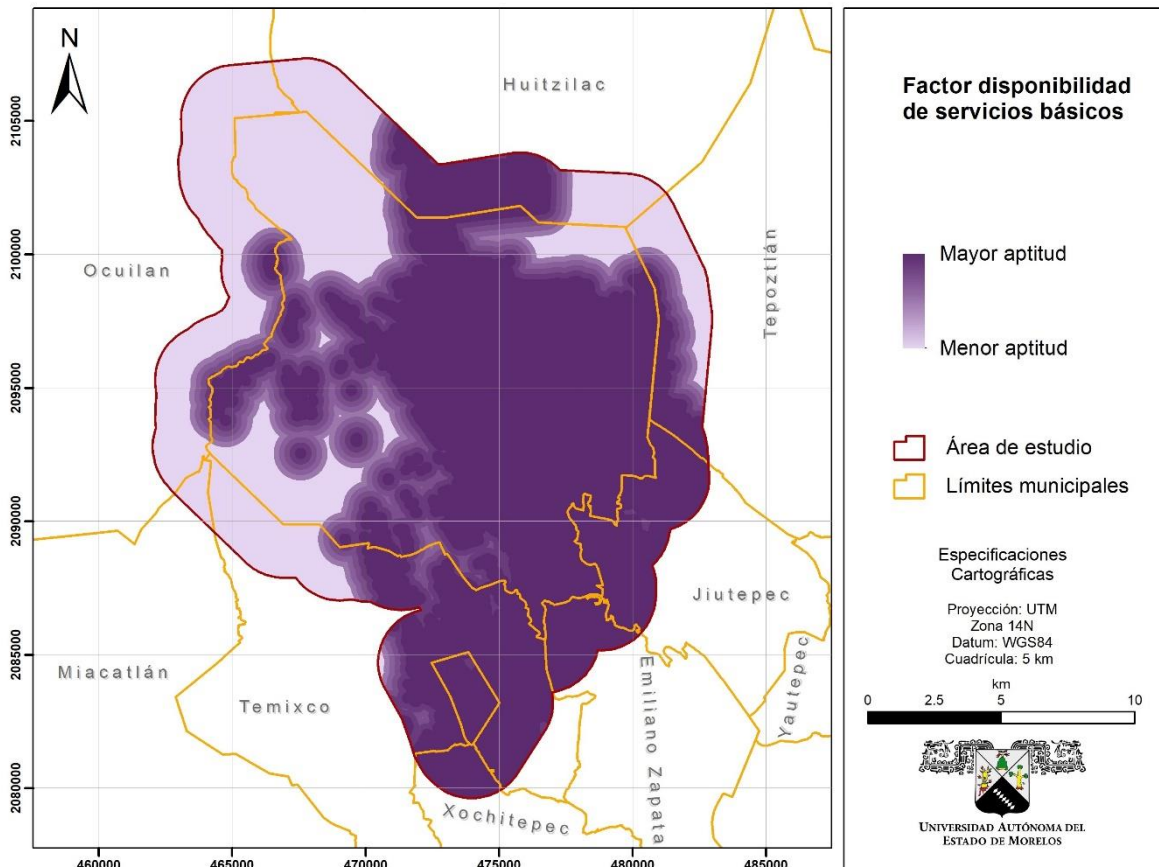
De los factores de distancia, el que resultó con la mayor importancia fue la *Distancia a Vías Principales*, con el 11.55%. La ciudad de Cuernavaca está comunicada principalmente por tres vialidades: la autopista 95D, México-Cuernavaca, que cruza la ciudad de norte a sur. La carretera federal México-Cuernavaca, que posteriormente se convierte en las avenidas Emiliano Zapata, Morelos y Álvaro Obregón; y la avenida Plan de Ayala-Paseo Cuauhnáhuac, que cruza la ciudad de este a oeste, comunicando con la carretera Cuernavaca-Cuautla, y a su vez con los municipios de Jiutepec y Yauhtepec. En el mapa de este factor, se pueden observar las mayores aptitudes en las zonas cercanas a estas vías de comunicación.



Mapa 11. Factor pendiente

Disponibilidad de servicios básicos

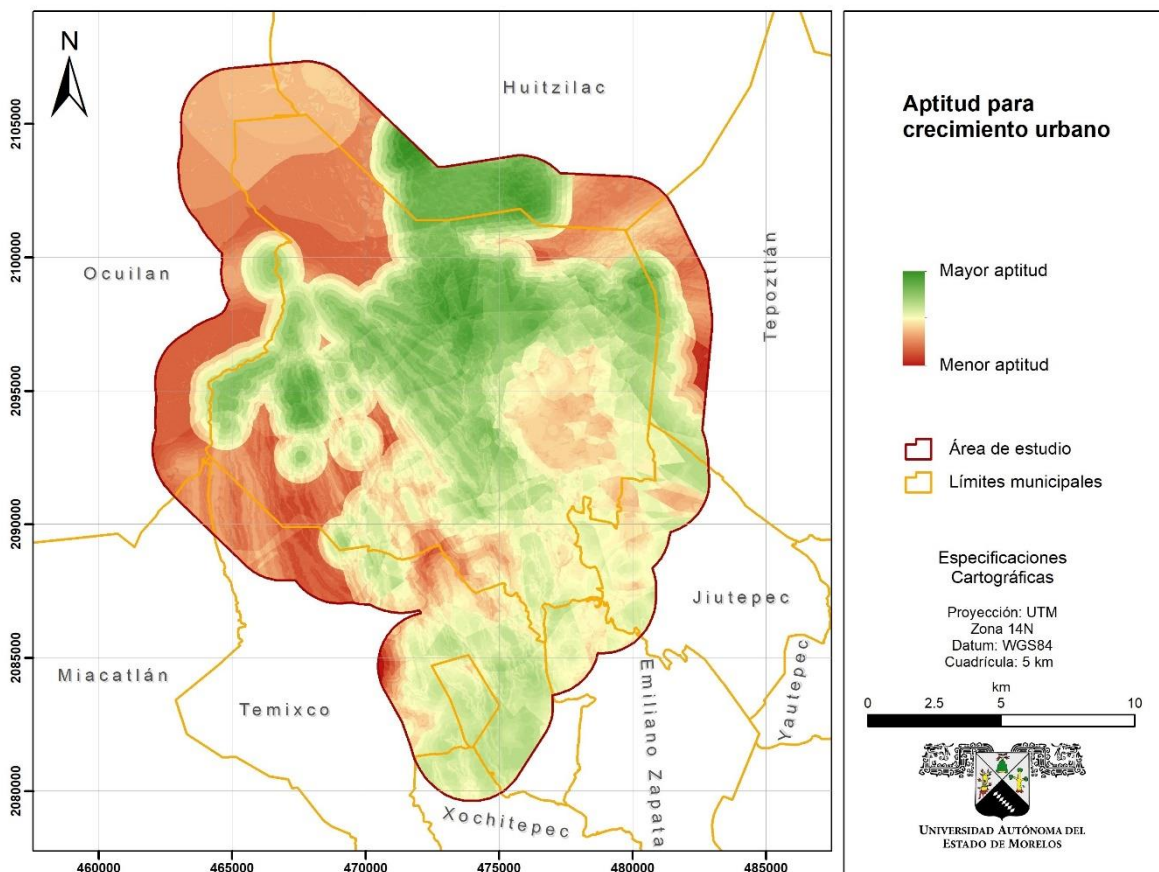
En el mapa correspondiente a la *Disponibilidad de servicios básicos*, se puede observar una alta aptitud prácticamente en la toda la zona urbana, un gradiente que va disminuyendo hacia las zonas de la periferia.



