



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUÑA / UPC  
MÁSTER EN ESTUDIOS AVANZADOS EN ARQUITECTURA-BARCELONA / MARCH  
LÍNEA: GESTIÓN Y VALORACIÓN URBANA Y ARQUITECTÓNICA  
AÑO ACADÉMICO: 2016-2017

TESIS DE MÁSTER:

**Análisis del crecimiento urbano disperso:  
El caso de la ciudad de Chihuahua, México**

DIRECTORA:

M.Sc. Arq. Blanca Esmaragda Arellano Ramos

ALUMNA:

Arq. Ariana De La Garza Aguirre

CORREO ELECTRÓNICO:

Correo: ye\_arian@hotmail.com

Barcelona, octubre 2017



# Resumen

**Palabras clave:** Expansión urbana, crecimiento urbano, crecimiento disperso, medición de dispersión, consumo de suelo, Galster, México, Ciudad de Chihuahua.

**Key words:** Urban expansion, urban growth, urban sprawl, urban sprawl assessment, land consumption, Galster, Mexico, Chihuahua.

El presente trabajo analiza el fenómeno de crecimiento disperso en el área urbana de la ciudad de Chihuahua, México. Para dimensionar la magnitud de su afección, se aplica un proceso de medición que evalúa sus condiciones urbanas por medio de indicadores específicos en temporalidades distintas; su situación en el 2015 y su desarrollo desde 1990. En la primera evaluación y de manera primordial, se aplica un enfoque multidimensional propuesto por Galster et al. (2001) en el que por medio de valores obtenidos por patrones de usos de suelo representados en mapas temáticos, se determinan varias condiciones urbanas. En la segunda evaluación se estudia el consumo de suelo a través del tiempo, comparando el crecimiento de la superficie en relación al de la población. Con esta investigación se pretenden cubrir los diversos aspectos teóricos, morfológicos y operacionales, necesarios para explicar el concepto de “*urban sprawl*”. El principal objetivo es hacer una diagnosis urbana de la ciudad de Chihuahua, por medio de un análisis integral basado en los preceptos teóricos expuestos, para derivar cual es el impacto y las consecuencias de este modelo de crecimiento.

## Abstract

The present study analyzes the phenomenon of urban sprawl in the city of Chihuahua, Mexico. To scale its situation, an assessment process is implemented. This method measures and evaluates its urban conditions through specific indicators in different temporalities, focusing on its state in 2015 and its development since 1990. In the first and core evaluation, a multidimensional approach proposed by Galster et al. (2001) is applied. The approach determines various urban conditions by contemplating values obtained from land use patterns represented in thematic maps. The second evaluation targets land consumption over time by comparing the urban expansion with the population increase. This research intends to cover the various theoretical, morphological, and operational aspects, necessary to explain the concept of urban sprawl. The main objective is to generate an urban diagnosis of the city of Chihuahua, through an integral analysis based on the presented theoretical principles, to derive what are the impacts and consequences of this expansion model.

## **Agradecimientos**

Agradezco al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado para realizar mis estudios de Máster, así como este proyecto de tesis.

Al Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua (IMPLAN), por su colaboración y aportación de información, clave para el desarrollo de esta investigación.

A mi tutora y directora de tesis, Blanca Esmaragda Arellano Ramos, por su orientación y ayuda en la óptima elaboración del presente trabajo.

Y especialmente a mi Madre, por su apoyo incondicional en todos mis estudios.

# Índice

<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
1.1. HIPÓTESIS .....	12
1.2. OBJETIVOS .....	12
1.2.1. Objetivo general .....	12
1.2.2. Objetivos específicos .....	12
1.3. METODOLOGÍA .....	13
1.3.1. Esquema conceptual de la Metodología .....	14
<b>CAPÍTULO 2. CONTEXTO TEÓRICO DE LA DISPERSIÓN URBANA .....</b>	<b>15</b>
2.1. MARCO TEÓRICO .....	15
2.1.1. Definición de dispersión urbana / ¿Qué es el “urban sprawl”? .....	15
2.1.2. Origen y desarrollo de la dispersión urbana .....	18
2.1.3. Consecuencias .....	22
2.2. ESTADO DEL ARTE .....	24
2.2.1. Medición de dispersión urbana .....	24
2.2.1.1. Método de Galster, Hanson, Ratcliffe, Wolman y Coleman. ....	25
2.2.1.2. Método de Yu-Hsin-Tsai .....	31
2.2.2. Estudios de crecimiento y dispersión urbana en casos específicos .....	34
2.2.2.1. España .....	35
2.2.2.2. México .....	37
2.2.2.3. Chihuahua .....	39
<b>CAPÍTULO 3. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO.....</b>	<b>46</b>
3.1. MARCO TERRITORIAL .....	46
3.2. DESARROLLO HISTÓRICO .....	48
3.3. CONTEXTO DEMOGRÁFICO .....	48
3.4. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO .....	49
3.5. RELACIÓN SUPERFICIE-POBLACIÓN .....	50
3.6. ESTRUCTURA URBANA.....	52
3.6.1. Zonificación Primaria de la ciudad .....	52
3.6.2. Zonificación secundaria de la ciudad .....	54
<b>CAPÍTULO 4. MEDICIÓN DE DISPERSIÓN URBANA APLICADA AL CASO DE ESTUDIO. 55</b>	<b>55</b>
4.1. MEDICIÓN ESTÁTICA: EVALUACIÓN MULTIDIMENSIONAL .....	56
4.1.1. Desarrollo .....	56
4.1.1.1. Definición del método .....	56
4.1.1.2. Recursos de trabajo.....	57
4.1.1.3. Gestión de información.....	58

4.1.1.4. Definición del área de estudio .....	59
4.1.1.5. Unidades de análisis.....	60
4.1.1.6. Distribución de valores .....	62
4.1.1.7. Criterio de medición.....	63
4.1.2. Análisis de resultados .....	65
4.1.2.1. Densidad de vivienda .....	65
4.1.2.2. Densidad de población .....	68
4.1.2.3. Densidad de empleo.....	70
4.1.2.4. Continuidad.....	72
4.1.2.5. Concentración.....	74
4.1.2.6. Agrupación.....	76
4.1.2.7. Centralidad .....	79
4.1.2.8. Nuclearidad.....	81
4.1.2.9. Mezcla de usos.....	84
4.1.2.10. Proximidad.....	86
4.1.2.11. Proximidad a un uso público.....	88
4.1.3. Síntesis dimensional .....	91
4.2. MEDICIÓN DINÁMICA: EVALUACIÓN DE CONSUMO DE SUELO .....	98
4.2.1. Definición del método.....	98
4.2.2. Desarrollo .....	98
4.2.3. Análisis de resultados .....	101
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES .....</b>	<b>108</b>
5.1. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN MULTIDIMENSIONAL.....	108
5.2. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DE CONSUMO DE SUELO .....	110
5.3. CONCLUSIÓN FINAL .....	111
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>113</b>

## Índice de figuras

Figura 1. Esquema conceptual de la metodología de investigación .....	14
Figura 2. Densidad .....	26
Figura 3. Continuidad .....	27
Figura 4. Concentración .....	27
Figura 5. Agrupación .....	28
Figura 6. Centralidad .....	28
Figura 7. Nuclearidad .....	29
Figura 8. Mezcla de usos .....	29
Figura 9. Proximidad .....	30
Figura 10. Las 4 dimensiones de la forma metropolitana .....	31
Figura 11. Formas monocéntricas, policéntricas y descentralizadas .....	33
Figura 12. Formas compactas y de crecimiento lineal .....	33
Figura 13. Continuidad y discontinuidad hipotética .....	34
Figura 14. Formas urbanas con diferentes grados de continuidad .....	34
Figura 15. Comparación de la evolución de la urbanización de Madrid y Barcelona, 1956-2006 .....	37
Figura 16. Crecimiento urbano de Zonas Metropolitanas, 2000-2005 .....	38
Figura 17. Principales Zonas Metropolitanas que concentran la población de México.....	39
Figura 18. Densidad de Población en Chihuahua, 1990 y 2000 .....	41
Figura 19. Forma del gradiente de densidad de población de Chihuahua, 1990,1995 y 2000..	42
Figura 20. Crecimiento histórico de la ciudad de Chihuahua .....	44
Figura 21. Distribución de medios de transporte de la ciudad de Chihuahua .....	45
Figura 22. Localización geográfica de Chihuahua .....	46
Figura 23. Morfología natural de la ciudad de Chihuahua .....	47
Figura 24. Crecimiento histórico de la ciudad de Chihuahua .....	48
Figura 25. Gráfica de crecimiento poblacional de la ciudad de Chihuahua, 1970-2010 .....	49
Figura 26. Densidades de población por entidades federativas .....	51
Figura 27. Comparación de densidad de población de Ciudad de México con Chihuahua.....	52
Figura 28. Distribución porcentual de superficies de la Zonificación Primaria .....	52
Figura 29. Zonificación Primaria.....	53
Figura 30. Zonificación Secundaria .....	54
Figura 31. Metodología de medición de dispersión urbana .....	55
Figura 32. Delimitación del territorio.....	60
Figura 33. Retícula de 1/4 de km <sup>2</sup> y distinción de límites de áreas de análisis .....	61
Figura 34. Distribución de valores en manzanas seccionadas por la retícula .....	62
Figura 35. Mapa de Densidad de Vivienda .....	67
Figura 36. Mapa de Densidad de Población .....	69
Figura 37. Mapa de Densidad de Empleo.....	71
Figura 38. Mapa de Continuidad .....	73

Figura 39. Mapa de Concentración .....	75
Figura 40. Comparación de resultados de los mapas de Agrupación y Densidad de viviendas.	77
Figura 41. Mapa de Agrupación .....	78
Figura 42. Mapa de Centralidad .....	80
Figura 43. Densidad comparada de zonas de mayor densidad de viviendas y empleos .....	82
Figura 44. Mapa de Nuclearidad .....	83
Figura 45. Mapa de Mezcla de usos .....	85
Figura 46. Mapa de Proximidad .....	87
Figura 47. Mapa de Proximidad a Espacio Público.....	90
Figura 48. Resumen de cifras promedio de los valores obtenidos en el estudio de cada dimensión .....	91
Figura 49. Gráfica de dimensión de densidad de vivienda .....	92
Figura 50. Gráfica de dimensión de densidad de población .....	92
Figura 51. Gráfica de dimensión de densidad de empleo .....	92
Figura 52. Gráfica de dimensión de continuidad.....	93
Figura 53. Gráfica de dimensión de concentración.....	93
Figura 54. Gráfica de dimensión de agrupación .....	93
Figura 55. Gráfica de dimensión de centralidad.....	94
Figura 56. Gráfica de dimensión de nuclearidad.....	94
Figura 57. Gráfica de dimensión de mezcla de usos .....	94
Figura 58. Gráfica de dimensión de proximidad.....	95
Figura 59. Gráfica de dimensión de proximidad a un uso público .....	95
Figura 60. Crecimiento de la población, 1990-2015.....	99
Figura 61. Crecimiento del suelo urbano, 1990-2015. ....	99
Figura 62. Crecimiento de la densidad, 1990-2015 .....	100
Figura 63. Crecimiento del consumo de suelo per cápita, 1990-2015 .....	100
Figura 64. Variación de la población, 1990-2015.....	102
Figura 65. Variación del suelo urbano, 1990-2015 .....	102
Figura 66. Variación del consumo de suelo per cápita, 1990-2015 .....	103
Figura 67. Consumo de suelo del 2000, 2005, 2010 y 2015: Manzanas sobre imagen satelital .....	105
Figura 68. Área urbanizada del 2000 y 2015 .....	106
Figura 69. Fraccionamientos residenciales creados del 2010 al 2016 .....	107
Figura 70. Consumo de suelo, 2005,2010,2015 .....	107



## Índice de tablas

Tabla 1. Ranking de indicadores de urban sprawl de ciudades norteamericanas .....	30
Tabla 2. Población urbana por regiones (millones de habitantes), 1950-2010 .....	34
Tabla 3. Proceso de artificialización de suelo en España, 1990-2000.....	36
Tabla 4. Población y consumo de suelo en las ZM, 2000-2005.....	38
Tabla 5. Crecimiento poblacional y de superficie de Chihuahua, 1960-2005 .....	51
Tabla 6. Desarrollo dimensional.....	63
Tabla 7. Síntesis dimensional .....	95
Tabla 8. Consumo de suelo de la ciudad de Chihuahua, 1990-2015 .....	101
Tabla 9. Consumo de suelo, 1990-1995 .....	103
Tabla 10. Consumo de suelo, 1995-2000 .....	103
Tabla 11. Consumo de suelo, 2000-2005 .....	104
Tabla 12. Consumo de suelo, 2005-2010 .....	104
Tabla 13. Consumo de suelo, 2010-2015 .....	104
Tabla 14. Consumo de suelo en los últimos 25 años, 1990-2015 .....	105
Tabla 15. Consumo de suelo en los últimos 45 años, 1970-2015 .....	105

# Capítulo 1.

## Introducción

En el desarrollo de este trabajo, se analiza el modelo de crecimiento de la urbanización de la ciudad de Chihuahua, capital del estado de Chihuahua, en México, partiendo de la premisa de que la ciudad tiene una afección dispersa, diagnosticada por el Plan Director Urbano de la localidad, el cual menciona como la política de vivienda aplicada en años recientes, influyó en el proceso de expansión desordenado de la ciudad y como el reforzamiento del patrón de edificación periférica de baja densidad, con usos predominantemente habitacionales, son la causa de un modelo que hasta el día de hoy, tiene importantes efectos negativos en la cohesión social, la economía y la conectividad de la ciudad.

El propósito de la investigación es analizar el fenómeno del crecimiento disperso del área urbana del municipio de Chihuahua de los últimos años y comprobar dicha condición, examinando los elementos que configuran el territorio y los efectos geográficos y sociales que esto conlleva.

Para dimensionar el grado de dispersión urbana de la ciudad, primero se desarrolla una fase teórica de análisis bibliográfico, en la que se exponen los aspectos determinantes del fenómeno de estudio, los trabajos referentes al tema aplicados a diferentes ámbitos geográficos y las metodologías utilizadas por otros autores para dimensionar los niveles de dispersión. Esta etapa se complementa con un análisis del caso de estudio, para comprender su estructura urbana, territorial, demográfica y socioeconómica. En base a los fundamentos teóricos expuestos y la información recopilada, se construye un método para analizar y comparar cuantitativamente los valores de configuración urbana de la ciudad de Chihuahua.

En la segunda fase, se hace el desarrollo práctico de la investigación, en el que se mide la dispersión urbana a través de diversos indicadores, abordando dos modalidades de medición distintas; una estática y otra dinámica. En la primera, referida a la evaluación de la ciudad en un momento particular de su desarrollo, se hace un estudio multidimensional de las condiciones y valores urbanos al 2015, por medio de la expresión de patrones de usos de suelo, representados en mapas temáticos. En el segundo, concerniente al proceso evolutivo, se estudia la relación de la superficie con la población, derivando en una medición del consumo del suelo, en un periodo de 25 años, abarcando desde 1990 hasta el 2015. El proceso de medición implicó la utilización de tecnologías actuales de Sistemas de Información Geográfica (SIG), como principal herramienta de ejecución práctica. En esta fase, se utiliza como primordial fuente de información, el contenido provisto por el INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México) como son los Censos y Conteos de Población y Vivienda y los Marcos Geoestadísticos Nacionales, así

como los estudios y registros referentes al caso seleccionado, proporcionados por el IMPLAN (Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua), en adición al elemental Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Chihuahua Visión 2040 (PDU2040, 2016).

En una tercera y última fase, se hace la evaluación y síntesis de los resultados del proceso de medición mediante análisis descriptivos, derivando en una diagnosis de dispersión urbana de la ciudad de Chihuahua.

Por medio de este estudio se pretende comprender y evaluar la realidad de ciudad, buscando concluir si este modelo de urbanización desordenado es realmente tan ineficiente y perjudicial como se cree y si la toma de decisiones en la estructura de la ciudad, obedece a una adecuada planeación para el crecimiento de la superficie urbana.

## 1.1. HIPÓTESIS

Se cree que el diagnóstico de "urbanización dispersa" de la ciudad de Chihuahua es acertado y por consecuencia, que existe un elevado y desmedido consumo de suelo, el cual no ocurre en proporción al crecimiento de la población. Se considera que existe una situación generalizada de baja densidad, pérdida de centralidad y proximidad, una inadecuada mezcla y dosificación de usos de la estructura urbana, así como una falta de cohesión y planeación de la misma. Se piensa que esta situación tiene graves repercusiones geográficas y sociales que inciden en la calidad de vida de sus habitantes.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Objetivo general

Dimensionar el grado de dispersión urbana de la ciudad de Chihuahua en base a un método que analice y compare cuantitativa y cualitativamente, una serie de valores determinados por las características que definen las configuraciones urbanas actuales, así como su proceso evolutivo, para comprobar si la ciudad realmente padece de *urban sprawl*.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Analizar la bibliografía existente para comprender y definir cuales son los aspectos teóricos determinantes del fenómeno de dispersión urbana.
- Revisar estudios referentes al tema, aplicados a diferentes ámbitos geográficos.
- Examinar metodologías utilizadas por otros autores para dimensionar los niveles de dispersión.
- Revisar el Plan Director Urbano de la ciudad de Chihuahua para evaluar la gestión y planeación del territorio y su influencia en el fenómeno de dispersión, así como otros estudios referentes al desarrollo de la ciudad.
- Inspeccionar y utilizar principalmente la información mostrada por los censos y las cartografía del caso de estudio, para comprender y analizar su metabolismo urbano.
- Realizar una descripción de las principales características, territoriales, históricas, demográficas, socioeconómicas y urbanas del caso de estudio.
- Formar una base de datos, por medio de la información recopilada del caso de estudio, para utilizarla en el desarrollo teórico y práctico de la investigación.
- Construir un método de medición propio en base a la literatura revisada, que permita determinar el grado de dispersión urbana, considerando el uso de diversos indicadores a partir de la evaluación de las características de los patrones urbanos actuales.

- Examinar el modelo de crecimiento del caso de estudio de los últimos años, comparando la relación de la superficie urbana con la población.
- Emplear tecnología actual como Sistemas de Información Geográfica (SIG) como principal herramienta para llevar a cabo el proceso de medición de dispersión urbana del caso de estudio.
- Posterior al proceso de medición de dispersión urbana, elaborar análisis individuales e integrales de los resultados de los indicadores utilizados, en los que se describa, explique y concluya cuales son los efectos geográficos y sociales de la condición diagnosticada de la ciudad.

### **1.3. METODOLOGÍA**

El proceso a seguir para el desarrollo de este trabajo, engloba una serie de análisis de diversas variables, tanto cuantitativas como cualitativas, comprendido en tres fases, explicadas a continuación:

**1. Fase teórica.-** La primer fase será de investigación y de análisis cualitativo, en la que se cubrirán varios aspectos; se indagará en información bibliográfica para construir un marco teórico en el que se estudie y defina cuales son los aspectos determinantes de la dispersión urbana y como puede ser medida. Luego se estudiaran casos análogos que apliquen el uso de indicadores en el análisis urbano. Se hará además un estudio de la ciudad de Chihuahua, entendiendo su estructura urbana, territorial, demográfica y socioeconómica.

**2. Fase práctica.-** En base a lo estudiado en la fase teórica, se construirá un método propio de medición que sea adecuado para evaluar el nivel de dispersión del área urbana de la ciudad de Chihuahua. Para el desarrollo de los indicadores seleccionados, se utilizará software especializado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), como es el ArcMap, en el que se trabajarán archivos formato Shapefile (SHP). La información y los archivos necesarios se obtendrán del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), por constituir la fuente de información estadística más completa sobre la cual se apoya el conocimiento de la realidad nacional, así como archivos proporcionados por el Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua (IMPLAN). Al final de esta etapa se elaborarán mapas temáticos, tablas de datos y gráficas por cada indicador, para mostrar la relación espacial y cuantitativa de la estructura urbana, en base a los conceptos definidos que expliquen la dispersión.

**3. Fase de evaluación y síntesis.-** Se hará el análisis cuantitativo y cualitativo de manera individual e integral, de los mapas elaborados, las tablas de datos y las gráficas, producto del estudio de los indicadores propuestos. Por ultimo se derivarán conclusiones en base a todos los resultados obtenidos y los análisis elaborados, derivando finalmente en un diagnostico de dispersión urbana de la ciudad de Chihuahua.

### 1.3.1. Esquema conceptual de la Metodología

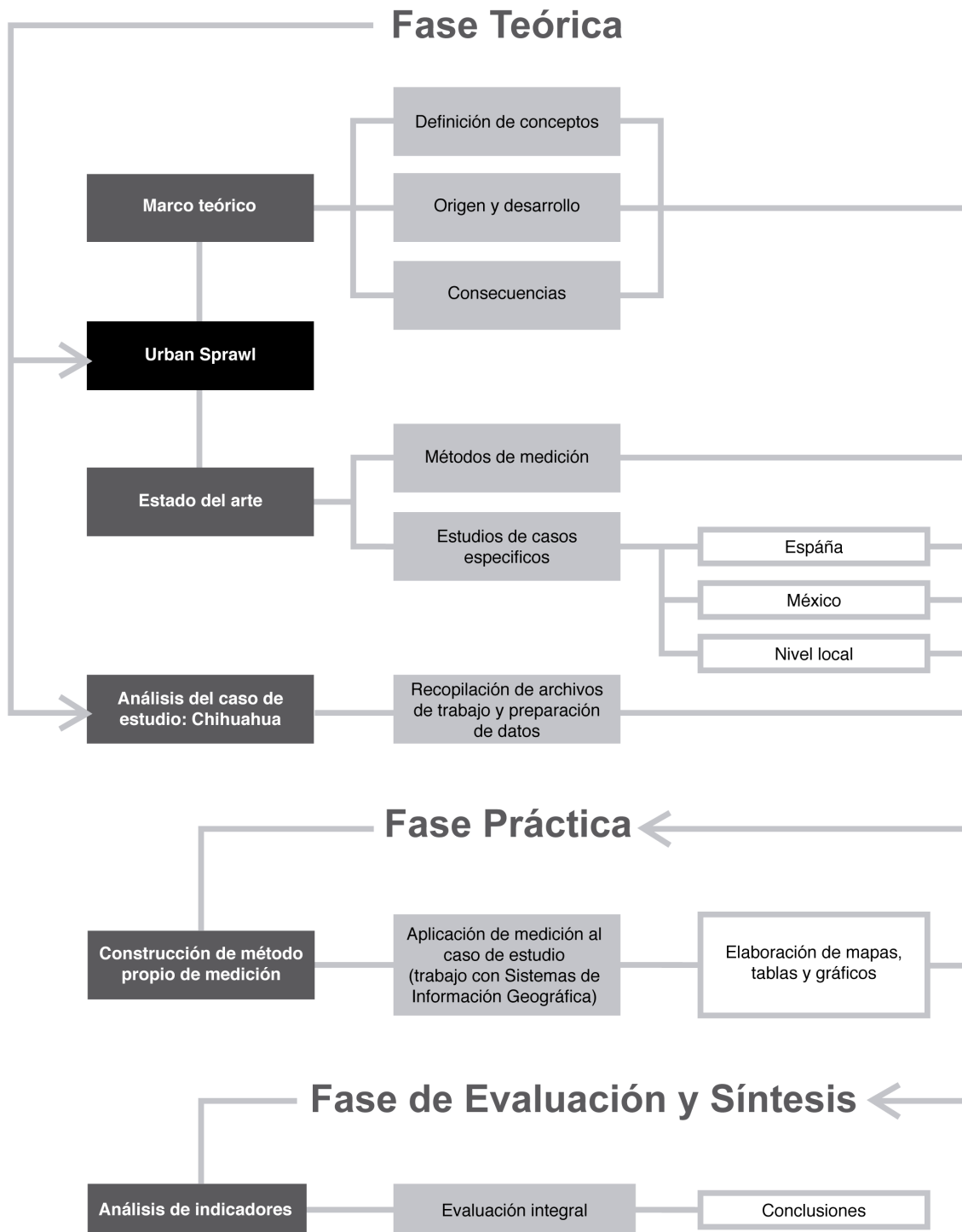


Figura 1. Esquema conceptual de la metodología de investigación.  
Fuente: Elaboración propia.

# Capítulo 2.

## Contexto teórico de la dispersión urbana

### 2.1. MARCO TEÓRICO

#### 2.1.1. Definición de dispersión urbana / ¿Qué es el “urban sprawl”?

Para comprender el contexto del tema es necesario aclarar el concepto de crecimiento urbano disperso, denominado así por la palabra inglesa: *sprawl*. Iniciando con el hecho de que no existe una definición única al respecto (Wilson et al. 2003; Siedentop, 2005). Cuando se habla de urbanización dispersa, se refiere a una forma específica de desarrollo urbano, sin embargo este fenómeno tiene una amplia gama de definiciones y una larga lista de trabajos al respecto, con múltiples enfoques, por lo que se explicará en que consiste y sus dimensiones a través de la perspectiva de diversos autores en función de su fecha de publicación:

Muchas de las definiciones de *urban sprawl* se han sugerido en la literatura inglesa y alemana, comenzando con el termino “Zersiedelung” (del alemán, que significa “extensión”), palabra acuñada en la década de 1920, pero usada hasta después de la segunda guerra mundial por países de habla alemana. El termino fue introducido por la necesidad de encontrar una caracterización negativa para un proceso complejo de urbanización que la gente percibía como perturbador (Jaeger et al. 2009).

La Akademie für Raumforschung und Landesplanung (1970) describe la dispersión urbana como; *“la expansión de edificaciones urbanas en áreas suburbanas y rurales y por otra parte, el crecimiento desorganizado de incipientes núcleos en regiones rurales (granjas separadas, casas de trabajadores rurales) así como las primeras industrias o áreas comerciales donde herrerías, fundiciones o minas sirvieron de núcleos para el crecimiento disperso”*. Adicionalmente, el término se aplica al asentamiento desordenado de casas o grupos de casas de segunda residencia, por tanto sólo temporalmente ocupadas, fuera de las áreas urbanas próximas (texto expuesto por Jaeger et al. 2009).

Ermer et al. (1994), la definen como; *“proceso de expansión de áreas de asentamiento con excesivo uso de terrenos no urbanizados a través de un crecimiento desordenado y de baja concentración en las franjas de las aglomeraciones urbanas”*.

De una manera más analítica, pretendiendo establecer factores para caracterizar el fenómeno, Ewing (1997) lo define como la combinación de tres características:

1. Crecimiento urbano a saltos (*leapfrog*) o disperso.
2. Desarrollo comercial en bandas.
3. Desarrollos urbanísticos de baja densidad o de usos sencillos así como por su baja densidad constructiva y falta de equipamientos.

En el concepto de Sierra Club (1999), se añade la importancia del automóvil en su definición, al describirlo como; “*el desarrollo urbanístico de baja densidad situado fuera de la zona de influencia de las zonas de servicios o empleos, de modo que la gente queda separada de donde vive de donde compra, trabaja, se divierte o se educa. Por ello el coche se necesita para moverse entre zonas*”.

USHUD (1999) acentúa el uso del vehículo en el crecimiento urbano disperso al describirlo como; “*un desarrollo de tipo suburbano particular caracterizado por asentamientos de baja densidad, tanto residencial como no residencial; caracterizado por el uso del automóvil para moverse, expansión ilimitada hacia el exterior creando nuevas subdivisiones y desarrollo a saltos (leapfrog) de estas subdivisiones así como la segregación del uso del suelo por actividad*” (texto expuesto por Jaeger et al. 2009).

La mayoría de los autores que han tratado el tema, inciden más en los aspectos negativos que en los positivos, en un enfoque pesimista Weitz y Moore (1998) califican este tipo de crecimiento como; “*un proceso enfermizo de desarrollo urbano cancerígeno en el territorio rural, de grave peligro para la sostenibilidad y salud de los habitantes de la gran ciudad*”, señalando el impacto ambiental que supone esta situación. Brueckner (2001) de manera resoluta, explica la dispersión como el crecimiento espacial excesivo de las ciudades.

Fulton et al. (2001) describen la dispersión urbana en términos de “*los recursos de la tierra consumidos para acomodar la nueva urbanización*”. Explicando que si la tierra se consume a mayor velocidad que el crecimiento poblacional, entonces puede definirse como *sprawl*.

Es Galster et al. (2001) quien establece más claramente los parámetros que influyen en el crecimiento disperso, al definirlo como; “*un patrón de uso del suelo en un área urbana que muestra bajos niveles en la combinación de las siguientes variables: densidad, continuidad, concentración, agrupación, centralidad, nuclearidad, uso mixto y proximidad*”.

Ewing (2002), en otra definición, describe el crecimiento disperso en base a sus consecuencias, definiéndolo como ;“*el proceso en el cual la expansión del desarrollo a través del terreno supera de lejos al crecimiento de la población*”, exponiendo las siguientes cuatro dimensiones:



1. Una población que está ampliamente dispersa en desarrollos urbanísticos de baja densidad.
2. Separación rígida de residencias, tiendas y lugares de trabajo.
3. Una red viaria caracterizada por servir grandes bloques urbanos y mala accesibilidad.
4. Falta de centros de actividad emergente bien definida como en los centros urbanos de las ciudades.

Añadiendo que la falta de alternativas de transporte, uniformidad y pocas opciones de elección de casas o las dificultades para pasear, son el resultado de esas condiciones.

La profundización en el concepto de crecimiento a saltos, ya introducido por Ewing (1997) aparece en la definición Burchell y Galley (2003), para los que el crecimiento urbano disperso es; “un desarrollo urbano de baja densidad, a saltos, caracterizado por una extensión ilimitada hacia el exterior. En otras palabras, es un desarrollo significativo, residencial o no, en una zona no urbanizada. En un primer momento, este desarrollo es de baja densidad, salta después a otro lugar estableciendo un área periférica de modo que resulta ilimitado en el tiempo”.

Muñiz et al. (2006), a manera de resumen, destacan las siguientes cinco dimensiones para definir el sprawl:

**1. Baja densidad.**- Aparición de áreas periféricas residenciales poco densas con un importante peso de la vivienda unifamiliar.

**2. Baja centralidad.**- Una de las características de la dispersión urbana es que la población y la actividad tienden a desplazarse hacia el exterior de la ciudad. Pierde, por tanto, peso económico y poblacional el centro tradicional frente a las áreas más periféricas.

**3. Baja proximidad.**- La dispersión no sólo puede suponer un creciente alejamiento del centro, sino también una disgregación del total de empleos y personas por toda la región urbana, lo cual se traduce en un progresivo aislamiento de las piezas que conforman la mancha urbana con independencia de si se trata de un sistema urbano monocéntrico o policéntrico.

**4. Baja concentración.**- Uno de los efectos que comporta el crecimiento de la población y del empleo en zonas poco densas es que el peso que anteriormente tenían un número limitado de zonas especialmente densas y compactas (municipios, distritos, zonas censales, etc.) tiende a ser cada vez menor.

**5. Discontinuidad.**- Por último, una de las formas que suele adoptar la dispersión es la fragmentación; esto es, la pérdida de continuidad entre viejos y nuevos desarrollos urbanos dejando vacíos entre medio.

A partir de las definiciones mencionadas anteriormente, se puede observar lo variadas que son las características que se atribuyen a la expansión urbana dispersa. Por lo que de manera concisa y para los efectos de este estudio, se determinará como un modelo urbano disperso, aquel caracterizado con los siguientes aspectos:

- Una densidad de población decreciente acompañada de un mayor consumo de suelo.
- Baja densidad constructiva; residencial como no residencial.
- Expansión de edificaciones urbanas en áreas suburbanas y rurales (terreno no urbanizado).
- Viviendas utilizadas como segunda residencia.
- Falta de equipamiento.
- Segregación de usos de suelo por actividad.
- Desarrollo urbanístico fuera de la zona de empleos o servicios
- Un mayor aislamiento o falta de proximidad entre cada una de las partes de la ciudad.
- Falta de un centro, o un centro poco activo.
- Un peso creciente de las zonas periféricas respecto a las centrales.
- Una menor concentración de la población en un número limitado de zonas densas y compactas.
- Fragmentación del territorio, crecimiento a saltos (*leapfrog*) provocando vacíos urbanos.
- Dependencia del automóvil.
- Impactos negativos asociados al medio ambiente y a la sociedad en general.

Es notoria la variedad de características que se atribuyen al crecimiento urbano disperso, pero son estos mismos rasgos los que dan una idea de cómo delimitar su extensión y cuantificar su magnitud.

### **2.1.2. Origen y desarrollo de la dispersión urbana**

Tradicionalmente, el crecimiento de las ciudades ha estado motivado por el aumento de la población urbana, factor que se remonta a la Revolución Industrial. En este proceso es cuando ocurren una serie de transformaciones económicas, sociales y tecnológicas que marcaron un punto de inflexión en la historia, modificando e influenciando todos los aspectos de la vida cotidiana de una u otra manera. Este trascurso que inició en la segunda mitad del siglo XVIII en el Reino de Gran Bretaña y que unas décadas después se extendió a gran parte de Europa occidental y Norteamérica, es el que causó la transición de una economía rural basada fundamentalmente en la agricultura y el comercio a una economía de carácter urbano, industrializada y mecanizada.

El paso de una economía agrícola a una economía industrial, influyó de sobremanera en la población, la cual experimentó un rápido crecimiento sobre todo en el ámbito urbano. Ocurre entonces el trascendental movimiento poblacional del campo a la ciudad. La introducción de la máquina de vapor en las distintas industrias fue el paso definitivo en el éxito de la revolución industrial, pues su uso significó un aumento espectacular de la capacidad de producción. Más tarde el desarrollo de los barcos y ferrocarriles a vapor así como el desarrollo en la segunda mitad del XIX del motor de combustión interna y la energía eléctrica supusieron un progreso tecnológico sin precedentes. Hubo adelantos en la medicina, alimentación e higiene, así que la tasa de mortalidad bajo y se incrementó cuantiosamente la población.

En Inglaterra y Gales, la población que había permanecido constante alrededor de 6 millones desde 1700 a 1740, creció bruscamente a partir de esta fecha y alcanzó 8.3 millones en 1801, para doblarse en cincuenta años y llegar a los 16.8 millones en 1850 y para 1901 casi doblarse de nuevo con 30.5 millones. En Europa, la población pasó de 100 millones en 1700 hasta alcanzar 400 millones en 1900 (Jefferies, 2005).

Con el aumento de población, vinieron las primeras formas de urbanización dispersa; la mejoría de los sistemas de transporte, que comenzaron con la aparición del ferrocarril metropolitano, permitieron de manera progresiva separar la vivienda del trabajo, causando un proceso de suburbanización en el último tercio del siglo antepasado. Luego la generalización de automóvil en las primeras décadas del siglo XX consolidó esta tendencia a la dispersión de la población (Arellano y Roca 2010).

En Europa, antes de la aparición de los sistemas modernos de transporte, las ciudades eran tradicionalmente mucho más compactas, organizadas alrededor de un denso centro histórico. La aparición del automóvil posibilitó la creación de modelos urbanos más difusos que al momento inicial de su desarrollo no se percibían, como problemáticos. Comenzó la extensión de las autopistas que permitieron a los trabajadores viajar mayores distancias entre sus residencias y las zonas centrales, induciendo la localización y/o relocalización de servicios y centros de empleo a zonas periféricas.

Las primeras ciudades que experimentaron este modelo de dispersión en su crecimiento, aparecen al oeste de Estados Unidos a partir de mediados del siglo pasado. Estas ciudades emergieron y crecieron a partir de la segunda guerra mundial, cuando el automóvil comenzó a ser un bien cada vez más popularizado en las familias norteamericanas de clase media (Ingram, 1997).

Lo estadounidenses comenzaron a invertir su riqueza en los suburbios; zonas residenciales para la clase trabajadora, localizadas en la periferia urbana, comunicadas con sistemas de carreteras y alejadas del centro de la ciudad. La vida en las afueras se vendía como el famoso “sueño

americano”; la casa grande para la vida familiar y el progreso, lejos de la polución industrial y los barrios marginales. Esto figuraba como un ideal de vida, ofreciendo seguridad, un ambiente limpio, segregado y cercano a la naturaleza. Paralelamente se promovía una fuerte inversión en infraestructura vial, concentrándose en la creación de más autopistas para conectarse con distintas zonas de la ciudad y articular el territorio en general. Pero los suburbios modernos evolucionaron en un lugar para vivir que no contaba con los beneficios de la vida rural o urbana, sólo las desventajas de ambas. Sus habitantes actualmente han de recorrer largas distancias en automóvil para desarrollar sus actividades cotidianas, tales como trabajo, educación, recreación, compras, etc., derivando en una sociedad dependiente del auto (Greene, 2004).

Por todo Estados Unidos, las tasas de crecimiento poblacionales en zonas suburbanas comenzaron a superar las tasas de crecimiento de las zonas centrales, que comenzaron a estancarse y decrecer. Después de la segunda guerra mundial, la conversión del suelo en las periferias urbanas, directamente hacia usos residenciales comerciales e industriales, fue tan acelerada que en 1970 la población suburbana excedió a la población urbana y rural, a tal grado que EUA incluso es considerada ejemplo paradigmático del consumo masivo de suelo (Fulton et al. 2001; Arellano y Roca 2010). A pesar de ello, la expansión urbana dispersa no se frena y sigue siendo la tónica del crecimiento urbano norteamericano prácticamente hasta la actualidad. (Squires, 2002)

Con la Revolución Industrial, el movimiento de población se producía del campo a la ciudad, pero a partir de la segunda mitad del siglo XX, el movimiento predominante se revirtió, constatándose un proceso de desurbanización, en el que la población urbana comenzó a emigrar hacia la periferia en busca de más espacio para vivir, como se describió en el caso de Estados Unidos. Como consecuencia de esta tendencia se produjo el abandono del centro de la ciudad como lugar residencial, causando un vacío de población en las zonas centrales al término de la jornada laboral, en el que en cierto modo se huye de la ciudad, pero se sigue dependiendo social y económicamente de ella. En consecuencia de abandonar los centros, surgen nuevos núcleos de población junto a las antiguas ciudades, evidenciándose una falta de continuidad en el trazado con respecto a éstas, o incluso el nacimiento de centros urbanos nuevos en los que no necesariamente se ha garantizado la existencia de unas condiciones básicas de bienestar para la sociedad como son; comunicación, movilidad, infraestructuras, servicios, etc. Con todo ello, se multiplica la ocupación y sellado del suelo, así como la necesidad de transporte (Rodríguez, 2010).

El modelo territorial, fomentado por los procesos de innovación tecnológica, la separación de funciones y la búsqueda de la proximidad con la naturaleza, sufre entonces una evolución importante durante las últimas décadas y se transforma de un modelo urbano continuo con densidades medias y altas a un modelo difuso y disperso (Tsai, 2005). Esta redefinición del modelo territorial basado en las nuevas redes de infraestructura de comunicación dan como

resultado una forma de ciudad expansionista, insostenible y consumidora de territorio (Arellano y Roca, 2010).

Este modelo de ciudad disgregado, no es en absoluto un fenómeno aislado de algunas ciudades norteamericanas, en realidad se trata de un patrón de crecimiento urbano que se ha generalizado a lo largo del mundo. Actualmente en Europa, a pesar de la escasa o nula presión demográfica, existen diversos factores que siguen impulsando la expansión y cuyo origen está en el deseo de llevar un nuevo estilo de vida en el extrarradio, fuera del centro de las ciudades. Concretamente, en los últimos 20 años, la superficie construida en muchos países de Europa occidental y oriental ha aumentado un 20%, mientras que la población sólo ha crecido un 6%. (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2008) Los cambios son especialmente bruscos, considerando que sus ciudades hasta hace relativamente poco tiempo presentaban estructuras urbanas compactas.

A manera de resumen, Pradhan (2017) citando a diversos autores, expone lo siguiente:

Newman (1992) identifica tres fases distintas de la formación y desarrollo de las zonas urbanas, denotando el estrecho vínculo con la disposición tecnológica de cada época:

1.- En la primera fase, la ciudad es tradicional, pequeña y poco densa, por lo general amurallada. Caracterizada por una estructura urbana concentrada, en la que los usos residenciales, comerciales y las actividades sociales se mezclan entre sí. Es de escala caminable y adecuada para el uso de la bicicleta, su extensión es de no más de 5 kilómetros. En este periodo existe una clara distinción física entre las áreas urbanas y las villas rurales (Hendon 2011).

2. Segunda fase, a partir del desarrollo tecnológico de los trenes de pasajeros y tranvías en la última parte del siglo XIX, estos contribuyen a la expansión de la urbanización. Los trenes generan subcentros por la colocación de estaciones en ellos. Las ciudades se amplifican hasta 20 o 30 kilómetros hacia el exterior y las líneas de ferrocarril cumplen su función de llevar gente al centro de la ciudad, donde se desarrolla una densa actividad (Distrito Central de Negocios).

3.- La tercer fase se basa en el desarrollo tecnológico del automóvil, el cual comienza antes de la Segunda Guerra Mundial, pero que se convierte realmente en una cuestión dominante hasta después de la guerra. Tanto el vehículo privado como el transporte público (bus) se convierten en el medio principal de transporte. Las ciudades crecen entonces en todas direcciones, especialmente a través de redes complejas de autopistas. La urbanización se extiende hasta más de 50 kilómetros y se caracteriza por una distribución de vecindarios residenciales de baja densidad en la periferia y un centro denso y congestionado. A partir de este periodo, la gente ya no se veía obligada a vivir cerca de su lugar de empleo o de una estación de tren o tranvía para poder llegar al centro. Modelo común en la mayoría de las ciudades de Europa, Norteamérica, Australia y Nueva Zelanda

En general, la causa de la descentralización de las ciudades, se explica por un conjunto de factores derivados por la Revolución Industrial, donde surgen los conceptos de fabricas, molinos, producción en masa, nuevas formas de transportes y comunicación, creando así el “barrio moderno” donde nos situamos hoy (Arbury, 2005).

### **2.1.3. Consecuencias**

El crecimiento descontrolado se considera una amenaza al territorio que lo padece, ya que supone un impacto económico, social y ambiental para las ciudades y para el espacio rural, que además debilita gravemente los esfuerzos destinados a hacer frente al desafío global que supone el cambio climático (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2008). Por las formas de vida, organización y tendencias de consumo de la sociedad actual, resulta inherente que existan ciertas disfuncionalidades, de las cuales las principales dimensiones analizadas por la literatura son la socioeconómica y la ambiental.

