

RESILIENCIA, TERRITORIOS Y GOBERNANZA

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD



Marcela Virginia Santana Juárez, Guadalupe Hoyos Castillo, Giovanna Santana Castañeda, Francisco Zepeda Mondragón y Juan Roberto Calderón Maya
(Coordinadores)



Universidad Autónoma
del Estado de México

RESILIENCIA, TERRITORIOS Y GOBERNANZA

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD

Marcela Virginia Santana Juárez, Guadalupe Hoyos Castillo,
Giovanna Santana Castañeda Francisco Zepeda Mondragón y
Juan Roberto Calderón Maya

(Coordinadores)

Red Internacional de Territorios, Sustentabilidad y Gobernanza en México y Polonia (RETESyG)



Esta obra fue dictaminada por pares académicos ciegos, de acuerdo con las normas editoriales de la Facultad de Geografía, UAEM

Primera edición, octubre de 2019

RESILIENCIA, TERRITORIOS Y GOBERNANZA

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD

Marcela Virginia Santana Juárez | Guadalupe Hoyos Castillo | Giovanna Santana Castañeda | Francisco Zepeda Mondragón | Roberto Calderón Maya (coordinadores)

Universidad Autónoma del Estado de México
Av. Instituto Literario 100 Ote.
Toluca, Estado de México
C.P. 50000
Tel: (52) 722 277 3835 y 36
<http://www.uaemex.mx>



Esta obra está sujeta a una licencia *Creative Commons* Reconocimiento 4.0 Internacional. Puede ser utilizada con fines educativos, informativos o culturales siempre que se cite la fuente. Disponible para su descarga en acceso abierto en: <http://ri.uaemex.mx>

ISBN: 978-607-633-072-2

Hecho en México
Made in Mexico

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

Dr. en Ed. Alfredo Barrera Baca
Rector

M. en E. U. y R. Marco Antonio Luna Pichardo
Secretario de Docencia

Dr. en C.I. Carlos Eduardo Barrera Díaz
*Secretario de Investigación y Estudios
Avanzados*

M. en C. Jannet Valero Vilchis
Secretaria de Rectoría

Dr. en A. José Edgar Miranda Ortiz
Secretario de Difusión Cultural

Dra. en Ed. Sandra Chávez Marín
Secretaria de Extensión y Vinculación

M. en E. Javier González Martínez
Secretario de Finanzas

M. en Dis. Juan Miguel Reyes Viurquez
Secretario de Administración

Dr. en C.C. José Raymundo Marcial Romero
*Secretario de Planeación y Desarrollo
Institucional*

M. en L.A. María del Pilar Ampudia García
Secretaria de Cooperación Internacional

Dra. en Dis. Monica Marina Mondragón Ixtlahuac
Secretaria de Cultura Física y Deporte

Dr. en C.S. Luis Raúl Ortiz Ramírez
Abogado General

M. en R.I. Jorge Bernaldez García
Secretario Técnico de la Rectoría

Lic. en Com. Gastón Pedraza Muñoz
Director General de Comunicación Universitaria

M. en A.P. Guadalupe Santamaría González
*Directora General de Centros Universitarios
y Unidades Académicas Profesionales*

M. en D. F. Jorge Rogelio Zenteno Domínguez
Encargado del Despacho de la Contraloría Universitaria

M. en A. Jorge E. Robles Alvarez
Director de Publicaciones Universitarias

FACULTAD DE GEOGRAFÍA

Dr. en C.A. Francisco Zepeda Mondragón

Director

Dr. en Geog. Martín Panfilo Soto Romero

Subdirector Académico

Dra. en Geog. Marcela Virginia Santana Juárez

Coordinadora de Investigación y Estudios Avanzados

Dra. Xanat Antonio Némiga

Coordinadora del Doctorado en Geografía y Desarrollo Geotecnológico

Dra. en U. Raquel Hinojosa Reyes

Coordinadora de la Maestría en Análisis Espacial y Geoinformática

FACULTAD DE PLANEACIÓN URBANA Y REGIONAL

Dr. en U. Juan Roberto Calderón Maya

Director

M. en E.U. y R. Isidro Rogel Fajardo

Subdirector Académico

M. en D.M. Sergio Rivera Morales

Subdirector Administrativo

Dr. en C.S Pedro Leobardo Jiménez Sánchez

Coordinador de Estudios de Posgrado

Dr. en C.A. Carlos Alberto Pérez Ramírez

Coordinador del Centro de Investigación y Estudios

Avanzados en Planeación Territorial (CEPLAT)

CUERPOS ACADÉMICOS Y/O GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

C.A. 157 GEOGRAFÍA, ORDENACIÓN Y GESTIÓN SUSTENTABLE DEL TERRITORIO

Dra. Marcela Virginia Santana Juárez
Dr. Luis Ricardo Manzanos Solís
Dr. Noel Bonfilio Pineda Jaimes
Colaboradoras
Mtra. Rebeca Angélica Serrano Barquín
Dra. Giovanna Santana Castañeda

C.A. 174 RELACIONES METRÓPOLI-AMBIENTE

Dr. Salvador Adame Martínez
Mtra. Guadalupe Hoyos Castillo
Dr. Eduardo Campos Medina
Dra. Rosa María Sánchez Nájera

C.A. 152 DESARROLLO, AMBIENTE Y PROCESOS DE CONFIGURACIÓN TERRITORIAL

Dr. Alejandro Rafael Alvarado Granados
Mtra. Elizabeth Díaz Cuenca
Dr. Carlos Alberto Pérez Ramírez

C.A. 17 PROCESOS SOCIO – ECONÓMICOS Y ESPACIALES

Dr. Edel Gilberto Cadena Vargas
Dr. Juan Campos Alanís
Dr. Rodrigo Huitrón Rodríguez
Dra. Brisa Violeta Carrasco Gallegos
Dra. Raquel Hinojosa Reyes

C.A. 15 ANÁLISIS GEOGRÁFICO REGIONAL

Dr. Jesús Gastón Gutiérrez Cedillo
Dr. Miguel Ángel Balderas Plata
Dr. Luis Miguel Espinosa Rodríguez
Dr. Roberto Franco Plata

C.A. GEOLOGÍA AMBIENTAL Y DESARROLLO SUSTENTABLE (Registro interno UAEM).

Dra. Patricia Flores Olvera
Dr. José Emilio Baró Suárez
Mtra. Georgina Sierra Domínguez

C.A. 163 PLANEACIÓN, URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE

Dr. Pedro Leobardo Jiménez Sánchez

Dr. Juan Roberto Calderón Maya

Dr. Francisco Javier Rosas Ferrusca

Dra. Verónica Miranda Rosales

Mtro. Héctor Campos Alanís

C.A. 144 EDUCACIÓN Y ENSEÑANZA DE LA GEOGRAFÍA

Dr. Agustín Olmos Cruz

Dr. Fernando Carreto Bernal

Dr. Carlos Reyes Torres

C.A. GEOINFORMÁTICA Y CIENCIA DE DATOS GEOESPACIALES

Dra. Xanat Antonio Némiga

Mtra. Lidia Alejandra González Becerril

UNIVERSIDAD DE VARSOVIA, FACULTAD DE GEOGRAFÍA Y ESTUDIOS REGIONALES

Dra. Mirosława Czerny

Dra. Bogumila Lisocka Jaegermann

Dra. Isabella Lecka

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA “COMISIÓN DE EDUCACIÓN NACIONAL” DE CRACOVIA. FACULTAD DE GEOGRAFÍA Y BIOLOGÍA.

Dr. Mirosław Wojtowicz

Dra. Anna Winiarczyk-Raznaik

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA. DEPARTAMENTO DE PROCESOS SOCIALES

Dr. Ryszard Edward Rozga Luter

Dra. Sofia García Yagüe

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO (UAGro). CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO EN ESTUDIOS SOCIOTERRITORIALES (CIPES).

C.A. Procesos socioterritoriales

Dr. Salvador Villerías Salinas

Dr. Neftalí García Castro

Presentación

La diversidad de orientaciones disciplinarias de los estudios sobre resiliencia, territorios y gobernanza permite identificar enfoques, construcciones conceptuales, metodológicas y prácticas concretas, no obstante, que dicha relación tiene escasas décadas de desarrollo científico, práctica profesional y de políticas públicas específicas. Los objetivos académicos de la Red Internacional de Territorios, Sustentabilidad y Gobernanza en México y Polonia (RETESYG), está el indagar sobre las transformaciones territoriales, vulnerabilidad y gobernanza, y en esta ocasión destacando el papel de la resiliencia, en tanto opción técnico-social para enfrentar los problemas socionaturales y políticos.

El marco problemático en materia de vulnerabilidad y resiliencia destaca algunos aspectos de precondición de parte del Estado y la sociedad: que los proyectos y megaproyectos institucionales deben atender a una planeación territorial y ordenamiento ambiental, aplicar el marco legal y garantizar mecanismos de integración de actores y comunidades locales, para construir capacidades de todo orden. En materia de gobernanza y resiliencia, avanzar hacia la construcción de sistemas de gobernanza, afianzando mecanismos para y desde los ciudadanos por la vía de la democracia participativa, con alternativas claras de integración, organización y participación continua en la toma de decisiones en los distintos órdenes de gobierno y fases de programas de resiliencia social y territorial. Las acciones y prácticas deben de tener soporte científico-técnico, estudios de vulnerabilidad y resiliencia de los territorios, estudios de factibilidad, costos y beneficios para las comunidades y recursos ambientales, debe contemplar saberes locales que enfrentan patrones socio ambientales, es decir, integrar principios de sustentabilidad. Existe el desafío de desarrollar metodologías y sistemas de información con procedimientos de evaluación de la resiliencia, construyendo conocimiento dinámico de base social - local. Por lo tanto, es necesario generar indicadores geográficos de vulnerabilidad y resiliencia, desde una escala de proximidad, en coordinación y colaboración con el sector público, a fin de potenciar capacidades técnicas y resultado de protocolos (estacionales y regionales).

El presente libro “Resiliencia, territorios y gobernanza. Vinculación con la sociedad”, es el cuarto libro de la RETESyG, que abona a la construcción de una plataforma de investigación, cuya estructura interna aborda aspectos tales como vulnerabilidad educativa y social (capítulos 1 y 2), relación de la ciudad con los recursos naturales (capítulos 3, 4 y 5), accesibilidad a servicios de salud en municipios urbanos y ciudades inteligentes sustentables (capítulos 6 y 7) y, la resiliencia en la economía (capítulo 8).

La vulnerabilidad educativa es una realidad compleja en la geografía de México, ya sea que se consideren modelos educativos, pertinencia para la realidad cultural, social, económica y regional del currículo, provisión de equipamiento e infraestructura, comunicación y accesibilidad espacial, todo ello contribuye a generar capacidades, habilidades y condiciones para la movilidad. Sin embargo, las condiciones de desigualdad social y déficit estructural regionales con grados de marginación y pobreza importantes frenan las expectativas de la educación que no garantizan mejor nivel de vida. Es decir, las dificultades de acceder a la educación y las condiciones del entorno para aprovechar son un factor de vulnerabilidad individual y social para un importante volumen de población nacional. Tal situación tiene atención analítica académica y de las políticas públicas, ámbitos desde los cuales se desarrollan metodologías de comprensión y medición para enfrentarla, una de ellas es la visión geográfica, tratada en este libro, en el capítulo primero el cual entrega resultados a nivel nacional.

Las herramientas geográficas y estadísticas que soportan la investigación social permiten dimensionar y precisar los problemas, donde la especialidad de la cartografía es una de ellas. El capítulo segundo, pondera la vulnerabilidad social en la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, para ello considera factores que dificultan o favorecen el desempeño de la población en su contexto urbano cotidiano tales como recursos materiales y simbólicos, estructura de oportunidades y, las instituciones y relaciones sociales que las personas desarrollan como acción colectiva. La localización cartográfica de tales factores contribuye a que la planeación urbana sea participativa y preventiva para enfrentar problemáticas urbanas y ambientales, en particular la población urbana en vulnerabilidad social.

En la relación ciudad y ambiente, preocupa analítica e instrumentalmente, el aprovechamiento adecuado de los recursos naturales en los espacios y hábitat urbano. El capítulo tercero, desde una visión preventiva ambiental propone un modelo de tratamiento y reúso del agua en la ciudad de Loreto, Baja California Sur, mediante humedales artificiales para mejorar la calidad de resiliencia, ello es pertinente por el contexto de carencia hídrica y sequías, crecimiento urbano y desarrollo del turismo. Los humedales son acciones colectivas ambientalmente necesarias, por lo que son viables en la medida que se involucra la población, adopta sistemas específicos en sus viviendas y generen beneficios a la vegetación.

Asimismo, el crecimiento urbano desordenado y la escasa aplicación de la planeación urbana redundan en impactos en las condiciones ambientales. El capítulo cuarto, examina un tipo de efecto, se indica que se ha comprobado que las emisiones de gases industriales incorporan sustancias a la atmósfera que da como resultado la contaminación de lluvia, para ello se propone la construcción de biofiltro en la colecta de agua de lluvia, que permite tratar y recuperar la calidad del agua. Se trata de tecnologías que se pueden implementar en las viviendas urbanas, nuevamente son acciones colectivas para disminuir las afectaciones al ambiente y salud de la población.

En otros aspectos de la calidad de vida urbana, se destaca la ausencia en los modelos urbanos de la consideración de la infraestructura verde. El capítulo quinto, realiza la pregunta analítica a los modelos urbanos –clásicos y en América Latina a los contemporáneos-, lo mismo que a los instrumentos normativos y de planeación ¿dónde están los espacios verdes?, ¿es equitativa la distribución de los espacios verdes? Se toma como caso de estudio la ciudad de Buenos Aires, en ella se constata la distribución y valoración de los espacios verdes en la planeación urbana desde finales del siglo XIX y primeras décadas del siglo XX, que a la fecha cuenta con ellos, actualmente se trata de la parte central e histórica de la ciudad, presentan un patrón espacial de valoración socio espacial cuando no son recreativos, sin embargo, a partir de los ochenta, en la región metropolitana tienen carácter ambiental y ecológico. Por tanto, devela el desafío de la accesibilidad a las áreas verdes y su consideración como

indicador de calidad de vida de la población en la medida que las ciudades crecen, a su vez invita a repensar la finalidad en los modelos urbanos.

En cuanto hace a la distribución y acceso a los servicios públicos sustantivos como una precondition para equilibrar la situación social, es necesario contar con registros que facilitan la toma de decisión y atención. El capítulo sexto, aplica un conjunto de técnicas de análisis espacial para documentar centralidad, área de influencia y accesibilidad de la población abierta a los servicios de salud en contextos de cierto grado de dispersión espacial de los centros de población; el municipio de Almoloya de Juárez, Estado de México. Ello adquiere pertinencia en la planeación de la atención de la salud, para disminuir las disparidades y en particular para identificar los segmentos de la población y zonas en condiciones inadecuadas de accesibilidad a la salud.

En los últimos años, en el ámbito normativo y de las políticas internacionales se han recreado metodologías comprehensivas y holísticas a fin de atender y gobernar la complejidad de las ciudades. En las versiones clásicas, la teoría de los sistemas tenía dicha pretensión, actualmente en sintonía con las tecnologías de comunicación e información se replantea la integralidad además con visión de sustentabilidad. El capítulo séptimo, aborda tal discusión teórica con miras a identificar nuevas herramientas para la realidad ambiental y urbana en el actual rezago de gobierno de las ciudades.

Finalmente, el capítulo octavo, recupera una discusión analítica en plena formación, la resiliencia de la economía, entendida como la mejora en las capacidades para conseguir cada vez mayor crecimiento nacional habiendo superado adversidades. A su vez, cada región debe contar con los factores y condiciones para conseguirlo y para atender los retos, para ello son necesarias metodologías que permitan identificar los componentes que favorecen de manera positiva el desarrollo de las actividades económicas. En el caso del Estado de México, una alternativa es el examen del sector de la manufactura a nivel municipal para localizar patrones de condiciones de resiliencia económica.

En suma, el panorama de los análisis tratados en este volumen, dan cuenta de las distintas vertientes y complejidad de los problemas de los espacios local, urbano, regional, nacional e internacional, los capítulos descritos tienen en común la atención analítica en dimensionar e identificar las capacidades y condiciones de la sociedad, el sector público y los territorios. En conjunto el libro es una importante contribución a los estudios de la resiliencia y gobernanza de los territorios.

CONTENIDO

Presentación

La vulnerabilidad educativa, un aspecto de la marginación social en México, 2010. Una visión geográfica 17

Agustín Olmos Cruz

Carlos Reyes Torres

Fernando Carreto Bernal

La cartografía como soporte de investigación para ponderar la vulnerabilidad social: caso ciudad de Chilpancingo, Guerrero 38

Neftalí García Castro

Salvador Villerías Salinas

Centralidad, áreas de influencia y accesibilidad geográfica a los centros de salud del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) en el municipio de Almoloya de Juárez, 2010 61

Marcela Virginia Santana Juárez

Diego Fernando Nápoles Robles

Rodrigo Huitrón Rodríguez

Giovanna Santana Castañeda

Modelos urbanos e infraestructura verde en ciudades de América Latina. Aproximación en la ciudad de Buenos Aires 105

Gustavo D. Buzai

Claudia A. Baxendale

Factibilidad para un modelo estratégico urbano basado en humedales artificiales para viviendas hídricamente resilientes en Cd. Loreto, BCS 138

Rosalía Ivonne Cruz Cervantes

Verónica Miranda Rosales

Salvador Adame Martínez

Resiliencia, empleo y crecimiento económico en el Estado de México entre los años 2009 y 2014

160

José Francisco Monroy Gaitán

María Milagros Campos Vargas

Juan Campos Alanís

Edel Cadena Vargas

Fabricación de biofiltro para tratamiento de agua pluvial para uso doméstico

187

Eduardo Campos Medina

Salvador Adame Martínez

Rosa María Sánchez Nájera

Fundamentos de la teoría de sistemas y las ciudades inteligentes sustentables

209

Lilia Angélica Madrigal García

Verónica Miranda Rosales

Ryszard Rozga Luter

Rosa Azalea Canales García

La Vulnerabilidad Educativa, Un Aspecto de la Marginación Social En México, 2010. Una Visión Geográfica

Agustín Olmos Cruz

Carlos Reyes Torres

Fernando Carreto Bernal

Resumen

Desde la mirada geográfica, las situaciones de vulnerabilidad y exclusión social son una realidad compleja, las variables de marginación y pobreza son fenómenos que afectan a la población que habita en territorios de topografía adversa (Guerrero, Oaxaca, Chiapas y Michoacán) en virtud de que las redes viales se caracterizan por ser inconexas, lo que limita la accesibilidad y comunicación de los habitantes de las localidades rurales a los servicios de educación, salud, empleo, insumos y mercado para su producción agrícola; así, se tiene población aislada, con poca comunicación y falta de movilidad, siendo además poco favorable para el desarrollo de las actividades productivas, creando desigualdad en la distribución de la riqueza. El modelo de desarrollo económico vigente en México impacta a todos los ámbitos, especialmente al de la educación, que se manifiesta por tener bajo acceso a los servicios educativos, a la permanencia en la escuela y a no concluir con éxito la escolaridad, con lo que se observa el carácter excluyente. El trabajo se inicia con el marco de referencia donde se exponen los enfoques que intentan explicar las causas de la desigualdad y marginación adoptado en esta investigación, con lo cual se definió que el método sería construido por CONAPO, que integra 9 indicadores socioeconómicos, centrándose en la educación para analizar el grado promedio de escolaridad, el porcentaje de población de 15 años o más, analfabeta y el porcentaje de población de 15 años o más, sin primaria ni secundaria completa, concretándose en plantear la distribución territorial actual. Como se advierte la marginación y pobreza es bastante compleja y se dificulta más al estudiar el componente educativo, porque la expectativa que despierta al acceso a los servicios educativos no se cumple de manera cabal, pues no siempre es garantía de mejorar el nivel de vida, por más que le inviertan para atender a los más desfavorecidos, pues estos continúan siendo pobres.

Palabras clave: Marginación, Vulnerabilidad y Rezago Educativo

Summary

From a geographical perspective, situations of vulnerability and social exclusion are a complex reality, the variables of marginalization and poverty are phenomena that affect the population that inhabits territories of adverse topography (Guerrero, Oaxaca, Chiapas and Michoacan) whereby road networks are characterized as disjointed, limiting the accessibility and communication of the inhabitants of rural villages to the services of education, health, employment, inputs and market for their agricultural production, such as a result is isolated population, with little communication and lack of mobility, being also unfavourable for the development of productive activities, creating inequality in the distribution of wealth. The model of economic development in force in Mexico, impacts all areas, especially that of education, which is manifested by having low access to educational services, to stay in school and not to successfully complete schooling, with which it is observed the exclusionary character. The work begins with the reference framework that sets out the approaches that attempt to explain the causes of inequality and marginalization adopted in this research, thus defining that the method would be built by CONAPO, which integrates 9 indicators focusing on education primarily to analyze the average grade of schooling, the percentage of the population aged 15 or over, illiterate rate and the percentage of the population aged 15 or over, without primary or full secondary school, becoming proposed the current territorial distribution. As margin and poverty is noted, it is quite complex and becomes more difficult to study the educational component, because the expectation that it arouses access to educational services is not fully fulfilled, because it is not always guaranteed to improve the level of but even if they invest in it to care for the most disadvantaged, because they remain poor.

Keywords: Margination, Vulnerability and Educational Lag

INTRODUCCIÓN

La Vulnerabilidad Educativa hace referencia a aquellos individuos que experimentan dificultades marcadas a lo largo de su trayectoria escolar que les impiden sacar provecho al currículo y a las enseñanzas dentro del aula de clase. Las barreras que pueden presentársele a los individuos en su paso por la educación formal son de diversa índole: emocionales, familiares, interpersonales, relacionadas con el proceso de enseñanza y aprendizaje o con el clima de la institución educativa, los aspectos culturales o las características geográficas, lo que genera un proceso de comunicación especializado de acuerdo a la región natural, lo que se traduce en atraso escolar, marginación y pobreza.

El objetivo del presente estudio fue analizar la vulnerabilidad educativa desde una visión geográfica retomando la información que se tiene sobre marginación y pobreza, del proyecto de investigación “Observatorio Geográfico: salud y riesgos en México”, con el propósito de establecer un marco de referencia en la distribución espacial en nuestro país, tomando como base el año 2010.

Es de considerarse a la educación como la palanca de desarrollo de un país. El conocimiento que se genera a partir de ella, la convierte en el motor económico de las sociedades modernas, las cuales afianzan su bienestar a través del fortalecimiento de habilidades y destrezas específicas del capital humano que se practican y fortalecen, así como de la innovación tecnológica, conduciendo a la modificación social con miras de mejora a la convivencia, condición necesaria para el crecimiento sostenido.

La educación en países exitosos y dinámicos tiene un papel preponderante, ya que ayuda a fomentar talentos necesarios para la creatividad, la curiosidad, el mérito y sobre todo el fortalecimiento del espíritu personal. Sin embargo, el diagnóstico educativo en México es ensombrecedor, ya que desde 1978 existen regiones (estados) marginados y pobres en el país sin que a la fecha haya cambios.

El análisis permite estudiar la marginación, pobreza y entender cómo surgen, hay que revisar el modelo económico actual, conocer sus características y valorar el escenario en que se desarrollan las actividades productivas más importantes del país y ubicarlas territorialmente por regiones y zonas geográficas, ello nos facultará entender porqué existen lugares que concentran riqueza y sitios donde se carece de ella, por agrupar a una población poco educada.

Sin bien desde la perspectiva geográfica se estudia a la sociedad observando su localización, distribución, temporalidad y como tiende a transformar el medio natural en el que vive, organizándolo a través del equipamiento urbano que realiza atendiendo las necesidades básicas de la comunidad local (George, P. 2006). Es la Educación la que ayuda a construir esa sociedad transmitiendo la ideología que crea los lazos de unión a través de los objetos materiales creados y significados que sostienen en común como miembros de una sociedad (Kollman, 2007).

Por lo tanto, las consecuencias de la vulnerabilidad educativa en México en el año 2010, se manifiesta, desde la visión geográfica con la presencia de grandes regiones del país marginadas y donde la pobreza es el acompañante indiscutible de esta situación, traducido entre otras cosas en un bajo desarrollo socioeconómico, y en una sociedad con un bajo progreso cognitivo que es difícil cambiar.

PROBLEMÁTICA

La Educación, es el pilar fundamental del desarrollo de un municipio, estado o país, cumple la función de conservar y transmitir las verdades sistemáticas y morales que son esenciales para el progreso de la sociedad, porque al final el objetivo de enseñar no es meramente solo el de comunicar conocimiento a quienes carecen de este, sino que el aprendiz se adueñe del conocimiento para lograr un crecimiento económico óptimo y una calidad de vida adecuada. Es a través de la educación donde se obtienen los saberes necesarios, que representa “aprender a conocer”; a “aprender hacer”, para poder influir sobre el entorno y aprender vivir juntos, generando el dominio de las dimensiones cognoscitiva e informativa de los sistemas de producción.

De allí su importancia de poder proporcionar una sólida formación académica-conocimientos útiles que puedan aplicar a la vida cotidiana-, así como una serie de habilidades, valores y actitudes, todo basado en los principios de democracia, justicia y libertad, que propicien un desarrollo armónico en lo individual y en lo social, con capacidades científicas, humanistas y tecnológicas, para que puedan participar en el desarrollo y transformación del país.

