



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ
INSTITUTO DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTE

MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO URBANO

**ESTIMACIÓN DE CONSUMO Y CAMBIO DE USO DE SUELO A
PARTIR DE LOS AGENTES ECONÓMICOS, DEMOGRÁFICOS Y
SOCIALES EN EL MUNICIPIO DE JUÁREZ (1980-2000)**

Que presenta:

José Víctor Rodríguez Ordaz

Director de Tesis:

Dr. César Mario Fuentes Flores

Ciudad Juárez, Chihuahua junio del 2018

Dedicatoria

En primer lugar, quiero agradecer a Dios, por haberme permitido concluir esta etapa tan importante de mi vida.

Quiero dedicar este trabajo a mi querida esposa Brenda Cristina, quien compartió desveladas y preocupaciones en el tiempo de la maestría, pero fue un enorme apoyo para salir adelante en esto. A mis dos grandes tesoros Cristina Fernanda y María Paula, por haberme cedido parte del tiempo que les pertenecía para yo continuar con la realización de mis estudios.

Dedico a mi madre Martha Isabel por su apoyo incondicional, a mi hermano Armando, mi hermana Juanita, su esposo, mis queridos sobrinos, y a mi papá José.

A mi apreciable familia política, a todos mis familiares y amigos, que de alguna manera me apoyaron con sus palabras de aliento.

Agradecimientos

Quiero agradecer muy en especial al Dr. César M. Fuentes por dirigir la presente tesis de una manera acertada y con aportaciones significativas al compartir sus conocimientos y vasta experiencia.

Al coordinador de la maestría de Planificación y Desarrollo urbano de IADA, al doctor Vladimir Hernández Hernández, por las valiosas asesorías y consejos para la formación del presente proyecto.

Quiero agradecer también al Dr. Juan Campos Alanís de la UAEM, por ser un excelente anfitrión en mi estancia académica y por sus aportaciones para la construcción de la metodología de la investigación.

A los académicos que impartieron las clases de la maestría PDU por sus atinadas y valiosas enseñanzas.

A mis compañeros de generación por el apoyo y participación en los trabajos de taller y por la grata convivencia durante el tiempo de la maestría.

Al sistema CONACYT por darme la oportunidad de cursar la maestría y poder desarrollarme en la investigación académica, y por el apoyo económico durante el tiempo de estudio y la estancia realizada en la Universidad del Estado de México.

Resumen

El Objetivo de la presente investigación es realizar un análisis sobre el impacto de los agentes económicos, sociales y demográficos en el fenómeno del consumo del suelo urbano y cómo determinan la dinámica en los cambios de los diferentes usos de suelo en el municipio de Juárez (1980-2000).

En las últimas décadas el municipio ha experimentado cambios significativos en los usos de suelo, la causa principal ha sido la industrialización fronteriza, fenómeno que ha demandado importantes cantidades de uso de suelo, no solo de tipo industrial, sino también uso de suelo de tipo habitacional, de comercio y de servicios.

Estos cambios de uso de suelo se han generado por un inadecuado manejo de suelo urbano, y los efectos han sido; la baja productividad urbana ya que los centros de trabajo se localizan muy distantes de las zonas habitacionales de los trabajadores. El problema se agudiza por la dispersión de la ciudad y esto se refleja en recorridos excesivos para el desplazamiento de una gran cantidad de personas que van desde su hogar a su centro de trabajo, generando con esto una fuerte contaminación con emisiones de monóxido de carbono. Existen también actividades industriales de alto riesgo ubicadas muy cerca de la población

Por tales motivos nace el interés de realizar la investigación sobre el consumo del suelo urbano que ha tenido el municipio de Juárez, para tener como finalidad el planteamiento de un instrumento de proyección sobre la estimación del consumo del suelo, tomando en cuenta

los antecedentes del comportamiento de dicho consumo, a partir de la dinámica económica, social y demográfica, propia de una ciudad fronteriza, donde el flujo migratorio juega un papel importante.

La metodología que se emplea para la investigación es un modelo de simulación dinámica que se genera a partir del programa Stella 9.1 versión académica, mismo que permite analizar y crear una estimación mediante el planteamiento de escenarios de acuerdo a la dinámica y relación entre las variables independientes. El modelo puede hacer un pronóstico sobre el consumo de los usos de suelos determinando un periodo de estudio, para obtener una proyección.

Para la validación del modelo se realizó un ejercicio regresivo con datos obtenidos de diversas fuentes, en relación con las demográficas (natalidad y mortalidad) se tomaron datos del INEGI, censo, CONAPO, para la emigración y migración se obtuvieron datos de estudios realizados en El Colegio de la Frontera Norte, entre los principales. Para la información sobre el comportamiento de usos de suelo, la información se obtuvo de datos del Instituto Municipal de Investigación y Planeación de Ciudad Juárez, Chihuahua. De esa manera quedaron configuradas las bases de datos para el desarrollo del modelo.

Se plantearon escenarios distintos con una proyección de estimación del consumo de suelo en el municipio de Juárez al año 2030. En el primer escenario se planteó que la economía global tuviera una dinámica similar al periodo de la década de 1990; el resultado que se

obtuvo fue que la tendencia de consumo de suelo industrial fue al alta, ya que según INEGI (2015), en el periodo de 1995 al 2000 se han generado un promedio de 250,000 empleos en el sector industrial.

Según datos de IMIP (2010) e INEGI, EMIME (2016), el consumo de suelo dentro del municipio de Juárez en el año 1995, que por cada hectárea de suelo industrial se urbanizaban 6.96 hectáreas de suelo habitacional, sin embargo, la tendencia tuvo una ligera variación a la baja, ya que, en el año 2000, por una hectárea de suelo industrial se urbanizó 5.42 hectáreas de tipo habitacional.

Los otros dos escenarios se basaron en plantear un comportamiento de la economía global y regional con las características: uno, con una dinámica de inversión y llegada de capital extranjero al municipio, y el otro con una disminución o cierre de empresas maquiladoras en la región por factores de externalidades y fenómenos sociales como los sucedidos a partir de finales de la primera década del siglo XXI.

El resultado del planteamiento de escenarios se analizó de tal forma que se hicieron algunas recomendaciones para que se complemente el presente ejercicio con un análisis del territorio en el municipio de Juárez. Una de las recomendaciones que se propone con los resultados de la investigación es la realización de un análisis multi-criterio para conocer espacialmente la demanda, tendencias del suelo que se estimó, con esto se puede identificar la orientación

espacial del consumo de los diferentes usos de suelo que se sugirieron en el presente proyecto.

Con los primeros hallazgos sobre la estimación de suelo urbano, permitió identificar (mediante un análisis multicriterio) el suelo urbano de la zona sur oriente del Municipio de Juárez, donde se considera óptimo para ubicar suelo industrial.

Estos resultados proponen el desarrollo urbano ordenado y el aprovechamiento de lotes que se localizan dentro de la mancha urbano y que cuentan con infraestructura y cumplen con los requisitos para ser tipos de suelo habitacional, industrial y comercial.

Abstract

The objective of this research is to analyze the economic, social and demographic impact in the phenomenon of consumption of urban land agents and how they determine the dynamic changes of different land uses in the municipality of Juárez.

In recent decades, the city has undergone significant changes in land uses, the main cause has been the border industrialization, a phenomenon that has required significant amounts of land use, not only industrial, but also land use housing type, trade and services.

These changes in land use have been generated without any adequate policy management of urban land, and as main consequences of this lack of policies, the problem of low urban productivity, which focuses on a series of negative externalities, such as is inadequate infrastructure in a majority of the territorial extension of the municipality. Another problem is the dispersion of the city and is reflected in excessive trips to the displacement of a large number of people ranging from their home to their workplace, generating this heavy pollution with carbon monoxide emissions.

For these reasons, it arises the interest of conducting research on the use of urban land that has had the municipality of Juárez, to be aimed at the approach of a screening tool for estimating the consumption of land, considering the background of behavior of the consumer, from the economic, social and demographic dynamics.

The methodology used for research is a dynamic simulation model generated from Stella 9.1, it allows you to analyze and create an estimate by raising scenarios according to the dynamics and relationship between the independent variables program. The model can make a forecast on the consumption of land uses determining a period of study, for a projection.

For a regressive model validation exercise was conducted with data obtained from various sources, in relation to demographic data from INEGI census, CONAPO, El Colegio de la Frontera Norte, etc. were taken For information on the behavior of land uses, information was obtained from data about the municipality of Juárez IMIP. That way they were set up databases for model development.

Different scenarios were proposed with a projection of estimated land use in the municipality of Juárez in the year 2030. In the first scenario, it was proposed that the global economy had a dynamic like the period of the 1990s; The result was that the trend of industrial land consumption was up, since according to INEGI (2015), in the period from 1995 to 2000 an average of 250,000 jobs were generated in the industrial sector.

According to IMIP (2010) and INEGI, EMIME (2016), the land use within the municipality of Juárez in 1995, that for each hectare of industrial land were urbanized 6.96 hectares of housing land, however, the trend was A slight downward variation, since, in the year 2000, for one hectare of industrial land was urbanized 5.42 hectares of housing type.

The other two scenarios were based on present behavior of the global and regional economy with features: one with a dynamic investment and foreign capital inflows to the municipality, and the other with a decline or closure of maquiladoras in the region factors externalities and social phenomena such as occurred from the end of the first decade of the century.

The result of the approach of scenarios analyzed so that some recommendations were made to be supplemented this year with an analysis of the territory in the municipality of Juárez.

One of the recommendations proposed with the results of the research is the realization of a multi-criteria analysis to spatially meet demand soil was estimated, with this you can identify the trend of consumption of different land uses that were suggested in this project.

With the first findings on the estimation of urban land, it was possible to identify (through a multicriteria analysis) the urban land of the south east of the Municipality of Juárez, where it is considered optimal to locate industrial land.

These results propose the urban development orderly and the use of lots that are located within the urban spot and that have infrastructure and meet the requirements to be types of housing, industrial and commercial land.

Índice

Introducción.....	20
Planteamiento del Problema y Justificación de la Investigación	23
Estructura del Documento.....	27
1.1. Introducción.....	30
1.2. Conceptos y Terminología	32
1.3. Teorías sobre el uso de suelo	39
1.4. Enfoques teóricos de microeconomía	42
1.5. Enfoques teóricos de macroeconomía.....	47
1.6. Teoría sobre fundamentos de consumo del suelo	51
1.7. Resumen del Capítulo	55
2. Marco Contextual.....	56
2.1 Impacto en la estructura urbana a partir del crecimiento económico en el municipio ..	60
2.2. Resumen del Capítulo	67
3. Metodología	69
3.1. Teoría de los sistemas.....	69
3.2. Propuesta metodológica	73
3.3. Elasticidades	74
3.4. Construcción de bases de datos.....	78
3.5. Modelo conceptual.....	83
3.6. Operación del modelo	88
3.7. Ejercicio de proyección.....	91
3.8 Evaluación multicriterio	92
3.9 Interpretación y cierre del capítulo	99
4. Resultados	102
4.1. Ejercicio de proyección.....	104
4.2. Análisis Multicriterio	107
5. Conclusiones	109
6. Comentarios finales y sugerencias	114
Bibliografía:.....	121

Índice de Tablas

Tabla 1. Clasificación de tipos de cobertura de suelo y tipos de uso de suelo.	37
Tabla 2 Tabla de Empleos	79
Tabla 3 Historial de INEGI.	80
Tabla 4 Comportamiento de los usos de suelo en el municipio de Juárez.	81
Tabla 5 Bases de datos ejercicio 1980-2000	89
Tabla 6 Bases de datos ejercicio 200-2030.	91
Tabla 7 Validación de resultados de proyección (1980-2000).....	102
Tabla 8 Validación de resultados de proyección (2000-2030).....	106

Índice de Figuras

Figura 1 Relación entre los conectores biofísicos y socio-económicos.	35
Figura 2 Localización de producción según Thünen, 1826.	44
Figura 3 Teoría de puntos centrales de Chistaller, 1933.	46
Figura 4 Ubicación geográfica del municipio de Juárez.	57
Figura 5 Comportamiento del empleo de tipo industrial en el municipio de Juárez, en el periodo de 1980-2012.	64
Figura 6 Los sistemas de referencia.	70
Figura 7 Esquemas de metodología.	74
Figura 8 Metodologías de estimación.	77
Figura 9 La conexión entre los componentes de simulación dinámica.	83
Figura 10 Modelo dinámico simple.	85
Figura 11 Esquema de simulación dinámica sobre el consumo de uso de suelo en el municipio de Juárez entre 1980-2000.	87
Figura 12 Resultados obtenidos de la operación del sistema.	90
Figura 13 Operación del modelo con proyección al año 2030.	104

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Clasificación de tipos de cobertura y tipos de uso de suelo.....	37
Cuadro 2 Clasificación sobre las teorías de la localización	40
Cuadro 3 Clasificación de los enfoques económicos, desde una perspectiva urbana y regional.	42
Cuadro 4 Interacciones y efectos externos.	50

Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo principal realizar una estimación sobre el consumo de suelo urbano en el municipio de Juárez tomando en cuenta, principalmente, el aspecto demográfico como generador de cambio a partir de fenómenos como la inmigración y la emigración, ocurridos en el periodo del año 1980 al 2010.

Otro factor de cambio del uso de suelo es la economía, la dinámica del empleo en la industria maquiladora en las últimas 3 décadas ha generado un crecimiento de centros de empleo, lo que ha modificado la estructura urbana y el consumo de suelo en el municipio de Juárez, principalmente los suelos de tipo industrial, habitacional y comercial. El resultado de esta dinámica urbana ha sido en gran parte por la llegada de la inversión extranjera al municipio.

Los agentes económicos, demográficos y sociales son considerados como variables independientes para la investigación, ya que la relación entre el consumo de suelo y dichos agentes ha sido determinante para la conformación urbana del municipio de Juárez.

El consumo del suelo urbano en el municipio de Juárez ha sido un proceso principalmente dirigido por el arribo de inversión extranjera, especialmente en el sector de la industria maquiladora, actividad que demanda una considerable cantidad de hectáreas de suelo para el asentamiento de naves y/o complejos industriales, por consiguiente, para satisfacer la demanda de vivienda de los trabajadores de la maquila se generaron nuevas áreas destinadas para uso habitacional, esto a su vez generó usos de suelo destinados para el comercio y servicios.

La transformación urbana del municipio de Juárez ha pasado, de ser una región mayormente agrícola a un territorio con una actividad industrial principalmente, esto como consecuencia a los procesos de globalización de los países desarrollados, que buscan tener una localización diferente en los procesos productivos, ubicados en los países en vías de desarrollo.

La estrategia de los procesos productivos de las empresas globales es buscar regiones donde, a través de beneficios fiscales, ubicación geográfica y condiciones económicas, permitan reducir los costos de operación de estas empresas.

A nivel regional, éste proceso surgió a partir de la llegada de la inversión extranjera, principalmente en el sector de la industria maquiladora, por los aspectos mencionados con anterioridad, principalmente por su localización geográfica. La ventaja de la localización geográfica corresponde a la cercanía con Estados Unidos de Norteamérica y la influencia que se tiene en su mercado, así como aspectos socioculturales (Fuentes, *Urban Function and its Effect on Urban Structure: The Case of Ciudad Juárez, Chih.*, 2001).

La influencia económica por la vecindad con Estados Unidos de Norteamérica tiene por ventaja que es el principal consumidor a nivel global, en este sentido, es uno de los factores más importantes en la dinámica económica del municipio de Juárez.

En este sentido podemos observar que la llegada de gran cantidad de inversión extranjera en el sector maquilador demandaba suelo industrial y este a su vez incrementó en suelo habitacional y comercial, que, al no contar con una política adecuada de manejo de suelo, ocasionó que la estructura urbana presentará graves problemas como una segregación socio-espacial, fragmentación urbana y marginalidad (Marcial G., 2012).

Según el censo del año 2000 el municipio contaba con 192 empresas de manufactura soportadas en 19 parques industriales, ya para el año 2006 se tenía un registro de 348 plantas maquiladoras, éstas a su vez, localizadas en 26 parques industriales ubicados en diferentes partes del municipio (IMIP, 2010). El parque industrial construido recientemente es el denominado “Electrolux”, localizado al suroriente del municipio. Este parque inició operaciones en el año 2005.

Las regiones fronterizas en México son puntos de un gran valor de localización geográfica por su vecindad con los Estados Unidos de Norteamérica, lo que convierte a la franja fronteriza como una zona estratégica y con un potencial de industria de especialización.

A nivel nacional, en el Estado de Chihuahua se encuentra una tercera parte de las maquiladoras, y a su vez, a nivel estado, solamente en el municipio de Juárez se localiza el 25% de las maquiladoras (Alonso, Carrillo y Contreras, 2000).

Con la llegada de la industria maquiladora al municipio de Juárez trajo consigo cambios importantes en la estructura urbana, como el crecimiento de la extensión territorial del municipio, en el año de 1970 el municipio contaba con 5,606 hectáreas, ya para el año 2008 la extensión de la mancha urbana contaba con 30,052 hectáreas. El fenómeno del crecimiento urbano ha llevado a la integración al municipio, del suelo agrícola situado en el Valle de Juárez que en extensión suman 1,700 hectáreas (IMIP, 2010).

En el municipio de Juárez el principal motor de la dinámica económica es la actividad industrial, en especial la maquiladora, aparte de genera empleos tiene una aportación de cuatro mil millones de pesos en pagos de seguro social y otorga al gobierno estatal seiscientos cincuenta millones de pesos anualmente, en la localidad hay una derrama económica de cincuenta mil millones de pesos (Marcial G., 2012).

Planteamiento del Problema y Justificación de la Investigación

A raíz de la llegada (considerable) de inversión extranjera directa, principalmente de la industria manufacturera, el municipio de Juárez experimentó una demanda de suelo urbano para establecerse los parques industriales, vivienda, servicios y comercios; éstos 3 últimos conceptos para satisfacer la demanda de los trabajadores. Todo esto ocasionó que los gobiernos locales tomarán decisiones apresuradas y un tanto arbitrarias para abastecer las demandas de población que llegaba de diferentes partes del país para desempeñar el trabajo en la maquiladora.

Al carecer de políticas de manejo de suelo urbano, el crecimiento fue desordenado, aun contando con herramientas de planificación urbana que se han venido desarrollando a través de los institutos de planeación urbana (Santiago, 2013),

Con la llegada de personas del interior del país para satisfacer la demanda del empleo, trajo consigo el problema de falta de espacio urbano para el asentamiento humano, las autoridades se vieron rebasadas al no contar con suelo urbano con la infraestructura básica para la vivienda.

El crecimiento ordenado en la estructura urbana se ve mermado de acuerdo a una baja productividad urbana que refleja un municipio, esto se da por la distribución desigual demográfica, actividades económicas y ocupación del territorio, de esta manera se ve afectada la infraestructura de movilidad (principalmente la vial), con aglomeraciones vehiculares, deficiencias en el transporte público, asentamientos al margen de la legalidad y afectaciones negativas en el medio ambiente y recursos naturales.

En este sentido es importante tener un pronóstico sobre el crecimiento de los principales usos de suelo en el municipio de Juárez en las próximas décadas, esto, a partir de la dinámica económica conjugado con agentes sociales y demográficos, esto con el fin de visualizar la tendencia del consumo de suelo urbano que actualmente no se logra por los institutos de planeación del municipio por no tomar en cuenta la dinámica económica y la perspectiva de anticipar el fenómeno de crecimiento urbano.

Las preguntas planteadas en la investigación son las siguientes: A) ¿Cuál ha sido el consumo del suelo urbano, de acuerdo con la dinámica entre los agentes económicos, demográficos y sociales en el municipio de Juárez? B) ¿Cómo será el crecimiento de los usos de suelo habitacional, industrial y comercial para el año 2030? C) ¿Dónde se debe de planear el futuro consumo de suelo industrial, habitacional y comercial en el municipio de Juárez?

La hipótesis de la presente investigación, sostiene que el consumo del suelo urbano está directamente relacionado con la dinámica entre los agentes económicos, demográficos y sociales en el municipio de Juárez. En este orden, para el año 2030 se estima una tendencia de elevado crecimiento de suelo industrial, habitacional y comercial, relacionado con la interacción entre los agentes económicos demográficos y sociales a nivel regional e internacional.

De acuerdo con el objetivo de la investigación, se pretende realizar una estimación sobre la demanda del uso de suelo teniendo como relación para esta dinámica, los factores que interviene directa e indirectamente en el fenómeno del crecimiento de la estructura urbana.