Mapa 12. Factor disponibilidad de servicios básicos

Aptitud para crecimiento urbano

Como resultado del análisis multicriterio realizado, se obtuvo el *Mapa 13*; en el que se puede observar una mayor aptitud en la parte norte del municipio, esto debido al clima templado que se presenta en esa zona. La zona sur, en lo correspondiente a las colonias, Ejidos de Acapantzingo, Lázaro Cárdenas es otra de las zonas con alta aptitud, debido al bajo costo del suelo en dichas zonas. Se observa un manchón con baja aptitud en la parte central de la zona urbana; que se explica por los altos precios del terreno. Así mismo, se observa una zona de baja aptitud en la zona sureste, esto es dado principalmente por la falta de cobertura de servicios básicos en la zona.



Mapa 13. Aptitud para crecimiento urbano

Modelo de predicción

Como producto del modelado mediante cadenas de Markov, se obtuvieron las tablas de transición de áreas entre los años 1995 y 2018. En la Tabla 22 se presenta un extracto de dicha tabla, donde se observa la superficie esperada de suelo urbano para el año 2040 y la categoría que cede dicha superficie. La tabla completa se puede encontrar en anexos.

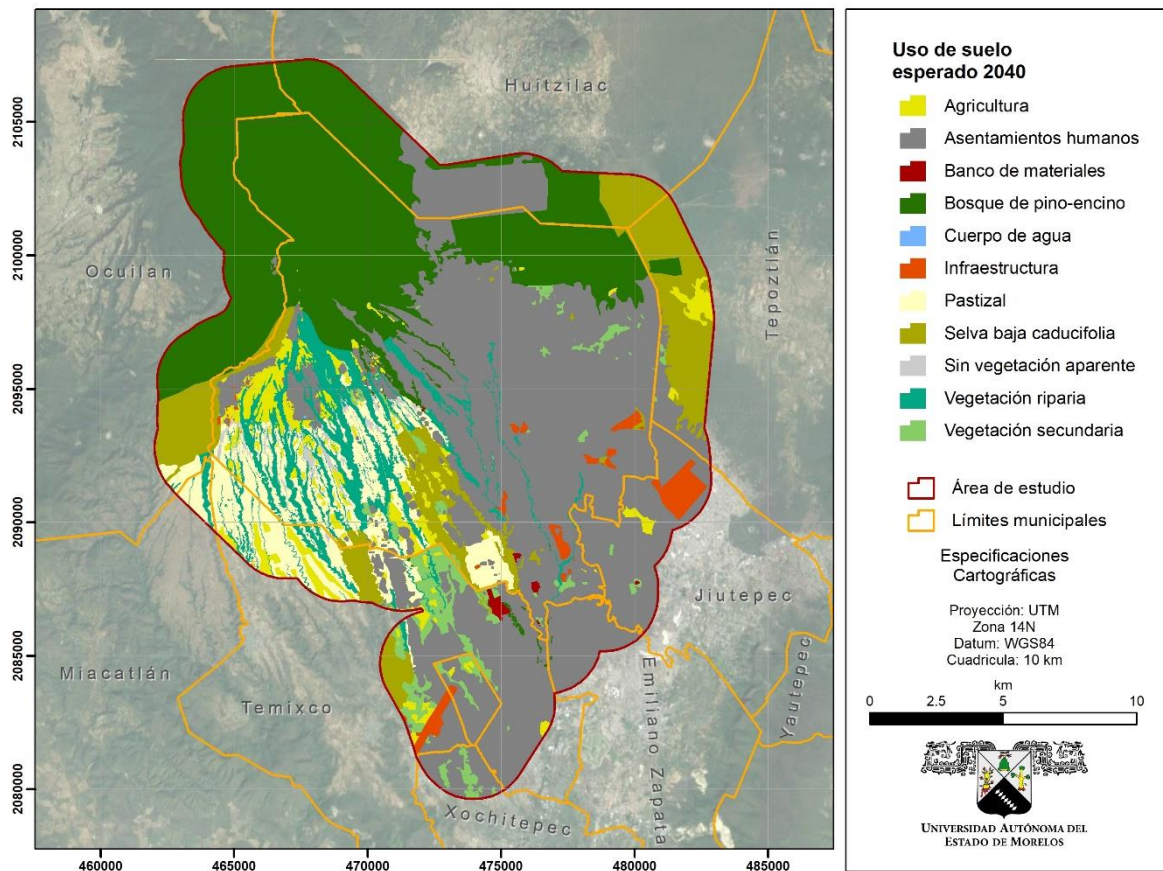
Como se puede observar, el modelo prevé un crecimiento de 960.58 ha para el uso urbano. Se espera que la mayoría de esa superficie se dé a partir de zonas agrícolas que, con 740.53 ha cedidas, es poco más de 10 veces la superficie de la siguiente categoría, vegetación secundaria, que cedería 69.77 ha.