Los efectos más relevantes detectados por Barnes et al. (2002) parten de la premisa que tanto los costos como los beneficios aumentan con la dispersión y declaran que los costos más considerables son los emocionales, económicos, estéticos y físicos; los emocionales se refieren a la pérdida de espíritu comunitario y del sentido del lugar. Los económicos instituyen mayores impuestos y costos de provisión de infraestructura, lo que genera impactos fiscales locales. Los estéticos se refieren a la pérdida de tiempo libre y a la exposición de bastos paisajes suburbanos. Los físicos tienen que ver con hacinamiento en establecimientos educacionales, congestión vial, mayores tiempos de viaje y conductores más agresivos. Los efectos ambientales se refieren principalmente al impacto a los recursos ambientales y ecosistemas, donde el recurso natural mayormente afectado es el suelo fértil. Estos efectos pueden ocurrir a escala local, regional y global.

Continuando con los efectos ambientales, Rueda (1997) afirma que la ciudad difusa se asienta en una realidad insostenible, a base de un creciente coste de recursos y de tiempo, cuya continuidad futura peligra en el instante preciso en que algunos de los recursos manifiestan su limitación. En el caso de la ciudad difusa, la emisión de gases a la atmósfera aumenta consecuentemente y con la superficie expuesta a niveles de ruido inadmisibles, crece el número de accidentes y el número de horas laborales perdidas en desplazamientos. En la ciudad difusa, a la vez que se diluyen y se simplifican sus partes internas, el consumo energético y de recursos es mayor. Se puede decir que la energía necesaria para mantener una organización poco compleja en las diferentes áreas urbanas de la ciudad difusa es elevada. Usando la terminología de la ecología académica, significa que no se maximiza la recuperación de entropía en términos de información (Tojo y Sánchez, 2011). En la ciudad compacta, por contra, con la misma energía que se pueda consumir en un área determinada de la ciudad difusa, la organización que mantiene

es significativamente mayor. La eficacia energética del modelo de ciudad compacta es por tanto mucho mejor, que la de la ciudad difusa.

McElfish (2007) señala como el Environmental Law Institute (2007) a través de su programa de uso sustentable del suelo, publicó un informe con el decálogo de los errores de la dispersión urbana, el cual sintetiza las consecuencias de los distintos desarrollos al respecto. A continuación se presentan estos diez errores o efectos del *sprawl*:

1.- *Sprawl* contribuye a un debilitamiento de los equipamientos y servicios públicos. Se inducen fallas en el mercado pues los residentes dispersos tienen acceso a equipamientos públicos, por los cuales no pagan impuestos, siendo los antiguos residentes de dichas áreas las que justifican la existencia de estos equipamientos.

2.- *Sprawl* disminuye el mantenimiento efectivo de las infraestructuras existentes. Los nuevos desarrollos urbanos dispersos demandan nuevas infraestructuras, las que deben ser financiadas en desmedro de los recursos disponibles para la mantención de la infraestructura previamente existente.

3.- *Sprawl* incrementa los costos sociales de transporte. Los costos aumentan significativamente, por las modificaciones necesarias para aumentar las capacidades de infraestructuras existentes, es decir, la construcción de infraestructuras paralelas. Estas modificaciones son permanentes en estructuras urbanas dispersas y son pagadas por cada residente a un alto costo.

4.- *Sprawl* consume más recursos que otros patrones de desarrollo urbano. Porque los usos están más separados, es decir, se requiere más insumos para su conexión (concreto, asfalto, cables, energía, etc).

5.- *Sprawl* separa a los pobres de puestos de trabajo. Los propietarios de los automóviles y los recursos para su mantención son factores esenciales para trabajar en la ciudad (suburbios o centro), los centros de mayor posibilidad de trabajo en las ciudades. Por lo anterior, los modelos de dispersión urbana separan las áreas residenciales de los centros de empleo. En este formato de desarrollo el trabajar cerca de la residencia es muy difícil. Esta característica reduce el acceso a empleos, a personas que no pueden transportarse en automóviles.

6.- *Sprawl* incrementa los gastos en el tiempo. Dado el mayor gasto en tiempo de transporte, la separación y especialización de los usos tiene efectos adversos en el barrio, al aumentar los viajes en automóvil.

7.- *Sprawl* degrada la calidad del aire y del agua. Al utilizar los recursos de agua, primero disminuye la disponibilidad para las actividades del entorno (altamente dependientes del recurso), además de inyectar agua utilizada a las napas, con el riesgo que eso trae. El tema atmosférico se ve afectado por los altos flujos de transporte, que como fuentes móviles dispersan en el territorio sus distintos tipos de emisión.

8.- *Sprawl* supone una alteración o destrucción permanente de los hábitat naturales. Se convierten grandes áreas a asfaltos, concretos, y estructuras que alteran la red hidrológica, y reducen la productividad biológica del territorio.

9.- *Sprawl* crea dificultades para mantener comunidades. Esto se debe al tiempo que se gasta en la interacción con los suburbios o la ciudad, que no permite estadías prolongadas, con las que surgen relaciones comunitarias.

10.- *Sprawl* ofrece la promesa de la elección, pero es más de lo mismo. Hace que la libertad de elección residencial origine, paradójicamente, una reducción de las posibilidades de elección para satisfacer sus necesidades (de transporte, de lugar de compra, de trabajo, de estilo de vida).

El crecimiento de un ciudad conlleva un mayor consumo de energía y una incesante ocupación de suelo. Es evidente que estos factores van en detrimento del medio ambiente y para solucionar las secuelas, actualmente se requiere de nuevos planeamientos para resolverlas, entre ellos, el reto del desarrollo urbano sostenible.

## **2.2. ESTADO DEL ARTE**

### **2.2.1. Medición de dispersión urbana**

La forma de medir el *urban sprawl* es tan divergente como su definición. En general, los métodos de medición apuntan a generar listados de indicadores de medición de distintas variables, cuya forma de integración y posterior interpretación de resultados depende de cada autor y su perspectiva. Estos indicadores pueden ser el crecimiento demográfico, la conversión de usos de suelo, distancias de viajes, consumo de energía, etc.

Algunos estudios se enfocan a identificar la dispersión urbana por medio de datos de población y usos del suelo detallados y otros emplean la detección de expresiones físicas de urbanización a través de la utilización de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Por lo anterior, no existen reglas claras o absolutas para diagnosticar cuantitativamente la dispersión urbana. Sin embargo si se pueden tener criterios para la selección y evaluación de la pertinencia



de indicadores de urbanización dispersa, un listado útil provisto por Hanson y Freihage (2001), sugieren que estos indicadores deben ser:

- De fácil comprensión.
- Confiables y exactos, equiparables con los generados por los censos u otra institución de protocolos rigurosos de información.
- Objetivos y de libre interpretación, que puedan ser usados por diferentes personas.
- Posibles a ser calculados a diferentes escalas espaciales.
- Usados en forma extensa y efectiva en otras localidades y/o contexto.
- Medidas que la población considere relevantes, como la densidad.
- Medidas de dimensiones que sean útiles en los rasgos definidos, como el porcentaje de impermeabilización del suelo.
- En lo posible asociarse a otros indicadores, también de urbanización dispersa.

En base a los lineamientos anteriores y en asociación con la literatura revisada, se seleccionaron los métodos de medición de dispersión urbana que pueden generar una directriz en la construcción de un sistema de medición propio. Estos son los métodos de Galster et. al. (2001) y Tsai (2005), expuestos a continuación:

#### 2.2.1.1. Método de Galster, Hanson, Ratcliffe, Wolman y Coleman.

El anteriormente citado, estudio de Galster et al. (2001), es uno de los que mejor ha sistematizado las dimensiones en las que se puede reconocer la dispersión urbana. Concepto caracterizado por la obtención de valores bajos en una o más, de las siguientes dimensiones: densidad, continuidad, concentración, compactación, centralidad, nuclearidad, diversidad y proximidad. Abarcando la posibilidad de que puedan existir diversos tipos de *urban sprawl*, dependiendo de las diferentes combinaciones de estas dimensiones.

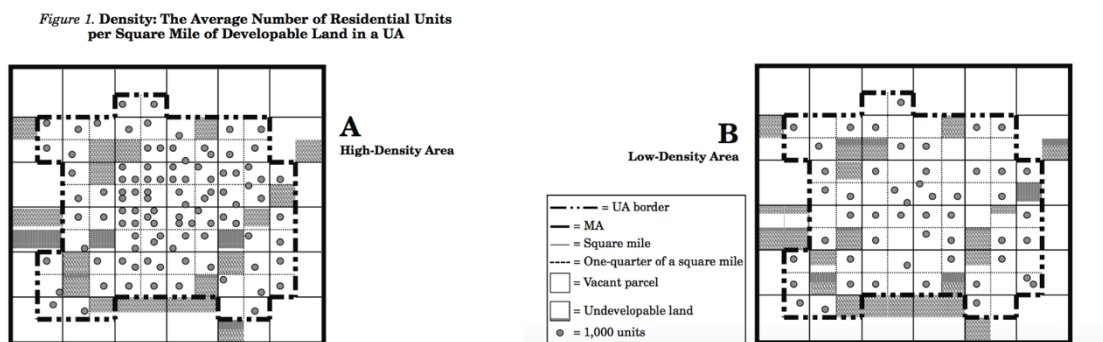
Comenzando por la delimitación del área de análisis o de medición, se sugiere que el área urbanizada (UA, por sus siglas en inglés) es una escala a usar más apropiada que la metropolitana (MA), pues esta última al componerse de varias ciudades o condados, el área intermedia entre estas podría contener grandes proporciones de áreas rurales con densidades por debajo de la mínima: 1,000 personas por milla cuadrada y provocar que la estimación de *urban sprawl* sea exagerada. Por otro lado, utilizar únicamente el área urbanizada como área de análisis excluiría los desarrollos semi rurales adyacentes a la franja urbana, los cuales son considerados la epitome del *sprawl*. Por lo tanto, aunque el área urbanizada (UA) provee una escala adecuada para el análisis de ocho dimensiones para caracterizar el *sprawl*, también es posible que el área análisis se extienda a una zona más grande si está cuidadosamente delineada.

En la caracterización del fenómeno de dispersión, el estudio de Galster et al. (2001), reporta dos fases para definirlo; la conceptual y la operacional. En la primera se fracciona el área de análisis o área urbanizada (UA) con una retícula compuesta por celdas del mismo tamaño, de una milla y de un cuarto de milla cuadrada, cuya utilización depende de la dimensión que se quiere analizar, luego se analizan gráficamente las cualidades urbanas en función de patrones de usos de suelo expresados en retículas y valores (todo en relación directa con la densidad).

En la segunda fase, se utilizan procedimientos de cálculo y ecuaciones específicas por cada dimensión para determinar su magnitud. En la determinación conceptual se explican a continuación las ocho dimensiones distintas que si están presentes en valores bajos y en alguna combinación, caracterizan el *urban sprawl*:

**1. Densidad.-** Se asocia con la población pero en materia urbana se mide a través del promedio de viviendas principales por milla cuadrada de suelo urbanizado (UA). En la Figura 2, se ejemplifica dos espacios urbanos con la misma dimensión, en la que A tiene una densidad mucho mayor que B.

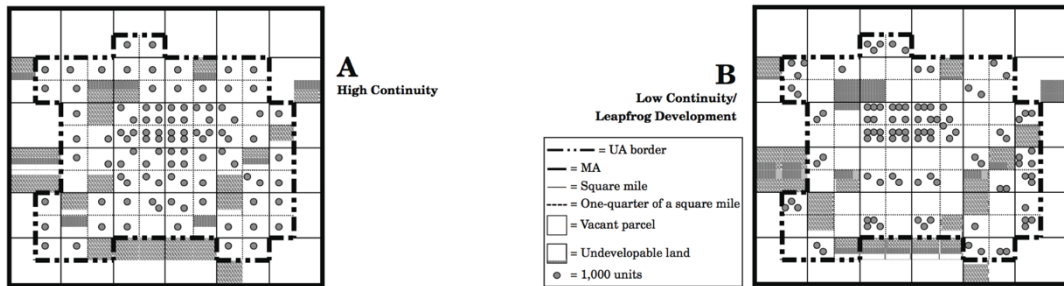
Figura 2. Densidad.  
Fuente: Galster, et al. (2001)



**2. Continuidad.-** Es el grado en que el suelo ha sido desarrollado de manera ininterrumpida, con densidades urbanas similares, indicando los vacíos urbanos y la morfología fragmentada. La continuidad se presenta en espacios de baja densidad también. Se mide en una trama de unidades de media milla cuadrada. Se considera como valor de quiebre o situación vacía, cuando una celda tiene menos de 10 viviendas y menos de 50 empleos. En la Figura 3, A tiene un alto nivel de continuidad y B tiene menos, exhibiendo un patrón mayor de salto.

Figura 3. Continuidad.  
Fuente: Galster, et al. (2001).

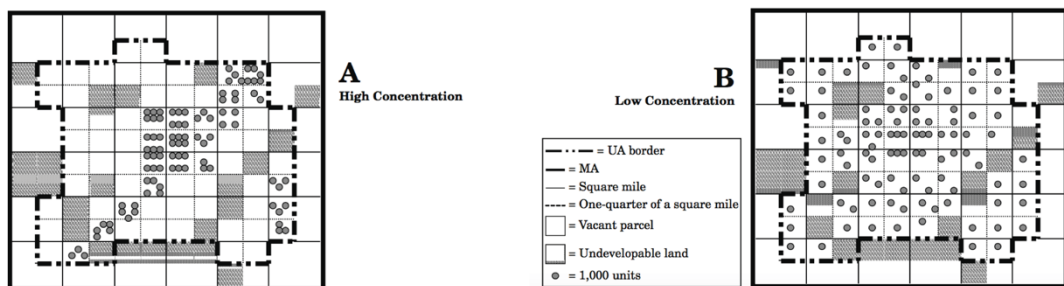
Figure 2. Continuity: The Degree to Which Developable Land Has Been Built Upon at Urban Densities in an Unbroken Fashion



**3. Concentración.-** Es el grado en que el desarrollo se distribuye de manera desproporcionada en valores de densidad de vivienda o empleo a lo largo del territorio. En la Figura 4, A está más concentrado que B, donde el desarrollo se distribuye más uniformemente. Con una concentración más baja, el patrón de desarrollo de B es mucho más disperso.

Figura 4. Concentración.  
Fuente: Galster, et al. (2001).

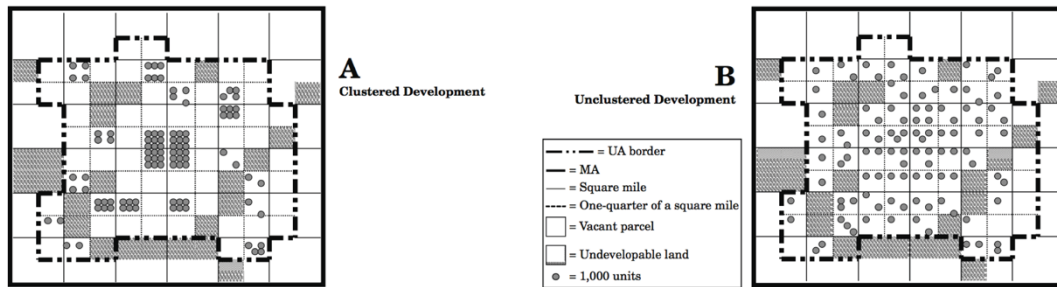
Figure 3. Concentration: The Degree to Which Development Is Located in Relatively Few Square Miles Rather Than Spread Evenly across the UA



**4. Agrupación.-** La agrupación es el grado al cual el desarrollo ha sido apretado firmemente para reducir al mínimo la cantidad de tierra en cada milla cuadrada de tierra desarrollable ocupada por usos residenciales o no residenciales. En la Figura 5, A se ha agrupado de manera que ocupa la mitad o menos de la mitad de la superficie de cada uno de los grandes cuadrados. En B, ocurre la misma cantidad de desarrollo pero se distribuye de manera más uniforme en cada cuadrado. Por lo tanto, el desarrollo de B es más extenso en general.

Figura 5. Agrupación.  
Fuente: Galster, et al. (2001)

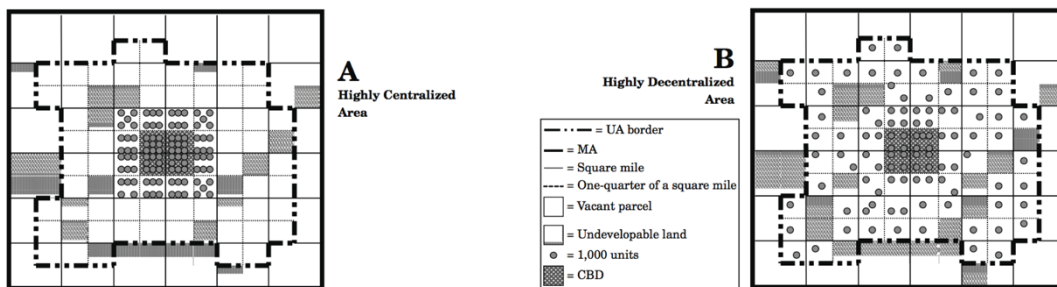
Figure 4. Clustering: The Degree to Which Development Has Been Tightly Bunched to Minimize the Amount of Land in Each Square Mile of Developable Land Occupied by Units of Residential or Nonresidential Use



**5. Centralidad.-** Es el grado en que el desarrollo residencial y no residencial se ha localizado cerca del CBD (Central Business District, entendido como el distrito financiero o distrito central de negocios de la ciudad) o el centro histórico. Consiste en concentrar los espacios urbanos cercanos a usos necesarios que involucran el aprovisionamiento de servicios y equipamientos que han de permitir la independencia del nodo en cuestión. Su dimensión se obtiene a partir de la distancia existente entre los espacios y el CBD respectivo del área urbana mediante índices preestablecidos. La descentralización de las zonas urbanas se cita a menudo como causa de distancias y tiempos de viaje más largos e ineficiencias en el uso de la tierra. La Figura 6 representa un área altamente centralizada y otra con un bajo nivel de centralización.

Figura 6. Centralidad.  
Fuente: Galster, et al. (2001).

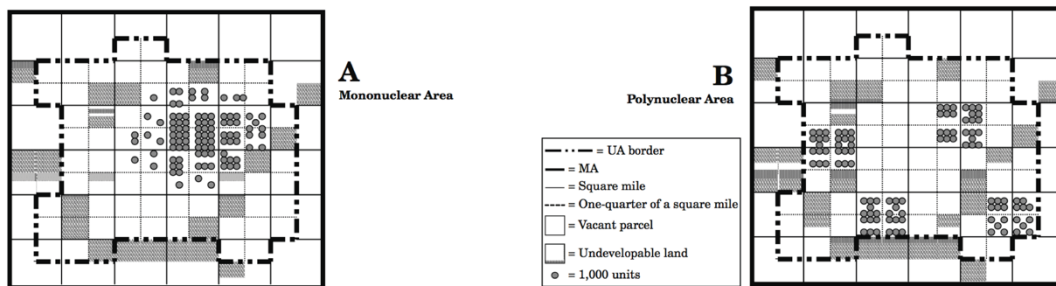
Figure 5. Centrality: The Degree to Which Development in a UA Is Located Close to the CBD



**6. Nuclearidad.-** Es la manifestación de patrones mononucleares sobre el área, la centralidad se adapta mejor a zonas urbanas con este patrón. Si en una ciudad, su CBD es el único lugar de desarrollo intenso, un área tendrá una estructura mononuclear y su nuclearidad se maximizará. Si las mismas actividades se dispersan en varios lugares intensamente desarrollados y cada una contiene una aglomeración de actividades que representan una proporción sustancial del total de esas actividades en la región, entonces es polinuclear. Por tanto lo polinuclear hace referencia a la presencia de fragmentos o nodos sobre una red, los cuales pueden ser caracterizados por dispersión, baja densidad en complejidad o contenido urbano. En la Figura 7, A representa un área mononuclear y B una polinuclear.

Figura 7. Nuclearidad.  
Fuente: Galster, et al. (2001).

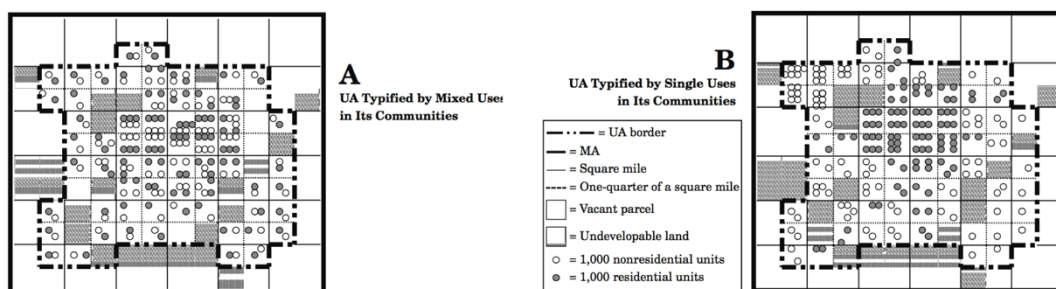
Figure 6. Nuclearity: The Extent to Which a UA Is Characterized by a Mononuclear or Polynuclear Pattern of Development



**7. Mezcla de de usos.-** Es el grado en que dos o mas usos de suelo distintos coexisten en un mismo espacio o bien son próximos y constituye una cualidad visible común a lo largo del territorio. La cuestión es que la expansión urbana es causada por patrones de uso exclusivo de la tierra, incluyendo la separación de hogares, lugares de trabajo y otros usos, así como la segregación de ingresos entre las comunidades residenciales. A medida que disminuye la mezcla de usos en una comunidad, el tiempo de viaje y la distancia entre los que viven o trabajan ahí, aumentan. La Figura 8, muestra en A un patrón de uso mixto, en el que cada cuadrado contiene una proporción igual de residencias y empleo en la UA. En B, cada cuadrado contiene sólo un solo uso de la tierra y representa el grado más bajo de uso mixto.

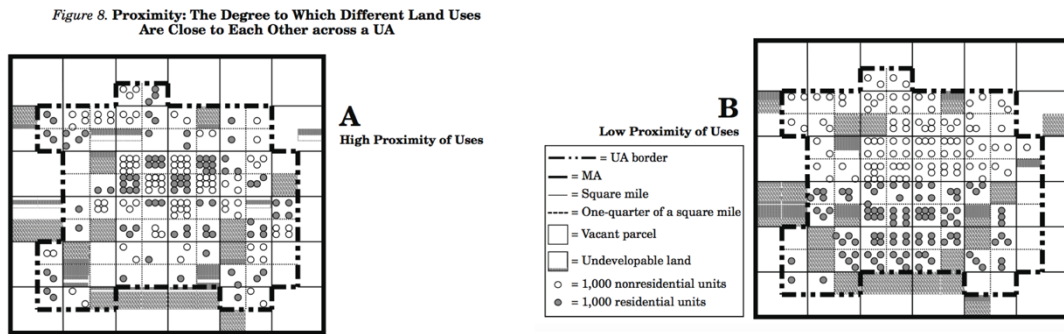
Figura 8. Mezcla de usos.  
Fuente: Galster, et al. (2001).

Figure 7. Mixed Uses: The Degree to Which Two Different Land Uses Exist in the Same Small Area and This Pattern Is Typical throughout the UA



**8. Proximidad.-** Consiste en el grado de cercanía de usos de suelo distintos sobre el territorio. Conceptualmente, la proximidad es la distancia promedio que la gente debe viajar desde cualquier casa o cuadrado residencial al lugar de empleo o a cualquier otro objetivo. En los territorios donde la mayoría de la gente debe viajar grandes distancias, tienen una menor proximidad entre usos y, por lo tanto, se puede considerar que tienen más dispersión. En la Figura 9 se muestra A como un área urbana con alta proximidad de usos del suelo y B con una baja proximidad.

Figura 9. Proximidad.  
Fuente: Galster, et al. (2001).



En continuidad a la conceptualización, prosigue la fase operacional, en la que por medio de formulas especificas se obtiene un valor para explicar cada dimensión. Esta propuesta integral para medir sprawl conformada por las fases; conceptual, grafica y operacional, fue probada por los mismos autores de la investigación, sobre un muestreo de 13 ciudades norteamericanas con diferente estructura económica y demográfica.

En su método explican que requirieron de Sistemas de Información Geográfica para estimar la fracción de cada celda de la cuadrícula sobrepuesta en el área urbanizada (UA) de cada ciudad. Para los datos de unidades de vivienda utilizaron información de los censos, asociada y georreferenciada con cada celda. Cabe mencionar que el método se probó considerando únicamente el uso residencial a falta de información de los otros usos de suelo (no siendo posible estimar la Continuidad ni la Mezcla de usos) por lo que sólo exponen los resultados de 6 dimensiones al comparar las 13 ciudades. Por ultimo se derivó en una tabla donde se muestran los resultados por cada dimensión y el ranking en dispersión urbana de las ciudades (Tabla 1).

Tabla 1. Ranking de indicadores de urban sprawl de ciudades norteamericanas.  
Fuente: Galster, et al. (2001).

	Density	Concentration	Clustering	Centrality	Nuclearity	Proximity	Total	Rank
New York	1	1	3	1	1	1	8	1
Philadelphia	6	4	2	2	2	9	25	2
Chicago	4	6	4	9	4	3	30	3
Boston	10	2	6	3	3	6	30	3
Los Angeles	2	8	13	8	9	2	42	5
San Francisco	5	3	12	13	5	5	43	6
Houston	11	6	1	4	13	10	45	7
Washington, DC	8	9	6	5	8	11	47	8
Dallas	12	4	5	10	12	4	47	8
Denver	7	12	8	6	7	13	53	10
Detroit	9	10	10	11	6	7	53	10
Miami	3	11	8	12	11	12	57	12
Atlanta	13	13	11	7	10	8	62	13

Al final, las dimensiones de uso de suelo definidas en su estudio, se identifican por lo siguiente:

- Cada una es diferente de las otras.
- Cada una es una condición de uso de suelo que puede ser observada.
- Cada una esta libre de juicios respecto de su valor intrínseco.


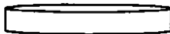


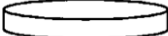
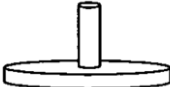

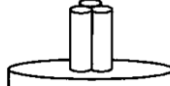
- Cada una es una condición objetiva, independiente de políticas, prácticas o precondiciones que las pudieran causar.
- Cada una puede ser medida y comparada con otras áreas urbanizadas.

### 2.2.1.2. Método de Yu-Hsin-Tsai

Otro de los métodos propuestos para medir la urbanización es el desarrollado por Tsai, (2005), quien propone distinguir la compacidad de la expansión a partir de índices cuantitativos. En su estudio presenta cuatro variables para medir las dimensiones de la forma urbana a nivel metropolitano, refiriéndose por forma urbana al patrón de actividades humanas en cierto punto del tiempo y su clasificación en tres categorías; densidad diversidad y estructura espacial (mono o policéntrica, continua o discontinua, centralizada o no centralizada) (Anderson et al., 1996).

A los efectos de cuantificar esas tres formas metropolitanas arquetípicas y explicar también la expansión local, Tsai (2005) clasifica la forma metropolitana en cuatro dimensiones distintas: tamaño metropolitano, densidad, grado de distribución igualitaria y grado de agrupación (Figura 10), que juntas representan sistemáticamente una forma metropolitana de manera matemática. Luego, examina la dimensión del grado de potencial de agrupamiento para caracterizar los patrones de expansión espacial basada en su estructura, en un análisis de simulación para medir y distinguir compacidad de expansión.

Figura 10. Las 4 dimensiones de la forma metropolitana.  
Fuente: Tsai (2005).

Metropolitan-form Dimension and Variables	Low	High
<b>A. Metropolitan Size:</b> Population	 Small	 Large
<b>B. Metropolitan Density:</b> Population Density	 Low Density	 High Density
<b>C. Degree of Equal Distribution:</b> Gini Coefficient (Population- or Employment-based)	 Equally Distributed	 Concentrated in Some Sub-areas
<b>D. Degree of Clustering:</b> Moran and Geary coefficients (Population- or Employment-based)	 Widely Spread	 Highly Clustered

La explicación de estas cuatro dimensiones se presentan a continuación:

**1. Tamaño metropolitano.-** Aunque el área de tierra podría caracterizar mejor los ejemplos de tamaño metropolitano, se utiliza la población por ser más sensible en la aplicación práctica, ya que no está afectada por el consumo de tierra per cápita, que está relacionado con la segunda dimensión (es decir, el recíproco de la densidad), ya que en una descripción estadística, la población es teóricamente independiente de la densidad, pero el área de la tierra no lo es.

**2. Densidad metropolitana.-** La densidad, mide la intensidad total de la actividad en un área metropolitana y es la variable más comúnmente utilizada en la caracterización de la forma urbana. Sin embargo, la densidad por sí misma no aborda el patrón de distribución de actividades dentro de un área metropolitana porque es incapaz de distinguir entre diferentes formas metropolitanas basadas en la estructura espacial.

**3. Grado de distribución igualitaria.-** Se refiere al grado en que las actividades se distribuyen igual o desigualmente dentro de un área metropolitana. Esta dimensión se ocupa de la medida en que el desarrollo se concentra en un número relativamente pequeño de subáreas. Para caracterizar cuantitativamente el grado de distribución equitativa, los índices pueden ser tomados de los utilizados comúnmente para medir la desigualdad de la distribución del ingreso, incluyendo el coeficiente de Gini.

Entre los muchos índices disponibles, la investigación muestra que la entropía relativa (un índice derivado de la entropía de Shannon o el índice de Theil para revalorizar sus valores en el rango de 0 a 1) es mejor que otros porque no se ve afectada por el número de subáreas (Thomas, 1981).

La entropía relativa de Shannon puede aplicarse para medir la desigualdad en la distribución de la población o del empleo por unidades espaciales en un área metropolitana, como las zonas de análisis de tráfico (TAZ por sus siglas en inglés). Sin embargo, la entropía relativa no puede aplicarse a datos con un valor de densidad cero, que en la práctica existe (por ejemplo, parques). Para superar este problema, el límite de la sub-área tendría que ser ajustado para evitar un valor de densidad cero. Este ajuste, en la práctica, puede no ser apropiado, ya que combinar dos áreas diferentes (como áreas residenciales y parques) puede no tener sentido. En consecuencia, el coeficiente de Gini se selecciona para caracterizar esta dimensión. Este se aplica para medir la desigualdad de la población o la distribución del empleo por unidades espaciales en un área metropolitana. Los coeficientes de Gini más altos (es decir, cerca de 1) significan que la población o la densidad de empleo es extremadamente alta en menos subáreas. Un coeficiente cercano a cero significa que la población o el empleo están distribuidos uniformemente en un área metropolitana. No obstante, esta dimensión no revela la relación espacial de las sub-áreas de alta densidad, es decir, si están agrupados o distribuidos aleatoriamente. Esto evita que el coeficiente de Gini sea un índice de densidad / expansión basada en la estructura espacial. Por



ejemplo, dado el mismo valor del coeficiente de Gini, todavía no está claro si una forma metropolitana es más monocéntrica, policéntrica o descentralizada.

**4. Grado de agrupación.-** Esta dimensión se desarrolla para estimar el grado en el que las subáreas de alta densidad se agrupan o distribuyen al azar, teóricamente orientada a medir la relación espacial. Esta dimensión potencialmente caracteriza la estructura espacial de dispersión y compacidad, es decir; monocéntricas, policéntricas y descentralizadas y la discontinuidad y el desarrollo de la franja comercial. Si puede alcanzar este objetivo esencialmente depende de la disponibilidad de índices cuantitativos.

En teoría, los coeficientes globales de Moran y Geary, que miden la autocorrelación espacial, podrían estimar el nivel de agrupamiento. Estos coeficientes son similares, pero ligeramente diferentes en términos de definición matemática y escala de valores.

Este método, permite el análisis de la estructura espacial según la compacidad o la dispersión en distintas escalas, tanto metropolitanas como locales mediante los coeficientes Moran, Geary y Gini. Mediante una aplicación práctica (simulación de análisis), Tsai (2005), concluye que los valores del coeficiente Moran se muestran altos para formas monocéntricas e intermedios y bajos para policéntricas y descentralizadas (Figura 11).

Figura 11. Formas monocéntricas, policéntricas y descentralizadas.  
Fuente: Tsai (2005).

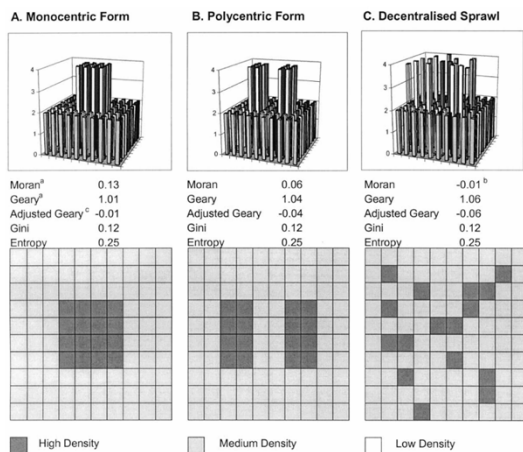
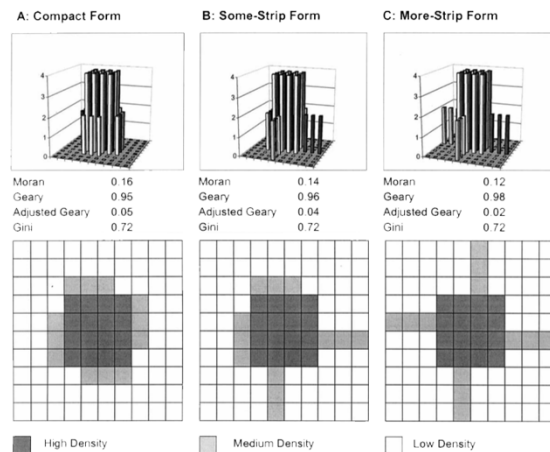


Figura 12. Formas compactas y de crecimiento lineal.  
Fuente: Tsai (2005).



La utilización de estos coeficientes permite estudiar distintos fenómenos a partir del análisis de densidades y valores aplicados a una trama, observando valores y proponiendo rangos. Tsai (2005) probó que con este método es posible determinar los grados de compacidad hipotética (Figura 12) y continuidad hipotética (Figura 13 y Figura 14).

Figura 14. Formas urbanas con diferentes grados de continuidad.

Fuente: Tsai (2005).

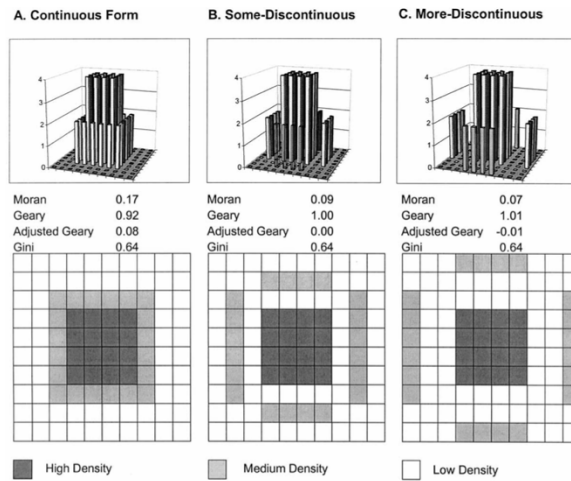
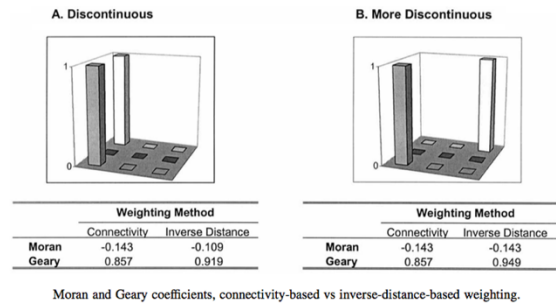


Figura 13. Continuidad y discontinuidad hipotética.

Fuente: Tsai (2005).



## 2.2.2. Estudios de crecimiento y dispersión urbana en casos específicos

Además de los preceptos teóricos de crecimiento y dispersión urbana, es fundamental conocer lo estudios realizados sobre territorios específicos para poder dimensionar y comparar la magnitud del concepto. Para contextualizarlo, se revisan los estudios que se han hecho al respecto, de dos grandes referentes de esta aflicción, como son Europa y Norteamérica; seleccionando específicamente España y México. Partiendo de la escala general del territorio a la particular, para así poder abordar más adelante el análisis de la situación local, concretamente el caso de estudio seleccionado para esta investigación: Chihuahua, ciudad capital del estado homónimo, de México.

Entrando en tema con la escala global, es a partir de la segunda mitad del siglo XX, cuando ocurre el "boom" demográfico más grande de la historia, al producirse el más largo y rápido crecimiento de la población urbana en el mundo. Desde 1950, los centros urbanos comienzan a desarrollarse apresuradamente y en consecuencia se produce una explosión en el crecimiento de las ciudades en número y en tamaño (Tabla 2).

Tabla 2. Población urbana por regiones (millones de habitantes), 1950-2010.  
Fuente: Rodríguez (2010).

Región	1950	1970	1990	2000	2010
África	33	85	303	294	755
Asia	234	485	1.011	1.363	1.755
América Latina y Caribe	70	163	315	394	474
Europa	277	411	509	522	529
Norteamérica	110	171	214	249	284
Oceanía	1	14	19	22	25
Mundo	732	1.329	2.271	2.845	3.475

Actualmente se calcula que un 45% de la población mundial vive en ciudades y la proporción irá en aumento en los próximos años. Se prevé que para este siglo la mitad de la población mundial será urbana. Para el 2025 se estima que la población se duplicará de 2.4 mil millones en 1995 a 5 mil millones, lo que significa el equivalente a un 86% de las personas que viven hoy en la tierra (Rodríguez, 2010).

España y México no son la excepción en crecimiento demográfico y urbano, pues la transformación de ambos países a partir de mediados del siglo pasado, es un suceso de gran magnitud. Considerando que su perfil territorial en el siglo XX era básicamente agrícola y cambió totalmente para el siglo siguiente; más del 50% de la población trabajaba en ese sector y en el siglo XXI, el porcentaje disminuyó a menos del 15% (10% para España). Desplazando así a la agricultura y colocando a la industria y a los servicios, como las principales fuentes de empleos. Arellano y Roca (2010), exponen lo anterior e indagan si lo ocurrido con estos países en materia de dispersión urbana, se trata de una tendencia de carácter mundial. Por lo anterior, se ha seleccionado su investigación como referente para el presente trabajo, exponiendo los alcances del fenómeno *sprawl* en España y México.

#### 2.2.2.1. España

- **“El Urban sprawl, ¿Un fenómeno de alcance planetario?, Los ejemplos de México y España”, Arellano, B. y Roca, J. (2010). ACE: Architecture, City and Environment.**

El estudio parte de la hipótesis de que el consumo creciente de suelo, podría estar alcanzando una escala calificada como planetaria. Se cuestiona si el *sprawl* antes confinado a algunos países desarrollados, ahora se expande a territorios menos desarrollados. Evaluando primordialmente dos modelos representantes del Arco Mediterráneo Europeo y de América Latina, como son España y México.

Se busca determinar si el fenómeno de dispersión de urbanización, es algo específico de las sociedades avanzadas, económicamente fuertes o si es una tendencia de alcance mundial que desborda a los países desarrollados. Se explica que a través del análisis de los índices de consumo de suelo y niveles de renta según países, pareciera que se trata de un fenómeno confinado al primer mundo. Se expone que los países con rentas altas y medias per cápita tienden a tener niveles de *sprawl* mucho más acusados que los países de rentas bajas. Afirmando que el consumo creciente de suelo se concentra de forma rigurosa en el mundo desarrollado y sus alrededores. Sin embargo, esto mismo puede ser refutado, si se atiende a la variación de densidad en la última década, indicador más fiable del *sprawl* que el simple consumo de suelo, demostrando que los países que han experimentado un mayor consumo de suelo, pueden ser los de rentas medias y no necesariamente los de rentas altas.

En el caso de España, en cuanto a los procesos de urbanización, este se muestra como el referente latino-mediterráneo, caracterizado por un menor desarrollo económico y una mayor desestructuración de su tejido productivo. Se denomina España, como el ejemplo paradigmático del trascurso del *sprawl* en Europa, y junto a Portugal e Irlanda, el país con un mayor incremento en el consumo de suelo entre 1990 y 2000. Esto se demuestra por las 168,460 Hectáreas artificializadas analizadas en ese periodo, las cuales constituyen el record absoluto de urbanización de la UE, superando incluso a Alemania y Francia.

En cuanto a las comunidades autónomas de España, estas son analizadas y destacan en crecimiento absoluto de consumo de suelo la Comunidad de Madrid y la Comunidad Valenciana con 29,789 Ha y 29,308 Ha respectivamente. Muy por delante de Andalucía, Castilla-León, Cataluña, Castilla-La Mancha, Murcia y el resto de las comunidades cuyo consumo se encuentra debajo de las 20,000 Ha. Mientras que por provincias, destacan además de Madrid, Alicante, Murcia, Valencia y las Islas Baleares. Si se compara el suelo artificializado del 2000 en relación al de 1990, la Región de Murcia y Navarra son las más afectadas por presentar mayor incremento de este tipo de suelo, a diferencia de Cataluña y Galicia que presentan crecimientos más contenidos.

Si se sigue el indicador más preciso del *sprawl*, que es el de consumo de suelo por habitante, las Islas Baleares y Castilla de La Mancha son las comunidades autónomas con mayor índice de consumo per cápita con 383m<sup>2</sup> y 341m<sup>2</sup> respectivamente. Mostrándose como líderes en consumo de suelo entre 1990 y 2000. En la Tabla 3 se muestran las cifras del consumo de suelo y sus variaciones en esos años.

Tabla 3. Proceso de artificialización de suelo en España, 1990-2000.

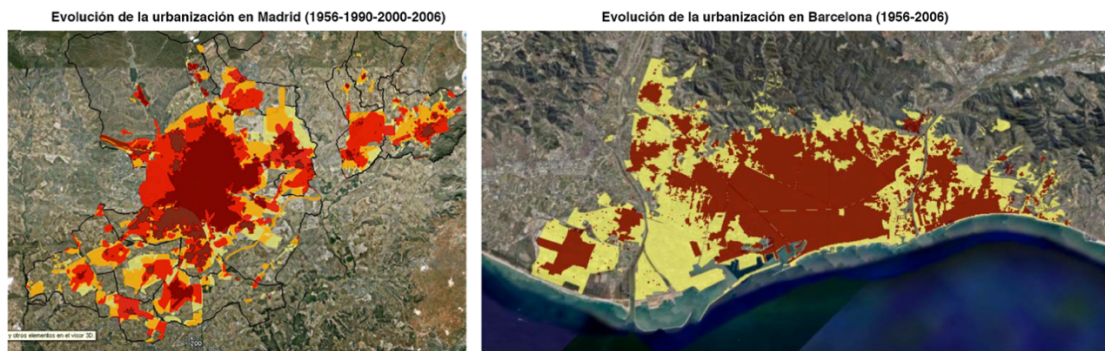
Fuente: Arellano y Roca (2010).