Esta investigación permite tener datos e información importante y relevante para la planificación urbana, es decir, se puede tener una estimación sobre el consumo de suelo urbano para poder determinar la localización de lotes disponibles mediante un valor de localización y aprovechar los predios disponibles con infraestructura existente, creando así un crecimiento ordenado con una morfología adecuada del Municipio.

De igual manera el modelo desarrollado permite el establecimiento o propuestas de políticas de desarrollo urbano y asentamientos humanos, planteando un crecimiento urbano y económico en zonas vulnerables por el crecimiento desorganizado.

La herramienta utilizada para llevar a cabo la investigación fue la construcción de modelos de simulación dinámica, realizados en el programa Stella¹. De esta forma se analizarán las variables independientes para determinar la relación que existe entre ellas y así poder obtener las elasticidades necesarias para el planteamiento del modelo.

Con la información obtenida a través del modelo de simulación dinámica se realizó un análisis sobre los resultados, así mismo esto nos llevó a las conclusiones.

Con las conclusiones sobre la presente investigación se plantean algunas propuestas y recomendaciones para complementar el trabajo, considerando el funcionamiento actual de las instancias de planeación.

¹ El programa Stella versión 9.0.1, de uso para fines académicos.

Estructura del Documento

La estructura que presenta el documento cuenta con cuatro capítulos, el primero se refiere al marco teórico donde se revisa la terminología, conceptos y composición del suelo, por otro lado, se abordan enfoques relacionados con la micro y macroeconomía con diferentes teorías, desde las más básicas sobre localización hasta las que componen el análisis del suelo urbano en un nivel regional. Posteriormente se describe la teoría sobre el consumo de suelo urbano cuyo autor es Thrall (1987). Al final del capítulo se presenta un resumen y conclusiones sobre la revisión de los diferentes enfoques teóricos.

El aspecto teórico permitió el diseño de la metodología, basándose en los diferentes enfoques económicos urbanos, además de teorías más específicas relacionadas con el consumo y renta del suelo urbano, donde intervienen factores económicos, demográficos, infraestructura y aspectos sociales.

El capítulo dos, refiere a una contextualización del objeto de estudio, es decir, ubica el municipio de Juárez en un marco regional donde interactúa en base a la dinámica económica. Este capítulo hace mención de una breve reseña sobre antecedentes históricos y como ha sido el comportamiento del uso de suelo urbano, de la misma forma se hace referencia sobre la influencia de la actividad económica a nivel regional e internacional para la confirmación de la estructura urbana y el consumo de suelo urbano en el municipio de Juárez.

En el apartado del marco contextual se mencionan los diferentes programas locales y nacionales que han sido determinantes para la evolución del suelo urbano en el municipio de Juárez.

El tercer capítulo explica cómo se diseñó la metodología para poder construir los modelos de simulación dinámica, y cuáles fueron los resultados obtenidos de la investigación.

En los capítulos finales se hace una reflexión sobre los resultados de la información obtenida de los ejercicios de la presente investigación llevándonos a las conclusiones generales del proyecto. De igual manera, una vez analizados los resultados obtenidos, se logró hacer algunas recomendaciones y sugerencias de análisis territorial para complementar la investigación.

En la presente investigación, los resultados del estudio y las recomendaciones que se sugieren pueden llegar a ser de información importante para personas interesadas en el tema de las estructuras y consumo de suelo urbano, como planificadores y economistas urbanos, dependencias gubernamentales encargadas de investigación y planificación urbana sobre de la expansión del territorio, en todos los niveles de gobierno, además de las organizaciones de la sociedad civil para las investigaciones que se realicen sobre fenómenos urbanos.

Al final del documento se presentan comentarios finales sobre la investigación, de igual manera se plantean algunas sugerencias para que, mediante los datos y la información del resultado de la investigación se pueda lograr la identificación física de los lotes disponibles para asignar usos de suelo dentro del municipio de Juárez.

Marco Teórico

1.1.Introducción

El principal propósito del presente capítulo es revisar conceptos y términos sobre el suelo, además de revisar las diferentes teorías sobre el cambio y consumo del suelo, con enfoques micro y macroeconómicos en una estructura urbana, así como la teoría del consumo del suelo urbano expuesta por Ian Thrall.

Estas teorías han estudiado el cambio de uso de suelo, además de explicar la relevancia entre los factores económicos, demográficos y sociales que determinan los procesos para el cambio de uso de suelo.

Como una primera parte del capítulo se partirá de lo básico, con la explicación de conceptos y definiciones que tienen que ver con el suelo, así como la diferencia entre cobertura y uso de la tierra (Briassoulis, 2003).

La segunda parte del capítulo comprende una clasificación de teorías de uso suelo, basadas en estudios de Ampudia (2008) y Briassoulis (2003), que proponen una clasificación desde las teorías primarias hasta las contemporáneas sobre la localización, y revisan en conjuntos separados los enfoques y teorías micro y macroeconómicas urbanas.

La revisión de las teorías clásicas inicia con los pioneros sobre estudios teóricos de localización en los que destacan Von Thünen, Weber, Lösch y Palander.

Dentro de las teorías contemporáneas, se consideran los estudios de Hoover, Isard y Richardson, las cuales están basadas en las teorías primitivas o clásicas, pero con un enfoque de modelos más complejos de las ciudades actuales que comprenden o consideran otros agentes como la economía a un nivel regional.

En la segunda parte del capítulo se abordan enfoques de corte macroeconómico, desde la primera teoría sobre la renta del suelo, pasando por la teoría del suelo urbano de William Alonso hasta las teorías más actuales como las que se centran en los agentes espaciales urbanos y regionales de autores como Fujita y Krugman.

Estos enfoques macroeconómicos también tienen una representación por Weber y Lösch con la teoría del equilibrio económico espacial y por Wilson y Riggiani, donde se toma en cuenta la actividad económica de tipo industrial muy relacionado con el desarrollo urbano de una ciudad.

Finalmente se revisará la teoría de Thrall (1987), que consiste en el estudio sobre el consumo de la renta del suelo, cabe resaltar que en esta teoría se basa gran parte de la metodología desarrollada en esta investigación, ya que en ella se señala como los factores económicos,

demográficos, sociales y de infraestructura, son determinantes para la dinámica de crecimiento del suelo urbano, pronosticando el consumo del suelo y su estructura de acuerdo a la interrelación de los factores.

1.2. Conceptos y Terminología

Con la finalidad de familiarizarse más con el tema del suelo, podemos basarnos en algunas definiciones. En primer término, la autora Briassoulis (2003) explica que el suelo es el escenario donde se lleva a cabo toda actividad humana, lo que nos lleva a pensar que, a través de los tiempos, el ser humano ha buscado un lugar en la faz de la tierra para asentarse y lograr el desarrollo y actividades vitales de su existencia.

El uso de suelo se forma bajo dos conjuntos de fuerzas de las necesidades humanas, sus procesos y las características ambientales. En este sentido se comenta que el cambio de uso de suelo está directamente orientado por dos factores, primeramente, los biofísicos y después los socioeconómicos (Briassoulis, 2003).

En la actualidad, en la era de la globalización, los cambios del uso de suelo han tenido gran interés por el crecimiento económico, es decir, que la economía ha sido un factor determinante para el consumo de suelo urbano (Marcial G., 2012).

Volviendo a la interrelación de los sistemas del uso de suelo que propone Briassoulis (2003), el primer factor se refiere a lo que caracteriza el medio natural y sus procesos, estos son: las variaciones del clima, la topografía, procesos geomorfológicos, erupciones volcánicas, etc. Sin embargo, estos factores no son causa del cambio del uso de suelo, pero si influyen y de alguna manera aportan restricciones para la toma de decisiones en el cambio del uso de suelo.

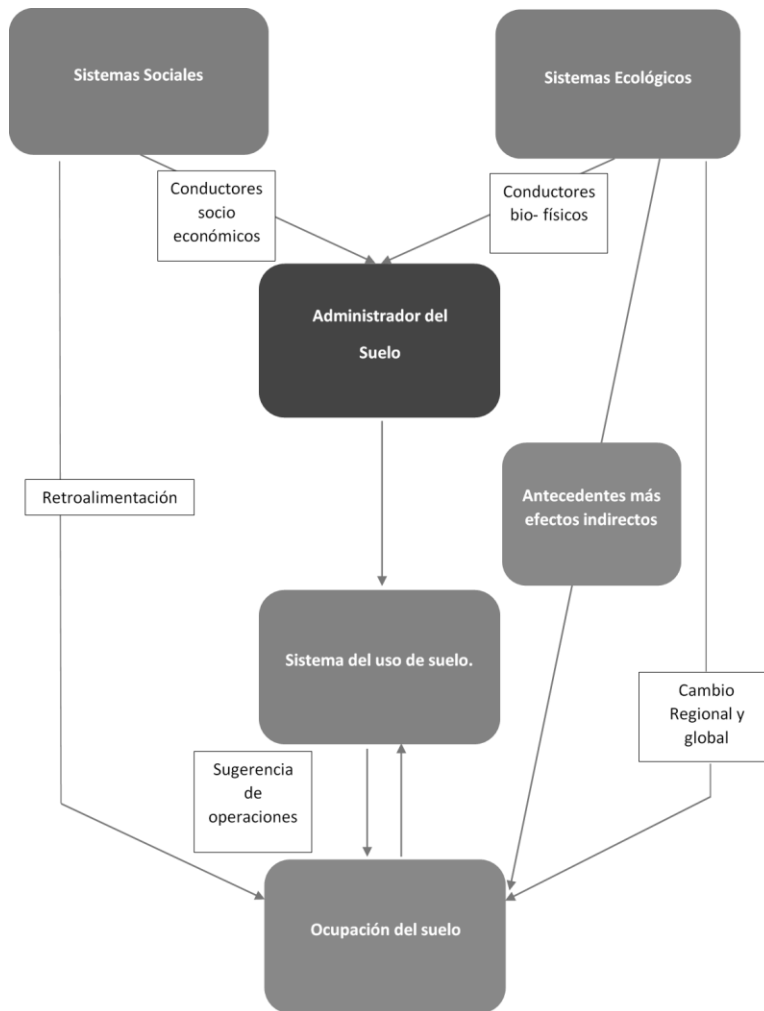
De acuerdo a la Ley de Asentamientos Humanos, se establece que el ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y el desarrollo urbano deberá tener como tendencia, mejorar el nivel y calidad de vida de una población urbana, es decir, los preceptos que contiene esta ley, van encaminados a lograr una calidad de vida mediante una distribución equilibrada y sustentable en los centros de población, tomando en cuenta factores sociales, demográficos y actividades económicas (Cámara de Diputados, 1993).

En este sentido el factor socioeconómico sí afecta el cambio de uso de suelo, debido a la contribución de los diferentes procesos de ciertas acciones humanas. Estos factores incluyen elementos demográficos, sociales, económicos, políticos, estructura industrial, régimen de propiedad, organismos del sector público y privado, entre otros (Briassoulis, 2003).

Se puede decir que el primer grupo de factores está más enfocado al comportamiento natural, y el segundo grupo de factores está más encaminado a la actividad humana, sin embargo, la conjunción de los dos factores da la composición del sistema del uso de la tierra a través de los administradores de la tierra.

En la figura 1 se muestra la interrelación entre los sistemas biofísicos o ecológicos y sociales-económicos, así como la administración del suelo que a su vez es afectada por los factores llamados conductores del tipo socioeconómicos y biofísicos. De esta manera el sistema de uso de suelo sufre una afectación por las operaciones o actividades que se desarrollan en el suelo urbano, trayendo como resultado la ocupación del suelo; de igual manera, factores como los cambios en la estructura social y económica es una escala regional o global, también son determinantes para la ocupación (Briassoulis, 2003).

Figura 1 Relación entre los conectores biofísicos y socioeconómicos.



Elaboración propia con datos de Briassoulis, 2003.

Los factores socioeconómicos son representados por los elementos demográficos sociales, económicos, políticos e institucionales, componentes de una estructura urbana, además de incluir otros agentes como la industria, la tecnología, la familia, el mercado, los valores, las

organizaciones comunitarias del sector público y privado. Todos estos factores son determinantes para la afectación en el cambio de uso de suelo ya que en sus procesos contribuyen a esta dinámica por ciertas acciones conductoras de transformaciones del suelo urbano.

Briassoulis (2003) expone que los factores socioeconómicos tienen impacto de tipo ambiental en la estructura urbana. Esto se manifiesta por el incremento demográfico, que éste a su vez, produce daños al medio ambiente como la contaminación y la sobre explotación de los recursos naturales, es decir, que el impacto de los factores es en su mayoría negativos tal como lo expresa la autora.

En este sentido, el impacto que produce la expansión urbana es de alta relevancia, ya que produce un desequilibrio ambiental en los ecosistemas por la tala de árboles, la reducción de espacios verdes, alta cobertura de asfalto y concreto, lo que provoca disminución en las especies de la flora y la fauna, por lo tanto, estos cambios están directamente relacionados por los factores sociales-económicos (Briassoulis, 2003).

Los cambios del uso de suelo provocan muchos impactos ambientales tanto en áreas urbanas como suburbanas y rurales, provocando una transformación del suelo que produce las concentraciones urbanas, estas a su vez generan una presión para la industrialización y urbanización, obteniendo suelo agrícola para convertirse en suelo urbano.

En un área urbana los impactos ambientales que se generan se pueden mencionar, la erosión de la tierra, la sedimentación, la contaminación del suelo, extinción de especies nativas del lugar. En el caso de tratarse en costa, existe la contaminación mariana y acuática, además de la erosión costera y la contaminación del aire.

Como se puede ver en el cuadro 1, los impactos negativos que se generan en el suelo por el crecimiento urbano son de alta relevancia, ya que mucho tiene que ver con el medio ambiente y los recursos naturales, todo esto generado por la industrialización que reduce la superficie de la tierra agrícola.

Cuadro 1 Clasificación de tipos de cobertura y tipos de uso de suelo.

Tabla 1. Clasificación de tipos de cobertura y tipos de uso de suelo.	
Tipos de cobertura de suelo	Tipos de uso de suelo
○ Bosques	<ul style="list-style-type: none"> ○ Bosque Natural ○ Producción de Madera ○ Recreación ○ Mezcla entre recreación y producción de madera.
○ Pradera	<ul style="list-style-type: none"> ○ Área Natural ○ Pastos ○ Recreación ○ Mezcla entre Recreación y Pastos
○ Tierras Agrícolas	<ul style="list-style-type: none"> ○ Tierras de Cultivo / Cultivos anuales ○ Huertos, arboledas ○ Recreación/ turismo ○ Usos Mixtos
○ Suelo Urbanizado	<ul style="list-style-type: none"> ○ Ciudad ○ Pueblos ○ Sitios Arqueológicos ○ Áreas Industriales ○ Desarrollos Habitacionales

	<ul style="list-style-type: none"> ○ Desarrollos Turísticos ○ Área Comercial ○ Transporte ○ Mezcla de Usos 	
Elaborada con datos de Briassoulis (2003).		

La cobertura del suelo, según una clasificación hecha por Briassoulis (2003), de acuerdo a los aspectos físicos, químicos, biológicos en la superficie de la tierra, se encuentran los tipos de uso de suelo, es decir, que si en la cobertura del suelo se encuentran los diferentes tipos de usos que se la da a la tierra, y se explica en una tabla sobre esta clasificación.

La importancia que han tenido los estudios sobre el comportamiento y transformación del suelo es de encontrar un equilibrio entre el desarrollo urbano y la optimización de los recursos naturales y el medio físico, para que se pueda dar el fenómeno urbano sin afectaciones negativas al medio ambiente.

En este sentido Romo (2015) señala que actualmente el sentido de la planeación urbana con respecto al medio ambiente se encuentra en una etapa en crisis, ya que no se ha logrado conciliar lo urbano con lo ambiental, se debe procurar una planeación más equilibrada que

se lleve al planteamiento de objetivos donde se involucren los recursos naturales con el crecimiento urbano para lograr un desarrollo sustentable.

1.3. Teorías sobre el uso de suelo

Para iniciar con la revisión de las teorías sobre el uso de suelo debemos de partir sobre la diferencia entre el uso de suelo y la cobertura de suelo.

“por cobertura de suelo se entiende el aspecto físico, químico, biológico o categorización de la superficie terrestre, por ejemplo: las praderas, los bosques o llanuras; mientras que, por uso de suelo, se refiere a los propósitos humanos que se asocian con la cubierta, por ejemplo: la cría del ganado, la recreación o la vida urbana” (Meyer & Turner, 1996).

Los primeros estudiosos sobre el uso de suelo fueron Von Thünen en 1826, de Alemania y Perkins Marsh en 1864, de Estados Unidos, lo hicieron desde diferentes perspectivas.

Mientras que Perkins Marsh en el libro “El hombre y la naturaleza” estudió la magnitud de los impactos de las acciones humanas sobre el medio ambiente, Von Thünen analizó y dio más énfasis en el aspecto económico del suelo a través de su modelo de renta de la tierra donde plantea que, esta depende del lugar respecto a la distancia donde se encuentra el mercado (Briassoulis, 2003).

Los estudios de Perkins Marsh en 1864 generaron nuevas perspectivas entre la tierra y el papel del hombre como causante de cambios ambientales, con estos estudios se desarrollaron varias teorías relacionadas con modelos donde se incluía la naturaleza y la sociedad. Por su parte Von Thünen en el año 1826, planteó que el suelo era el principal productor de bienes económicos, de igual manera explico como la localización de actividades va en función a la distancia y los costos de transporte (Briassoulis, 2003).

Estas teorías, aunque parecen lejanas de la actualidad, han sido las bases para el estudio del suelo y la localización en teorías contemporáneas.

De acuerdo a la aparición cronológica de las teorías de localización, Ampudia (2008) las clasifica en dos etapas:

Cuadro 2 Clasificación sobre las teorías de la localización

- | | |
|------------------------------|--|
| ○ Etapa Clásica | Identificada a partir del siglo XIX a principios del siglo XX |
| ○ Etapa Contemporánea | Comprende del periodo a partir de mediados del siglo XX hasta la actualidad |

Elaboración propia con datos de Ampudia, 2008

En el siguiente esquema, Ampudia (2008) en la clasificación sobre las teorías de la localización, hace una descripción de lo que comprende en cada teoría.

En tanto que Briassoulis (2003), clasifico las teorías y los enfoques representativos de la siguiente manera:

- Periodo temprano – George Perkins Marsh y Von Thünen – Teoría de la localización
- La primera mitad del siglo XX – Weber, Lösch y Palander – Teorías de los costos mínimos de transporte, la interdependencia y el equilibrio general.
- La última mitad del siglo XX – Hoover – Desarrollo de teorías sobre modelos complejos basados en aportaciones de las teorías del periodo temprano.
- El nuevo milenio – Isard, Richardson, Krugman, Scott – Teorías sobre concentración económica, aglomeración, especialización y producción flexible.

En la clasificación planteada por Briassoulis (2003) muestra los cambios significativos en los enfoques del uso de suelo a partir de la urbanización del mundo occidental provocados por la industrialización, nombrado el periodo temprano o primitivo sobre las teorías de localización representadas por Perkins y Thünen. En tanto que, para finales del siglo XX, señala el crecimiento sobre el estudio científico del uso de suelo, después de la segunda guerra mundial.

En el nuevo milenio comenta Briassoulis (2003) que los estudios del uso de suelo abarcan todo el espectro de lo global a lo local.

Las autoras Ampudia y Briassoulis coinciden en que el precursor sobre las teorías de cambio de uso de suelo fue el economista alemán Von Thünen y que a partir de esta se basaron la mayoría de las teorías desarrolladas durante estos tres siglos que ha comprendido el estudio del uso de suelo (Marcial G., 2012).

Briassoulis (2003) elabora la siguiente clasificación sobre los enfoques económicos urbanos y regionales.

El cuadro 4, expresa la clasificación de los enfoques económicos, desde una perspectiva urbana y regional.

Cuadro 3 Clasificación de los enfoques económicos, desde una perspectiva urbana y regional.