Tabla 22

Transición a uso de suelo urbano

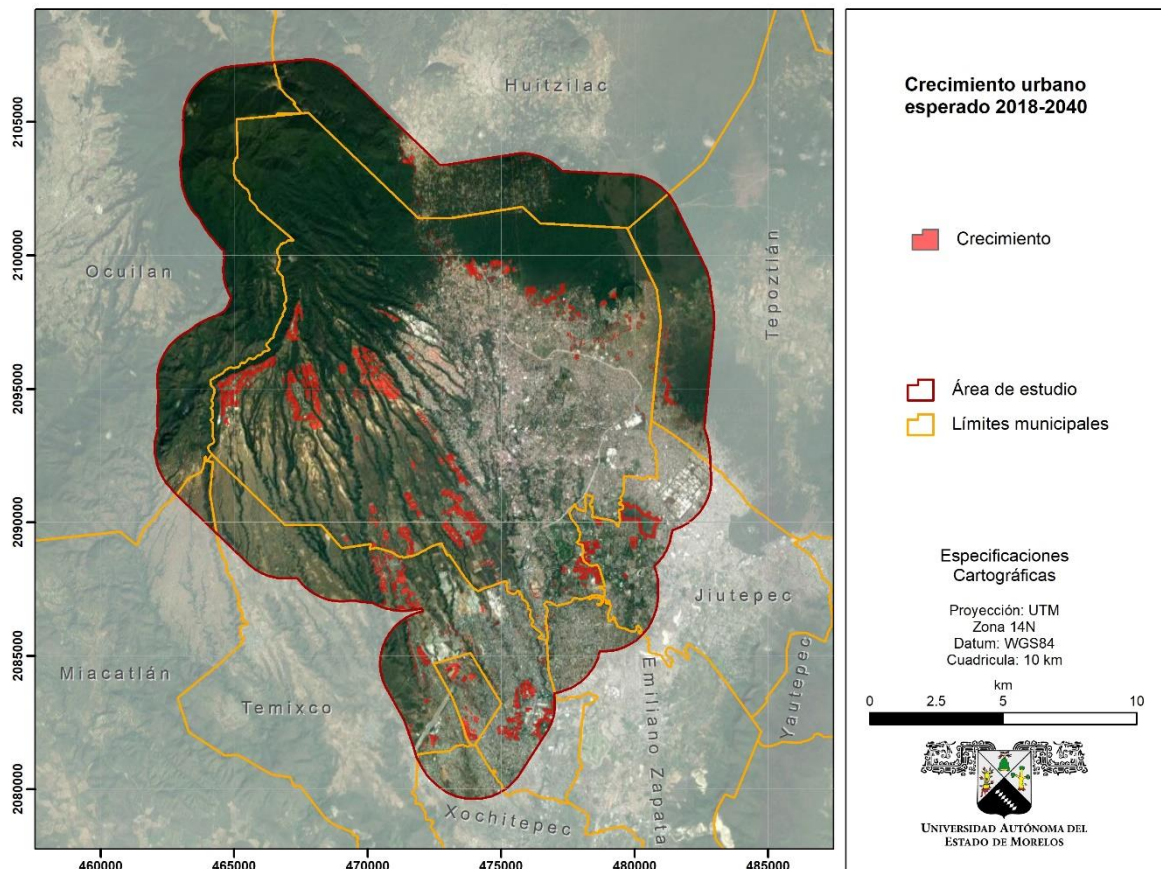
Categoría	Crecimiento urbano esperado (ha)
Agricultura	740.53
Banco de materiales	1.98
Bosque de pino-encino	19.65
Cuerpo de agua	0
Infraestructura	0.04
Pastizal	37.33
Selva baja caducifolia	24.09
Sin vegetación aparente	63.5
Vegetación riparia	3.69
Vegetación secundaria	69.77
Total	960.58

Como resultado de la simulación mediante el módulo CA-Markov, se obtuvo el uso de suelo esperado para el año 2040 (Mapa 14).



Mapa 14. Uso de suelo esperado 2040

Nota. Fuente: elaboración propia



Mapa 15. Crecimiento urbano esperado 2018-2040

Nota. Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en el Mapa 15, el crecimiento urbano será principalmente en la zona oeste del municipio, consolidando asentamientos como Buena Vista del Monte y Ahuatenco, y colonias como Santa Úrsula, La Unión, La Unión 2ª sección y Nueva Tenochtitlan. Se observa también un importante crecimiento en la zona agrícola al este de las colonias Del Bosque, Fraccionamiento Bellavista y Lomas Tetela, donde actualmente existen algunos asentamientos dispersos. Asimismo, hacia el norte, en terrenos agrícolas de las colonias Independencia, Ocotera, Provincias de Jerusalén y Lomas de Chamilpa. La misma situación en las colonias Cuauhtémoc, Barrio Los Ramos, y el poblado de Ocotepec, que crecen hacia el norte, alcanzando en algunas partes la autopista 95D.

Se observa también una densificación y ocupación de vacíos urbanos en las colonias Alarcón Estación, Jardines de Zoquipa, Lomas de Ahuatepec y el poblado de Ahuatepec. En el

extremo oriente de la zona urbana, se observa un importante crecimiento en la colonia Milpillas, que se extiende hacia el mismo punto cardinal, cubriendo gran parte de las zonas agrícolas actualmente existentes en esa zona. Al interior de la zona urbana, se observa crecimiento en las zonas agrícolas del ejido de Tejalpa, Lomas de Jiutepec, Atlacomulco, en el municipio de Jiutepec.