	Suelo Urb. 1990	Suelo Urb. 2.000	Variación 1990-2000	Increment. % Suelo Urb.	Consumo Suelo/pC 1990	Consumo Suelo/pC 2000	Variación Consumo 90-00	Inc. SU./ Inc Pob
ES SPAIN	669.993	838.453	168.460	25,14%	172,04	215,29	43,26	885,29
ES11 Galicia	43.191	48.658	5.467	12,66%	158,11	178,13	20,01	-1527,56
ES12 Asturias	15.407	18.684	3.277	21,27%	140,84	170,80	29,96	-1059,18
ES13 Cantabria	11.804	13.216	1.412	11,96%	223,85	250,62	26,78	1809,10
ES21 País Vasco	20.291	22.937	2.646	13,04%	96,44	109,01	12,58	-1233,34
ES22 Navarra	6.562	9.906	3.344	50,96%	126,37	190,77	64,40	914,86
ES23 La Rioja	4.068	4.805	737	18,12%	154,42	182,40	27,98	555,47
ES24 Aragón	25.223	29.960	4.737	18,78%	212,17	252,02	39,85	3076,37
ES30 Madrid	60.677	90.466	29.789	49,09%	122,64	182,85	60,21	626,04
ES41 Castilla y León	45.981	62.616	16.635	36,18%	180,61	245,95	65,34	-1859,66
ES42 Castilla-La Mancha	43.739	56.573	12.834	29,34%	263,73	341,12	77,39	1257,37
ES43 Extremadura	18.847	23.241	4.394	23,31%	177,49	218,87	41,38	- 13120,3 3
ES51 Cataluña	122.238	135.488	13.250	10,84%	201,73	223,60	21,87	467,18
ES52 C. Valenciana	61.512	90.820	29.308	47,65%	159,47	235,45	75,98	959,21
ES53 Illes Balears	19.039	27.179	8.140	42,75%	268,48	383,27	114,79	614,20
ES61 Andalucía	119.573	139.225	19.652	16,44%	172,28	200,60	28,31	471,23
ES62 Murcia	19.273	29.416	10.143	52,63%	184,32	281,33	97,01	667,11
ES70 Canarias	31.306	33.945	2.639	8,43%	209,58	227,24	17,67	131,49

En el desarrollo del estudio, cabe mencionar, se emplean las modernas tecnologías de sensor remoto para elaborar diagnósticos más detallados de los procesos de urbanización y consumo de suelo, específicamente del periodo de 1956 y 2000. De esta manera se percibe como en las áreas de Barcelona, Madrid, las costas alicantina y murciana, así como la ciudad de Córdoba, se ha duplicado la población en ese tiempo, arrojando como lo más relevante, un crecimiento del 258% de suelo consumido por la urbanización (Figura 15).

Por áreas urbanas, destaca como exponente máximo del modelo denominado como ciudad compacta, la aglomeración de Barcelona, cuyo consumo de suelo por habitante se ha mantenido en los últimos 50 años en un nivel mesurado. Presentando un consumo de 4.84 Ha por 1,000 habitantes en 1956 a 6.11 Ha en el 2006, que a diferencia de la aglomeración Madrileña, la ocupación de suelo incrementó de 7.27 Ha a 10.15 Ha en el mismo periodo.

Figura 15. Comparación de la evolución de la urbanización de Madrid y Barcelona, 1956-2006.  
Fuente: Arellano y Roca (2010).



Se hace relevante por medio de este estudio, que en los últimos 15 años se ha producido un incremento relativo de consumo del suelo (por persona y año) tres veces más acusado que lo sucedido en los primeros 35 años analizados. Derivando que el fenómeno *sprawl*, es una patología de la España contemporánea.

#### 2.2.2.2. México

En Latinoamérica, también se han producido casos de dispersión de la urbanización, pero de una forma más matizada en comparación a la periferia occidental Europea. Los países latinoamericanos a pesar de disponer de un nivel de renta claramente menor al de los países desarrollados, también se han visto afectados por el modelo de vida americano caracterizado por la baja densidad y el consumo creciente de suelo.

En el estudio de Arellano y Roca (2010) se explica como en el caso de México, al igual que en España, es a partir de la segunda mitad del siglo pasado que las ciudades han experimentado un proceso acelerado de crecimiento, pasando de 12 zonas metropolitanas (ZM) en 1960, a un total de 56 zonas metropolitanas en el 2005. De las cuales, para la investigación, centran el

análisis del *sprawl* en las Zonas Metropolitanas con más de un millón de habitantes en el año 2000, resultando en 9 zonas: Valle de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla-Tlaxcala, Toluca, Tijuana, León, Juárez y La Laguna. Resultando que estas concentran el 35.4% de la población total nacional y las tasas de crecimiento en los distintos periodos han estado por encima de la media nacional.

En los datos más relevantes obtenidos del análisis de población y consumo de suelo por ZM (Tabla 4), la zona de mayor desarrollo urbano es Puebla-Tlaxcala, seguida de Valle de México, con 17,448.61 Ha y 10,997 Ha respectivamente. En el caso del primero, se explica como ha ocurrido un fenómeno de “metropolitanización” al sumarse 15 municipios y en el segundo 24 municipios del Estado de México.

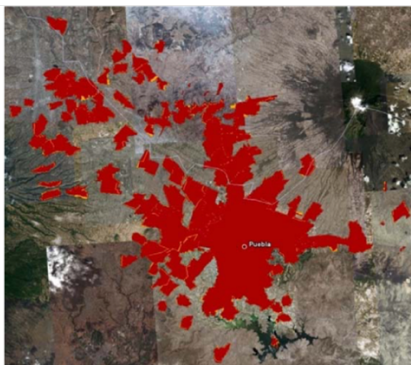
Tabla 4. Población y consumo de suelo en las ZM, 2000-2005.  
Fuente: Arellano y Roca (2010)

Zona Metropolitana	Población 2000	Población 2005	Diferencia Población	Suelo Urbano 2000	Suelo Urbano 2005	Diferencia S.Urbano	Variación 2000-05
ZM De la Laguna	1.007.291	1.110.890	103.599	21.226,99	24.215,36	2.988,37	14,08%
ZM Guadalajara	3.699.136	4.095.853	396.717	50.067,80	54.898,69	4.830,89	9,65%
ZM Juarez	1.218.817	1.313.338	94.521	27.334,53	30.469,08	3.134,55	11,47%
ZM Leon	1.269.179	1.425.210	156.031	16.113,27	19.189,05	3.075,78	19,09%
ZM Monterrey	3.299.302	3.738.077	438.775	63.654,65	71.266,27	7.611,62	11,96%
ZM Puebla-Tlaxcala	1.885.321	2.470.206	584.885	49.834,05	67.282,66	17.448,61	35,01%
ZM Tijuana	1.274.240	1.575.026	300.786	26.879,79	30.767,44	3.887,66	14,46%
ZM Toluca	1.451.801	1.633.052	181.251	33.989,83	36.623,07	2.633,25	7,75%
ZM Valle de Mexico	18.396.677	19.239.910	843.233	211.616,51	222.613,51	10.997,00	5,20%

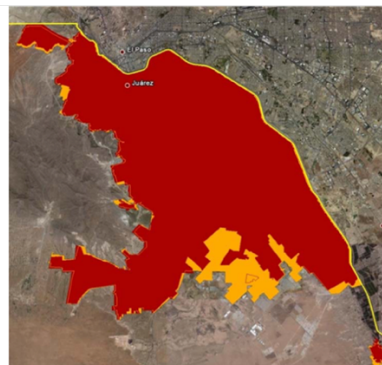
En cuanto a crecimiento urbano, Puebla-Tlaxcala continua encabezando y se observa como los mayores crecimiento ocurren en la periferia, luego Leon, Tijuana y La Laguna le anteceden. En un segundo grupo de desarrollo urbano acelerado están Monterrey, Juárez y Guadalajara. Se explica como estas variaciones ocurren por las diferentes etapas de transformación que atraviesan las ciudades y sus municipios, producto del crecimiento poblacional acelerado y la demanda de suelo urbanizable para construir vivienda, equipamiento, comercio y servicios, tal es el caso de Juárez (Figura 16).

Figura 16. Crecimiento urbano de Zonas Metropolitanas, 2000-2005.  
Fuente: Arellano y Roca (2010).

Crecimiento urbano de la ZM Puebla-Tlaxcala (2000-2005)

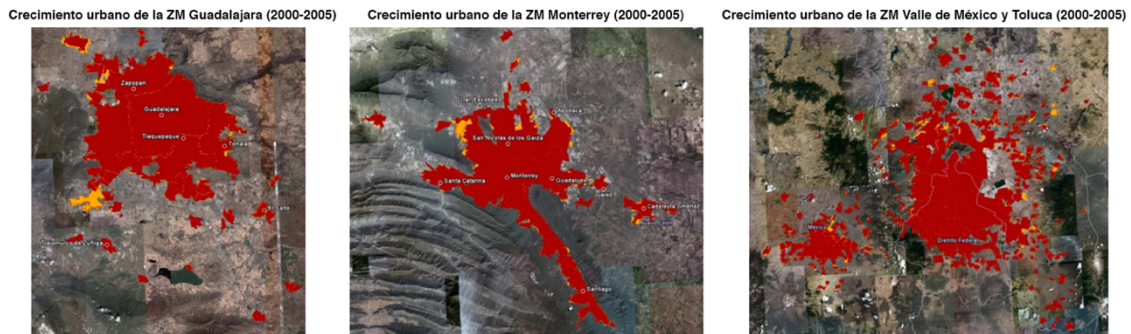


Crecimiento urbano de la ZM Juarez(2000-2005)



El análisis del fenómeno de urbanización, arroja que en sólo tres de las zonas metropolitanas, como son: Guadalajara, Monterrey y Valle de México, se concentran más de una cuarta parte del total de la población de México (Figura 17). Aunado a esto, se analiza la densidad de estas mismas regiones y se observa una clara tendencia al *sprawl*, por el decrecimiento de los valores de densidad, en el periodo 2000-2005, en 8 de las 9 zonas metropolitanas, es decir prácticamente todas las áreas estudiadas.

Figura 17. Principales Zonas Metropolitanas que concentran la población de México.  
Fuente: Arellano y Roca (2010).



En el estudio comparativo, se evidencia que en México también se encuentra el fenómeno *sprawl* detonado desde el siglo pasado. Se expone que los factores que propiciaron este suceso en el país, son los desarrollos unifamiliares promovidos en la periferia, de baja y media densidad, así como el uso del automóvil, la privatización del espacio público y otras cuestiones socioeconómicas. Afirmando que este modelo disperso tiene repercusiones graves en materia de falta de identidad e inseguridad, fragmentando el territorio y a la sociedad misma.

Comparando el proceso de dispersión en España y México, ambos países muestran tendencias similares. Contrario a la hipótesis planteada del nivel de renta expuesta en el estudio, México parece denotar una mayor afección. No obstante, la dinámica de este proceso, parece ser una cuestión de mayor aumento en España, que en México (Arellano y Roca, 2010)

### 2.2.2.3. Chihuahua

En cuanto a estudios de dispersión urbana de la ciudad de Chihuahua, los más relevantes son los emitidos por el mismo ayuntamiento de la ciudad, ya que ofrecen aportaciones muy significativas de la condición urbana general y hacen análisis de su caso de dispersión, para usar esta información en pro de su adecuada planeación urbana. Por esta razón han sido revisados y la información más trascendente de cada estudio, se muestra a continuación:

– **Informe de evaluación de factibilidad de densificación urbana, Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua (IMPLAN), (2006).**

El Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua (IMPLAN) elaboró un Informe de Densificación en el año 2006, en el que estudia el espacio urbano de Chihuahua, evaluando la vivienda y los barrios tradicionales, el equipamiento y la factibilidad de densificación urbana, apuntando a fomentar la manera de hacer la ciudad más compacta y sostenible.

En el informe se explica como la ciudad se encuentra en un proceso de rápido crecimiento demográfico, que se ha traducido a una acelerada expansión urbana. El crecimiento poblacional acompañado de un acelerado crecimiento de la superficie urbana, es el que ha originado un patrón de localización disperso, manifestado por la disminución gradual de la densidad de población en los últimos años, sobre todo a partir de la década de los ochenta.

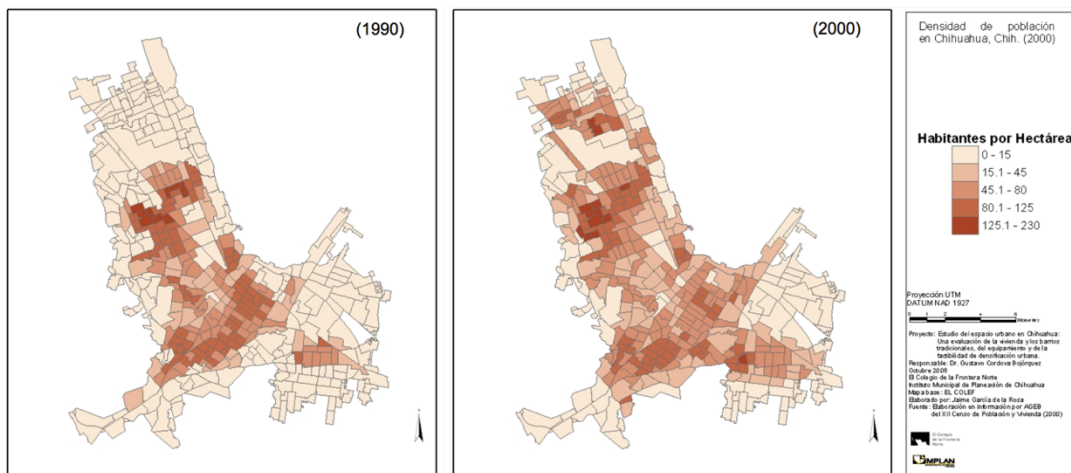
Para determinar lo anterior, el estudio hace un análisis del área urbanizada de la ciudad por medio de mapas con división territorial por AGEBS (Área Geoestadística Básica), en dos años distintos: 1990 y 2000. En base a los principales resultados, se declara como la densidad de población de Chihuahua no es homogénea para toda la ciudad. Se expone como en 1990 la densidad de población para toda la ciudad fue de 34.18 habitantes por hectárea y las densidades más bajas (menos de 14 hab./ha) se ubican en el norte sobre la carretera a Ciudad Juárez, al poniente en los alrededores del aeropuerto y hacia el sur-oriente en la salida a la carretera a Cuauhtémoc.

Las densidades bajas (17.4 a 49 hab./ha) se localizaron en el centro de la ciudad y al sur-poniente en dirección a la salida a la carretera a Delicias. Las densidades medias (46.8-78.2 hab./ha) y alta (78.9-123.7 hab./ha) se encontraban del centro hacia el norte y sur-poniente. Las áreas más densamente pobladas (135.9 a 204 hab./ha) se encontraban en las colonias que rodean al parque industrial Saucito, al Norponiente.

Para el año 2000, se observa con claridad el proceso de reacomodo poblacional, que implica la pérdida de población de la zona central y la densificación en zonas alejadas del centro principal sobre todo en el extremo norte. Se observa como la densidad de población promedio de la ciudad disminuyó, pues para ese año llegó a ser de 36.43 hab./ha. Las áreas que mantienen una baja densidad (0 a 17 hab./ha) son las zonas residenciales localizadas al poniente, los extremos sur-poniente y sur-oriente. Los sectores de densidad media (48 a 77 hab./ha) se ubican alrededor del centro histórico, los cuales muestran una pérdida paulatina de población (Figura 18).



Figura 18. Densidad de Población en Chihuahua, 1990 y 2000.  
Fuente: Informe de Evaluación de factibilidad de densificación urbana (2006).

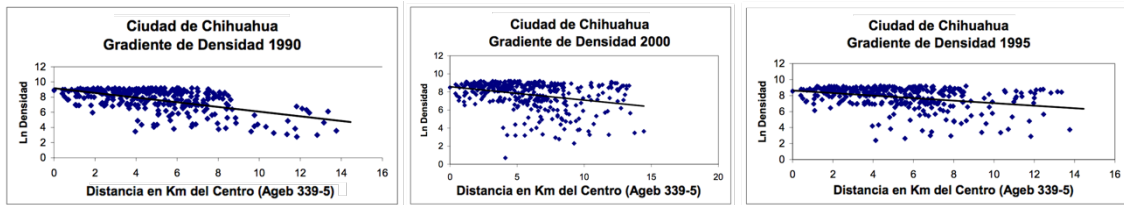


Se explica como el extremo norte es el que presenta con mayor claridad un incremento de la densidad de población, producto de que en esa dirección se han dirigido los programas de vivienda popular. En dichas áreas habitacionales la densidad ha pasado de baja (0 a 17 hab./ha) a media (48-77 hab./ha) y alta (78-129 hab./ha) sobre todo en los fraccionamientos cercanos a la carretera que comunica a Chihuahua con Ciudad Juárez. De 1990 al año 2000 se observa que el centro de la ciudad está viviendo el típico proceso de expulsión de población hacia la periferia, característico de las ciudades que han mostrado un modelo de crecimiento extensivo de la superficie urbana tales como las de Estados Unidos y Australia.

En el informe, se hace un énfasis y análisis profundo sobre el proceso de densificación urbana en áreas alejadas al centro histórico, mediante la construcción del gradiente de densidad de población. Este explica como el modelo de la ciudad monocéntrica asume una función que tiene su valor más alto en el centro de la ciudad y disminuye en la medida que se incrementa la distancia con respecto al centro.

El modelo se estimó en tres puntos en el tiempo 1990, 1995 y 2000 con el objetivo de analizar los cambios del gradiente de densidad a lo largo del tiempo. El modelo que se corrió con información colectada en 1990 arroja que la densidad de población disminuye 30% por cada kilómetro que se incrementa la distancia del centro principal. En 1995 el gradiente se redujo al 15%, y en el año 2000 disminuyó a un 14%, es decir, la densidad de población del centro principal se redujo en un 50% con respecto al resto de la ciudad entre 1990 y 2000. El proceso de relocalización de la población hacia el norte de la ciudad ha generado áreas de alta densidad de población alejadas de la zona centro lo cual está contribuyendo a la generación de nuevas centralidades alejadas del centro principal. Las graficas de gradiente de densidad de los tres años seleccionados, se muestran en la Figura 19:

Figura 19. Forma del gradiente de densidad de población de Chihuahua, 1990, 1995 y 2000.  
Fuente: Informe de Evaluación de factibilidad de densificación urbana (2006).



Se observa que en 1990 la forma del gradiente de densidad está más inclinado del lado en el que la distancia es menor con respecto al centro y se vuelve plano en la parte final. Mostrando que hasta ese momento la ciudad era relativamente compacta y que la mayoría de la población se concentraba en los alrededores del centro principal.

En 1995 el patrón de distribución de la población cambió, producto del proceso de relocalización de la misma hacia los extremos de la ciudad, principalmente en dirección norte. En la gráfica de 1995, se puede ver que la forma del gradiente es más plano y cada vez existen más áreas de la ciudad con alta densidad alejadas del centro histórico.

En el año 2000, la forma del gradiente de densidad es menos inclinado de su base y una mayor cantidad de puntos alejados del centro, lo cual ha generado que la función tenga una forma más plana que 1995 lo cual es un reflejo del rápido crecimiento poblacional que está experimentando la ciudad y de la transición de su estructura urbana de monocéntrica a ser duocéntrica.

Por último, el informe sostiene que a este modelo de crecimiento expansivo de la mancha urbana se le atribuyen las siguientes desventajas; mayor movilidad y como resultado mayor tiempo de traslado, uso no intensivo de las áreas de la ciudad dotadas de infraestructura, al conectar menos viviendas a las redes ya existentes, gran consumo de tierra urbanizable, destrucción de flora y fauna natural, etc. Este modelo ha sido puesto en cuestión por distintas teorías como el Nuevo Urbanismo, las Comunidades Sustentables y el Crecimiento inteligente, las cuales comparten la idea de la ciudad compacta y sostenible.

- **Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población Chihuahua Visión 2040, (PDU2040), Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua (IMPLAN), (2016).**

El ayuntamiento de Chihuahua, en su Plan de Director Urbano, ha comenzado a hacer conciencia en la sociedad al plantear una serie de estrategias que pretendan mejorar la calidad de vida, contribuir a la economía local y respetar el medio ambiente.

El PDU2040 contiene una sección diagnóstica en la que evalúa la condición de la ciudad para generar estrategias de acuerdo a las dinámicas económicas, sociales y urbanas que prevalecen

y condicionan la ocupación del suelo. En esta sección destaca el dictamen de la estructura urbana, que explica la tendencia de un patrón horizontal de ocupación predominante y con gran consumo de suelo. Menciona el predominio del modelo suburbano de vivienda unifamiliar, situado en zonas periféricas. Tendencia de ocupación que ha causado una fragmentación de la traza urbana, haciéndola irregular y discontinua. No obstante, explica como del 2013 al 2016, ha comenzado una tendencia de crecimiento vertical que se ve reflejada en la construcción de edificios de uso mixto con uso habitacional, comercio y servicios. Pero, se puntualiza que este modelo de desarrollo va dirigido a un mercado de nivel de renta alto, lo que representa menos del 8% de la población.

De las zonas habitacionales que existen en la ciudad, destacan negativamente las que mantienen un esquema de desarrollo cerrado, aislado y discontinuo de la traza urbana. Ya que, estas son generadas bajo procesos masivos de zonificación y privatización, lo que impone un importante incremento de movilidad residencial y por tanto un consecuente aumento en traslados debido a las amplias distancias hacia los centros de trabajo y equipamientos.

Aunque la densidad poblacional promedio es considerada como baja por el PDU2040, explica como existen algunos sectores densamente poblados, ubicados principalmente al norte y Norponiente de la ciudad, la zona centro y centro sur, así como la zona oriente, sin embargo algunos de estos presentan actualmente fuertes carencias en cuanto a accesibilidad y consolidación de equipamiento. Si bien en algunos puntos de la ciudad, sobre todo al norte, se han dado condiciones de crecimiento, la traza y su ocupación no están consolidadas, debido a los numerosos vacíos intermedios, fenómeno que resulta de la parcelación de terrenos de origen ejidal.

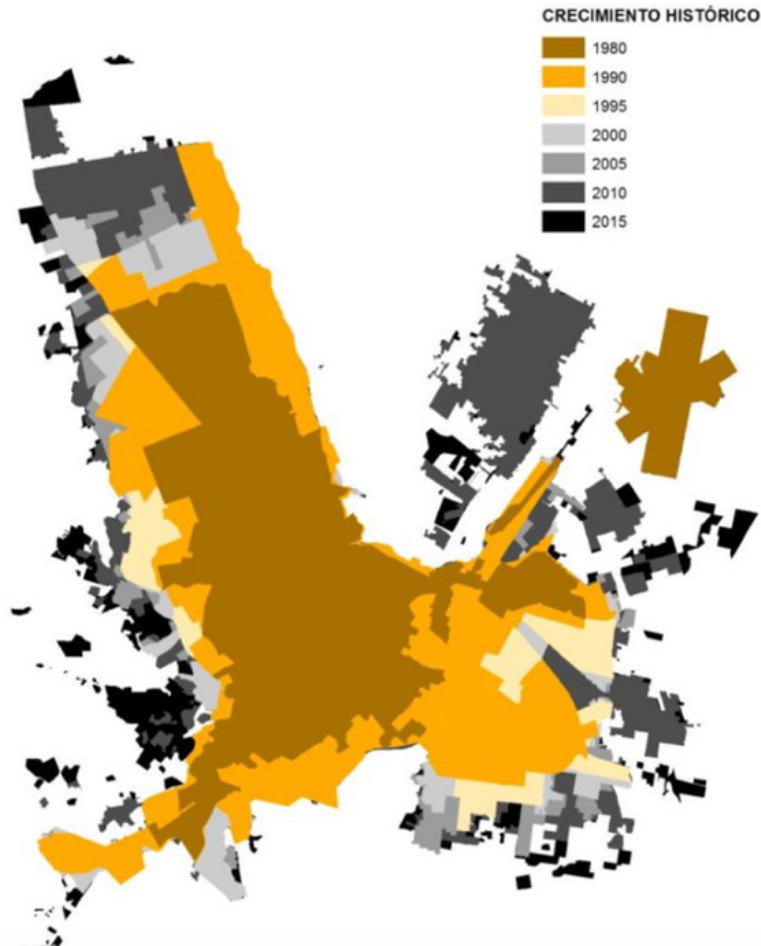
Se expone que aproximadamente un 11% del área urbana total, son espacios vacíos, caracterizados por propiedades especulativas. Por otro lado, están las viviendas deshabitadas, la cuales sólo reducen la productividad económica de las zonas urbanas al propiciar un exceso de inversión en infraestructura para dar servicio a zonas de expansión urbana innecesaria.

Explicando el proceso de crecimiento de la ciudad, se expone como hasta la década de los 80 la urbanización presentaba un modelo de crecimiento contenido con tendencia a ocupar la zona norte del río Chuvíscar, el cual cruza por el centro de la ciudad. Hasta que el desarrollo de obras viales importantes como el entonces Periférico Ortiz Mena y la Av. Américas, abrieron la posibilidad de desarrollo hacia las zonas norte y poniente, por lo que la ciudad duplicó su tamaño en un periodo de 7 años (de 1975 a 1982) siendo de 10,126 has.

Luego se explica que el crecimiento de la ciudad se ve acelerado sobre todo a partir de la década de los noventa. Durante el periodo 1980 a 2005, cuando la superficie urbana creció más del doble, pasando de 8,489 a 19,024 hectáreas. Se declara como la relación entre el crecimiento

poblacional y el acelerado incremento de la superficie urbana originó un patrón disperso, que se manifestó a través de la disminución gradual de la densidad de población, la cual pasó de 67.35 habitantes por hectárea en 1970 hasta llegar a 34.3 en el año 2010. Este crecimiento histórico de la ciudad estudiado por el plan, se muestra en la Figura 20.

Figura 20. Crecimiento histórico de la ciudad de Chihuahua.  
Fuente: PDU2040 (2016).

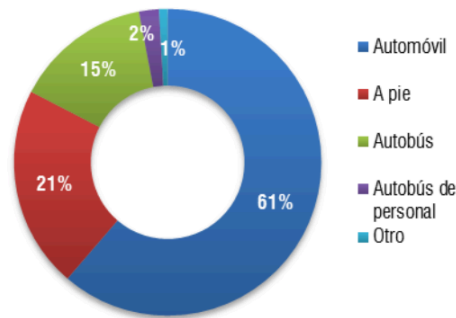


Se menciona también como ocurrió un fenómeno de despoblamiento en el centro urbano en los últimos 40 años, en el que los edificios de origen habitacional, paulatinamente han ido cambiando su vocación a usos de equipamiento y servicios. Esto se ha propagado a algunas zonas adyacentes, como barrios residenciales, que también han cambiado sus usos originales.

Se expresa como todos estos factores han provocado el modelo de crecimiento expansivo de la ciudad, que prácticamente obliga a que exista un predominio del uso del automóvil, es así que al 2009, se estima que el parque vehicular de la ciudad ascendió a 470,000 unidades. Se señala que es entendible que los automóviles generan ventajas, tanto al conductor, como a la sociedad por conceptos de derrama económica (valor agregado, empleo, comercio, etc.). Sin embargo, se confirma que el crecimiento del parque vehicular y su uso desmedido ha venido acompañado de impactos negativos ambientales, económicos, urbanos y sociales que reducen las ventajas de

vivir en las ciudades. Incluso, cabe mencionar que a nivel nacional, Chihuahua ocupa el segundo lugar, con más autos por habitante, con un coeficiente de 0.31, es decir un auto por cada 3 personas (Reporte nacional de movilidad urbana en México, 2014). Prueba de esto, es el alto porcentaje de preferencia del automóvil, sobre otros medios de transporte, con 61% sobre el uso del transporte público o el traslado a pie (Figura 21):

Figura 21. Distribución de medios de transporte de la ciudad de Chihuahua.  
Fuente: Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable de Chihuahua (2009).



La suma de todos estos factores señalados por el PDU2040, han traído como consecuencia, la generación de zonas de baja consolidación, que en conjunto crean un patrón diagnosticado de dispersión urbana, el cual ha generado importantes impactos sociales como; delincuencia, segregación social, insalubridad y la consecuente disminución del valor de la propiedad, impactos ambientales; pérdida de biodiversidad en las áreas urbanizadas, emisión de gases de efecto invernadero y de contaminantes, accidentes, congestión y ruido, y en general una ausencia de desarrollo sostenible.

Por la configuración territorial actual (2016), se requiere de una consolidación urbana integral, la cual representa un elemento fundamental para la ciudad. Es así que el PDU2040 enfatiza y resume las principales estrategias a seguir, consecuencia de esta configuración, las cuales se dividen en tres vertientes; por una parte los asentamientos periféricos, construidos bajo los conceptos de exclusividad y seguridad, relativamente recientes, que implican acciones orientadas a superar las deficiencias y carencias de equipamiento y servicios urbanos, que puedan generar mejores condiciones de vida. Por otra, la ocupación de áreas vacías, subutilizadas y de potencial desarrollo dentro del casco urbano, que cuenten con todos los servicios, equipamiento e infraestructura, y que puedan actuar como fuerza motriz de la no segregación espacial a través del mercado inmobiliario. Y finalmente, los asentamientos con alto grado de marginación y pobreza urbana, que carecen del acceso a infraestructura básica y servicios públicos, ubicados en zonas periféricas, lo que implica grandes distancias hacia centros de trabajo y equipamientos de salud, educación, asistencia social, recreación y cultura, entre otros.

# Capítulo 3.

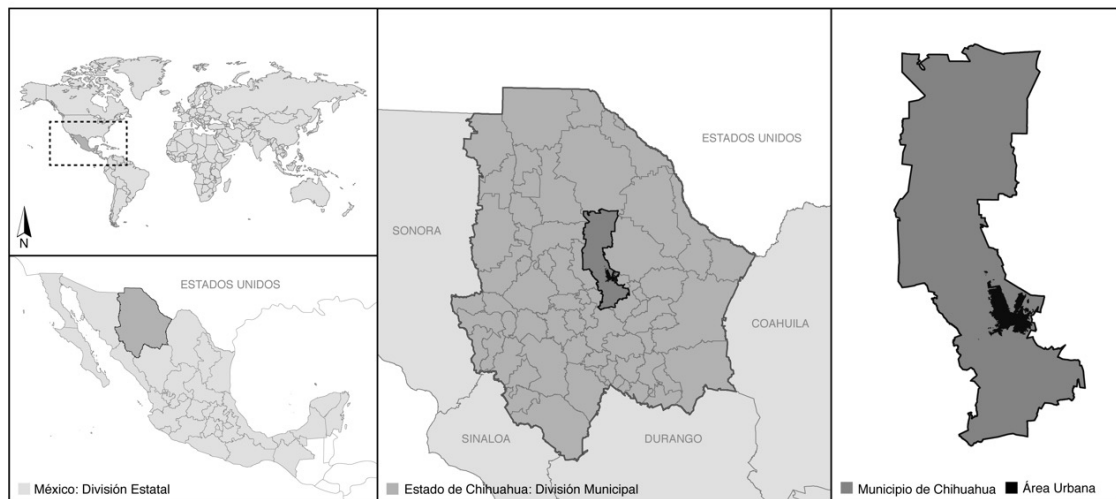
## Descripción del caso de estudio

### 3.1. MARCO TERRITORIAL

Chihuahua es uno de los 31 estados que junto con la Ciudad de México, forman los Estados Unidos Mexicanos. Se localiza en la región norte del país, en frontera con Estados Unidos y colinda al este con el estado de Coahuila, al sur con Durango, al suroeste con Sinaloa y al oeste con Sonora.

El estado de Chihuahua es el más extenso del país con 247,455 km<sup>2</sup>, que representan el 12.62% del total de su extensión (INEGI, 2015) . El estado se compone de 67 municipios y Chihuahua es uno ellos y la capital homónima del estado. Su área urbana es de 250.41 km<sup>2</sup> (PDU2040, 2016), es decir el 3.4% de la superficie del estado, la cual es el objeto de estudio de la presente investigación (Figura 22).

*Figura 22. Localización geográfica de Chihuahua.  
Fuente: Elaboración propia en base a archivos del INEGI (2017).*



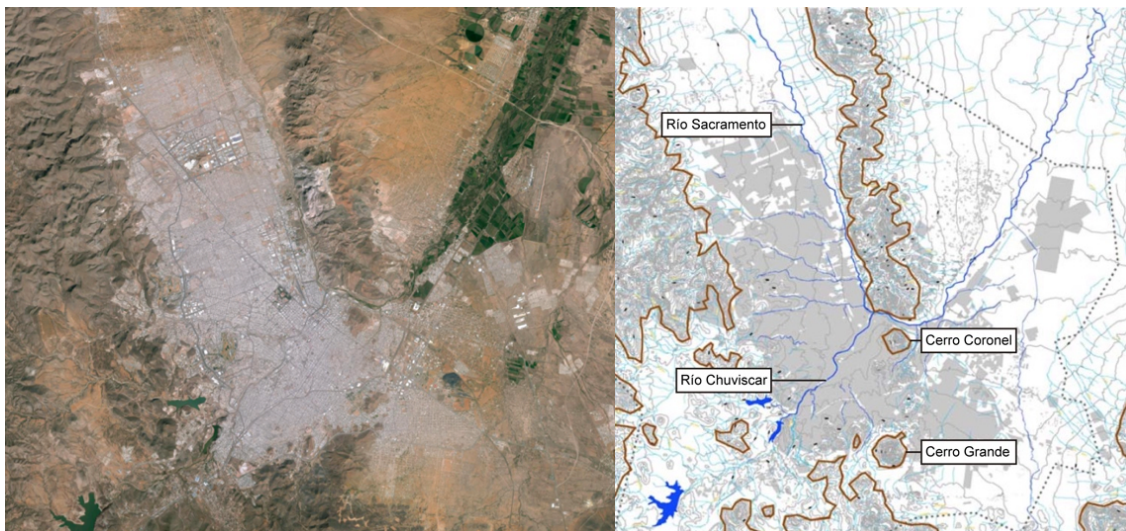
En el ámbito metropolitano, la ciudad de Chihuahua toma en cuenta el concepto del municipio central, al ser la ciudad principal que da origen a la zona metropolitana, junto a las poblaciones de Santa Eulalia y Aldama, cabeceras de los municipios de Aquiles Serdán y Aldama respectivamente. Sin embargo, el área metropolitana no es considerada homogénea, por su estructura urbana de baja consolidación (PDU2040, 2016).

En cuanto a sus características geográficas, el estado de Chihuahua está conformado por tres grandes regiones denominadas Sierra, Llanura o Meseta y Desierto. Esto implica unas condiciones de geografía y clima inmensamente contrastantes, con una variedad de escenarios como desiertos, montañas, cañones y bosques.

El estado se encuentra enclavado en el centro del continente, rodeado de grandes cadenas montañosas que lo alejan de las costas y las zonas húmedas, por lo cual el clima es mayormente seco y con lluvias escasas, lo cual influye notablemente en la hidrografía. Es así que, el clima del estado es semicálido, con temperaturas que van desde 0° C en invierno hasta 30° C en verano, con una media anual de 17°C. Las lluvias son escasas y se presentan durante el verano, con una precipitación total de 500 mm anuales.

El cuanto al área urbana de Chihuahua, esta se localiza a una altura de 1,440 msnm, en un valle entre montañas características del estado, que recorren el municipio en dirección norte-sur, considerándose zonas no urbanizables ya que cuentan con pendientes superiores al 20%. Dentro de la ciudad se encuentran dos importantes montañas; el “Cerro Coronel” situado al sureste y el “Cerro Grande” al sur. También está el cruce sustancial de dos ríos; el Chuvíscar y Sacramento; el primero atraviesa el centro de la ciudad en forma diagonal, de suroeste a noreste y el segundo circunda la periferia norte. Hay un total de 24 arroyos que cruzan transversalmente la ciudad y al suroeste se encuentran 3 presas; Chihuahua, Chuvíscar y Rejón. Estas principales condiciones físicas del territorio, son las que han definido el desarrollo y crecimiento de la ciudad a lo largo de su historia (Figura 23).

*Figura 23. Morfología natural de la ciudad de Chihuahua.  
Fuente: Imagen satelital de Google Earth (2016) e Imagen del Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable (2009).*

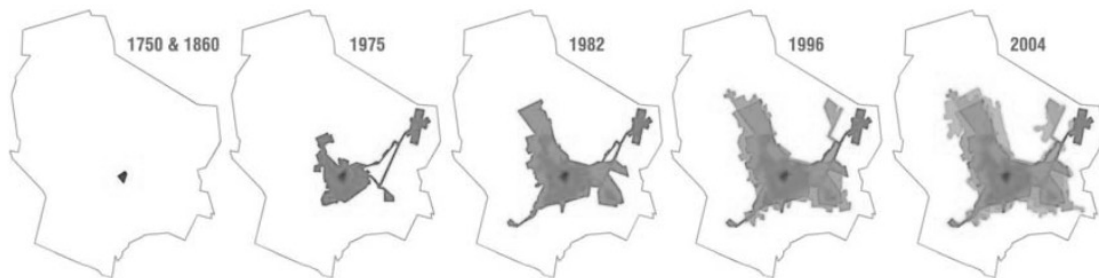


### 3.2. DESARROLLO HISTÓRICO

Chihuahua fue fundada en el año de 1709 en las márgenes del entonces caudaloso río Chuvíscar, años después adquirió la categoría de Villa con el nombre San Felipe el Real, apareciendo el primer Ayuntamiento local en el año de 1718.

Durante la mayor parte del siglo XVIII se mantuvo una población de 4,000 a 6,000 habitantes con una extensión de la mancha urbana de apenas 45 ha. Durante el siglo XIX la población se mantuvo entre los 10,000 y 20,000 habitantes, duplicando al menos la extensión urbana de la ciudad. A finales de ese siglo, con la llegada de la infraestructura ferroviaria surgieron los primeros asentamientos industriales y la ciudad comenzó a crecer mas allá del límite que suponía el río. Es a partir del siglo XX donde surge un desarrollo apresurado de la ciudad y ocurre un doblamiento formal, especialmente hacia el norte (Figura 24).

*Figura 24. Crecimiento histórico de la ciudad de Chihuahua.  
Fuente: Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable de Chihuahua (2009).*



Para 1958, la canalización del río Chuvíscar, permitió la apertura de algunas vialidades importantes que comunicaron los dos grandes sectores que el río separaba. Dichas obras dieron paso a importantes arterias viales que permitieron que la ciudad creciera en diversas direcciones. Desde entonces comenzó a crecer la urbanización de manera acelerada e históricamente a mayor velocidad hacia el norte que al sur.

### 3.3. CONTEXTO DEMOGRÁFICO

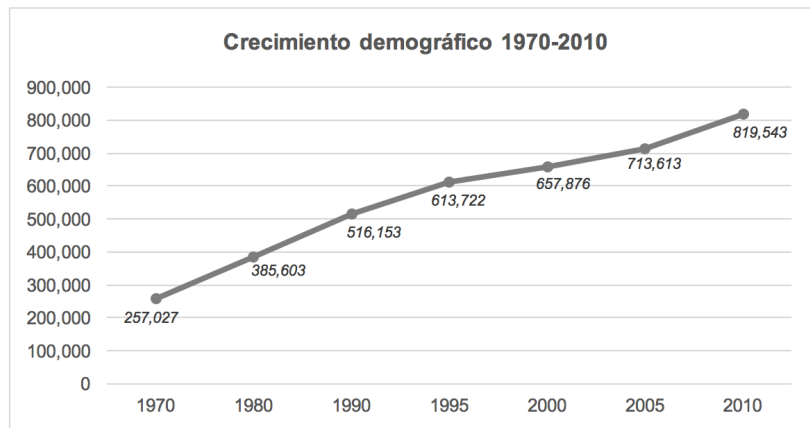
En datos del 2015, Chihuahua es la segunda ciudad más poblada del estado, con 878,062 habitantes, debajo de ciudad Juárez con 1,391,180 habitantes. En cuanto a su área metropolitana, esta tiene una población de 918,339 habitantes, lo que significa, casi un 96% de población concentrado en la ciudad de Chihuahua, de los tres municipios que conforman esta zona (INEGI, 2015).

En cuanto al crecimiento histórico, la ciudad ha logrado un avance significativo en el desarrollo demográfico, en cuatro décadas la población ha logrado triplicarse, aumentando de 277,099



habitantes en 1970 a 819,543 en el año 2010 (Figura 25). Este aumento de población de la ciudad, ha sido paralelo al observado en el estado, que pasó de 846,414 habitantes en el año 1950 a 3,556,574 según el último conteo del 2015, cuadruplicando la población total estatal en 65 años. Estas ultimas cifras representan además, que la población de la ciudad de Chihuahua, es casi el 25% de la población total del estado.

Figura 25. Gráfica de crecimiento poblacional de la ciudad de Chihuahua, 1970-2010.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI.



En cuanto a la población urbana y rural, en la ciudad de Chihuahua se concentra al 99% de la población total del municipio, el cual se conforma como netamente urbano, pero cabe señalar que representa un importante ascenso con respecto al periodo 1990 cuando dicho factor significaba un 97%. Lo que implica, que aunque el porcentaje sea mínimo, aun existe cierto porcentaje de población residiendo en zonas rurales aledañas.

### 3.4. CONTEXTO SOCIOECONÓMICO

En lo referente al desarrollo social, el Índice de Desarrollo Humano (IDH) sintetiza el avance obtenido en tres dimensiones básicas para el desarrollo de las personas; la posibilidad de gozar de una vida larga y saludable, la educación y el acceso a recursos para gozar de una vida digna. Conforme al último registro del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el municipio de Chihuahua presenta un IDH de 0.806, considerado como nivel “Muy Alto” dentro de la clasificación de 0.6962 a 0.9174.

Asimismo, los indicadores de marginación y situación de pobreza en el municipio de Chihuahua, están calificados con un índice de 4.82 (de 0 a 100) ubicado en el puesto 2,448 a nivel nacional, manteniendo un grado de marginación “Muy Bajo”. Sin embargo, estas cifras no significan que la marginación y la pobreza urbana no sean tema para la ciudad. Aún existen zonas urbanas con alto grado de marginación, áreas desfavorecidas en la ciudad que responden a una situación compleja donde la carencia de recursos impide disfrutar de una calidad de vida en igualdad con

otros sectores y zonas de la ciudad. De hecho, estas áreas donde se registran índices de pobreza, marginación y rezago, son denominadas, como Zonas de Atención Prioritaria (ZAP) y que al 2015, se contabilizan como un total de 51 zonas (PDU2040, 2016)

En cuanto al sector económico, a nivel estatal, en Chihuahua se genera el 2.9% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, por 396,029 millones de pesos mexicanos (a precios corrientes), por lo que ocupa el 12° lugar a nivel nacional, según datos de 2011. A nivel municipal, Chihuahua ocupa el 2° lugar, aportando el 35% del total en el estado.