Autor	Año	Descripción
Teorías Clásicas		
Von Thünen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Weber ▪ Lösch ▪ Palander 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1826 ▪ 1929 ▪ 1934 ▪ 1936 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Anillos concéntricos ○ Estudios espaciales 3 tipos: Punto mínimo de transporte, orientación de fuerza de trabajo, aglomeración. ○ Interdependencia: expone 3 tipos de relaciones económicas espaciales. ○ Explora problemas de distribución espacial de la producción y los mercados ¿Dónde se da la localización de la producción y el consumo?
Teorías Contemporáneas		
Hoover	1958	Desarrollaron modelos más complejos basados en las aportaciones de los cuatro teóricos clásicos
Isard	1975	
Richardson	1978	
Krugman	1985	Fenómeno de la aglomeración y costos de transporte
Scott y Storper	1989	Especialización y producción flexible.
Elaborada con datos de Ampudia (2008)		

1.4. Enfoques teóricos de microeconomía

De acuerdo con la tabla que presenta Briassoulis, sobre la clasificación de las teorías del uso de suelo, en el apartado de macroeconomía podemos iniciar mencionando como pioneras las teorías de Von Thünen en 1826, sobre la teoría de la renta del suelo agrícola, de ella se desprenden la mayoría de las teorías incluso, las contemporáneas.

Según Carmagni (2005), el modelo de Thünen se basa y considera las siguientes hipótesis:

- Una llanura homogénea tiene la fertilidad de suelo e infraestructura de transporte hacia todas direcciones.
- Un único centro que sirve de mercado por todos los productos, hacia el cuál todos los productos deben ser transportados.
- Disponibilidad difusa de todos los factores de producción y de los inputs de producción que no deben ser transportados.
- Una función específica para cada producto espacio, la cantidad de producto (x), sostenible y obtenible en cada unidad de tierra.
- El costo de transporte (t) es constante la distancia en forma lineal demanda ilimitada de productos.

La renta por unidad en superficie (r) asume carácter residual, como en todos los tratamientos clásicos de la renta, esto es el residuo que se puede pagar al propietario del suelo, después de haber restado el ingreso total de los costos, incluyendo en los costos de producción el beneficio normal y los costos de transporte que puede realizar el beneficio normal y los costos de transporte que puede realizar el productor localizado en los terrenos más cercanos al mercado central (Carmagni, 2005).

En este sentido Von Thünen podía determinar el tipo de producción sería el más adecuado según la localización, y planteaba las técnicas de cultivo, tomando en cuenta los tiempos de transporte que debían de ser los más adecuados en relación con la cercanía de mercado,

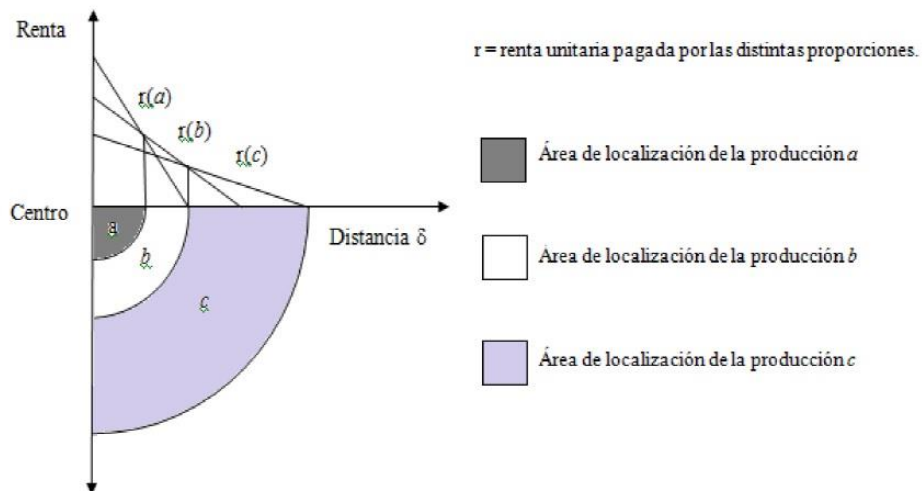
en función de esto, de esta manera Thünen determinó cuales producciones tenían más ventaja de acuerdo con la localización clasificándolos en este orden de importancia:

- Economía libre (verdura, leche, fruta)
- Forestal
- Cereales: rotación de cosechas, cultivo alternado, cultivo alternado, cultivo por amelgas trienales.
- Ganado

Es así como Thünen define los anillos concéntricos, explicando como la localización de la agricultura asigna el valor de la tierra respecto a la distancia y el costo del transporte (Angelsen, 2007).

En la siguiente figura 2, se representa lo planteado por Thünen en 1826.

Figura 2 Localización de producción según Thünen, 1826.



Fuente: Camagni (2005).

Por otro lado, Krugman, explica el fenómeno de la dispersión de ciertos usos de suelo en el espacio, expone en su teoría el proceso de la urbanización en la cual se involucra dos elementos fundamentales que nombra fuerzas centrífuga y centrípeta.

La fuerza centrípeta es la que atrae la producción hacia las aglomeraciones, mientras que la fuerza centrífuga es lo contrario, rompen con las aglomeraciones (Marcial G., 2012).

Define que hay fuerzas mediadoras en la geografía económica del mercado, como el costo de la relocalización, renta de uso del suelo urbano, la dispersión de recursos agrícolas (Camagni, 2005).

Fujita (1989) se basa en la teoría de Thünen y se extiende en un contexto urbano con Alonso. En ella se basa que el propietario elige una sola ubicación, entonces el espacio consumido puede ser definido separadamente en cada ubicación en términos de consumo, y es llamada oferta de alquiler (Marcial G., 2012).

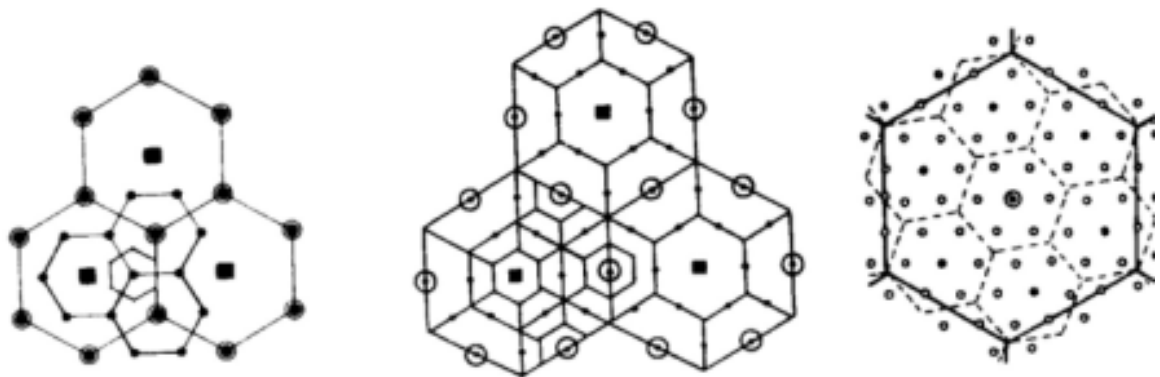
En la teoría de localización de Alonso (1964), expone que la renta de la tierra se podía pagar en cada distancia (con el fin de lograr un nivel de utilidad determinado), distancias cada vez mayores del centro de la ciudad al precio de la tierra, y esto permitiría comprar la suficiente cantidad de tierra y otros bienes (Marcial G., 2012).

La fusión del precio de la oferta se define como: los precios que la empresa está dispuesta a pagar en diferentes lugares (distancias desde el centro de la ciudad), con el fin de alcanzar ciertos beneficios (Camagni, 2005).

Walter Chistaller en 1933, en su teoría del lugar central, mencionada en el libro “Lugares centrales de Alemania meridional”, menciona que los principios generales de la distribución y jerarquización de los espacios urbanos, se suministran ciertos servicios a la población por medio de un área circundante en un espacio isótropo (Camagni, 2005).

Los lugares centrales los denomina Chistaller, como el principio de la localización del centro, es decir el principio del mercado, otros dos principios básicos considerados por Chistaller son: el transporte y la organización administrativa. En el siguiente modelo observamos la propuesta de la distribución y la localización del centro, en los llamados “panales” se muestra la cobertura de los servicios del área de influencia.

Figura 3 Teoría de puntos centrales de Chistaller, 1933.



Fuente: Camagni (2005).

1.5.Enfoques teóricos de macroeconomía

En éste siguiente apartado se mencionarán los enfoques macroeconómicos relacionados con las teorías del uso de suelo, comenzando por la teoría de Alfred Weber 1929, la cual se basa en las teorías de Von Thünen, pero se le da un enfoque más industrial (Briassoulis, 2003).

Esta teoría de la localización de Weber señala unas condiciones de inicio, que son:

Plano homogéneo sin accidentes geográficos.

- Conoce la ubicación de los insumos materiales
- Conoce el lugar del mercado
- La demanda es perfectamente elástica
- Los costos de transporte se dan en función lineal de la distancia
- Los costos de mano de obra no varían de un lugar a otro
- Las tecnologías son conocidas y fijas (en cuestión de producción)

La teoría de Weber también considera tres factores que influyen en la localización de las industrias, como: Los costos de transporte, los costos de mano de obra, las fuerzas de aglomeración y des aglomeración (Camagni, 2005).

Se dice que en una escala a nivel metropolitano se tienen miles o millones de parcelas por lo que cada propiedad ocupa una locación única, es decir que los sitios inmediatos pueden ser parecidos, pero no tener la ubicación igual. De esta forma existe en el mercado, que cada bien, es algo único pero los productos son diferentes. En el suelo urbano, el trabajo es otro mercado mayor y es totalmente de productos diferentes (DiPasquale & Wheaton, 1996).

Según DiPasquale y Wheaton (1966), argumentan que el comportamiento que observaron sobre parcelas individuales en el mercado de suelo urbano tiende a seguir ciertos patrones con características de los mercados de productos diferentes, y lo definen de la siguiente manera:

- Los precios de propiedades individuales o parcelas de tierra varían amplia y sistemáticamente con las características de ubicación física de la propiedad, la valoración de los propietarios de estas características determina el valor final de la propiedad.

- Los precios relativos de diferentes propiedades permaneces muy estables todo el tiempo y tienen, así como el mercado general se somete a fluctuaciones cíclicas y crecimiento a largo plazo. Los movimientos del mercado en general tienden a subir y bajar los precios por cantidades proporcionales.

- El precio relativo de las parcelas tiende a cambiar mayormente cuando las características de la parcela son alteradas. Estos cambios incluyen alteraciones físicas de la

estructura, así como también cambios en las características asociadas con la ubicación de la parcela o del vecindario.

Carmagni (2005) comenta que el desarrollo urbano se puede definir positivamente de acuerdo a estos enfoques:

- Proceso que se nutre de aprendizaje colectivo, de capacidad de composición de conflictos y de capacidad de diseño estratégico, y no de la aplicación de un modelo óptimo definido única vez y para siempre.

- Se considera al mismo tiempo, distintos sistemas de los que la ciudad se componen: el sistema económico, el sistema social, el sistema físico y el sistema ambiental, dentro de sus interacciones dinámicas y de la unidad de sus resultados, y no de sumar simplemente aspectos distintos y objetivos diferentes. Es decir, se trata de asumir un enfoque evolutivo caracterizado por la plena consideración de la complejidad, con sus componentes de no linealidad, acumulativa e irreversible.

En la tabla 4 se muestran las interacciones y efectos externos entre los distintos subsistemas de la ciudad, esta a su vez se encuentra dividida en externalidades positivas y negativas.

Cuadro 4 Interacciones y efectos externos.

	Interacción entre el subsistema económico y subsistema físico ambiental	Interacción entre el subsistema económico y subsistema social	Interacción entre subsistema social y subsistema histórico ambiental
Externalidades positivas	<p>Economías de escala en el uso de la energía:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alumbrado público. ▪ Transporte. ▪ Calefacción doméstica. <p>Valores ambientales, como bienes de lujo o factores de localización para las actividades avanzadas.</p>	<p>Accesibilidad a:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Servicios especializados para la vivienda. ▪ Mercado de trabajo diversificado. ▪ Instituciones de formación. ▪ Centros de cultura. ▪ Servicios sanitarios de calidad. <p>Facilidad de interacción social.</p>	<p>Concentración de externalidades histórico-culturales y ambientales.</p> <p>Accesibilidad a los bienes ambientales de carácter público.</p>
Externalidades negativas	<p>Escases de recursos naturales y de biomasa.</p> <p>Rendimientos decrecientes en el transporte privado.</p> <p>Congestión, contaminación del aire y de la acústica.</p> <p>Contaminación de las capas acuíferas.</p>	<p>Suburbanización forzada por efecto de las rentas centrales elevadas.</p> <p>Conflictos sociales en el mercado de trabajo.</p> <p>Nuevas formas de pobreza.</p>	<p>Desgaste del patrimonio histórico monumental.</p> <p>Pérdida del patrimonio cultural.</p> <p>Conflictos sociales.</p> <p>Segregación social y ausencia de ley y/u orden.</p>

Elaboración propia con datos de Camagni (2005).

1.6. Teoría sobre fundamentos de consumo del suelo

Una teoría que más explica la dinámica económica dada en una región por diversos agentes es la que presenta por Ian Grantian Thrall en 1987, la cual nombra “Foundations of the Consumption Theory of the Land Rent” (CTLR), o teoría del consumo de renta de la tierra (Briassoulis, 2003).

El cambio del uso de suelo desde un enfoque macroeconómico, se tiene la teoría del cambio del uso de la tierra de la renta, en donde la interacción entre los fenómenos económicos dentro de una región o a nivel global, determinan la dinámica del suelo urbano.

Según Thrall (1987), el CTLR, es un modelo urbano ideal, lo describe como un proceso subyacente, mediante la comprensión de los procesos fundamentales que dan cuenta de la teoría urbana.

Trata de explicar la razón por la cual un determinado lugar tiene su morfología única.

El modelo CTLR puede declarar y predecir lo que será el resultado si los factores individuales de los componentes subyacentes que hacen que el sistema cambie ya sea por el cambio de políticas gubernamentales, incrementos en la población y por cambios económicos regionales o externalidades (Thrall, 1987).

La teoría puede analizar las relaciones entre el precio y la cantidad de suelo, así como el efecto de las diferentes estructuras de la geografía de la ciudad, de tal forma que se pueda planear una ciudad de la mejor manera posible (Thrall, 1987).

Thrall (1987), fundamenta la teoría como la ciudad ideal resaltando el aspecto económico como uno de los agentes más importantes en el desarrollo y como se da la relación entre la creación de los empleos a través de las empresas con el proceso de la creación de viviendas para satisfacer la demanda de los trabajadores.

Basa la teoría sobre el consumo del suelo en los estudios primitivos sobre la localización del suelo, entre los autores que destacan son Von Thünen, Weber y Alonso, sin embargo, el autor hace un análisis con otros componentes que influyen para la transformación de la ciudad, como la relación que existe entre el transporte público con las dinámicas de los fenómenos sociales y económicos.

En esta teoría se basa la metodología propuesta para la presente investigación, ya que al determinar los agentes que tienen una gran influencia para que se dé una dinámica sobre el consumo del suelo urbano, se puede tener un pronóstico aproximado sobre el fenómeno.

Esta debe ser una relación entre las variables, en este caso, las variables independientes como indicadores económicos a nivel regional y global, estos a su vez inciden directamente en el fenómeno económico transformador del suelo.

El conjunto de teorías que forman la teoría de Thrall expone una base para describir, explicar y predecir la morfología urbana. La teoría de la renta del suelo ha sido de utilidad para la valoración del suelo en cuestiones de bienes y raíces o demanda del suelo de tipo habitacional, tomando en cuenta los factores propios que afectan directamente la economía de dicho fenómeno, sin embargo, este modelo se basa en el comportamiento económico, social y demográfico diferente a las ciudades latinoamericanas, donde generalmente no existe un centro de negocios CDB (Central District Business) (Sidman, Ian Thrall, Elshaw Thrall, & J. Fik, 1993) .

En este sentido, el modelo de renta de uso de suelo CTRLR presenta un sistema urbano propio de las ciudades o centros urbanos están estrechamente ligadas a su crecimiento económico con el o los CDB, a diferencia de las ciudades de América Latina, donde su principal dinámica económica y social depende de la actividad de la economía de la región.

Las ventajas que presenta el modelo son: que, a pesar de estar orientado a un sistema de administración urbana, se puede adaptar al modelo de planificación urbana sobre todo en la región donde se localiza el municipio de Juárez ya que la dinámica económica es considerada como global, de esa manera se puede predecir y pronosticar el comportamiento de los diferentes usos de suelo, tomando en cuenta la principal actividad económica del objeto de estudio.

El modelo de CTRLR ha sido utilizado en ciudades como Ontario, Canadá, donde se realizó un estudio para determinar el valor de tasación en la ciudad tomando en cuenta los factores

de localización, económicos y de transporte. Otro caso de implementación del modelo se llevó a cabo en la ciudad de Hamilton Canadá en el año 1971, para determinar la distribución del empleo y su importancia de localización en la ciudad. En una zona de la ciudad de Guadalajara se realizó un estudio para conocer el valor del suelo a partir de agentes económicos y de infraestructura, (Thrall, 1987).

Uno de los casos más reciente sobre el modelo CTRLR ha sido en el condado de Santa Lucia en Florida, para predecir la cantidad de suelo habitacional, con el apoyo de Sistemas de Información Geográfica se determinó el valor de localización de los predios en función del costo de la infraestructura (Thrall, Sidman, Thrall, & Fik, 1993).

Se puede decir que modelo CTRLR puede aplicarse a estudios de ciudades latinoamericanas (como en su caso se realizó en Guadalajara) sin embargo hay un factor que no se toma en cuenta, que es: la informalidad en el crecimiento urbano y la corrupción que existe en la aplicación de las políticas urbanas que existen en la mayoría de las ciudades de América Latina. En el municipio de Juárez de México se tiene un alto grado de informalidad urbana, creando los asentamientos irregulares destacados principalmente por el fenómeno de la migración de personas que vinieron al municipio por el auge del empleo en la industria maquiladora a partir de los años setentas, (Caraveo C., 2009).

1.7. Resumen del Capítulo

Con la revisión de las teorías sobre el suelo y enfoques económicos urbanos, se puede entender la relación entre la metodología y el marco teórico, es decir, cuando pensamos en las teorías primitivas sobre el uso del suelo y la localización, tener una idea más precisa sobre la transformación del suelo agrícola para pasar a ser suelo urbano en el municipio. De igual manera se puede ver la relación con las teorías regionales como la basada en la dinámica entre los componentes económicos, sociales y demográficos que determinan el consumo del suelo urbano (Thrall, Land Use and Urban Form, 1987).

Este capítulo resulta relevante para el aspecto metodológico de la investigación y la construcción de los modelos de estimación del suelo urbano, esto con la relación de las diferentes dinámicas entre los agentes económicos, sociales y demográficos que interactúan en la región.

Al final del presente capítulo se hace una referencia sobre las ventajas que presenta el modelo CTRL, y se compara con sistemas de Administración Urbana propias de ciudades norteamericanas, y el tipo de dinamismo urbano de la región donde se localiza el Municipio de Juárez.

Es importante subrayar como la conjunción de los factores económicos, demográficos y sociales en una región nos pueden llevar a realizar un pronóstico y una estimación sobre el comportamiento de los diferentes usos de suelo que se presentan en el sistema urbano.

2. Marco Contextual

En este apartado se muestran las diferentes transformaciones del uso de suelo urbano del Municipio de Juárez, para contextualizar las teorías que se revisaron en el capítulo anterior y como éstas coinciden con lo que ha pasado en la región.

Para entender el contexto que presenta el Municipio de Juárez, es necesario ubicarlo geográficamente.

El Municipio de Juárez se encuentra en el estado mexicano de Chihuahua, al norte de México, situado dentro de una región binacional, colindando con estados del centro sur de Estados Unidos de Norteamérica, la región metropolitana está compuesta por El Paso Texas, la ciudad de Las Cruces Nuevo México y el Municipio de Juárez.

En la figura 4 se muestra la localización geográfica del Municipio de Juárez.

Figura 4 Ubicación geográfica del municipio de Juárez.



Elaboración propia (2016).

El municipio de Juárez es uno de los 67 que conforman el Estado de Chihuahua, y está localizado al centro-norte del estado, en la figura 5 se muestra la ubicación física del municipio.

Figura: 5 Ubicación del municipio de Juárez en el estado de Chihuahua



Elaboración propia (2017)

A través de la historia urbana reciente del Municipio de Juárez, se han presentado cambios significativos en la estructura del suelo, uno de los primeros cambios fue a raíz de la zona

libre que se dio en el año de 1885 y que contribuyó a una rápida expansión económica y demográfica (Marcial G., 2012).

La zona libre trajo estímulos al municipio, entre los que destacan, la construcción del ferrocarril central, que creó la interconexión del ferrocarril mexicano con líneas estadounidenses, además de comunicar con los principales centros de comercio de México, así pues, se fomentaba el desarrollo del mercado interno y externo, (Santiago Quijada, 2007).