Sin embargo, la educación hoy día enfrenta grandes retos, en primer lugar, está la modernidad líquida, como dice Bauman (2005), que es una modernidad acelerada, caótica, de constantes transformaciones que llevan a cambiar a una persona de posición en tiempos cortos, por consiguiente, el conocimiento deja de ser permanente para ser reemplazado continuamente.

El segundo reto es la atención de la educación a nivel nacional, como están distribuidas las escuelas, el equipamiento que cada una tiene en los lugares retirados, como puede ser la montaña de los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas o Puebla principalmente. La desigualdad educativa como indicador, muestra las regiones geográficas con el mayor atraso del país. El 68% de la población presenta esta condición, por lo tanto, la distribución población por entidad federativa guarda una estrecha relación con la disposición de la riqueza en general.

Por lo tanto, la OCDE (2012) recomienda continuar la redistribución de los recursos educativos hacia gastos no salariales y examinar los incentivos para que los profesores mejoren la calidad y resultados de la enseñanza.

Cuando prevalecen estas condiciones y se vuelven crónicas, son muchas las afectaciones, entre ellas el desarrollo cognitivo y socioemocional de quien la padece, por tener una alimentación deficiente, afectando notablemente su salud y alterando su calidad de vida, lo que trae como consecuencia, tener una población enfermiza, sin la capacidad y habilidad laboral necesaria, lo que se traduce en ineficiencia y baja productividad que inciden en la estructura económica, por mencionar alguna causa, dando como resultado problemas y eventos negativos y estresantes, disminuyendo su disposición para adoptar patrones más adecuados de interacción y resolución (Linver, Brooks-Gunn, & Kohen, 2002).

OBJETIVO GENERAL

Presentar la vulnerabilidad educativa de México desde la perspectiva geográfica, con la finalidad de identificar las zonas marginadas del país y establecer la relación con la educación y la población analfabeta y que no concluyo la primara de más de 15 años.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las regiones con un alto grado marginación del país.
2. Determinar la relación de la población mayor de 15 años con analfabetas y que no concluyeron la primaria.

METODOLOGÍA

Para llevar a cabo el presente estudio, la primera tarea ha sido la revisión de investigaciones de similares características, analizando entre otras cosas, los diseños metodológicos utilizados, sus definiciones, los marcos teóricos y la forma de organizar la información (Lera MJ, 2009). A partir de lo averiguado en la bibliografía y conforme al tipo de trabajo descriptivo planteado, se articula la forma de abordar el tema de la educación como rubro de vulnerabilidad, que está integrada a la marginación y pobreza, apoyado de igual manera con la metodología del Consejo Nacional de Población (CONAPO 2010).

Al trabajar específicamente el tema de la vulnerabilidad educativa, revisamos el esquema metodológico del artículo “Vulnerabilidad educativa: Un estudio desde el paradigma socio crítico” de Carmita Díaz López y María de Lourdes Pinto Loría (2017), con la finalidad de valorar las etapas y pasos metodológicos seguidos.

Las etapas del trabajo fueron, la descripción de la importancia de la educación, la estructuración teórico-conceptual de vulnerabilidad y educación. El análisis de los datos provienen del INEGI, para hacer los cálculos sobre el índice de marginación y pobreza en 2010 y conjugado con la metodología del CONAPO, ayudaron a generar la cartografía por regiones, tomando como base la “Regionalización socioeconómica de México de Sandoval Morales, H. (2012), cuyos criterios presentan características homogéneas de la población, de las actividades económicas, de la infraestructura educativa, la vivienda y los servicios públicos, permitiendo analizar la marginación, como un aspecto de vulnerabilidad dentro de cada región, con el análisis se generó la cartografía sobre este tema.

Definición del modelo conceptual de vulnerabilidad, marginación y educación

Vulnerabilidad

Existen múltiples definiciones de riesgo, vulnerabilidad y amenaza, en este sentido adoptamos la definición de Pérez y Merino (2010), que refiere a la cualidad del vulnerable (lo que es susceptible a ser lastimado o herido ya sea física o moralmente). El concepto puede aplicarse a una persona o a un grupo social, según su capacidad para prevenir, resistir y sobreponerse a un impacto. Las personas vulnerables son aquellas que por distintos motivos no tienen desarrollada esta capacidad y se encuentran en situación de riesgo.

Marginación

De acuerdo con el CONAPO (2010), la marginación es un fenómeno multidimensional y estructural originado, en última instancia por el modelo de producción económica, expresado en la desigual distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de diversos grupos sociales, tanto del proceso como de los beneficios del desarrollo nacional.

Por ello, cuando prevalecen estas condiciones y se vuelven crónicas, afectan al desarrollo cognitivo y socioemocional de la población que la padece, afectando su calidad de vida, causando deserción por las pocas actitudes que se manifiestan al aprendizaje, provocando el abandono y aumentando el analfabetismo de manera importante.

Educación

Existen múltiples y variadas definiciones de educación, para nuestros fines escogimos la de Fermoso Estébanez (1994), que menciona que es un proceso típicamente humano, porque fomenta capacidades exclusivas del hombre, tales como la inteligencia y la creatividad, por lo cual aprende y planea su perfeccionamiento, la libertad para auto-realizarse, el poder de relacionarse, comunicarse y la posibilidad de socializarse.

Bajo este concepto, la educación, en el verdadero sentido, capacita al individuo para ser maduro y libre, eficiente y responsable. Por lo que ocupa un lugar cada vez mayor

en la vida de los individuos, a medida que aumenta su función en la dinámica de las sociedades modernas.

Analfabetismo

El término analfabeto o analfabeta en su acepción original y más simple (según el diccionario de la Real Academia Española) significa: “Que no sabe leer ni escribir”. Pero, a medida que ha ido evolucionando la sociedad y que se ha tornado más compleja, el concepto ha requerido una evolución propia con el fin de hacerlo coherente con las necesidades de las personas así definidas. Digamos que ha pretendido desarrollarse para incluir habilidades progresivas que permitan a las personas integrarse de mejor manera a la sociedad (Narro, R. y Moctezuma N, 2012).

El escenario de estudio fueron los 32 estados de la República mexicana, que cubren 1.9 millones de Kilómetros cuadrados de superficie continental, 5 127 kilómetros cuadrados de superficie insular y 3.1 millones de kilómetros cuadrados de Zona Económica Exclusiva, por lo que la superficie total de México supera los cinco millones de kilómetros cuadrados.

Procedimiento

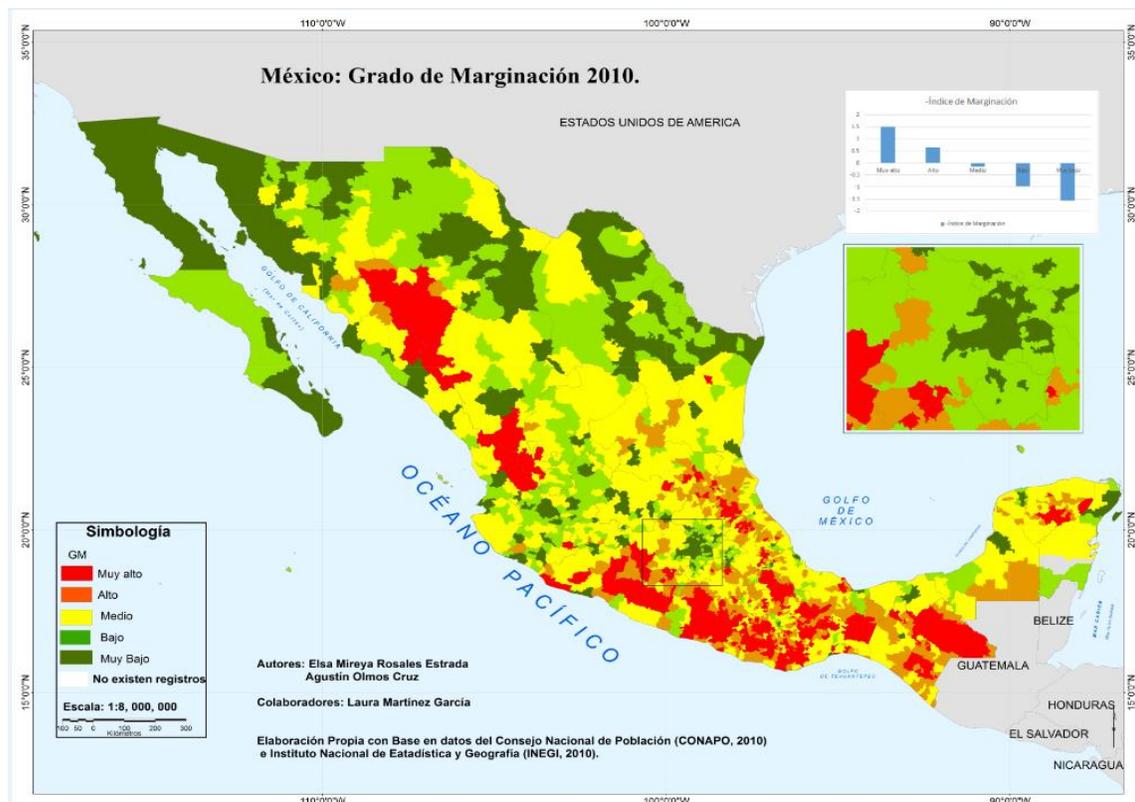
Se realizó un análisis de datos en dos vertientes, primero se consideró a la población de 15 años o más analfabeta y a la población de 15 años o más sin primaria completa, incluyendo al grado promedio de escolaridad a nivel nacional, como parámetro de desarrollo, para lo cual nos apoyamos de algunas aportaciones como las que realiza el CONEVAL de manera inicial, CONAPO e INEGI y en segundo lugar se analizó el rubro de la marginación, con la finalidad de relacionar ambos conceptos en la distribución.

RESULTADOS

Se exponen los resultados del análisis socioeconómico realizado en los 32 estados y 2456 municipios del país, cuya distribución de cinco categorías plantea al final que la más alta marginación la padecen 441 municipios que representa 17.94%, teniendo la categoría de muy alto en contraste con los municipios que el cálculo mostró que es baja y son 262 municipios que representa el 10.66%.

Los municipios que muestran el más alto índice de marginación están contenidos en la región sur, comprendida por los estados de Guerrero, Oaxaca y Chiapas, acompañados de Michoacán, es la zona dónde la población ocupada cuenta con el menor ingreso y que refiere a uno o menos salarios mínimos, tomando en cuenta que el núcleo familiar suele componerse por más de dos integrantes, hace que el ingreso no cubra en su totalidad las necesidades básicas que una familia puede presentar. En este análisis resalta Chiapas como el estado más vulnerable, las condiciones de las viviendas y los centros educativos son pésimas, y si ocurriera algún evento natural es muy difícil su recuperación. Según el INEGI (2010), hubo un 15.7% de muertes en hombres y un 4.2% en mujeres, cifras que supera el triple de defunciones por causas violentas en el sexo masculino, aunado a esto el grado de marginación es alto, a nivel nacional, en general se encuentra con un nivel socioeconómico muy bajo, sin servicios básicos. En la figura 1 se muestra el grado de marginación de todo el país.

Figura 1: Grado de Marginación 2010



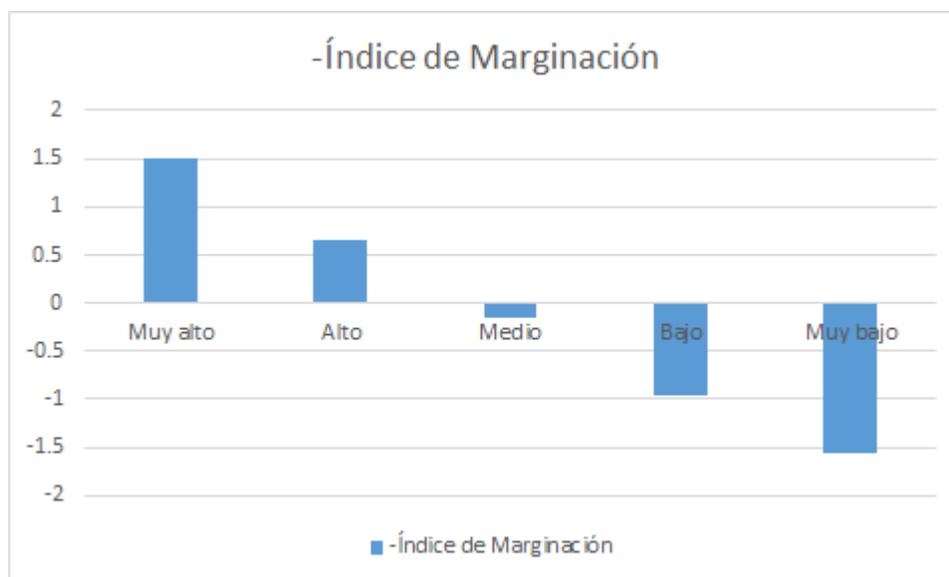
Para formular el cuadro estadístico, se consideraron las categorías de marginación las cuales son: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, se conjuntaron los 2456 municipios y los resultados fueron los que se presentan en el cuadro 2 y gráfica.

Tabla: 2 Grado de Marginación.

Simbología Grado de Marginación por intervalo	No. de municipios	% de municipios	Índice de marginación (IM)
Muy alto	441	17.94	1.51
Alto	408	16.60	0.65
Medio	944	38.42	-0.15
Bajo	401	16.32	-0.96
Muy bajo	262	10.66	-1.55

Fuente. Elaboración propia con base en datos del Consejo Nacional de Población (2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010).

Figura 2: índice de marginación



Fuente. Elaboración propia con base en datos del Consejo Nacional de Población (2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010).

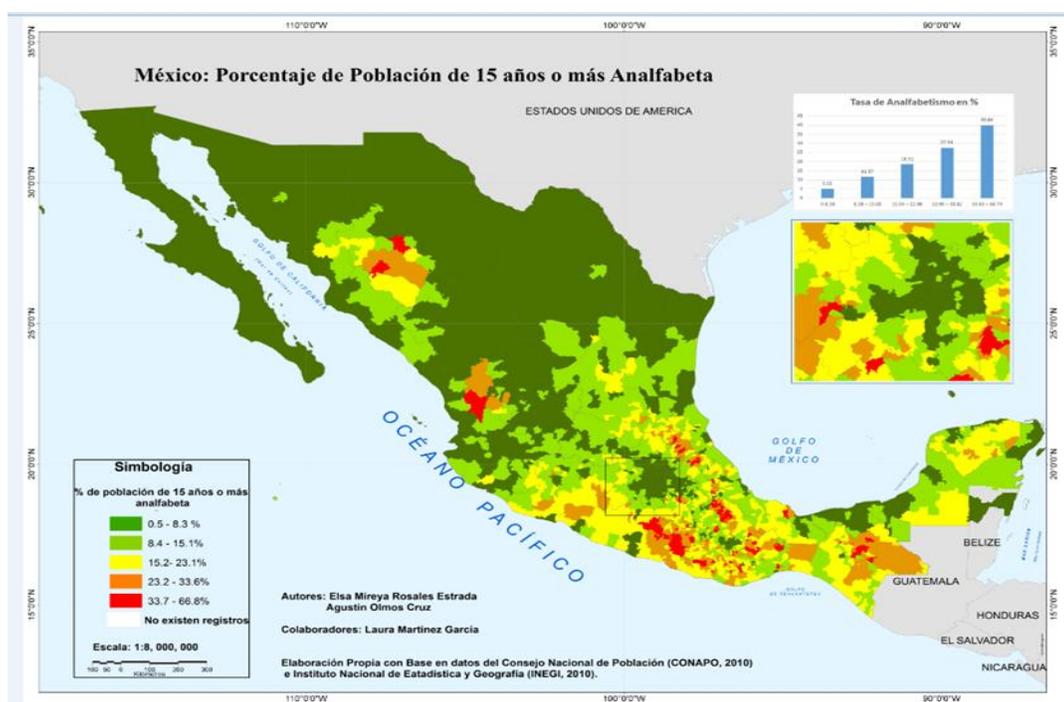
Analfabetismo

La estadística educativa reporta que hay un avance en la cobertura de educación primaria y secundaria y que cada vez llega a más lugares, muchos jóvenes por diversas razones, no asisten a la escuela, por lo tanto, el 6.9% no saben leer ni escribir, lo que equivale en promedio a 5 millones de personas aproximadamente.

El mapa que se elaboró sobre de analfabetismo a nivel nacional, muestra los estados con los porcentajes más altos sobre este rubro, siendo el estado de Chiapas que tiene un porcentaje de 17.8, ocupando el primer lugar; le sigue Guerrero con 16.3%, ocupando el segundo lugar; Oaxaca con 16.3%, ocupa el tercer lugar y Veracruz con un 11.4%, quien ocupa el cuarto lugar.

En contraste con los estados que tienen el menor porcentaje, vemos a la Ciudad de México con 2.1%, con el lugar 32; Nuevo León con 2.2%, logrando el lugar 31 y en condiciones de igualdad Baja California y Coahuila con un 2.6% respectivamente. Estos datos se consiguieron con base al XIII Censo de población y Vivienda 2010 sobre la población de 15 años y más que es de 78 millones de habitantes (INEGI 2010), en la Figura 2 se muestra la cartografía de la población analfabeta de 15 años o más del país.

Figura 3. México: Porcentaje de Población de 15 años o más Analfabeta.



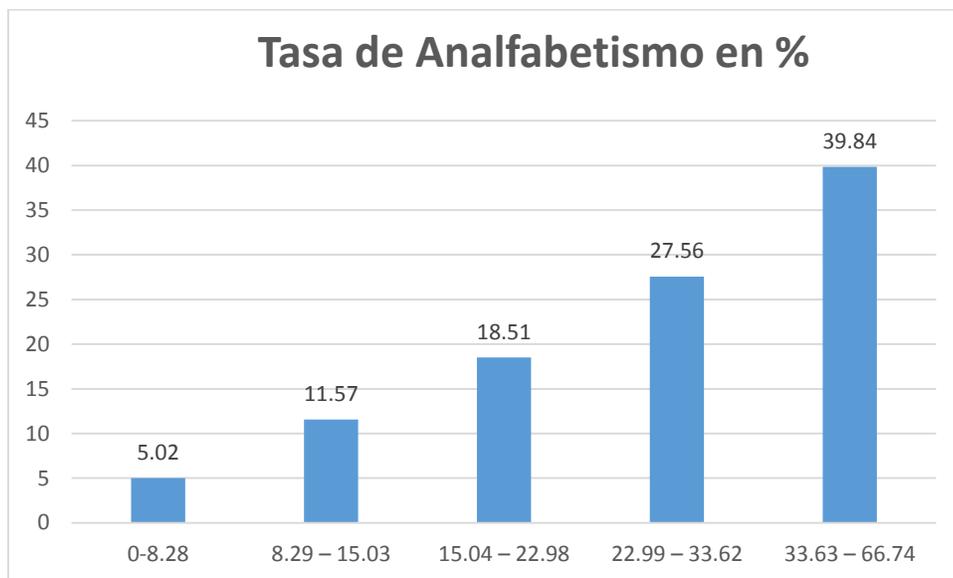
Sobre el total de municipios analizados, los cálculos resaltan al estado de Guerrero, que contiene a los municipios más pobres del país entre los cuales se resalta al municipio de Cochoapa con un 66.74%, el cual es de reciente creación, al dividir al municipios de Metlatónoc, los cuales se encuentran en la alta montaña, donde es difícil realizar cálculos por falta de registros, se sabe que son poblaciones que trabajan para la comunidad con un sentido cooperativista, que aporta y beneficia a sus comunidades, la característica primordial es que casi no existe la noción de salario. En el cuadro 3, además del Cochoapa se presentan con su respectiva gráfica, otros municipios con el nivel de analfabetismo más alto del país.

Tabla No. 3 Municipios con valores máximos de Analfabetismo en población de 15 años o más

Municipio	Población total	Analfabetismo (%)	Índice de marginación	Grado de marginación
Mixtla de Altamirano	10387	55.50	-0.11	Medio
Tehuipango	23479	56.55	-0.77	Bajo
Santa María de la Asunción	3252	58.54	-1.86	Muy Bajo
Coicoyán de las Flores	8531	58.74	-0.91	Bajo
Cochoapa el Grande	18778	66.74	-0.40	Medio

Elaboración Propia con base en datos del Consejo Nacional de Población (2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010).

Figura 4: Porcentaje de Analfabetismo por grupos de edad



Fuente. Elaboración propia con base en datos del Consejo Nacional de Población (2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010).

Población de 15 años o más sin primaria completa

La definición que más se acerca a nuestro estudio, menciona que es la educación Educación primaria, es la que asegura la correcta alfabetización, es decir, que enseña a leer, escribir, cálculo básico y algunos de los conceptos culturales considerados imprescindibles, denominadas competencias básicas y competencias clave.

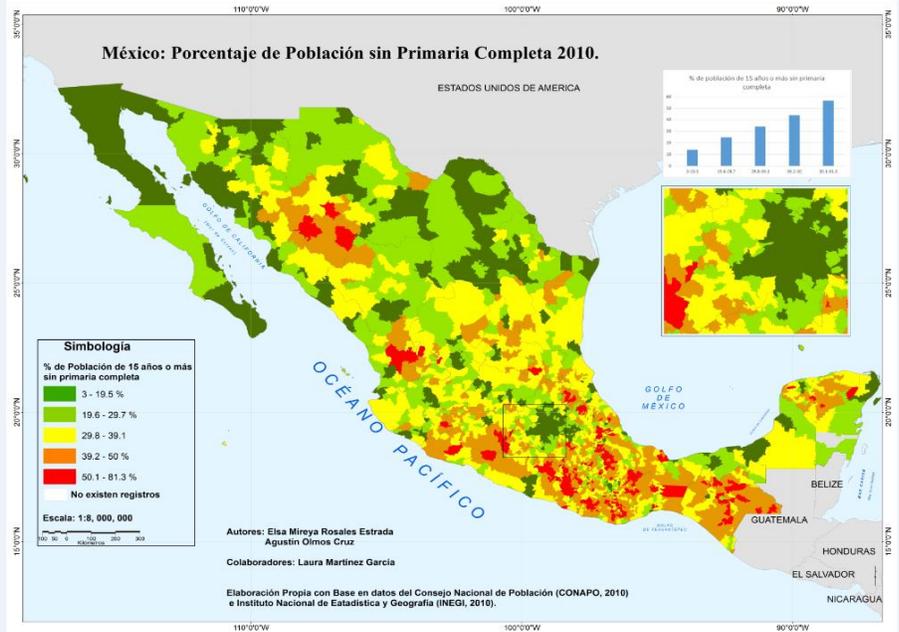
Su finalidad es proporcionar a los estudiantes una formación común que haga posible el desarrollo de las capacidades y habilidades individuales motrices, de equilibrio personal; de relación y de actuación social con la adquisición de los elementos básicos culturales; los aprendizajes anteriormente mencionados, (Wikipedia, 2018).

Existen en el medio rural escuelas primarias de organización incompleta o multigrado, en las cuales un solo maestro atiende varios grupos, particularmente cuando estos son de un número reducido de alumnos; estas escuelas tienen una organización de enseñanza muy específica, que, al no aplicarse, conduce a eficiencias terminales muy bajas. Es de resaltar que la educación indígena no constituye una modalidad

propiamente dicha, sino una forma específica de atención a aquellos grupos étnicos que históricamente han padecido la marginación (Zavala 1999).

En este sentido y de acuerdo a datos del INEGI (2010), se tiene una población total de 10 millones de habitantes sin primaria terminada, predominando Chiapas como el estado que ocupa el primer lugar con el 19.1%; seguido de Zacatecas, con un porcentaje de 19.0%; en tercer lugar, esta Michoacán con un 18.8% y en cuarto lugar se encuentra Oaxaca con un 17.3%. En la figura 4 se presenta la cartografía, con la distribución a nivel municipal de la población que no termino la primaria.

Figura 5: Porcentaje de Población sin primaria completa 2010



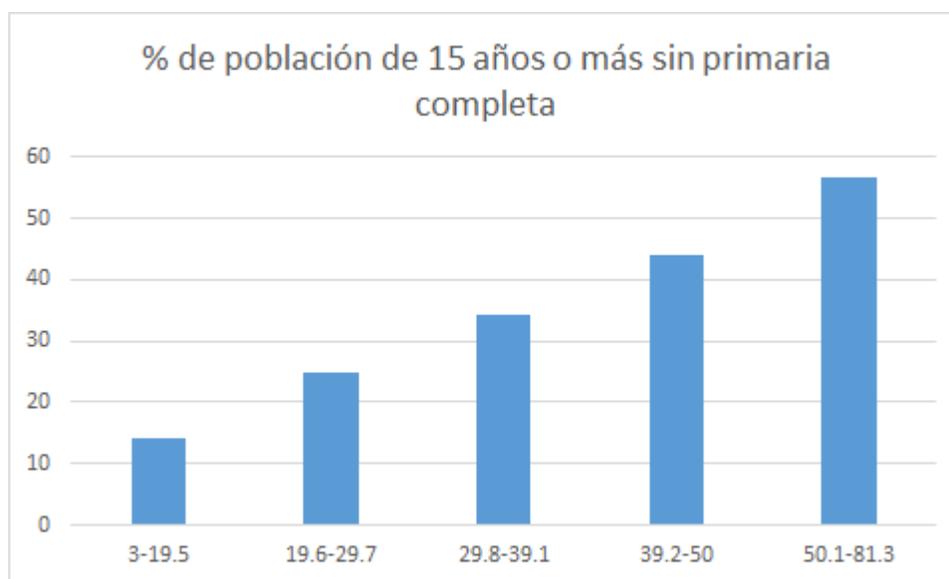
El análisis a nivel municipal sin primaria completa resalta nuevamente el municipio de Cochoapa, con un 81.26%, en el estado de Guerrero, sin lugar a dudas el relieve representa limitantes para el desarrollo de la educación comunitaria, lo cual se traduce en dificultades que se reflejan en la desigualdad de cobertura, por ser una población con necesidades básicas no satisfechas y busca atenderlas dentro o fuera de la comunidad. En el cuadro 4, se muestra el concentrado de los cinco municipios con el porcentaje de población de 15 años o más sin primaria terminada.