De las actividades económicas que se desarrollan en el municipio, estas se encuentran medianamente diversificadas, entre las primordiales que sustentan al empleo de la ciudad, se encuentran la actividades del sector secundario, que son; empresas industriales, maquiladoras y constructoras y las del sector terciario; gubernamental, comercio, transporte y servicios.

De acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), elaborado por el INEGI, en la ciudad de Chihuahua se cuenta con amplia fuerza económica considerando las 33,053 unidades detectadas al año 2015. Estas se concentran en la zona Centro y poniente de la ciudad y en forma aislada, en la zona norte. Se observa que la industria de la construcción es uno de los sectores más importantes de la economía local, ya que está relacionada con la creación de infraestructura en distintos ámbitos y tiene un impacto sobre alrededor de 45 ramas económicas.

### **3.5. RELACIÓN SUPERFICIE-POBLACIÓN**

Hasta la década de los 80, la ciudad presentaba un modelo de crecimiento contenido, con tendencia de ocupación centralizada, hasta que el desarrollo de obras viales importantes, abrió la posibilidad de desarrollo hacia las zonas norte y poniente, por lo que la ciudad duplicó su tamaño en un periodo de 10 años. De 1970 a 1980, la superficie aumentó de 3,815.78 ha a 8,489.16 ha, y este crecimiento continuó, sobre todo a partir de la década de los noventa, porque durante el periodo 1980 a 1995, el ritmo de expansión urbana fue del 48%, duplicando nuevamente su superficie en un periodo de 15 años.

Al comparar el crecimiento poblacional con el de la superficie urbana, este no ha ocurrido proporcionalmente, pues del periodo 1970-2000, la población aumentó de 257,027 a 657,876 habitantes, es decir creció dos veces y media, y en cambio la superficie en ese mismo periodo, creció casi cinco veces. Lo que muestra que en 30 años la extensión urbana ascendió en mayor medida que la población. Esta disparidad de crecimiento, es la que ha originado un patrón urbano disperso, reflejado en disminución de la densidad a través de los años.

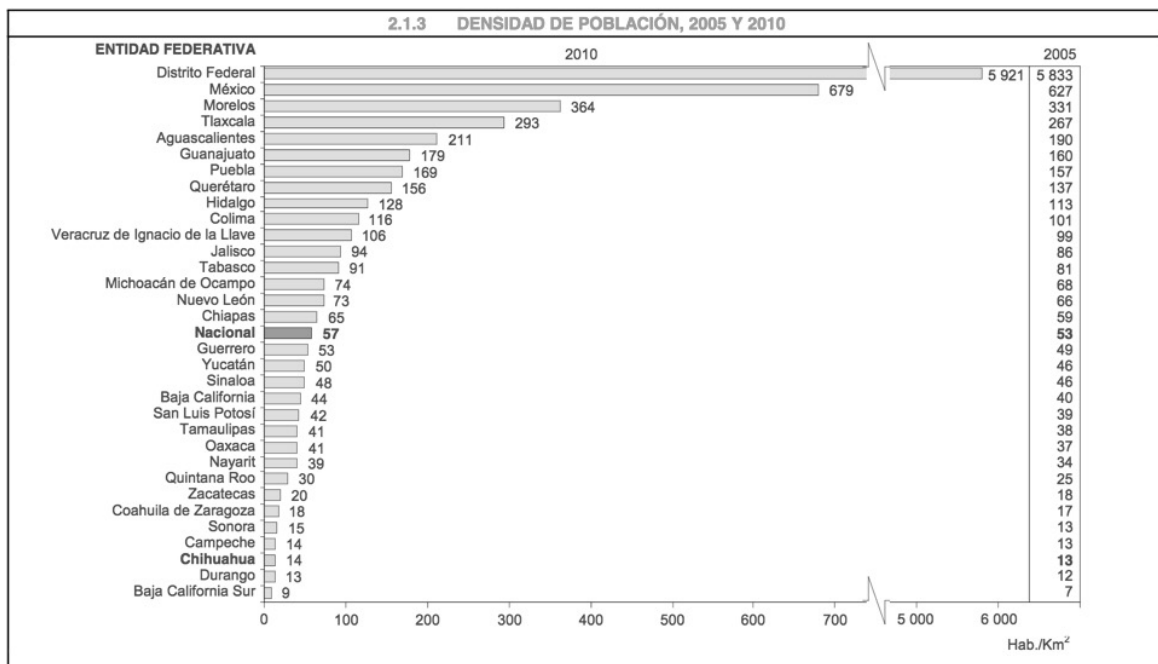
En 1970 la densidad de la ciudad era de 67.35 habitantes por hectárea y para el 2005 decreció casi al 50% con 37.51 hab/ha. Esta tendencia reductiva continuó hasta el 2010, al llegar a los 34.72 hab/ha, no obstante, al 2015 aumentó casi un punto, al alcanzar los 35.06 hab/ha, que aún cuando se mantiene baja, se prevé que este índice aumentará constante, hasta llegar a 38.4 habitantes por hectárea al año 2040 (PDU2040, 2016). Todos los datos anteriores pueden apreciarse en la Tabla 5:

Tabla 5. Crecimiento poblacional y de superficie de Chihuahua, 1960-2005.  
Fuente: Informe de Densificación del IMPLAN (2006).

Año	Población Total	Tasa de Crecimiento Poblacional	Superficie Urbana (hectáreas)	Densidad de Población (hab./ha)
1960	150,430			
1970	257,027	5.5	3,815.78	67.35
1980	385,603	3.9	8,489.16	45.42
1990	516,153	3.0	15,097.91	34.18
1995	613,722	3.0	16,515.04	37.16
2000	657,876	1.6	18,055.04	36.43
2005	713,613	1.4	19,024.07	37.51

Por ultimo, cabe señalar, que a nivel nacional, en datos del INEGI del 2005 y 2010, el estado de Chihuahua ocupa el tercer lugar como el estado menos denso de México, por debajo de Baja California sur y Durango, con un promedio estatal de 14 habitantes por kilometro cuadrado, lo que definitivamente comprueba que la ciudad de Chihuahua es una de las ciudades menos densas en todo el país (Figura 26).

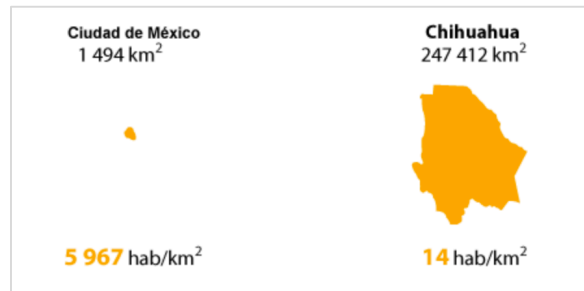
Figura 26. Densidades de población por entidades federativas.  
Fuente: Encuesta intercensal INEGI y Marco Geoestadístico Nacional (2005 y 2010).



NOTA: Cifras correspondientes a las fechas censales del 17 de octubre (2005) y 12 de junio (2010).

Con la gráfica anterior se demuestra que la extensión territorial de una entidad no tiene nada que ver con su número de habitantes, tal es el caso de Ciudad de México (antiguamente Distrito Federal) que se posiciona en el primer lugar en densidad de población en comparación con el estado de Chihuahua (Figura 27).

Figura 27. Comparación de densidad de población de Ciudad de México con Chihuahua.  
Fuente: INEGI (2015.)



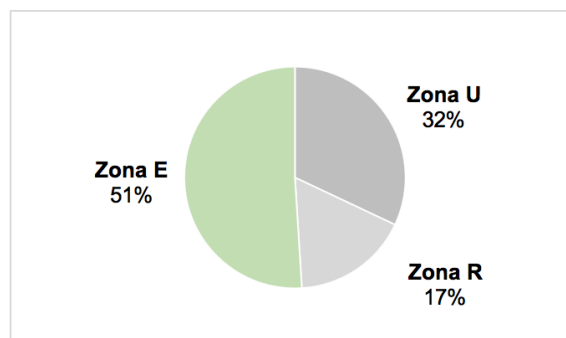
### 3.6. ESTRUCTURA URBANA

La descripción de la estructura la ciudad, se deriva del Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población Chihuahua Visión 2040, (PDU2040) documento elaborado por el Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua, en el cual se establecen antecedentes técnicamente válidos en cuanto al esquema de zonificación de la ciudad al 2016, la cual se divide en Primaria y Secundaria, mostradas a continuación:

#### 3.6.1. Zonificación Primaria de la ciudad

En base a lo determinado por el PDU2040, la Zonificación Primaria, se compone de una zona urbana (U), una de reserva (R) y una ecológica (E), su distribución porcentual se aprecia en la Figura 28, seguido de sus definiciones y mapa, el cual se muestra en la Figura 29.

Figura 28. Distribución porcentual de superficies de la Zonificación Primaria.  
Fuente: Elaboración propia en base al PDU2040 (2016).

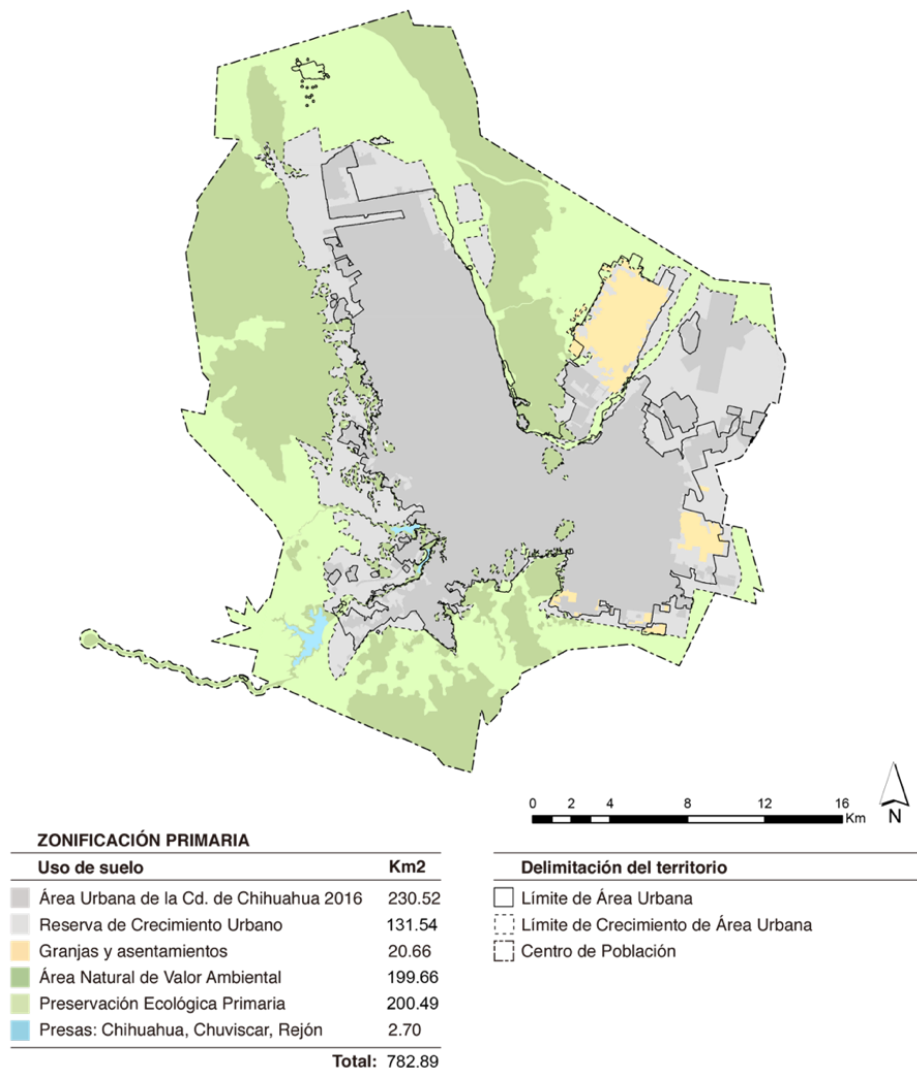


**Zona urbana (U):** Se refiere a la urbanizable y construible. Es susceptible a desarrollarse mediante la obtención de permisos, licencias y autorizaciones correspondientes. La superficie urbana es de 23,052.51 Ha y la de granjas y asentamientos que también componen esta zona es de 2,066.70 Ha. Resultando en un total de 25,119.21 Ha.

**Zona de reserva (R):** La que es urbanizable y construible bajo ciertas condicionantes técnicas y temporales con base en los procedimientos previstos en la legislación vigente y en el PDU 2040. La superficie total de dicha zona es de 13,154.25 Ha.

**Zona ecológica (E):** La cual se divide en dos sub-zonas; Área Natural de Valor Ambiental que contiene elementos de valor ambiental, por lo que son sujetas a proceso para declararlas como áreas naturales protegidas y las cuales no son urbanizables ni construibles y la Zona de Preservación Ecológica, que serán administradas de acuerdo a lo establecido en la Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Chihuahua y la normatividad que a efecto apruebe el Ayuntamiento. La superficie total de dicha zona es de 40,015.91 Ha.

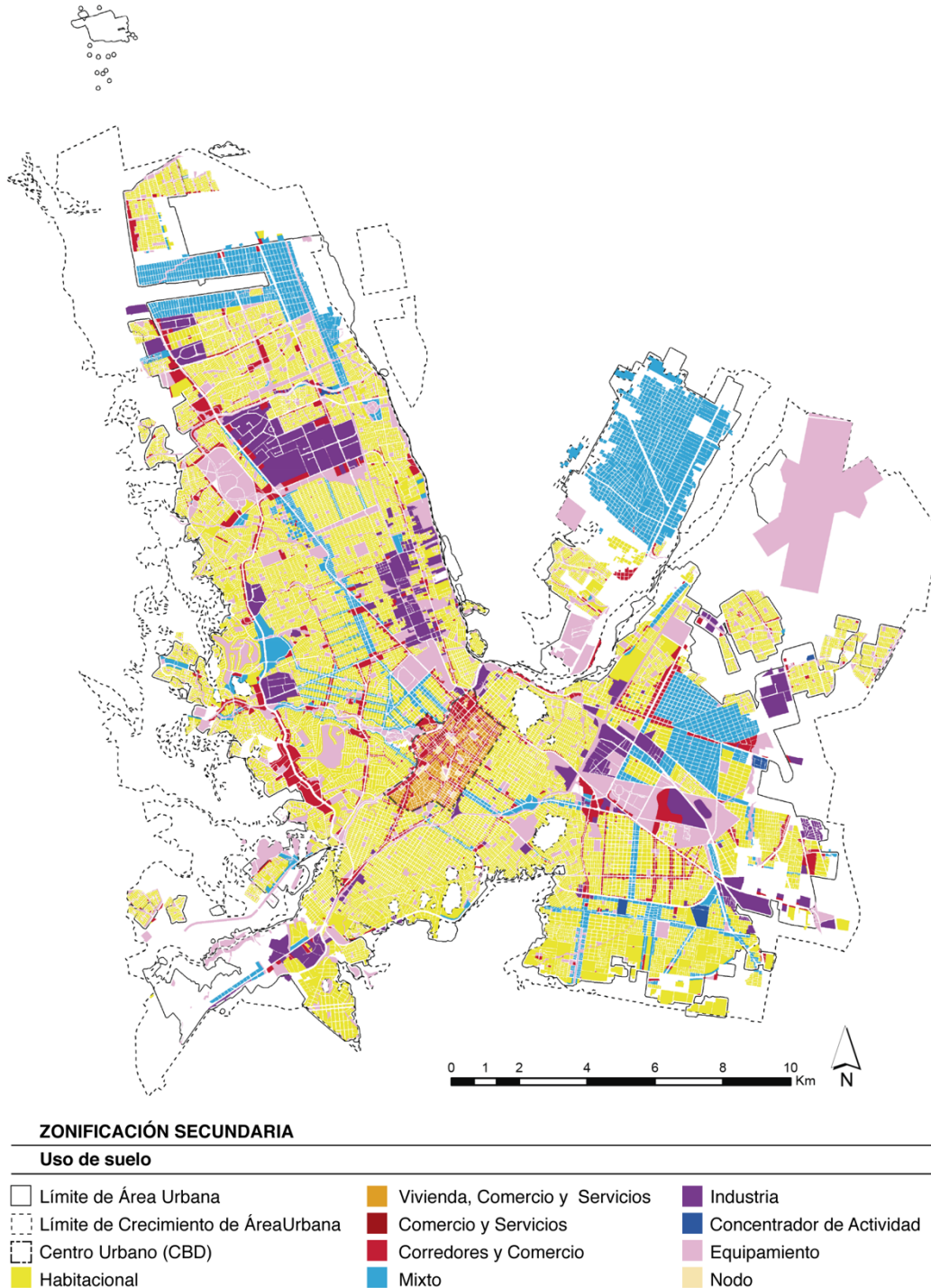
Figura 29. Zonificación Primaria.  
Fuente: Elaboración propia en base al PDU2040 (2016).



### 3.6.2. Zonificación secundaria de la ciudad

Esta zonificación es el esquema detallado de los usos de suelo propuestos para fomentar una dosificación equilibrada y mixta en la ciudad. Estos responden a una estrategia por diversificar y equilibrar los usos que son demandados cotidianamente por los habitantes. En la Figura 30 se muestra el condensado de estos usos para comprender la configuración del área urbanizada.

Figura 30. Zonificación Secundaria.  
Fuente: Elaboración propia en base al PDU2040 (2016).

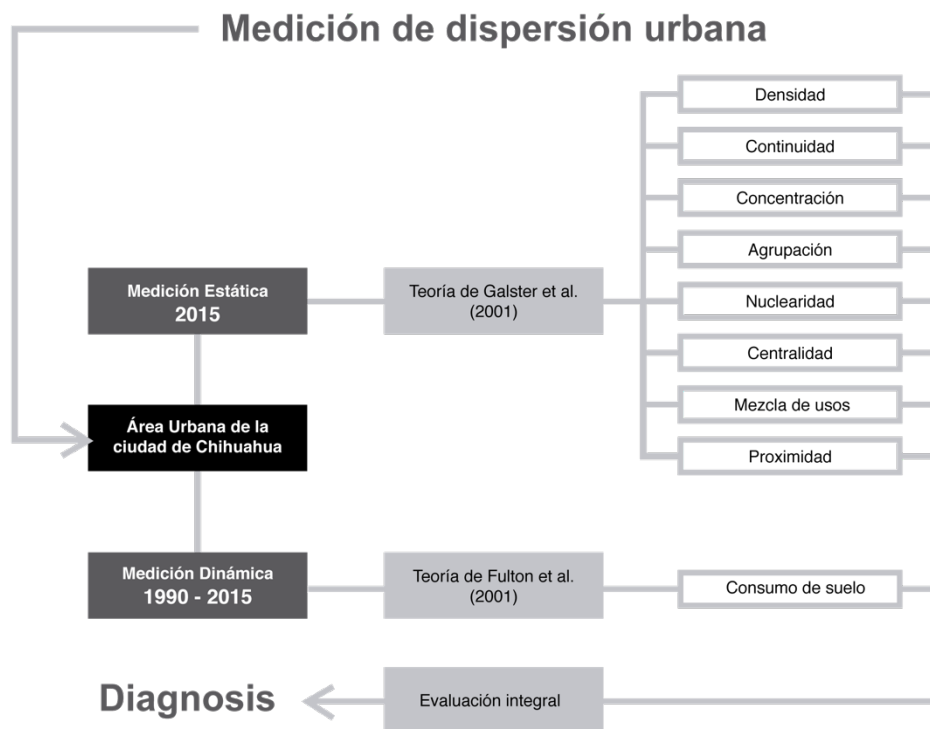


# Capítulo 4.

## Medición de dispersión urbana aplicada al caso de estudio

Para la construcción de una metodología que permita caracterizar el fenómeno *sprawl* en el caso de estudio, que es la ciudad de Chihuahua, en base a los preceptos teóricos y prácticos del tema expuestos y estudiados a lo largo de la investigación, se propone desarrollar la medición de dispersión urbana en dos modalidades; estática y dinámica, explicadas a continuación (Figura 31):

Figura 31. Metodología de medición de dispersión urbana.  
Fuente: Elaboración propia.



**1.- Estático.-** Su base teórica es lo expuesto por Galster et al. (2001). Se hará el proceso de medición en un momento específico de la ciudad, para el cual se ha establecido el año 2015, por ser la fecha más cercana a la actual (2017) de la que existe y se posee información al respecto para su desarrollo. Este tipo de análisis proporcionará información del modelo urbano actual y permitirá hacer un diagnóstico en base a sus condiciones vigentes.

**2.- Dinámico.-** En base a la teoría de Fulton et al. (2001), la medición examinará el proceso evolutivo de la ciudad, en relación a su crecimiento de superficie y población, derivando en el análisis del consumo del suelo a través del tiempo. Este análisis cubrirá un periodo de 25 años, desde 1990 hasta el 2015, tiempos establecidos según la disposición de la información para su desarrollo, específicamente por los datos provistos por los Censos y Conteos de Población y Vivienda del INEGI.

## **4.1. MEDICIÓN ESTÁTICA: EVALUACIÓN MULTIDIMENSIONAL**

### **4.1.1. Desarrollo**

#### 4.1.1.1. Definición del método

Para el desarrollo de un sistema de medición estático de dispersión urbana, se retomará fundamentalmente el método propuesto por Galster et al. (2001) expuesto en capítulos anteriores, por ser considerado el trabajo que hasta ahora ha sistematizado de mejor manera, las dimensiones en las que se puede reconocer de manera aislada o en combinación, la dispersión urbana. Proponiendo su deducción a través de los valores obtenidos por patrones de usos de suelo en ocho dimensiones distintas: Densidad, Continuidad, Concentración, Agrupación, Nuclearidad, Centralidad, Mezcla de usos y Proximidad.

Este método fue seleccionado como base primordial, precisamente por ofrecer un planteamiento operativo multidimensional, cubriendo de manera completa, los diversos aspectos teóricos, morfológicos y operacionales, necesarios para determinar el *sprawl*.

Para poder aplicar el método seleccionado al caso de estudio, se ha determinado que el proceso deberá adaptarse a las características territoriales y a la disponibilidad del contenido informativo de la ciudad, de manera que sea viable su ejecución. Por lo que el método original de los autores se adecuará, pudiendo existir variantes en la fase operacional. Sin embargo, se mantendrá como base firme, los fundamentos teóricos para caracterizar el fenómeno.

En la metodología de Galster et al. (2001), primero identifican los límites metropolitanos y el área urbanizada del territorio a analizar. Sobre esta delimitación homogenizan el territorio por medio de las celdas, con retículas de una milla y otra de media milla, por cada lado. Sobre este espacio se estudian las ocho dimensiones y al final establecen un sistema operacional para obtener los resultados por cada dimensión. De manera similar, esas serán las directrices generales para llevar a cabo el proceso de medición en el caso de estudio propuesto. Los principales pasos a seguir, se exponen a continuación:



1. Delimitación del área de análisis del ámbito de estudio, así como de otros límites que pudieran servir de referencia en la apreciación espacial. Estos deberán determinarse según la configuración administrativa y territorial de la ciudad.
2. Definición del tamaño de celda y sobreposición de retícula(s) en el área de análisis.
3. Homogenización del área de análisis. Distribución de la información por celda, referida a los valores de: población, viviendas, empleos, edificaciones totales, área desarrollada, diferenciación de usos de suelo entre habitacional y no habitacional y distancias entre sí.
4. Mapeo de la información según cada dimensión. Asignar los mismos criterios de clases y rangos para las ocho dimensiones.
5. Creación de mapas de las ocho dimensiones para caracterizar el *urban sprawl*, con su respectiva tabla complementaria de los datos más relevantes para el análisis, como: rangos utilizados para mapear la información, cantidad y porcentaje de celdas, máxima, suma, media y desviación estándar.
6. Evaluación de resultados en base a los valores obtenidos por rangos de cada dimensión.

#### 4.1.1.2. Recursos de trabajo

La magnitud del trabajo a elaborar, implica la utilización de las tecnologías de Sistemas de Información Geográfica (SIG), porque estas facilitan la automatización y gestión de la información geo referenciada, permitiendo por medio de sus herramientas el manejo, el análisis y la visualización de datos relacionados con el territorio (Buzai, 2016). Por lo anterior, se utilizará el software ArcMap, en el que se trabajarán archivos formato Shapefile (SHP), para la elaboración de los mapas representativos de las diferentes dimensiones que caracterizan el *sprawl* en el caso de estudio.

Como base para construir estos mapas, se utilizará como fuente primordial, la información provista por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua (IMPLAN). En base a lo que implica el mapeo de cada dimensión, se determinó que se requieren los siguientes recursos para formar una base de datos con la que sea posible trabajar, siendo preferible se sitúen en el año asignado de análisis:

- Mapa (SHP) de Zonificación Primaria de la ciudad de Chihuahua, donde se identifiquen los siguientes límites: centro de población, área urbanizada, área de crecimiento, polígono del centro urbano, áreas de reserva y áreas protegidas (áreas no desarrollables).
- Mapa (SHP) de Zonificación Secundaria de la ciudad de Chihuahua, donde se identifiquen los polígonos de manzanas, con claves para su tipificación, así como diferenciación de los siguientes usos: habitacional y no habitacional y espacio público.
- Datos de población, viviendas y empleos por manzana de la ciudad de Chihuahua,

La formación de la base de datos requirió del conjunto de diversos archivos de las fuentes de información antes mencionadas. Estos se especifican a continuación:

INEGI:

- Censo de Población y Vivienda de México 2010 (último censo efectuado en el país).
- Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) 2015.
- Marco Geoestadístico Nacional 2010 y 2017.
- Asentamientos Rurales 2010 (Información desprendida del Marco Geoestadístico Nacional 2010).
- Polígonos de Manzanas del municipio de Chihuahua 2016, con información del Censo de Población y Vivienda 2010 y el Conteo 2015.

IMPLAN:

- Zonificación Primaria y Secundaria de la ciudad de Chihuahua 2016. Información directa del Plan Director Urbano de la Ciudad de Chihuahua (PDU2040)

#### 4.1.1.3. Gestión de información

En base a los recursos de trabajo planteados, se explica a continuación como se gestionó la información, para la formación de los valores requeridos en el estudio:

**Población.-** Se usó la información de habitantes contenida en los polígonos de manzanas del 2016, los cuales se encontraban georreferenciados con los datos del Censo de Población y Vivienda 2010 y Conteo del 2015 del INEGI.

**Viviendas.-** Al igual que los datos de población, los de viviendas también se encontraron georreferenciados a los polígonos de manzanas del 2016, en base a la información del censo y conteo, antes mencionado. En cuanto a las localidades rurales, los puntos de referencia territorial se obtuvieron del Marco Geoestadístico Nacional 2010. La información de las unidades de localidades rurales y las viviendas por polígono, se sumaron para obtener el total de viviendas.

**Empleos.-** Se utilizó la información provista por el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del 2015. Este ofrece los datos de identificación, ubicación, actividad económica y tamaño de los negocios activos en el territorio nacional. Cabe mencionar que estos registros principian en el 2015, por lo que no fue posible situar estos datos en el mismo año que los de población y vivienda (2010).

**Total de edificaciones.-** Para esta información se integró el total de viviendas con el total de empleos.

**Suelo edificado.-** Valor obtenido en base a la superficie de los polígonos de manzanas que conforman la ciudad al 2016. Considerando como suelo no edificable: las vialidades, el espacio público y las zonas protegidas. Información indicadas en el mapa de Zonificación Primaria y Secundaria de la ciudad de Chihuahua 2016 y registrada por el Plan Director Urbano de la Ciudad de Chihuahua (PDU2040)

**Centro administrativo.-** Se consideró como el CBD, el polígono del centro urbano, que a su vez contiene el casco histórico donde se desarrollan las principales actividades gubernamentales de la ciudad. Esta delimitación se indica en la Zonificación Secundaria realizada por el PDU2040, mapa de donde se extrajo el polígono.

#### 4.1.1.4. Definición del área de estudio

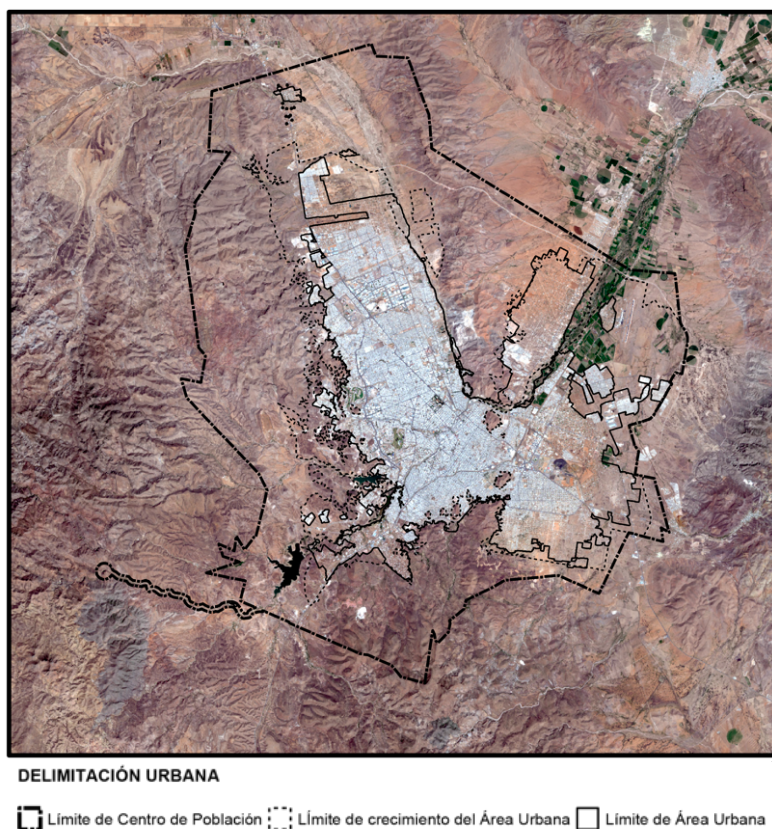
Siguiendo los pasos necesarios para llevar a cabo el proceso de medición, la primer fase fue delimitar el área de análisis. Así que, se planteó inicialmente el ámbito metropolitano de Chihuahua, el cual se compone por el municipio homónimo y dos municipios más, en el que la ciudad actúa como el núcleo atractor de ambos. Sin embargo, este fue descartado como área de estudio, ya que la zona metropolitana no se considera homogénea y su estructura urbana no está del todo consolidada, según lo declarado por el Plan Director Urbano 2040 (PDU 2040) de la localidad. Esto causaría grandes sesgos de información en la medición, por la demasía de “vacíos” entre un municipio y otro, en un ámbito metropolitano que no está afianzado. Por lo tanto, para la delimitación del área de análisis, se eligió utilizar una menor escala.

Para definir un área adecuada de estudio, considerando nuevamente las directrices del plan y del método planteado, se tomó el límite del Centro de Población de la ciudad, cuya extensión territorial es de 791.48 km<sup>2</sup> y enmarca más allá del área urbanizada. Adicional a este, se propuso otra área de análisis, de menor escala y más precisa, en la que no se incluyera todo el territorio no urbanizable que supone el Centro de Población. Por lo que se planteó que esta segunda área se conformara hasta el límite de crecimiento de la urbanización.

En la Figura 32 se aprecia la imagen satelital más reciente de la ciudad (2017), con las diferentes delimitaciones urbanas asignadas y su relación espacial, denominadas como; límite de centro de población y el límite de crecimiento del área urbana.

Figura 32. Delimitación del territorio.

Fuente: Elaboración propia en base a datos del IMPLAN e imagen satelital de LANDSAT-8 (2017).



#### 4.1.1.5. Unidades de análisis

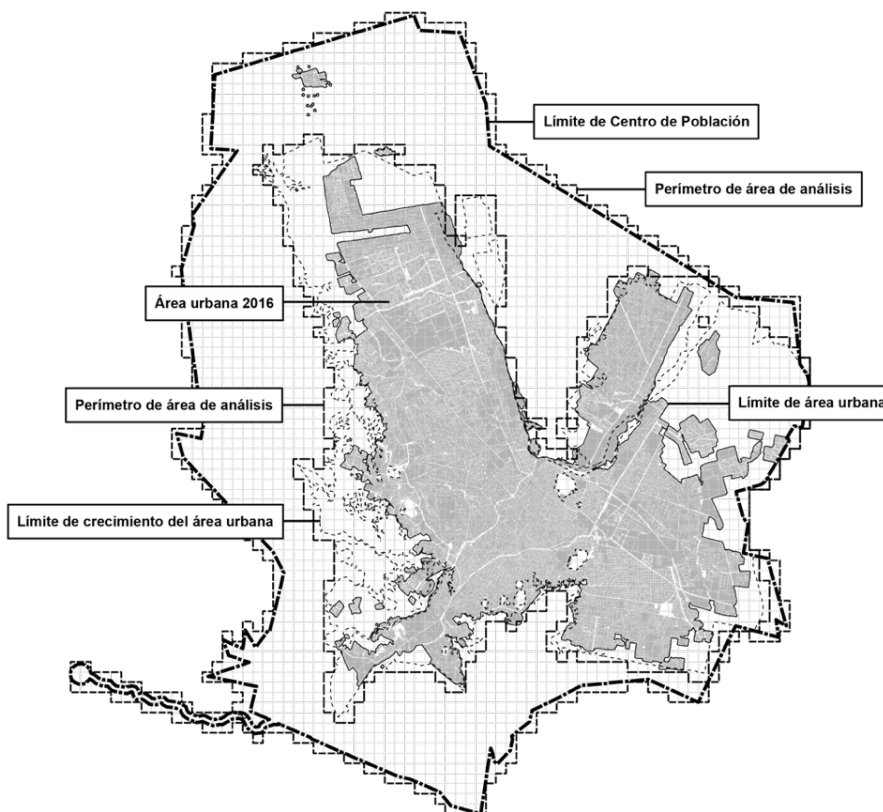
Una vez definida el área al analizar, se procedió a definir las unidades geográficas que serán el fundamento básico en la medición de la dispersión. En el caso del método de Galster et al. (2001), como se ha explicado previamente, se analizan las cualidades urbanas gráficamente, en función de valores expresados en retículas compuestas por celdas, equivalentes a una milla y a media milla.

La definición de la celda espacial es elemental, ya que no sólo se plantea la medición individual, si no el análisis conjunto de estas. En este caso, homogenizar el territorio por medio de dichas celdas, supone la disyuntiva del dimensionamiento que adquirirá el mosaico, pues en general cualquier técnica que discretice el espacio en celdas de igual tamaño, para eliminar el sesgo por heterogeneidad de las unidades de análisis, cae en el tradicional problema de la elección de escala de la celda, pues los resultados varían según la decisión que se tome. Sin embargo este no es un tema resuelto, aunque hay variadas posturas al respecto, sobre todo en el ámbito de la medición en segregación residencial. Algunos autores plantean la aplicación telescópica del mismo índice, es decir, ir variando la escala para su aplicación, hasta reducirlo a la mínima unidad de análisis (Cerdeira, 2007).

Por la escala de la ciudad de Chihuahua, cuya extensión de área urbana es de 250.42 km<sup>2</sup> al 2015, se considera que su expresión en millas (96.68 mi<sup>2</sup>), no es apropiada para la producción de un mosaico minucioso, por lo que se optó por un redimensionamiento de las celdas de milla y un cuarto de milla cuadrada propuestas en el método de Galster et al. (2001), a celdas de un cuarto de kilómetro cuadrado, que se consideraron más adecuadas a la escala del ámbito de estudio. Se decidió además, el uso de una retícula única, para simplificar la información en la homogenización del territorio.

Se propusieron dos áreas de análisis una general y una a detalle; para la primera se tomó como límite el anteriormente mencionado Centro de Población, en base al cual se creó una retícula compuesta por 3,358 celdas de 0.50 x 0.50 km cada una (superficie de 1/4 de km<sup>2</sup>) y un nuevo perímetro de análisis. La segunda área, se definió con los límites de crecimiento del área urbana y se empleó la misma retícula del Centro de Población, así que simplemente se generó sobre esta un perímetro interior de menor escala. Esta segunda área se compone de 1,825 celdas y supone resultados más certeros sobre la verdadera configuración de la ciudad. En la Figura 33, se muestra la base de trabajo con la retícula propuesta para modelar la información de cada dimensión. Se especifica además, cuales son los límites y perímetros de las dos áreas de análisis determinadas.

Figura 33. Retícula de 1/4 de km<sup>2</sup> y distinción de límites de áreas de análisis.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



#### 4.1.1.6. Distribución de valores

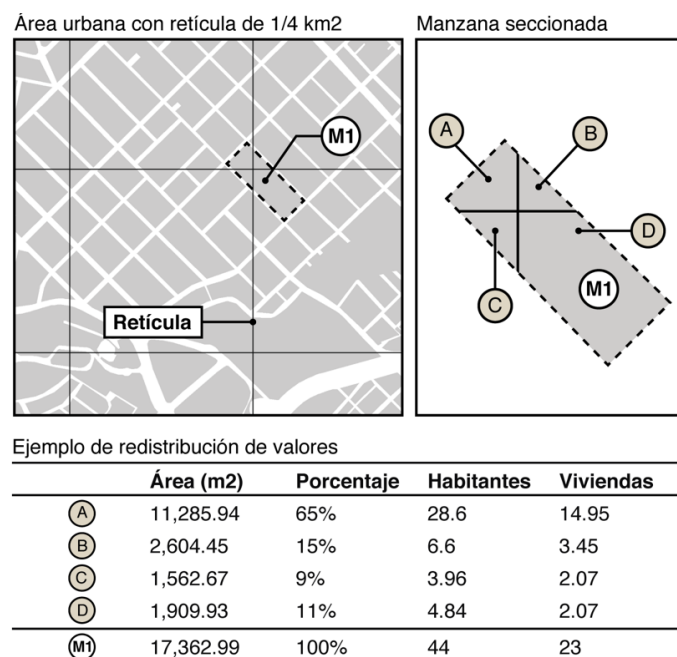
Una vez sobrepuesta la retícula, se procedió a la homogenización del área de análisis, referida a la obtención de valores de vivienda, población y empleo, por celdas. Para esto, Galster et al. (2001) explican en su método, que para determinar por ejemplo el número de unidades de vivienda, este número se asigna sobre la base de la suma proporcional, de la parte de los bloques de manzana, que cayeron total o parcialmente dentro de los límites de las celdas individuales. Es decir, si se determinara geográficamente que una celda particular de una milla contenía todo o parte de cuatro bloques de manzana que intersectaban sus fronteras, sólo se sumaron a ella las proporciones geográficas de unidades de vivienda de cada bloque que caía dentro de esa celda. Así que ese mismo procedimiento se aplicó al caso de estudio.

Para las manzanas intersectadas por la retícula, se utilizó la proporción de su superficie de manzana seccionada, sobre el total de su superficie, multiplicado por el total de unidades, ya sea de vivienda, empleos o habitantes de cada manzana, como se muestra en la siguiente fórmula:

$$\text{Unidades por sección de manzana} = \frac{\text{Superficie Seccionada}}{\text{Superficie Total de Manzana}} * \text{Total de unidades (vivienda, empleo, habitantes)}$$

Este proceso de repartición equitativa de unidades, ejemplificado en la Figura 34, se empleó para todas las manzanas que fueron seccionadas en el área urbanizada. En el caso de las que se mantuvieron intactas, estas de igual forma conservaron el total de sus unidades. Por lo tanto, para obtener los valores totales por celda, sólo se sumaron las unidades que están dentro de ella.

Figura 34. Distribución de valores en manzanas seccionadas por la retícula.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



#### 4.1.1.7. Criterio de medición

Como se planteó en la metodología, lo siguiente es el desarrollo de mapas temáticos que representen gráficamente las dimensiones para caracterizar el *urban sprawl*. El conjunto de estos mapas permitirán cuantificar varios aspectos de las condiciones del área urbana de Chihuahua por medio de patrones de uso de suelo.

Una vez que se definió la configuración de la retícula, el tamaño de celdas y los límites de las áreas de análisis, se procedió a hacer el mapeo de cada dimensión. El criterio de medición por cada dimensión en base a sus definiciones, se presenta a continuación en la Tabla 6:

Tabla 6. Desarrollo dimensional.  
Fuente: Elaboración propia.

<b>Dimensión</b>	<b>Densidad</b>
<b>Definición de Galster et al. (2001)</b>	Número de unidades residenciales por milla cuadrada de suelo desarrollable.
<b>Aplicación para el análisis</b>	Por ser un concepto primordial y el más representativo en la definición del fenómeno <i>sprawl</i> , se abordará en 3 temáticas: <b>1.- Densidad de Vivienda.-</b> Se obtendrá la relación de las unidades residenciales por celda, referidas tanto a viviendas urbanas como localidades rurales. <b>2.- Densidad de Población:</b> Se comprobará la intensidad de ocupación del suelo por medio del cálculo de habitantes por celda. <b>3.- Densidad de Empleo.-</b> Se utilizará el conteo de Unidades Económicas para el cálculo de empleos por celda.
<b>Dimensión</b>	<b>Continuidad</b>
<b>Definición de Galster et al. (2001)</b>	El grado en el que un tipo de uso de suelo se desarrolla con densidad continua (sin quiebres o saltos de rana).
<b>Aplicación para el análisis</b>	Para cálculo de esta dimensión se obtendrá el total de edificaciones por celda, el cual se refiere a la suma de unidades residenciales y económicas, es decir, viviendas y empleos por suelo desarrollable.
<b>Dimensión</b>	<b>Concentración</b>
<b>Definición de Galster et al. (2001)</b>	El grado en que el desarrollo se ha localizado en relativamente pocas millas cuadradas, del total de millas cuadradas desarrollables (área urbana).
<b>Aplicación para el análisis</b>	Se calculará en base al área del suelo edificado por celda, entendido como la superficie de manzanas de uso habitacional y no habitacional, sin contabilizar las vialidades y el espacio público. Se mostrará el porcentaje de ocupación por celda y los km <sup>2</sup> que representa.
<b>Dimensión</b>	<b>Agrupación</b>
<b>Definición de Galster et al. (2001)</b>	Grado en el que el desarrollo ha sido compactado para minimizar la cantidad de suelo en cada milla cuadrada de suelo desarrollable ocupado por uso residencial y no residencial.
<b>Aplicación para el análisis</b>	Se clasificará el suelo en uso habitacional y no habitacional y se calculará por celda el porcentaje de uso habitacional. Luego se comparará con los resultados de densidad para evidenciar en donde es más "compacto" el desarrollo.
<b>Dimensión</b>	<b>Centralidad</b>
<b>Definición de Galster et al. (2001)</b>	Es el grado en que el desarrollo residencial y no residencial se ha localizado cerca del CBD del área urbana.
<b>Aplicación para el análisis</b>	Se analizará el Centro Urbano de la ciudad (CBD), para determinar su relación con el área urbana. Se calculará el centroide del polígono del Centro Urbano y partir de este se crearán círculos concéntricos a cada 5 km (rango que responde a la extensión total de la urbanización). A partir de cada distancia se calculará lo siguiente: cantidad de celdas, superficie, viviendas, habitantes y edificaciones totales. Así como la media y el porcentaje representativo de cada valor.