Otro de los programas que ha impactado el crecimiento económico del municipio, fue el Programa Industrial Fronterizo (PIF), que se implementó en los años sesenta, esto trajo consigo la creación de suelo industrial, éste hecho estuvo ligado a la generación de empleos de trabajo en las diferentes maquiladoras que se establecieron en el municipio por el impulso del programa PIF.

El PIF trajo consigo un fenómeno de migración hacia el municipio, atrayendo una gran cantidad de personas de personas que arribaron a Juárez con el propósito de encontrar empleo ofertado por las plantas maquiladoras que se habían asentado en el municipio, el aumento en la población en el municipio, causó incremento de uso de suelo de tipo habitacional, y con la finalidad de abastecer el requerimiento de vivienda se construyeron fraccionamientos de interés social, pero estos a su vez no proporcionaban la cantidad de casas necesarias que requería la población, por lo que algunos pobladores optaron por asentarse de forma irregular en espacios sin ninguna planeación urbana, dentro del municipio (Santiago Quijada, 2007).

En este sentido, se puede observar que para el periodo del año 1950 a 1960, el municipio experimentó un repunte en el crecimiento de población y urbano, pasando de 131,308 276,995 habitantes con una tasa de crecimiento de 9.1, el área urbana creció de 800 a 1894 hectáreas (Fuentes 2001).

Durante los siguientes años, después de la creación del PIF, también hubo incremento en el uso de suelo comercial, desarrollándose: centros nocturnos, restaurantes, bares, (que por su parte también generaban ingresos para el municipio), ya que traían a extranjeros, principalmente provenientes de la ciudad del Paso Texas.

2.1 Impacto en la estructura urbana a partir del crecimiento económico en el municipio

En la década de 1960, surgieron algunos programas (de corte federal) con el fin de fomentar y alentar la inversión para la promoción del desarrollo económico en la región, un de ello y que ha tenido mayor significancia en esta frontera fue el programa Industrial Fronterizo (PIF) ya que la industrialización contribuyó drásticamente al crecimiento de la región en comparación con el resto de la República.

"El incremento del empleo y el ingreso permitió crear empleos secundarios, aumentando el número de profesionales y propiciando el crecimiento general de la clase media en la frontera" (Martínez, 1982).

Cuadro 5 Comportamiento del empleo.

Comportamiento de empleos en la industria de la maquiladora del año 1980 al 2010 en el municipio de Juárez	
Año	Empleos
1980	39,402
1985	62,622
1990	99,527
1995	153,322
2000	249,509
2005	268,240
2010	295,841

Elaboración propia (2017) con datos de Industria Maquila de Exportación EMIME 1990-2006

El municipio poco a poco experimentó los cambios económicos importantes, debido a que los programas nacionales fronterizos facilitaron la instalación de plantas industriales, ya que los costos de transporte, de mano de obra, eran más bajos en comparación a otros sitios, estas son algunas de las características (planteadas por Weber) en la teoría sobre el equilibrio económico, que se generan en las ciudades industrializadas, pero esta gran atracción de la industria maquiladora originó una maximización de distintitos sistemas con los que trabaja la ciudad, el elevado incremento de empleos, generó en el municipio, un aumento acelerado en la población.

El municipio de Juárez desde la década de los sesentas ha experimentado crecimiento económico, debido a que se incluyó al proceso de globalización, formado por la industria maquiladora y cada vez más esta propició un incremento poblacional y en el desarrollo

urbano, esto se debió a que en otras partes del país se carecían de empleos en los sectores de comercio y servicios y en esta localidad lo que se presentaba era un superávit de empleos.

Para el período de 1995 y 2000 hubo un promedio de 20 nuevas plantas que llegaron a la ciudad y se crearon en el sector maquilador 16 mil plazas en ese período (IMIP, 2003).

En el año 2000 el municipio se vio afectado en el contexto global, es decir, esto por la interdependencia con países desarrollados, al suscitarse la crisis económica que afectó al municipio a nivel local, en ese período el municipio de Juárez que contaba con 410 plantas industriales a finales del 2001 tan solo contaba con 340 industrias.

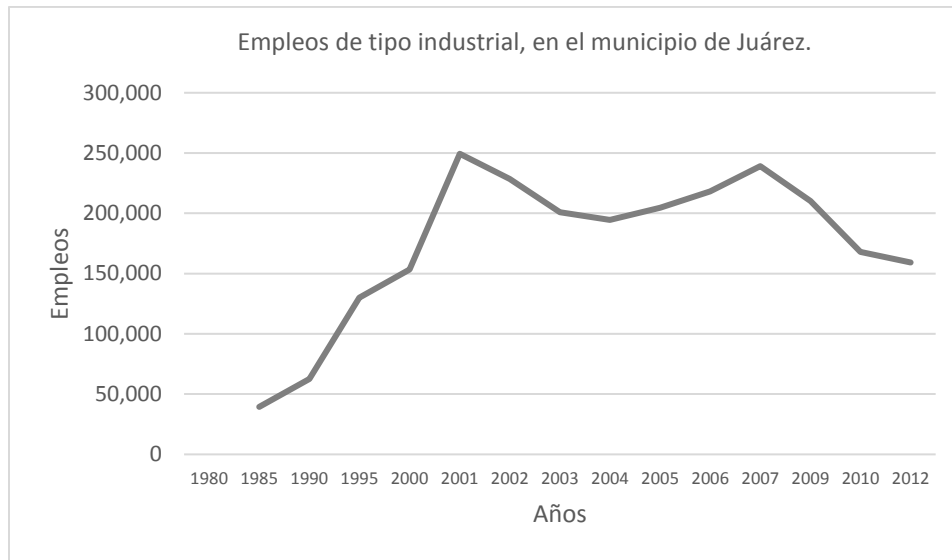
“La población empleada en el sector industrial pasó de 50 por ciento en 1990, al 53 por ciento en el 2000, mientras que la población activa ocupada en el sector terciario bajó del 45 por ciento en 1990 al 42 por ciento en el año 2000" (IMIP, 2003).

En este sentido, se generó un crecimiento de uso de suelo de tipo residencial de 3.4% (Peña y Fuentes 2007), sin embargo, también hubo un crecimiento de asentamientos irregulares ya que el estado fue rebasado por la demanda de vivienda, ya que fue considerable el número de personas que migraba de diferentes puntos del país, por la oferta de empleo con el crecimiento de empleo principalmente en la industria de la maquiladora.

En la maquiladora, el comportamiento del empleo durante el 2001 estuvo en los mismos niveles que en 1998. Pero a finales del 2001, el ingreso de los trabajadores fue de aproximadamente del 35 por ciento del valor del salario de 1980.

En la figura 5 se puede observar el comportamiento y el historial del empleo en el municipio, hacia los años ochenta, la industria maquiladora proporcionaba 37,743 empleos, para el año 2000 se suscitó el mayor auge del empleo en la localidad con tan solo 249,380 empleos, después de ese año el empleo fue decreciendo poco a poco, para el año 2003 el municipio contaba con 194,642 empleos, posteriormente a ese año se volvió a incrementar el empleo y en el 2006 la industria maquiladora dio empleo a 239,166 trabajadores. En el año 2007 se presentó una crisis económica que se vio reflejado directamente con la pérdida de empleos, para el año del 2009 tan solo había 168,011 personas laborando. Para el año del 2010 y 2011 el empleo en la industria maquiladora se ha mantenido estable, en el primer trimestre del 2012 se ha presentado un ligero incremento en el empleo.

Figura 5 Comportamiento del empleo de tipo industrial en el municipio de Juárez, en el periodo de 1980-2012.



Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI: Estadística de la Industria Maquiladora de Exportación 2010.

En el 2002 el municipio de Juárez experimentó bajas considerables en el empleo, ya que se perdieron 81,250 empleos ya para el año del 2003 se habían acumulado 83,074 empleos perdidos, posteriormente en años recientes, la pérdida de empleos ha venido a la baja, sobresaliendo el intervalo 2000-2007 donde sólo se perdieron 12,029 empleos, con respecto a los que se tenían en el año 2000 (IMIP, 2003).

Después, a finales de la década del 2000, para ser exactos en el 2008, el municipio de Juárez nuevamente enfrentó una crisis económica originada en Estados Unidos, creando así el cierre de varias plantas industriales al igual que la pérdida de empleos de Juarenses, esto trajo consigo el regreso de la población a sus lugares de origen, principalmente los migrantes que provenían de regiones de Coahuila y Veracruz (Marcial G., 2012).

Según Fuentes (2008) el municipio de Juárez ha tenido las más altas tasas de crecimiento en la población entre los años de 1960 al 2005, de esta misma manera se presentó el mayor crecimiento en la superficie urbana de cualquier municipio del país, explica que la población en el municipio, paso de 276,995 a 1, 313,338 habitantes, mientras que la mancha urbana creció 16 veces, lo que significa una tasa tres veces mayor que el crecimiento de la población (Fuentes, 2008).

El municipio de Juárez experimentó una dinámica demográfica a partir de los años 60's, por el fenómeno de la llegada de la industria maquiladora, lo que generó inmigración y emigración.

A partir de 1980 el municipio tuvo un acelerado crecimiento de la población por el efecto de la oferta de trabajo que generaba la industria maquiladora, ese mismo año el municipio contaba con una población de 567,365 habitantes, ocupando una densidad domiciliaria de 4.90 habitantes/vivienda (INEGI, inegi.org.mx, 2015).

En los años 1980-1994 las tasas de crecimiento no fueron altas, pero fue significativa en un 3.6 por ciento comparada con lo que obtuvo el estado en esos años, que fue un 2.0 por ciento (Marcial G., 2012).

En 1990 la población del municipio era de 798,499 habitantes y presentaba una densidad domiciliaria de 4.46 habitantes/vivienda, ya para el año 2000 la población era 1,218.817

habitantes y con una densidad domiciliaria de 4.15 habitantes por vivienda (INEGI, inegi.org.mx, 2015).

La siguiente tabla muestra el comportamiento de la dinámica poblacional y la tasa de crecimiento media anual del municipio de Juárez desde el año 1900 al 2010.

Tabla de historial sobre población y espacio Urbano en el Municipio de Juárez de 1900-2010				
Año	Población	Tasa de crecimiento anual de población	Área urbana (hectáreas)	Densidad de población
1900	8,218	3.5	61	135
1910	10,621	2.5	119	89
1920	19,457	5.5	no especificado	no especificado
1930	39,669	7.9	471	84
1940	48,881	2.0	563	87
1950	131,308	9.1	800	164
1960	276,995	7.2	1,894	146
1970	424,135	5.2	5,608	76
1980	567,365	4.4	9,395	60
1990	798,499	3.4	14,049	57
1995	1,011,786	4.3	19,177	53
2000	1,218,817	4.2	21,572	56
2005	1,313,338	1.5	31,246	42
2010	1,318,301	0.1	35,475	37

Elaboración propia con datos de INEGI conteos de población 1980,1990, 2000, 2010

2.2. Resumen del Capítulo

Con esta contextualización podemos tener una referencia sobre el comportamiento económico que ha tenido el municipio de Juárez, en relación con su ubicación geográfica y el papel que ha tenido la actividad industrial de la manufactura, para la configuración del suelo urbano.

El antecedente contextual se ubica a partir de la década de 1960, cuando inicio la actividad manufacturera en el municipio a causa de los diferentes escenarios a nivel global y como paso a tener presencia internacionalmente por su situación geográfica y las condiciones políticas del país.

La referencia de la dinámica sobre el crecimiento urbano y en especial con el uso de suelo de tipo industrial en los años 80's que se dio en el municipio, nos llevó a elegir el periodo de la investigación por las características especiales que tuvo el periodo, sobre la conformación urbana y la transformación del suelo, que paso a ser de rural a agrícola, especialmente en la zona de Zaragoza.

Otro referente que se revisó en el capítulo fueron los diferentes programas económicos y urbanos que planteó principalmente la federación y como influyeron en la promoción para el establecimiento de empresas transnacionales de maquiladora, lo que trajo con ello una activación económica de la región, lo que generó la creación de empleos para satisfacer la

demanda de la mano de obra, son embargo con esto trajo consigo un consumo de suelo habitacional, pero sin ninguna política que pudiera controlar el crecimiento urbano.

3. Metodología

El objetivo del presente capítulo es presentar la metodología que se seguirá durante el desarrollo de la investigación, el enfoque tiene que ver con la teoría de los sistemas debido a la diversidad de factores que inciden en el cambio de usos de suelo.

En este capítulo, se hará una breve reseña sobre las teorías de los sistemas, con el fin de comprender el modelo de simulación dinámica de la investigación, método en que se basará el desarrollo del proyecto. El segundo punto consiste en la presentación de la metodología que se propone para llevar a cabo la operación del modelo. La tercera parte del capítulo consta de la presentación del modelo conceptual y la base de datos que forman las variables del esquema, con los cuales será construido el modelo. En la cuarta sección se presentará la operación del modelo con los resultados obtenidos, mediante cuadros y gráficos.

3.1. Teoría de los sistemas

Para poder comprender de una mejor manera la metodología de este trabajo, se consideró importante mencionar la teoría de los sistemas.

Ludwing Von Bertalanffy en sus trabajos realizados entre los años 1950 y 1968, puso de manifiesto los principales objetivos sobre la teoría de los sistemas; explicada en los siguientes puntos:

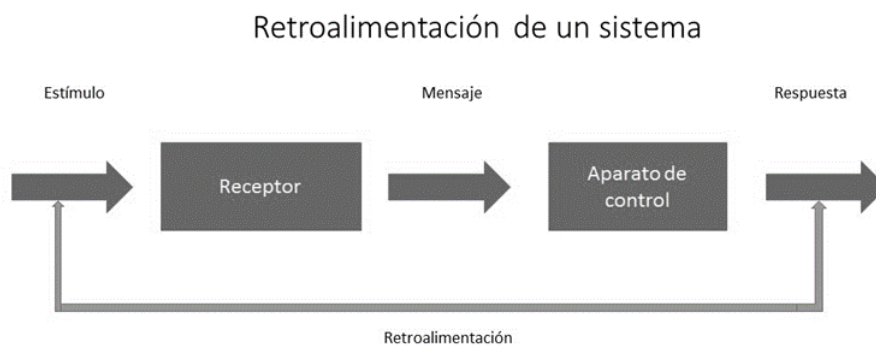
- Existe una tendencia general hacia la integración en las diferentes ciencias naturales y sociales.

- Esta integración parece girar en torno a la teoría general de sistemas.
- Dicha teoría pudiera ser un recurso importante para buscar una teoría exacta en los campos no físicos en la ciencia.
- Al elaborar principios unificados que corren “verticalmente” por el universo de las ciencias, esta teoría nos acercará a la meta de la unidad de ciencia.
- Esto puede conducir a una integración que hace falta en la instrucción científica.

En este sentido Von Bertalanffy (1976) menciona que un sistema se compone en primer lugar, por un receptor u “órgano sensorio”, posteriormente pasa a un centro donde se combinan los mensajes que llegan y transmiten un efecto, este a su vez responde a un mensaje que llega de tal manera que origina una respuesta.

En la figura 6, representa como se da la retroalimentación de un sistema:

Figura 6 Los sistemas de referencia.



Elaboración propia basado en Von Bertalanffy (2005)

La teoría de los sistemas se fundamenta en tres características que todos los sistemas comparten (Bertalanffy, 1976):

Primera: Cada sistema existe dentro de otro más grande, esto hace que los sistemas sean abiertos puesto que cada uno recibe y da algo a los sistemas adyacentes.

Segunda: Los sistemas abiertos se conocen, por un proceso de cambio infinito con su propio entorno, cuando el intercambio termina, el sistema se desintegra, ya que se pierden las fuentes de energía.

Tercera: Las funciones de un sistema dependen de su estructura.

Hoy en día la teoría general de los sistemas es un instrumento que facilita el estudio y análisis de los fenómenos que acontecen en la realidad. De igual manera hacen posible el pronóstico de una cierta realidad.

La teoría general de los sistemas explica cómo la integración teórica de los modelos se sitúa entre las construcciones altamente generalizadas de las matemáticas puras y las teorías determinadas de las disciplinas especializadas, además de analizar y explicar las relaciones del mundo empírico (Johansen, 2004).

En la construcción del modelo se permite la relación entre los agentes sociales, económicos y demográficos, Lowry (1964) definió el modelo como una simplificación de un sistema complejo, donde intervienen elementos que lo definen y se relacionan entre sí.

Así mismo la intención principal es contribuir a la comprensión de las fuerzas dinámicas que impulsan el crecimiento y la asignación de la tierra dentro de una región basándonos en las primeras teorías de localización donde se relacionan los factores que definen la ubicación de las fuerzas productivas.

El modelo ha evolucionado con la llegada y el desarrollo de las computadoras personales, la mayor parte de los modelos se desarrollaban bajo ecuaciones diferenciales, lo que hoy en día se puede resolver con programas computacionales como Stella, (Gilbert & Troitzsch, 2002).

Hay dos conjuntos de modelos: los que son de una elección racional y los modelos basados en los agentes. La elección racional incluye modelos de equilibrio utilizados en la teoría de juegos y la elección racional que inicia por especificar un conjunto de axiomas y probar las consecuencias que se derivan de supuestos, (Axelrod, 1997).

La composición del uso de suelo en el municipio de Juárez es un ejemplo de sistema complejo sobre los componentes: (demográficos sociales y económicos). Es precisamente la base para la construcción y diseño de la propuesta metodológica que se propone a continuación.

3.2.Propuesta metodológica

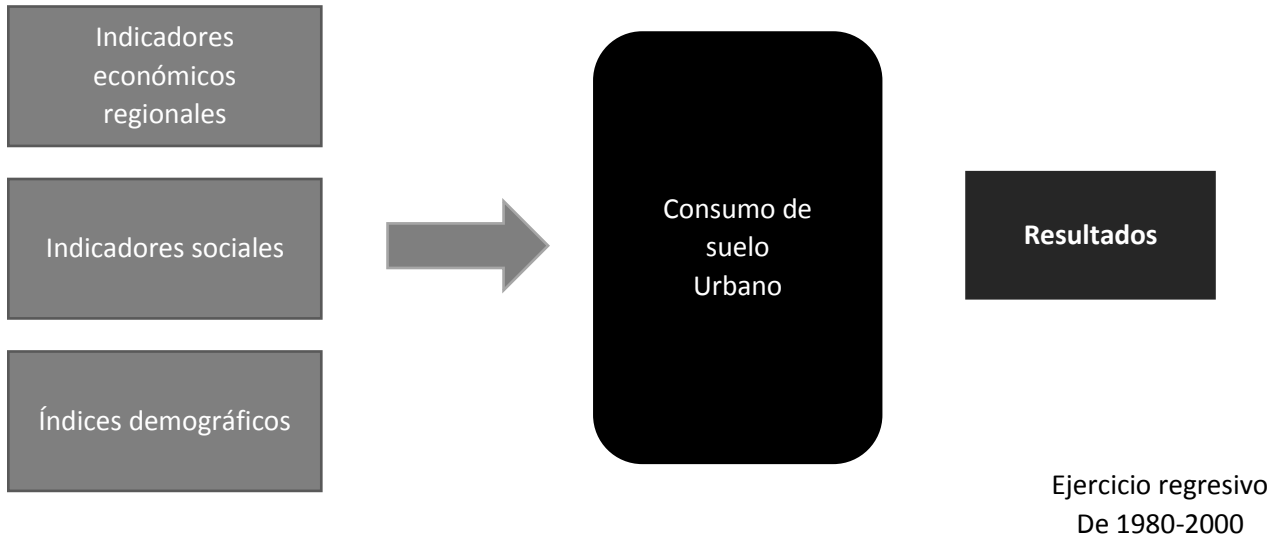
La presente metodología está basada en las diferentes teorías estudiadas en el pasado capítulo de marco teórico. El estudio se abordará metodológicamente desde la teoría de los sistemas, dadas las características del fenómeno de estudio. Por lo anterior, la metodología tiene como punto de partida la construcción del modelo conceptual del fenómeno de estudio, (Guhathakurta, 2003).

Para poder describir y analizar el fenómeno del cambio de uso de suelo a partir de los agentes económicos, demográficos y sociales, se ha propuesto emplear un modelo de simulación dinámica, se define por “modelo” una representación de algo o una descripción simplificada de una entidad o un proceso, el modelo dinámico explica la interrelación entre los agentes a través del elemento tiempo, (Crespo Márquez, 2010).