Tabla No. 4 Municipios con valores máximos de Población de 15 años o más sin primaria completa.

Municipio	Población Total	Población de 15 años o más sin primaria completa (%)	Índice de Marginación	Grado de Marginación
Cochoapa el Grande	18778	81.26	-0.40	Medio
Coicoyán de las Flores	8531	77.50	-0.91	Bajo
San Martín Peras	11361	76.03	-0.58	Medio
Santa María la Asunción	3252	73.57	-1.86	Muy bajo
San Miguel Ahuehuetitlán	2465	73.37	-0.91	Bajo

Elaboración Propia con base en datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO 2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI 2010).

Figura 6: % de Población de 15 años o más sin primaria completa



Fuente. Elaboración propia con base en datos del Consejo Nacional de Población (2010) e Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010).

Grado Promedio de Escolaridad

Cerramos el estudio revisando el grado promedio de escolaridad, el cual nos da una referencia que complementa el análisis de la desigualdad educativa, la cual se convierte en rezago, al considerar a la población de 15 años o más que en teoría debería completar 17 años de estudio y solo se tiene 8.6, y representa el 50% de

escolarización, que equivale a haber cursado un poco más de segundo grado. Por ello, el dato es importante si se relaciona con la marginación y pobreza, al atender la correspondencia por región, en este sentido sobresale que la región sur que contiene Guerrero, Oaxaca y Chiapas, tiene el más bajo porcentaje, con 6.9, es decir se tiene la primaria completa y un poco más, en contra parte con la región 3 Noreste que tiene un grado promedio de 9.4, y son los estados de Tamaulipas y Nuevo León, que equivale a tener la secundaria completa y un poco más. En el cuadro 5 se presentan las ocho regiones con el grado promedio de escolaridad.

Tabla No. 5. Grado de Escolaridad por Regiones Geográficas

Región 1 Noroeste	Grado promedio de escolaridad	Región 2 Norte	Grado promedio de escolaridad
Baja California	9.3	Chihuahua	8.8
Baja California Sur	9.4	Coahuila	9.5
Sonora	9.4	Durango	8.6
Sinaloa	9.1	Zacatecas	7.9
		San Luis Potosí	8.3
Total por región	9.3	Total por región	8.6

Región 3 Noreste	Grado promedio de escolaridad	Región 4 Centro - Occidente	Grado promedio de escolaridad
Nuevo león	9.8	Nayarit	8.6
Tamaulipas	9.1	Jalisco	8.8
		Aguascalientes	9.2
		Guanajuato	7.7
		Colima	9.0
		Michoacán	7.4
Total por región	9.4	Total por región	8.4

Región 5 Centro	Grado promedio de escolaridad	Región 6 Sur	Grado promedio de escolaridad
Querétaro	8.9	Guerrero	7.3
Estado de México	9.1	Oaxaca	6.9
Distrito Federal	10.5	Chiapas	6.7
Hidalgo	8.1		
Morelos	8.9		
Tlaxcala	8.8		
Puebla	8.0		
Total por región	8.9	Total por región	6.9

Región 7 Este	Grado promedio de escolaridad	Región 8 Península de Yucatán	Grado promedio de escolaridad
Tabasco	8.6	Campeche	8.5
Veracruz	7.7	Quintana Roo	9.1
		Yucatán	8.2
Total por región	8.1	Total por región	8.6

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2010

Consecuencias de la pobreza en la educación

Después de presentar el análisis en la distribución de la marginación y pobreza relacionada con la educación, el analfabetismo en poblaciones de 15 años o más sin primaria terminada, así como el grado promedio de escolaridad. Los tres rubros dan idea de cómo está la distribución y la calidad de la educación en México. También se tiene que decir que la topografía del país es adversa, por lo cual no se puede atender esta problemática con la velocidad requerida, por lo difícil que resulta dotar de la infraestructura necesaria a estas comunidades; muchos caminos son de terracería, por ejemplo en Oaxaca 290 de los 570 municipios no tienen caminos pavimentados, hay deficiencia en el transporte, lo cual repercute en la servicios básicos: escuelas desatendidas, aulas mal construidas, con materiales poco resistentes, que no tienen material para trabajar, ni bancas y pizarrones, agregando que su ubicación no es la mejor obligando a los alumnos a caminar hasta dos horas diarias para llegar y en algunos casos no han probado bocado.

Estos factores inciden notablemente el desarrollo de la educación; la deserción y el analfabetismo son elementos del rezago, aunado con la voluntad política, representa el atraso en las zonas y regiones más alejadas de los centros urbanos. Por lo que la distancia y la infraestructura de las vías de comunicación y acceso, tiene que considerarse en el apoyo que se brinde a estas áreas que son rurales y que no generan la productividad requerida para tomarse en cuenta.

En este contexto en el que la desigualdad y la vulnerabilidad de las personas o comunidades marginadas son evidentes, por:

- La falta de recursos para cubrir los gastos de escolaridad.
- Carencia de instituciones escolares en buenas condiciones.
- La falta de escuelas en los lugares más alejados.
- Carencia de medios: profesores calificados, libros y materiales.
- Trabajo infantil, en labores del campo apoyando a los padres.
- Alimentación deficiente.

Estos factores convierten a la población de las áreas rurales vulnerables, por el alto riesgo en que se encuentra al no poder atender sus necesidades básicas eficientemente, por lo que se tiene que enriquecer los vínculos pro-sociales con un sentido de comunidad educativa. Buscar una conexión familia-escuela positiva.

Finalmente debemos de considerar al espacio geográfico nacional, como un mosaico de representaciones culturales de distintas sociedades, sintetiza la práctica social de las comunidades, convirtiéndolos en entes pensantes que tienen sensaciones de abandono y nostalgia por la pobreza aguda en que vive y que no se atiende, por ello se consideran excluidos del desarrollo productivo nacional.

Con este conocimiento del espacio y de las acciones que se realizan sobre la marginación, educación y pobreza, se reflexiona sobre los aspectos que se tiene que atender, para abatir la desigualdad económica que repercute en la educación, por lo que es necesario cambiar estrategias y políticas públicas, con la finalidad de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida, tan ansiada.

CONCLUSIONES

Hoy el mundo afronta graves problemas que requieren un mejor entendimiento del conocimiento humano, el de la marginación y pobreza es bastante complejo, por la diversidad de variables que intervienen en su estudio, como se advierte en este trabajo, el cual se dificulta aún más al agregar el componente educativo y relacionarlo con la pobreza.

Sabemos que la educación es la base de una sociedad que busca un desarrollo óptimo, de allí su importancia, al convertirla en palanca vital de transformación de sus habitantes, al dotarlos de competencias y habilidades, para capacitarlos profesionalmente, pero además es un signo de engrandecimiento de un pueblo, que libra obstáculos, creando una búsqueda insaciable de seguridad.

La finalidad es muy clara, comprender como funciona el Sistema Educativo Nacional, para analizar las causas del analfabetismo y la deserción, que son temas importantes en el desarrollo de un nación, ver su distribución y comprender las incidencias que se tienen que atender en una organización escolar que se ha visto no funciona bien, es tarea que atañe a todos, principalmente al gobierno para mejorar la atención de los casi 15 millones de habitantes analfabetas y sin primaria terminada que hay que atender, a pesar de que han existido reformas programas novedosos que se han aplicado.

REFERENCIAS

Adams, D. (1971). El papel de la educación en el desarrollo nacional. Ed. Paidós, 1ra Edición. Argentina.

Bassols, B A. (2012). Geografía socioeconómica de México, Aspectos físicos y económicos por regiones, Ed. Trillas, México.

Buman, Z. (2005). Los Retos de la Educación en la Modernidad Líquida, Ed. Gedisa, pedagogía social, España.

Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro, Ediciones UNESCO, Correo UNESCO, México.

Gutiérrez, P. H., Gama H. V. y Aguado, Q. L. (2010). Los índices de marginación en México y pobreza en Colombia, Revista Papeles de Población, CIEAP, trimestre octubre-diciembre 2010 No. 66, año 16.

Fermoso, E. P. (1994). Teoría de la educación, Editorial Trillas, México. D. F.

López, O, A.M (2010). La mafia que se adueñó de México y el 2012, 5ta reimpresión, Ed. Grijalbo actualidad, México

Lora, C. J.F.W. (2001). Filosofía de la educación, ed. Tercer Mundo, V edición, Arequipa.

Nemer, N. E. (2015). Pobreza y desigualdad social, Ponencia presentada en la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística, Estado de México, 02 de junio 2015

Prawda, J. (1989). Logros, inequidades y retos del sistema educativo mexicano, Colección pedagógica Grijalbo, México.

OCDE. (2004). México, Revista Economía, Volumen 2003 Estudios Económicos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. México.

Zavala, A. R. (1999). Sobre la educación del mundo, Aportaciones Pedagógicas, Toluca, México.

CIBERGRAFÍA

CONAPO. (2010). www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/2010. Consultado enero 2015.

CONEVAL. (2014). Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México, segunda edición, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, México, DF.: leído en:

http://www.coneval.org.mx/rw/resource/Metodologia_Medicion_Multidimensional.pdf

Díaz, L. C. y Pinto, L ML. (2017). Vulnerabilidad educativa: Un estudio desde el paradigma socio crítico. *Educational Vulnerability: A study from the socio-critical paradigm.* Leído en

<https://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/praxis/article/view/1267/1834>

[Rosales, E, Olmos C. \(2017\). La distribución de la marginación y su relación con la mortalidad, 2010, Libros Electrónico, Vulnerabilidad socioeconómica y ambiental en el contexto local y regional, leído en:](#)

<http://wgsr.uw.edu.pl/wgsr/wp-content/uploads/2018/03/polmex.pdf>

[INEGI. \(2010\). Censo de población y vivienda 2010, leído en:](#)

<http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>

[Narro, R., Moctezuma. \(2012\). La mujer en México: inequidad, pobreza y violencia, leído en:](#)

<http://www.revistas.unam.mx/index.php/rmcpys/article/view/47520>

OCDE. (2012). *Panorama de la educación indicadores de la OCDE 2012*, leído en: <https://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/panorama2012.pdf?documentId=0901e72b81415d28>

Kollman, M.I, Fernández M. I. (2007). *El Espacio como representación cultural*, leído en https://nanopdf.com/download/el-espacio-como-representacion-cultural_pdf

Prieto, Z. H. (2018). La reforma educativa: una promesa fallida. EF, Educación Futura, periodismo de interés público, leído en: <http://www.educacionfutura.org/la-reforma-educativa-una-promesa-fallida/>

Pobreza y resiliencia. (2018). leído en <https://www.taringa.net/posts/info/894542/Pobreza-y-Resiliencia.html>

Sandoval. M. H. (2011). La Geografía económica. Base del desarrollo económico de un país. Año 2. Número 4, leído en: www.aliatuuniversidades.com.mx/bibliotecasdigitales/pdf/economico_administrativo/geografia_economica

Schettino, M. (2017). Educación en la OCDE, leído en: <http://www.elfinanciero.com.mx/opinion/macario-schettino/educacion-en-la-ocde>

SEP (2017) Modelo educativo, para la educación obligatoria, leído en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/198738/Modelo Educativo para la Educacion Obligatoria.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/198738/Modelo_Educativo_para_la_Educacion_Obligatoria.pdf)

Wikipedia (2018), Educación primaria, leído en: https://es.wikipedia.org/wiki/Educaci%C3%B3n_primaria

UNAM (2010) Plan Educativo Nacional, leído en: http://www.planeducativonacional.unam.mx/CAP_05/Text/05_03a.html

La cartografía como soporte de investigación para ponderar la vulnerabilidad social: caso ciudad de Chilpancingo, Guerrero

Neftalí García Castro¹

Salvador Villerías Salinas²

Universidad Autónoma de Guerrero

Resumen

Este trabajo examina tanto la utilidad como la complejidad de la cartografía como soporte de investigación para ponderar la vulnerabilidad social en la ciudad de Chilpancingo; en especial, las particularidades de esta alternativa metodológica para conocer algunos de los factores que dificultan o favorecen el desempeño de la población en su contexto urbano cotidiano; por ejemplo: 1) los recursos materiales y simbólicos (capital financiero, capital humano, experiencia laboral, nivel educativo, composición y atributos de la familia, capital social, participación en redes y capital físico, entre otros); 2) la estructura de oportunidades (determinadas por el mercado, el Estado y la sociedad); y 3) las instituciones y relaciones sociales que las personas desarrollan como acción colectiva (familia, sindicatos, empresas, movimientos sociales, partidos políticos). Esto es relevante debido a que la ciudad de Chilpancingo es escenario de dificultades socio-territoriales diversas como contaminación, reducción de áreas verdes, desabasto de agua, déficit de vivienda, proliferación de asentamientos irregulares y la presencia de segmentos de población con niveles importantes de vulnerabilidad social (60 251 habitantes, esto es 32.1% del total de la ciudad). Es en ese contexto que se considera de suma importancia la utilización de la cartografía social como recurso metodológico substancial que de pauta para un proceso de planeación urbana participativa e incluyente. El trabajo está conformado de la manera siguiente: 1) consideraciones conceptuales en torno a la vulnerabilidad social, la planeación urbana participativa y la cartografía social 2) particularidades

¹ Catedrático CONACYT comisionado en el Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales de la Universidad Autónoma de Guerrero. 16 de Septiembre No. 42, Barrio de San Mateo, C.P. 39022. Chilpancingo, Gro. Tel. 017474729081 E-mail: ngarciaca@conacyt.mx

² Profesor-investigador Centro de Investigación y Posgrado en Estudios Socioterritoriales-Acapulco, Universidad Autónoma de Guerrero. Gro. Tel. 017444040467. Correo electrónico: svilleriass@gmail.com

técnicas de la cartografía social como mecanismo de colaboración ciudadana en los procesos de planeación urbana relacionados con la vulnerabilidad social y 3) el contexto de la ciudad de Chilpancingo como posible escenario de análisis desde la óptica señalada arriba.

Palabras clave: vulnerabilidad social, cartografía social, planeación urbana.

The cartography as a research support to assess social vulnerability: case city of Chilpancingo, Guerrero

Abstract

This paper examines both the utility and complexity of cartography as a research support to assess social vulnerability in the city of Chilpancingo; especially, the particularities of this methodological alternative to know some of the factors that hinder or favor the performance of the population in its daily urban context; for example: 1) material and symbolic resources (financial capital, human capital, work experience, educational level, composition and attributes of the family, social capital, participation in networks and physical capital, among others); 2) the structure of opportunities (determined by the market, the State and society); and 3) the institutions and social relationships that people develop as collective action (family, unions, companies, social movements, political parties). This is relevant because the city of Chilpancingo is the scene of diverse socio-territorial difficulties such as pollution, reduction of green areas, shortage of water, housing deficit, proliferation of irregular settlements and the presence of segments of the population with significant levels of vulnerability social (60 251 inhabitants, this is 32.1% of the total city). It is in this context that the use of social cartography as a substantial methodological resource is considered of paramount importance as a guideline for a participatory and inclusive urban planning process. The work is shaped as follows: 1) conceptual considerations about social vulnerability, participatory urban planning and social cartography 2) technical characteristics of social mapping as a mechanism for citizen collaboration in urban planning processes related to the social vulnerability and 3) the context of the city of Chilpancingo as a possible scenario for analysis from the perspective indicated above.

Keywords: social vulnerability, social cartography, urban planning.

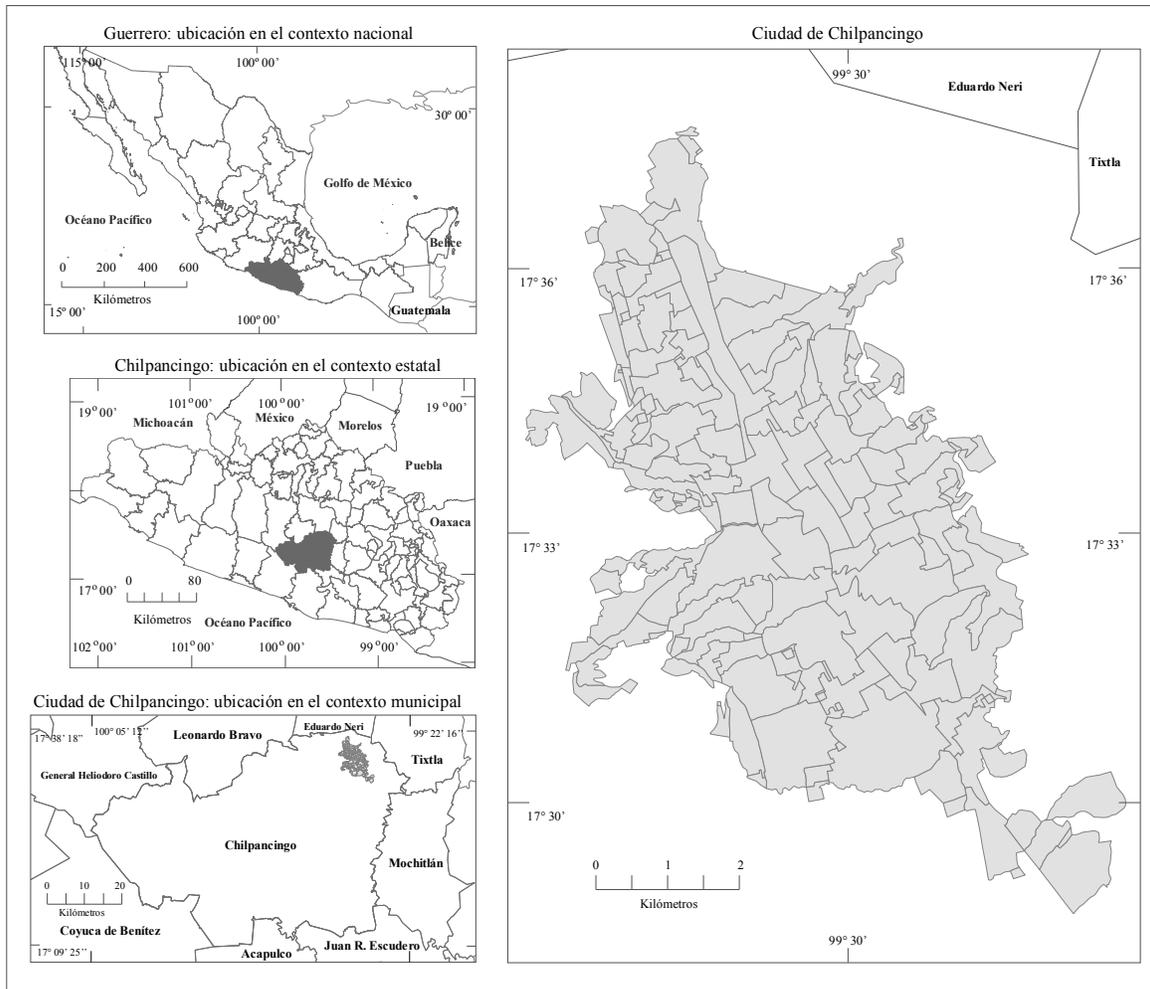
Introducción

La ciudad de Chilpancingo se ubica en el municipio homónimo del estado de Guerrero, se localiza a 275 km de la capital del país (Figura 1). Cuenta con 187 251 habitantes, aproximadamente 5% del total de guerrerenses. Esta cantidad de personas coloca a dicho asentamiento urbano como el segundo con más población de la entidad, sólo después de Acapulco (673 479 habitantes). De acuerdo con el estudio de las ciudades más habitables de México, Chilpancingo es el sitio con el índice de calidad de vida más bajo en la República Mexicana. Asimismo, los resultados de la XVIII Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU), revelaron que esta ciudad guerrerense ocupa el segundo lugar a nivel nacional con mayor percepción de inseguridad entre sus ciudadanos.

No obstante, Chilpancingo es un lugar central debido a su condición de capital estatal y a las funciones político-administrativas relacionadas con ésta; así como por los equipamientos diversos que oferta esta ciudad guerrerense, destacan los hospitalarios, educativos, bancarios y comerciales que le han permitido mantener un intercambio comercial constante con las principales cabeceras municipales de la región Centro, Montaña y Costa Chica (Villerías, 2008; García, 2011). En gran medida, esto ha propiciado el incremento demográfico acaecido el siglo pasado; en 1900; Chilpancingo tenía solamente 7 497 habitantes, en 1950; 12 673 habitantes, en 2000; 142 746 habitantes y, de acuerdo con el último conteo de población, en 2015; esta localidad reúne prácticamente 200 000 personas (INEGI, 2019).

Al igual que en otros asentamientos humanos del país, el aumento de la mancha urbana ha tenido lugar sin planeación; incluso la ciudad se ha expandido de manera notable sobre las laderas pronunciadas que circunscriben a Chilpancingo, tanto en el extremo oriental como occidental. Según datos de La Coordinación de Protección Civil Municipal, se estima que más de 2 500 familias viven en zonas de barrancas; la mayor concentración de asentamientos irregulares está en las márgenes del río Huacapa.

Figura 1. Localización del área de estudio



Fuente: García y Villerías, 2016.

García y Villerías (2016), en su investigación titulada Los niveles de vulnerabilidad social de la Ciudad de Chilpancingo, Guerrero, mencionan que existe una cantidad importante espacios con elevados niveles de vulnerabilidad social, éstos se localizan tanto en la sección septentrional como en la periferia de la ciudad. En esos espacios ha proliferado el establecimiento de población con escasos recursos económicos, debido a los costos elevados de la vivienda y la falta de predios en otras partes céntricas de la ciudad. Las familias suelen obtener, en ocasiones mediante invasión, terrenos no aptos para el desarrollo habitacional, y, con frecuencia, tienen acceso limitado a servicios públicos (energía eléctrica, agua potable, drenaje).

En ese sentido, cabe destacar que las cuestiones urbano-territoriales denotan la interacción constante que existe entre el Estado y la sociedad; y, en consecuencia, la actividad gubernamental vinculada con la prevención o atención de dificultades sociales, así como aquella que busca alcanzar objetivos colectivos mediante normas de regulación y programas de acción, tanto del gobierno como de los agentes privados. Sin embargo, los escenarios socio-territoriales actuales demandan una aproximación a la gestión más allá de los procesos de administración-planificación tradicionales, ya que éstos fueron concebidos como ejercicios de carácter técnico y, en la mayoría de los casos, como procesos homogéneos (Gómez, 2007).

En años recientes, la planeación urbana ha incorporado algunos mecanismos de participación ciudadana; con la finalidad "... de incluir las relaciones sociales, las vivencias de la comunidad, así como el conocimiento que tienen éstas de su territorio, para poner esta valiosa información a disposición de los procesos de planeación urbana. Lo anterior ha llevado a la construcción de nuevas metodologías de participación e instrumentos de análisis para comprender las realidades que conciernen a la población, surgiendo la planeación territorial participativa" (Castro, 2016, p. 1).

La cartografía social constituye una herramienta que puede utilizarse con fines de planeación y transformación social; debido a que es una estrategia basada en la investigación-acción participativa y en los principios surgidos en las tendencias de desarrollo comunitario. Por lo tanto, los mapas elaborados con esta metodología tienen un carácter colectivo, horizontal y participativo; son documentos que plasman al espacio como producto de acciones y objetos en interacción constante; se confeccionan mediante el consenso de los actores involucrados en el hecho o fenómeno abordado, a diferencia del mapa convencional; el cual es legitimado según quien lo construya y su propósito (académico, gubernamental, militar) (Herrera, 2008). De acuerdo con Quiñones (2011), la cartografía social representa una alternativa metodológica dotada de dos características esenciales: 1) funge como instrumento que da pauta a las comunidades para producir conocimiento sobre su entorno y concebir al territorio como el punto de partida para confeccionar colectivamente mapas temáticos que sistematizan la información de su acontecer socio-territorial, y 2) tiene

como objetivo principal crear con las personas un proceso dinámico de reflexión y producción social del conocimiento; por lo tanto, es una acción pedagógica que suele revelar el grado de cohesión social presente en un territorio; de manera gradual, esto favorece la construcción de una imagen holística en torno a éste.

El objetivo general de este trabajo es examinar tanto la utilidad como la complejidad de la cartografía social como soporte de investigación para abordar a las personas en situación de vulnerabilidad social que habitan en la ciudad de Chilpancingo, Guerrero. El trabajo está conformado de la manera siguiente: 1) consideraciones conceptuales en torno a la vulnerabilidad social, la planeación urbana participativa y la cartografía social 2) particularidades técnicas de la cartografía social como mecanismo de colaboración ciudadana en los procesos de planeación urbana relacionados con la vulnerabilidad social y 3) el contexto de la ciudad de Chilpancingo como posible escenario de análisis desde la óptica señalada arriba.