<b>Dimensión</b>	<b>Nuclearidad</b>
<b>Definición de Galster et al. (2001)</b>	Es la extensión espacial en la que el área urbana se caracteriza por tener un solo núcleo funcional (en contraste con un patrón polinuclear).
<b>Aplicación para el análisis</b>	A partir de los resultados del cálculo de densidad de vivienda y empleos y en complemento con el de centralidad, se identificará si se muestra un patrón mononuclear o polinuclear en la urbanización. Según lo percibido se hará un análisis por celdas, de la composición de esos núcleos, así como su intensidad de desarrollo y relación con el resto de la ciudad.
<b>Dimensión</b>	<b>Mezcla de usos</b>
<b>Definición de Galster et al. (2001)</b>	Es el grado en que dos usos distintos (residencial y no residencial) existen en una misma zona.
<b>Aplicación para el análisis</b>	<b>Aplicación.-</b> Se clasificará el suelo desarrollado por usos según lo señalado por la Zonificación Secundaria del PDU2040, utilizando las 9 categorías principales como son; Habitacional, Habitacional Mixto (vivienda, comercio y servicios), Industria, Equipamiento, Concentrador de Actividad, Comercio y Servicios, Corredores y Comercio, Mixto y Nodos. A partir de estas categorías se cuantificará la cantidad de usos por celda.
<b>Dimensión</b>	<b>Proximidad</b>
<b>Definición de Galster et al. (2001)</b>	Es el grado en que distintos usos de suelo están cercanos entre sí en el área urbanizada. La proximidad es máxima cuando todas las zonas con altas densidades de un uso están cercanas unas de otras.
<b>Aplicación para el análisis</b>	Se calculará la relación del uso habitacional a otros usos en cuestión de distancias, indicadas en metros. Para la diferenciación de usos de suelo se usará lo establecido en la Zonificación Secundaria del PDU2040. Su desarrollo se abordará de manera general y particular, proponiendo hacer dos tipos de mediciones:  <b>1.- Proximidad de usos habitacionales a usos no habitacionales:</b> En base a lo indicado en la Zonificación Secundaria, los usos habitacionales comprenderán; las densidades H4, H12, H25, H35, H45, H60 y H60+, así como el uso Habitacional Mixto. Los usos no habitacionales se conformarán por; Industria, Equipamiento, Concentrador de Actividad, Comercio y Servicios, Corredores y Comercio, Mixto y Nodos. Una vez diferenciadas todas las manzanas en habitacional y no habitacional, se seccionarán por la retícula y se obtendrá el centroide de todos los polígonos. Posteriormente se calculará la distancia entre puntos para generar un promedio de cercanía entre ellos por celda.  <b>2.- Proximidad de usos habitacionales a usos públicos:</b> Para los usos habitacionales se usará el mismo criterio de selección del primer mapa de proximidad. En cuanto a los usos públicos, estos comprenderán lo que la Zonificación Secundaria señala como; Equipamiento General, Equipamiento Especial y Recreación y Deporte. El cálculo de distancias entre usos se hará por medio de los centroides de los polígonos.

Por último, para el desarrollo y presentación de todas las dimensiones se seguirán los siguientes lineamientos y consideraciones generales:

- Todos los datos generados se harán en base a las dos áreas de análisis establecidas; al límite del Centro de Población y al límite de crecimiento del área urbana.
- Para la evaluación de todas las dimensiones, se deberán asignar 6 rangos de distribución de datos, siendo el constante el primer rango con valor "0". Esto para visualizar aquellas celdas que no tienen ningún contenido. Los valores de los rangos siguientes dependerán de las características de cada dimensión y se mostrarán gráficamente por medio de la gradación de colores distintos.
- Se mostrará en cada mapa, la cantidad de celdas obtenidas por rango así como el porcentaje que implica.
- Según la distribución de los valores referentes a cada dimensión, se obtendrá la máxima, la suma, la media y la desviación estándar.



## 4.1.2. Análisis de resultados

A partir de los resultados obtenidos de cada dimensión, se muestra a continuación su análisis individual y mapa correspondiente, de las condiciones urbanas de la ciudad de Chihuahua en el 2015:

### 4.1.2.1. Densidad de vivienda

La primer dimensión presentada es la de densidad, la cual se desglosó en tres partes: vivienda, población y empleo. En esta primera parte, se analiza el promedio de viviendas principales por 1/4 de km<sup>2</sup> de suelo urbanizado. En el mapa de densidad (Figura 35), los rangos establecidos de medición son de 0 hasta 1,500 viviendas por celda.

Se observa inicialmente, que de las 3,358 celdas que componen el área del Centro de Población, 1,258 contienen viviendas (tanto urbanas como rurales), cifra obtenida de restar del total, las celdas con 0 viviendas. Considerando el total de la extensión del Centro de Población, cerca de sólo una tercera parte del territorio contiene viviendas, lo que arroja un promedio de 88 por celda, de las 296,126 contabilizadas al 2015. Sin embargo, es injusto calcular dicha densidad, en una extensión territorial que no es 100% urbanizable como lo es el Centro de Población, por lo que para tener una noción adecuada y más real de la situación de viviendas de la ciudad, es necesario observar los datos dentro del límite de crecimiento del área urbana.

En la segunda zona de análisis, referida a la que abarca hasta el crecimiento urbano, se observa que de las 1,825 celdas que la componen, 1,237 son las que contienen viviendas, lo que significa que dos terceras partes del área urbanizable son de uso residencial.

Al analizar los 6 rangos en los que se clasificó la densidad de viviendas, se advierte como el de mayor frecuencia es el de 1 a 300 viviendas, considerado como “densidad baja” y el cual tiene un predominio del 44.11% sobre el total de la retícula a ese límite. Las celdas en ese rango, se encuentran presentes en todo el territorio (dentro y fuera del área urbana) y representan casi la mitad de la configuración. Destacan sobretodo, las que se encuentran fuera de los límites del del crecimiento, que corresponden a las localidades rurales y que aunada a su baja densidad, se distribuyen de manera dispersa por todo el Centro de Población.

En cuanto a la “densidad media”, referida a los rangos 301 a 600 y 601 a 900 viviendas, estos representan el 14.96% y el 7.45% respectivamente, del total de las celdas que componen el área de análisis hasta los límites del crecimiento urbano. En su distribución espacial, se aprecia como las celdas bajo esa densidad, parecen agruparse formando núcleos y encerrando en ellos a una minoría de celdas de mayor densidad, las cuales se muestran como escasas. Estas celdas que podrían considerarse de “alta densidad” en el contexto, corresponderían a los rangos 901 a 1,200 y 1,201 a 1,500, las cuales son menos del 2% del total de la retícula. Espacialmente se observa

como estas se distribuyen desigualmente al noroeste y centro-sur del continuo urbano y totalmente apartadas entre sí.

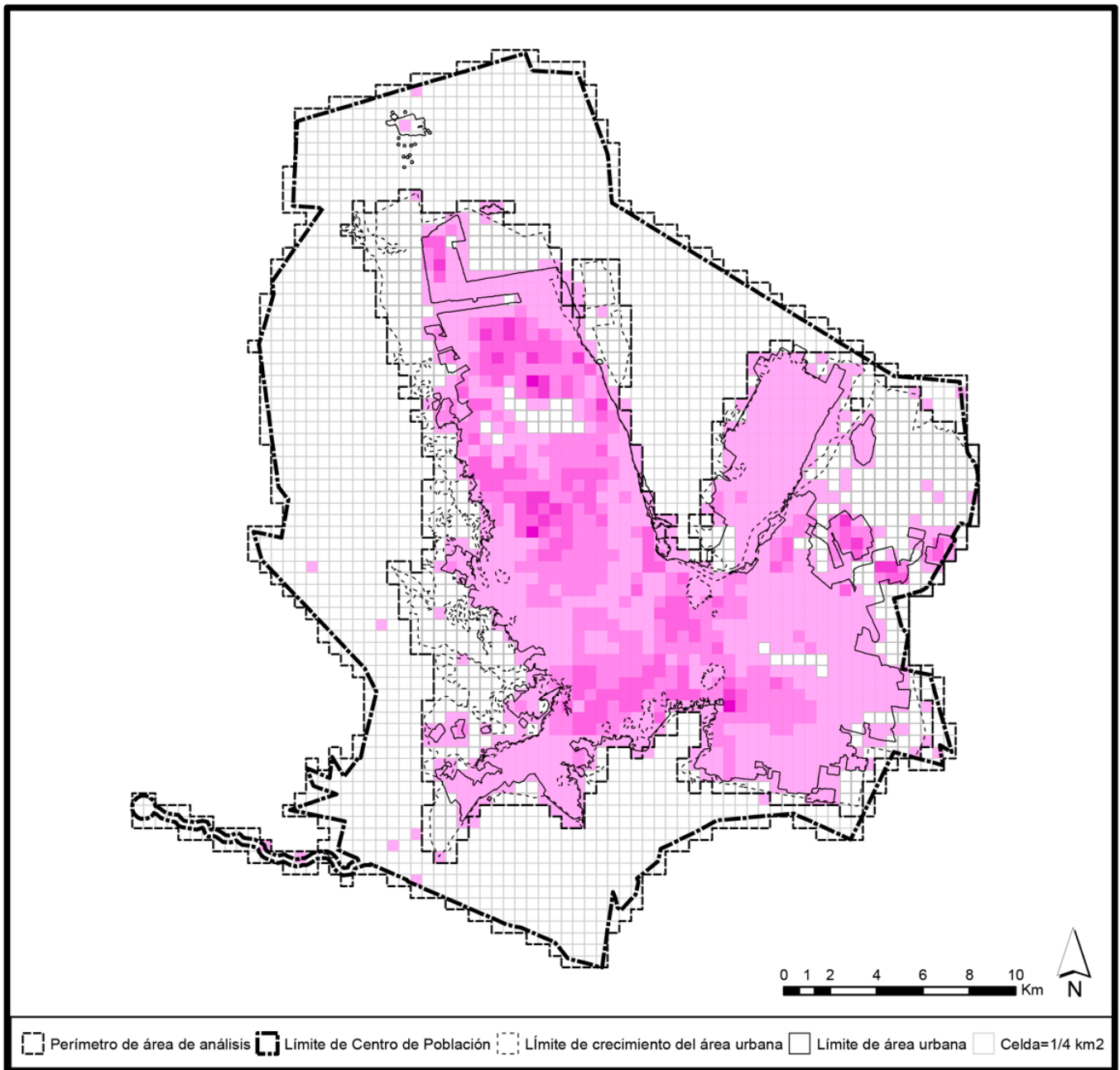
En cuanto a las celdas con 0 viviendas, estas representan un 32.22% del total, las cuales se encuentran presentes en prácticamente todo el perímetro. Destacan sobretodo los grupos que se forman dentro del área urbana, las cuales corresponden a dos importantes zonas industriales de la ciudad; la primera, ubicada al noroeste, el “Complejo industrial Chihuahua” y la segunda, al sureste, “La antigua fundidora de Ávalos” (una refinería de plomo, la cual cerró en 1992 y se convirtió en espacio público desde el 2013). Estas dos áreas de carácter no habitacional, relacionadas con el uso industrial, aunque suponen un fuerte impulso económico para la ciudad provocan huecos sobresalientes de uso no habitacional en el continuo urbano.

Generalizando, es notorio que predominan los índices de baja de densidad de vivienda en la ciudad y que además estos se distribuyen en la periferia, predominando una distinción de valores relativamente altos de densidad, en la zona noroeste de la ciudad, muy en contraste con lo que ocurre en la zona sur. Lo que resulta en un promedio de 162 viviendas por 1/4 km en el área urbana de Chihuahua.

El desarrollo residencial disperso tiene la particularidad de consumir mucho más espacio en la construcción de la vivienda, que la urbanización tradicional. Como se muestra en el estudio de esta dimensión, este es el caso de la ciudad de Chihuahua, donde el modelo urbano apunta hacia una baja densidad edificatoria. Esta realidad por tanto dispersa, sería la consecuencia, de un tejido residencial característico, integrado por urbanizaciones de viviendas individuales, unifamiliares o en general, de carácter extensivo, en contraposición a los edificios multifamiliares o de bloques de pisos de mayor densidad edificatoria, que no son nada usuales en la ciudad.

Por ultimo, para Galster et al. (2001) en su definición conceptual de densidad, se expone que hasta 4,000 unidades de viviendas en una milla cuadrada son consideradas como “alta densidad” y el equivalente a eso, en las unidades de este análisis, sería de aproximadamente 386 viviendas por celda de 1/4 km<sup>2</sup>. Eso se considera cuestionable, ya que en la distribución de viviendas del caso de estudio, esa cantidad se situaría entre el rango 1 a 300 y 301 a 600, considerados como los de baja y media densidad respectivamente. En oposición a lo dicho por los autores, se considera que el rango 1 a 300 viviendas, que además es el de mayor frecuencia en la medición de esta dimensión, en realidad representa los valores más bajos de densidad y por tanto, los primeros indicios en la determinación del *urban sprawl*.

# DENSIDAD DE VIVIENDA



## No. De Viviendas

Rango	Límite de Centro de población		Límite de crecimiento del área urbana	
	Celdas	Porcentaje	Celdas	Porcentaje
0	2,100	62.54%	588	32.22%
1 - 300	826	24.60%	805	44.11%
301 - 600	273	8.13%	273	14.96%
601 - 900	136	4.05%	136	7.45%
901 - 1,200	20	0.60%	20	1.10%
1,201 - 1,500	3	0.09%	3	0.16%
<b>Total</b>	<b>3,358</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,825</b>	<b>100.00%</b>

	Centro de población	Crec. del área urbana
<b>Máxima</b>	1,461	1,461
<b>Suma</b>	296,126	296,097
<b>Media</b>	88	162
<b>Desv. Estándar</b>	200	249

Figura 35. Mapa de Densidad de Vivienda.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

#### 4.1.2.2. Densidad de población

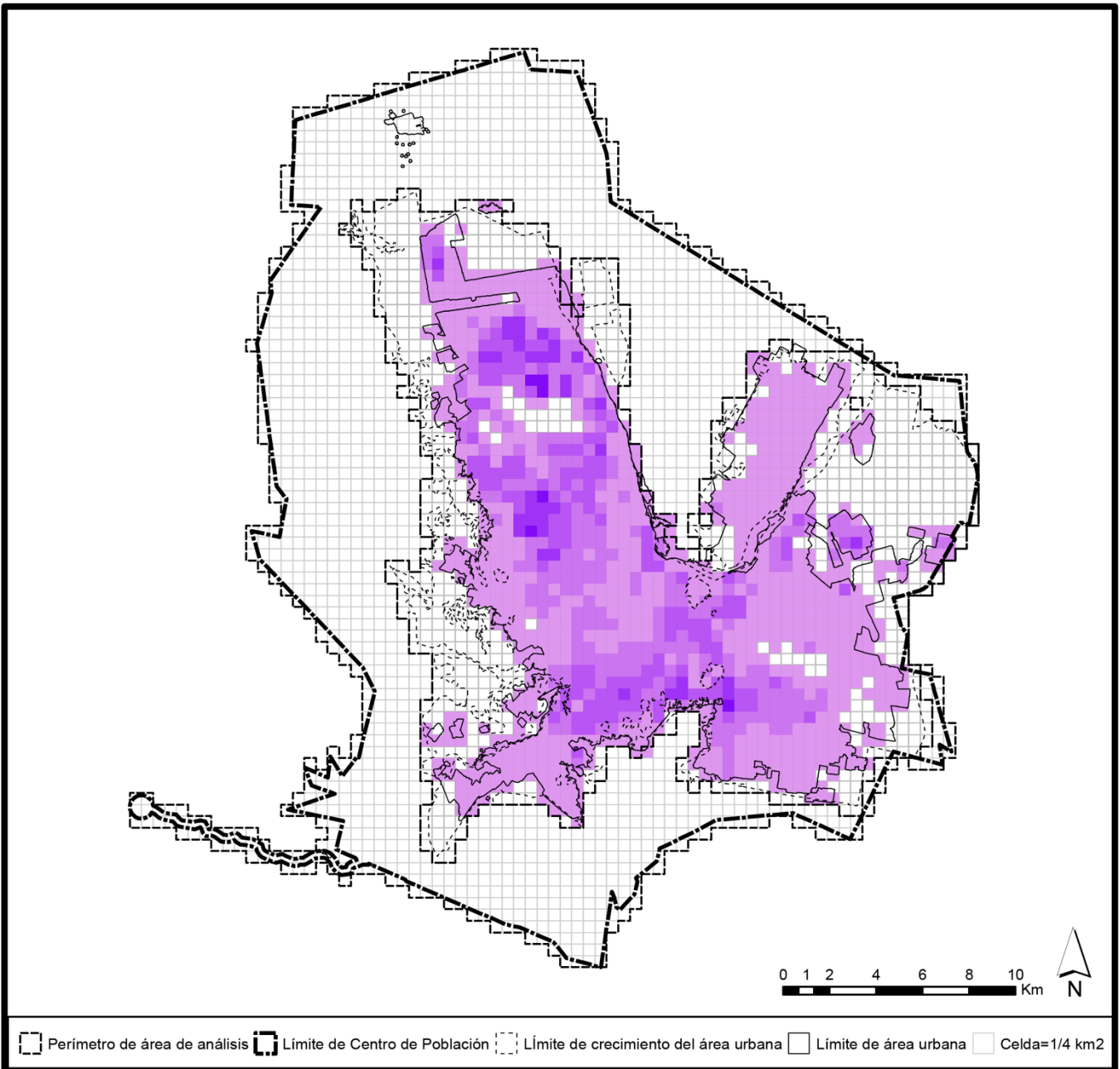
Como se mencionó anteriormente, parte del análisis de densidad, corresponde también a la evaluación de la densidad de población, en la que se estima la distribución de habitantes por 1/4 de km<sup>2</sup>. En el mapa de densidad de población (Figura 36), los rangos establecidos de medición son de 0 hasta 4,300 habitantes por celda.

En este se observa inicialmente una semejanza lógica al de vivienda, en el que las distribuciones de los rangos siguen casi los mismos patrones. En lo referente a Centro de Población, como será recurrente, predomina en porcentaje el rango de celdas en valor 0, por lo que los valores reales de distribución se sitúan en el área cuyo límite es al crecimiento del área urbana. Sin embargo, es importante mencionar, que en este mapa no figuran los habitantes de las localidades rurales, ya que no se dispone de información precisa de su población, pero cabe mencionar que oscilan entre los 100 y 2,499 habitantes, distribuidos en un mínimo de viviendas aisladas o dispersas, según los datos del INEGI. Por tanto, se infiere que esta localidades estarían en un rango medio-bajo en valores de densidad.

En en el área de análisis referida hasta el crecimiento urbano, al igual que con la densidad de viviendas, predominan las celdas del rango más bajo, ya que se contabilizan un total de 742 celdas con 1 a 800 habitantes, que representan el 40.66% de la retícula de esta área. A estas le prosiguen las celdas con 0 habitantes, las cuales constituyen un 36.33% del total, es decir que poco más de una tercera parte del área urbana no está habitada. Resalta sobretodo nuevamente las celdas en 0 al dentro de lo urbanizado, que coinciden con las zonas industriales mencionadas en el análisis de densidad de vivienda. En contraste, los niveles de mayor densidad de población registrados son las 6 celdas en el rango 3,201 a 4,300 habitantes, que coinciden geográficamente con las zonas de alta densidad de vivienda y que representan el 0.33% de la retícula de población.

En general, en esta dimensión se aprecia una distribución desigual de la población, con un notorio contraste de densidades a lo largo del territorio. Las zonas más densas forman grupos en el área urbana y se distancian entre sí, ocasionando espacios de baja densidad entre ellos, tanto de población como de viviendas. Es relevante además, como se genera un perímetro de baja densidad en las periferias y una preferencia ocupacional al noroeste de la ciudad. De un total de 801,042 habitantes que se registraron en este mapeo, se observa que la media del área urbana es de 439 habitantes por cada 1/4 km<sup>2</sup> y si se considera la extensión total al Centro de Población, la media disminuye a 239 habitantes. Sin embargo, se considera la primera como la más acertada, porque describe la situación real de la ciudad, ya que el resto del territorio no es urbanizable. De cualquier manera, el hecho de que el estado de Chihuahua se sitúe entre los primeros lugares con menor densidad a nivel nacional, con una media de 14 hab/km<sup>2</sup>, se explica por la ínfima parte que ocupa la urbanización sobre el total de la extensión territorial.

# DENSIDAD DE POBLACIÓN



## No. De Habitantes

Rango	Límite de Centro de población		Límite de crecimiento del área urbana	
	Celdas	Porcentaje	Celdas	Porcentaje
0	2,196	65.40%	663	36.33%
1 - 800	742	22.10%	742	40.66%
801 - 1,600	237	7.06%	237	12.99%
1,601 - 2,400	141	4.20%	141	7.73%
2,401 - 3,200	36	1.07%	36	1.97%
3,201 - 4,300	6	0.18%	6	0.33%
<b>Total</b>	<b>3,358</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,825</b>	<b>100.00%</b>

Perímetro de análisis	Centro de población	Crec. del área urbana
<b>Máxima</b>	4,274	4,274
<b>Suma</b>	801,042	801,042
<b>Media</b>	239	439
<b>Desv. Estándar</b>	570	714

Figura 36. Mapa de Densidad de Población.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

#### 4.1.2.3. Densidad de empleo

En la tercera parte del análisis de la dimensión de densidad, se evalúa la cantidad de empleos por cada 1/4 km<sup>2</sup>, estimados en este caso en base las unidades económicas de la ciudad. En este mapa de densidad (Figura 37), los rangos establecidos de medición son de 0 hasta 1,100 empleos por celda.

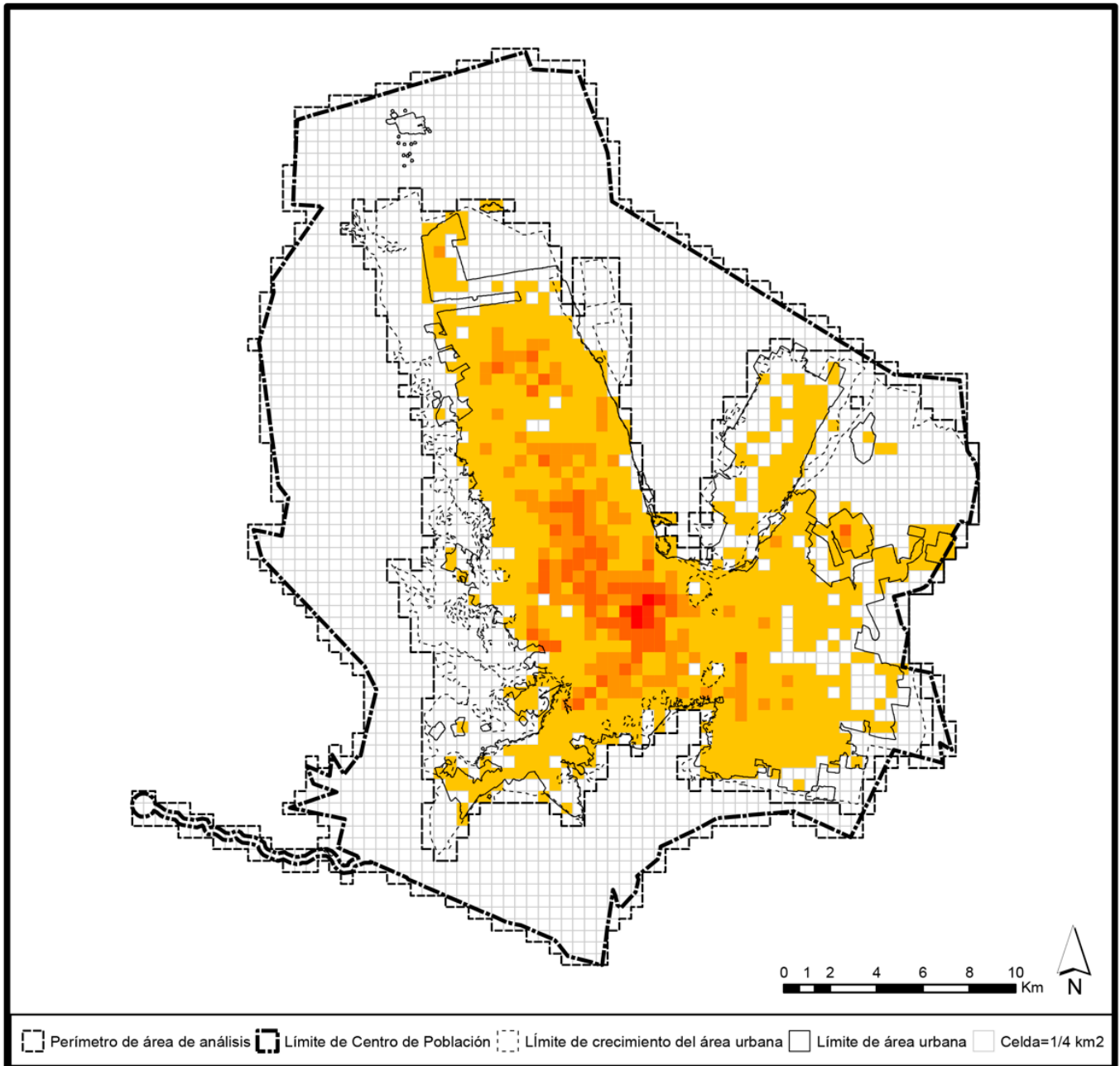
En el mapa se observa un predominio de las celdas vacías, tanto en el área de análisis al límite de centro de población como al límite de crecimiento del área urbana. En esta última área, destaca un elevado 47.89%, que representa 874 celdas sin ningún flujo laboral. Seguido a este rango, sobresale el rango de 1 a 50 empleos por celda, con un 40.99% que constituyen 748 celdas. Por lo señalado, la distribución de densidad de empleos del área urbana se percibe dividida entre dos grandes patrones de uso de suelo; uno con baja concentración de empleos por 1/4 km<sup>2</sup>, extendido primordialmente en el perímetro urbano y otro con la ausencia de estos.

La siguiente densidad más notoria, es la del rango de 51 a 100 empleos, que corresponde a 137 celdas, sucedido por el rango 101 a 250 con 59 celdas. Se observa como estas celdas en rangos medios se sitúan y agrupan al interior central del área urbana, sobretodo al centro y al noroeste. En cuanto a las celdas que se podrían considerar de mayor densidad, como las que contienen de 251 hasta 1,100 empleos, estas se localizan principalmente cercanas al CBD y representan menos del 1% del total de la retícula. Por esta distribución, la media de empleos se mantiene baja con 18 empleos por 1/4 km<sup>2</sup>, de los 33,053 totales contabilizados en el mapeo.

Si se compararan los patrones de densidad de empleos con los de vivienda, considerando que las zonas de mayor densidad de empleos se concentran primordialmente en el centro, con extensión próxima hacia el noroeste y las viviendas se distribuyen en concentraciones dispersas, algunas hasta la periferia, se advierte que existen varias aglomeraciones residenciales que están lejanas al centro denso de empleos, sobre todo aquellas viviendas fuera del crecimiento urbano, como son las localidades rurales. Por tanto, las zonas más favorecidas por el patrón de concentración de empleos, son las viviendas aledañas al centro.

El general, en el desarrollo de esta dimensión, se percibe la densidad de empleos por celdas destacadamente como baja, pues a pesar de que existen zonas densas, estas son escasas y se agrupan en un solo sector de la ciudad, lo que genera un grado de proximidad desigual entre los usos urbanos, que en consecuencia, esta baja cercanía entre viviendas y empleos, repercute en grandes distancias para ir a trabajar.

# DENSIDAD DE EMPLEO



## No. De Empleos

Rango	Límite de Centro de población		Límite de crecimiento del área urbana	
	Celdas	Porcentaje	Celdas	Porcentaje
0	2,407	71.68%	874	47.89%
1 - 50	748	22.28%	748	40.99%
51 - 100	137	4.08%	137	7.51%
101 - 250	59	1.76%	59	3.23%
251 - 500	4	0.12%	4	0.22%
501 - 1,100	3	0.09%	3	0.16%
<b>Total</b>	<b>3,358</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,825</b>	<b>100.00%</b>

Perímetro de análisis	Centro de población	Crec. del área urbana
<b>Máxima</b>	1,083	1,083
<b>Suma</b>	33,053	33,053
<b>Media</b>	10	18
<b>Desv. Estándar</b>	37	49

Figura 37. Mapa de Densidad de Empleo.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

#### 4.1.2.4. Continuidad

En esta dimensión, se evalúa el grado de urbanización de la tierra desarrollada en función de sus interrupciones, es decir la densidad del total de edificaciones, considerándose en este caso la suma de viviendas y empleos. En el mapa de Continuidad (Figura 38), los rangos establecidos de medición son de 0 hasta 1,550 edificaciones por celda.

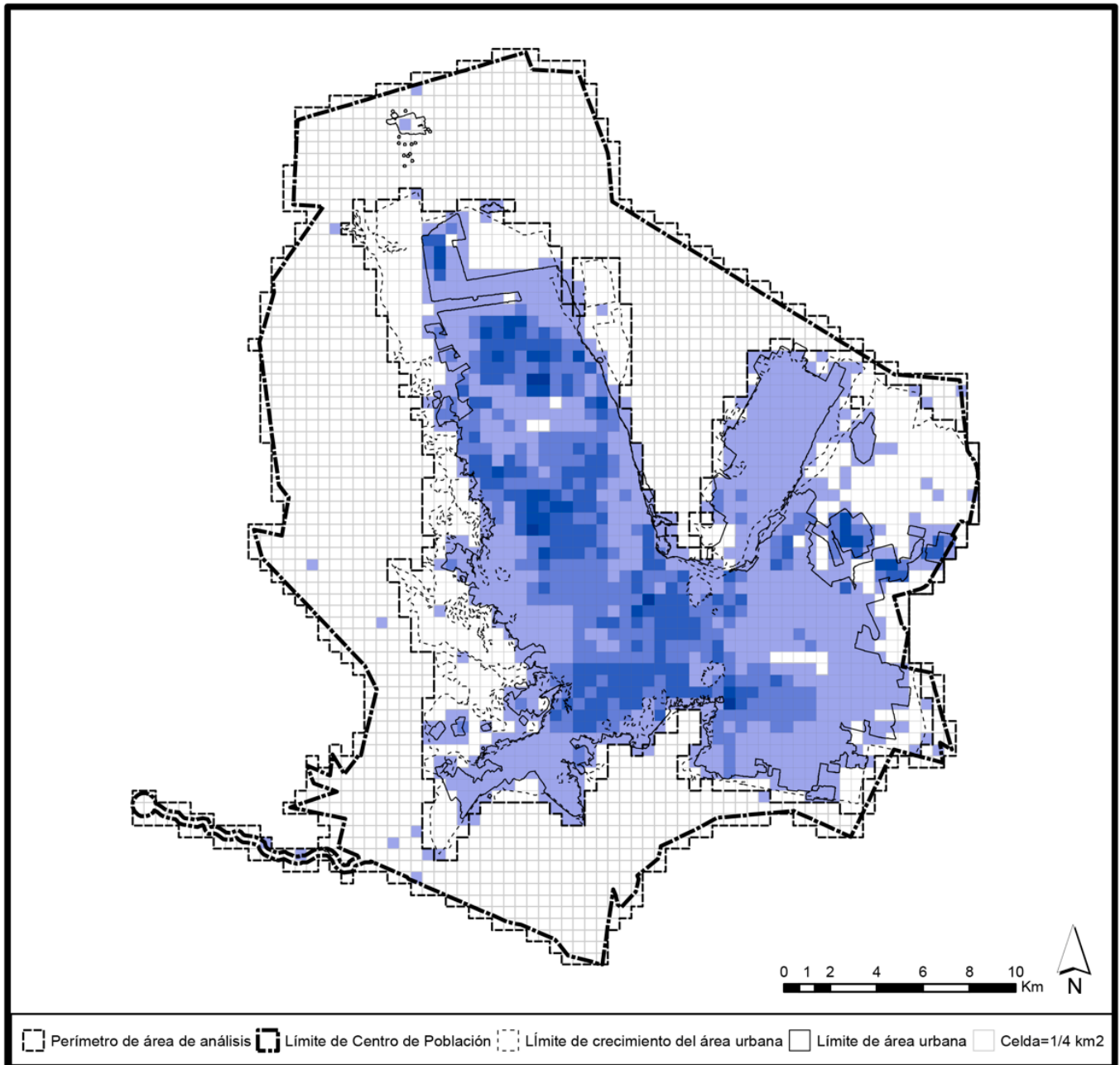
En esta dimensión se muestran patrones similares a los de densidad de vivienda y población, pero con menores vacíos y una distribución ligeramente más uniforme. Esto se debe a la suma de edificaciones de uso no habitacional, que están compensando las zonas habitacionales de baja densidad. Sin embargo, aun considerando esta adición de edificaciones, la densificación predominante continua siendo la del rango menor, entendida por 1 a 300 edificaciones por celda. Este tipo de densidad representa el 43.78% dentro del límite de crecimiento del área urbana, con un total de 799 celdas. Es decir, que poco menos de la mitad del territorio urbanizado está edificado, ya sea con viviendas o lugares de empleo. El siguiente porcentaje relevante es el de celdas con ausencia total de cualquier edificación, con un total de 559 celdas, que representan el 30.63% de la retícula. Esto genera que el promedio por celda sea bajo, con 180 edificaciones en el área urbanizada, del total de las 329,145 edificaciones contabilizadas.

En cuanto al centro urbano, se observa una densidad constante, en un rango medio de 601 a 900 edificaciones, situación que difiere un poco del mapa densidad de vivienda, en el que no se percibe como un patrón tan extendido. Se infiere que existe un balance de usos no habitacional y habitacional, que generan una continuidad en la densidad de esta zona. Se observa, además, que dicha continuidad se extiende del centro urbano a su alrededor, a celdas adyacentes. En el resto de la ciudad, ocurren intervalos de rangos de densidad medios y altos, como son los de 901 a 1,200 y 1,201 a 1,550 edificaciones, siendo este último, el rango con menor frecuencia, al sólo existir 5 celdas con esta cantidad. Es decir que menos del 1% del área urbana se considera de alta densidad por la coalición de lugares para vivir y trabajar.

A gran escala, comprendiendo toda el área urbanizada, se perciben dos grandes comportamientos de la configuración de la densidad; el primero es lo que sucede en su perímetro, una tendencia persistente de baja densidad, continua y distribuida de manera uniforme y el segundo, que ocurre en la parte central e interior de la ciudad, con disposición al noroeste; donde la densidad es mixta y se extiende de forma irregular e interrumpida. Por tanto, la continuidad se percibe en agrupaciones de densidades similares, configuradas de manera distinta en la periferia y en la parte central.



# CONTINUIDAD



## No. De Edificaciones

Rango	Límite de Centro de población		Límite de crecimiento del área urbana	
	Celdas	Porcentaje	Celdas	Porcentaje
0	2,069	61.61%	559	30.63%
1 - 300	822	24.48%	799	43.78%
301 - 600	261	7.77%	261	14.30%
601 - 900	170	5.06%	170	9.32%
901 - 1,200	31	0.92%	31	1.70%
1,201 - 1,550	5	0.15%	5	0.27%
<b>Total</b>	<b>3,358</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,825</b>	<b>100.00%</b>

Perímetro de análisis	Centro de población	Crec. del área urbana
<b>Máxima</b>	1,511	1,511
<b>Suma</b>	329,179	329,145
<b>Media</b>	98	180
<b>Desv. Estándar</b>	219	271

Figura 38. Mapa de Continuidad.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

#### 4.1.2.5. Concentración

En esta dimensión, se analiza el grado de distribución del desarrollo, entendido como el suelo edificado para usos habitacionales y no habitacionales, exceptuando el espacio público y las vialidades. En el mapa de Concentración (Figura 39), se clasifica el suelo por la superficie que ocupan las manzanas por celda, en el rango de 0% a 100%.

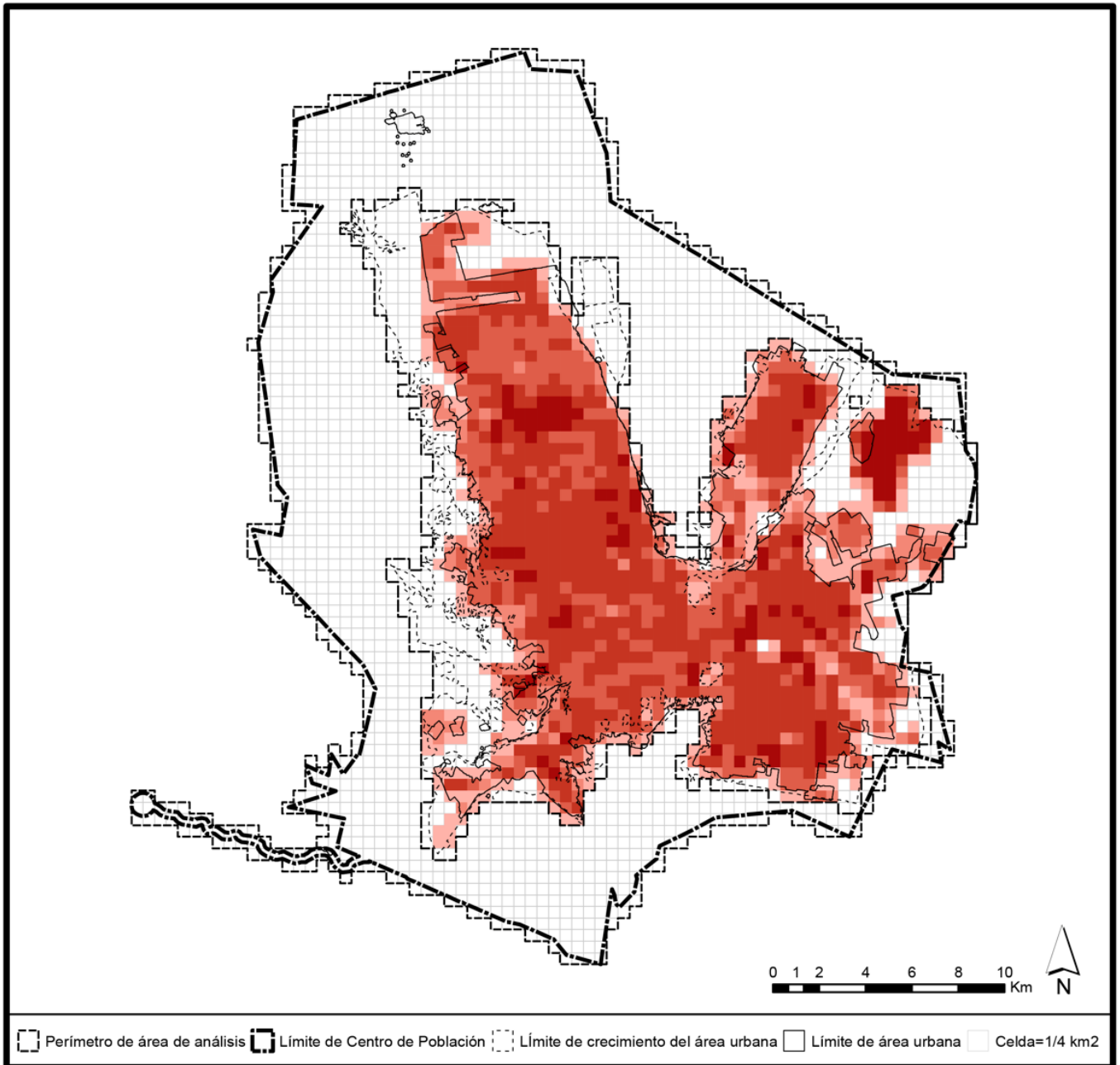
Como se ha mostrado usual en las dimensiones anteriores, el rango 0 predomina sobre los demás, entendible por toda el área no urbanizada que rodea la ciudad, sin embargo, destaca una celda única en valor 0 al interior del área urbana, situada al centro-este, la cual se explica por un espacio público de gran extensión, llamado “Unidad Deportiva Sur”, adyacente a la antigua zona industrial de “Ávalos” mencionada en el mapa de densidad de vivienda. En este caso específico, se considera un caso positivo de uso de suelo, pues a pesar de que no representa un área edificada o edificable que concentre usos, supone una situación favorable para los alrededores, sin embargo, la ausencia de más celdas como estas, implican que los espacios públicos son de mucho menor tamaño como para abarcar por completo una celda entera.

En la distribución de rangos, predomina el de celdas con suelo edificado del 61% al 80% por 1/4 km<sup>2</sup>, el cual representa un 27.78% del total, con 507 celdas. El siguiente en frecuencia, es el rango 1% al 20%, el cual supone un total de 17.64% celdas de este tipo. Es visible como espacialmente este último rango se presenta en toda el área urbana casi de manera uniforme y en cambio, el de 81% a 100% aparece sólo por pequeños grupos y en menor medida. Estas celdas concentradas, con superficies que cubren casi toda la extensión de las celdas, ocurren en zonas que no son de carácter habitacional, donde imperan el uso Industrial, Equipamiento y Mixto y el porcentaje de suelo edificado puede llegar a comprender hasta el 100% por cada 1/4 km<sup>2</sup>. Por tanto, las zonas habitacionales se mantienen en un rango medio de concentración y las no habitacionales en uno más alto. El ejemplo de las celdas más concentradas, se sitúa principalmente al noroeste y al este, adyacente al perímetro urbano, cuyas zonas corresponden al área industrial antes mencionada, llamada “Complejo Industrial Chihuahua” y al aeropuerto de la ciudad, respectivamente.

En cuanto al perímetro del área urbana, son perceptibles los patrones con bajo porcentaje de suelo edificado, como son los rangos 1% a 20% y 21% a 40%. Esto implica menor posibilidad de edificación en esas zonas y por tanto explican la baja densidad en vivienda y empleos, hecho comprobable con los mapas anteriores.

En términos generales, el porcentaje de suelo edificado, presenta variantes en toda el área urbana, en el que la media de ocupación de manzanas por celda es del 42.56%, que se refiere a una extensión de 0.11 km<sup>2</sup> de suelo desarrollado, por cada 0.25 km<sup>2</sup>.