Dicho modelo conceptual va a ser traducido al lenguaje del software Stella versión 9.0, para poder simular los escenarios de los cambios en las variables dependientes del estudio.

Se muestra en la figura 5, una primera etapa, como los modelos de simulación dinámica se construirán a partir de identificar los principales motores (económicos, demográficos y sociales) que generan el cambio del uso de suelo, considerados como variables independientes, y tomándolos con indicadores de dos periodos con escenarios retrospectivos.

Figura 7 Esquemas de metodología



3.3.Elasticidades

Las elasticidades se construyeron como parte de una calibración del modelo de simulación dinámica, es decir, para la construcción del modelo se consideran varios componentes entre ellos: sectores, convertidores, etc. para así poder tener una medición sobre el impacto de una variable en el consumo de suelo urbano, de esta manera se utilizan las elasticidades con el objetivo de evaluar la tasa de conversión de una actividad sobre otra con información real y validada.

Las elasticidades representan una tasa de conversión que afecta las variables independientes mediante la relación entre ellas, es decir, se considera como elasticidad a la relación que existe entre las variables dependientes y las independientes, la relación se general a partir de la base de datos construida y representada en el periodo de estudio. En el caso de la investigación se relacionó el consumo de uso de suelo industrial, habitacional y comercial, con la generación de empleos en la maquiladora, o bien, la dinámica de demográfica se relacionó con el comportamiento del fenómeno del consumo de suelo.

Antes de realizar el análisis de elasticidades, se debieron uniformar los datos llenando los vacíos de las muestras que se obtuvieron de las diferentes variables, por ejemplo: en el caso de los usos de suelo, únicamente se tenían tres muestras con datos del IMIP (2010), y a través de una proyección de tasa media, se obtuvieron los datos intermedios entre las muestras, de esta manera se obtuvieron también los datos de población.

Para el análisis de las elasticidades, se transformaron los datos en logaritmo natural, para hacer una recreación de las relaciones en el programa de análisis estadístico IBM SPSS Statitics versión para fines educativos, En la siguiente tabla se muestra la construcción de las elasticidades mediante la relación de las variables, así como los resultados obtenidos del análisis y lo significativo que llegan a ser los datos.

Tabla 1 Obtención de elasticidades

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	.988 ^a	.976	.975	.07625

a. Predictores: (Constante), Empl_ind

ANOVA^a

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4.525	1	4.525	778.224	.000 ^b
	Residuo	.110	19	.006		
	Total	4.635	20			

a. Variable dependiente: Suelo_Ind

b. Predictores: (Constante), Empl_ind

Coefficientes^a

Modelo		Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	-3.406	.366		-9.310	.000
	Empl_ind	.881	.032	.988	27.897	.000

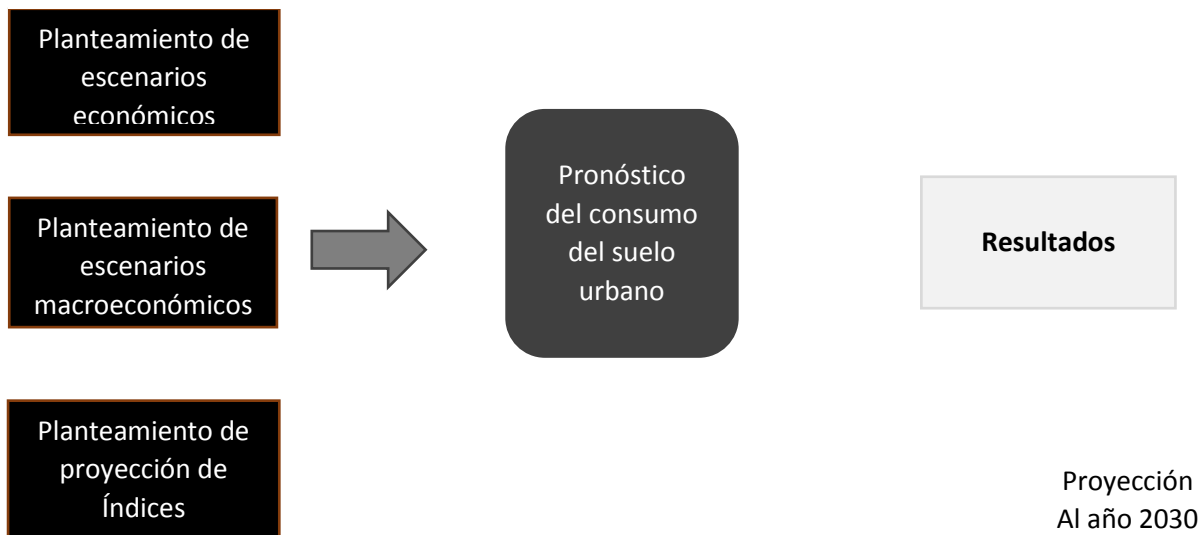
a. Variable dependiente: Suelo_Ind

La figura 8, muestra la metodología de una segunda etapa, donde se construirá un modelo de simulación dinámica a partir del planteamiento de diferentes escenarios, con las variables empleadas en el ejercicio regresivo antes descrito.

En esta etapa, se construirá un modelo de simulación dinámica a partir del planteamiento de diferentes escenarios, con las variables empleadas en el ejercicio regresivo antes descrito.

Los resultados preliminares presentarán una estimación sobre el consumo de uso de suelo, el otro resultado tendrá como objetivo identificar cual será la demanda espacial en el municipio de Juárez en una proyección al año 2030.

Figura 8 Metodologías de estimación



3.4.Construcción de bases de datos

Para la construcción de la base de datos que operaran el modelo de simulación dinámica, es necesario tener plenamente identificadas nuestras variables independientes que afectan el fenómeno de estudio. Dicho en otras palabras, son los motores que inciden en las variables dependientes del objeto de estudio.

1) Actividad Económica

En el municipio de Juárez la principal actividad económica es la industria y representada principalmente por la industria maquiladora.

Aunque parece obvio que la principal actividad económica en el Municipio de Juárez sea la Industrial y principalmente la manufacturera, se pretendió confirmar la aseveración basándonos en datos del censo económico y representar en un gráfico los principales centroides de unidades económicas y la concentración de empleo de tipo industrial con escala de agebs, en el municipio de Juárez.

En la tabla No. 5, se muestra el comportamiento del empleo de tipo industrial, en el municipio de Juárez, a partir del año 1980 cada cinco años, hasta el año 2006.

Tabla 1 Tabla de Empleos

Empleos en la industria maquiladora en el municipio de Juárez (1980-2006)	
Año	Personas ocupadas
1980	39,402
1985	62,622
1990	130,000
1995	153,322
2000	249,380
2001	228,445
2002	200,891
2003	194,642
2004	204,542
2005	218,022
2006	239,166
Elaboración propia con datos de INEGI industria maquiladora de exportación	

De esta manera, para la elaboración del sistema de simulación dinámica se basará en la demanda del empleo, generado por la apertura o clausura de empresas maquiladoras al municipio. Como consecuencia de políticas económicas en la década de 1980, el municipio experimentó una amplia base industrial y el número de maquiladoras creció.

Sobre la base de los datos históricos, se dice que se necesitan unos 17 metros cuadrados de espacio para acomodar a cada puesto de trabajo adicional en la Industria maquiladora (Peña y Fuentes, 2007).

2) Población

El modelo del sector demográfico incluye el crecimiento natural de la población, que éste a su vez es causado por los factores de nacimiento y muertes, además de los factores socioeconómicos como la inmigración y la emigración. Estas dos últimas variables están en

función de la atracción que genera el empleo de la industria maquila sobre los flujos migratorios.

Según Peña y Fuentes (2007) es probable que para cada puesto adicional en la industria maquiladora hay una probabilidad del 5%, de que un trabajador migre, es decir por cada 20 nuevos puestos de trabajo en la maquila, un nuevo migrante llega a la ciudad. La probabilidad de emigración está en un 25%, lo que significa que, si hay una pérdida de 40 puestos de trabajo, entonces uno de los trabajadores sale de la ciudad.

La tabla No.6 el comportamiento de población en el municipio de Juárez a partir del año 1900 hasta el año 2010, de acuerdo con los datos obtenidos en INEGI (2015).

Tabla 3 Historial de crecimiento de población

Tabla de historial sobre población y espacio Urbano en el Municipio de Juárez de 1900-2010	
Año	Población
1900	8,218
1910	10,621
1920	19,457
1930	39,669
1940	48,881
1950	131,308
1960	276,995
1970	424,135
1980	567,365
1990	798,499
1995	1,011,786
2000	1,218,817
2005	1,313,338
2010	1,318,301

Elaboración propia con datos de INEGI conteos de población 1980,1990, 2000, 2010

3) Usos de Suelos

Los usos de suelo que se consideran para la construcción del modelo de simulación dinámica, son tres; industrial, residencial y comercial. Esta selección de usos de suelo se justifica por la interacción entre ellos, es decir, cómo la vivienda está directamente relacionada con la demanda de empleo y la necesidad de comercio para satisfacer las necesidades de consumo de los habitantes.

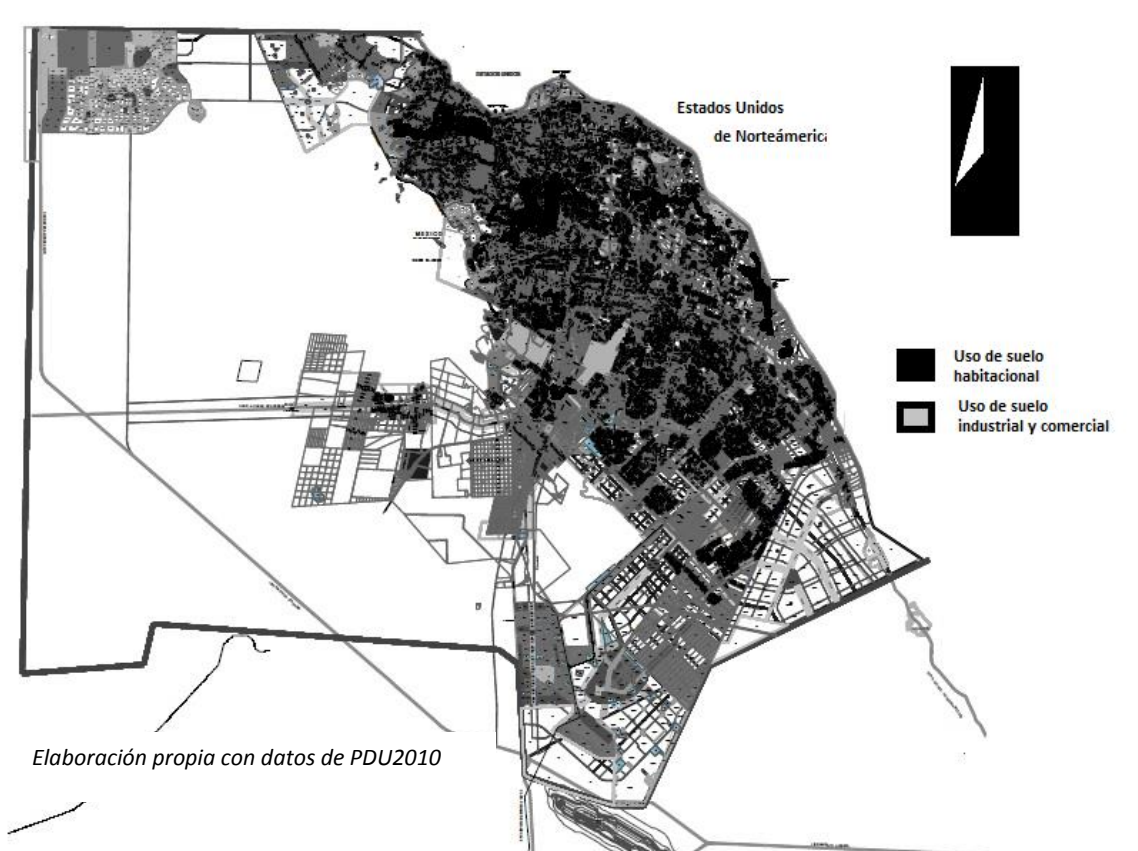
La siguiente tabla No.7, nos muestra en comportamiento de los usos de suelo en el municipio de Juárez en tres periodos, esta información puede ser de utilidad para validar los resultados del modelo de simulación:

Tabla 2 Comportamiento de los usos de suelo en el municipio de Juárez.

Usos de suelo en el municipio de Juárez (1995-2008)						
Uso de suelo	1995 Superficie en Hectareas	Porcentaje	2000 Superficie en Hectareas	Porcentaje	2008 Superficie en Hectareas	Porcentaje
Residencial	8,416	44.84	9,992	45.17	12,229	40.33
Industrial	1,209	6.44	1,844	8.34	1,806	5.96
Comercial	1,075	5.73	1,638	7.40	1,728	5.70
Mixtos	617	3.29	503	2.27	no indica	-
Espacios Abier	446	2.38	605	2.73	169	0.56
Vialidad	4,785	25.50	5,040	22.78	5,231	17.25
Lotes baldios	2,219	11.82	2,500	11.30	9,160	30.21
Otros						
Total	18,767	100.00	22,122	100.00	30,323	100.00
Elaboración propia, con datos de Fuentes y Peña 2007 Land Use Changes in Juarez, IMIP 2010.						

En la figura número 9, se presenta la zonificación secundaria del plan de desarrollo urbano del municipio de Juárez del 2009, en él se observa que el uso de suelo representa aproximadamente el 41%, mientras que los usos de suelo comercial e industrial suman un 12% aproximadamente, (IMIP, 2010).

Figura 8 Zonificación secundaria del Municipio de Juárez al año 2008.



3.5. Modelo conceptual

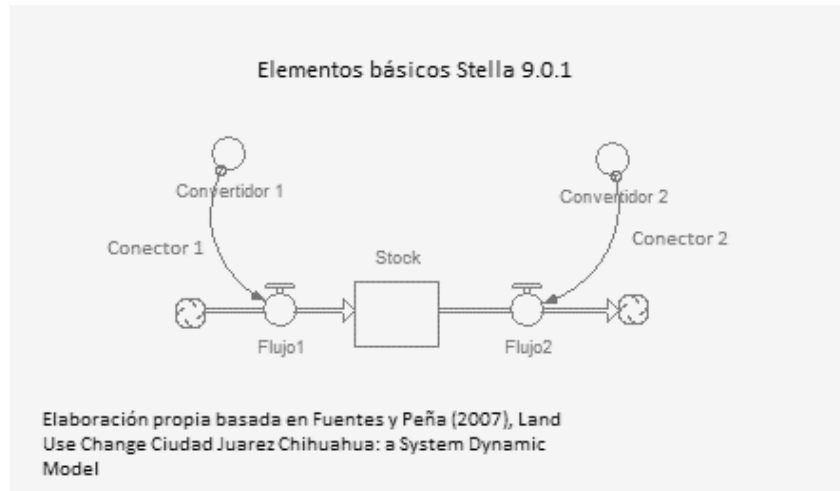
Como se mencionó con anterioridad para esta fase de la metodología se utiliza la herramienta del software Stella versión 9.0.1 versión académica, éste programa simula y proporciona un marco de referencia con una interface gráfica de usuario para la observación e interacción de aspectos cuantitativos de las variables de un sistema, (Cervantes A., Chiappa, & Simones, 2007).

La interfaz del programa se puede utilizar para describir y analizar sistemas biológicos, químicos o sociales muy complejos.

La complejidad del sistema se puede representar o sintetizar con solo cuatro elementos o bloques para construir el modelo de simulación dinámica: Stock, flujo, conector y convertidor (Cervantes A., Chiappa, & Simones, 2007).

En la figura No. 9, se muestra la conexión entre los componentes del modelo de simulación dinámica.

Figura 9 La conexión entre los componentes de simulación dinámica.



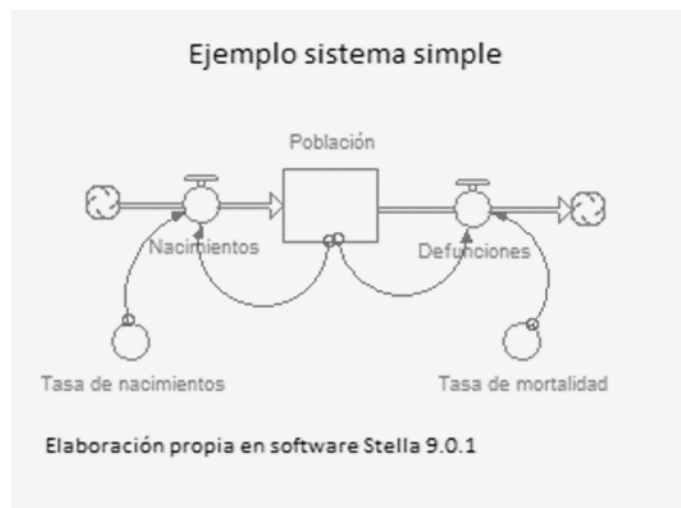
En el siguiente esquema de la figura No. 10, se presenta un modelo dinámico simple, se trata de un sistema demográfico en donde el stock es la población, de igual manera se presenta el convertidor positivo que es la tasa de natalidad, el convertidor negativo es la tasa de mortalidad, estos a su vez están ligados por conectores, el flujo positivo se compone por el resultado de la tasa de natalidad por la población inicial y el flujo negativo es compuesto por el producto de la tasa de mortalidad por la población inicial.

En el caso de la dinámica de población está impulsada por los factores naturales, tales como la natalidad y la mortalidad, en cuanto a los factores socioeconómicos, están afectados por la inmigración y emigración.

Para la construcción del modelo se consideró que la inmigración y la emigración iban en función del empleo de la maquiladora. Es decir, que de cada trabajador adicional empleado en la industria maquiladora hay un 5% de probabilidad de que el trabajador emigre, por lo tanto, de cada 20 empleos en la maquiladora un nuevo migrante al municipio de Juárez. En cuanto a la emigración, la posibilidad fue de 25%, es decir, que, de cada 40 empleos de trabajos perdidos, un trabajador abandona el municipio, (Peña y Fuentes, 2007).

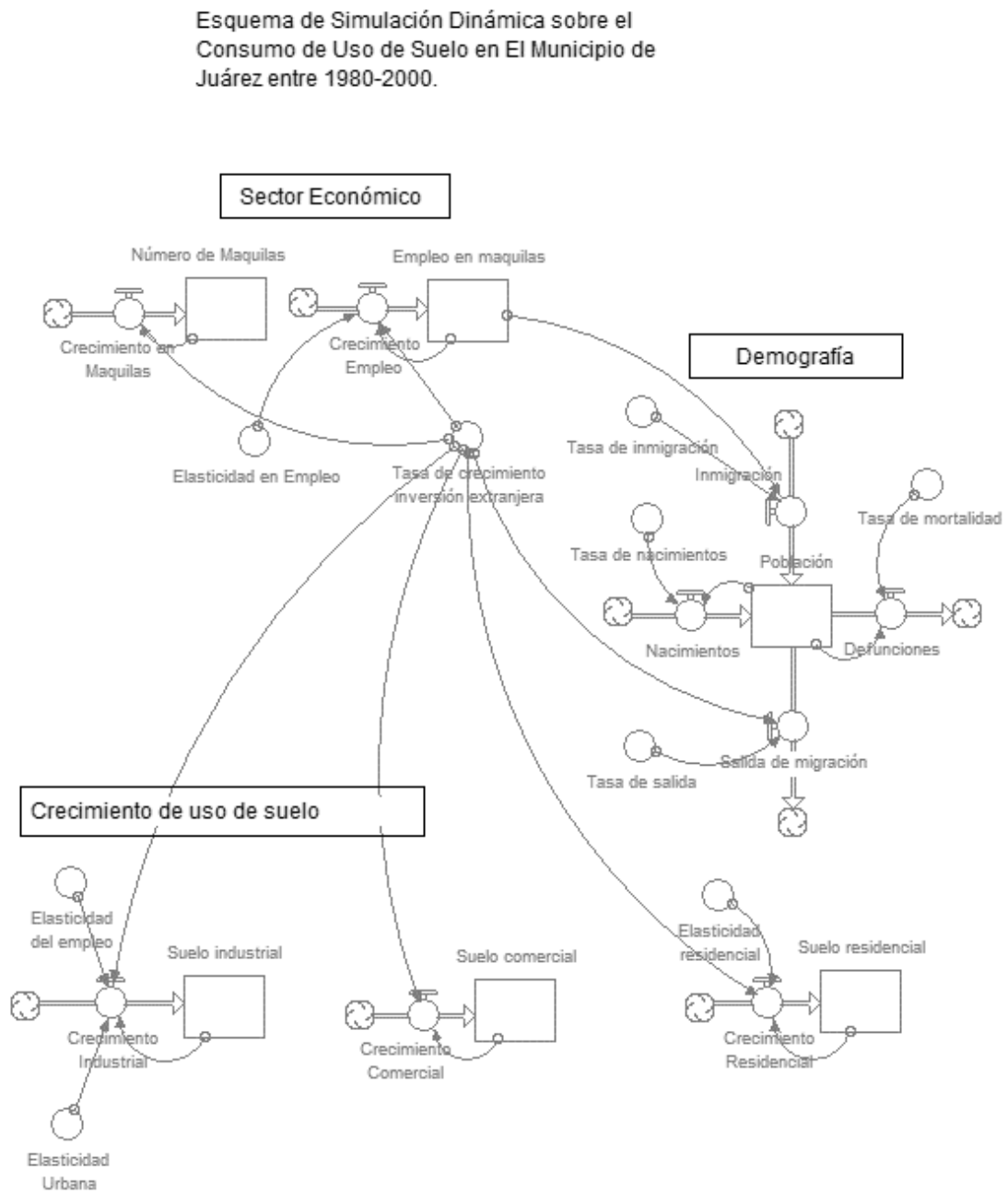
Los datos se tomaron de acuerdo a un estudio donde según Peña y Fuentes (2007), las probabilidades se calcularon en base a un proceso llamado “coincidencias de historiales” y los parámetros se encuentran a través de diferentes rondas de calibración del modelo.