1) Consideraciones conceptuales

El origen del concepto de vulnerabilidad se remonta al decenio de los setentas, el término se comienza a utilizar para sugerir que las condiciones socioeconómicas están estrechamente relacionadas con los efectos que ocasionan algunos fenómenos naturales sobre la población. Un análisis comparativo realizado, entre los decesos registrados en países ricos y aquellos en vías de desarrollo, corroboró que el mayor número de pérdidas se contabilizaba en estos últimos (O'Keefe et al. 1976). En ese sentido, son substanciales las aportaciones de Chambers (1989) quien señala que la vulnerabilidad tiene una vertiente exógena y otra endógena; la primera es producto de la exposición a los riesgos naturales o antropogénicos. En tanto, la segunda denota la capacidad diferenciada que posee una persona o personas para hacer frente a tal exposición mediante estrategias diversas.

Asimismo, Blaikie *et al.* (1994) exponen que los efectos desfavorables derivados de fenómenos naturales o antropogénicos son resultado de la acción conjunta tanto de aspectos de carácter natural como humano; en particular, el entorno social, político y económico. Por lo tanto, el concepto de vulnerabilidad es importante para entender

tales efectos, así como para abordar aquellos aspectos asociados con la prevención o reducción de la magnitud de los mismos. Desde esa óptica también han sido notables las aportaciones de Cutter *et al.* (2000), Oliver-Smith y Hoffman (2002).

De acuerdo con González (2009), las investigaciones latinoamericanas en torno a la vulnerabilidad social muestran la importancia de esta categoría de análisis como soporte para interpretar de manera sintética, multidimensional y holística tanto la desigualdad como la pobreza que suelen presentarse en este segmento del continente americano. Al respecto Pizarro (2001) explica que desde “la constitución de los estados independientes, la pobreza y la mala distribución del ingreso estuvieron presentes en el capitalismo subdesarrollado latinoamericano. A éstos fenómenos se agrega la vulnerabilidad social como rasgo específico de la forma que ha adoptado el capitalismo en los últimos años: economía de libre mercado, abierta al mundo y con “estado mínimo”. Así como en el pasado la denominada “industrialización por sustitución de importaciones” (ISI) tuvo en la marginalidad su fenómeno social más distintivo, en el actual período histórico la vulnerabilidad aparece como el rasgo dominante del patrón de desarrollo vigente” (p. 5).

La vulnerabilidad social hace alusión a la condición de una persona, hogar o un grupo, el cual “varía en relación inversa a su capacidad para controlar las fuerzas que modelan su propio destino, o para contrarrestar sus efectos sobre el bienestar” (Kaztman, 2000, p. 8). Es “la incapacidad de una persona o de un hogar para aprovechar las oportunidades, disponibles en distintos ámbitos socioeconómicos, para mejorar su situación de bienestar o impedir su deterioro” (Kaztman, 2000, p.13). De esta manera, tal condición es concebida como resultado de la combinación de eventos, procesos y aquellas características, individuales o colectivas, que pueden dificultar la subsistencia, el acceso a mayores niveles de bienestar, el ejercicio de los derechos humanos, así como la consolidación de proyectos a nivel personal, familiar o comunal (Golovanevsky, 2007; Adamo, 2012).

Por lo tanto, la medición de la vulnerabilidad social ha dado lugar a propuestas metodológicas diversas (Busso, 2005). En ese sentido, “... sin que exista un acuerdo unánime en la comunidad científica a la hora de establecer cuál es el método más adecuado, sí se aprecia cierta decantación hacia los sistemas de indicadores sociales”

(Navarro y Larrubia, 2006, p. 485); éstos son fundamentales para evaluar, dar seguimiento y predecir tendencias de la situación de un país, estado, municipio o ciudad; por ejemplo, en lo referente a su economía, sociedad, desarrollo humano, etc., así como para valorar el desempeño institucional relacionado con el logro de metas y objetivos establecidos en cada uno de los ámbitos de acción de los programas de gobierno (Pérez, 2002).

Desde esta óptica, García y Villerías (2016) identifican los niveles de vulnerabilidad social de la ciudad de Chilpancingo como expresión sintética de un conjunto de indicadores socioeconómicos que denotan las condiciones de vida de los habitantes de esta localidad guerrerense; y que, por lo tanto, suelen definir su capacidad para hacer frente a situaciones de emergencia de distinta índole y magnitud, derivadas de aquellos fenómeno naturales o antrópicos que pone en riesgo su integridad física y el desarrollo de sus actividades cotidianas.

Esa investigación tuvo como finalidad revelar las áreas prioritarias para la gestión de los riesgos asociados con los fenómenos de origen natural o antrópico que suelen presentarse en la ciudad de Chilpancingo. El documento se suma a los trabajos que consideran imprescindible la evaluación de la vulnerabilidad social como un aspecto fundamental para formular criterios de prevención, valorar el impacto potencial y las acciones posteriores a la ocurrencia de eventos que genera consecuencias adversas; lo que resulta útil para el ordenamiento territorial, ya que éste busca la definición de un modelo territorial deseable, mediante un proceso ejecutivo que se ocupe de la localización y distribución espacial de aquellos factores que influyen en el desarrollo y bienestar de la población (Cabral, 2006).

En ese sentido, García y Villerías (2016) advierten que el tratamiento conceptual-metodológico utilizado en su trabajo revela tanto una alternativa para la medición de la vulnerabilidad social como la disponibilidad de información estadística oficial que puede utilizarse para tal propósito en México; los resultados de su investigación hacen evidente que los datos públicos existentes solo dan pauta para analizar, con cobertura y detalle territorial considerable, tanto los recursos materiales como la estructura de oportunidades. Por lo tanto, el examen de otros aspectos de suma importancia; como los recursos simbólicos, las relaciones, conductas o formas de organización que

inciden en la capacidad de prevenir, mitigar o responder en un contexto adverso; solo pueden incorporarse al análisis de la vulnerabilidad social, mediante la información conseguida en campo, aunque un estudio de ese tipo no suele tener una cobertura territorial tan amplia, debido a los recursos económicos y humanos que se requieren. Por lo general, en México, la planeación ha tenido bases funcionales y metodológicas que buscan identificar decisiones racionales viables para garantizar la economía de los recursos, aunque esto no siempre representa una eficiencia funcional; ya que, las soluciones técnicas propuestas se basan en diagnósticos proyectivos de las tendencias socio-territoriales sin cuestionar los procesos y evolución que dieron lugar a éstas. En contraste, una planeación urbana participativa tiene como propósito la transformación socio-territorial mediante un modelo que toma en cuenta las necesidades y aspiraciones comunes de un grupo; esto conlleva la participación y toma de decisiones en conjunto. Al respecto, Oliveras (2007) apunta lo siguiente:

Se concibe la Planeación Urbana Participativa como un proceso en el que están involucrados diversos sujetos, que no necesariamente coinciden entre ellos, donde lo importante no es una imagen-objetivo idealizada, sino señalar objetivos, cuya materialización pueden alcanzarse a través del proceso, de diferentes formas y por distintos agentes. Por tanto, el tiempo para este tipo de planeamiento, es el tiempo real, cotidiano, antes que el imaginario futuro (p. 110).

En ese contexto, la cartografía social cobra relevancia como metodología participativa y colaborativa, mediante ella se plasma la opinión de aquellos grupos que son sujetos de investigación o bien las expresiones de los destinatarios de un proyecto de desarrollo; consecuentemente, esta modalidad de la cartografía tiene como propósito favorecer el empoderamiento de los actores sociales y, en su caso, colaborar en la aplicación exitosa de un proyecto específico. Cabe destacar que esta alternativa metodológica surge como respuesta a las situaciones siguientes: 1) el fracaso de la mayoría de los proyectos de desarrollo local; elaborados y puestos en práctica de manera vertical, por funcionarios y técnicos de organizaciones tanto gubernamentales como no gubernamentales, 2) el escaso involucramiento de la población beneficiaria de tales proyectos y, en consecuencia, 3) la necesidad de contar con estrategias metodológicas que plasmen la participación social de los actores involucrados

(Fernandes *et al.*, 2015).

De acuerdo con Forero (2015), la cartografía social es una propuesta conceptual y metodológica:

que permite, utilizando instrumentos técnicos, vivenciales y participativos, construir y reconstruir el conocimiento comunitario entorno a un contexto geográfico y sobre un determinado aspecto o interés a trabajar. Además, proporciona la información necesaria para la toma de decisiones, la creación de programas y políticas públicas integrales. Poner en práctica esta metodología es realizar un análisis participativo sobre un contexto geográfico a través, de la visión comunitaria, generando un proceso de dialogo sobre las situaciones problemáticas, necesidades, amenazas y oportunidades de la comunidad, en su entorno, de modo que puedan surgir a la vez posibles soluciones (p. 46).

Asimismo, Herrera (2008) menciona que la cartografía social es un recurso metodológico vinculado con los procesos de planeación y transformación social; suele emplearse en la organización comunitaria que se desarrolla a partir de una planificación participativa, descentralizada y democrática, la cual favorece la colaboración equitativa de los actores locales. De esta manera, la cartografía social suele concebirse como un instrumento para la construcción de conocimiento desde la participación y compromiso social, el cual da pauta a la transformación positiva de un territorio.

En ese sentido, Habegger y Mancila (2006), advierten que la cartografía social permite sintetizar volúmenes substanciales de información”, el informe de la investigación que de forma narrativa puede llegar a páginas y páginas, se puede mostrar de forma amena con un impacto visual. De esta manera se pueden facilitar los procesos comparativos. Además al proceso de construcción cartográfica del territorio, lo consideramos un proceso educativo, porque durante dicho proceso los participantes reflexionan sobre su praxis, y van evolucionando y cambiando (nivel endógeno). El producto cartográfico también genera cambios en el territorio (nivel exógeno)” (p. 8).

No obstante, la cartografía social también tiene algunas desventajas; ya que, en ocasiones, la lectura de estos documentos cartográficos suele dificultarse debido a la escasa familiarización con esta técnica. Asimismo, debido a que los mapas

confeccionados mediante esta técnica son productos simbólicos y culturales su utilidad está en función del contexto socio-cultural en el que emergieron. Habegger y Mancila (2006) acotan que el uso y la función de las cartografías tienen que ver con la estructura discursiva dominante en un campo cultural e históricamente determinado. Además, Vélez *et al.* (2012) señala que:

si bien la metodología de cartografía social puede constituir un espacio de enunciación en sí mismo, es importante desarrollarlo en su dimensión translocal; es decir, identificar y posibilitar articulaciones del saber producido con otros ámbitos que, si bien son determinantes del lugar y de la comunidad local, suelen quedar por fuera del ejercicio metodológico en sí mismo y de los espacios asequibles por parte de los participantes locales. Este es tal vez el desafío más importante que tienen los investigadores y las comunidades con las cuales trabajan, pero que, a su vez, resuena con lo que debería ser un imperativo de articulación con actores de la esfera civil, como los medios de comunicación y los movimientos sociales, entre otros (p. 71).

2) Particularidades técnicas de la cartografía social como metodología participativa

La planeación urbana participativa es un proceso que requiere la toma de decisiones en torno a un futuro concebido de manera colectiva y democráticamente; por lo tanto, los objetivos y medios para alcanzar las metas trazadas son seleccionados bajo tal premisa; esto denota el derecho “que las mujeres y los hombres tienen de influir en las decisiones que los afectan, conociendo que ellos juegan papeles diferentes en la sociedad a partir de necesidades distintas, que deben constituir la base del planeamiento y diseño de las políticas (Oliveras, 2007).

De esta manera, la planeación urbana participativa se basa en aspectos substanciales como: 1) la participación del mayor número de actores con la finalidad de garantizar el control sobre recursos e instituciones reguladoras de escenarios socio-territoriales específicos, por parte de grupos y movimientos excluidos hasta entonces de tal control, 2) la integralidad de las soluciones planteadas, lo cual refleja un proceso analítico-sintético de situaciones que un principio se pueden percibir como antagónicas. Este segundo aspecto hace alusión a la capacidad de los actores para entender e

interpretar la realidad, así como valorarla y proponer soluciones y 3) la gradualidad en la aplicación ya que se debe tener en cuenta que la participación adopta formas diversas en función de circunstancias específicas que surgen a lo largo del proceso, lo que influye en la aplicación de políticas, programas y/o proyectos; no se trata de un modelo único o estático establecido desde el principio, sino que se confecciona a partir de detectar los pasos para robustecerlo.

En términos generales, la planeación urbana participativa consta de las cuatro etapas siguientes: 1) fase explicativa (los actores locales expresan los problemas a los que se enfrentan cotidianamente), 2) fase normativa (se confecciona el programa con base en los escenarios identificados en la etapa previa), 3) fase estratégica (se analiza la viabilidad política del programa, con base en los actores a favor y aquellos que se oponen) y 4) la fase táctica operacional (se instrumenta la ejecución, seguimiento y evaluación del programa) (Oliveras, 2007). De acuerdo con esto, en esta investigación, la cartografía social tiene como propósito coadyuvar a la identificación de escenarios socio-territoriales concretos en torno a las personas en situación de vulnerabilidad que viven en la ciudad de Chilpancingo, lo que forma parte, sobre todo, de la fase 1, 2 y 3 de la planeación urbana participativa.

Risles y Ares (2014), en su documento Manual de mapeo colectivo: recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa, brindan elementos cognoscitivos que permiten advertir que la cartografía social tiene implícito un proceso creativo que da pauta para la metamorfosis del “...lugar de enunciación para desafiar los relatos dominantes sobre los territorios, a partir de los saberes y experiencias cotidianas de los participantes.” (p. 12). Dicho proceso creativo se sustenta en un conjunto de actividades desarrolladas durante talleres organizados con los actores sociales que interesan; estos trabajos en grupo son relevantes debido a que facilitan:

- 1) la socialización de información y experiencias cotidianas,
- 2) la documentación y organización del intercambio de ideas surgidas en encuentros, reuniones o eventos,
- 3) la identificación colectiva de problemáticas locales,

- 4) la participación relacionada con la búsqueda de soluciones colectivo-comunitarias,
- 5) la reflexión en torno a los mecanismos de control que se ejercen en el territorio,
- 6) a sistematización de recursos y medios, así como los posibles obstáculos que limitan resolver cierta problemática,
- 7) la construcción de un diagnóstico socio-territorial.

Los talleres de mapeo colectivo suelen constar de las fases siguientes:

- 1) Preparación. Tiene como propósito establecer los aspectos más importantes de la propuesta de trabajo concebida inicialmente por los organizadores; por ejemplo el objetivo del taller, así como las temáticas y las unidades espaciales de análisis que serán abordadas. Es importante tener en cuenta que, a la postre, esta propuesta de trabajo se amplía y diversifica con la colaboración de los actores locales participantes (habitantes, agrupaciones, espacios culturales, movimientos sociales, instituciones, etc.).
- 2) Introducción. Consiste en la presentación tanto de los organizadores como de los participantes (nombre, actividad o espacio de pertenencia). También se dan a conocer las expectativas que se tienen sobre el taller. Posteriormente, los organizadores presentan los lineamientos generales de las actividades que se desarrollarán; se acotan los objetivos, las temáticas y los tiempos; otro aspecto medular es hacer notar la relevancia crítica y reflexiva del trabajo con mapas y otros recursos gráficos contemplados en el taller, así como explicar el procedimiento para intervenirlos de manera libre y creativa a partir de los recursos gráficos prediseñados y proporcionados por los organizadores o aquellos generados por los participantes.
- 3) Desarrollo. Inmediatamente después de la introducción, los participantes, entre 30 y 40 personas como máximo, suelen organizarse en grupos de 8 o 10 integrantes; generalmente, esto se hace mediante una dinámica lúdica que de pauta para cohesionarse a partir de un eje preestablecido por los organizadores. Éstos deberán rotar su participación en cada una de los grupos conformados

por los participantes; con la finalidad de incentivar la participación y resolver dudas relacionadas con el uso de los recursos gráficos para confeccionar la cartografía Risles y Ares (2014).

- 4) Cierre. Al concluir el ejercicio de mapeo colectivo cada grupo presenta los resultados obtenidos a los demás participantes. Es substancial que los organizadores realicen preguntas o promuevan el debate en torno a los escenarios socio-territoriales identificados. Esto es fundamental ya que permite identificar las diferencias y los puntos de consenso. En algunas ocasiones uno de los organizadores puede tomar nota y sistematizar la información en un diagrama "... (con los ejes del taller, por ejemplo, o con los ejes del F.O.D.A. "Fuerzas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas") para luego exponerlo al resto y que esto funcione como base desde la cual organizar los planes de acción a futuro" (Risles y Ares, 2014, p.18).

Estos talleres de mapeo colectivo pueden ser complementados mediante algunas de las propuestas técnicas que mencionan Risles y Ares (2014), entre ellas: 1) sentidos, percepciones y territorios, 2) mesas en espacios públicos, 3) recorridos urbanos en grupos, 4) construcción de paisajes, 5) mapas murales, 6) mapeo espacio-temporal, 7) mesa rotativa de mapeo y 8) multiplanos. En seguida se acotan algunas características metodológicas de la propuesta número 2 y 6, debido a la utilidad que ambas representan para explorar los recursos simbólicos, las relaciones, conductas o formas de organización que inciden en la capacidad de prevenir, mitigar o responder en un contexto adverso

- Mesas en espacios públicos. Esta técnica también conocida como mapeo al paso requiere que los organizadores se sitúen en una calle, sendero u otro espacio con significativa circulación de peatones. Los organizadores acuden a estos sitios con mapas impresos y elementos gráficos, e invitan a los transeúntes para que plasmen mediante tales recursos sus conocimientos, opiniones o datos sobre temáticas determinadas; por ejemplo: la vulnerabilidad social. Algunos participantes aportan una cantidad

substantial de información; no obstante, es conveniente incentivar su contribución con frases como: ¿se organizan para hacer frente a un evento adverso? ¿cuál ha sido el resultado de tal organización?, etc. En ese sentido, muchas de esas respuestas son imágenes que funcionan como metáforas-síntesis de una situación socio-territorial que con frecuencia pueden ser objeto de representación gráfica mediante dibujos o ilustraciones. Esta técnica facilita a los organizadores reflexionar sobre las percepciones o prejuicios que se tienen sobre un espacio, y contrastar esas ideas preconcebidas con la opinión de quienes lo habitan y transitan.

- Mapeo espacio-temporal. Esta propuesta técnica facilita identificar vínculos e impactos espacio-temporales, a través de textos e ilustraciones cuya finalidad es revelar personajes clave, políticas públicas, entre otros aspectos. Por lo general, suele trabajarse con líneas de tiempo que dan pauta para representar momentos de suma importancia relacionados con hechos clave, políticas económicas, períodos en los que se registraron acontecimientos de especial interés para la investigación; por ejemplo, fenómenos con efectos adversos en un espacio concreto, etc. Una vez identificados esos momentos se establecen vínculos entre diversos aspectos representados en el mapa y su evolución cronológica. También se puede revelar las capas que conforman los estratos materiales, discursivos, subjetivos, que dan forma y sustento a las realidades específicas del lugar en cuestión, utilizando fotografías o dibujos del lugar que permitan preguntarse: ¿qué había antes en ese espacio?, ¿qué ocurrió allí?, ¿cómo se transformó con la aplicación de cierta política pública?, ¿por qué se transformó?, ¿quién o quienes estuvieron involucrados en dicha transformación?

3) Chilpancingo como posible escenario de análisis cartográfico social

De acuerdo con la Secretaría de Desarrollo Urbano, Recursos Naturales y Ecología del municipio, en la ciudad de Chilpancingo existen 519 colonias regulares y sólo 50 no cumplen

con la normatividad vigente. La mayoría de las ocasiones, las viviendas se localizan donde el uso de suelo no es habitacional; en áreas federales y zonas de laderas, tal es el caso de las colonias Calaveras, Nuevo Horizonte, Jalahuatzingo, Pesuapa, Amelitos, Plan de Ayala y 1º de mayo (Figura 2 y 3). El responsable de la dependencia municipal arriba mencionada ha expresado que desde 1999 no se ha actualizado el Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad; esa falta de planeación y diseño urbano ha tenido como consecuencia una constante falta de servicios e infraestructura en la capital del estado de Guerrero.

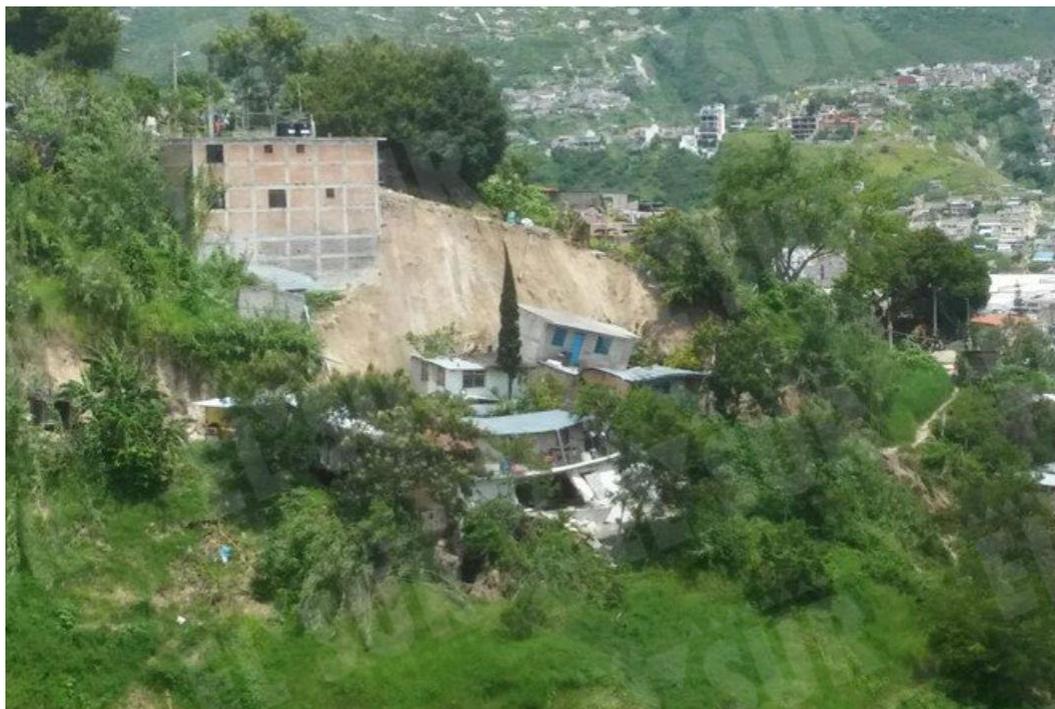
En ese sentido, el informe presentado por el Programa de las Naciones Unidas para los asentamientos humanos (ONU-Hábitat, 2016), expone que la ciudad de Chilpancingo tiene “...problemas graves derivados de una urbanización extraordinariamente desordenada, dispersa e insustentable que ha crecido en las laderas sin ningún control, devastando la biodiversidad y contaminando el suelo y los acuíferos; por ello, muchos asentamientos, especialmente precarios y de vivienda social, se ubican en zonas con altas pendientes y con riesgos diversos, debido a la ausencia de una estrategia de ordenamiento territorial y ecológico” (p. 16).

Figura 2. Ciudad de Chilpancingo: asentamientos irregulares



Fuente: Jijón, 2016.

Figura 3. Ciudad de Chilpancingo: asentamientos irregulares



Fuente: La Razón Online, 2017.

El Programa Municipal de Desarrollo 2018-2021 de Chilpancingo menciona que se debe promover la participación democrática de la ciudadanía en la formulación, ejecución, gestión, seguimiento, evaluación y vigilancia de los planes y programas de desarrollo urbano, así como en la realización de obras y la prestación de servicios públicos urbanos; así como propiciar mecanismos que permitan la participación ciudadana en particular para las mujeres, jóvenes y personas en situación de vulnerabilidad, en los procesos de planeación y gestión del territorio con base en el acceso a información transparente, completa y oportuna (Gobierno del municipio de Chilpancingo, 2019).

En ese contexto, como se ha señalado en páginas anteriores, la cartografía social es útil como herramienta para el diseño de propuestas en torno a la planeación urbana de Chilpancingo; ya que dicha metodología busca un acercamiento de la comunidad con su entorno geográfico, socio-económico e histórico-cultural, donde además de reflexionar sobre los cambios encontrados en estos aspectos, la comunidad sea capaz

de proponer ideas en torno a cómo armonizar el espacio desde lo que para ellos sería viable hacer en su diario vivir.

La ciudad de Chilpancingo ha sido analizada con algunos datos que dan cuenta de la disponibilidad de recursos materiales y la estructura de oportunidades que tiene la población, ya que ambos aspectos inciden en los niveles de vulnerabilidad social que existen en este asentamiento guerrerense. Con base en ello, es posible construir un referente inicial que oriente el diseño de las políticas públicas relacionadas con ciertas escalas geográficas (nacional, regional, estatal o municipal); en particular, acciones vinculadas con la evaluación del desempeño institucional respecto al logro de metas y objetivos establecidos en cada uno de los ámbitos de acción de los programas gubernamentales en la materia (Pérez, 2002).

Con base en los hallazgos de García y Villerías (2016), en la capital del estado de Guerrero existen doce niveles de vulnerabilidad social³, el predominio de indicadores con poca relevancia cuantitativa es común sólo en veinticinco Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEB), esto es 27.2% del total de áreas analizadas. Las otras sesenta y siete demarcaciones muestran un panorama socioeconómico distinto; la mayoría registra, en por lo menos dos de cinco indicadores ponderados, valores altos y muy altos. Por ejemplo, el índice de marginación alcanza tales rangos en cincuenta y siete AGEB; la relación de dependencia, en treinta y cuatro; el porcentaje de hogares con jefatura femenina, en veinticuatro; y la tasa de desocupación, en dieciocho.