# CONCENTRACIÓN



## Porcentaje de Suelo Edificado

Rango	Límite de Centro de población		Límite de crecimiento del área urbana	
	Celdas	Porcentaje	Celdas	Porcentaje
0	2,003	59.65%	470	25.75%
1% - 20%	246	7.33%	246	13.48%
21% - 40%	170	5.06%	170	9.32%
41% - 60%	322	9.59%	322	17.64%
61% - 80%	507	15.10%	507	27.78%
81% - 100%	110	3.28%	110	6.03%
<b>Total</b>	<b>3,358</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,825</b>	<b>100.00%</b>

Porcentaje de Suelo Edificado		
Perímetro de análisis	Centro de población	Crec. del área urbana
<b>Máxima</b>	99.79%	99.79%
<b>Media</b>	23.38%	42.56%
<b>Desv. Estándar</b>	33.28%	34.79%
km <sup>2</sup> de Suelo Edificado		
<b>Máxima</b>	0.25	0.25
<b>Suma</b>	195.41	194.16
<b>Media</b>	0.06	0.11
<b>Desv. Estándar</b>	0.08	0.09

Figura 39. Mapa de Concentración.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

#### 4.1.2.6. Agrupación

Esta dimensión se refiere a las zonas donde el desarrollo ha sido condensado firmemente para reducir al mínimo el uso del suelo. En el mapa de agrupación (Figura 41), esto se evalúa a través del porcentaje de uso de suelo desarrollado habitacional, en relación al no habitacional por celda, con rangos de ocupación desde 0 hasta 100%.

Se observa que el rango de mayor frecuencia es el de las celdas en valor 0, que representan el suelo que no ha sido desarrollado y el suelo que si lo está pero no contiene usos habitacionales. Al interior del área urbana, se observa que estas celdas se sitúan al noroeste y al este. Zonas donde predomina el uso Industrial y el Mixto. En conjunto, estas celdas representan un porcentaje elevado en las áreas de análisis; un 71.17% al límite de Centro de Población y un 46.96% al límite del área urbana. Lo que significa que casi la mitad del área urbana es de uso habitacional.

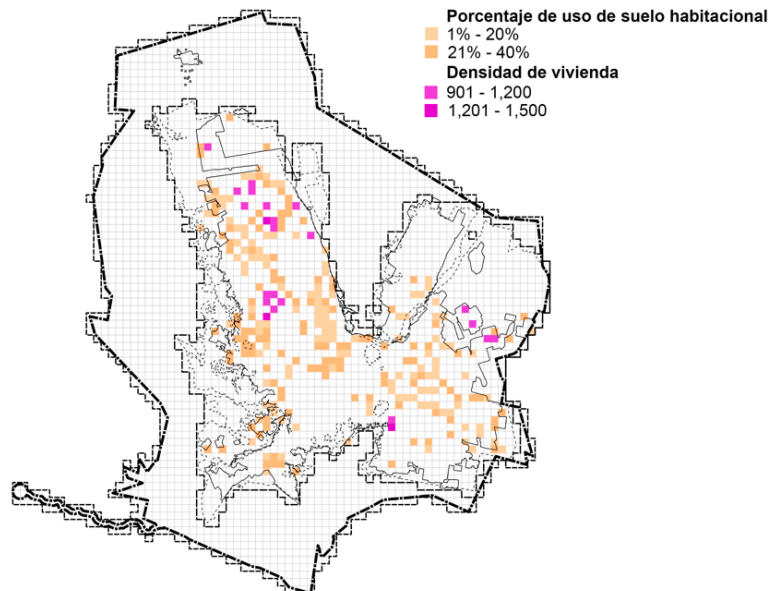
Después del rango 0, el siguiente en frecuencia es el de 61% a 80% de uso de suelo habitacional por 1/4km<sup>2</sup>. El cual ocurre en 296 celdas y representa el 16.22% del área urbana. El siguiente en relevancia es el rango 81% a 100%, que se muestra en 241 celdas, que significan el 13.21% del total del área urbana. Espacialmente, las celdas con estos rangos superiores se localizan en el perímetro urbano sur, al centro y de manera más fragmentada al noroeste. Estos patrones de uso de suelo representan donde el desarrollo habitacional se encuentra más extendido por 1/4 de km<sup>2</sup>. Se observa además, que estas zonas coinciden con los rangos de mayor densidad de vivienda según los resultados de dicho mapa.

Según lo expuesto en la teoría de esta dimensión, las zonas de agrupación son las de mayor aprovechamiento del suelo, es decir con más viviendas en menos suelo. En este caso, los rangos que indican la menor extensión de suelo habitacional, son los de 1% a 20% y 21% a 40%, cuyas celdas en esos rangos representan el 7.56% y 6.63% del área urbana respectivamente. Teóricamente si estas celdas tuvieran valores altos de densidad de vivienda, serían las de mayor agrupamiento. Sin embargo, espacialmente esto no ocurre, ya que la mayor densidad de viviendas se focaliza en zonas distintas a estas, como puede apreciarse claramente en el la Figura 40. Lo que significa que las posibles áreas donde podría ocurrir el mejor aprovechamiento de suelo, la densidad no es alta.

Por otro lado, en un punto medio de distribución está el rango 41% a 60%, con 172 celdas de que representan el 9.42% del total de la retícula al crecimiento urbano. Este rango es importante porque también constituye el concepto de mezcla de usos, en el cual se expone que un porcentaje ideal de mixtura es aquel con una proporción igual de usos, tanto de habitacional como de no habitacional. Por tanto, las celdas que cumplen con esas condiciones son las que se sitúan en dicho rango. Sin embargo, al ser un porcentaje menor en comparación al de los

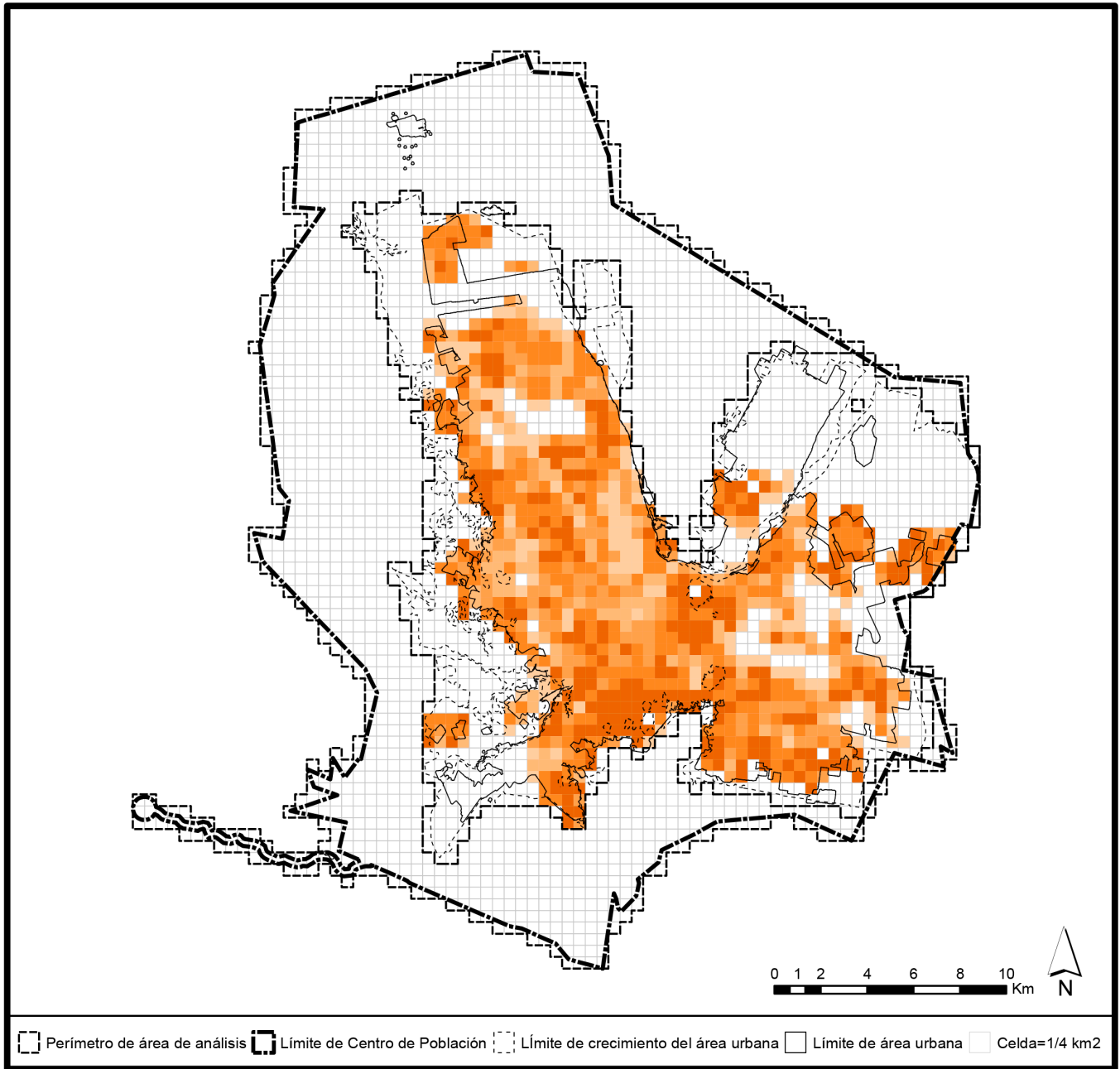
otros rangos, se puede considerar que el grado de mixticidad de la ciudad es bajo, con menos del 10% de urbanización en adecuada mezcla de usos suelo.

Figura 40. Comparación de resultados de los mapas de Agrupación y Densidad de viviendas.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



Por los resultados obtenidos, se determina que no existen zonas de agrupación, donde el desarrollo haya sido más compactado para ser aprovechado. Se percibió que en base a la extensión de la superficie de suelo habitacional es la proporción de la densidad de viviendas. Ya que donde hay mayor concentración de viviendas, hay mayor consumo de suelo. Por tanto, al no localizarse zonas que cumplan con las condiciones de agrupación, si puede caracterizarse la dispersión en base a los resultados de esta dimensión

# AGRUPACIÓN



### Porcentaje de uso de suelo habitacional

Rango	Límite de Centro de población		Límite de crecimiento del área urbana	
	Celdas	Porcentaje	Celdas	Porcentaje
0	2,390	71.17%	857	46.96%
1% - 20%	138	4.11%	138	7.56%
21% - 40%	121	3.60%	121	6.63%
41% - 60%	172	5.12%	172	9.42%
61% - 80%	296	8.81%	296	16.22%
81% - 100%	241	7.18%	241	13.21%
<b>Total</b>	<b>3,358</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,825</b>	<b>0.00%</b>

Porcentaje de suelo habitacional		
Perímetro de análisis	Centro de población	Crec. del área urbana
<b>Máxima</b>	99.90%	99.90%
<b>Media</b>	16.63%	25.54%
<b>Desv. Estándar</b>	30.04%	33.14%
km <sup>2</sup> de suelo habitacional		
<b>Máxima</b>	0.23	0.23
<b>Suma</b>	81.27	81.27
<b>Media</b>	0.02	0.04
<b>Desv. Estándar</b>	0.05	0.05

Figura 41. Mapa de Agrupación.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

#### 4.1.2.7. Centralidad

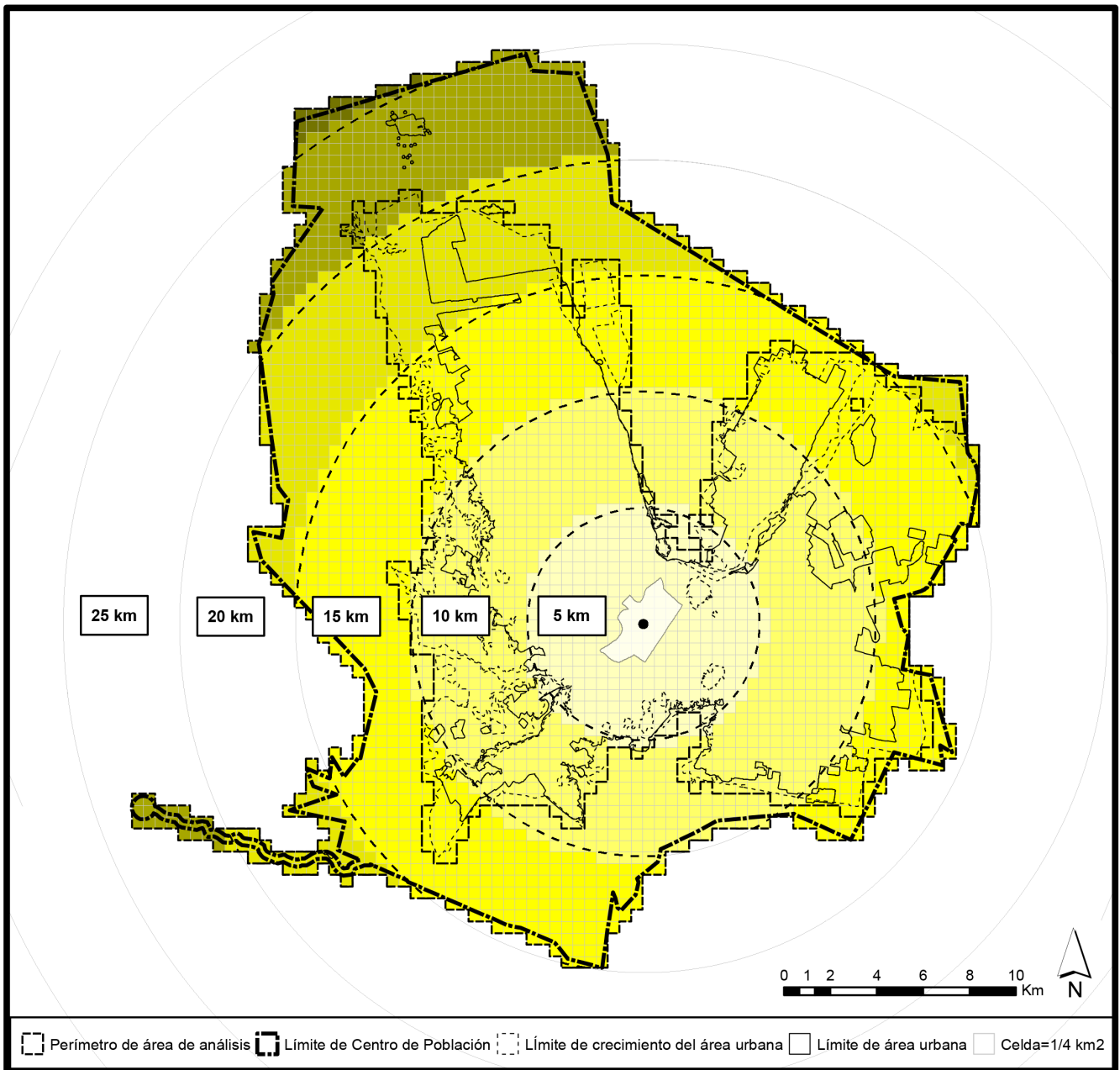
En esta dimensión se analiza la concentración de espacios urbanos y su cercanía entre usos en relación al Centro Distrital de Negocios (CBD). En el caso de la ciudad de Chihuahua este corresponde al denominado Centro Urbano, el cual contiene a su vez el casco histórico. Como la urbanización de la ciudad alcanza una distancia de 25 km desde su centro hasta el último emplazamiento y una distancia de 30 km hasta el límite del Centro de Población, el análisis se hace en base a círculos concéntricos a cada 5 km, hasta cubrir toda la extensión territorial.

En el mapa de centralidad (Figura 42), en cuanto al área urbanizada, es perceptible como se extiende predominantemente hacia el norte, mientras que las regiones este, oeste y sur, se mantienen en un rango menor de crecimiento, a un máximo aproximado de 10 km de distancia desde su centro. Aún con su extensión, es visible como tanto la población, las viviendas y el total de edificaciones, se concentran en los primeros 5 km de distancia desde el centroide de la urbanización. Se observa como un 40.16 % de los habitantes residen en este primer rango, provistos del 40.69% de las edificaciones de la ciudad, en una densidad equilibrada. No obstante, cantidades semejantes de habitantes y edificios a las del primer radio, se distribuyen de manera fragmentada y desbalanceada en la segunda distancia a 10 km, cuestiones que responden a la morfología de la ciudad como puede apreciarse en el mapa por la superposición de los círculos. A una distancia de 15 km, se advierte como el porcentaje de distribución de estos elementos, se mantiene entre el 18% y 21%, que es prácticamente la mitad del contenido de la primer y segunda distancia, pero en una extensión de área urbana más reducida.

En un rango más lejano, a 20 km de distancia del centro, la densidad disminuye considerablemente y el contenido de la ciudad se encuentra por debajo del 2.5%. Esto demuestra como existe una gradiente de disminución de población y edificaciones, desde el centro hasta el límite del área urbana. Cabe mencionar, que a esta distancia en la zona noroeste, existen ciertas excepciones, donde se han visualizado altos índices de densidad, continuidad, concentración y agrupación, como se ha visto en mapas anteriores.

En general se considera que la ciudad posee un alto nivel de centralización, por su nodo central provisto y concentrado de usos tanto residenciales como no residenciales, que podrían permitir su independencia en comparación con el resto de la ciudad.

# CENTRALIDAD



	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	Total
<b>Distancia al centro CBD (km)</b>							
Celdas	353	970	1,187	515	317	16	3,358
Porcentaje	10.51%	28.89%	35.35%	15.34%	9.44%	0.48%	100.00%
<b>Suelo edificado (km<sup>2</sup>)</b>	<b>55.32</b>	<b>93.92</b>	<b>38.66</b>	<b>6.89</b>	<b>0.62</b>	<b>0.00</b>	<b>195.41</b>
Porcentaje	28.31%	48.06%	19.79%	3.53%	0.32%	0.00%	100.00%
Media	0.16	0.10	0.03	0.01	0.00	0.00	0.06
<b>Habitantes</b>	<b>321,711</b>	<b>313,542</b>	<b>151,994</b>	<b>13,795</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>801,042</b>
Porcentaje	40.16%	39.14%	18.97%	1.72%	0.00%	0.00%	100.00%
Media	984	524	561	246	0	0	239
<b>Viviendas</b>	<b>113,831</b>	<b>113,141</b>	<b>62,061</b>	<b>7,090</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>296,126</b>
Porcentaje	38.44%	38.21%	20.96%	2.39%	0.00%	0.00%	100.00%
Media	322	117	52	14	0	0	88
<b>Edificaciones totales</b>	<b>133,943</b>	<b>122,219</b>	<b>65,521</b>	<b>7,492</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>329,179</b>
Porcentaje	40.69%	37.13%	19.90%	2.28%	0.00%	0.00%	100.00%
Media	379	126	55	15	0	0	98

Figura 42. Mapa de Centralidad.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



#### 4.1.2.8. Nuclearidad

En la teoría de esta dimensión, se explica que la nuclearidad es un manifiesto de patrones de densidad, en función de donde es más intenso el desarrollo para determinar si la estructura es mononuclear o polinuclear. Para que ocurra el primer patrón, el CBD debe ser considerado un lugar de desarrollo de mayor intensidad en comparación con el resto de la ciudad. De acuerdo a lo anterior y como se pudo apreciar en el mapa de Centralidad, eso es justamente lo que ocurre en el caso de Chihuahua, ya que los mayores porcentajes de distribución de viviendas, población y edificaciones totales, se localizaron en la zona centro de la ciudad. Por tanto, su denominado centro urbano es el único núcleo activo e intenso, al menos en comparación con el resto de la urbanización.

Por la centralidad identificada, se declara sin duda, que la ciudad posee un patrón mononuclear. Sin embargo, para poner a prueba la intensidad de otras zonas se propuso crear y analizar núcleos compuestos por las celdas que presentaron mayor densidad en mapas anteriores. Se delimitó su formación en base a las 3 celdas con mayor densidad de empleos y vivienda, las cuales se denominaron como celdas centrales, a las que se adicionaron todas las celdas a su alrededor y secuencialmente las adyacentes a estas. Formando así, 3 núcleos de vivienda y 3 de empleo para su análisis.

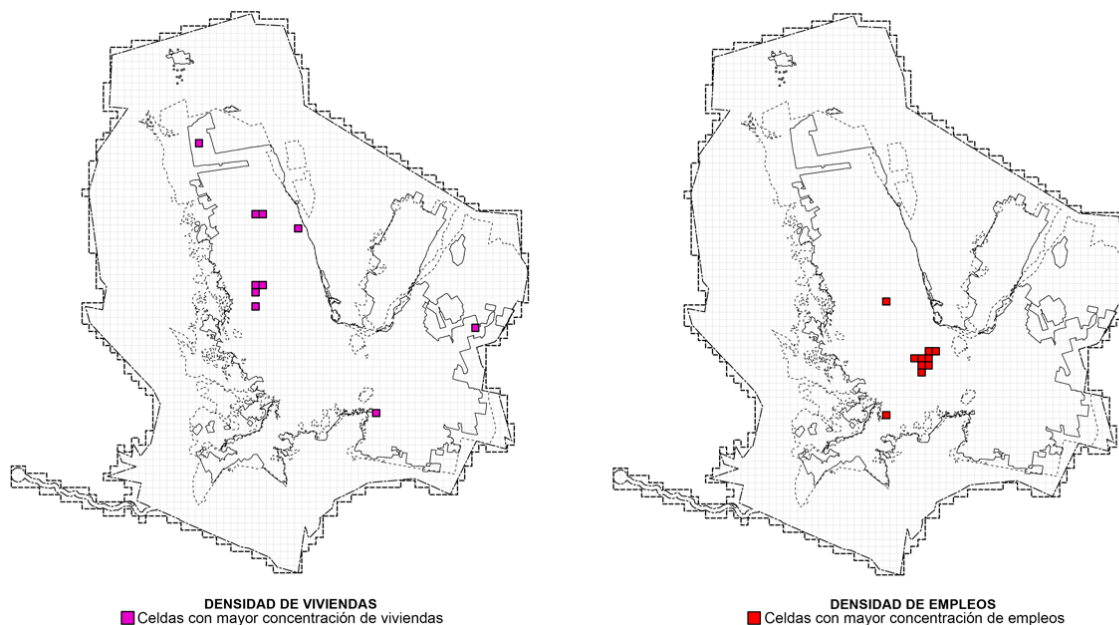
En los resultados del mapa de Nuclearidad (Figura 44), en primera instancia se observa la disparidad de distribución espacial de los núcleos de vivienda en relación a los de empleo, por las formaciones de vivienda que se localizan al noroeste y centro-sur y las de empleo que se sitúan en la parte central, exactamente en lo que corresponde al centro urbano, incluso coincidiendo en la misma zona, concentrándose en uno solo de mayor de tamaño. Esto demuestra lo alejadas que están entre sí las zonas más densas para vivir y trabajar, lo que podría entenderse como mayores distancias y tiempos de recorrido para llegar de una a otra.

Para reforzar lo anterior, si se focalizan específicamente las 10 celdas con mayor densidad de empleos y de vivienda en el área urbana, en su comparación se aprecian patrones de distribución espacial muy opuestos (Figura 43). Por otro lado, estos núcleos de vivienda dispersos en el área urbana, podrían considerarse también como algo favorable, por distribuir a la población en torno al empleo, aunque lo óptimo sería mayor cercanía en la distribución espacial de ambas cosas.

En cuanto a los núcleos de vivienda, estos se conformaron por 25 celdas cada uno, sin embargo en el caso del NV-1, este presentó 4 celdas en valor 0, (por el área de predominio industrial donde se sitúa) lo que explica su forma irregular en comparación a los otros. Este núcleo contiene la celda central con mayor cantidad de viviendas, con 1,461, ocupando el primer lugar como la más densa de toda la retícula. Las otras celdas centrales de los otros núcleos de vivienda, también contienen arriba de las 1,000 unidades, por lo que la formación total de cada núcleo supone cifras superiores a las 10,000 viviendas, con 13,066, 14,880 y 11,111 viviendas para el

núcleo NV-1, NV-2 y NV-3 respectivamente. El contenido de estas tres formaciones constituye un 13.19% del total de las viviendas de la ciudad, agrupando 39,057 viviendas en 75 celdas.

Figura 43. Densidad comparada de zonas de mayor densidad de viviendas y empleos.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

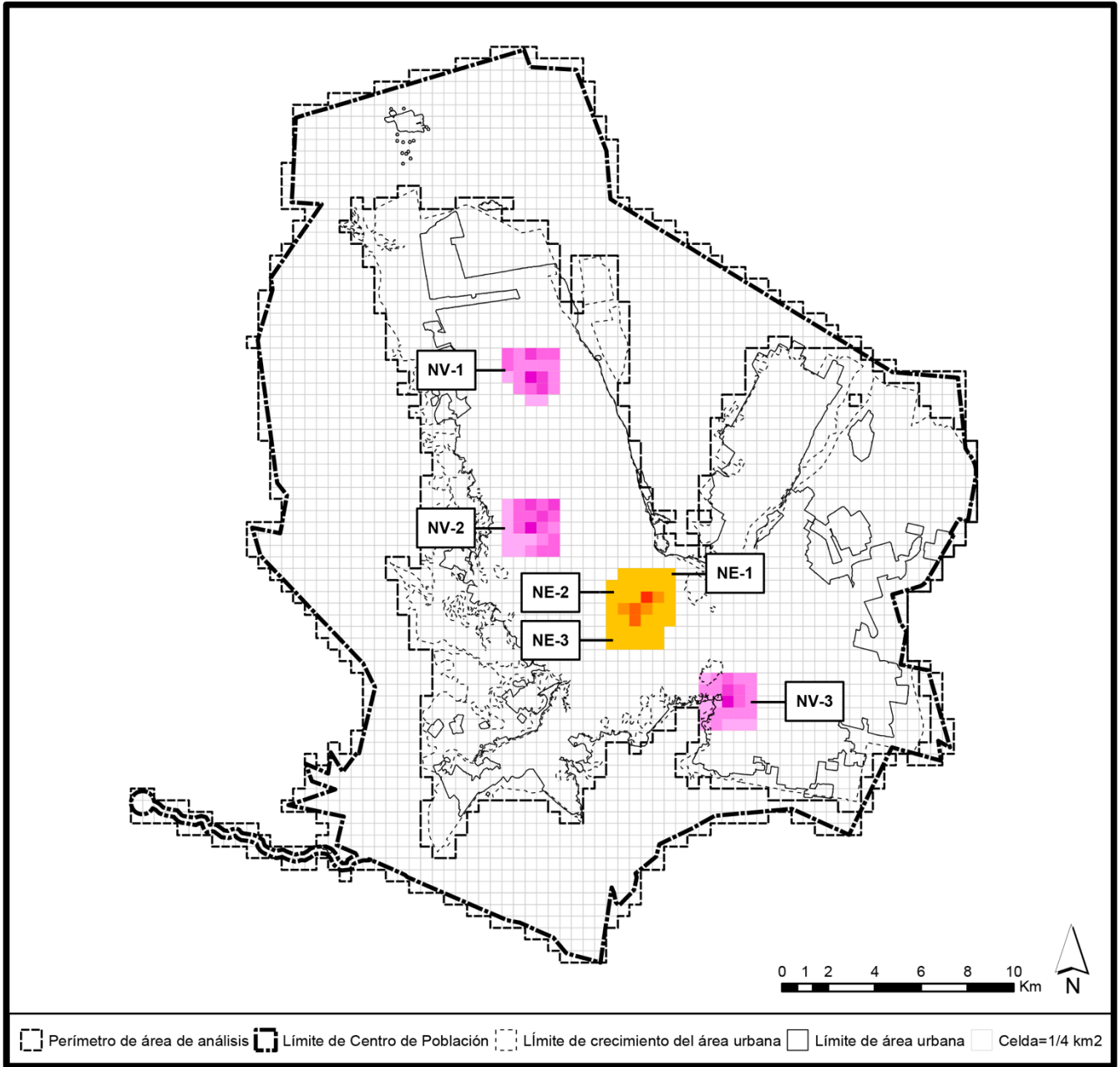


En lo referente a los empleos, como se dijo anteriormente, estos núcleos de coincidencia geográfica, agrupan un total de 7,442 empleos, lo que implica un 22.52% del total existente en el área urbana, en 39 celdas.

La formación de estos supuestos núcleos de “alta densidad” si mostraron cierta relevancia por el porcentaje que representan en contenido de viviendas y empleos, con respecto a los totales del área urbana. No obstante, la concentración que generan los núcleos de empleos, se consideran más notables que los de viviendas, pues en menor cantidad de celdas, engloban mayor contenido. Y aunque los núcleos de vivienda también representan un porcentaje considerable del total de viviendas de la ciudad, no es tan sustancial como para crear patrones polinucleares.

Lo elaborado para desarrollar esta dimensión, resultó en un reforzamiento de la percepción del patrón de centralidad de la ciudad, que aunque el CBD no posea las celdas con mayor densidad de vivienda, se concluye que si posee un equilibrio de usos para ser considerado como un nodo de desarrollo intenso y por tanto mononuclear.

# NUCLEARIDAD



### Densidad de Viviendas

Perímetro de análisis	Límite de crecimiento del área urbana	
Rango	Celdas	Porcentaje
0	4	5.33%
1 - 300	19	25.33%
301 - 600	24	32.00%
601 - 900	18	24.00%
901 - 1,200	7	9.33%
1,201 - 1,500	3	4.00%
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100.00%</b>

### Densidad de Empleos

Perímetro de análisis	Límite de crecimiento del área urbana	
Rango	Celdas	Porcentaje
0	0	0.00%
1 - 300	33	84.62%
301 - 600	3	7.69%
601 - 900	2	5.13%
901 - 1,200	1	2.56%
1,201 - 1,500	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>100.00%</b>

### Núcleos de Viviendas

Núcleo	V. en Celda Central	V. Totales	Celdas
NV-1	1,461	13,066	25
NV-2	1,255	14,880	25
NV-3	1,311	11,111	25
<b>Total (NV-1 a NV-3)</b>	<b>4,026</b>	<b>39,057</b>	<b>75</b>
% con respecto al Total	1.36%	13.19%	2.23%

### Núcleos de Empleos

Núcleo	E. en Celda Central	E. Totales	Celdas
NE-1	1,083	-	-
NE-2	816	-	-
NE-3	659	-	-
<b>Total (NE-1 a NE-3)</b>	<b>2,558</b>	<b>7,442</b>	<b>39</b>
% con respecto al Total	7.74%	22.52%	1.16%

Figura 44. Mapa de Nuclearidad.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

#### 4.1.2.9. Mezcla de usos

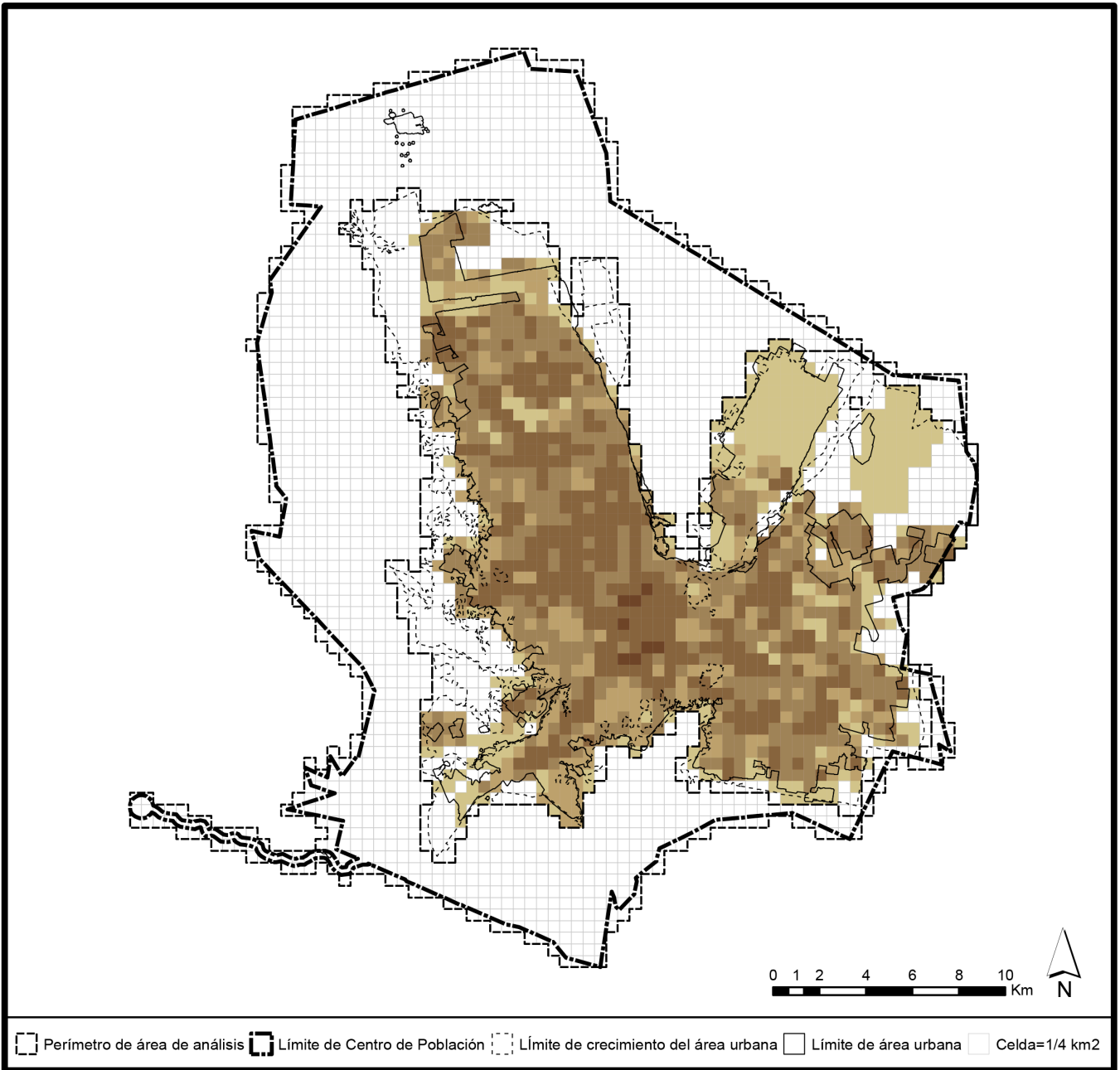
La teoría de este concepto, sostiene que la dispersión urbana es ocasionada por patrones de uso exclusivo de la tierra, pues a medida que disminuye la mezcla de usos, los tiempos de viaje y las distancias aumentan. En esta dimensión, se mide cuantos usos de suelo coexisten por cada 1/4 de km<sup>2</sup> según la Zonificación Secundaria expuesta en el PDU2040, la cual clasifica el suelo desarrollado de la ciudad de Chihuahua en 9 usos principales: Habitacional, Habitacional Mixto (vivienda, comercio y servicios), Industria, Equipamiento, Concentrador de Actividad, Comercio y Servicios, Corredores y Comercio, Mixto y Nodos. A partir de esta clasificación, se cuantifican los usos por celda, para clarificar en conjunto cual es la mixtura de la ciudad. En el mapa de mezcla de usos (Figura 45), los rangos establecidos de medición, abarcan desde 0 hasta 7 usos, en base a la máxima obtenida por celda.

Primariamente, se observa como al límite de crecimiento del área urbana, las celdas en valor 0 que representan el suelo que no ha sido desarrollado y por tanto sin uso, configuran el 26.14% del área de análisis, contabilizando un total de 477 celdas en esta situación. El siguiente rango en frecuencia, es el de 3 usos, el cual representa el 22.74% del área de análisis, con 415 celdas. Espacialmente se observa como estas se distribuyen a lo largo de toda el área urbana sin ningún patrón específico, mostrando que esta es la mezcla predominante. En frecuencia similar, está el rango de 4 a 5 usos, comprendido en 345 celdas, que representan el 18.90% del área de análisis. Estas se observan en toda el área urbana, especialmente en la zona centro donde se sitúa el CBD. Además, se distingue que esta zona es la única que contiene las celdas en el rango máximo de 6 a 7 usos, las cuales representan el 0.44% del área urbana, al contabilizarse sólo 8 celdas de este tipo. Esto hace del centro urbano la zona con mejor mezcla de usos (algunos únicos) en comparación con el resto de la ciudad.

En menor frecuencia en el área urbana, se encuentran las celdas con los rangos de 1 a 2 usos, los cuales se sitúan en porcentajes similares, con un 16.60% y 15.18% respectivamente, contabilizando un total de 303 celdas con un solo uso y 277 con 2 usos. Espacialmente estas celdas se distribuyen principalmente en la periferia, sobretodo en la parte norte de la ciudad, donde se exhiben grandes patrones de un uso único. Este tipo de celdas son las que muestran donde existe una total carencia de mezcla de usos de suelo.

En la definición conceptual de esta dimensión, se expone que un porcentaje ideal de mixtura, es aquel con una proporción igual de usos, tanto de habitacional como de no habitacional. En base a los usos en los que se clasifica el suelo desarrollado de la ciudad de Chihuahua y los rangos obtenidos de distribución de usos, el ideal de mezcla, asegurando la existencia de uso habitacional, se situaría entre los valores altos de 4 y 7 usos por celda, lo que resulta en un 19.34% del área urbana con buena mixtura de usos y un 54.42% restante que no la tiene.

# MEZCLA DE USOS



## No. De Usos

Rango	Límite de Centro de población		Límite de crecimiento del área urbana	
	Celdas	Porcentaje	Celdas	Porcentaje
0	2,010	59.86%	477	26.14%
1	303	9.02%	303	16.60%
2	277	8.25%	277	15.18%
3	415	12.36%	415	22.74%
4 - 5	345	10.27%	345	18.90%
6 - 7	8	0.24%	8	0.44%
<b>Total</b>	<b>3,358</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,825</b>	<b>100.00%</b>

Perímetro de análisis	Centro de población	Crec. del área urbana
<b>Máxima</b>	7	7
<b>Suma</b>	3,602	3,602
<b>Media</b>	1.07	1.97
<b>Desv. Estándar</b>	1.51	1.57

Figura 45. Mapa de Mezcla de usos.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

#### 4.1.2.10. Proximidad

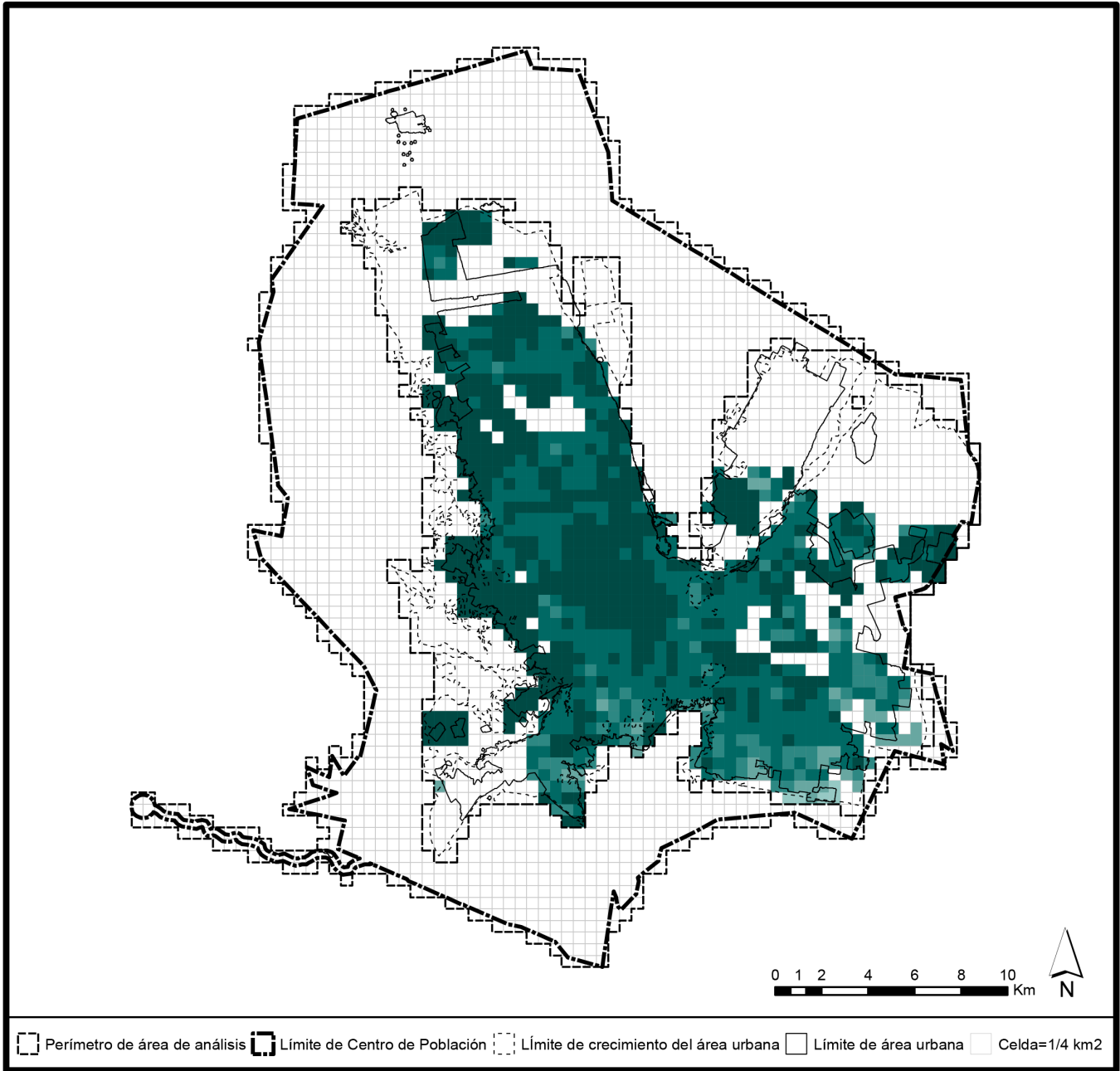
Esta dimensión se define por el grado de proximidad de usos de suelo distintos sobre el territorio, en cuestión de distancia a recorrer de un punto a otro. En este caso, se mide la cercanía en metros de un uso habitacional a un uso no habitacional por 1/4 km<sup>2</sup>. La clasificación del uso no habitacional señalado en la Zonificación Secundaria del PDU2040, corresponde a los usos de; comercio, servicios, industria, mixto y equipamiento. En el mapa de Proximidad (Figura 46) los rangos establecidos de medición son de 0 hasta 900 metros por celda.

Primordialmente se identifican las celdas en el rango 0, que en esta dimensión pueden significar dos cuestiones distintas dependiendo de su ubicación: la primera, como es lógico y usual pensar, si se sitúan al perímetro del crecimiento urbano y son celdas vacías, es por la ausencia de urbanización y en segunda, si estas celdas se presentan al interior del área urbana, se debe a la falta de mezcla de usos, es decir que sólo contienen un tipo de uso, ya sea habitacional o no habitacional. Por lo que se debe prestar más atención a estas últimas, que representan una carencia completa de cercanía entre usos. Tal es el caso de estas celdas que se observan al noroeste, oeste y este de la ciudad.