Figura 10 Modelo dinámico simple



La figura No. 11 presenta la propuesta del diagrama causal es el resultado de la integración de tres sistemas de modelo de simulación, el primero está formado por la dinámica económica, el segundo sistema es el demográfico y el cuarto se forma por los usos de suelo que inciden en el fenómeno de estudio.

Figura 11 Esquema de simulación dinámica sobre el consumo de uso de suelo en el municipio de Juárez entre 1980-2000.



Fuente: elaboración propia, basado en Peña y Fuentes (2007), Land Use Change in Ciudad Juárez, Chihuahua: A System Dynamic Model.

En el planteamiento del modelo nos permite generar pronósticos basado en la dinámica que genera la interacción entre los agentes económicos, demográficos y sociales, planteando diversos escenarios del comportamiento económico regional y global.

Los resultados obtenidos serán de utilidad para generar una política municipal de manejo de suelo urbano.

3.6. Operación del modelo

Para la operación del modelo de simulación dinámica, uno de los componentes principales son las elasticidades que representan tasas de conversión, para la construcción del modelo se han considerado varios componentes que evalúan el impacto de la variable del consumo del suelo urbano y que estas a su vez tienen un efecto positivo o negativo en el flujo de las variables dependientes.

Para ejemplificar una elasticidad en el caso de este ejercicio, se puede tomar la relación entre el crecimiento del empleo de tipo industrial y el crecimiento de los diferentes usos de suelo de tipo, industrial, comercial y habitacional.

La tabla No. 6 muestra las variables utilizadas para la construcción del modelo regresivo del periodo del año 1980 al 2000.

Se tomó la población inicial del año 1980, con datos tomados del Censo de Población del INEGI.

El dato de la Tasa de Inmigración fue tomado del resultado del estudio realizado en el Colegio de la Frontera, donde se estimó que, en este periodo, de cada 20 empleos generados en la industria maquiladora 4 lo ocupaban personas que venían de otras partes del país.

La tasa de natalidad y mortalidad se obtuvieron de datos estadísticos de INEGI y CONAPO.

Para la tasa de crecimiento económico de Estados Unidos, se consideró de 3.52, ya que el auge mundial en la industria automotriz a partir de los años ochenta, principal asentamiento de naves industriales principalmente arneses, vestiduras, accesorios para automóviles y autocamiones.

Una vez identificadas las variables que componen el modelo, se procede a la captura en el software Stella ver. 9.1.0. La figura 12 representa la operación del sistema compuesto por las variables indicadas en la tabla No.6

Tabla 3 Bases de datos ejercicio 1980-2000

Demográfico		1980-2000
P	Población	567,365
T Inmgr	Tasa de Inmigración	0.05
T Emmgr	Tasa de Emigración	0.03
T Nat	Tasa de Natalidad	0.03
T Mor	Tasa de Mortalidad	0.01
Elast PobGdp	Elasticidad de crecimiento población	1.19
Empleo en maquiladora		
Emp Maq	Cantidad de empleo en maquiladora	39,402
Elas Emp	Elasticidad en el empleo	2.77

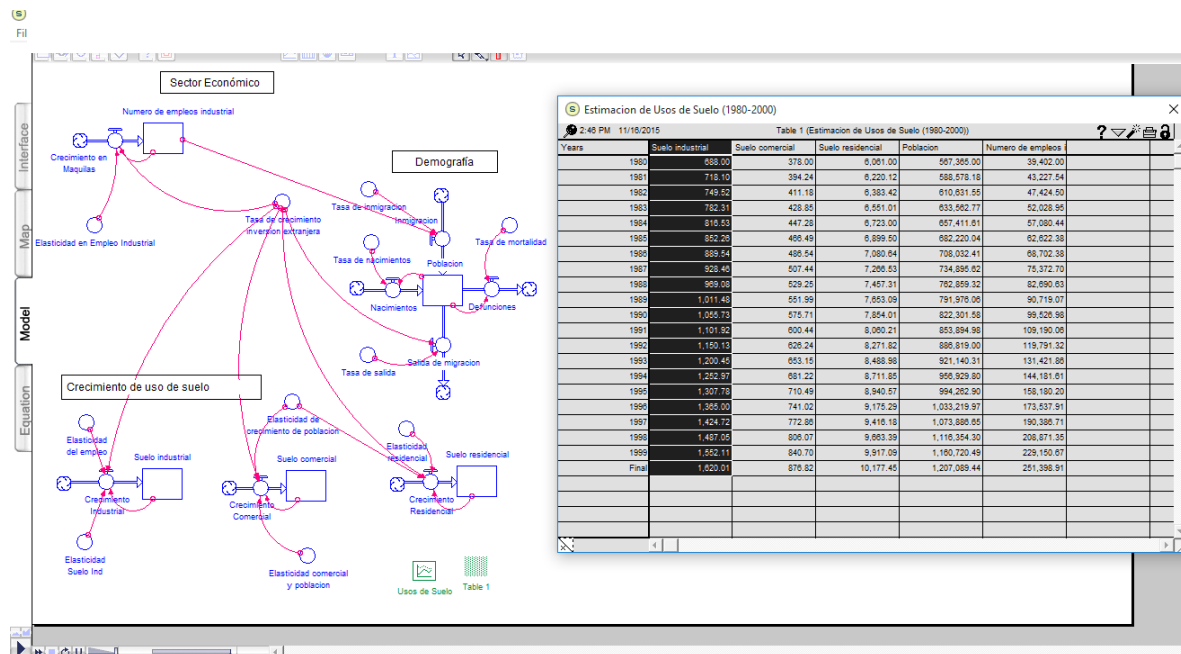
T CrecUS	Tasa de crecimiento económico EU	3.52
Usos de suelo		
Uso Ind	Uso de suelo industrial	378
Uso Com	Uso de suelo comercial	688
Uso Hab	Uso de suelo habitacional	6,061
Elast Urblnd	Elasticidad en el suelo urbano industrial	1.00
Elast ComPob	Elasticidad comercial con población	1.04
Elast UsoS Resid	Elasticidad uso de suelo comercial	0.63

Elaboración propia con datos de IMIP, INEGI 2000, COLEF.

Una vez que se operó el programa Stella 9.0.1, para estimar las variables deseadas, los datos obtenidos se concentraron en una tabla donde se adjuntó la información sobre el comportamiento real de población, esto con el fin de validar los resultados y evaluar el margen de confiabilidad.

En la tabla No. 12 se muestra los resultados obtenidos de la operación del sistema, junto con los datos reales para su validación.

Figura 12 Resultados obtenidos de la operación del sistema.



Elaboración propia, en programa Stella ver. 9.0.1

3.7. Ejercicio de proyección

La segunda etapa de la metodología consistió en la elaboración del modelo de estimación de usos de suelo, pero con una proyección al año 2030, las variables con las que se construyó el modelo se debieron considerar de acuerdo con el periodo de la temporalidad del ejercicio, es decir del año 2000 al año 2010.

Población inicial del año 2000, de acuerdo con el censo INEGI, en cuanto al fenómeno migratorio hubo una disminución en el flujo de llegada de migrantes del interior del país, por las crisis presentadas a finales de la década del año 2000 al 2010, ocasionando una disminución en el empleo en la industria maquiladora, (INEGI, inegi.org.mx, 2015).

La tasa de natalidad y mortalidad se obtuvieron de datos estadísticos de INEGI y CONAPO. El indicador del producto interno bruto de Estados Unidos bajo, debido a la crisis presentada a finales de la década del 2000. En la tabla 7, se muestra las variables consideradas para la construcción del modelo con una proyección al año 2030.

Tabla 4 Bases de datos ejercicio 2000-2030.

Demográfico		2000-2030
P	Población	1,218,817
T Inmgr	Tasa de Inmigración	0.03
T Emmgr	Tasa de Emigración	0.04
T Nat	Tasa de Natalidad	0.03
T Mor	Tasa de Mortalidad	0.0065
Elast PobGdp	Elasticidad de crecimiento población	1.20
Empleo en maquiladora		
Emp Maq	Cantidad de empleo en maquiladora	249,380
Elas Emp	Elasticidad en el empleo	1.98

T CrecUS	Tasa de crecimiento económico EU	2.08
Usos de suelo		
Uso Ind	Uso de suelo industrial	1,844
Uso Com	Uso de suelo comercial	1,638
Uso Hab	Uso de suelo habitacional	9,992
Elast Urblnd	Elasticidad en el suelo urbano industrial	0.98
Elast ComPob	Elasticidad comercial con población	0.75
Elast UsoS Resid	Elasticidad uso de suelo comercial	0.53

Elaboración propia con datos de IMIP, INEGI 2000, COLEF.

3.8 Evaluación multicriterio

Otros de los propósitos (además de obtener un estimado del comportamiento del uso de suelo de acuerdo con variables) es también identificar espacialmente el crecimiento del uso de suelo, tomando en cuenta características específicas que debe tener el suelo urbano donde se propone el crecimiento.

Teniendo un estimado de crecimiento del suelo, la evaluación multicriterio permite establecer espacialmente el lugar geográfico adecuado, donde se ubica el crecimiento urbano del suelo considerado en el análisis del consumo.

Para Gómez y Barredo (2005) la evaluación multicriterio es un conjunto de técnicas que apoyan en el proceso de toma de decisiones dentro de una amplia variedad de posibilidades.

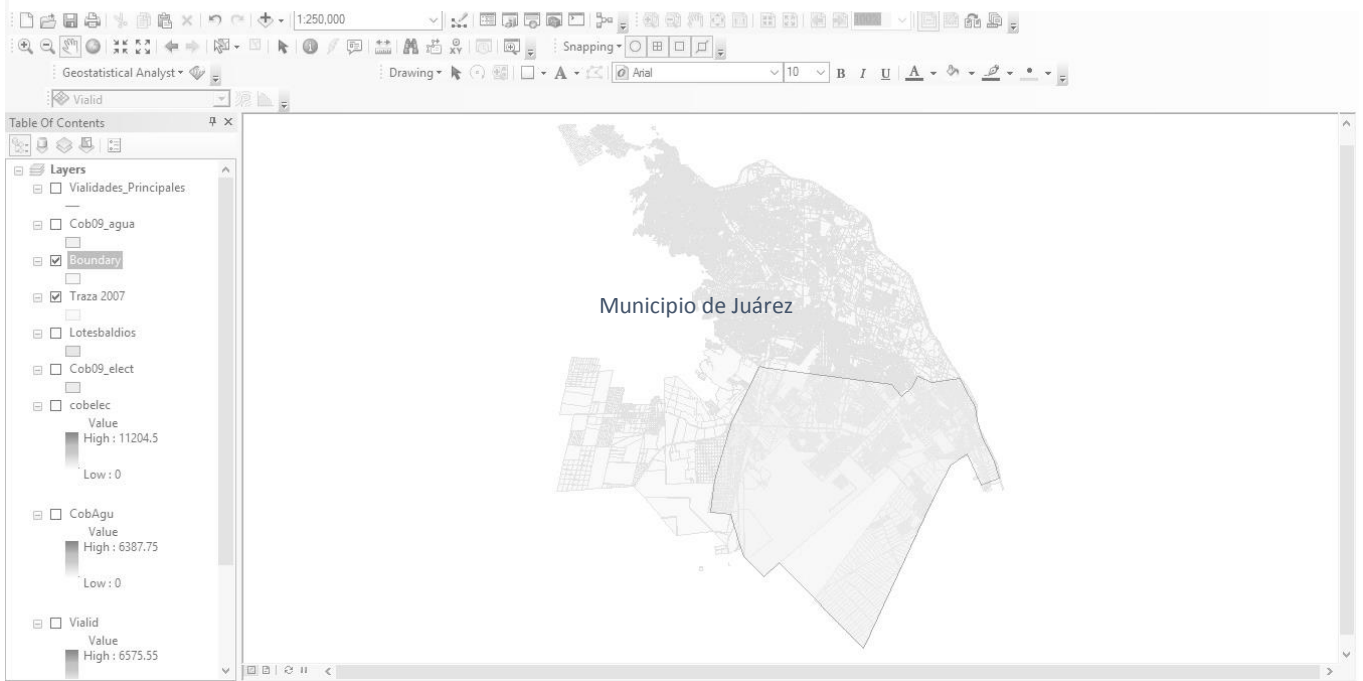
Este proceso tiene la implicación de evaluar la elección de alternativas que se basan en criterios muy concretos (Eastman, 1999).

Con la herramienta de los sistemas de información geográfica la evaluación multicriterio permite diseñar modelos de adecuación óptima de diferentes usos de suelo al igual de combinar diferentes objetivos y criterios (Gómez Delgado & Barredo, 2005).

Para este análisis de multicriterio se planteó una parte del Municipio de Juárez localizada al sur-poniente de éste, se sugirió esta área puesto que ha presentado en los últimos años una dinámica de crecimiento urbano, económico y principalmente el consumo de suelo de tipo industrial.

En la siguiente figura 13 se muestra el área planteada donde se realizó la evaluación multicriterio.

Figura 13 Delimitación del área para la evaluación multicriterio



Elaboración propia, programa ARC GIS versión educacional

De acuerdo con los datos obtenidos en la construcción del modelo de simulación dinámica en esa área del Municipio, se obtuvo el siguiente resultado sobre la estimación de tres tipos de uso de suelo que se han venido analizando en la presente investigación.

El siguiente cuadro muestra los resultados de la estimación de consumo de suelo considerando un periodo del año 2010 al 2025.

Estimación de consumo de suelo en área sur poniente del municipio de Juárez			
Año	Suelo Industrial	Suelo Habitacional	Suelo Comercial
2010	126	3,600	52
2011	127	3,627	53
2012	129	3,654	53
2013	130	3,682	54
2014	131	3,709	55
2015	133	3,737	55
2016	134	3,765	56
2017	135	3,793	57
2018	137	3,822	57
2019	138	3,850	58
2020	139	3,879	59
2021	141	3,908	59
2022	142	3,938	60
2023	144	3,967	61
2024	145	3,997	62
2025	147	4,027	62

Elaboración propia, en programa Stella ver. 9.0.1

Para la evaluación multicriterio se tomó en cuenta únicamente el uso de suelo industrial y se consideraron 4 factores que determinaran el valor de la localización del suelo que se ocupará (según la proyección) de 147 hectáreas en el año 2025.

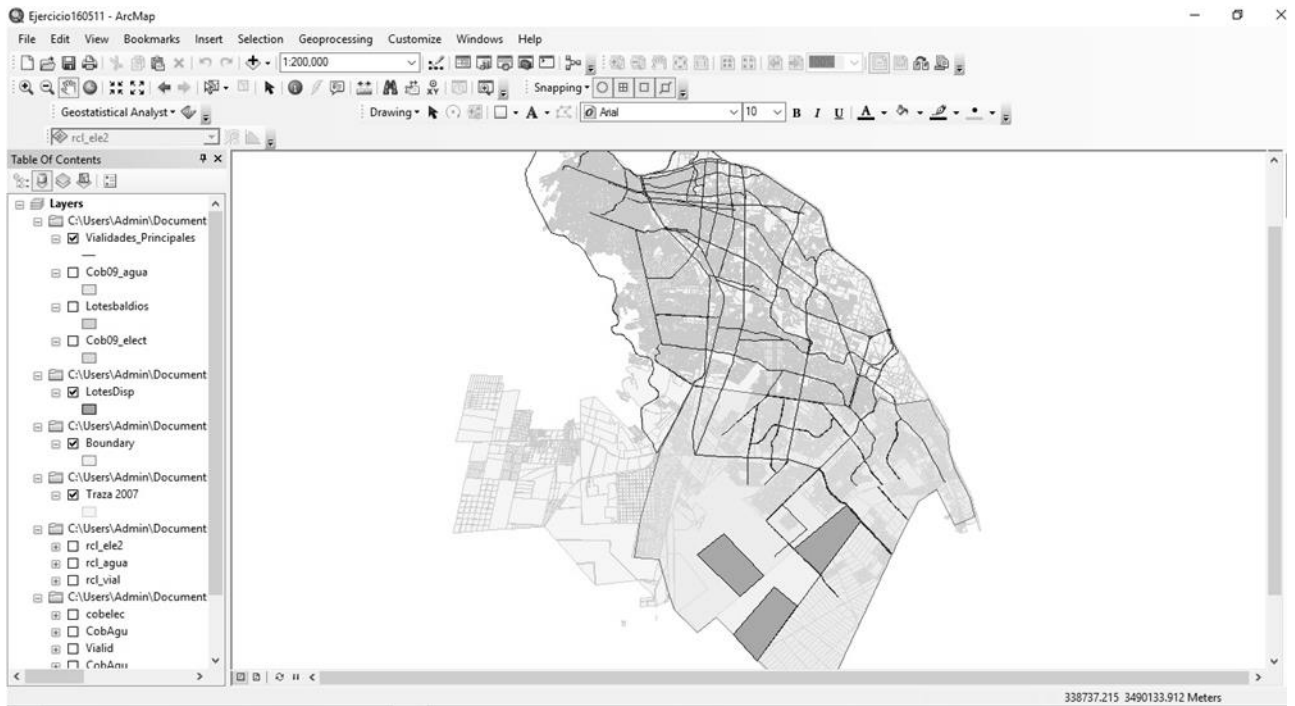
El siguiente cuadro muestra los factores que determinan la elección del promedio óptimo.

Variables para determinar el promedio óptimo							
No.	VARIABLES	Tipo	Accesibilidad	Infraestructura	Suelo	Parámetro	Criterio
1	Vialidades principales	Accesibilidad regional	60	20	20	Distancia	<DIST>LOC
2	Red de agua potable	Infraestructura	20	60	20	Distancia	<DIST>LOC
3	Red eléctrica					Distancia	<DIST>LOC
4	Disponibilidad de suelo (Baldíos)	Suelo	20	20	60	Superficie (Ha)	LOT4-140Ha>LOC

Elaboración propia, enero 2018

La figura siguiente muestra la disponibilidad de las variables en la zona que se analizó, en ellas se muestran los archivos con atributos de entidades geográficas (*shapes*) para realizar una reclasificación y convertirlos en formato de modelo geodatabase (*raster*) para obtener su valor de localización.