Estos geógrafos miden la vulnerabilidad social con datos obtenidos de censos o encuestas; sin embargo, estos autores señalan que tales fuentes de información

³ Estos niveles de vulnerabilidad social fueron determinados con base el método de la tipificación probabilística. Se optó por esta solución metodológica porque revela agrupamientos de procesos u objetos de interés, a partir de la repetitividad, similitud, homogeneidad y jerarquía territorial (Propin, 2003). El enfoque tipológico resume distintos atributos asociados con el hecho, fenómeno o proceso en cuestión; lo que facilita la conformación de grupos o tipos discretos que, en lo fundamental, constituyen instrumentos valiosos para examinar integralmente el comportamiento de las variables o indicadores que se compendian, de acuerdo al marco teórico-conceptual de referencia (Sánchez, 2000). En la investigación de García y Villerías (2016), se emplearon los indicadores siguientes: por concentración territorial de la población (CTP), la tasa de desocupación (TD), relación de dependencia (RD), porcentaje de hogares encabezados por mujeres (HJF) y el índice de marginación del Consejo Nacional de Población (CONAPO) (IM).

estadística no poseen las variables suficientes para elaborar un análisis integral de la vulnerabilidad social. Una tarea pendiente es el análisis de factores de vulnerabilidad tales como los aspectos simbólicos que favorecen o dificultan el desempeño de las personas en su contexto social o bien las instituciones y relaciones sociales que las personas desarrollan como acción colectiva con tal finalidad (familia, sindicatos, empresas, movimientos sociales, partidos políticos) (Blaikie *et al.*, 1994; Busso, 2005; Filgueira, 2005 citado por Golovanevsky, 2007).

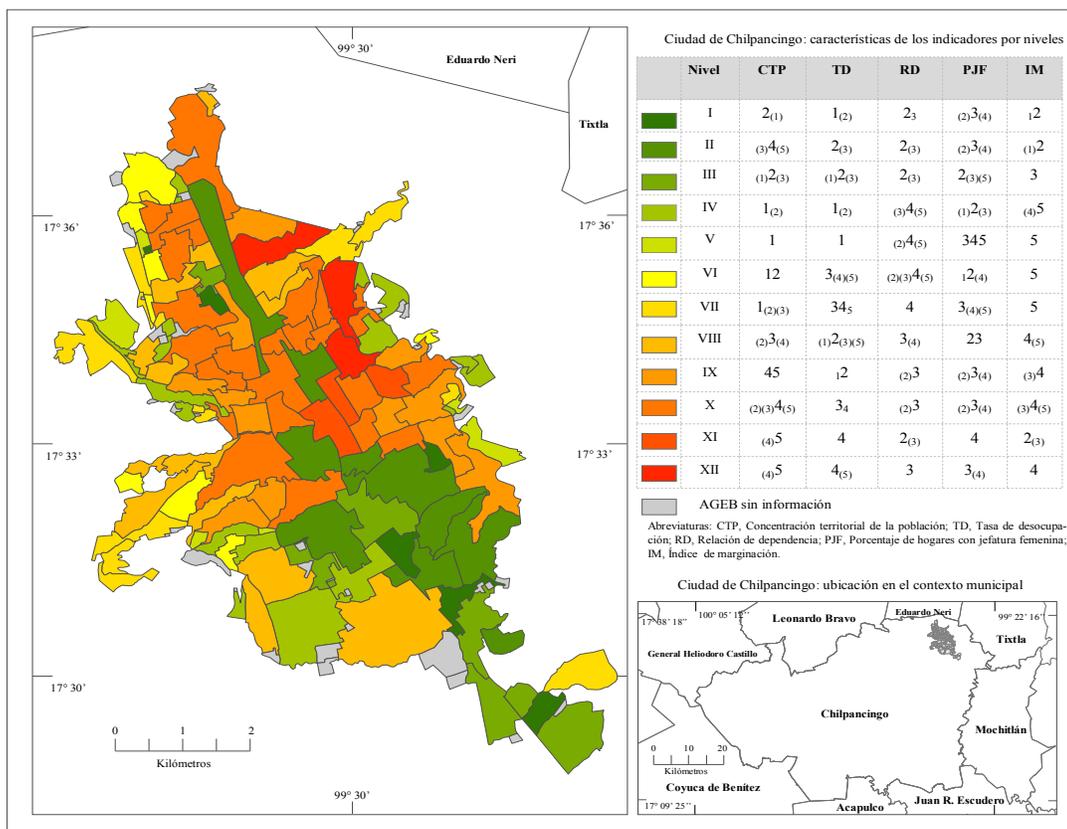
Pese a que la recopilación de datos en campo suele dar pauta para un análisis puntual (cobertura territorial reducida); generalmente, debido a los recursos financieros y humanos que suele demandar la puesta en práctica de esa alternativa de examen, el contexto socio-territorial de la ciudad de Chilpancingo es el escenario propicio para la puesta en práctica de una investigación basada en la cartografía social. Este tipo de análisis podría dar pauta para explicar algunos de los hallazgos plasmados en la tipología propuesta por García y Villerías (2016), ya que ésta permite vislumbrar que los niveles de vulnerabilidad social de cada AGEB no incrementan en función de la distancia que las separa del centro de la ciudad. A menudo, las áreas con niveles disímiles de vulnerabilidad social son contiguas, tanto en la parte central como en la periferia del asentamiento urbano; lo que denota rasgos particulares de interacción, organización y estratificación social que intervienen en el nivel de acceso a activos y estructura de oportunidades; y que podrían ser explorados de mejor manera mediante trabajo en campo. En ese orden de ideas, los espacios que podrían ser objeto de tal análisis son aquellos identificados previamente como prioritarios; estos son las AGEB con niveles VIII, IX y X, ya estos muestran vulnerabilidad social marcada y elevada concentración de población; en conjunto, esas áreas albergan 60 251 habitantes (32.1% del total de la ciudad) (Figura 3).

3. A manera de conclusión

El análisis de la ciudad de Chilpancingo desde la óptica descrita en las páginas precedentes, así como la confección de mapas colectivos, contribuye a la elucidación de aspectos socioeconómicos que deben considerarse fundamentales en el rediseño

de políticas públicas; además, favorece la construcción de un marco de referencia para explicar porque el panorama de la capital guerrerense es socio-territorialmente complejo, pues se requieren bases cognitivas para reflexionar en torno a los modelos de desarrollo impuestos, sus repercusiones sobre el bienestar de la población y la ausencia de alternativas político-económicas congruentes con los retos sociales actuales.

Figura 3. Ciudad de Chilpancingo: niveles de vulnerabilidad social



Fuente: García y Villerías, 2016.

Lo anterior es fundamental debido a que la planeación y gestión del desarrollo urbano constituye una de las tareas más necesarias en el territorio guerrerense; la transformación positiva de los escenarios complejos detectados en la ciudad de Chilpancingo demandan una planeación producto del esfuerzo conjunto realizado por los distintos niveles de gobiernos y, sobre todo, que tome en cuenta la participación de la sociedad en general, en la búsqueda de un fin común: un desarrollo territorial

congruente con sus características físicas, sociales y económicas.

En ese orden de ideas, la cartografía social, como recurso metodológico, tiene las ventajas siguientes: 1) facilita el manejo de información socio-territorial estratégica mediante un lenguaje visual, 2) representa gráficamente la información proporcionada por los participantes, 3) es un medio para revelar las características del entorno físico, social, económico o cultural desde la perspectiva de los actores involucrados y 4) los mapas resultantes suelen mostrar elementos que pueden coadyuvar en la búsqueda de soluciones potenciales a problemáticas concretas.

4. Bibliografía

- Adamo, S. B. (2012). *Vulnerabilidad social*. Recuperado de: http://moodle.mininterior.gov.ar/biblioteca_dnpc/talleres/adamo_VulnerabilidadSocial_julio31.pdf
- Blaikie, P., Cannon, T., Davis, I. & B. Wisner (1994). *Risk: Natural hazards, People's vulnerability, and disasters*. London, Routledge.
- Busso, G. (2005). "Pobreza, exclusión y vulnerabilidad social. Usos, limitaciones y potencialidades para el diseño de políticas de desarrollo y de población". En: *Tandil, VIII Jornadas Argentinas de Estudios de Población*, Asociación de Estudios de la Población. (pp. 1-27).
- Cabrales, L. F. (2006). "Geografía y Ordenamiento Territorial". *Tratado de Geografía Humana*. Barcelona, España: Anthropos / Universidad Autónoma Metropolitana. (pp. 601-627).
- Castro, M. L. (2016). *Cartografía social como recurso metodológico en los procesos de planeación participativa de un territorio incluyente. El caso del Plan Parcial de Renovación Urbana "El Triángulo de Fenicia" en la ciudad de Bogotá*. Tesis de maestría en Planeación Urbana y Regional. Facultad de Arquitectura y Diseño de la Pontificia Universidad Javeriana. (pp. 96).
- Chambers, R. (1989). "Editorial Introduction: Vulnerability, Coping and Policy." *IDS Bulletin*. 20 (2). (p. 7).
- CONAPO. (2010). *Índice de marginación urbana 2010*. Distrito Federal, México: Consejo Nacional de Población
- Cutter, S. L., Mitchell, J. T. & M. S. Scott (2000). "Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina." *Annals of American Geographers* 90 (4). (pp. 713-737).
- Fernandes, J. A., Savério, E. y D. Trinca (2015). *Diccionario de geografía aplicada y profesional: terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. Universidad de León.
- Forero, N. (2015). *La cartografía social como herramienta de articulación entre la Planeación territorial y la gestión socio-ambiental. Caso cuenca río Salitre, Bogotá D.C.* Tesis de Ingeniería geográfica y ambiental. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales.

- García, N. y S. Villerías (2016). "Los niveles de vulnerabilidad social de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, México". *Revista Geográfica de América Central*, vol. 1, núm. 56. (pp. 259-288).
- García, N. (2011). *Los grados de asimilación económica del estado de Guerrero, a fines del siglo XX*. Tesis de doctorado en Geografía. Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.
- Gobierno del municipio de Chilpancingo (2019). *Programa Municipal de Desarrollo 2018-2021*. Recuperado de: https://issuu.com/davidaquilarglez/docs/programa_municipal_de_desarrollo_ch
- Golovanevsky, L. (2007). *Vulnerabilidad y transmisión intergeneracional de la pobreza. Un abordaje cuantitativo para Argentina en el siglo XXI*. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Gómez, D. (2007). "Nuevos escenarios para la gestión territorial y urbana". *Desafíos*, núm. 17, semestre II. (pp. 238-261).
- González, L. M. (2009). "Vulnerabilidad social y dinámica demográfica en Argentina", *Cuadernos Geográficos*, núm. 45 (2). Universidad de Granada, Granada.
- Habegger, S. y L. Mancila (2006). *El poder de la Cartografía Social en las prácticas contrahegemónicas o La Cartografía Social como estrategia para diagnosticar nuestro territorio*. Recuperado de: <http://www2.fct.unesp.br/docentes/geo/girardi/Cartografia%20PPGG%202018/TEXTOS/TEXTO%2028.pdf>
- Herrera, J. (2008). *Cartografía Social*. Recuperado de: <https://juanherrera.files.wordpress.com/2008/01/cartografia-social.pdf>
- INEGI (2019). *Sistema Estatal y Municipal de Base de Datos*. Recuperado de: <http://sc.inegi.org.mx/cobdem/>
- Katzman, R. (2000). Notas sobre la medición de la vulnerabilidad social. En: *Documentos de Trabajo del IPES*, 2. (pp. 275-301).
- Jijón, L. (2016). *Familias en zona de riesgo de Chilpancingo, aún sin notificar*. Recuperado de: <https://bajopalabra.com.mx/familias-en-zona-de-riesgo-de-chilpancingo-aun-sin-notificar>
- La Razón Online (2017). *Colapsan 10 casas en Chilpancingo por deslizamiento*. Recuperado de: <https://www.razon.com.mx/mexico/colapsan-10-casas-deslizamiento-guerrero/>
- Navarro, S. R. y R. Larrubia (2006). "Indicadores para medir situaciones de vulnerabilidad social: propuesta realizada en el marco de un proyecto europeo". *Baética*, 28 (1), (pp. 485 -506).
- O'Keefe, K. Westgate, K. & B. Wisner (1976). "Taking the naturalness out of natural disasters." *Nature*, Vol. 260. (pp. 566-567).
- Oliveras, R. (2007). *Planeación urbana participativa*. Recuperado de: http://hdrnet.org/543/4/04._Cap%C3%ADtulo_2.2._Planeaci%C3%B3n_urbana_participativa.pdf
- Oliver-Smith, A. & S. M. Hoffman (2002). *Theorizing Disasters: Nature, Power and Culture. Theorizing Disasters: Nature, Power and Culture (Catastrophe and Culture: The Anthropology of Disaster)*. A. Oliver-Smith. Santa Fe, School of American Research Press.
- ONU-Hábitat (2016). *Informe final municipal. Chilpancingo de los Bravo Guerrero*,

- México. Recuperado de:
<https://infontavit.janium.net/janium/Documentos/56747.pdf>
- Pérez, M. R. (2002). "¿Qué son los indicadores?". *Revista de información y análisis*, (19), (pp. 52-58).
- Pizarro, R. (2001). *La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina*. Santiago de Chile, Chile: Publicación de las Naciones Unidas.
- Propin, E. (2003). *Teorías y métodos en Geografía Económica*. Distrito Federal, México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Quiñónez, M. C. (2011). "La manera cultural: Entre el desarraigo y la territorialización. Una experiencia de cartografía social en la zona de bajamar - Isla de Cascajal Buenaventura". *Entramado*, 7 (2). (pp. 156-171).
- Risles, J. y P. Ares (2014). *Iconoclastas. Manual de mapeo colectivo. Recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa*. Recuperado de: https://geoactivismo.org/wp-content/uploads/2015/11/Manual_de_mapeo_2013.pdf
- Sánchez, A. (2000). *Marginación e ingreso en los municipios de México (análisis para la asignación de recursos fiscales)*. Distrito Federal, México: Miguel Ángel Porrúa-Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.
- Vélez, I., Rátiva, S. y D. Varela (2012). "Cartografía social como metodología participativa y colaborativa de investigación en el territorio afrodescendiente de la cuenca alta del río Cauca". *Cuadernos de Geografía. Revista Colombiana de Geografía*. Volumen 21, Número 2., (p. 59-73).
- Villeras, S. (2008). "La ciudad de Chilpancingo: nodo principal de la dinámica de servicios de la región Centro del estado de Guerrero". En: *Geografía y procesos territoriales en el estado de Guerrero*. Distrito Federal, México: Universidad Autónoma de Guerrero-Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística. (pp. 197-216).

Centralidad, áreas de influencia y accesibilidad geográfica a los centros de salud del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) en el municipio de Almoloya de Juárez, 2010

Marcela Virginia Santana Juárez

Diego Fernando Nápoles Robles

Rodrigo Huitrón Rodríguez

Giovanna Santana Castañeda

Universidad Autónoma del Estado de México

Resumen

Este trabajo tiene como propósito determinar la centralidad, las áreas de influencia y la accesibilidad a los centros de Salud del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) del municipio de Almoloya de Juárez para el año 2010.

Se consideran conceptos de la teoría de los lugares centrales de Walter Christaller, como centralidad, áreas de influencia, umbral y alcance, enfocados principalmente para la planeación de servicios.

Los métodos utilizados son el índice de centralidad de Davies; para la determinación de las áreas de influencia éstas son de acuerdo al Sistema normativo de equipamiento urbano de la Secretaría de Salud (SEDESOL, 1999); así como el método de los polígonos de Thiessen (Voronoi); la accesibilidad se determinó de acuerdo a las distancias a las principales vías de comunicación pavimentadas. Lo anterior como insumos para una distribución de centros de salud en el municipio de Almoloya de Juárez, en forma equitativa y eficiente, priorizando la población vulnerable.

El estudio de la centralidad, las áreas de influencia y la accesibilidad a los centros de salud, son aspectos importantes que constituyen una base para llevar a la reorientación de los servicios de salud que asegure que la atención se preste a la mayor parte de la población, mediante la planeación de los servicios y la ordenación territorial.

Palabras clave: centralidad, áreas de influencia y accesibilidad física

Abstract

The purpose of this work is to determine the centrality, the areas of influence and the accessibility to the Health Centers of the Health Institute of the State of Mexico (ISEM) in the municipality of Almoloya de Juárez, for the year 2010. Some concepts of Walter Christaller's Theory of central places, as centrality, areas of influence, threshold and scope, focused mainly on service planning; the centrality index of Davies, the normative system of urban equipment of the Ministry of Health, 1999, as well as the method of the polygons of Thiessen (Voronoi) were taken into account to determine the areas of influence.

Accessibility was determined in accordance with the distances to the main communication routes, in order to have inputs for a distribution of the health centers, in the municipality of *Almoloya de Juárez*, in an equitable and efficient manner, prioritizing the vulnerable population. The centrality, the areas of influence and the accessibility to the health centers are important aspects that constitute a base for the reorientation of the health services. This could ensure that the attention is given to the majority of the population, by means of service planning and territorial management.

Keywords: centrality, areas of influence, accessibility, physical accessibility, health.

1. Introducción

La importancia que tiene la salud en las personas y en su estado de bienestar, deriva de que existan las condiciones para que las personas, sin distinción, puedan satisfacer su necesidad de atención médica, lo que hace pensar, en que la preocupación por sí misma es la de cumplir con la disponibilidad, por ello es importante contar con centros de atención médica, servicios de salud y personal que atiendan las necesidades de la población (OMS, 2013).

Los sistemas de salud de los países en desarrollo enfrentan en la actualidad el reto de la cobertura total de sus poblaciones. Sin embargo, el logro de un objetivo de tal magnitud requiere de diagnósticos precisos del grado de cobertura y accesibilidad a los servicios de salud que prevalece en el territorio (OMS, 2013).

En México la organización para la atención médica y las acciones sanitarias, han estado estrechamente relacionadas con los acontecimientos socio-políticos más importantes; así como a los avances tecnológicos en la prestación de los servicios de salud pública. Algunos de los cambios organizativos más significativos que se realizaron para el otorgamiento de los servicios de salud pública a la población, se encuentran a partir de la promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, del 5 de febrero de 1917 (Santana G. , 2017).

De acuerdo con el artículo 4° de la Constitución Política de México, la protección de la salud es un derecho de todos los mexicanos. Sin embargo, no todos han podido ejercer de manera efectiva este derecho. El sistema mexicano de salud ofrece beneficios en salud muy diferentes según la población de que se trate.

En relación a la estructura institucional de la atención de la salud en México, se señala que, durante la presidencia de Manuel Ávila Camacho, en 1943 se fundaron la Secretaría de Salubridad y Asistencia (SSA) y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Estas instituciones serían la base de dos modelos paralelos de atención a la salud: el de la SSA, orientado a la población en general (población abierta); y el IMSS, destinado a los trabajadores con una relación laboral formal, el Estado proyectó servicios básicos de salud a la mayoría de la población (Wilkie, 1967).

En 1959, se creó el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, destinado a los trabajadores con una relación laboral formal.

En México el Modelo de atención a la salud para la población abierta (MASPA), fue diseñado en 1985 por la Secretaría de Salud, y revisado y actualizado en 1995, señala criterios para la homogenización de la tipología de los establecimientos y características básicas de infraestructura, mobiliario y equipo, actividades sustantivas de atención a la salud, áreas de influencia, rangos de población de responsabilidad, isocronas de traslado, así como para la organización, funcionamiento y operación de los servicios en los centros de salud y unidades de hospitalización que había en el país, para dar respuesta a las necesidades en materia de salud por lo que constituye el instrumento regulador de la prestación de servicios destinados a la población abierta.

El sistema normativo de equipamiento urbano, publicado en 1999 por la SEDESOL, se divide en seis tomos y para el caso de salud y asistencia social se desarrolló el tomo II, presenta la siguiente tipología: centro de salud rural, centro de salud urbano, centro de salud con hospitalización, hospital general y hospitales de especialidades, cada uno con diferentes características.

Los niveles de atención médica son de primer, segundo y tercer nivel. Los de primer nivel brindan atención ambulatoria y se dedican a la atención, prevención y promoción de la salud; los de segundo nivel con internación en servicios básicos: Clínica Médica, Pediatría, Cirugía General, Guardia y Maternidad, además de la infraestructura necesaria para realizar exámenes complementarios y los diagnósticos básicos correspondientes a este nivel; los de tercer nivel atiende a problemas de salud especializados. Estas instituciones cuentan con salas de internación, cirugía, clínica médica, especialidades quirúrgicas específicas.

Para el caso del Estado de México el Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), está orientado a la población en general (población abierta, población no derechohabiente).

La Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca (ZMT), en específico el municipio de Toluca concentra los servicios de salud en todos los niveles de atención, dejando otros municipios como el de Almoloya de Juárez que forma parte de la ZMT, que se conforma con localidades en su mayoría rurales, con centros de salud principalmente rurales, sin embargo uno de los problemas es la dispersión de la población, los

caminos de terracería principalmente en el noroeste del municipio, incide en la baja accesibilidad geográfica a los centros de salud y por lo tanto no se aproveche la infraestructura disponible.

El objetivo es determinar la centralidad, las áreas de influencia y la accesibilidad geográfica a los centros de Salud del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) del municipio de Almoloya de Juárez para el año 2010, que aporten elementos para una reorientación en la toma de decisiones en materia de distribución espacial de servicios de salud, que sean accesibles a toda la población principalmente rural y extender la cobertura al mayor territorio.

Para el logro del objetivo se implementaron métodos sencillos, universales, que se generan en forma rápida y confiable, con una visión precisa de la cobertura que un sistema de salud tiene sobre su población: para la determinación de la centralidad se consideró el método de Davies; para la determinación de las áreas de influencia se consideraron la normatividad de la SEDESOL en relación a las distancias de los centros de salud, así como el método de los polígonos de Thiessen (Voronoi); para el caso de la accesibilidad geográfica se delimitaron los buffers alrededor de las principales vías de comunicación pavimentadas.

El presente trabajo está estructurado en cinco apartados, en el primero se presentan las consideraciones teóricas de geografía de la salud, la teoría de los lugares centrales, conceptos de área de influencia, umbral y accesibilidad. En el segundo apartado se aborda la metodología para la determinación de la centralidad, áreas de influencia y accesibilidad a los centros de salud del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM). El tercer apartado incluye los resultados de la distribución de los centros de salud, la distribución de la jerarquía de los centros de salud de acuerdo a la centralidad, las áreas de influencia de acuerdo a la normatividad y de acuerdo a los polígonos de Thiessen (Voronoi), por último, la accesibilidad física a los centros de salud. Posteriormente se abordan las conclusiones y finalmente se presenta la bibliografía.

2. Consideraciones teóricas

La investigación en la Geografía de la Salud se desarrolla en dos líneas: los patrones, causas y propagación de la enfermedad, y la planeación y prestación de servicios de salud. La investigación en estas áreas interrelacionadas apoya el desarrollo de políticas (Dummer, 2008).

Ambas áreas son complementarias, es importante conocer de qué se enferma y de que muere la población para la planeación de servicios específicos acorde a los perfiles de salud de cada lugar.

El presente trabajo de investigación corresponde al área de la Geografía de la salud, en el tema de la localización de los servicios de salud.

Una de las teorías que aborda la localización y distribución de los servicios es la teoría de los lugares centrales propuesta por el geógrafo alemán Walter Christaller en 1933, la cual explica la distribución espacial de la demanda del consumidor (para este caso los centros de salud del ISEM) y los patrones de ubicación de los servicios con la distribución espacial y la función de estos. Según la teoría, un lugar central será aquel que ofrece servicios de determinadas clases, y éste establecimiento a su vez deberá tener un umbral de demanda mínimo para instalarse y asegurar su subsistencia, es decir, contar con los suficientes usuarios o consumidores para que el lugar central se mantenga; describe las funciones terciarias en la infraestructura de las redes urbanas y se presenta como sistema de distribución y ordenamiento jerárquico de lugares de oferta para servicios de todo tipo (Chorley R. y Hagget P. 1971).

Christaller (1933) definió la centralidad como la intensidad con la que una ciudad sirve a su región como proveedora de bienes y servicios; un lugar/ciudad es más central, en tanto ofrezca más bienes y servicios a su región circundante. Por lo tanto, la centralidad es la importancia relativa de un lugar con respecto a un contexto más amplio (Chorley R. y Hagget P. 1971).

Con base en lo anterior la centralidad de los centros de salud del municipio de Almoloya de Juárez, se determinó a partir de la capacidad de atención (atractividad) de cada unidad de servicio, para ello se tomaron en cuenta los siguientes cuatro indicadores para el año 2010: total de egresos hospitalarios, número de consultorios,

número de médicos generales y número de enfermeras en contacto con el paciente. Se calculó la centralidad mediante el coeficiente de localización y se clasificaron en cuatro rangos de acuerdo a la curva de distribución normal en desviaciones estándar. Un centro de salud es más central en tanto ofrezca más bienes y servicios a su región circundante, por lo tanto el número de los egresos hospitalarios reflejan el número de usuarios atendidos en el año 2010, a mayor número de usuarios mayor es la centralidad; el número de consultorios médicos indican la infraestructura con la que se cuenta, entre más consultorios se tengan más usuarios se pueden atender; el número de médicos generales y número de enfermeras representan la oferta de los recursos humanos para atender a los usuarios, lo cual es fundamental en un centro de salud, a mayor cantidad de recursos humanos en salud mayor es la centralidad.