Capítulo V. Conclusiones

Dentro de los objetivos particulares de la presente investigación se encuentran el conocer la dinámica de urbanización del año 1995 al 2018 en la ciudad de Cuernavaca. Se emplearon herramientas de técnicas de fotointerpretación, sistemas de información geográfica, autómatas celulares y percepción remota, se logró hacer un análisis objetivo del territorio de estudio, donde se observó que la superficie correspondiente a asentamientos humanos se incrementó en un 22.8 %, del año 1995 al año 2018, sobre todo hacia la zonas este de la ciudad de Cuernavaca, específicamente en donde se ubican las colonias Milpillas, Unidad Deportiva, Cerritos García Los Cizos y Lomas Verdes; y al noreste del municipio, en las colonias Lomas de Ahuatlán, Tetela del Monte, Lomas del Zompante, Real de Tetela, Jardines de Ahuatlán, entre otras. Hacia la parte sur, el crecimiento ha sido menor, éste se ha dado principalmente en las colonias La Unión, La Unión 2ª sección, Nueva Santa María, Jardines del Edén y Ejidos de Acapantzingo.

Sabemos que existe una profunda relación entre el impacto de estos asentamientos humanos y el ambiente, el modo en que la población se organiza en el espacio tiene consecuencias importantes sobre la dinámica del medio natural, al incrementarse las actividades y el uso de los recursos naturales, la explotación de los mismos y la contaminación, factores que deben ser considerados para las estrategias próximas de urbanización.

Otra de las categorías que sufre grandes cambios es la de agricultura, que disminuyó en un 50.33%. Esto se encuentra ampliamente relacionado con lo mencionado anteriormente, pues el cambio del uso del suelo ha pasado de ser agrícola a urbano. Esta transformación ha traído como consecuencia la disminución de este recurso y agravado los problemas medio ambientales.

Asimismo, la urbanización mal planeada fomenta la saturación de la infraestructura y servicios básicos existentes, la escasez de alimentos y agua para la población, además de que aumenta el calor por no contar con área permeable y contribuye a la desaparición de la biodiversidad que caracteriza este suelo.

Gran parte de este crecimiento se debe al establecimiento de grandes barrios cerrados de distintos niveles socioeconómicos, esto conforma lo propuesto por Borsdorf (2003) en su

modelo de ciudad fragmentada, ejemplo de ello son las colonias de Lomas del Zompante, que contrastan tanto en tamaño como en nivel socioeconómico, pero que se encuentran a una distancia relativamente cercana. Otro ejemplo de ello son los asentamientos en la zona noreste de la ciudad, donde se observan los contrastes de fraccionamientos de alto nivel, como Vistahermosa, Lomas de Vistahermosa adyacentes al crecimiento de asentamientos de bajo nivel en las colonias Bosques de Cuernavaca, Federación, Ahuetetitla, donde algunos de estos asentamientos se han dado irregularmente a partir de la invasión de terrenos de derecho de vía federal, correspondientes en su momento a la vía del tren México-Cuernavaca. Asimismo, en últimos años han proliferado las plazas comerciales, algunas de ellas incluyen la oferta de espacios habitacionales y de negocios, como Plaza Averanda.

Otra de las características comunes que se encontraron en las zonas urbanas en crecimiento, como las colonias Milpillas, Unidad Deportiva, Cerritos, La Unión, La Unión 2^a sección, Nueva Santa María, Jardines del Edén y Ejidos de Acapantzingo; es la propiedad de la tierra, pues todos son propiedades ejidales, lo que marca una pauta, al establecer que la regularización de la tierra es algo a atender para poder controlar las zonas hacia las cuales es conveniente tanto ambiental como socialmente dirigir el crecimiento urbano.

Autores como Wallner, Haig, y Hoyt proponen que los factores que inciden en el proceso del crecimiento urbano son de diversos tipos, desde socioeconómicos, hasta ambientales o físicos.

La metodología utilizada en el presente estudio permitió conocer de voz de los habitantes de la ciudad de Cuernavaca, las razones que los llevan a establecerse en un lugar determinado. Los factores elegidos fueron acertados, ya que ninguno de los entrevistados consideró necesario incluir algún otro factor a la lista propuesta y aunque ninguno de los factores fue mencionado en la totalidad de las entrevistas, todos los factores tienen más del 50% de menciones. Sin embargo, en estudios futuros podría resultar útil incorporar una variable referente al tipo de propiedad, ya que una gran parte de los entrevistados al vivir en terrenos ejidales manifestó haber recibido la casa o terreno como herencia y no tener otra opción para adquirir un lugar para vivir.

El instrumento utilizado para obtener la información también resultó adecuado, y de fácil entendimiento tanto para el aplicador como para el entrevistado, permitiendo un flujo de información rápido y de fácil registro. Aunque por razones de seguridad, algunas de las personas preferían no dar datos personales, o contestar preguntas como ¿Cuál es el nombre de la escuela de sus hijos?, se pudo obtener la información necesaria para el procesamiento de datos en todas las entrevistas.

En este sentido, si bien todos los factores propuestos en este estudio fueron mencionados como importantes al menos una vez en las encuestas, después de realizar el análisis multicriterio, se observa que existe una amplia diferencia en su importancia, ya que entre los primeros tres factores, Costo (23.47 %), Clima (21.84 %) y Disponibilidad de Servicios Básicos (18.71 %), concentran el 64% de la importancia total; mientras que el entre los factores restantes, Distancia a Vías Principales (11.55 %), Distancia a Escuelas (8.03%), Distancia a Centros Comerciales (6.85 %), Distancia a Centros de Trabajo (5.67%), Pendiente (2.64 %) y Uso del Suelo (1.25%), se reparten el 34 % restante.