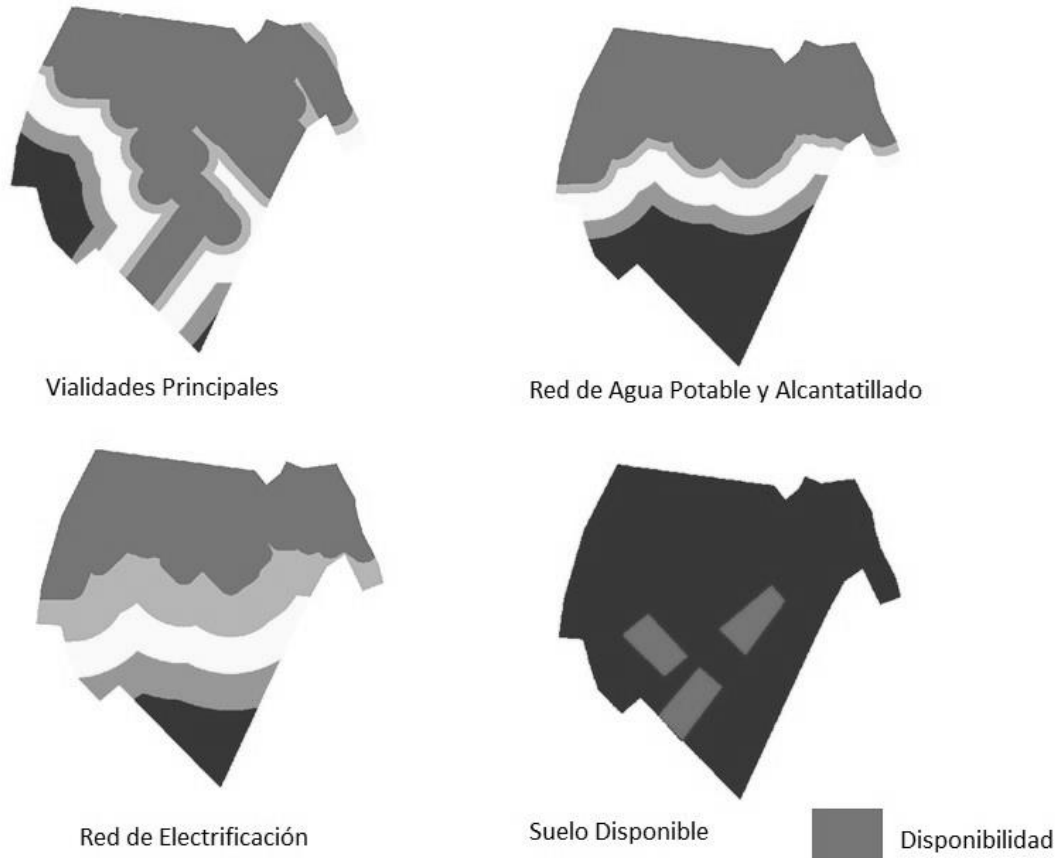
Figura 14 Localización de área de estudio, sur poniente del Municipio de Juárez



Elaboración propia, programa ARC GIS versión educacional enero 2018

Una vez que se reclasificaron las cuatro variables propuestas para el análisis multicriterio, se generó una transformación de datos discretos a continuos, para posteriormente hacer una nueva reclasificación de los datos y convertirlos en formato (*raster*), tal y como lo muestra la figura siguiente.

Figura 15. Reclasificación de datos continuos de las variables en la zona sur-poniente del Municipio de Juárez



Elaboración propia, programa ARC GIS versión educacional enero 2018

El siguiente paso, es la construcción de modelos utilizando algebra de mapas, combinando los grupos de variables con una función logarítmica de adición ponderada, para obtener su valor de localización. Las fórmulas planteadas con las ponderaciones del cuadro inicial se

expresan de la siguiente manera para cada una de las variables (accesibilidad, infraestructura y disponibilidad de lotes):

$$\text{Localización}_{Acces} = f \{ \text{ACCESS} * (0.6) + \text{INFRA} * (0.2) + \text{SUELO} * (0.2) \} \\ (("rcl_vial" * 0.6)) + (("rcl_agua" * 0.1) + ("rcl_ele2" * 0.1)) + (("rcl_bald" * 0.2))$$

$$\text{Localización}_{Infra} = f \{ \text{ACCESS} * (0.2) + \text{INFRA} * (0.6) + \text{SUELO} * (0.2) \} \\ (("rcl_vial" * 0.2)) + (("rcl_agua" * 0.3) + ("rcl_ele2" * 0.3)) + (("rcl_bald" * 0.2))$$

$$\text{Localización}_{Suelo} = f \{ \text{ACCESS} * (0.2) + \text{INFRA} * (0.2) + \text{SUELO} * (0.6) \} \\ (("rcl_vial" * 0.2)) + (("rcl_agua" * 0.1) + ("rcl_ele2" * 0.1)) + (("rcl_bald" * 0.6))$$

Finalmente se construye un modelo integral tomando en cuenta la suma de las fórmulas de algebra de mapas de las variables para identificar el lote con mayor valor de localización en función de las variables propuestas en el cuadro de ponderación. La siguiente figura se muestra el resultado del modelo integral y se asigna nomenclatura a cada uno de los lotes disponibles en el área de estudio.

$$\text{SueloIndustrial}_{Loc} = f (\text{ACCESS} + \text{INFRA} + \text{SUELO}) / 3$$

3.9 Interpretación y cierre del capítulo

En el presente capítulo se planteó la metodología utilizada para la investigación, así como la revisión de las teorías sobre los sistemas y la construcción de base de datos. De igual forma

se plantearon escenarios sobre la dinámica y el comportamiento de los agentes que componen el sistema, para conocer la estimación del consumo de suelo en el Municipio de Juárez.

Para la construcción del modelo de simulación dinámica se propusieron dos rangos de tiempo, el primero de 1980 al 2000, éste primer periodo fue elegido por la dinámica económica y social que presentó el Municipio de Juárez, por la influencia y dependencia de la economía global y sobre todo del vecino país (Estados Unidos), ya que el asentamiento de la industria maquiladora generó el incremento del empleo, esto a su vez provocó el desplazamiento de personas del interior de la república hacia el municipio.

Ante este escenario la necesidad de donde vivir de las familias que llegaban al Municipio, se presentó la creación de zonas habitacionales (muchas de ellas en la informalidad), ya que las autoridades se vieron rebasadas ante este fenómeno, porque no estaban preparadas para atender y satisfacer de infraestructura para el asentamiento humano.

Como pudimos revisar en los datos de INEGI (2015), para el año de 1980 el municipio contaba con 39,402 empleos en la industria maquiladora, para el año 2000 la cantidad de personas contratadas en la misma industria alcanzaba 249,380, lo que representó un incremento de 6.30 veces de empleos que se tenían a principios de la década de 1980.

En este sentido, de acuerdo con la estimación, para el año 1980 el uso de suelo industrial contaba con 688 hectáreas, y para el año 2000, incremento a 1620 hectáreas, aumentó 2.35 veces la superficie en el municipio. En cuanto al uso de suelo habitacional, para el año 1980 se contaba con 6,061 hectáreas, para el año 2000 el crecimiento fue de 1.68 veces, es decir, 10,177 hectáreas, sin embargo, a pesar de la generación de empleos en ese periodo la dinámica urbana se dio de una forma rebasada y dispersa.

El segundo periodo propuesto es del año 2000 al 2030, considerando esta proyección planteando un escenario de desaceleración económica en Estado Unidos, el planteamiento fue sugerido por la crisis vivida en el año 2008, afectando la inversión extranjera y la generación de empleos en el municipio, (Reforma, 2014).

De acuerdo a la dinámica del uso de suelo, los resultados obtenidos de la investigación fueron que, para el año 2000 el uso de suelo industrial contaba con 1844 hectáreas, mientras que para el 2030 se estima que se contará con 3,184 hectáreas, es decir, que se pronostica una desaceleración del consumo del suelo tanto en el industrial como el habitacional.

Con los datos obtenidos de la estimación se hace un análisis, reflexión de los resultados y se plantean unas recomendaciones sobre la proyección del consumo de suelo en el municipio de Juárez para los próximos 14 años.

4. Resultados

En el presente capítulo se realizó un análisis sobre los resultados obtenidos en la investigación en los diferentes ejercicios que se efectuaron. En primer lugar, se revisaron los resultados del ejercicio regresivo del periodo de 1980 al 2000, el segundo análisis corresponde los resultados de la estimación al año 2030, que contempló un primer escenario, y finalmente se revisaron los datos resultantes de la proyección al año 2030 pero donde se plantea un escenario distinto.

En la siguiente tabla podemos encontrar los resultados de la operación del modelo construido con las bases de datos mencionadas en el capítulo anterior, este ejercicio se planteó con un periodo de 1980 al 2000.

Tabla 5 Validación de resultados de proyección (1980-2000)

Tabla 11, Validación de resultados de proyección (1980-2000)					
Año	Población	Población Estimación	Estim_Uso_ Ind	Estim_Uso_ Resid	Estim_Uso_ Comc.
1980	567,365	567,365	688	6,061	378
1981	590,060	588,578	718	6,220	394
1982	613,662	610,632	750	6,383	411
1983	638,208	633,563	782	6,551	429
1984	663,737	657,412	817	6,723	447
1985	690,286	682,220	852	6,900	466
1986	717,898	708,032	890	7,081	487
1987	746,614	734,896	928	7,267	507
1988	776,478	762,859	969	7,457	529
1989	807,537	791,976	1,011	7,653	552
1990	798,499	822,302	1,056	7,854	576
1991	854,394	853,895	1,102	8,060	600

1992	914,202	886,819	1,150	8,272	626
1993	978,196	921,140	1,200	8,489	653
1994	1,046,669	956,930	1,253	8,712	681
1995	1,011,786	994,263	1,308	8,941	710
1996	1,032,022	1,033,220	1,365	9,175	741
1997	1,052,662	1,073,887	1,425	9,416	773
1998	1,073,715	1,116,354	1,487	9,663	806
1999	1,095,190	1,160,720	1,552	9,917	841
2000	1,218,817	1,207,089	1,620	10,177	877
	Confiabilidad	96%			

Fuente: elaboración propia con datos de estimación

Con el propósito de tener una validación sobre el modelo planteado, se revisó el modelo realizado por Peña y Fuentes (2007), para tener un punto de comparación se tomaron en cuenta algunos indicadores y datos.

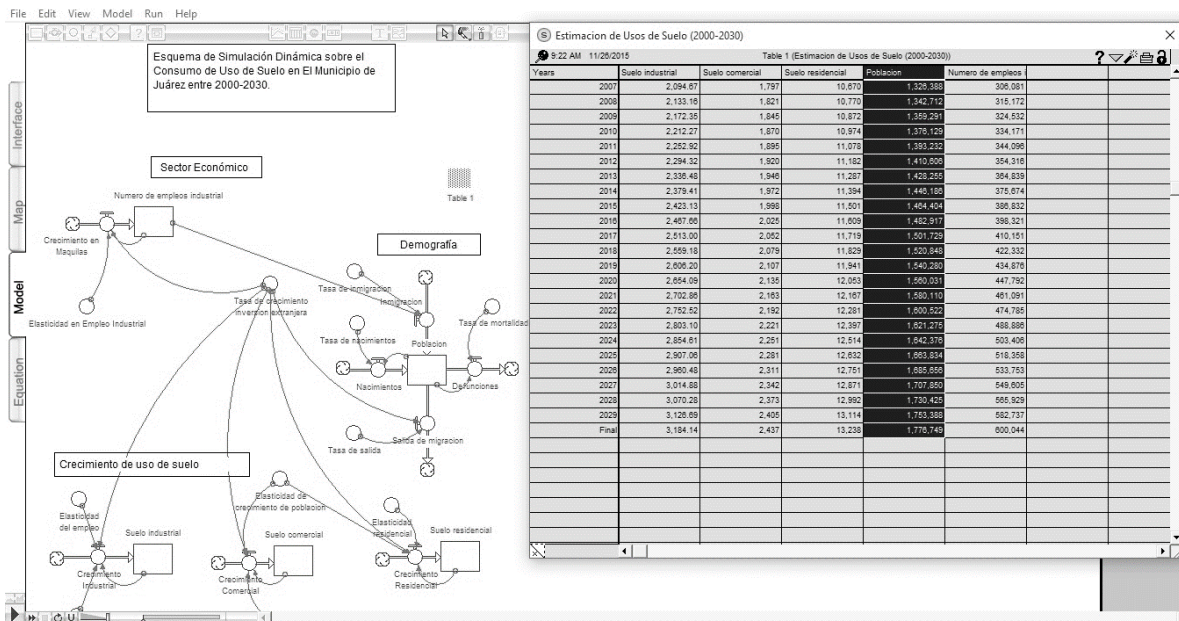
En estos resultados sobre el análisis del periodo del año 1980 al 2000, se pudieron observar similitudes con el modelo planteado por Peña y Fuentes (2007), en este sentido podemos encontrar que en el periodo del año 2007 al 2010, el comportamiento demográfico en el modelo planteado hubo un índice de mortalidad de 5.45, lo que se traduce que por cada 1000 habitantes en el municipio había 5 defunciones (Peña & Fuentes , Land Use Changes in Ciudad Juarez, Chihuahua: A Systems Dynamic Model, 2007).

4.1. Ejercicio de proyección

La segunda fase del ejercicio metodológico es la construcción del modelo de simulación dinámica pero ahora con una proyección al año 2030, creando un pronóstico sobre el comportamiento del suelo urbano de los tres principales usos de suelo.

Una vez identificadas las variables y elasticidades que conforman los sistemas y subsistemas del modelo de simulación dinámica, se procedieron con la captura para posteriormente operar el software Stella ver. 9.0.1. En la figura No. 10, se presenta la operación del modelo con la proyección al año 2030.

Figura 13 Operación del modelo con proyección al año 2030.



Elaboración propia en programa Stella ver. 9.0.1.

Los resultados obtenidos en la estimación de las variables de uso de suelo con proyección al año 2030, se presentaron en una tabla, donde se añadieron los datos del comportamiento de población del periodo propuesto. Cabe resaltar que para obtener la información de la población con proyección al año 2030 y años intermedios a los censos de población del INEGI, se construyó una base de datos en el software IBM SPSS, que es un programa de análisis estadístico y permite realizar proyecciones estadísticas sobre temas de tipo social.

En la tabla 9, se observan los resultados obtenidos con la operación del modelo con una proyección al año 2030, y donde se integra el comportamiento poblacional, para validar la confiabilidad de los resultados.

Tabla 6 Validación de resultados de proyección (2000-2030)

Validación de resultados de proyeccion (2000-2030)						
Año	Población	Población Estimación	Estim_Uso_ Ind	Estim_Uso_ Resid	Estim_Uso_ Comc.	
2000	1,218,817	1,218,817	1,844	9,992	1,638	
2001	1,233,499	1,231,005	1,878	10,086	1,660	
2002	1,248,402	1,243,315	1,912	10,181	1,682	
2003	1,263,530	1,255,748	1,948	10,277	1,704	
2004	1,278,888	1,268,306	1,983	10,374	1,727	
2005	1,294,480	1,280,989	2,020	10,472	1,750	
2006	1,310,312	1,293,799	2,057	10,570	1,773	
2007	1,326,388	1,306,737	2,095	10,670	1,797	
2008	1,342,712	1,319,804	2,133	10,770	1,821	
2009	1,359,291	1,333,002	2,172	10,872	1,845	
2010	1,376,129	1,346,332	2,212	10,974	1,870	
2011	1,393,232	1,359,796	2,253	11,078	1,895	
2012	1,410,606	1,373,394	2,294	11,182	1,920	
2013	1,428,255	1,387,127	2,336	11,287	1,946	
2014	1,446,186	1,400,999	2,379	11,394	1,972	
2015	1,464,404	1,462,305	2,423	11,501	1,998	
2016	1,482,917	1,476,928	2,468	11,609	2,025	
2017	1,501,729	1,491,697	2,513	11,719	2,052	
2018	1,520,848	1,506,614	2,559	11,829	2,079	
2019	1,540,280	1,536,747	2,606	11,941	2,107	
2020	1,560,031	1,552,114	2,654	12,053	2,135	
2021	1,580,110	1,567,635	2,703	12,167	2,163	
2022	1,600,522	1,583,312	2,753	12,281	2,192	
2023	1,621,275	1,599,145	2,803	12,397	2,221	
2024	1,642,376	1,615,136	2,855	12,514	2,251	
2025	1,663,834	1,631,287	2,907	12,632	2,281	
2026	1,685,656	1,647,600	2,960	12,751	2,311	
2027	1,707,850	1,664,076	3,015	12,871	2,342	
2028	1,730,425	1,680,717	3,070	12,992	2,373	
2029	1,753,388	1,697,524	3,127	13,114	2,405	
2030	1,776,749	1,714,500	3,184	13,238	2,437	
Confiabilidad		94%				

Fuente: elaboración propia con datos de estimación.

En la tabla anterior, se puede observar el resultado de la proyección de la cantidad de usos de suelo hacia el año 2030. Según la estimación, el uso de suelo industrial alcanzará un área de 3,184 hectáreas para el año 2030, mientras que el uso de suelo habitacional tendrá una extensión de 13,238 hectáreas, para el uso de suelo comercial se alcanzará un área de 2437

has. Esto tiene una tendencia menor de crecimiento en lo observado en el periodo 1980-2000 que se mostró anteriormente, en los tres usos de suelo.

En los resultados de esta proyección se observa una tendencia similar que, en el modelo anterior, donde el uso de suelo predominante ha sido el habitacional, sin embargo, la tendencia de crecimiento del suelo industrial disminuye a causa de falta de inversión extranjera en el municipio, en el supuesto expresado en el escenario planteado.

4.2. Análisis Multicriterio

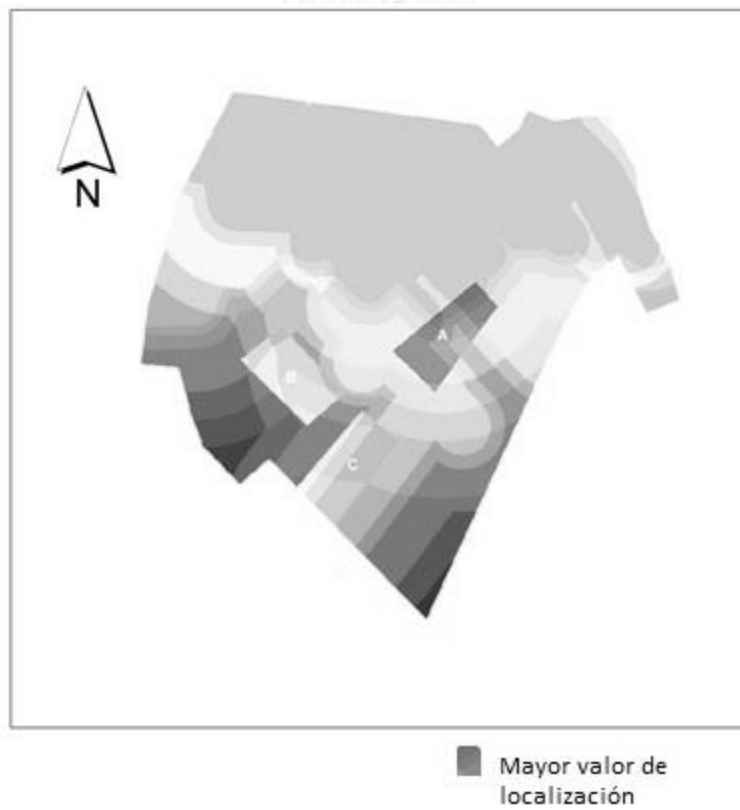
En el análisis espacial multicriterio se determinó la localización del predio con uso de suelo industrial ubicado en la zona sur poniente del Municipio. De acuerdo a las tres variables propuestas (vialidades accesibles, infraestructura y disponibilidad de suelo), se identificó el valor de localización de 3 predios nombrados A, B y C con reserva para suelo industrial y con una extensión aproximada a las 147 hectáreas, (IMIP, Plan Director de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, Chih., 2010).

El terreno C que se encuentra disponible, tiene muy poco valor de localización es por la escasa cobertura de los principales servicios y el alejamiento de las vialidades.

El terreno B, se puede considerar como el valor medio de localización, sin embargo, no tiene cobertura de servicios de agua y electricidad.

El terreno disponible con más alto valor de localización es el predio A, por tener la cobertura del servicio, localizarse cerca de las vialidades, con alto valor de disponibilidad.

Modelo Integral del valor de localización de predios disponibles para suelo industrial en la zona sur-poniente del municipio de Juárez



Elaboración propia, programa ARC GIS versión educacional enero 2018

5. Conclusiones

El resultado de la investigación permite la comprobación de la hipótesis planteada, ya que se demuestra la relación existente entre los agente económicos, demográficos y sociales, y como han sido determinantes para la dinámica del consumo de suelo en el municipio de Juárez, la conjugación de estos factores determina la morfología del Municipio aunado con las relaciones comerciales y sociales en la región (Thrall, 1987).

Lo datos arrojados del modelo de simulación dinámica construido, podemos observar que el principal uso de suelo que presenta el Municipio de Juárez es el habitacional, seguido por el industrial, esto obedece a la relación entre la dinámica económica y la ocupación del suelo.

La primera pregunta de investigación se responde mediante los resultados del modelo de la simulación dinámica, cuando vemos la estimación del consumo de suelo habitacional, industrial y comercial mediante la relación de los agentes económicos y sociales.