Umbral y alcance son conceptos estrechamente relacionados entre sí, que tiene vinculación con la centralidad, la población umbral es definida como la población (demanda) mínima que se requiere para hacer viable la oferta de un bien o servicio y a partir de esto se generen los ingresos necesarios que lo mantengan como negocio (Garrocho C. , 2003). Este umbral que va a ser diferente para cada servicio y producto, depende de la especialización de los bienes y servicios, pues los más especializados requieren un umbral más alto, ya que son usados menos frecuentemente por la población.

Para el caso de este trabajo un umbral es la población total mínima requerida para que exista un centro de salud que, de acuerdo a la normatividad de la Secretaría de Desarrollo Social, Tomo II (SEDESOL, 1999) debe contar con un mínimo de 2500 habitantes.

El alcance se entiende como la distancia máxima (o costo de transporte máximo) que los consumidores están dispuestos a recorrer (pagar) para adquirir un bien o recibir un servicio. Para el caso de esta investigación, la normatividad de la Secretaría de Desarrollo Social, Tomo II (SEDESOL, 1999) señala como distancia máxima 5 km, por lo que a partir de este criterio se establecieron las áreas de influencia.

El alcance está condicionado por la densidad de población y el poder adquisitivo de la misma, en regiones densamente pobladas, el alcance de los bienes y servicios centrales se reduce, ya que se requiere una menor extensión territorial para que

aparezca un determinado umbral de población de (Chorley R. y Hagget P. 1971).

Con respecto a las áreas de influencia, el modelo de Christaller las establece a partir de hexágonos, no permite los traslapes en las áreas de influencia e incluyen todo el territorio y todas las localidades, lo que refleja la utilidad en aspectos importantes como la equidad y eficiencia en los servicios, por lo que a pesar de ser una teoría de 1933, los postulados siguen siendo importantes principalmente en el campo de la planeación y ordenación territorial de los servicios, con miras a una distribución equitativa de los servicios en el territorio, que sean accesibles a la población. Para fines de la presente investigación son los centros de salud del (ISEM) los que se consideran como lugares centrales.

Uno de los métodos para determinar las áreas de influencia es el de polígonos de Thiessen, también conocidos como polígonos de Voronoi, se generan alrededor de un conjunto de puntos en un espacio dado al asignar todas las ubicaciones en ese espacio al miembro más cercano del conjunto de puntos. Cualquier ubicación en un polígono de Thiessen está más cerca del punto correspondiente dentro de él que de cualquier otro miembro del conjunto de puntos. Una constelación espacial generada de esta manera se denomina diagrama de Voronoi. Cada polígono de Voronoi puede verse como área de influencia de un punto en un conjunto dado (Yamada, 2016).

Esta técnica se basa en el supuesto de que todos los puntos con que se hacen los polígonos tienen la misma jerarquía, en la realidad no es así, en México existen servicios de salud con diversos niveles de atención: centros de salud rurales, centros de salud urbanos, hospitales generales y hospitales especializados, sin embargo para fines de este trabajo se analizaron las unidades médicas de primer nivel o de atención primaria por lo que se trata de servicios prácticamente de la misma jerarquía, todos ellos del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM).

La accesibilidad se refiere a la relativa facilidad con la que se puede llegar a la ubicación de las actividades, como el trabajo, las compras y la atención médica, desde un lugar determinado (BTS, 1997).

Según Garrocho C. (1995), la accesibilidad tiene dos componentes: uno geográfico, relacionado con la distancia física (metros, costo, tiempo, etc), entre el usuario y el servicio; y otro social, que se relaciona con las características del usuario y el servicio:

ingreso, clase social, educación, valores culturales, organización del servicio, etc (Garrocho C. 1995). Para fines de este trabajo se aborda el componente geográfico.

El acceso a la atención médica varía a través del espacio geográfico porque se ve afectado por el lugar donde los servicios de salud se ubican (oferta) y donde residen las personas (demanda), los servicios de salud y la población se distribuyen en el territorio en forma heterogénea.

De acuerdo con Buzai G. (2006) la accesibilidad es un concepto central en el análisis espacial cuantitativo y puede ser medido a través de la aplicación de cálculos simples de distancia o de modelos de potencial de población a partir de las posibilidades de interacción. Las dimensiones de accesibilidad se agrupan en cinco agregados principales:

1. Existencia (aparición y localización específica del servicio)
2. Conectividad (red de circulación que permite su vinculación a los puntos de demanda)
3. Disponibilidad (posibilidad de absorber la demanda)
4. Adecuación (la oferta cumple con las expectativas de la demanda)
5. Capacidad económica (medios de la demanda para llegar al servicio)

Las dos primeras dimensiones son de naturaleza espacial, la tercera está orientada a la oferta y las dos últimas a la demanda (Buzai, G. 2006).

El área de influencia de un centro de salud está determinada por el recorrido que un paciente tomaría para llegar al centro de salud a través de los ejes de comunicación vial, este dato es utilizado como base para determinar la demanda del servicio en una zona específica (OUGAM, 2015).

3. Metodología

3.1. Tipo de estudio

Este estudio es descriptivo y transversal, las variables corresponden al año 2010, las cuales corresponden a los centros de salud del municipio de Almoloya de Juárez, su centralidad y áreas de influencia.

Cada localidad que cuente con un centro de salud del ISEM, es considerada como un lugar central, que puede ofrecer servicios de salud a la población de su entorno.

Según la teoría del lugar central, la centralidad se establece por órdenes: primer orden,

segundo orden, tercer orden con base en las características específicas de los servicios, en este caso se clasificó la centralidad con base en la curva de distribución normal, para estructurar cuatro rangos. Los rangos clasificatorios fueron determinados a partir de unidades tipificadas (valores “z” escore), cuadro 1.

Cuadro 1 Clasificación de la centralidad

Valores en desviaciones estándar	Rango	Jerarquía
Mayor a una desviación estándar	Alto	1er. Orden
De 0 a 1 desviación estándar	Medio alto	2do. Orden
De 0 a -1 desviación estándar	Medio bajo	3er. Orden
Mayor a -1 desviación estándar	Bajo	4to. Orden

Fuente: elaboración propia, 2018.

3.2. Universo de estudio

El universo de estudio es el municipio de Almoloya de Juárez, con un total de 106 localidades ubicado en la parte noroccidental del Estado de México (cuadro 1).

En el municipio de Almoloya de Juárez predomina un clima templado subhúmedo con lluvias en verano que beneficia la superficie con actividades primarias que corresponden a una oportunidad de desarrollo, la precipitación media anual es de 174.66 mm y la temperatura máxima de 27.1°C, mínima de 3.8°C y media de 12.5°C. Con relación a la población para el año 2010, Almoloya de Juárez se tenían 147, 653 habitantes que representa el 0.97% de la población total estatal para ese año, de los cuales 73,783 son hombres y 73, 870 son mujeres (INEGI, 2010). Cabe señalar que ya se cuenta con datos de población para el año 2015, sin embargo este estudio se enfoca al año 2010.

Se consideraron los centros de salud del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), porque se trata de población abierta, la cual puede o no estar asegurada por parte de alguna institución de salud, ofrecen el nivel de atención primario y cuentan con al menos un médico y/o enfermera.

El Municipio de Almoloya de Juárez se localiza en la zona Centro del Estado de México, en la Región I Toluca, pertenece al XIV Distrito Judicial y rentístico, con sede en la Capital del Estado sus colindancias son: al norte con San Felipe del Progreso e Ixtlahuaca, al sur con Zinacantepec, al este con Toluca y Temoaya y al oeste con Villa

Victoria y Amanalco de Becerra; cuenta con una superficie de 483.8 km² y el uso de suelo predominantemente es en un 61.49% agrícola.

El equipamiento de salud en Almoloya de Juárez, 2010, se integra por 29 unidades médicas, de las cuales 24 pertenecen al ISEM (para población abierta), uno al Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) y 2 al Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios (ISSEMyM). Para el caso de recursos humanos, se cuenta con 73 médicos, 68 pertenecen al ISEM, 2 al DIF y 3 al ISSEMyM. Para el caso de enfermeras se cuentan con 41 enfermeras en total, 39 pertenecen al ISEM, uno al DIF y uno al ISSEMYM (Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, IGCEM, 2018).

3.3. Variables e indicadores

Las variables consideradas en este estudio son: la centralidad, las áreas de influencia y la accesibilidad geográfica o física a los centros de salud del ISEM, del Municipio de Almoloya de Juárez (cuadro 2).

Cuadro 2. Variables e indicadores

Variable	Indicador	Importancia
Centralidad (Coeficiente de localización)	1.Total de egresos hospitalarios y por causas 2.Número de consultorios 3.Número de médicos generales 4.Número de enfermeras en contacto con el paciente Índice de Davies $C = (100/T1)$ Centralidad = C * el indicador 1 Centralidad total = $(100/T1) + (100/T2) + (100/T3) + 100/Tn$ Donde C es el coeficiente de la localización del indicador 1 y T1 es el total de elementos de ese indicador en una determinada unidad territorial.	El número de los egresos hospitalarios reflejan el número de usuarios atendidos durante un cierto período de tiempo. A mayor número de usuarios mayor es la centralidad. El número de consultorios médicos indican la infraestructura con la que se cuenta. La existencia garantiza mejores condiciones de salud. El número de médicos generales y número de enfermeras representan la oferta de los recursos humanos para atender a los usuarios, lo cual es fundamental en un centro de salud, a mayor cantidad de recursos humanos en salud mayor es la centralidad.
Áreas de influencia	1.Normatividad 2.Polígonos de Thiessen (Voronoi)	Comparar las áreas de influencia normativas con las de un modelo.
Accesibilidad geográfica o física	1.Topografía 2.Vías de comunicación 3.Densidad de población	La centralidad de un centro de salud también es resultado de la accesibilidad geográfica

Fuente: Elaborado sobre la base de Nápoles D. (2018).

3.4. Fuentes de información

Información documental, comprende la revisión de literatura de: libros, revistas, documentos Web, para la fundamentación de este estudio.

Los datos para el año 2010, se obtuvieron del Instituto de Salud del Estado de México (ISEM) que es la institución que proporciona servicios de salud pública en sus tres niveles de atención a la población en el Estado de México, fomentando la prevención y la cultura del autocuidado, para satisfacer las demandas de la sociedad. La información se relaciona con los egresos hospitalarios y recursos materiales y humanos de los centros de salud.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) es la institución encargada de la generación de información sobre fenómenos demográficos, sociales, económicos y del medio ambiente y su relación con el territorio nacional. Datos de población, sexo y grupos de edad, ITER 2010 del que se utilizaron la población de las localidades del municipio de Almoloya de Juárez.

3.5. Procesos

3.5.1. Centralidad

Para el caso de este trabajo, cada localidad que cuente con un centro de salud del ISEM, es considerada como un lugar central, porque ofrece servicios de salud a la población de su entorno. Para la determinación de la centralidad se consideraron cuatro indicadores: total de egresos hospitalarios y por causas para el año 2010, número de consultorios, número de médicos generales y número de enfermeras en contacto con el paciente.

La información se descargó de la base de datos de la página del ISEM, de la cual se extrajeron los datos correspondientes a los 24 centros de salud ubicados en el municipio de Almoloya de Juárez, correspondientes al año 2010. Se implementó una base de datos en Excel.

Para determinar la centralidad de los centros de salud se aplicó el índice de centralidad de Davies. La forma práctica de operar este método consiste en lo siguiente; en primer lugar, se calculó el coeficiente de localización de cada indicador mediante la fórmula $C = 100 / T$, donde C es el coeficiente de la localización del indicador 1 y T es el total

de elementos de ese indicador en una determinada unidad territorial, que para este caso es el municipio (Garrocho C. citado en Santana M. 1991).

A continuación, se calculó la centralidad de cada centro de salud en el indicador 1. Por lo que se procede a multiplicar el valor absoluto del indicador 1 por el coeficiente de localización anteriormente obtenido. El valor resultante indica la centralidad del indicador uno. El mismo procedimiento se realizó para el resto de indicadores: el número de consultorios, médicos generales y enfermeras en contacto con el paciente. Finalmente se suman los valores obtenidos de la centralidad para cada indicador de cada centro de salud, obteniendo la centralidad en salud.

Para la determinación de la jerarquía de los centros de salud con base en la centralidad, se empleó la curva de distribución normal, con el propósito de clasificarlos en rangos. Para ello se estandarizaron los datos, mediante valores “z” a partir de los cuales la centralidad se clasificó en cuatro rangos: alto, medio alto, medio bajo, bajo, con dichos resultados se generó el mapa de centralidad de los centros de salud del ISEM del año 2010.

3.5.2. Áreas de influencia

De acuerdo al marco normativo de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Tomo II, (1999), relacionado con los servicios de salud y su acceso, la organización para la atención médica y las acciones sanitarias, han estado estrechamente relacionadas con los acontecimientos socio-políticos más importantes ocurridos en México; así como a los avances tecnológicos en la prestación de los servicios de salud pública. Algunos de los cambios organizativos más significativos que se realizaron para el otorgamiento de los servicios de salud pública a la población, se encuentran a partir de la promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, del 5 de febrero de 1917 (Santana G. , 2017).

El sistema normativo de equipamiento urbano, publicado en 1999 y dividido en seis tomos que para el caso de salud y asistencia social se desarrolló el tomo II, el cual presenta la siguiente tipología: centro de salud rural, centro de salud urbano y Hospitales (hospital general y hospitales de especialidades), cada uno con diferentes características (Cuadro 3).

Cuadro 3. Sistema normativo de equipamiento urbano, Secretaría de Salud, 1999

	Centro de salud rural	Centro de salud urbano	Hospital general
Localidades receptoras (Población)	10,001 a 50,000 5,001 a 10,000 2,500 a 5,000	10,001 a 50,000 50,001 a 100,000 100,001 a 500,000 más de 500,001	10,001 a 50,000 50,001 a 100,000 100,001 a 500,000 más de 500,001
Localidades dependientes			
Radio de servicio regional recomendable	5 a 15 km o 60 minutos	5 a 15 km o 30 minutos	60 km o 2 horas máximo
Radio de servicio urbano recomendable	Localidad	1 km o 30 minutos	El centro de la población (ciudad)
Población usuaria potencial	100% población	Población abierta (40%)	Población abierta (40%)
Unidad básica de servicio (UBS)	Consultorio	Consultorio	Cama de hospitalización
Capacidad de diseño por UBS	28 consultas por turno	28 consultas por turno	117 pacientes por cama por año
Población beneficiado por UBS	5,000	12,500	2,500

Fuente: Elaborado con base en la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Tomo II, 1999.

En la delimitación de las áreas de influencia, se emplean los conceptos de umbral y el alcance, los cuales a continuación se señalan.

El umbral es la población mínima requerida para que exista un bien o servicio. Para el caso de este estudio el umbral es la población total mínima requerida para que exista un centro de salud, que de acuerdo a la normatividad debe tener mínimo 2500 habitantes.

El alcance, es la distancia máxima que el consumidor está dispuesto a recorrer para la obtención de un bien o servicio, para el caso de esta investigación, la normatividad señala como distancia máxima 5 km, por lo que a partir de este criterio se establecieron las áreas de influencia.

Mediante el sistema normativo de equipamiento urbano, en donde el radio de servicio

regional recomendado es de 5 km, para un centro de salud rural ubicado en localidades de 2,500 - 5,000 habitantes, 5,001-10,000 y 10,001-50,000. La población potencial de acuerdo a la normatividad para los centros de salud rural es el 100%; la población potencial de acuerdo a la normatividad para centros de salud urbanos es el 40% de la población. De acuerdo a estos criterios se obtuvo la población potencial.

Para la determinación de las áreas de influencia de cada uno de los centros de salud, se consideró la normatividad de equipamiento urbano, para ello se tomó en cuenta la población total de las localidades la cual es la población potencial, que para las localidades rurales tienen un área de influencia de 5 km de radio, de los puntos de oferta (centros de salud).

Teniendo en cuenta lo anterior se determinó el modelado en el cual, a cada uno de los centros de salud que cuentan con el tamaño de población según la normatividad se les hizo un buffer de 5 km para así determinar el radio y área de influencia y representar las localidades que tienen más de una opción de centro salud, se señala que los centros de salud del ISEM son para la población abierta.

De acuerdo al marco normativo de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Tomo II, (1999), relacionado con los servicios de salud, se señala que la población usuaria potencial para los centros de salud rural es el 100% y para los centros de salud urbanos es el 40%. A partir de la normatividad se procedió a calcular la población usuaria potencial, que resulta de la suma de la población de cada una de las localidades que quedaron dentro del radio de 5 km, tomando en cuenta también las localidades que se ubican en el radio de algún o algunos otros centros de salud.

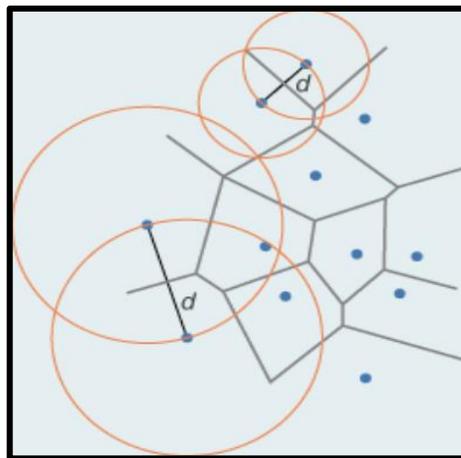
Cabe destacar que esto no quiere decir que el total de la población potencial es la que hace uso de los mismos, sino que puede ser que la población asista al centro que ellos crean les queda más cerca o por la preferencia de algún médico. Es importante señalar también que a pesar de que el estudio fue realizado para el municipio de Almoloya de Juárez, es probable que a sus centros de salud no acceda sólo gente del mismo sino de municipios vecinos e incluso más lejanos dependiendo de la buena reputación de un médico.

Por otra parte, en relación a la delimitación de áreas de influencia mediante el método de los polígonos de Thiessen también conocido como polígonos de Voronoi se emplea

para el análisis de proximidad de variables. Se utiliza para asignar espacio a la entidad de punto más cercana. Definen un área alrededor de un punto, donde cualquier ubicación está más cerca de “x” punto que a cualquiera de los otros puntos existentes (GIITA, 2006).

Los polígonos de Thiessen (Voronoi) se generan a partir de un enfoque geométrico; un polígono de Thiessen encierra todo el espacio que está más cerca del centro asociado, que de cualquier otro punto. Por lo que los bordes de dichos polígonos son los lugares geométricos que tienen la misma distancia a dos centros. Para su construcción, todos los puntos se triangulan en una red irregular triangulada y para cada borde de triángulo se generan las bisectrices perpendiculares que forman los polígonos de Thiessen (GIITA, 2006), figura 1.

Figura 1. Construcción de polígonos de Thiessen (Voronoi)



Fuente: Haggett, Cliff y Frey, (1977)

Para la obtención de los polígonos de Thiessen: se consideró el polígono del municipio de Almoloya de Juárez, mediante el programa de ArcGIS. Se consideraron todas las localidades y los centros de salud, a partir de ésta información se utilizó el software para la delimitación de los polígonos de Thiessen que son los centros de salud del ISEM.

A partir de los polígonos de Thiessen a cada centro de salud le corresponde un polígono que es su “área de influencia” y cada una de las líneas representa proximidad

equidistante, dicho en otras palabras, las localidades que están más próximas a los centros y que por lo cual, teóricamente es el centro al que deben de asistir. De acuerdo a la teoría de los polígonos, cada punto dentro de equis polígono se encuentra mucho más cerca del centroide (centros de salud) que de cualquier otro centroide. Es decir, la asignación de localidades es la ideal y la que le corresponde a los centros de salud. Estos polígonos se basan en la distancia euclidiana (distancia lineal), que casi de manera implícita asumen que uno puede tomar un camino recto entre dos ubicaciones en el espacio, sin embargo, existen algunos obstáculos que impiden el movimiento en línea recta entre ubicaciones. Los obstáculos pueden ser características geográficas naturales, como ríos y lagos, o artificiales, como comunidades cerradas y grandes parques que no se pueden recorrer de manera lineal.

Las áreas de influencia incluyen la población potencial que es la población total de las localidades que están inmersas en dichas áreas de influencia y que pueden ser usuarios de los centros de salud del ISEM.

Por lo que las áreas de influencia de acuerdo a la normatividad y de acuerdo al método de los polígonos de Thiessen, de cada centro de salud, presentan la población potencial respectivamente, la cual es diferente debido a que la primera presenta traslapes de áreas de influencia y la segunda no presentan traslapes. Para el caso del área de influencia normativa aporta elementos para la eficiencia de los servicios de salud; para el caso del área de influencia teórica aporta elementos para una distribución equitativa.

Se utilizaron ambos métodos para conocer similitudes y diferencias entre la normatividad y la teoría, cabe señalar que la normatividad data de 1999, por lo que es importante actualizar debido a los cambios socio-demográficos y epidemiológicos de cada lugar.

En relación a la correlación de Pearson, la cual es una medida de la relación lineal entre dos variables cuantitativas, cuyos valores oscilan entre -1 y +1, cuanto más cerca de +1 o -1, la relación es significativa y cuánto más se acerque a 0, dicha relación no es significativa. Para este estudio se obtuvo la correlación de Pearson de la población potencial y egresos hospitalarios; entre la centralidad total y los cuatro indicadores de los centros de salud. Las correlaciones se obtuvieron en el programa de Excel.

Por último, la generación de cartografía fue realizada en el software ArcGIS para así representar en mapas y gráficos los rangos y resultados de la centralidad y las áreas de influencia de los centros de salud.

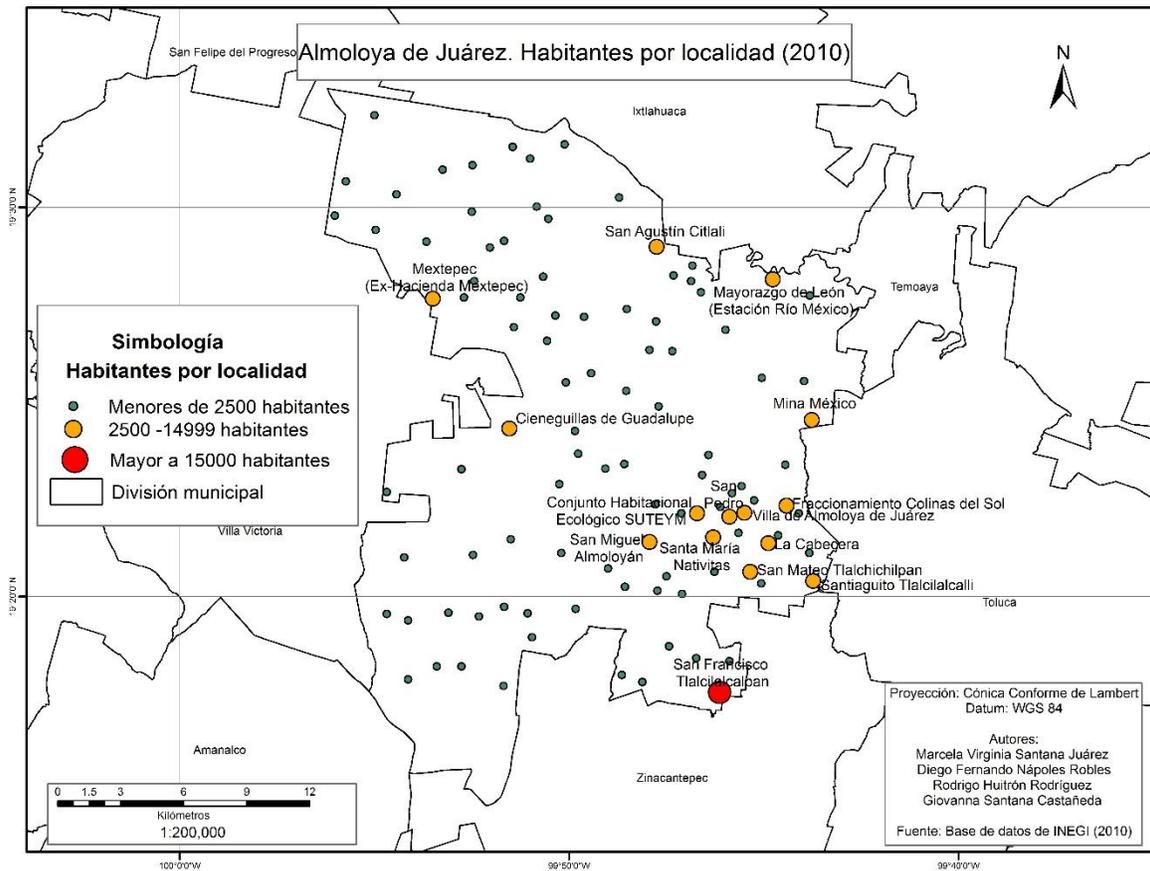
4. Resultados

4.1 Distribución de localidades y centros de salud

En el municipio de Almoloya de Juárez, para el año 2010, existen 106 localidades, únicamente una con más de 15,000 habitantes, que es San Francisco Tlalcilalcalpan, con 16,509 habitantes (11.1% de la población total), localizada en el sureste del municipio; 14 localidades con una población entre 2,500 y 15,000 habitantes, con un total de 59,245 (40.2%), tres localizadas en el norte, una en el centro este, una en el centro oeste y las restantes se concentran en el sureste del municipio, algunas de ellas son Santiaguito Tlalcilalcalli, Fraccionamiento Colinas del Sol, La Cabecera, San Mateo Tlalchichilpan y Mayorazgo de León entre otras. Las localidades menores de 2,500 habitantes suman 91, con una población total de 71,899 (48.6%), localizadas de manera dispersa en todo el municipio (figura 2).