A partir de la aplicación entrevistas, análisis de jerarquía analítica y análisis multicriterio fue posible obtener una capa de aptitud para el desarrollo urbano que refleja la realidad para la ciudad en estudio y, a partir de esta, un modelo predictivo basado en autómatas celulares que ofrece una buena perspectiva de la probable realidad futura. En esta simulación sobre las tendencias en el cambio del uso del suelo se pudo observar una tendencia de cambio de lo urbano, primero sobre lo agrícola, y luego sobre zonas de vegetación secundaria o sin vegetación aparente, por lo que de acuerdo con el modelo de predicción los ecosistemas no se verán muy amenazados en el periodo de referencia.

El mapa obtenido para la zona urbanizada al 2040 constituye una excelente herramienta para la planeación del territorio. Un ejemplo de ello es que en él se observa crecimiento en zonas donde, de acuerdo al Plan de Desarrollo Urbano del centro de población del municipio Cuernavaca no está previsto el crecimiento, lo que refleja una mala planeación y/o una inadecuada aplicación del instrumento.

Una de las aportaciones del presente trabajo de investigación es la propuesta metodológica, debido a que es replicable en distintas ciudades ya que por un lado, se basa en datos objetivos,

es decir datos geográficos como el clima o la topografía y datos socioeconómicos como equipamiento de educación, centros de trabajo, entre otros, mismos que pueden ser obtenidos de instituciones como el Inegi, Sep, Conapo, entre otras, o en su caso, ser obtenidas a través de trabajo de campo; y por otro se obtiene la particularidad del lugar al realizar el trabajo de recolección de datos a partir de entrevistas. Lo anterior construye una metodología integral que funciona para realizar una prospectiva real del crecimiento urbano de cualquier ciudad y como se menciona anteriormente, aplicable a planes y programas de desarrollo urbano, aprovechamiento y conservación del territorio.

Bibliografía

- Aguilar, A. G., & Moncada, O. (1994). *La geografía humana en México: Institucionalización y desarrollo recientes*. (FCE & UNAM, Eds.). México.
- Aguilera-Benavente, F. (2006). Predicción del crecimiento urbano mediante sistemas de información geográfica y modelos basados en autómatas celulares. *GeoFocus*, 6, 81–112. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Alvarado, C., & Di Castro, M. (2013). *Cuernavaca, ciudad fragmentada. Sus barrancas y urbanizaciones cerradas* (1a ed.). Cuernavaca: UAEM.
- Amuzurrutia-Valenzuela, D., Aguirre-Salado, C., & Sánchez-Díaz, G. (2015). ¿Hacia dónde crecerá la ciudad de San Luis Potosí (México) después de 2009? *Eure*, 41(124), 113–137.
- Bähr, J. (1976). Neuere Entwicklungstendenzen lateinamerikanischer Großstädte. *Geographische Rundschau*, 28(4), 125–133.
- Bähr, J., & Mertins, G. (1995). Die lateinamerikanische Großstadt. Verstädterungsprozesse und Stadtstrukturen. *Erträge der Forschung*, 288.
- Barredo, J., & Demicheli, L. (2003). Urban sustainability in developing countries megacities: modeling and predicting future urban growth in Lagos. *Cities*.
- Borouhaki, S., & Malczewski, J. (2008). Implementing an extension of the Analytical Hierarchy Process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS. *Computers and Geosciences*, 34(4), 399–410.
- Borsdorf, A. (1982). Die lateinamerikanische Großstadt. Zwischenbericht zur Diskussion um ein Modell. *Geographische Rundschau*, 34(11), 498–501.
- Borsdorf, A. (2000). Condominios in Santiago de Chile als Beispiele sozialräumlicher Segregationstendenzen von Ober- und Mittelschicht in lateinamerikanischen Städten. *Peripherie, Zeitschrift für Politik und Ökonomie in der Dritten Welt*, 20(80), 25–40.

- Borsdorf, A. (2002). Condominios en Santiago de Chile, Quito y Lima: tendencias de la segregación socio-espacial en capitales andinas. En L. F. Cabrales (Ed.), *Ciudades cerradas - países abiertos* (pp. 581–610). Guadalajara: Universidad de Guadalajara/UNESCO.
- Borsdorf, A. (2003). Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. *Revista Eure*, XXIX(86), 37–49.
- Borsdorf, A., Bähr, J., & Janoschka, M. (2002). Die Dynamik stadtstrukturellen Wandels im Modell der lateinamerikanischen Stadt. *Geographica Helvetica*, 4, 300–310.
- Cabrales, L. F., & Canosa, E. (2002). Nuevas formas y viejos valores: urbanizaciones cerradas de lujo en Guadalajara. En L. F. Cabrales (Ed.), *Ciudades cerradas - países abiertos* (pp. 93–116). Guadalajara: Universidad de Guadalajara/UNESCO.
- Castells, M. (1974). *La Cuestión Urbana*. (S. X. de España, Ed.).
- Cifuentes, P. (2009). Modelización de los factores de crecimiento urbano como aporte a la sostenibilidad: Estudio de caso: Manizales-Colombia. *Revista Internacional de sostenibilidad, tecnología y humanismo*, 81–96. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/extart?codigo=3638878>
- CONAPO, C. N. de P. (2010a). Índice de marginación 2010.
- CONAPO, C. N. de P. (2010b). Proyecciones de la población en México 2005-2030.
- Coy, M., & M. Pöhler. (2002). Condominios fechados und die Fragmentierung der brasilianischen Stadt. *Geographica Helvetica*, 4, 264–277.
- Díaz, J. (2015). Ciudades , Autómatas Celulares y Sistemas Complejos. Evaluación de un Modelo Dinámico de Cambio de Usos de Suelo Urbano en Madrid, 1–265.
- Eastman, J. R. (2003). IDRISI Kilimanjaro Tutorial. *Environment*, (April), 0–269.
- Henríquez, C., & Azócar, G. (2006). Monitoring and modeling urban growth in a developing country: the case of mid-cities of Chillan and Los Angeles, Chile. *Habitat International*.
- Henríquez, C., & Azócar, G. (2007). Propuesta de modelos predictivos en la planificación