Después de las celdas en el rango 0, al interior del área urbana, predominan las que tienen una cercanía de 1 a 85 metros, con 498 celdas que representan el 27.29% del total de la retícula. Es decir que casi una tercera parte de la urbanización está en el rango de mejor proximidad entre usos. El siguiente en relevancia y muy de cerca al anterior, es el rango de 86 a 150 metros, con 385 celdas que constituyen el 21.10%. Las celdas en estos dos rangos, se sitúan especialmente en la parte central con tendencia al noroeste, sobretodo en la periferia oeste de la urbanización. En contraste, están las celdas que explican una situación de cercanía menos favorecedora, las cuales se sitúan en todo el perímetro sur del crecimiento urbano. Estas poseen rangos de 251 a 500 y 501 a 900 metros entre un uso y otro, pero son una minoría en la retícula, porque representan menos del 2% de ella.

Por último, se aprecia que el promedio entre usos habitacionales y no habitacionales, hasta el crecimiento del área urbana, es de 56.86 metros de distancia por 1/4 km<sup>2</sup>. Lo que significa, que del total de los diversos usos que configuran la urbanización, estos se conectan por distancias cortas hacia los usos residenciales. Sin embargo, esta es una cuestión demasiado general, pues no todos los usos suponen que sean de interés (o utilidad) para la población, por tanto, para complementar el análisis de esta dimensión, se presenta un segundo mapa de proximidad, específicamente hacia espacios públicos, que en definitiva podrían considerarse de interés más general, lo que podría permitir explicar la dimensión de proximidad, desde otro punto de vista.

# PROXIMIDAD



**Cercanía de un uso Habitacional a un uso No Habitacional (metros)**

Perímetro de análisis	Límite de Centro de población		Límite de crecimiento del área urbana		Perímetro de análisis	Centro de población	Crec. del área urbana
	Rango	Celdas	Porcentaje	Celdas			
0	2,344	69.80%	811	44.44%	Máxima	889.76	889.76
1 - 85	498	14.83%	498	27.29%	Media	N/A	56.86
86 - 150	385	11.47%	385	21.10%	Dev. Estándar	N/A	74.86
151 - 250	93	2.77%	93	5.10%			
251 - 500	33	0.98%	33	1.81%			
501 - 900	5	0.15%	5	0.27%			
<b>Total</b>	<b>3,358</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,825</b>	<b>100.00%</b>			

Figura 46. Mapa de Proximidad.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

#### 4.1.2.11. Proximidad a un uso público

En este último mapeo dimensional, se siguen los mismos lineamientos del anterior, pero como se explicó, este se aborda de una manera más específica, mostrando la cercanía de los usos habitacionales a los usos públicos. Según la Zonificación Secundaria del PDU2040, los usos de carácter público son; Equipamiento General, Equipamiento Especial y Recreación y Deporte. En el mapa de proximidad (Figura 47), los rangos establecidos de medición son de 0 hasta 1,100 metros.

Las celdas con valor 0 alrededor del área urbana expresan el suelo no desarrollado y por tanto sin uso. En cuanto a las que están en el interior del área urbana, expresan que sólo existe un tipo de uso de suelo en esa celda, ya sea habitacional, público u otro dependiendo de la zona. Por tanto en esos sitios hay 0 proximidad. Espacialmente, esto ocurre principalmente al noroeste del área urbana, donde impera el uso Industrial, cubriendo por completo varias celdas y al oeste, donde se localizan algunas celdas aisladas también con uso Industrial, además de comercial. En la parte este, ocurre un caso particular; estas celdas en valor 0 representan el predominio de un único uso, denominado por el mapa de Zonificación Secundaria como Mixto, que por sí mismo representa mezcla de usos (habitacional, equipamiento y servicios) y por tanto proximidad, sin embargo el mapa a esta escala no lo representa.

Después de las celdas en rango 0, el siguiente de mayor frecuencia es el de 1 a 100 metros, con 411 celdas, que representan el 22.52% de la retícula. En una proporción muy similar, está el rango subsecuente de 101 a 200 metros, con 394 celdas, que constituyen el 21.59% del total del área urbana. Las celdas con estos rangos, expresan las distancias más cortas de recorrido para conectar un área habitacional a una de uso público. Espacialmente, estas celdas con “alta” proximidad, se observan principalmente en la periferia oeste y norte y en algunos patrones “sueños”, separados del área urbana, también al oeste, norte y al este del área urbana. Estas zonas expresan una mejor dosificación de usos, en relación al uso público con el habitacional.

En cuanto a las zonas con cercanía “media”, están las del rango 201 a 300 y 301 a 600 metros, con 110 y 75 celdas respectivamente, que en conjunto representan aproximadamente el 10% del área urbana con este tipo de proximidad. Las zonas con cercanía “baja” o “peor” proximidad, son las del rango 601 a 1,100 metros, estas se muestran en una reducida cantidad, con sólo 24 celdas, que implica el 1.32% de área urbana. Esto se observa primordialmente, en la periferia sureste de la ciudad, descritas por tanto como las zonas de menor conexión y donde se requieren más usos de carácter público.

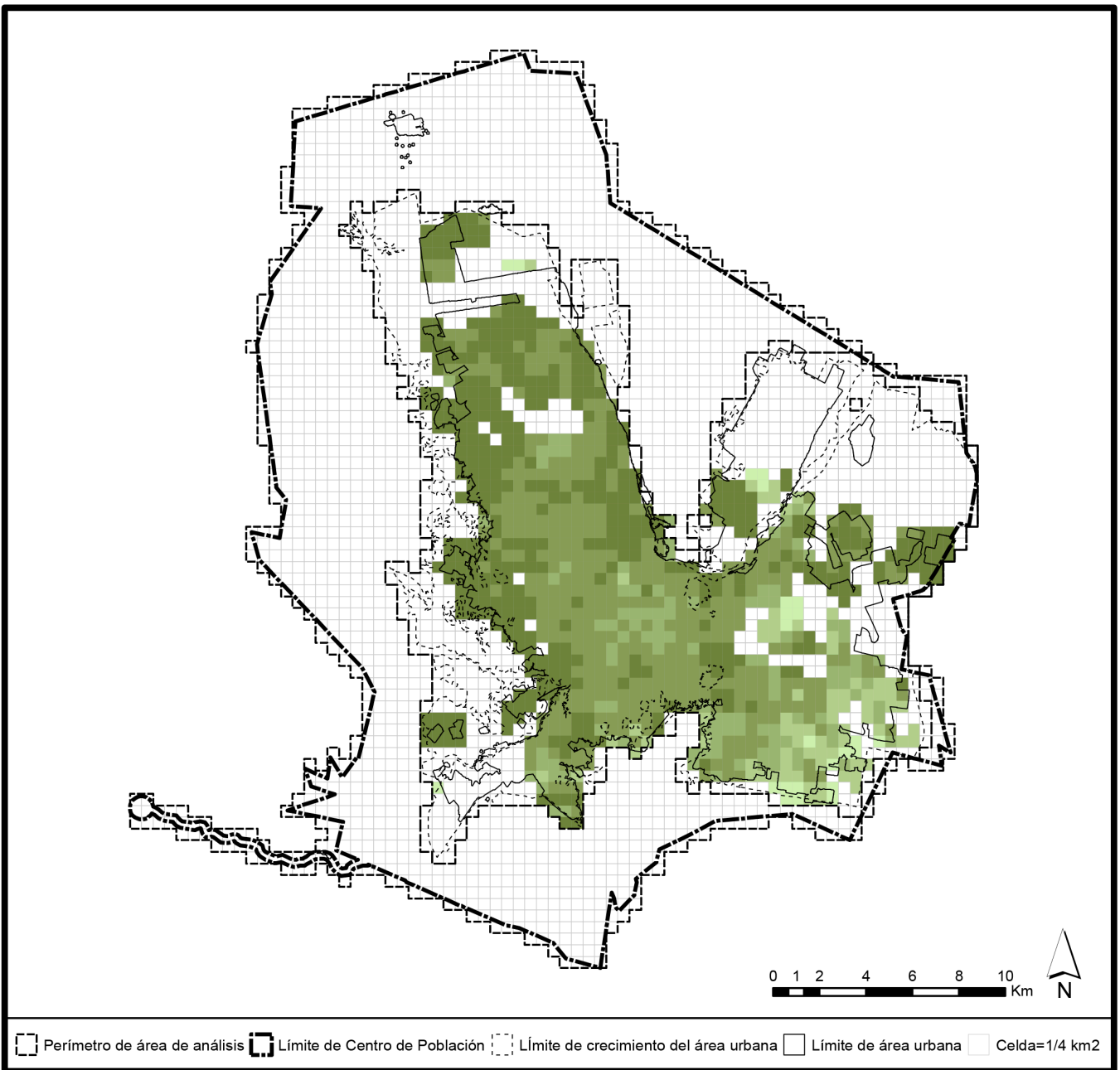
En base a la teoría expuesta de esta dimensión, se explica que si en el territorio la mayoría de la gente debe viajar grandes distancias para llegar a los sitios, entonces tienen poca proximidad entre usos y por lo tanto, se puede considerar que tienen más dispersión. En el caso de la ciudad de Chihuahua, no se muestran índices de lejanía elevados. En promedio, la cercanía de usos



habitacionales a usos públicos por 1/4 km<sup>2</sup> en el área urbana, es de 85.73 metros de distancia, el cual es ligeramente superior a la media que arrojó el anterior mapa de proximidad a todos los usos no habitacionales (56.86 m). Al situarse esta cifra en el rango de mayor cercanía; de 1 a 100 metros, se considera entonces que la distancia de las viviendas a los espacios públicos como; equipamiento, áreas recreativas, deportivas, plazas y parques, es en general corta, adecuada y fácilmente caminable.

Aunque no se muestra un problema general de dispersión en lo referido a esta dimensión, se debe prestar atención a las zonas que si podrían representarlo (como la periferia sureste), que aunque son un porcentaje bajo, no se encuentran en igualdad de condiciones de proximidad que el resto de la ciudad.

# PROXIMIDAD A UN USO PÚBLICO



### Cercanía de un uso Habitacional a un uso Público (metros)

Rango	Límite de Centro de población		Límite de crecimiento del área urbana	
	Celdas	Porcentaje	Celdas	Porcentaje
0	2,344	69.80%	811	44.44%
1 - 100	411	12.24%	411	22.52%
101 - 200	394	11.73%	394	21.59%
201 - 300	110	3.28%	110	6.03%
301 - 600	75	2.23%	75	4.11%
601 - 1,100	24	0.71%	24	1.32%
<b>Total</b>	<b>3,358</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,825</b>	<b>100.00%</b>

Perímetro de análisis	Centro de población	Crec. del área urbana
<b>Máxima</b>	1,054.48	1,054.48
<b>Media</b>	N/A	85.73
<b>Desv. Estándar</b>	N/A	126.80

Figura 47. Mapa de Proximidad a Espacio Público.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

### 4.1.3. Síntesis dimensional

En esta fase, se muestra el resumen de los resultados obtenidos y las conclusiones generadas por el análisis dimensional. Inicialmente y de manera gráfica, se presenta en la Figura 48, la media obtenida por celda de 1/4 km<sup>2</sup>, de los valores más representativos de cada dimensión:

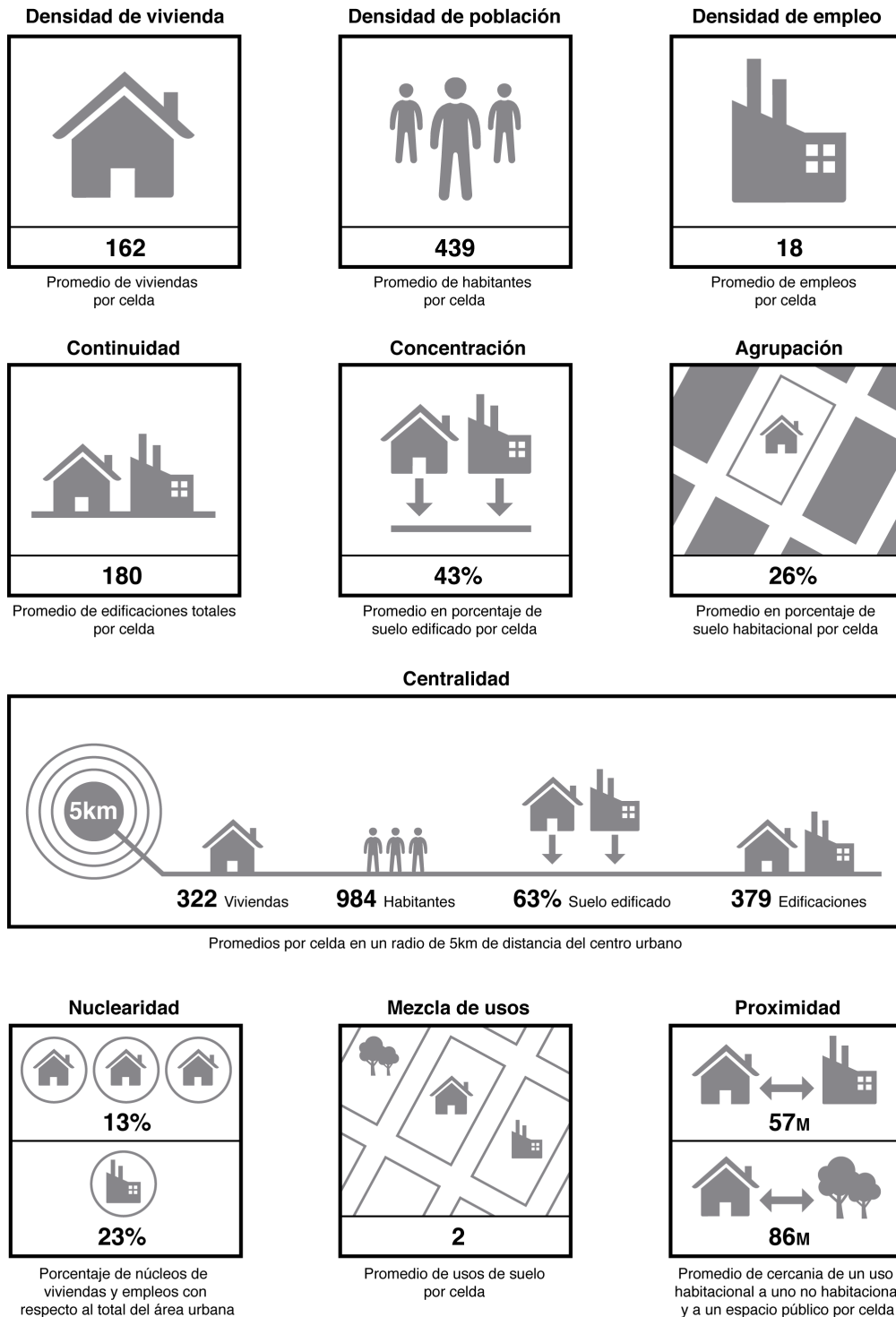


Figura 48. Resumen de cifras promedio de los valores obtenidos en el estudio de cada dimensión. Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

Como síntesis del análisis estático y como soporte para el dictamen final de dispersión urbana, se generaron gráficas para simplificar los resultados obtenidos por dimensión. En estas se expresa la distribución de valores por rangos, indicando la cantidad de celdas comprendidas en cada uno. El campo de análisis abarca toda el área urbana hasta el límite de crecimiento compuesto por 1,825 celdas (Figura 49 a Figura 59).

### Densidad

Figura 49. Gráfica de dimensión de densidad de vivienda.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

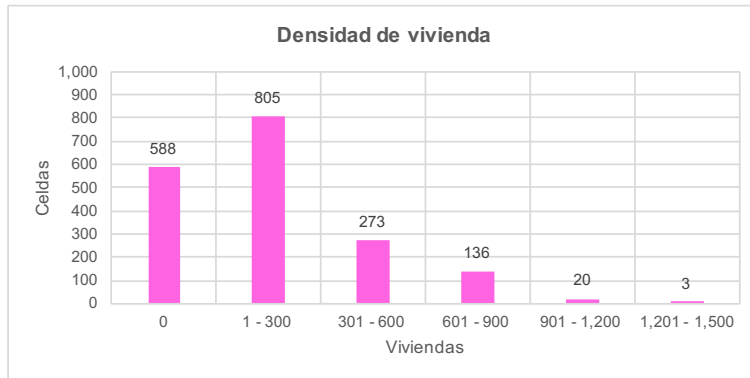


Figura 50. Gráfica de dimensión de densidad de población.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

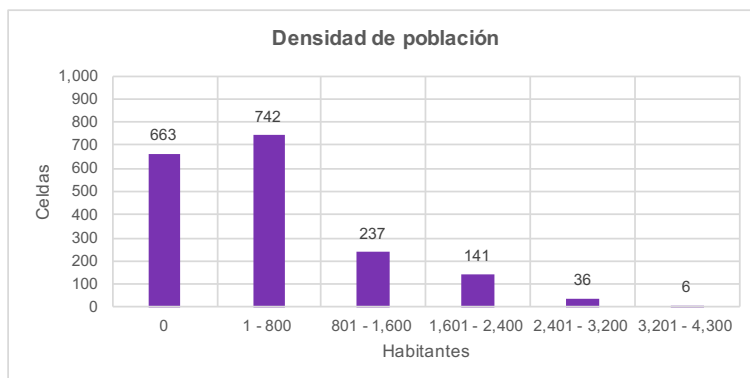
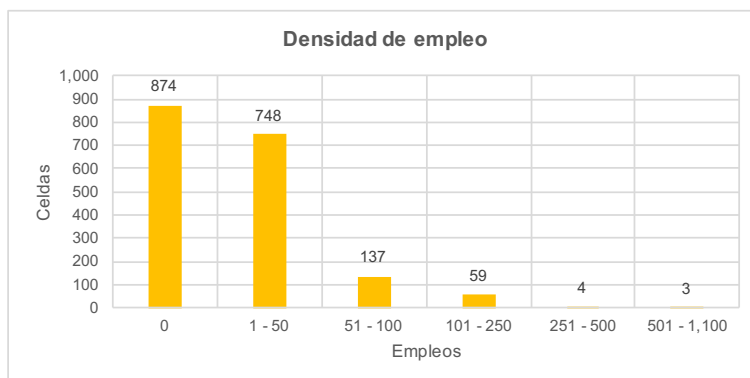
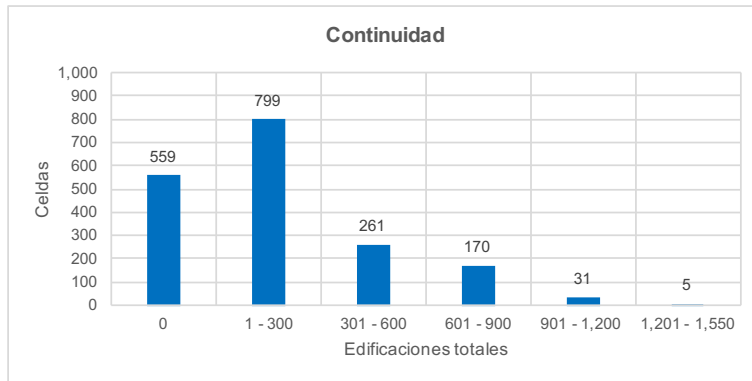


Figura 51. Gráfica de dimensión de densidad de empleo.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



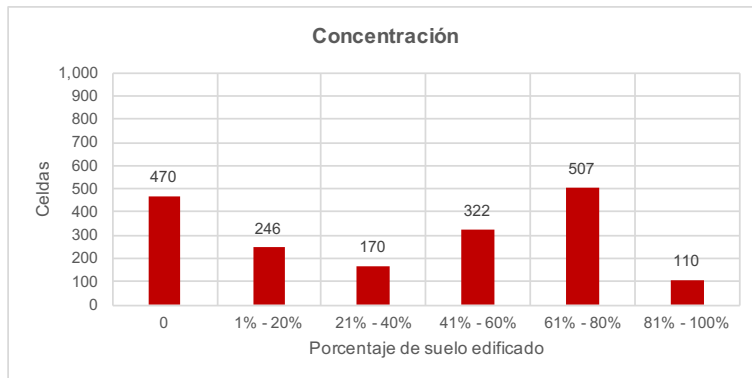
### Continuidad

Figura 52. Gráfica de dimensión de continuidad.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



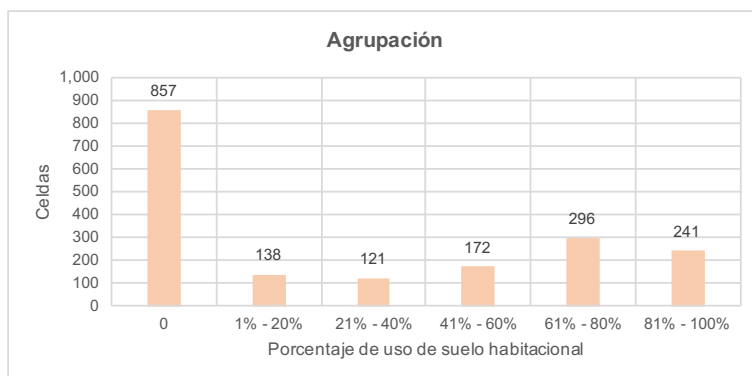
### Concentración

Figura 53. Gráfica de dimensión de concentración.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



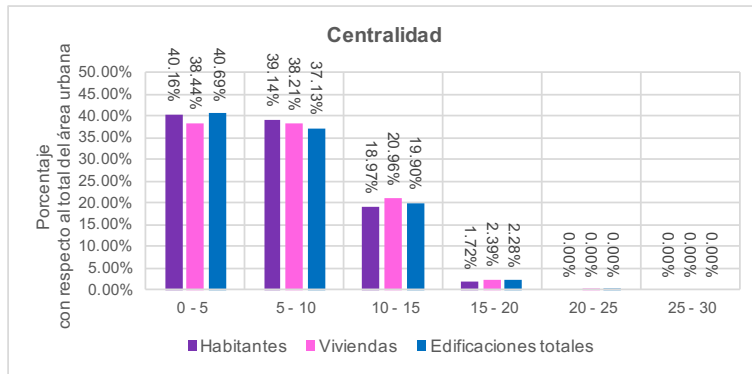
### Agrupación

Figura 54. Gráfica de dimensión de agrupación.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



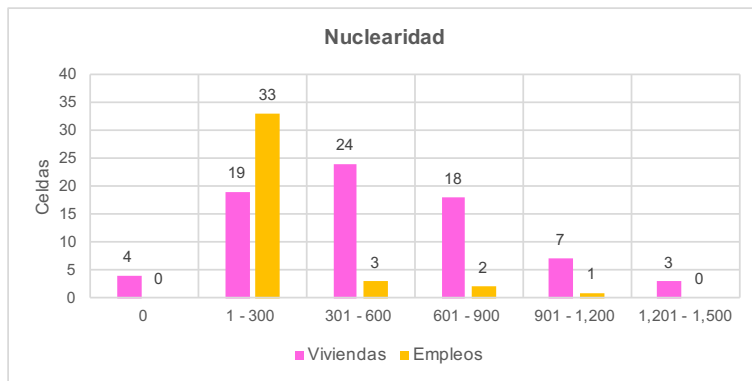
### Centralidad

Figura 55. Gráfica de dimensión de centralidad.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



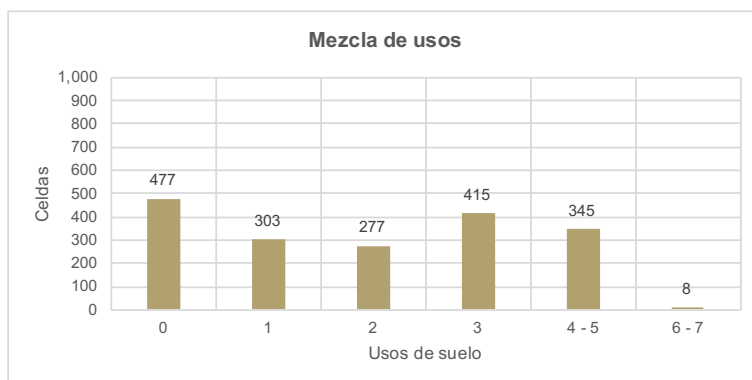
### Nuclearidad

Figura 56. Gráfica de dimensión de nuclearidad.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



### Mezcla de usos

Figura 57. Gráfica de dimensión de mezcla de usos.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



### Proximidad

Figura 58. Gráfica de dimensión de proximidad.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

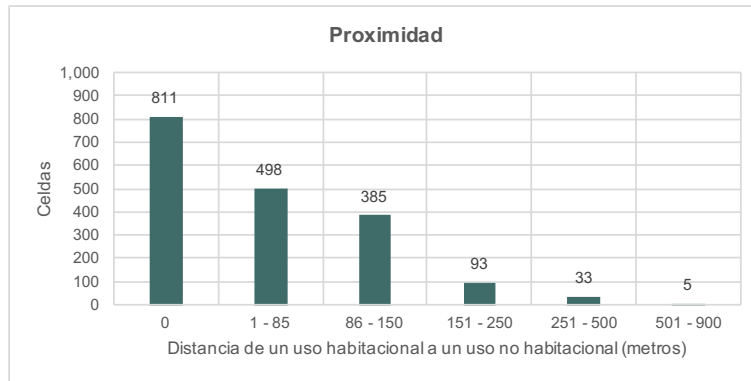
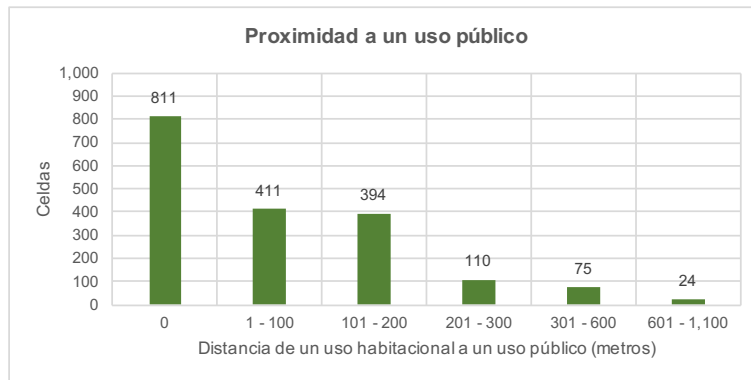


Figura 59. Gráfica de dimensión de proximidad a un uso público.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



En base a los resultados mostrados, se procede a hacer la evaluación descriptiva de dispersión urbana. En la Tabla 7 se muestra la síntesis de los datos más relevantes como son; los 2 rangos de mayor frecuencia y su porcentaje de ocupación en el área urbana, así como la media obtenida por celda según los valores de análisis de cada dimensión.

Tabla 7. Síntesis dimensional.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

Dimensión	Unidades de medición de los rangos	Rango de mayor frecuencia	% de ocupación del rango en el área de urbana	Segundo rango de mayor frecuencia	% de ocupación del segundo rango en el área de urbana	Media (por celda de 1/4km <sup>2</sup> )	Predominio de valores bajos en rangos frecuentes
Densidad de vivienda	Viviendas	1 - 300	44.11%	0	32.22%	162	X
Densidad de población	Habitantes	1 - 800	40.66%	0	36.33%	439	X
Densidad de empleo	Empleos	0	47.89%	1 - 50	40.99%	18	X
Continuidad	Edificaciones totales	1 - 300	43.78%	0	30.63%	180	X
Concentración	Porcentaje de suelo edificado	61% - 80%	27.78%	0	25.75%	42.56%	
Agrupación	Porcentaje de suelo habitacional	0	46.96%	61% - 80%	16.22%	25.54%	X
Centralidad de viviendas	Distancia desde el CBD (km)	0 - 5	38.44%	5 - 10	38.21%	322 y 117	
Centralidad de habitantes	Distancia desde el CBD (km)	0 - 5	40.16%	5 - 10	39.14%	984 y 524	
Centralidad de edificaciones totales	Distancia desde el CBD (km)	0 - 5	40.69%	5 - 10	37.13%	379 y 126	
Nuclearidad de viviendas	Núcleos de Viviendas	NV-1 a NV-3	13.19%	-	-	-	
Nuclearidad de empleos	Núcleos de empleos	NE-1 a NE-3	22.52%	-	-	-	
Mezcla de usos	Usos de suelo	0	26.14%	3	22.74%	2	X
Proximidad	Distancia en metros	0	44.44%	1 - 85	27.29%	57	
Proximidad a un uso público	Distancia en metros	0	44.44%	1 - 100	22.52%	86	

Como la caracterización del *urban sprawl* por Galster et al. (2001), se determina según la obtención de valores bajos por dimensión, se incluye en la tabla síntesis una columna al final, en la que se indica con una marca (X) si esto ocurre según los resultados de los rangos más frecuentes. Resumiendo de esta manera por medio de cuales dimensiones se interpreta la dispersión urbana. La justificación de cada una se expresa a continuación:

**Densidad.-** Hay un predominio de valores bajos en esta dimensión, comenzando por la densidad de viviendas; en la cual el rango más frecuente de 1 a 300, es también el que expresa menor densidad, reforzado por el segundo mayor de celdas con 0 viviendas. Estos rangos indican que el 32.22% del área urbana hasta el límite de crecimiento no está desarrollada y que el 44.11% que si lo está, es de baja densidad.

En lo referente a población, al igual que con viviendas, el rango de mayor frecuencia es el de menor densidad, expresado en celdas de 1 a 800 habitantes por celda. Con la densidad de empleos, el rango predominante es el de 0, que implica un 47.89% sin existencia de unidades económicas. Continuado por el de 1 a 50 empleos, el cual es el rango más bajo en el que se clasificó esta densidad.

En base a estos resultados de densidad de viviendas, población y empleos, se considera existe un problema de dispersión urbana, caracterizado por esta dimensión.

**Continuidad.-** Como el cálculo de esta dimensión se conforma por la suma de viviendas y empleos, donde la distribución de densidades resultó con mayor frecuencia en los rangos bajos, en este caso ocurre lo mismo. Los rangos más frecuentes son los de 1 a 300 y 0 edificaciones totales por celda. Al predominar estos rangos que expresan baja densidad de edificaciones, se infiere la existencia de dispersión por esta dimensión.

**Concentración.-** En esta dimensión el rango de mayor frecuencia es el de 61% a 80% de suelo edificado por celda. Este muestra que la medición de la extensión de la superficie urbana está en un rango medio-alto de concentración por celda. Al no haber predominio de valores bajos, no se considera que el fenómeno pueda explicarse por esta dimensión.

**Agrupación.-** El resultado de esta dimensión muestra que el área urbana no se aprovecha en cuestiones de desarrollo compacto. Esto debido a la frecuencia del rango 0% de uso habitacional, que significa todo el suelo que no está desarrollado y/o sin uso habitacional. Y por la segunda frecuencia del rango 61% a 80%, el cual muestra que donde el suelo si está desarrollado y con uso habitacional, este se encuentra expandido. Al no ser un desarrollo agrupado, la dispersión si se explica por esta dimensión.



**Centralidad.-** El hecho de que los rangos predominantes sean los de 0 a 5 km y 5 a 10 km, muestran que el desarrollo de la ciudad es más intenso al centro de la ciudad y a una distancia corta del CBD. Al existir una cuestión de centralidad donde no se muestran valores bajos, la dispersión no puede ser explicada por esta dimensión.

**Nuclearidad.-** Al igual que con centralidad, la mononuclearidad se hace clara por el CBD como único centro de desarrollo intenso. A pesar de que se pusieron a prueba los núcleos de vivienda y núcleos de empleos de alta densidad, estos no se consideraron de intensidad suficiente como para generar patrones polinucleares, por lo que tampoco hay presencia de valores bajos para explicar dispersión urbana en esta dimensión.

**Mezcla de usos.-** En la medición de esta dimensión, el rango de mayor frecuencia resultó el de 0 usos por celda, sin embargo, este no explica la situación real del área urbana porque el análisis abarcó hasta el área no desarrollada (área para crecimiento). Así que el rango que se considera más representativo para concluir esta dimensión, es el segundo en frecuencia; 3 usos por celda. Sin embargo, por los posibles 9 usos en los que se clasifica el área urbana de la ciudad en la Zonificación Secundaria y por la distribución de rangos de hasta un máximo de 7 usos, se considera que el rango de 3 usos no representa los índices de adecuada mixtura, como sería el caso de las celdas caracterizadas con 4 hasta 7 usos. Por tanto, la presencia de valores bajos derivan una cuestión de dispersión urbana en esta dimensión.

**Proximidad.-** Los resultados de los rangos frecuentes en las dos versiones de esta dimensión, se muestran dispares, ya que por un parte el rango de mayor frecuencia es el de 0 cercanía, que representa las celdas donde el suelo no ha sido desarrollado y las que sólo tienen un tipo de uso y por tanto ninguna proximidad. Y por otro lado, están los segundos rangos de mayor frecuencia, que en ambos casos indican la menor distancia de conexión entre usos; 1 a 85 metros entre uso habitacional y no habitacional y 1 a 100 metros en el de uso habitacional a un uso público. Y son estos segundos rangos, los se consideran más representativos para explicar la proximidad dentro del área urbana. Así que por la frecuencia de estos y las medias de distancia por celda, no se caracteriza la dispersión urbana por esta dimensión.

En conclusión, por medio de esta medición estática de evaluación multidimensional, puede inferirse una condición de dispersión urbana en la ciudad de Chihuahua en el 2015, caracterizada por:

- **Densidad de vivienda**
- **Densidad de población**
- **Densidad de empleo**
- **Continuidad**
- **Agrupación**
- **Mezcla de usos**

## **4.2. MEDICIÓN DINÁMICA: EVALUACIÓN DE CONSUMO DE SUELO**

### **4.2.1. Definición del método**

Este tipo de análisis parte de la teoría expuesta por Fulton et al. (2001), que describen la dispersión urbana en términos de la tierra que se consume para acomodar la nueva urbanización. Se propone en base a su definición, realizar una evaluación de la ocupación de suelo por habitante como un indicador más de dispersión urbana, aplicado a la ciudad de Chihuahua. Para su ejecución, se retoman los criterios del estudio anteriormente expuesto de Arellano y Roca (2010), sobre *urban sprawl*, en el cual evalúan el consumo de suelo de ciudades y zonas metropolitanas (comparando España y México) en años distintos, por medio del índice de variación. En base a lo esto, se propone hacer una medición dinámica que evalúe la relación superficie-población de Chihuahua, a través de los años.

Para desarrollar la medición, lo primero es delimitar el periodo de estudio. Como los datos requeridos para hacer una evaluación del consumo del suelo dependen de la información de los Censos y Conteos de Población y Vivienda del INEGI, los cuales se hacen cada 10 y 5 años respectivamente. Así el análisis comprenderá los mismos lapsos, determinando un periodo de 25 años; desde 1990 hasta el 2015.

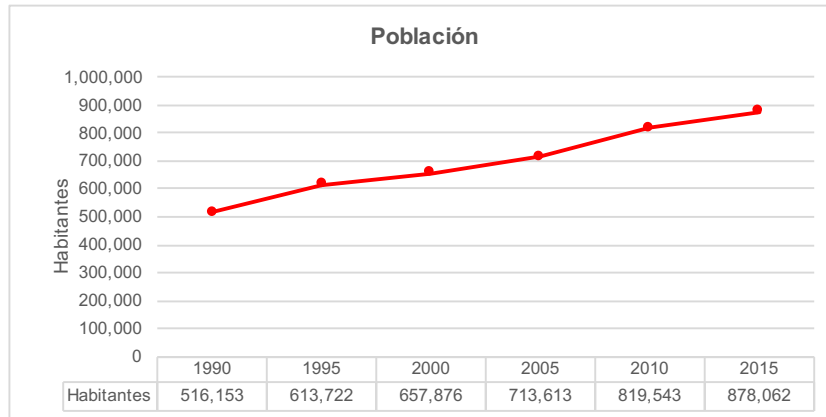
Primero se enlistará por año los datos de población y superficie (km<sup>2</sup>) para obtener además de la densidad, el consumo de suelo per cápita (m<sup>2</sup>/hab). A partir de estas cifras, se hará una comparación con el lapso anterior, para obtener la diferencia y la variación por año. Por medio del índice de variación de consumo de suelo per cápita, será posible identificar la tendencia de dispersión de la ciudad y en que periodo ocurre, según el método de Arellano y Roca (2010).

### **4.2.2. Desarrollo**

Primero, para un análisis individual, se muestra la línea evolutiva de los datos de la población, la superficie, la densidad y el consumo de suelo en el periodo establecido.

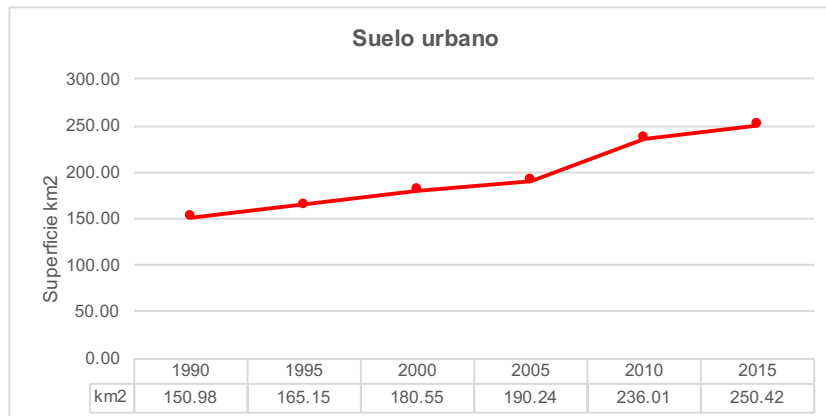
**Población.-** La gráfica de crecimiento de población muestra como en 1990 existían casi medio millón de habitantes, para casi duplicar esa cifra a lo largo de 25 años. Se aprecia como el crecimiento se mantiene constante a lo largo del tiempo y en proporciones relativamente similares cada 5 años (Figura 60).

Figura 60. Crecimiento de la población, 1990-2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI.



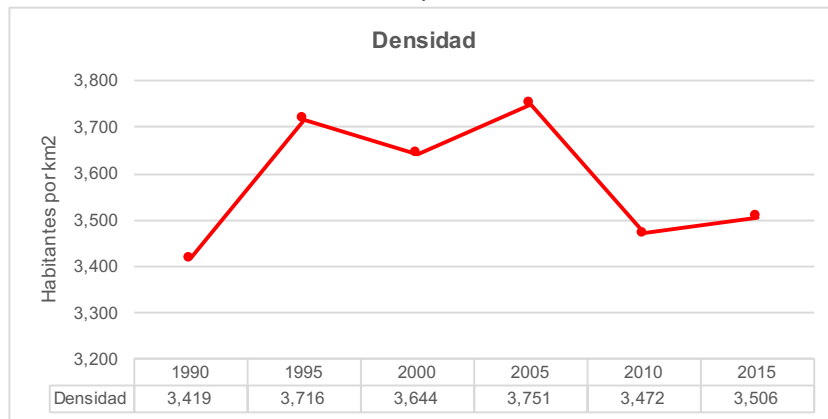
**Suelo Urbano.-** La gráfica muestra como la superficie urbana es un factor que aumenta constante a través del tiempo, sin embargo la tendencia es variante. Se observa en su desarrollo un crecimiento proporcional de 1990 al 2005 y luego se focaliza del 2005 al 2010 un “pico de crecimiento” mucho más notorio, en relación a años anteriores (Figura 61).

Figura 61. Crecimiento del suelo urbano, 1990-2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del IMPLAN.



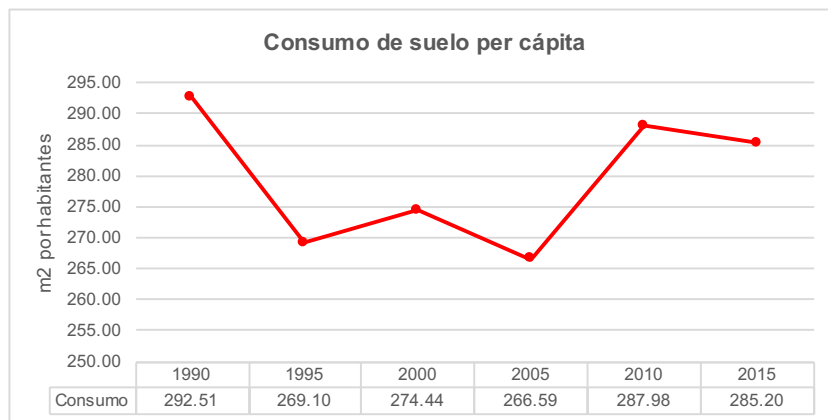
**Densidad.-** La tendencia de densidad de habitantes por kilómetro cuadrado se muestra completamente irregular e inestable, sin un patrón predecible o constante, pero sí destacan los “grandes saltos” donde se gana densidad y se pierde. Se observa como de 1990 a 1995 hay un aumento notorio y luego se observa una caída considerable del 2005 al 2010, que ocurre casi en la misma proporción. Además, se ve claro que el 2005 fue el año más denso y 1990 el menos denso, lo que significa que hay una diferencia de 15 años, entre el registro de valores más extremos de densidad, con una serie de irregularidades de aumentos y decrementos de por medio. Se percibe también, que cuando la densidad aumenta, no parece ser tan significativa, como cuando esta disminuye (Figura 62).

Figura 62. Crecimiento de la densidad, 1990-2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN..



**Consumo de suelo.-** De manera inversamente proporcional a la densidad, el consumo de suelo representa los m<sup>2</sup> consumidos por habitante por año, así que la irregularidad y los saltos son los mismos. Se observa como de 1990 a 1995 el consumo por habitante disminuye y del 2005 al 2010 vuelve a aumentar casi en la misma proporción. Al 2015 se observa lo que podría ser un indicio de tendencia en disminución de consumo (Figura 63).

Figura 63. Crecimiento del consumo de suelo per cápita, 1990-2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



Analizar las tendencias individuales de población, superficie y densidad permiten entender el panorama urbano de mejor manera, sin embargo, para una realizar una evaluación integral sobre el consumo de suelo, se requiere relacionar estos aspectos entre si para poder discernir como se desarrolla la dispersión urbana. En base a esta interacción de elementos, se muestran los siguientes resultados y análisis:

### 4.2.3. Análisis de resultados

Tabla 8. Consumo de suelo de la ciudad de Chihuahua, 1990-2015.