En relación a la distribución de los centros de salud en el municipio de Almoloya de Juárez existen 24 centros de salud del ISEM; de los cuales 3 son casas de salud, un Centro Especializado de Atención Primaria a la Salud (CEAPS), 13 centros rurales de un núcleo básico; 6 rurales de dos núcleos básicos y uno urbano de 4 núcleos básicos. Los centros de salud del ISEM tienen la siguiente Clave Única de Establecimientos de Salud (CLUES), cuadro 4.

Figura 2. Municipio de Almoloya de Juárez. Habitantes por localidad, 2010



Cuadro 4. Municipio de Almoloya de Juárez. Centros de salud y CLUES, 2010

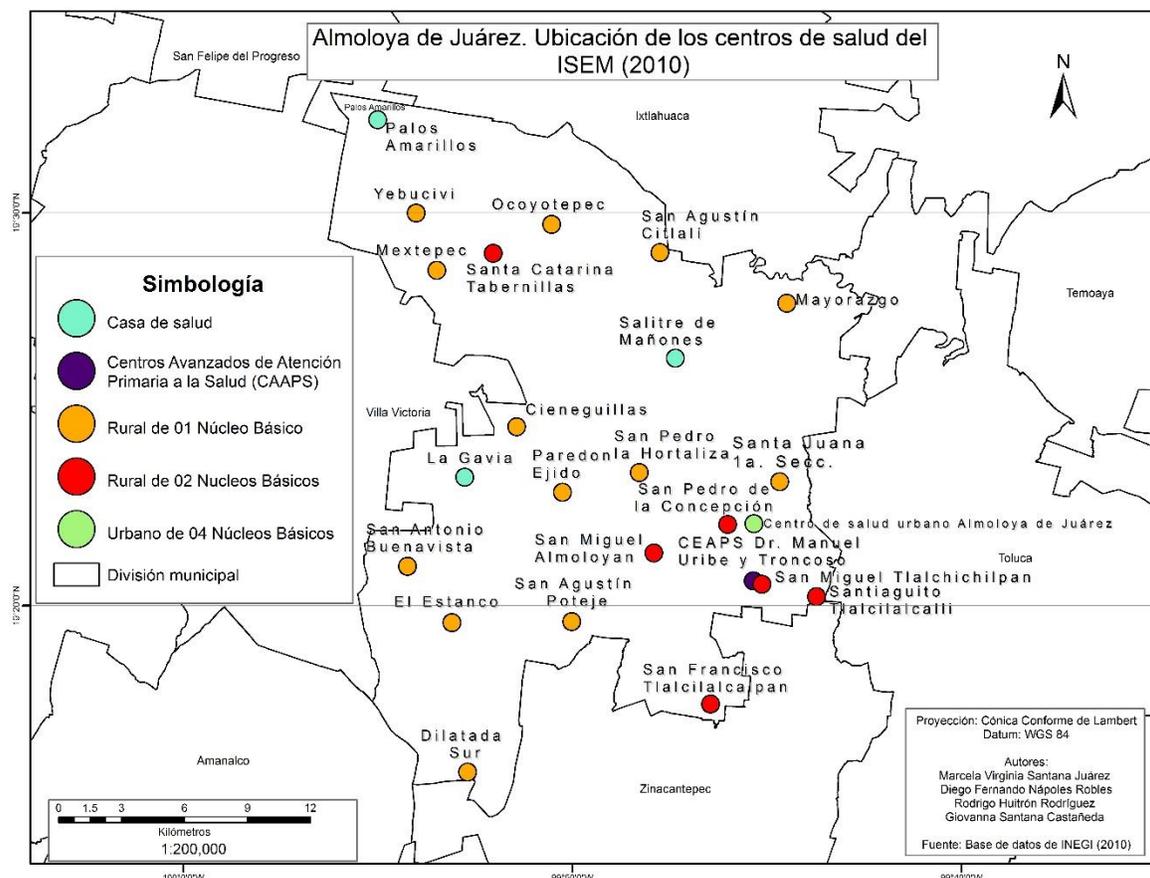
Clave CLUES	Nombre del centro	Nombre de la localidad
MCSSA018745	CEAPS. Dr. Manuel Uribe y Troncoso	San Mateo Tlalchichilpan
MCSSA000405	Centro de salud urbano Almoloya de Juárez	Villa de Almoloya de Juárez
MCSSA000410	Cieneguillas	Cieneguillas de Guadalupe
MCSSA000434	Dilatada Sur	Dilatada Sur
MCSSA000446	El Estanco	El Estanco
MCSSA016966	La Gavia	Ejido La Gavia (San José la Gavia)
MCSSA000463	Mayorazgo de León	Mayorazgo de León (Estación Río México)
MCSSA000475	Mextepec	Mextepec (Ex-Hacienda Mextepec)
MCSSA000480	Ocoyotepec Centro	Ocoyotepec
MCSSA016971	Palos Amarillos	Palos Amarillos
MCSSA000492	Paredón Ejido	Paredón Ejido
MCSSA016983	Salitre de Mañones 2	Salitre de Mañones
MCSSA000422	San Agustín Citlali	San Agustín Citlali
MCSSA000516	San Agustín Poteje Centro	San Agustín Poteje Centro
MCSSA000521	San Antonio Buenavista	San Antonio Buenavista
MCSSA000533	San Francisco Tlalcilcalpan	San Francisco Tlalcilcalpan
MCSSA000550	San Miguel Almoloyan	San Miguel Almoloyan
MCSSA000545	San Miguel Tlalchichilpan	San Mateo Tlalchichilpan
MCSSA000562	San Pedro de la Concepción	Barrio San Pedro
MCSSA000574	San Pedro de la Hortaliza	San Pedro de la Hortaliza (Ejido de Almoloyán)
MCSSA000586	Santa Catarina Tabernillas	Tabernillas
MCSSA000591	Santa Juana 1a. Secc.	Santa Juana Primera Sección
MCSSA000603	Santiaguito Tlalcilcalcalli	Santiaguito Tlalcilcalcalli
MCSSA000615	Yebuciví	Yebuciví Centro

Fuente: Instituto de Salud del Estado de México (ISEM), 2010.

La ubicación de los 24 centros de salud del ISEM en el municipio de Almoloya de Juárez, para el año 2010, presenta una aglomeración en el este y sur del municipio lo que puede deberse a la cercanía de los mismos con el municipio de Toluca y

Zinacantepec, encontrándose estos mismos centros en las localidades más pobladas de Almoloya (figura 3).

Figura 3. Almoloya de Juárez. Centros de salud, 2010



El sistema de equipamiento urbano tiene la siguiente tipología: centro de salud para población rural, centro de salud urbano, centro de salud con hospitalización, hospital general y hospitales de especialidades.

Para el año 2010, de acuerdo a la normatividad existen cinco localidades mayores a 2500 habitantes que no cuentan con un centro de salud, situación que refleja un déficit de dotación, que en conjunto suman 22,929 habitantes, que indican el 15.52% del total de la población municipal, se ubican al este del municipio donde se concentran los centros de salud y que pudiera deberse a este hecho el que no ofrezcan servicios de salud de este tipo (cuadro 5).

De las 15 localidades urbanas una cuenta con Centro Especializado de Atención

Primaria a la Salud (CEAPS) y otra cuenta con un centro de salud urbano; nueve localidades a pesar de que son urbanas tienen centro de salud rural lo que pudiera indicar que no ofrecen los servicios de acuerdo a la demanda de un ámbito urbano.

Cuadro 5. Almoloya de Juárez. Localidades con más de 2500 habitantes que no cuentan con centros de salud, 2010

Localidad	Población total
Fraccionamiento Colinas del Sol	6640
La Cabecera	6559
Santa María Nativitas	3532
Mina México	3479
Conjunto Habitacional Ecológico SUTEYM	2719
Total de población	22929

Fuente: Elaboración propia, con base en el INEGI (2010) e ISEM (2010).

4.2 Centralidad de los centros de salud

La centralidad es la capacidad que tiene un centro, un lugar, un punto para abastecer de bienes y servicios a la población circundante, es la importancia relativa que tiene una ciudad o un centro de salud para este caso.

4.2.1. Los egresos hospitalarios

Para el año 2010, los tipos de padecimientos de las principales diez causas de morbilidad registradas en el municipio de Almoloya de Juárez, son: infecciones respiratorias agudas que indican el 70.21% del total de egresos hospitalarios; siguiéndole las infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas con el 14.53% del total; las infecciones de vías urinarias con el 6.06% (cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. Municipio de Almoloya de Juárez. Egresos hospitalarios según los principales 10 padecimientos en los 24 centros de salud del ISEM, 2010

Padecimientos de acuerdo a la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE 10)	Casos	%
Infecciones respiratorias agudas (J00-J06, J20, J21)	22928	70.21
Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas (A04, A08-A09)	4744	14.53
Infección de vías urinarias (N30, N34, N39.0)	1979	6.06
Úlceras, gastritis y duodenitis (K25-K29)	693	2.12
Candidiasis urogenital (B37.3-B37.4)	471	1.44
Conjuntivitis (B30, H10.0)	464	1.42
Tricomoniasis urogenital (A59.0)	286	0.88
Otitis media aguda (H65.0-H65.1)	234	0.72
Varicela (B01)	166	0.51
Amebiasis intestinal (A06.0-A06.3, A06.9)	142	0.43
Total	32107	98.32

Fuente: Elaboración propia con base en el ISEM (2010).

Cuadro 7. Municipio de Almoloya de Juárez. Egresos por centro de salud, 2010

Clave CLUES	Nombre del centro	Localidad	Total de egresos hospitalarios
MCSSA018745	CEAPS. Dr. Manuel Uribe y Troncoso	San Mateo Tlalchichilpan	Sin dato
MCSSA000405	Centro de salud urbano Almoloya de Juárez	Villa de Almoloya de Juárez	5276
MCSSA000410	Cieneguillas	Cieneguillas de Guadalupe	1076
MCSSA000434	Dilatada Sur	Dilatada Sur	537
MCSSA000446	El Estanco	El Estanco	1103
MCSSA016966	La Gavia	Ejido La Gavia (San José la Gavia)	712
MCSSA000463	Mayorazgo de León	Mayorazgo de León (Estación Río México)	1514
MCSSA000475	Mextepec	Mextepec (ExHacienda Mextepec)	1639
MCSSA000480	Ocoyotepec Centro	Ocoyotepec	390
MCSSA016971	Palos Amarillos	Palos Amarillos	678
MCSSA000492	Paredón Ejido	Paredón Ejido	540

MCSSA016983	Salitre de Mañones 2	Salitre de Mañones	305
MCSSA000422	San Agustín Citlali	San Agustín Citlali	2817
MCSSA000516	San Agustín Poteje Centro	San Agustín Poteje Centro	393
MCSSA000521	San Antonio Buenavista	San Antonio Buenavista	470
MCSSA000533	San Francisco Tlalcilalcalpan	San Francisco Tlalcilalcalpan	3380
MCSSA000550	San Miguel Almoloyan	San Miguel Almoloyan	1054
MCSSA000545	San Miguel Tlalchichilpan	San Mateo Tlalchichilpan	949
MCSSA000562	San Pedro de la Concepción	Barrio San Pedro	3238
MCSSA000574	San Pedro de la Hortaliza	San Pedro de la Hortaliza (Ejido de Almoloyán)	558
MCSSA000586	Santa Catarina Tabernillas	Tabernillas	2786
MCSSA000591	Santa Juana 1a. Secc.	Santa Juana Primera Sección	1117
MCSSA000603	Santiaguito Tlalcilalcalli	Santiaguito Tlalcilalcalli	1629
MCSSA000615	Yebuciví	Yebuciví Centro	496

Fuente: Elaboración propia con base en ISEM (2010).

4.2.2. Jerarquía de la centralidad de los centros de salud del Municipio de Almoloya de Juárez

De los 24 centros de salud del ISEM en Almoloya de Juárez; un centro de salud cuenta con 5 consultorios, dos centros de salud con 3 consultorios cada uno, doce centros de salud con 2 consultorios cada uno, nueve centros de salud con un consultorio cada uno. La suma total de consultorios es de 44 consultorios médicos.

De los 24 centros de salud del ISEM en Almoloya de Juárez, sólo dos tienen 10 y 11 médicos generales cada uno de ellos. En un centro de salud se cuenta con 4 médicos; en otro con 3 médicos, en cuatro centros de salud se tienen 2 médicos respectivamente; en nueve centros se tiene un médico en cada uno; los restantes siete centros no cuentan con médicos, lo que indica un déficit de médicos para la cantidad de personas que hacen uso de este tipo de servicios de salud.

El municipio de Almoloya de Juárez cuenta con 24 unidades médicas del ISEM y 56 enfermeras; dos centros médicos cuentan con 15 enfermeras cada uno, un centro médico con 4 enfermeras, dos centros médicos con 3 enfermeras cada uno, tres centros médicos con 2 enfermeras, 10 centros médicos con 1 enfermera cada uno, y

6 centros médicos no tienen enfermeras.

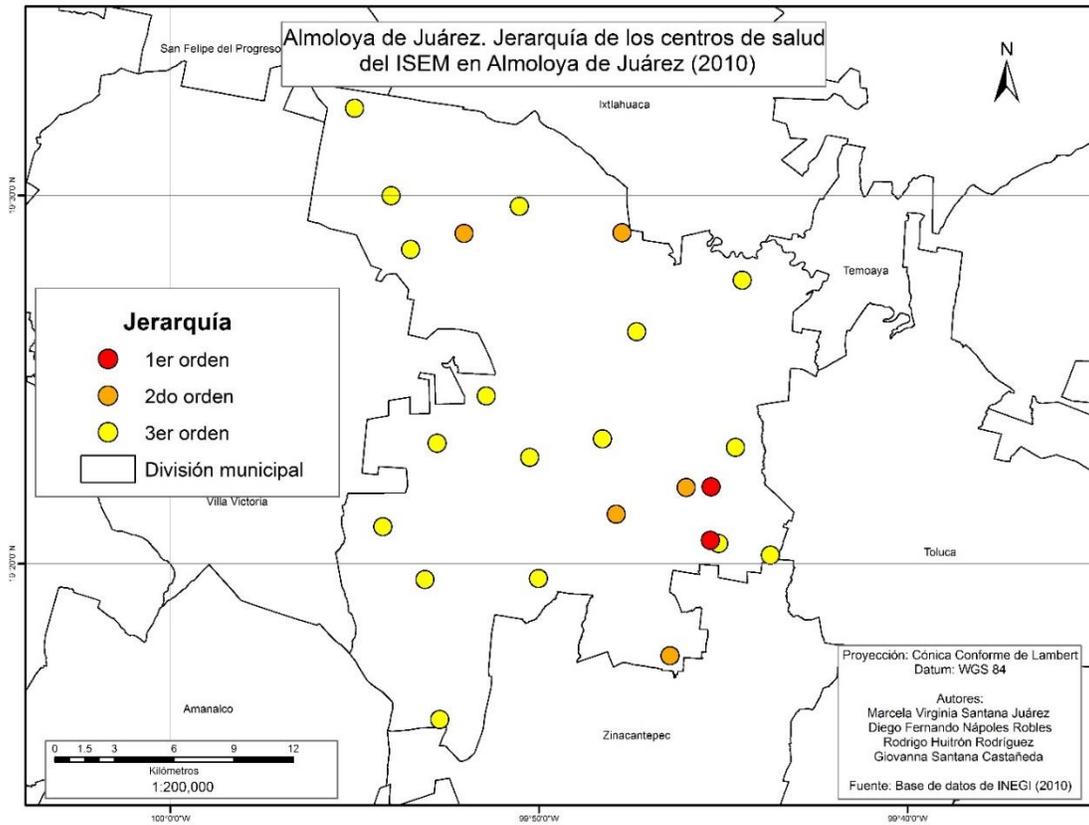
La jerarquía de la centralidad de los centros de salud de acuerdo a los egresos hospitalarios, consultorios, médicos generales y enfermeras, se distribuye de la siguiente manera:

De 1er orden o bien en el rango alto, únicamente se registran dos centros de salud: Centro de salud urbano de Almoloya de Juárez con 71.93 de centralidad; CEAPS Dr. Manuel Uribe y Troncoso con centralidad de 53.55 (mayor a una desviación estándar), localizados al sureste del municipio.

Centros de salud de 2do orden (rango medio alto, entre 0 y una desviación estándar), suman cinco, los cuales son: San Pedro de la Concepción con 24.70 de centralidad San Francisco Tlalcilcalpan con 21.63 de centralidad; Santa Catarina Tabernillas con 21.97 de centralidad, San Miguel Almoloyan con una centralidad de 21.63 y San Agustín Citlalí con 17.18 de centralidad total. Dos localizados en el norte y tres en el sureste del municipio.

Los centros de salud de 3er orden suman 17 (rango medio bajo, de 0 a menos una desviación estándar), los cuales son: Yebuciví con 13.64 de centralidad, Mayorazgo de León con 13.63 de centralidad, Santiaguito Tlalcilcalli con 13.54 de centralidad, Santa Juana 1ra Sección con 11.54 de centralidad, El estanco con 10.15 de centralidad, Mextepec con 9.56 de centralidad, La Gavia con una centralidad de 8.46, San Pedro de la hortaliza con una centralidad de 7.55, Cieneguillas con 7.35 de centralidad, Salitre de Mañones 2 cuenta con una centralidad de 7.21, Palos amarillos con una centralidad de 6.57, San Antonio Buenavista con una centralidad de 5.93, Paredón Ejido con una centralidad de 5.71, Dilatada Sur con una centralidad de 5.70 y Ocoyotepec Centro con una centralidad de 5.25, distribuidos en todo el municipio (cuadros 8 y 9, Figura 4).

Figura 4. Jerarquía de los centros de salud del ISEM en Almoloya de Juárez, 2010



Cuadro 8. Municipio de Almoloya de Juárez. Indicadores de los centros de salud, 2010 (valores absolutos)

Nombre de la unidad Médica	Clave CLUES	Egresos hospitalarios	Consultorios	Médicos generales	Enfermeras en contacto con el paciente
CEAPS Dr. Manuel Uribe y Troncoso	MCSSA018745	SD	2	10	15
Centro de salud urbano de Almoloya de Juárez	MCSSA000405	5276	2	11	15
Cieneguillas	MCSSA000410	1076	1	0	1
Dilatada Sur	MCSSA000434	537	1	0	1
El Estanco	MCSSA000446	1103	2	1	0
La Gavia	MCSSA016966	712	1	1	1
Mayorazgo de León	MCSSA000463	1514	2	2	0
Mexztepec	MCSSA000475	1639	2	0	0
Ocoyotepec Centro	MCSSA000480	390	1	0	1
Palos Amarillos	MCSSA016971	678	1	1	0
Paredon Ejido	MCSSA000492	540	1	0	1
Salitre de Mañones 2	MCSSA016983	305	1	1	1
San Agustín Citlali	MCSSA000422	2817	2	1	1
San Agustín Poteje Centro	MCSSA000516	393	3	2	1
San Antonio Buenavista	MCSSA000521	470	1	1	0
San Francisco Tlalcilcalpan	MCSSA000533	3380	5	2	3
San Miguel Almoloyan	MCSSA000550	1054	3	2	4
San Miguel Tlachichilpan	MCSSA000545	949	2	1	1
San Pedro de la Concepción	MCSSA000562	3238	2	3	2
San Pedro de la Hortaliza	MCSSA000574	558	1	0	2
Santa Catarina Tabernillas	MCSSA000586	2786	2	4	0
Santa Juana 1ra. Secc.	MCSSA000591	1117	2	0	2
Santiaguito Tlalcilcalli	MCSSA000603	1629	2	1	1
Yebucivi	MCSSA000615	496	2	1	3
	Total	32657	44	45	56
Coeficiente de localización		0,0030	2,27	2,22	1,79

Fuente: Elaboración propia con base en el ISEM (2010).

Cuadro 9. Municipio de Almoloya de Juárez. Jerarquía de los Centros de salud, 2010

Nombre de la unidad	Egresos Hospitales	Consultorios	Médicos generales	Enfermeras en contacto con el paciente	Centralidad total	"Z" score	Jerarquía
CEAPS Dr. Manuel Uribe y Troncoso	SD	4,55	22,22	26,79	53,55	2,36	1er orden
Centro de salud urbano Almoloya de Juárez	16,16	4,55	24,44	26,79	71,93	3,54	1er orden
San Agustín Citlali	8,63	4,55	2,22	1,79	17,18	0,03	2do.
San Francisco Tlalcalcalpan	10,35	11,36	4,44	5,36	31,52	0,95	2do.
San Miguel Almoloyan	3,23	6,82	4,44	7,14	21,63	0,32	2do.
San Pedro de la Concepción	9,92	4,55	6,67	3,57	24,70	0,51	2do.
Santa Catarina Tabernillas	8,53	4,55	8,89	0,00	21,97	0,34	2do.
Cieneguillas	3,29	2,27	0,00	1,79	7,35	-0,60	3er.
Dilatada Sur	1,64	2,27	0,00	1,79	5,70	-0,70	3er .
El estanco	3,38	4,55	2,22	0,00	10,15	-0,42	3er.
La Gavia	2,18	2,27	2,22	1,79	8,46	-0,53	3er.
Mayorazgo de León	4,64	4,55	4,44	0,00	13,63	-0,19	3er.
Mextepec	5,02	4,55	0,00	0,00	9,56	-0,46	3er.
Ocoyotepec Centro	1,19	2,27	0,00	1,79	5,25	-0,73	3er.
Palos Amarillos	2,08	2,27	2,22	0,00	6,57	-0,65	3er.
Paredón Ejido	1,65	2,27	0,00	1,79	5,71	-0,70	3er.
Salitre de Mañones 2	0,93	2,27	2,22	1,79	7,21	-0,61	3er.
San Agustín Poteje Centro	1,20	6,82	4,44	1,79	14,25	-0,15	3er.
San Antonio Buenavista	1,44	2,27	2,22	0,00	5,93	-0,69	3er.
San Miguel Tlachichilpan	2,91	4,55	2,22	1,79	11,46	-0,33	3er.
San Pedro de la Hortaliza	1,71	2,27	0,00	3,57	7,55	-0,58	3er.
Santa Juana 1ra. Secc.	3,42	4,55	0,00	3,57	11,54	-0,33	3er.
Santiaguito Tlalcalcalli	4,99	4,55	2,22	1,79	13,54	-0,20	3er.
Yebucivi	1,52	4,55	2,22	5,36	13,64	-0,19	3er.

Fuente: Elaboración propia, 2018

4.2.3. Áreas de influencia de los centros de salud Almoloya de Juárez, 2010

a. Áreas de influencia de acuerdo a la normatividad

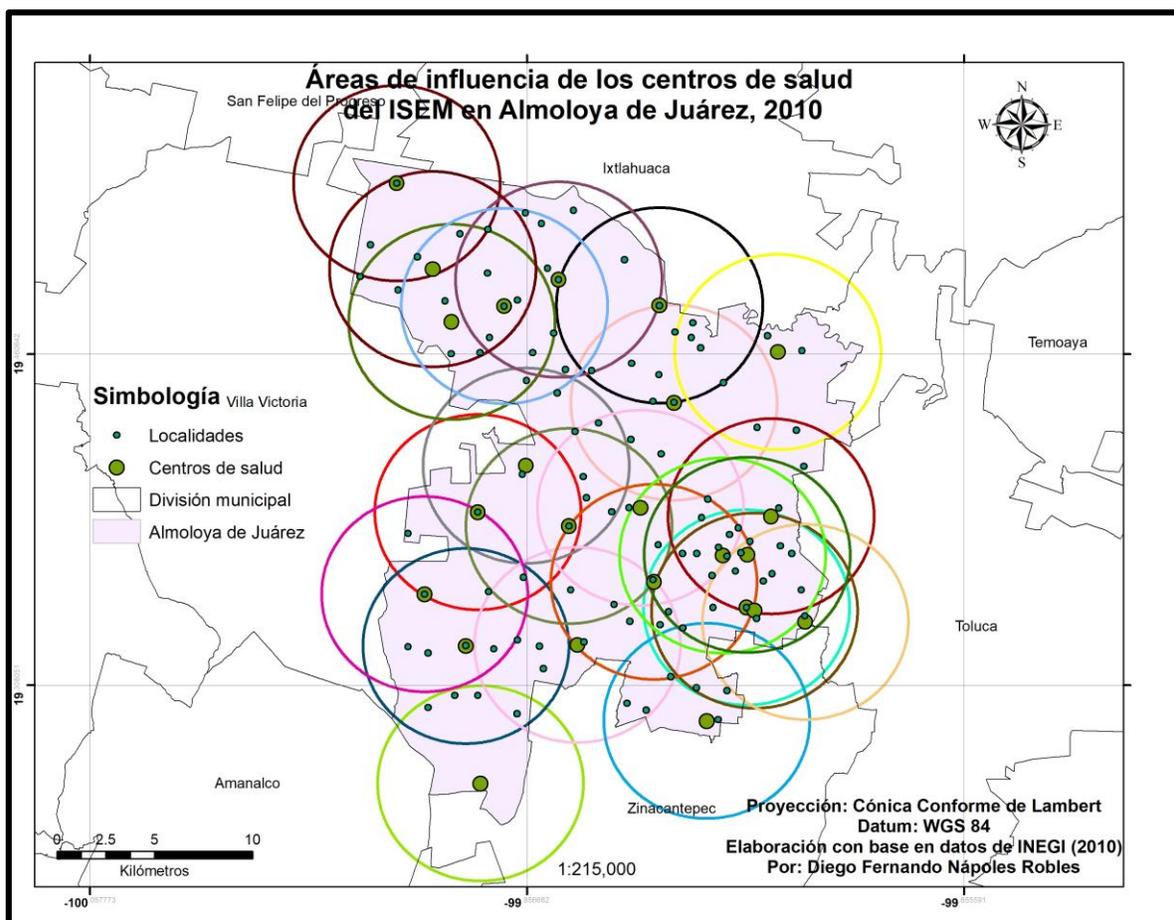
Uno de los aspectos diferentes a la teoría de Christaller es que de acuerdo a la normatividad existen traslapes de las áreas de influencia y por lo tanto se duplica la población potencial. En contraste con la teoría de Christaller que no existen traslapes, pero cubren a toda la población y a todo el territorio, basado en la racionalidad.