De igual manera se puede tener una visión a futuro del comportamiento del consumo de suelo de las variables dependientes propuestas en la investigación.

Se puede observar que, en la década de 1980, el crecimiento del suelo habitacional fue casi del 60%, mientras que el uso de suelo industrial representó un crecimiento del 42% en esa

década, a esto se puede decir que la actividad principal generadora de cambios de uso de suelo es la industrial, y principalmente la inversión extranjera con el asentamiento de plantas maquiladoras. La dinámica económica de la región depende en gran parte de la economía de Estados Unidos.

La estimación de consumo de suelo hacia el año 2030 tiene la tendencia de crecimiento, pero no con la misma intensidad que en el análisis del año de 1980 al 2000, en la década del 2000, se observa un crecimiento de uso de suelo habitacional de solo 9%, el suelo industrial tuvo un comportamiento similar de tendencia de crecimiento bajo, en este caso fue de 14%. Sin embargo, el crecimiento general del uso de suelo habitacional para el periodo del año 2000 al 2030, resultó del 30%.

Cabe mencionar que, a finales de la década del 2000, hubo una crisis mundial principalmente en el ramo automotriz, el impacto llegó a la región con la disminución de inversión extranjera lo que mermó el asentamiento de nuevas plantas maquiladoras en el municipio.

Es importante decir que actualmente existen dos posibles escenarios de tipo externo, pero inciden en la dinámica económica de la región. El primer escenario se desarrolla en torno a las negociaciones del Tratado de Libre Comercio entre los países de América del Norte, en el que México juega un papel importante ya que es uno de los principales proveedores de mano de obra calificada principalmente para Estados Unidos, sin embargo las políticas económicas del presidente estadounidense Donald Trump han apuntado más a la reactivación

interna de los Estados Unidos, es decir, ha procurado más que la industria se quede en los Estados Unidos, lo que provocaría una migración de algunas plantas maquiladoras hacia aquel país, dejando una reducción de empleos de manufactura en México, principalmente en las regiones de manufactura. Esto repercutiría en la desocupación de naves industriales. Otro posible escenario sería la emigración de personas hacia su lugar de origen al no contar con un empleo en la maquila, dejando casas inhabitadas al no poder continuar pagando el crédito que se tiene como prestación en el empleo de manufactura.

La dinámica económica del municipio depende casi en su totalidad a la industria y la inversión de empresas trasnacionales, esto es un riesgo de desarrollo para la región. Al tener el análisis del comportamiento del suelo se debe tener en cuenta el dinamismo con el que este cambia y cuáles son las afectaciones de desarrollo de la región.

Podemos entender que el suelo urbano es un organismo vivo, porque en él se desarrollan actividades de seres vivos, y en una región urbana se debe de tratar como tal. La planificación urbana es el instrumento para la aportación de soluciones para que el organismo funcione de una manera saludable.

Los fenómenos que se dan dentro de la ciudad están estrechamente relacionados con el quehacer diario de sus habitantes, si hay poco ordenamiento en sus usos de suelo, habrá poco ordenamiento en las actividades que ocurren en la ciudad. Es por eso, por lo que los análisis

espaciales de proyección y ordenamiento territorial llevan a la creación de políticas de manejo de suelo urbano, para hacer más eficiente el crecimiento y consumo de este.

Podemos hacer una analogía de la ciudad, y verla como un organismo vivo la cual presenta, dinámica entre sus órganos, así como enfermedades que merman la salud. El corazón del ser es la economía por ser un factor determinante para la transformación del suelo, incluso una transformación desde lo rural a lo urbano, las arterias son las vías de desplazamiento, cuando la ciudad presenta una movilidad insuficiente, se puede decir que la ciudad padece de una baja presión, por la problemática en su ingeniería en sus vialidades.

En este sentido, una de las razones principales para que se dé una planificación urbana efectiva, es la necesidad la intervención del estado en asuntos que converjan en la creación de políticas de manejo de suelo urbano, tal como lo expresa el Argomedo en Rodríguez y Peña (2015), en el capítulo 8.

Como lo expresa Rodríguez y Peña (2015) en el primer capítulo sobre las teorías de Planificación Urbana, donde dice que no hay una teoría que defina ni explique la solución de la problemática para cada ciudad, sin embargo, podemos identificar y basar alguna teoría que se apege a la contextualización del objeto de estudio. En este caso pudimos encontrar en algunas teorías la dinámica del fenómeno del suelo en el municipio, pero nos basamos fundamentalmente en la teoría sobre el consumo y renta del suelo urbano una relación muy estrecha con el comportamiento de la ocupación del suelo y los factores que inciden en la

dinámica urbana, tales como los agentes económicos, sociales y demográficos, haciendo una predicción del consumo del suelo en el municipio, al año 2030.

De esta manera nos llevó a comprobar la hipótesis, cuando expresamos que los agentes económicos, sociales y demográficos han sido determinantes para la dinámica del consumo del suelo urbano en el municipio de Juárez. Ya que la investigación nos llevó a la confirmación de dicha aseveración por lo observado en la investigación.

La dinámica económica que ha tenido el municipio de Juárez ha sido influenciada principalmente por la industria manufacturera y ha acaparado la transformación del suelo urbano siendo uno de los principales usos de suelo que tiene el municipio, ocupando el segundo lugar en extensión, seguido del suelo habitacional. Con la proyección del modelo de simulación dinámica al año 2030, se comprobó una tendencia de consumo de los principales usos de suelo, Uso Habitacional, Industrial y Comercial.

Sin embargo, con el análisis planteado en la estimación de suelo urbano, nos puede llevar al planteamiento de encontrar otras alternativas de actividades económicas, aprovechando las condiciones geográficas y de localización dentro de la región binacional, así como las dinámicas de interrelación que se dan dentro de este contexto.

De este modo se puede lograr un proceso de inclusión de otras actividades económicas donde se integren las diversas dinámicas de tipo económicas, sociales y culturales para la promoción de la diversidad y desarrollo económico urbano en el municipio, convirtiéndose en una ciudad global (Staudt, Fuentes, & Monárrez Fragoso, 2010).

6. Comentarios finales y sugerencias

Con base en el modelo de simulación dinámica que se construyó en la presente investigación se pueden realizar otras proyecciones de consumo de suelo en el municipio, es decir se sugiere analizar otras alternativas de cambio de suelo urbano, para diversificar las actividades económicas y así aprovechar la infraestructura existente.

El municipio depende de la actividad industrial tanto en un ámbito regional como en uno global, por eso es importante crear otra alternativa de actividad económica, como los servicios, no únicamente para satisfacer las necesidades de la industria local, sino para atender empresas nacionales e internacionales, esto podría desencadenar además de la generación de empleos, una proyección global sobre una diversificación de servicios.

La presente investigación ha demostrado que la dinámica económica en el municipio de Juárez se ha relacionado con la industria maquiladora y al mismo tiempo es un reflejo de la reorganización de la industria de los Estados Unidos, principalmente la automotriz.

El municipio ha experimentado una expansión en la industria maquiladora a partir de la década de los ochentas, y ha trascendido a otros sectores como, los demográficos y sociales.

El área urbana del municipio se expandió casi 2.44 veces y su población creció de medio a 1.2 millones en dos décadas.

Al igual que la expansión en la industria maquiladora, las recesiones o crisis de la economía norteamericana, también ha contribuido en la incertidumbre económica en el municipio, la recesión que se dio entre el año 2000 al 2008 en Estados Unidos trajo consigo la pérdida de 65,000 empleos (Peña y Fuentes, 2007).

Sin embargo, la pérdida de estos empleos y la salida de algunas empresas internacionales de la industria maquiladora provocaron la desocupación de naves industriales y lotes asignados para uso de suelo industrial. De esta misma manera sucedió con el uso de suelo habitacional, es decir, que, con la disminución del empleo en la maquiladora, las familias se regresaron a la su ciudad de origen y por consecuencia creciera el número de viviendas abandonas. Pero, como comenta Peña (2015), los usos de suelo permanecieron, por tratarse de un acervo o sea que no se puede disminuir, ya que el suelo sigue asignado para uso industrial, habitacional, comercial, etc.

Es importante que para la planificación urbana se consideren los sistemas de modelo de simulación dinámica, donde se planteen diversos escenarios de acuerdo a la dinámica entre los agentes económicos, demográficos y sociales, para determinar la estimación del consumo del suelo.

El modelo permite determinar cuánto suelo se necesita para el consumo de los diferentes usos, o bien, cual es la necesidad del mercado y el impacto que éste tendrá.

Al contar con una estimación sobre el consumo de suelo con una proyección a determinado año, es posible plantear la morfología de la ciudad, considerando los lotes dispersos y

disponibles para determinado uso de suelo mediante una evaluación multi-criterio considerando niveles de medida de datos espaciales donde se representen las categorías (uso de suelo industrial, habitacional, comercial, etc.) para su análisis. Así se determinaría el valor de localización de los lotes a través de un análisis de datos “raster”.

Finalmente, con la identificación de los lotes con características de valor de localización se puede replantear la reasignación del suelo adecuadamente, generando una planeación urbana más organizada, tomando en cuenta los sectores principales para el desarrollo de la región. Por otro lado, se puede considerar la información y los datos generados en la proyección del consumo de suelo urbano para la realización de políticas sobre el desarrollo urbano y los asentamientos humanos, así como el desarrollo económico del municipio.

El siguiente gráfico muestra un ejemplo de valor de localización de lotes disponibles para uso de suelo industrial en la zona sur del Municipio de Juárez.

Modelo de infraestructura para localización
óptima de suelo industrial en zona sur de
Municipio de Juárez

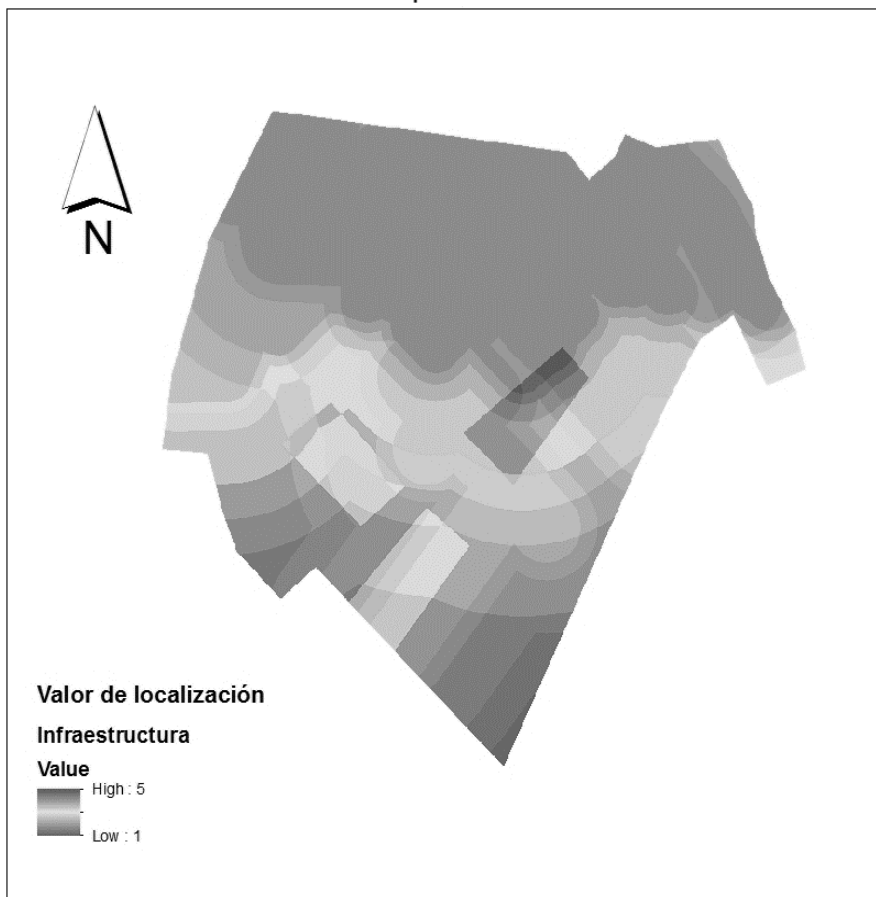


Figura 14 Elaboración propia con datos de INEGI, análisis de modelo de simulación dinámica.

noviembre 2017

La presente investigación, nos lleva a hacer una reflexión sobre el papel que jugamos los Planificadores Urbanos ante el reto de ofrecer alternativas reales para lograr el crecimiento ordenado que demandan los municipios del país.

Hoy más que nunca debemos de tomar en cuenta las teorías del Desarrollo y Suelo Urbano, para poder entender o descifrar la complejidad de la dinámica del crecimiento y desarrollo de un municipio, principalmente en un Municipio como lo es Juárez, ubicado en una región binacional que depende de factores económicos, sociales y demográficos.

Es necesaria la propuesta de métodos efectivos que sirvan para poder plantear políticas urbanas efectivas sobre el desarrollo económico y aprovechamiento del recurso del suelo con el que cuenta interiormente el municipio.

Las predicciones sobre el consumo el suelo habitacional, industrial y comercial, nos debe llevar a planear la manera efectiva de satisfacer las necesidades de los habitantes que en un momento dado se asentaran en el territorio que se proyecta

Es así como nosotros los planificadores urbanos nos convertimos en los cirujanos de la ciudad, haciendo operaciones del municipio a corazón abierto y velando por la salud de la economía urbana, previendo (mediante métodos e instrumentos) el buen desarrollo y crecimiento urbano.

Es también nuestra responsabilidad integrar a todos los sectores en las propuestas del desarrollo urbano, es decir, no debemos permitir que ningún sector se quede fuera del plan urbano si está involucrado en tal planificación.

Es nuestro deber acudir a las estancias gubernamentales, empresariales y de la sociedad civil, para informarles de los proyectos que pueden ayudar a la creación de la consolidación urbana.

Bibliografía:

- Alonso, J., Carrillo, J., & Contreras, O. (2000). *Trayectorias Tecnologías en Empresas Maquiladoras Asiáticas y Americanas en México*. Santiago de Chile: Red de Reestauración y Competitividad División de Desarrollo Productivo y Empresarial.
- Ampudia R., M. (2008). *Apuntes de: Economía Regional y Urbana*. Juárez Chih.: UACJ.
- Angelsen, A. (2007). Forest Cover Change in Space and Time: Combining The Von Thünen. *World Bank Policy Research Working*, 1-43.
- Axelrod, R. (1997). *The Complexity of Cooperation: Agent-Based Models of Competition and Collaboration*. Princeton, NJ.: Princeton University Press.
- Bertalanffy, V. L. (1976). *Teoría General de los Sistemas*. México: Editorial Fondo de Cultura Económica.
- Briassoulis, H. (2003). *Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches*. Morgantown: Regional Research Institute WVU.
- Camagni, R. (2005). *Economía Urbana*. México DF: Antoni Bosch Editor.
- Cámara de Diputados, C. (1993). *Ley General de Asentamientos Humanos*. México D.F.: Diario Oficial de la Federación.
- Capello, R. (2004). *Urban dynamics and growth: advances in urban economics*. Elsevier B.V.
- Caraveo C., B. (2009). El problema de la vivienda en Ciudad Juárez: los asentamientos humanos irregulares. *Nóesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 156-157.
- Cervantes A., Chiappa, X., & Simones, N. (2007). *Manual Práctico de Stella, software de simulación dinámica*. Santiago de Chile.
- Cervantes, A., Chiappa, X., & Simones, N. (2007). *Manual Práctico de Stella, software de simulación dinámica*.
- Crespo Márquez, A. (2010). *Dynamic Modelling for Supply Chain Management*. Sevilla, España: Springer.
- DiPasquale, D., & Wheaton, W. (1996). *C. Urban Economics and Real State Markets*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

- Eastman, J. (1999). Multi-criteria evaluation and GIS. *Geographical Information System*, 493-502.
- Fuentes, C. (2001). Los Cambios en la Estructura Intraurbana de Ciudad Juárez, Chihuahua, de monocéntrica a multicéntrica. *Frontera Norte*, Vol. 13, núm 25, enero-junio.
- Fuentes, C. (2001). Urban Function and its Effect on Urban Structure: The Case of Ciudad Juárez, Chih. *Journal of Borderlands Studies*, XV (2).
- Fuentes, C. (2008). La Estructura Urbana y las Diferencias Espaciales en el Tiempo de Traslado del Viaje al Trabajo en Ciudad Juárez, Chihuahua. *Estudios Demográficos y Urbanos*, Vol. 23, Núm. 1.
- Fujita, M. (1989). *Urban Economic Theory*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gilbert, N., & Troitzsch, K. G. (2002). *Simulation for the Social Scientists*. New York, NY.: Open University Press.
- Gómez Delgado, M., & Barredo, J. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multi-Criterio en la Ordenación Territorial*. Madrid: Ra-Ma.
- González de la Vara, M. (2002). *Breve historia de Cd. Juárez y su región*. México: Ediciones y gráficos Eón.
- Guhathakurta, S. (2003). *Integrated Land Use and Environmental Models: A Survey of Current Applications and Research*. New York, NY.: Springer.
- IMIP. (2003). *Plan Director de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, Chih*. Juárez, México: Ayuntamiento de Juárez, Chihuahua.
- IMIP. (2010). *Plan Director de Desarrollo Urbano de Ciudad Juárez, Chih*. Cd. Juárez, Chihuahua: Ayuntamiento de Juárez, Chihuahua.
- INEGI. (26 de junio de 2015). *inegi.org.mx*. Obtenido de <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx?e=08>.
- INEGI. (26 de 06 de 2016). *EMIME*. Obtenido de www.inegi.org.mx: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/economicas/maquiladora/default.aspx>
- Johansen, O. (2004). *Introducción a la teoría general de sistemas*. Santiago de Chile: LIMUSA Noriega Editores.
- Lowry, I. S. (1964). *A Model of Metropolis*. Santa Monica, CA: Rand Corporation.

- Marcial G., N. (2012). *Cambios en el Uso de Suelo en el Área Urbana de Ciudad Juárez, Chihuahua (1980-2012)*. Juárez: UACJ.
- Martínez, O. (1982). *Ciudad Juárez: el auge de una ciudad fronteriza, a partir de 1848*. México, D.F.: Fondo de la Cultura Económica.
- Meyer, W., & Turner, B. (1996). Land Use/ Land Cover Change: Challenges for Geographers. *Geojournal*, 237.
- Peña, S. (25 de Noviembre de 2015). Comentarios vistos en tutorías. Cd. Juárez, Chihuahua, México.
- Peña, S., & Fuentes, C. (2007). Land Use Changes in Ciudad Juarez, Chihuahua: A Systems Dynamic Model. *Estudios Fronterizos*, 65-89.
- Reforma. (3 de agosto de 2014). Se recupera industria maquiladora en Ciudad Juárez. *Diario de Juárez*, págs. http://diario.mx/Economia/2014-08-03_10443f01/se-recupera-industria-maquiladora-en-ciudad-juarez/.
- Rodríguez S., M., & Peña M., S. (2015). *Planeación Urbana y Regional: Teoría y Práctica*. Juárez, Chih.: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Romo Aguilar, M. d. (2015). *Planeación Urbana y Regional: Teoría y Practica*. Cd. Juárez Chih.: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Santiago Quijada, G. (2007). *Ciudad Juárez Cronología del siglo XX*. Juárez, México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.
- Santiago Quijada, G. (2013). *Políticas Federales e Intervención Empresarial en la Configuración Urbana de Ciudad Juárez, 1940-1992*. Cd. Juárez, Chihuahua: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, : El Colegio de Michoacán, A.C.
- Sidman, C., Ian Thrall, G., Elshaw Thrall, S., & J. Fik, T. (1993). The cascade GIS Difusion Model for Measuring House Absorption by Small Area whit Case Study of St. Lucie County, Florida. *The Journal of Real State Research*, 401-420.
- Staudt, K., Fuentes, C., & Monárrez Fragoso, J. (2010). *CITIES AND CITIZENSHIP AT THE U.S.-MEXICO BORDER THE PASO DEL NORTE METROPOLITAN REGION*. New York, NY: Palgrave Macmillan.
- Thrall, G. (1987). *Land Use and Urban Form*. Nueva York: Methuen, Inc.
- Thrall, G., Sidman, C., Thrall, S., & Fik, T. (1993). The Cascade GIS Diffusion Model for Measuring Housing Absorption by Small Area whit a Case Study of St. Lucie County, Florida. *The Journal of Real Estate Research*, 401-420.