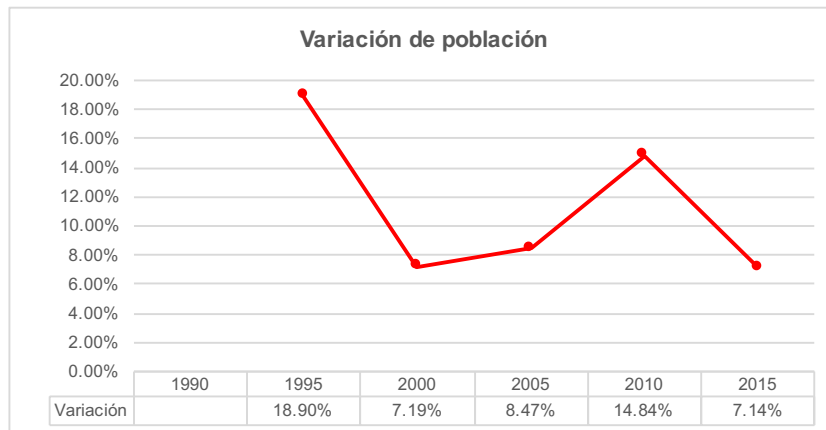
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

Año	Población Total (Hab)	Diferencia de Pob. respecto al año anterior (Hab)	Variación de Pob. respecto al año anterior (%)	Suelo Urbano (km2)	Diferencia de Suelo Urbano respecto al año anterior (km2)	Variación de Suelo Urbano respecto al año anterior (%)	Consumo de Suelo per cápita (m2/hab)	Diferencia de Consumo de Suelo per cápita respecto al año anterior (m2/hab)	Variación de Consumo de Suelo per cápita respecto al año anterior (%)
1990	516,153	-	-	150.98	-	-	292.51	-	-
1995	613,722	97,569	18.90%	165.15	14.17	9.39%	269.10	-23	-8.00%
2000	657,876	44,154	7.19%	180.55	15.40	9.32%	274.44	5	1.99%
2005	713,613	55,737	8.47%	190.24	9.69	5.37%	266.59	-8	-2.86%
2010	819,543	105,930	14.84%	236.01	45.77	24.06%	287.98	21	8.03%
2015	878,062	58,519	7.14%	250.42	14.41	6.10%	285.20	-3	-0.97%

A partir de los resultados mostrados de la Tabla 8, se comprueba como no es suficiente hacer un análisis individual de los factores que componen una ciudad, como son población y superficie, en la determinación dinámica de dispersión urbana, ya que al conocer la diferencia de cada factor entre un lapso y otro, sólo se muestra el aumento o decremento bruto y esto no es suficiente para hacer una interpretación de datos. En cambio la variación, se considera como un indicador más preciso (Arellano y Roca, 2010) al mostrar el porcentaje real y proporcional entre años. Sin embargo, todo los datos se consideran relevantes por estar intrínsecamente relacionados, al revelar en conjunto una serie de patrones y tendencias, que son sustanciales para la comprensión del consumo de suelo a través del tiempo.

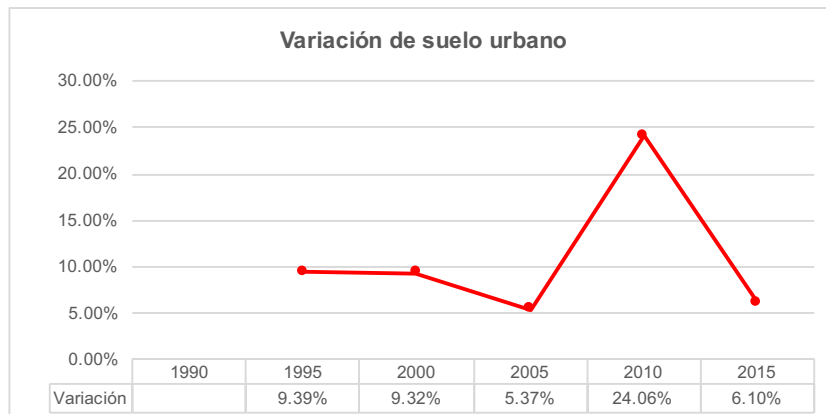
En análisis de la tabla comparativa de consumo de suelo, se observa en los datos de crecimiento de población, que es el año 2010 donde hubo mayor aumento bruto de población con respecto al quinquenio anterior, con 105,930 habitantes. En opuesto, es en el año 2000 donde hubo menor crecimiento en el mismo lapso, con 44,154 habitantes. En cuanto a la variación poblacional, en 1995 es donde se presenta el porcentaje más importante, con una caída de 18.90% en relación al año 2000. Luego del 2000 al 2005 la variación se mantiene en índices similares y en el 2010 aumenta nuevamente. En general, el año con menor variación es el 2015, con 7.14%, lo que indica una desaceleración del aumento de población en los últimos 5 años (Figura 64).

Figura 64. Variación de la población, 1990-2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI.



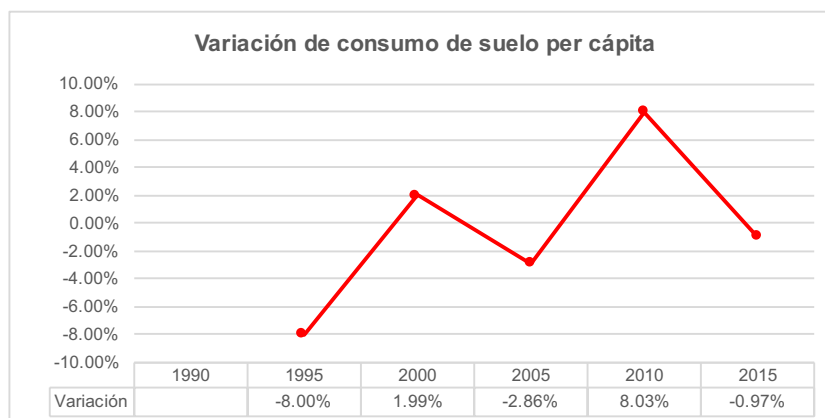
En cuanto a suelo urbano, en donde se identifica un mayor diferencia de valores es en el 2010, con un aumento de 45.77 km<sup>2</sup> con respecto a la superficie del 2005, de igual manera, es en ese mismo año donde también hay mayor variación, con 24.06%. Lo que posiciona al periodo 2005-2010, como el de variación de superficie urbana más trascendental y como el de mayor influencia en la diagnosis de dispersión (Figura 65).

Figura 65. Variación del suelo urbano, 1990-2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del IMPLAN.



Por ultimo, en la interpretación de variación de consumo de suelo per cápita, considerado como se mencionó anteriormente, un indicador importante en la determinación del *urban sprawl*. Se observa que de 1990 a 1995 es donde se presenta la variación más positiva en el sentido que es donde hubo menos consumo de suelo por habitante, cifra representada con un -8%. En opuesto, el lapso 2005 a 2010 es donde ocurre el mayor consumo, por ser donde se presenta el porcentaje más relevante de variación, con un aumento de suelo per cápita del 8.03%. De esto se infiere que la dispersión urbana se vigorizó en ese ultimo periodo y que posiblemente podría considerarse como un fenómeno relativamente reciente y aunque después del 2010 se comience a percibir una ligera variación positiva, no es tan relevante aún, como para marcar una diferencia inmediata (Figura 66).

Figura 66. Variación del consumo de suelo per cápita, 1990-2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



En complemento, para identificar las características más relevantes en periodos de 5 años, se muestra el desglose de la Tabla 8, en las siguientes tablas individuales:

**1990-1995.-** En este periodo se muestra un “boom” demográfico que sobrepasa el crecimiento de la superficie urbana por el doble, que en consecuencia genera que el consumo de suelo por habitante disminuya considerablemente (Tabla 9).

Tabla 9. Consumo de suelo, 1990-1995.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

1990-1995				
	1990	1995	Diferencia	Variación
<b>Suelo Urbano (km2)</b>	150.98	165.15	14.17	9.39%
<b>Población (hab)</b>	516,153	613,722	97,569	18.90%
<b>Consumo de Suelo (m2/hab)</b>	292.51	269.10	-23	-8.00%

**2000-2005.-** En este periodo el crecimiento de la población y el suelo urbano se muestran más equilibrados, sin embargo este ultimo es ligeramente mayor, lo que provoca que el consumo de suelo también lo sea, pero en un porcentaje mínimo, del 1.99% (Tabla 10).

Tabla 10. Consumo de suelo, 1995-2000.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

1995-2000				
	1995	2000	Diferencia	Variación
<b>Suelo Urbano (km2)</b>	165.15	180.55	15.40	9.32%
<b>Población (hab)</b>	613,722	657,876	44,154	7.19%
<b>Consumo de Suelo (m2/hab)</b>	269.10	274.44	5	1.99%

**2000-2005.-** Nuevamente el crecimiento poblacional comienza a superar el del suelo urbano, causando una disminución del consumo de suelo (Tabla 11).

Tabla 11. Consumo de suelo, 2000-2005.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

2000-2005				
	2000	2005	Diferencia	Variación
Suelo Urbano (km2)	180.55	190.24	9.69	5.37%
Población (hab)	657,876	713,613	55,737	8.47%
Consumo de Suelo (m2/hab)	274.44	266.59	-8	-2.86%

**2005-2010.-** En este periodo ocurre la explosión de crecimiento de suelo urbano más importante de los últimos 25 años de la ciudad y la población crece con el mismo impulso, como no había ocurrido desde el periodo 1990-1995 pero en menor medida. El hecho de que la superficie urbana crezca casi al doble que la población del 2005 al 2010, causa un aumento en el consumo de suelo por habitante del 8.03%, considerado como el porcentaje más relevante en los 25 años de crecimiento desde 1990 (Tabla 12).

Tabla 12. Consumo de suelo, 2005-2010.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

2005-2010				
	2005	2010	Diferencia	Variación
Suelo Urbano (km2)	190.24	236.01	45.77	24.06%
Población (hab)	713,613	819,543	105,930	14.84%
Consumo de Suelo (m2/hab)	266.59	287.98	21	8.03%

**2010-2015.-** Se muestra en este ultimo periodo un tenue equilibrio entre el crecimiento del suelo urbano y la población, este ultimo ligeramente mayor. En consumo de suelo se observa una ínfima disminución en comparación a otros años, pero que podría ser el inicio de una tendencia positiva del consumo a futuro (Tabla 13).

Tabla 13. Consumo de suelo, 2010-2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

2010-2015				
	2010	2015	Diferencia	Variación
Suelo Urbano (km2)	236.01	250.42	14.41	6.10%
Población (hab)	819,543	878,062	58,519	7.14%
Consumo de Suelo (m2/hab)	287.98	285.20	-3	-0.97%

Si se evalúa el crecimiento de la ciudad en un panorama más amplio, abarcando el rango total de 25 años, comparando el año 1990 con el 2015, por medio del índice de variación se observa que la población ha crecido más que el suelo urbano, indicando que no existe una situación agravante de dispersión urbana, ya que incluso el consumo de suelo per cápita disminuye, aunque en bajo porcentaje (Tabla 14). Por otro lado, si el espectro de estudio se amplía mucho más, a un rango de 45 años, comparando desde 1970 hasta el 2015, se observa como el índice



de variación del crecimiento del suelo urbano, supera por poco más del doble el de la población (Tabla 15), lo que se traduce a que históricamente la superficie urbana ha crecido a mayor velocidad que la población, sin embargo esta tendencia ha disminuido en años recientes, como se observa ha sucedido en los últimos 25 años. Los coeficientes de variación de diferentes periodos, muestran como el problema de dispersión urbana parece ser por tanto, una cuestión en disminución a través de los años. Esto puede apreciarse en la Figura 67, donde el crecimiento urbano de los últimos 15 años de la ciudad no se muestra tan radical.

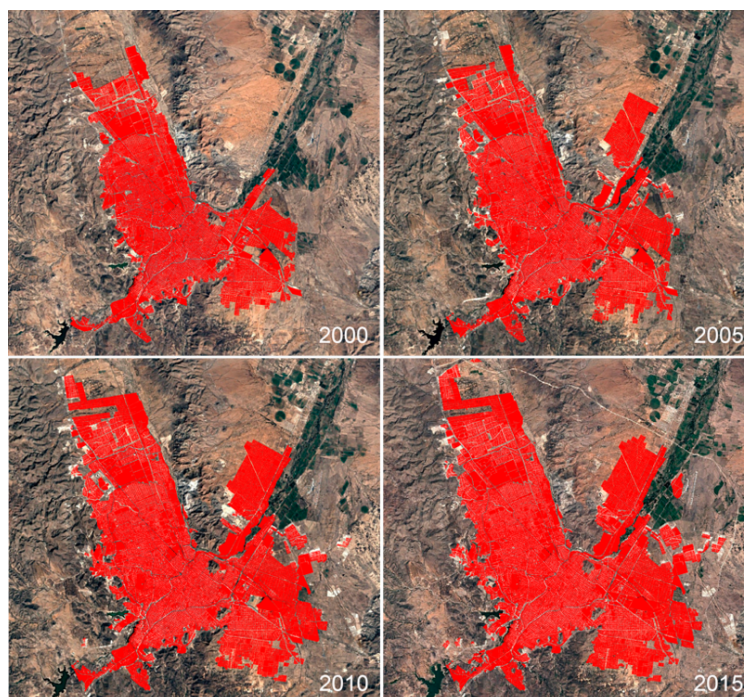
Tabla 14. Consumo de suelo en los últimos 25 años, 1990-2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

<b>Consumo de Suelo de los últimos 25 años</b>				
	<b>1990</b>	<b>2015</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Variación</b>
<b>Suelo Urbano (km2)</b>	150.98	250.42	99.44	65.86%
<b>Población (hab)</b>	516,153	878,062	361,909	70.12%
<b>Consumo de Suelo (m2/hab)</b>	292.51	285.20	-7.31	-2.50%

Tabla 15. Consumo de suelo en los últimos 45 años, 1970-2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.

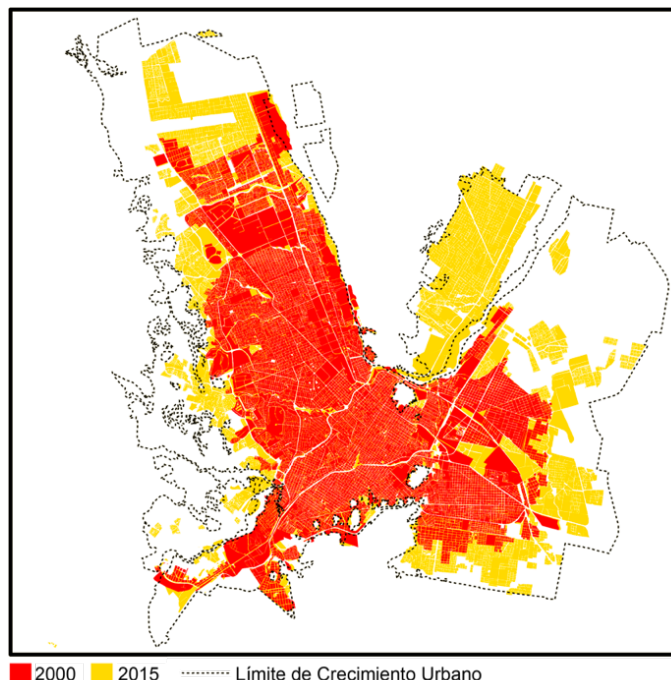
<b>Consumo de Suelo de los últimos 45 años</b>				
	<b>1970</b>	<b>2015</b>	<b>Diferencia</b>	<b>Variación</b>
<b>Suelo Urbano (km2)</b>	38.15	250.42	212.27	556.41%
<b>Población (hab)</b>	257,027	878,062	621,035	241.62%
<b>Consumo de Suelo (m2/hab)</b>	148.43	285.20	136.77	92.14%

Figura 67. Consumo de suelo del 2000, 2005, 2010 y 2015: Manzanas sobre imagen satelital.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI y archivos históricos de Google Earth.



Para visualizar como se ha extendido la urbanización en años recientes en relación al límite de crecimiento urbano, se elaboró un mapa con las manzanas superpuestas del 2000 y del 2015:

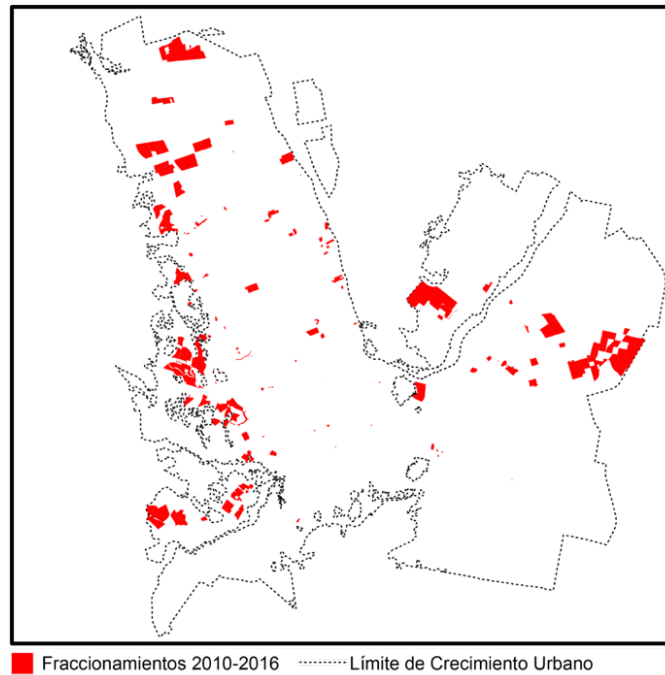
Figura 68. Área urbanizada del 2000 y 2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del INEGI e IMPLAN.



En la Figura 68 se muestra como la urbanización periférica del 2015, se extiende en todas direcciones y no de manera uniforme. De su apreciación general, destacan las siguientes cuestiones; el aumento de urbanización en la parte noreste, la cual cubre prácticamente todo el límite de crecimiento urbano en un polígono aislado. Al este, se aprecia como la urbanización se despliega formando un perímetro irregular y como se degrada en algunos fragmentos. Al suroeste, se observa como algunas manzanas se apegan al límite urbano y como generan extensos vacíos entre sí. En contraposición, se aprecia como el desarrollo reciente, también cubre huecos al interior del área urbana además de causarlos. Sin embargo, está claro que aunque sean cuantiosas manzanas, no todas suponen construcción o alta densificación.

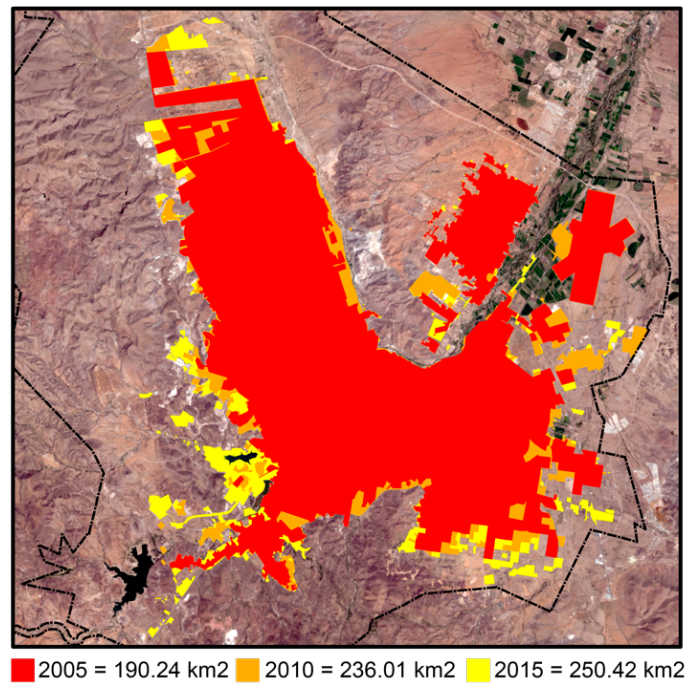
En complemento, se elaboró un mapa de los fraccionamientos residenciales creados del 2010 al 2016, en el que se muestra como estos se desarrollan principalmente en la periferia y en disposición dispersa y fragmentada a lo largo de todo el territorio (Figura 69).

Figura 69. Fraccionamientos residenciales creados del 2010 al 2016.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del IMPLAN.



Por último, en la Figura 70 se muestra el crecimiento de la mancha urbana, comparando de manera general y sintética su extensión territorial a través de los años.

Figura 70. Consumo de suelo, 2005,2010,2015.  
Fuente: Elaboración propia en base a datos del IMPLAN.



# Capítulo 5.

## Conclusiones

### 5.1. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN MULTIDIMENSIONAL

A partir de los resultados obtenidos por la medición estática, se presenta a continuación las principales conclusiones obtenidas:

La base del diagnóstico de dispersión urbana se deriva de la densidad como principal indicador. En el caso de la urbanización de Chihuahua, este justamente es el más concluyente para afirmar la existencia de *urban sprawl*. Por medio del análisis, se reconoció que dos terceras partes del área urbana son de uso residencial, de las cuales más de la mitad son de baja densidad de viviendas y por tanto de habitantes. Su configuración predominante, como se mostró en la medición, fue el rango de 1 a 300 viviendas por cada 1/4 km<sup>2</sup>, es decir, el más bajo en la distribución del total de viviendas existentes. Para Galster et al. (2001), en su definición de esta dimensión y en equivalencia con las unidades utilizadas en el presente análisis, consideran que 386 viviendas por 1/4 km<sup>2</sup> es alta densidad. Como se dijo en la evaluación de este indicador, esto es cuestionable porque implica un aproximado de 648 m<sup>2</sup> por vivienda unifamiliar. Sugiriendo con tal extensión un estilo de vida suburbano y en extremo consumista de suelo, totalmente opuesto a los preceptos de configuración de una ciudad compacta. Por lo que en ese sentido se difiere con los índices propuestos por los autores.

Si bien existe un problema de baja densidad generalizado en la ciudad, sobretodo identificado en la periferia, si existen áreas donde la densidad es más alta, sin embargo son áreas puntuales, distanciadas entre si y enteramente residenciales, lo que conduce a zonas faltas de mezcla de usos y de proximidad. Este modelo urbano que separa espacialmente a la población, crea deficiencias sociales, como segregación, inseguridad, exclusión y disminución del sentido comunitario.

De las actividades económicas que sustentan el empleo de ciudad, la medición mostró el predominio en extensión territorial del sector secundario, referido al uso industrial sobre otros usos, especialmente al noroeste. En cambio las actividades terciarias, que son igual de sustanciales, se distribuyen uniformes en toda el área urbana en menor densidad, a excepción de la zona centro, donde se mostró la mayor concentración de empleos, específicamente el CBD. Sin embargo, el hecho de que la principal concentración de empleos ocurra en zonas opuestas a donde se concentra la población, repercute en mayores distancias para ir a trabajar, obligando

a sus habitantes a utilizar el automóvil para trasladarse. Esto comprobado por las estadísticas de preferencia del transporte privado sobre otros medios en la ciudad de Chihuahua, incluso ocupando el segundo lugar a nivel nacional en su uso. Esta separación de lugares, implica mayores costos e inversiones, tanto para habitantes como para gobernantes. Satisfacer las necesidades poblacionales supone cuestiones de constante abastecimiento y mantenimiento de infraestructura, que en consecuencia generan mayor impacto ambiental.

Por la medición de la dimensión de continuidad, en la que se contabilizaron las edificaciones totales, se pudo demostrar que la mayor parte del área urbana está en situación de baja y media densidad. De manera radical, inferida por el rango de menor frecuencia de 901 hasta 1,550 edificaciones por celda (1/4 km<sup>2</sup>), se puede decir que menos del 2% de la urbanización es realmente de alta densidad en la coalición de lugares para vivir y trabajar. Esta desbalanceada distribución de densidad, constituye una de las principales características de una ciudad dispersa.

En concentración, la medición mostró que en superficie de suelo edificado, lo más relevante es que los usos industriales, mixtos y de equipamiento, son los que suponen la mayor extensión en el área urbana. Estas grandes manzanas de cierta forma son las que interrumpen la continuidad de la ciudad generando vacíos residenciales en algunas zonas, como ocurre al noroeste y al este. En cuanto a la periferia, se identificó menor extensión de suelo edificado por unidad de análisis (1/4 km<sup>2</sup>), causante de un anillo urbano perimetral de baja densidad en vivienda y empleos. Por lo anterior, en esta dimensión se derivó en que la manera en la cual se extienden las manzanas es discordante al interior y al límite del área urbana y que aunque el suelo se muestre compacto, sin vacíos o interrupciones de por medio, no en todos los casos está proporcionalmente densificado.

Por otro lado, se detectó al centro urbano (CBD) como la zona de mejor desarrollo e intensidad de usos. La medición de centralidad mostró como se concentran desde el centro a un radio de 5km, un 40% de los habitantes y en proporción, un 40% de las viviendas y empleos de la ciudad. En este mismo análisis se pudo reconocer que porcentajes similares de contenido se distribuyen en un segundo radio del centro a 10km de distancia, sin embargo, por la morfología de crecimiento de la ciudad, esto ocurre en fragmentos y no en un núcleo. Por la centralidad tan claramente identificada, se concluyó la existencia de un patrón de gradación, desde el centro hasta el límite del área urbana, en el que decrecen las edificaciones y la población conforme se extiende la superficie urbana.

Por este único núcleo intenso y activo que es el CBD, en comparación al resto de la ciudad, se declara que esta posee un patrón mononuclear, destacado sobretodo por la concentración de empleos y los mejores índices de mezcla de usos y proximidad. Esto demuestra que la dispersión de la ciudad no se explica por una cuestión de falta de centro, si no por una cuestión más

generalizada de baja densidad a lo largo del territorio, reiterando; sobretodo en el perímetro urbano.

En mezcla de usos, se identificaron patrones de mixtura media en toda la ciudad y baja en la periferia, predominando un rango de al menos 3 usos distintos y una media para toda la ciudad de 2 usos por celda de 1/4 km<sup>2</sup>. Sin embargo, por lo que implicó el concepto y la medición de esta dimensión, se determinó que de 4 a 7 usos en esa misma extensión, serían realmente áreas de mixtura alta, lo que arrojó un 19.34% del área urbana en situación de realizada mezcla de usos. Es decir que el porcentaje restante y por tanto la mayoría del área urbana, presenta patrones de uso exclusivo de la tierra, esto reforzado también por los resultados de baja densidad.

Por otro lado, en lo referente al estudio de proximidad de usos por superficie de 1/4 de km<sup>2</sup>, aún en niveles de baja y media mixtura de la ciudad, en general resultó que si existe cercanía entre usos. Esto se observó por la medición de proximidad de usos habitacionales a no habitacionales, donde la distancia predominante resultó de 1 a 85 metros por celda, rango caracterizado en una tercera parte de la urbanización. Se evidenció que del total de los diversos usos que configuran el área urbana, la mayoría se conectan por distancias cortas hacia los usos residenciales. Sin embargo, como se dijo en dicho análisis, esta resultó por una medición demasiado general en la que no todos los usos no habitacionales pueden ser considerados de utilidad, por lo que en una medición más específica de un uso habitacional a un uso público, se mostró que el rango de proximidad predominante fue ligeramente superior con 1 a 100 metros de distancia. Aunque no todas las zonas del área urbana gozan de estos atributos, como es el caso usual de la periferia, se puede decir que la mayoría si está en una situación de cercanía óptima, al menos de usos residenciales hacia equipamientos, áreas recreativas, zonas deportivas, plazas y parques. Ciertamente la proximidad a los principales sitios de empleos es una cuestión distinta, pues por medio de los resultados de las dimensiones de densidad, se derivó que los patrones de distribución desigual son la principal determinante de una condición dispersa.

## **5.2. CONCLUSIONES DE LA EVALUACIÓN DE CONSUMO DE SUELO**

Por medio de la evaluación del consumo de suelo, fue posible conocer la dinámica de crecimiento de la ciudad, de la cual se obtuvieron las siguientes conclusiones:

Históricamente, el crecimiento poblacional de la ciudad ha tenido un desarrollo muy significativo, trascendiendo desde 1970, al triplicar sus habitantes, lo que produjo el crecimiento de su superficie urbana. De esta evaluación se ha podido derivar que el crecimiento demográfico ha

sido una constante desde entonces y que aparentemente va en disminución en los últimos años, al igual que el suelo urbano.

Del análisis de crecimiento de superficie y población a lo largo de los años, es como se ha podido comprender su evolución dispar y su afección dispersa. Del periodo estudiado de 25 años; de 1990 al 2015, lo más relevante ocurre primero de 1990 a 1995, donde la variación poblacional superó por el doble a la del suelo urbano. Resultando en uno de los más bajos índices de consumo de suelo per cápita en el periodo de estudio. Y en contraparte, del 2005 al 2010, la variación muestra como el suelo urbano se expandió casi al doble de lo que creció la población, siendo este último quinquenio el más notable de todos. Lo ocurrido en estos dos importantes lapsos, son la causante de que actualmente el crecimiento de ambos elementos se haya nivelado. Incluso del 2010 al 2015 el consumo de suelo por habitante ha disminuido ligeramente, lo que también advertido por el PDU2040, podría indicar una tendencia favorable en la disminución de la dispersión urbana.

En general, se mostró como en los últimos 25 años la población ha crecido más que el suelo urbano, derivando que realmente no hubo dispersión urbana en ese periodo e incluso el consumo de suelo per cápita ha disminuido en ese tiempo. Sin embargo, en la evaluación de 45 años de crecimiento, se mostró que la superficie urbana si creció a mayor velocidad que la población. Concluyendo por medio del indicador de variación de consumo de suelo per cápita, que el *urban sprawl* de la ciudad de Chihuahua, es una condición más histórica que reciente, donde incluso la afección se está conteniendo y proceso de disminución en los últimos años.

### **5.3. CONCLUSIÓN FINAL**

La aplicación de dos métodos de medición como fue el dinámico y estático, permitió conocer un panorama amplio de cómo ocurre la dispersión urbana en la ciudad de Chihuahua. De ambos se pudo derivar que la afección es acertada como se suponía en la hipótesis, pero no en la magnitud y gravedad que se planteaba. En primera instancia, el consumo de suelo no ha sido tan desmedido, si bien es cierto que es elevado y el causante de una baja densidad actualmente, este realmente no ha sufrido variaciones dramáticas a lo largo de los años. Al menos desde 1990, el consumo de suelo per cápita se ha mantenido en índices similares e incluso ha descendido un total de 7.31 m<sup>2</sup> por habitante al 2015. Pero como se dijo, históricamente si existe una cuestión de dispersión urbana, en la que actualmente tanto población como superficie están dirigiéndose a un equilibrio.

Al estudiar la condición urbana más actual en la evaluación multidimensional, se identificaron las secuelas del crecimiento a lo largo de los años, pero no se manifestó una afección dispersa tan acentuada como se suponía inicialmente. Por el método de Galster et al. (2001) se pudo

comprobar como las únicas dimensiones que caracterizaron el *urban sprawl*, fueron las referidas a densidad; de viviendas, población y empleos, así como las de Continuidad, Agrupación y Mezcla de usos. Es decir 4 de las 8 posibles dimensiones planteadas por los autores para explicar el fenómeno. Mostrando de esta manera que a pesar de ser una ciudad extendida, no hay una pérdida de centralidad, donde incluso el centro urbano es el núcleo mejor desarrollado en comparación con el resto del área urbana y que además, el nivel de mezcla de usos no es tan bajo y que si existe proximidad, al menos en la mayor parte de la ciudad.

Si bien la dispersión urbana existe y se infiere sobre todo por la baja densidad, las repercusiones geográficas no se muestran como graves, ya que el *sprawl* de la ciudad no se caracteriza por el consumo de suelo agrícola o de valor ambiental. Es más claro que este tipo de crecimiento tiene efectos en el aspecto social, ya que la manera en que se extiende la ciudad, genera falta de cohesión, por la separación rígida de residencias y lugares de trabajo, que aunque no suponen realmente distancias extremas, si derivan en tiempos de traslados. Lo que implica una red viaria para conectar usos, donde el automóvil es en la mayoría de los casos la solución obligada. Tal es el caso de lo que ocurre en la periferia, donde hay un claro estilo de vida suburbano, que demanda desplazarse para llevar a cabo las actividades diarias. Situación que además se fomenta por las políticas de viviendas, que permiten que los nuevos fraccionamientos residenciales se desarrollen en el perímetro urbano como ha ocurrido en los últimos años.

Concluyendo, que a pesar de algunas condiciones urbanas desfavorecedoras que ciertamente inciden en la calidad de vida de sus habitantes, a mayor escala la dispersión urbana de la ciudad de Chihuahua no representa una situación de gravedad y que las tendencias de crecimiento coadyuvadas por las directrices de la planeación urbana, están haciendo que este modelo de ciudad que se desarrolló descontrolado, actualmente se esté conteniendo.

Por ultimo, se considera que la unión de ambos métodos permitió conformar un dictamen de dispersión urbana completo y efectivo para explicar la realidad de la ciudad. Examinar su condición urbana con diversos indicadores, permitió comprender y exponer de manera clara su su magnitud. Aludiendo que por la particularidad del fenómeno *sprawl*, este debería abordarse de manera preferente a través de varios enfoques y no limitarse a un único método, derivando en que si su definición es divergente, igual debe ser su estudio.



# Bibliografía

- AMBIENTE, A.E. de M.A.E.M. de M.A., 2008. *Expansión urbana descontrolada en Europa : un desafío olvidado* [en línea]. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente. [Consulta: 2017].
- ARELLANO, B. y ROCA, J., 2010. El urban sprawl, ¿un fenómeno de alcance planetario?. Los ejemplos de México y España.
- ARELLANO RAMOS, B. y ROCA CLADERA, J., 2009. Algunas reflexiones sobre el proceso de sprawl en España y México. *5th International Conference Virtual City and Territory, Barcelona, 2,3 and 4 June 2009* [en línea]. S.I.: Centre de Política de Sòl i Valoracions, pp. 89-106. [Consulta: 2017]. ISBN 978-84-8157-601-6. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099/11346>
- BARNES, K., MORGAN, J., C. ROBERGE, M. y LOWE, S., 2002. *Sprawl development: its patterns, consequences, and measurement*. S.I.: s.n.
- BRUECKNER, J.K., 2001. Urban Sprawl: Lessons from Urban Economics. *Brookings-Wharton Papers on Urban Affairs*, vol. 2001, no. 1, pp. 65-97. ISSN 1533-4449. DOI 10.1353/urb.2001.0003.
- BURCHELL, R. y GALLEY, C., 2003. Projecting Incidence and Costs of Sprawl in the United States. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, vol. 1831, pp. 150-157. ISSN 0361-1981. DOI 10.3141/1831-17.
- BUZAI, G., BAXENDALE, C., HUMACATA, L. y PRINCIPI, N., 2016. *Sistemas de Información Geográfica. Cartografía temática y análisis espacial*. S.I.: s.n. ISBN 978-950-892-511-4.
- CERDA TRONCOSO, J., 2007. *La expansión urbana discontinua analizada desde el enfoque de accesibilidad territorial: aplicación a Santiago de Chile* [en línea]. S.I.: s.n. [Consulta: 2017]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099.1/11616>
- ERMER, K., MOHRMANN, R. y SUKOPP, H., 1994. *Stadt und Umwelt*. Bonn: Economica. Umweltschutz - Grundlagen und Praxis, Bd. 12. ISBN 978-3-87081-592-9.
- EWING, R., 1997. Is Los Angeles-style sprawl desirable? *Journal of the American Planning Association*, vol. 63, no. 1, pp. 107-126. ISSN 0194-4363.
- EWING, R.H., 2002. *Measuring sprawl and its impact*. S.I.: Smart Growth America.
- FULTON, W.B., PENDALL, R., NGUYEN, M. y HARRISON, A., 2001. *Who Sprawls Most?: How Growth Patterns Differ Across the U.S.* S.I.: Brookings Institution, Center on Urban and Metropolitan Policy.
- GALSTER, G., HANSON, R., RATCLIFFE, M.R., WOLMAN, H., COLEMAN, S. y FREIHAGE, J., 2001. Wrestling Sprawl to the Ground: Defining and measuring an elusive concept. *Housing Policy Debate*, vol. 12, no. 4, pp. 681-717. ISSN 1051-1482. DOI 10.1080/10511482.2001.9521426.
- GARCÍA, A., 2016. *Caracterización del crecimiento urbano de la Ciudad de Mexicali, Baja California, México*. 2016. S.I.: s.n.
- GEOGRAFÍA (INEGI), I.N. de E. y, [2010-2017]. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). *INEGI* [en línea]. [Consulta: 2017]. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/>.
- GREENE, G., 2004. *The End of Suburbia: Oil Depletion and the Collapse of the American Dream* [en línea]. [Consulta: 2017].

- HANSON, R., FREIHAGE, J. y MARYLAND INSTITUTE FOR POLICY ANALYSIS AND RESEARCH, 2001. *Is Maryland growing smart?: a growth indicators and reporting system for measuring achievement of the goals of Maryland's smart growth policy* [en línea]. Baltimore, Md.: Maryland Institute for Policy Analysis & Research. [Consulta: 2017].
- IMPLAN, 2006. Evaluación de factibilidad de densificación urbana. [en línea]. Chihuahua: Instituto Municipal de Planeación de Chihuahua. [Consulta: 2017]. Disponible en: <http://studylib.es/doc/8099869/densificacion-urbana-de-chihuahua>.
- IMPLAN Chihuahua. [en línea], [2017]. [Consulta: 2017]. Disponible en: <http://www.implanchihuahua.gob.mx/>.
- INGRAM, G.K., 1997. Patterns of metropolitan development : what have we learned? [en línea]. S.l.: The World Bank. [Consulta: 2017]. WPS1841.
- JAEGER, J., BERTILLER, R., SCHWICK, C. y KIENAST, F., 2010. Suitability criteria for measures of urban sprawl. *Ecological Indicators*, vol. 10, pp. 397-406. DOI 10.1016/j.ecolind.2009.07.007.
- JEFFERIES, J., 2005. The UK population: past, present and future. *Focus on People and Migration* [en línea]. S.l.: Palgrave Macmillan, London, Focus On, pp. 1-17. [Consulta: 2017]. ISBN 978-1-4039-9327-4.
- JIMÉNEZ BARRERO, L., 2011. *Alternativas a la dispersión urbana: análisis de indicadores basados en nuevas estrategias para el desarrollo sostenible* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 2017]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099.1/12786>
- MCELFISH, J.M., 2007. Ten Things Wrong With Sprawl - Environmental Law Institute. [en línea]. S.l.: [Consulta: 2017]. Disponible en: <https://envisionfrederickcounty.org/ten-things-wrong-with-sprawl/>.
- MENDOZA TERRAZAS, C. y SÁNCHEZ FLORES, E., 2009. Crecimiento urbano disperso en la frontera norte de México: organización espacial y eficiencia de los patrones de crecimiento urbano en Ciudad Juárez, Chihuahua. *5th International Conference Virtual City and Territory, Barcelona, 2,3 and 4 June 2009* [en línea]. S.l.: Centre de Política de Sòl i Valoracions, pp. 107-118. [Consulta: 2017]. ISBN 978-84-8157-601-6. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099/11347>
- MUÑOZ, I., GARCÍA LÓPEZ, M.-À. y CALATAYUD, D., 2006. SPRAWL: definición, causas y efectos. [en línea], [Consulta: 2017]. Disponible en: <http://www.recercat.cat/handle/2072/3572>.
- PDU2040 Quinta Actualización* [en línea], [2016]. S.l.: s.n. [Consulta: 2017]. Disponible en: [http://www.implanchihuahua.gob.mx/IMPLAN-Datos/Descargables/ep/pd/2016/PDU2040-2016\\_QuintaActualizacion.pdf](http://www.implanchihuahua.gob.mx/IMPLAN-Datos/Descargables/ep/pd/2016/PDU2040-2016_QuintaActualizacion.pdf).
- Plan Sectorial de Movilidad Urbana Sustentable* [en línea], [2009]. S.l.: s.n. [Consulta: 2017]. Disponible en: [http://www.municipiochihuahua.gob.mx/Transparenciaarchivos/1er%20Trimestre%202017/Art%2079%20fracc.%20VI/inciso%20A/PDU%202040%20\(2009\)/PMUS/3%20EVAL%20Y%20DES%20DE%20ALTERNATIVAS/Informe%20desarrollo%20y%20evaluacion%20de%20alternativas\\_rev2.pdf](http://www.municipiochihuahua.gob.mx/Transparenciaarchivos/1er%20Trimestre%202017/Art%2079%20fracc.%20VI/inciso%20A/PDU%202040%20(2009)/PMUS/3%20EVAL%20Y%20DES%20DE%20ALTERNATIVAS/Informe%20desarrollo%20y%20evaluacion%20de%20alternativas_rev2.pdf)
- PRADHAN, B., 2017. *Spatial Modeling and Assessment of Urban Form: Analysis of Urban Growth: From Sprawl to Compact Using Geospatial Data*. S.l.: Springer. ISBN 978-3-319-54217-1.

- Reporte Nacional de Movilidad Urbana en México 2014-2015* [en línea], [2014]. S.l.: s.n. [Consulta: 2017]. Disponible en: <http://www.onuhabitat.org/Reporte%20Nacional%20de%20Movilidad%20Urbana%20en%20Mexico%202014-2015%20-%20Final.pdf>.
- RODRÍGUEZ, E.L., 2010. Reflexiones medioambientales de la expansión urbana. *Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada*, no. 46, pp. 293-313. ISSN 0210-5462.
- RUEDA, S., 1997. La ciudad compacta y diversa frente a la conurbación difusa. [en línea], [Consulta: 2017]. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a009.html>.
- SIEDENTOP, S., 2005. Urban Sprawl—verstehen, messen, steuern. *disP - The Planning Review*, vol. 41, no. 160, pp. 23-35. ISSN 0251-3625. DOI 10.1080/02513625.2005.10556903.
- SIERRA CLUB, 1998. *The Dark Side of the American Dream: The Costs and Consequences of Suburban Sprawl*. S.l.: Sierra Club.
- SQUIRES, G.D., 2002. *Urban Sprawl: Causes, Consequences, & Policy Responses*. S.l.: The Urban Institute. ISBN 978-0-87766-709-4.
- TOJO, J.F. y SÁNCHEZ, J.R., 2011. Orden, desorden y entropía en la construcción de la ciudad. *Urban*, vol. 0, no. 7, pp. 8-15. ISSN 2174-3657.
- TORNÉS FERNÁNDEZ, M., 2011. *Estudio sobre el impacto de la estructura urbana en la eficiencia de la urbanización: un primer análisis del consumo de suelo en las 7 principales metrópolis españolas* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 2017]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2099.1/17851>
- TSAI, Y.-H., 2005. Quantifying Urban Form: Compactness versus «Sprawl». *Urban Studies*, vol. 42, no. 1, pp. 141-161. ISSN 0042-0980. DOI 10.1080/0042098042000309748.
- WEITZ, J. y MOORE, T., 1998. Development inside Urban Growth Boundaries: Oregon's Empirical Evidence of Contiguous Urban Form. *Journal of the American Planning Association*, vol. 64, no. 4, pp. 424-440. ISSN 0194-4363. DOI 10.1080/01944369808976002.
- WILSON, E., HURD, J., CIVCO, D., P. PRISLOE, M. y ARNOLD, C., 2003. Development of a Geospatial Model to Quantify, Describe and Map Urban Growth. *Remote Sensing of Environment*, vol. 86, pp. 275-285. DOI 10.1016/S0034-4257(03)00074-9.