- territorial y evaluación de impacto ambiental. *Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales - Univesidad de Barcelona*, XI(245).
- Hoyt, H. (1939). *The structure and growth of residential neighborhoods in American cities*. Federal Highway Administration.
- Ickx, W. (2002). Los fraccionamientos cerrados en la Zona Metropolitana de Guadalajara. En L. F. Cabrales (Ed.), *Ciudades cerradas - países abiertos* (pp. 117–145). Guadalajara: Universidad de Guadalajara/UNESCO.
- IMT. (2018). Red Nacional de Caminos. Recuperado el 18 de enero de 2018, de <http://imt.mx/micrositios/sistemas-de-informacion-geoespacial/servicios-tecnologicos/red-nacional-de-caminos/visualizador-geocartografico-de-la-rnc.html>
- Inegi. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010 Principales resultados por localidad (ITER).
- Inegi. (2017). Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0). Recuperado de <http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/Descarga.aspx>
- Inegi. (2018a). Conjunto de datos vectoriales escala 1:1 000 000. Unidades climáticas. Recuperado el 18 de enero de 2018, de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825267568>
- Inegi. (2018b). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Recuperado el 18 de enero de 2018, de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Janoschka, M. (2002). Urbanizaciones privadas en Buenos Aires: ¿hacia un nuevo modelo de ciudad latinoamericana? En L. F. Cabrales (Ed.), *Ciudades cerradas - países abiertos* (pp. 287–318). Guadalajara: Universidad de Guadalajara/UNESCO.
- Kanitscheider, S. (2002). Condominios und Fraccionamientos Cerrados in Mexiko- Stadt. Sozialräumliche Segregation am Beispiel abgesperrter Wohnviertel. *Geographica Helvetica*, 4, 253–263.
- Kohler, P. (2002). Geschlossene Wohnkomplexe in Quito. Naturraum und rechtliche Rahmenbedingungen als Einflußgrößen für Verbreitung und Typisierung. *Geographica*

Helvetica, 4, 278–289.

- Linares, S. (2012). Aportes de la ecología urbana y modelos neoclásicos para analizar la diferenciación socioespacial en ciudades medias bonaerenses: Pergamino, Olavarría y Tandil (2001). *Contributions of urban ecology and neo-classical models to the analysis of socio-spatial differences in medium-sized cities from the province of Buenos Aires: Pergamino, Olavarría and Tandil (2001).*, 16(16), 13–35. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=88232961&lang=es&site=ehost-live&scope=site>
- Mertins, G. (1980). Typen inner- und randstädtischer Elendsviertel in Großstädten des andinen Südamerikas. *Lateinamerika Studien*, 7(269–295).
- Meyer, K., & Bähr, J. (2001). Condominios in Greater Santiago de Chile and their impact on the urban structure. *Die Erde*, 132(3), 293–321.
- Negrete, M. E., & Salazar, H. (1986). Zonas metropolitanas en México, 1980. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 1(1), 97–124.
- ONU-Habitat. (2016). Índice básico de las ciudades prósperas.
- ONU-Habitat. (2018). Índice básico de las ciudades prósperas. Recuperado de <https://onuhabitat.org.mx/index.php/indice-de-las-ciudades-prosperas-cpi-mexico-2018>
- Parrado, C. (2001). *Metodología para la ordenación del territorio bajo el prisma de la sostenibilidad (Estudio de su aplicación en la ciudad de Santa Fe de Bogotá D.C)*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- PMD. (2013). Plan Municipal de Desarrollo de Cuernavaca 2013-2015. Recuperado el 20 de abril de 2017, de <http://www.cuernavaca.gob.mx/wp-content/uploads/2013/07/PMD-CUERNAVACA-2013-2015-abril-16-co%0An-anexos-congruencia.pdf>
- POET. (2005). Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Municipio de Cuernavaca, Morelos.

- Pöhler, M. (1999). Zwischen Luxus-Ghettos und Favelas. Stadterweiterungsprozesse und sozialräumliche Segregation in Rio de Janeiro: Das Fallbeispiel Barra da Tijuca. *Tübingen: Kleinere Arbeiten aus dem Geographischen Institut der Universität Tübingen.*
- Rao, M., Sastry, S. V. C., Yadav, P. D., Kharod, K., Pathan, S. K., Dhinwa, P. S., ... Phatak, V. K. (1991). *Weighted Index Model for Urban Suitability Assessment—A GIS Approach.* Bombay: Bombay Metropolitan Regional Development Authority.
- Rovira, A. (2002). Los barrios cerrados de Santiago de Chile: en busca de la seguridad y la privacidad perdidas. En L. F. Cabrales (Ed.), *Ciudades cerradas - países abiertos* (pp. 351–369). Guadalajara: Universidad de Guadalajara/UNESCO.
- Rueda, R. (1999). *Mecanismos del Crecimiento Urbano en el Valle de Cuernavaca* (1a ed.). México: Praxis.
- Saaty, T. L. (1977). A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. *J. Math. Psychology, 15*, 234–281.
- Sandoval, G., & Romero, H. (2009). Análisis del proceso de cambio de uso y cobertura de suelo en la expansión urbana del gran valparaíso, 1–79.
- Sep. (2018). Sistema Nacional de Información de Escuelas. Recuperado el 18 de enero de 2018, de <https://siged.sep.gob.mx/SIGED/escuelas.html%0A>
- Sobrino, J. (2012). La urbanización en el México contemporáneo. *Notas de Población*, 16–17. Recuperado de <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/12898>
- Torrens, P. M. (2002). Cellular automatas multi-agent systems as planning support tools.
- Unikel, L., Ruiz, C., & Garza, G. (1978). *El desarrollo urbano de México.*
- Wallner, E. M. (1975). *Sociología Conceptos y problemas Fundamentales.* Barcelona: Herder.
- White, R., & Engelen, G. (2000). High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems. *Computers, Environment and Urban Systems.*

- White, R., Engelen, G., & Uljee, I. (1997). The use of constrained cellular automata for high-resolution modelling of urban land-use dynamics. *Environment and Planning B-Planning & Design*, 24(3), 323–343.
- Wilhelmy, H., & Borsdorf, A. (1984). Die Städte Südamerikas. *Urbanisierung der Erde*, 3(2).
- Xie, Y., & Batty, M. (2003). Integrated Urban Evolutionary Modeling. *Analysis*, 44(0), 0–26. <https://doi.org/10.1201/9781420038101.ch19>

Anexos

Anexo 1. Formato de entrevista



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRÍA EN ESTUDIOS TERRITORIALES, PAISAJE Y PATRIMONIO



ENTREVISTA

Objetivo: Jerarquizar los factores que inciden en la toma de decisión de establecer una vivienda

Dirigido a: Habitantes que tomaron la decisión (jefe (a) de familia) de vivir en alguna zona urbanizada durante el periodo de 1995 a la fecha, de la ciudad de Cuernavaca

DATOS DEL ENTREVISTADO		DATOS DEL DOMICILIO		
Nombre		Calle		
Ocupación	Trabaja ____ Año de casa ____	Numero		
Edad		Colonia		
Escolaridad	Último grado de estudios: ____ Profesión ____	Coordenadas	X: ____	Y: ____

Instrucciones: Marque con una X la respuesta

1. Su casa es...
 Propia O Rentada

Si su casa es propia, esta fue

Herencia
 Compró la casa ya construida
 Compró el terreno y construyó la casa
 Otra (especificar): _____

2. ¿Su casa cuenta con alguno de los siguientes servicios básicos?

- Agua potable SI ____ NO ____
 Electricidad SI ____ NO ____
 Drenaje SI ____ NO ____

3. ¿Usted tiene hijos en edad escolar? SI ____ NO ____

No.	Nivel educativo (de mayor a menor)	Nombre de la escuela o ubicación aproximada (Cuál es el tiempo de recorrido casa-escuela (minutos)	Medio de transporte
1				
2				
3				

4. ¿Usted trabaja? SI ____ NO ____

No.	Lugar de trabajo	Cuál es el tiempo de recorrido casa-trabajo (minutos)	Medio de transporte
1			
2			
3			



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRÍA EN ESTUDIOS TERRITORIALES, PAISAJE Y PATRIMONIO



5. Indique con una X, cuáles de estos motivos o factores a continuación, lo llevaron a tomar la decisión de comprar o rentar su casa

Clave	Motivo
CLIM	Clima
COST	Costo del terreno/inmueble/renta
SB	Disponibilidad de servicios básicos (agua, electricidad, drenaje)
DCA	Distancia a alguna calle o a avenida principal
DCC	Distancia a centros comerciales (mercados, plazas)

Clave	Motivo
DESC	Distancia a escuela de sus hijos
DTRA	Distancia a su centro de trabajo
USO	Uso del suelo *1
PEND	Pendiente o inclinación del terreno
OTRO	Otro (especificar):

*1. El uso de suelo se refiere a la ocupación que tenía el terreno antes de construir en él, por ejemplo, zona agrícola, terreno baldío, zona forestal o con vegetación natural. VER FICHA

*2. El grado de inclinación del terreno puede elevar los costos de construcción, además de posibles riesgos por deslaves

6. a. Llenar en el mismo orden la columna y fila **Factor**, con los factores indicados en la pregunta 5.

b. Preguntar cuál de los dos factores (columna contra fila) es más importante, si el más importante es el factor de la columna, indicar el valor de la importancia según la escala que se muestra a continuación, en el extremo superior derecho de la celda correspondiente, si el factor más importante es el de la fila, indicar la importancia en el extremo inferior izquierdo de la celda. Si ambos factores son igualmente importantes, indicar con un 0, en el círculo de la celda.

Factor	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1										
2										
3										
4										
5										
5										
7										
8										
9										
10										

ESCALA
0 = Igualmente importante
1 = Moderadamente más importante
2 = Fuertemente más importante
3 = Muy fuertemente más importante
4 = Sumamente más importante



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

Jefatura del Programa Educativo de la Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

DR. ALFONSO VALENZUELA AGUILERA
COORDINADOR ACADÉMICO DE LA MAESTRÍA EN ESTUDIOS TERRITORIALES, PAISAJE Y PATRIMONIO
Presente.

HAGO CONSTAR QUE EL TRABAJO TITULADO:

PROSPECTIVA DE URBANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE CUERNAVACA, MORELOS

Elaborado por: RAÚL GUZMÁN LÓPEZ

Constituye tema de tesis para que mediante el examen, sea acreedor a recibir el Grado de: Maestro en el área de: Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio.

OBJETIVOS LOGRADOS EN EL DESARROLLO DEL TEMA

LA TESIS LOGRÓ DETERMINAR LAS ZONAS DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE CUERNAVACA PARA EL AÑO 2040, EN FUNCIÓN DE FACTORES DE TIPO NATURAL, ANTROPÓGENOS Y MITOS.

ALCANCES Y CLARIDAD DE EXPRESIÓN EN EL CONTENIDO:

LA TESIS TIENE LOS ALCANCES Y CLARIDAD DE EXPRESIÓN ACORDES AL GRADO DE MAESTRÍA

Motivos por los cuales doy mi VOTO APROBATORIO, autorizando la impresión de tesis, para que pueda sustentar la réplica y examen correspondiente.

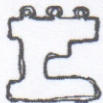
Cuernavaca, Morelos, a 6 de diciembre de 2018

ATENTAMENTE

Dra. Concepción Alvarado Rosas
(Nombre y firma del responsable de emitir el voto aprobatorio)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



Maestría en Estudios Territoriales Paisaje y Patrimonio

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

Jefatura del Programa Educativo de la Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

DR. ALFONSO VALENZUELA AGUILERA
COORDINADOR ACADÉMICO DE LA MAESTRÍA EN ESTUDIOS TERRITORIALES, PAISAJE Y PATRIMONIO
Presente.

HAGO CONSTAR QUE EL TRABAJO TITULADO:

PROSPECTIVA DE URBANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE CUERNAVACA, MORELOS

Elaborado por: RAÚL GUZMÁN LÓPEZ

Constituye tema de tesis para que mediante el examen, sea acreedor a recibir el Grado de: Maestro en el área de: Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio.

OBJETIVOS LOGRADOS EN EL DESARROLLO DEL TEMA

LA TESIS LOGRÓ DETERMINAR LAS ZONAS DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE CUERNAVACA PARA EL AÑO 2040, EN FUNCIÓN DE FACTORES DE TIPO NATURAL, ANTROPOGÉNICOS Y MÁS.

ALCANCES Y CLARIDAD DE EXPRESIÓN EN EL CONTENIDO:

LA TESIS TIENE LOS ALCANCES Y CLARIDAD E EXPRESIÓN ACORDES AL GRADO DE MAESTRÍA.

Motivos por los cuales doy mi VOTO APROBATORIO, autorizando la impresión de tesis, para que pueda sustentar la réplica y examen correspondiente.

Cuernavaca, Morelos, a 6 de diciembre de 2018

ATENTAMENTE

[Handwritten signature of Dr. Efraim Domingo Borjas]

(Nombre y firma del responsable de emitir el voto aprobatorio)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

Jefatura del Programa Educativo de la Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

**DR. ALFONSO VALENZUELA AGUILERA
COORDINADOR ACADÉMICO DE LA MAESTRÍA EN
ESTUDIOS TERRITORIALES, PAISAJE Y PATRIMONIO**

Presente.

HAGO CONSTAR QUE EL TRABAJO TITULADO:

PROSPECTIVA DE URBANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE CUERNAVACA, MORELOS

Elaborado por: RAUL GUZMAÍN LÓPEZ

Constituye tema de tesis para que mediante el examen, sea acreedor a recibir el Grado de: Maestro en el área de: Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio.

OBJETIVOS LOGRADOS EN EL DESARROLLO DEL TEMA

LA TESIS LOGRÓ DETERMINAR LAS ZONAS DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE CUERNAVACA PARA EL AÑO 2040, EN FUNCIÓN DE FACTORES DE TIPO NATURAL, ANTRÓPOGÉNICOS Y MIXTOS.

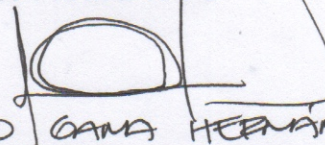
ALCANCES Y CLARIDAD DE EXPRESIÓN EN EL CONTENIDO:

LA TESIS TIENE LOS ALCANCES Y CLARIDAD DE EXPRESIÓN ACORDES AL GRADO DE MAESTRÍA.

Motivos por los cuales doy mi VOTO APROBATORIO, autorizando la impresión de tesis, para que pueda sustentar la réplica y examen correspondiente.

Cuernavaca, Morelos, a 6 de diciembre de 2018

ATENTAMENTE


GERARDO GAMA HERNÁNDEZ

(Nombre y firma del responsable de emitir el voto aprobatorio)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



Maestría en Estudios Territoriales Paisaje y Patrimonio

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

Jefatura del Programa Educativo de la Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

DR. ALFONSO VALENZUELA AGUILERA
COORDINADOR ACADÉMICO DE LA MAESTRÍA EN ESTUDIOS TERRITORIALES, PAISAJE Y PATRIMONIO
Presente.

HAGO CONSTAR QUE EL TRABAJO TITULADO:

PROSPECTIVA DE URBANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE CUERNAVACA, MORELOS

Elaborado por: RAUL GUZMÁN LÓPEZ

Constituye tema de tesis para que mediante el examen, sea acreedor a recibir el Grado de: Maestro en el área de: Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio.

OBJETIVOS LOGRADOS EN EL DESARROLLO DEL TEMA

Satisfactorios. El trabajo se desarrolló con relación a los objetivos.

ALCANCES Y CLARIDAD DE EXPRESIÓN EN EL CONTENIDO:

Aceptable.

Motivos por los cuales doy mi VOTO APROBATORIO, autorizando la impresión de tesis, para que pueda sustentar la réplica y examen correspondiente.

Cuernavaca, Morelos, a 22 de Mayo de 2019

ATENTAMENTE


Dra. Ma. Guadalupe Medina Márquez
(Nombre y firma del responsable de emitir el voto aprobatorio)



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS



Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

Jefatura del Programa Educativo de la Maestría en Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio

DR. ALFONSO VALENZUELA AGUILERA
COORDINADOR ACADÉMICO DE LA MAESTRÍA EN ESTUDIOS TERRITORIALES, PAISAJE Y PATRIMONIO
Presente.

HAGO CONSTAR QUE EL TRABAJO TITULADO:

PROSPECTIVA DE URBANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE CUERNAVACA MORELOS

Elaborado por: RAÚL GUZMÁN LÓPEZ

Constituye tema de tesis para que mediante el examen, sea acreedor a recibir el Grado de: Maestro en el área de: Estudios Territoriales, Paisaje y Patrimonio.

OBJETIVOS LOGRADOS EN EL DESARROLLO DEL TEMA

LA TESIS LOGRÓ DETERMINAR LAS ZONAS DE CRECIMIENTO URBANO DE LA CIUDAD DE CUERNAVACA PARA EL AÑO 2040, EN FUNCIÓN DE FACTORES DE TIPO NATURAL, ANTROPOGENICOS Y MIXTOS

ALCANCES Y CLARIDAD DE EXPRESIÓN EN EL CONTENIDO:

LA TESIS TIENE LOS ALCANCES Y CLARIDAD DE EXPRESIÓN ACORDES AL GRADO DE MAESTRIA.

Motivos por los cuales doy mi VOTO APROBATORIO, autorizando la impresión de tesis, para que pueda sustentar la réplica y examen correspondiente.

Cuernavaca, Morelos, a 06 de DICIEMBRE de 2018.

ATENTAMENTE

VALENTINO SORAJI DALBON (Nombre y firma del responsable de emitir el voto aprobatorio)