El diámetro de 5 kilómetros fue establecido a partir del sistema de equipamiento urbano publicado por la Secretaría de Salud en 1999, por esta razón la gran mayoría de los centros de salud en ese buffer de 5 km “seleccionaban” localidades que tenían ya una o más opciones de centros a los cuáles acceder y en este sentido el siguiente cuadro representa la población potencial de cada centro de salud para el año 2010 (figura 5 y cuadro 10).

El mapa de áreas de influencia de los centros de salud, de acuerdo a la normatividad presenta traslapes, porque es para la población abierta, sin duda que, si se realiza este estudio para el ISSEMYM, para el ISSSTE o para el IMSS, cambiarán los patrones espaciales de distribución, porque cada una de estas instituciones tiene diferente universo de estudio y la población es determinada porque se trata de personas aseguradas o afiliadas.

Para el caso del Centro de salud urbano de Almoloya de Juárez (en negro), de acuerdo a la normatividad señala que el radio de influencia de una localidad con más de 2,500 habitantes es de 5 km por lo que la población potencial (usuarios) que quedan dentro de su área de influencia suman 50,195.

Figura 5. Áreas de influencia por centro de salud de acuerdo a la normatividad



Cuadro 10. Población potencial que tiene acceso a cada uno de los centros de salud del ISEM en Almoloya de Juárez, 2010 (de acuerdo a la normatividad)

Centro de salud	Población potencial
CEAPS. Dr. Manuel Uribe y Troncoso	50195
Centro de salud urbano Almoloya de Juárez	58165
Cieneguillas	13515
Dilatada Sur	2733
El Estanco	10470
La Gavia	7491
Mayorazgo de León	7642
Mextepec	13984
Ocoyotepec	6626

Palos amarillos	4934
Paredón Ejido	16662
Salitre de Mañones 2	7860
San Agustín Citlali	5804
San Agustín Poteje	17198
San Antonio Buenavista	7256
San Francisco Tlalcilcalpan	22606
San Miguel Almoloyan	38502
San Miguel Tlalchichilpan	47030
San Pedro de la Concepción	47276
San Pedro de la Hortaliza	26866
Santa Catarina Tabernillas	15889
Santa Juana 1a. Secc.	45318
Santiaguito Tlalcilcalli	34595
Yebuciví	14529

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.2.4. Áreas de influencia a partir de polígonos de Thiessen

Una de las semejanzas con el modelo de Walter Christaller, es que no existen traslapes y se supone que el abastecimiento de los servicios comprende a todos los lugares y la población total, sin embargo en la realidad mexicana influyen otros aspectos como la accesibilidad física y social, dependiendo de las comunicaciones, caminos, carreteras, niveles de ingresos, dispersión de la población y la topografía del territorio, entre otros factores los que van a jugar un papel importante, principalmente en áreas rurales como el municipio de Almoloya de Juárez, en donde se presentan diferencias geográficas en relación a la accesibilidad, la cual es mayor en el centro y sur y menor accesibilidad al norte del municipio.

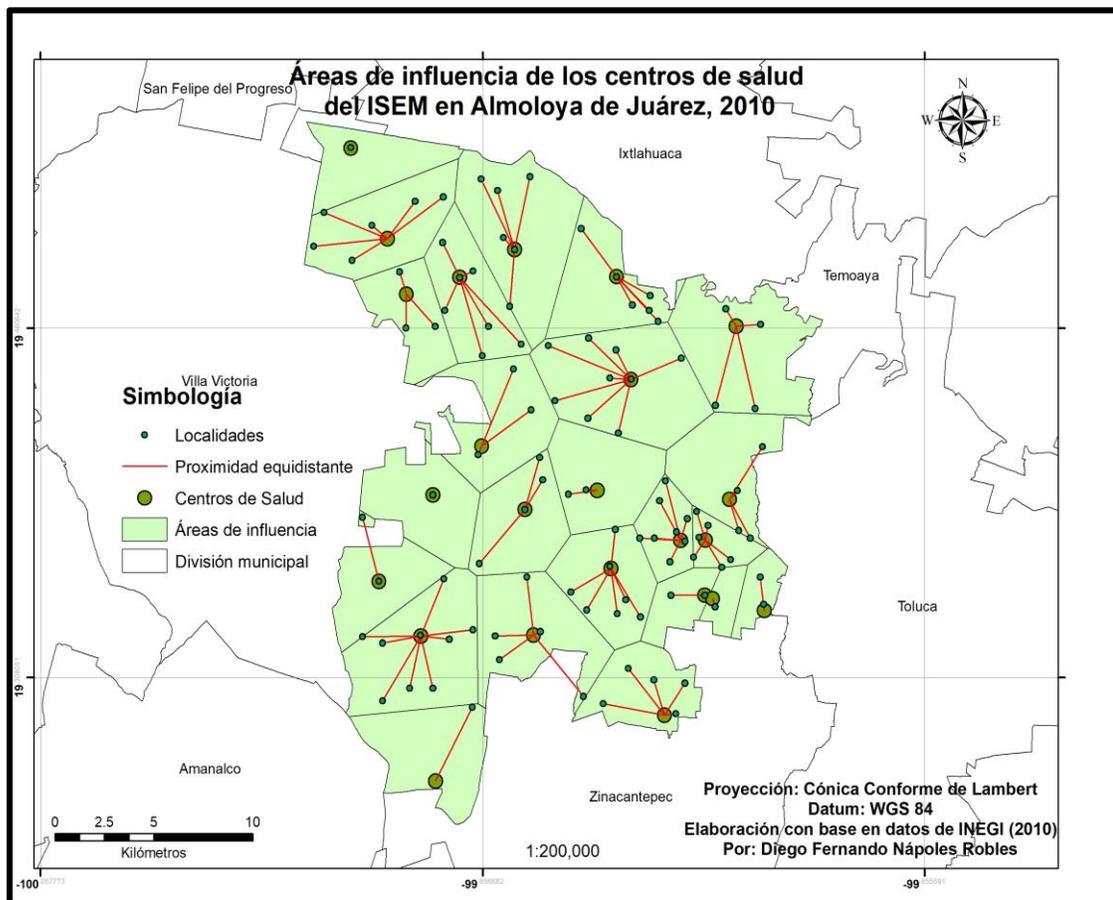
A continuación, se muestra la población potencial que tiene acceso a cada uno de los centros de salud, dicha población es de las localidades que están dentro de los polígonos correspondientes a cada centro de salud (figura 6 y cuadro 11).

Las localidades con mayor potencial de población son: San Francisco Tlalcilcalpan con 21302 habitantes; San Pedro de la Concepción con 15171; Centro de salud urbano

Almoloya de Juárez con 13289; y Santa Juana 1a. Secc. con 12102 habitantes, entre otros.

En este método no existen traslapes, lo que indica que la población potencial es la que está dentro del área de influencia de un único centroide, cuando se realiza la correlación entre los egresos hospitalarios y la población potencial se registra una alta correlación de pearson de 0.7, que pudiera reflejar que este método se acerca más a la realidad, que el método de acuerdo a la normatividad el cual tiene una correlación de pearson de 0.5.

Figura 6. Municipio de Almoloya de Juárez. Áreas de influencia de los centros de salud a partir de polígonos de Thiessen (Voronoi)



Cuadro 11. Municipio de Almoloya de Juárez. Población potencial de acuerdo los polígonos de Thiessen (Voronoi), 2010

Centros de salud	Población potencial
CEAPS. Dr. Manuel Uribe y Troncoso	5958
Centro de salud urbano Almoloya de Juárez	13289
Cieneguillas	3812
Dilatada Sur*	1958
El Estanco*	4841
La Gavia	2157
Mayorazgo de León	7117
Mextepec	5532
Ocoyotepec	1728
Palos Amarillos	2017
Paredón Ejido	2368
Salitre de Mañones 2	5173
San Agustín Citlali	4218
San Agustín Poteje	6542
San Antonio Buenavista	1006
San Francisco Tlalcilcalpan	21302
San Miguel Almoloyan	7694
San Miguel Tlalchichilpan	4624
San Pedro de la Concepción	15171
San Pedro de la Hortaliza	3614
Santa Catarina Tabernillas	6497
Santa Juana 1a. Secc.	12102
Santiaguito Tlalcilcalli	8971
Yebuciví	3837

Fuente: Elaboración propia, 2018.

4.2.5. Correlación de Pearson

La correlación de Pearson entre el total de egresos hospitalarios de cada centro de salud y la población potencial de acuerdo a las áreas de influencia según la normatividad; y de la misma manera de los egresos con la población potencial de estos de acuerdo a los polígonos de Thiessen, para conocer cuál de los dos métodos es más

confiable, se señala lo siguiente:

Coeficiente de correlación según áreas de influencia (normatividad): 0.51

Coeficiente de correlación según áreas de influencia (polígonos Thiessen): 0.72

Estos resultados indican que las áreas de influencia dadas a partir de los polígonos de Thiessen se acercan más a la realidad, debido a que en los polígonos cada localidad tiene su centro asignado mientras que en la normatividad las áreas de influencia de 5 km de un centro de salud se traslapan con las áreas de influencia de otro centro por lo que una localidad tiene dos o más opciones de centro al cual acudir y esa población (localidad) se tomó en cuenta para calcular la población potencial de acceso en cada uno de los centros en los que el radio de 5 km las “incluía”.

Para el caso de los coeficientes de correlación de la centralidad total con médicos generales y con enfermeras, estos resultaron significativos con 0.95 y 0.91 respectivamente, por lo que para la centralidad total tienen gran importancia estos indicadores.

Para el caso de los coeficientes de correlación de la centralidad total con la población potencial de acuerdo a la normatividad y de acuerdo a los polígonos Thiessen, registraron 0.67 y 0.55 respectivamente, lo que indica que el método de obtención de las áreas de influencia de acuerdo a la normatividad también es importante y significativo.

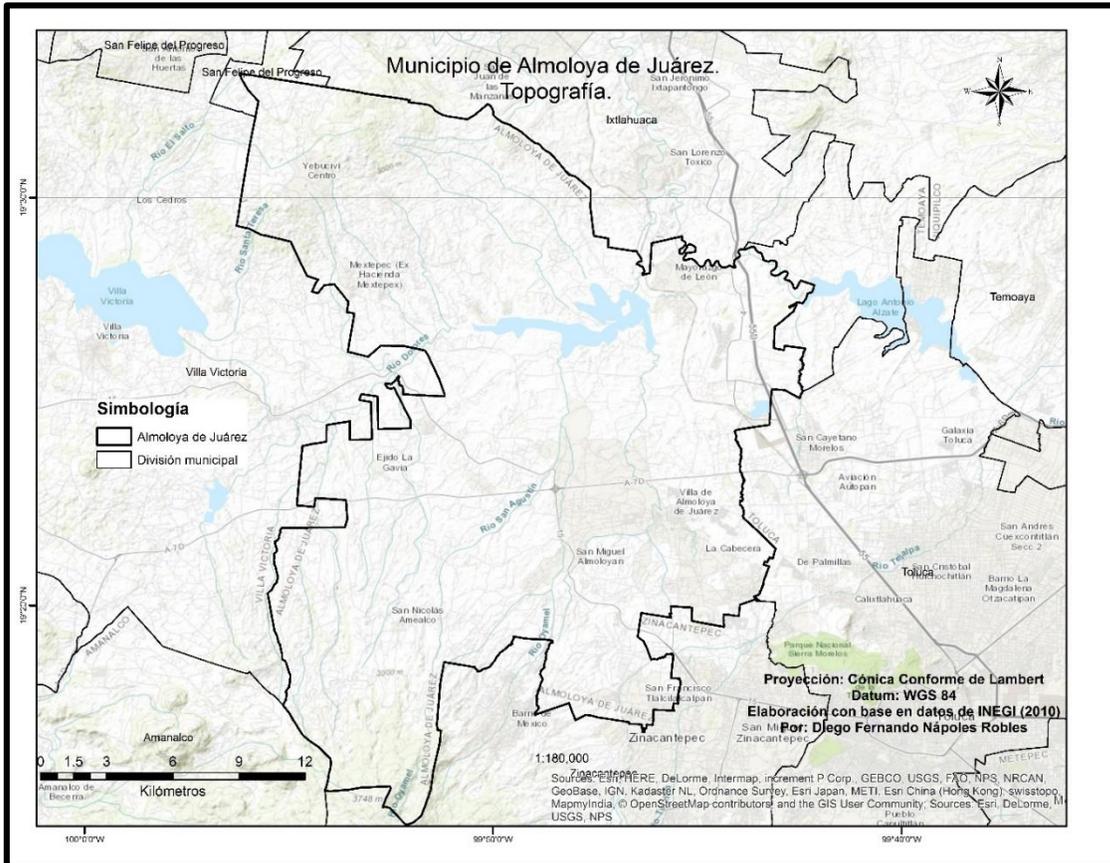
Al comparar los dos métodos empleados para la delimitación de las áreas de influencia, se señala que son complementarios, porque cada uno de ellos presenta ventajas y desventajas, las cuales son: que la normatividad es una guía sobre la cual la localización e implementación de los centros de salud debería ser la óptima y adecuada tomando en cuenta las características físicas de cada localidad pero no siempre se siguen esos patrones debido a que en ocasiones las unidades de salud pública son localizadas en sitios que no son óptimos siguiendo la normatividad. Por otro lado, entre las ventajas de los polígonos de Thiessen se encuentran que a cada centro le corresponde un área de influencia más cercana a la realidad, mientras que las áreas de influencia en cuanto a la normatividad generalizan más y le asignan el mismo rango de influencia a todos los centros sólo por ser asignados en localidades rurales.

4.2.6. Accesibilidad geográfica

En el estudio de “accesibilidad de las localidades del Estado de México a la red carretera pavimentada: un enfoque metodológico”, desarrollado por Becerril L, Iturbe A. y Reyna F. (2001), concluyen que el Estado de México cuenta con una excelente cobertura vial, para desarrollar los servicios (de salud, educativos, abasto alimentario, etc.) que demandan las poblaciones con mayor número de habitantes. Dicha información es relevante e indica las condiciones favorables de la accesibilidad geográfica, sin embargo, al interior de cada municipio principalmente los urbano-rurales la accesibilidad no es homogénea y se presentan contrastes por la dispersión de población en donde se cuenta con caminos de terracería o veredas, que en tiempo de lluvias se dificulta más el acceso. Si bien es cierto que la red carretera pavimentada impacta a un porcentaje significativo de población, aún queda un porcentaje menor de población rural que en relación a servicios de salud la gente muere por cualquier enfermedad si no llega a tiempo a un centro de salud, por lo que es importante que se mejore la accesibilidad geográfica principalmente en ámbitos rurales y dispersos de la población.

a. Topografía. La mayor parte del municipio de Almoloya de Juárez presenta una topografía plana, que permite tener una mayor accesibilidad física; con área montañosa en el noroeste, situación que incide negativamente en la accesibilidad física. Existe un cuerpo de agua, lago “Ignacio Ramírez” al norte del municipio, así como cuatro ríos; el Río Oyamel al sur del municipio, el Río San Agustín en el centro, el Río Dolores al este y Río Santa Teresa al noroeste, (figura 7).

Figura 7. Topografía de Almoloya de Juárez



Características sociales: grado de marginación y densidad de población.

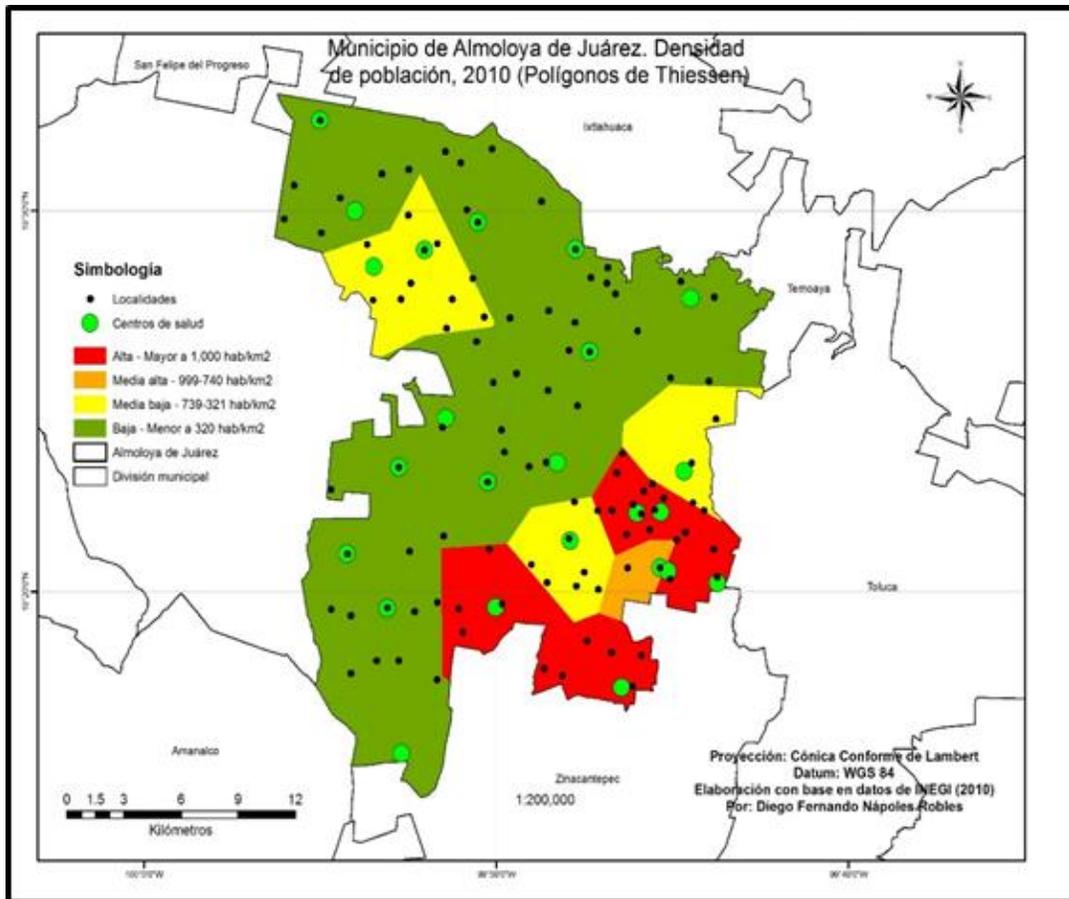
En relación al grado de marginación en el municipio de Almoloya de Juárez para los años 1990 y 2000 se registró como alto y para el año 2010 es medio (CONAPO, 1994, 2001 y 2011), lo que significa que la población se sitúa en términos medios para el acceso a los servicios de salud.

Los rangos de densidad de población son: alta, media- alta, media-baja y baja. La densidad de población para el Estado de México en el año 2010 fue de 724 habitantes por Km² y para el municipio de Almoloya de Juárez fue de 306.16 Hab/ Km² inferior a la estatal.

Con base en las áreas de influencia de los polígonos de Thiessen, el cual es un modelo y tiene sus limitantes, muestran solamente una idea general de lo que pudieran ser las densidades de población al interior del municipio de Almoloya de Juárez: se presentan seis centros de salud con densidad de población alta por polígono y con accesibilidad alta, un centro de salud

con densidad de población media alta y accesibilidad alta, cuatro centros de salud con densidad de población media baja, dos de ellos presentan accesibilidad baja, y los otros una accesibilidad alta, 13 centros de salud cuentan con densidad de población baja, seis de ellos tienen accesibilidad alta y 7 con accesibilidad baja (figura 8 y cuadro 12).

Figura 8. Municipio de Almoloya de Juárez. Densidad de población, 2010

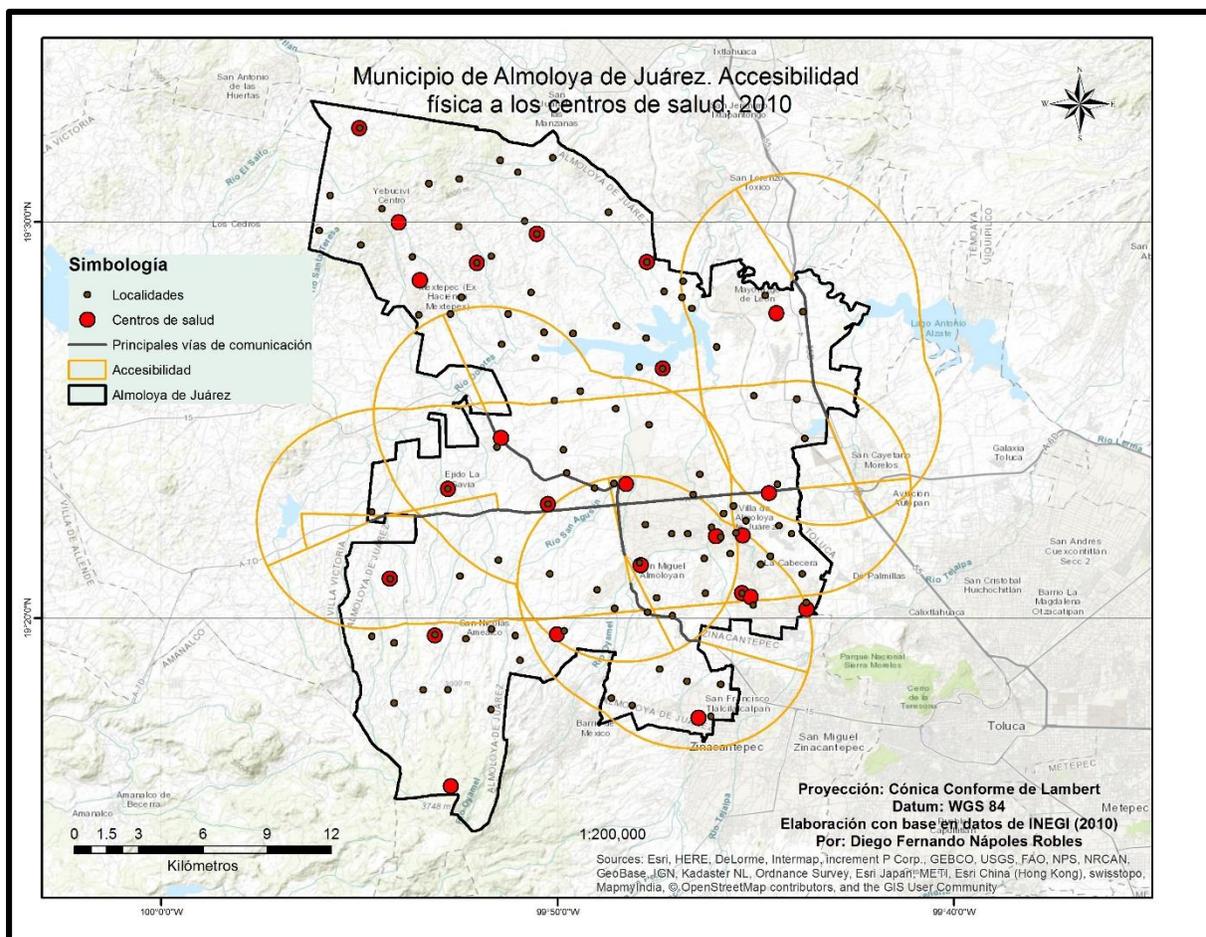


c. Accesibilidad geográfica

La accesibilidad geográfica de la población a los centros de salud de acuerdo a las principales vías de comunicación se clasifican en aquellos con alta accesibilidad y aquellos con baja accesibilidad, la cual es derivada de los buffers a 5 Km de distancia de las principales vías de comunicación (figura 9). Los centros de salud que cuentan con alta accesibilidad suman 15 y son Mayorazgo de León, Cieneguillas, San Pedro de la Hortaliza, Santa Juana 1ª Secc, La Gavia, Paredón Ejido, San Miguel Almoloyán,

San Pedro de la Concepción, Centro de salud urbano Almoloya de Juárez, San Antonio Buenavista, San Agustín Poteje, Ceaps. Dr. Manuel Uribe y Troncoso, San Miguel Tlalchichilpan, Santiaguito Tlalcilcalli y San Francisco Tlalcilcalpan. Suman 70 localidades las que cuentan con accesibilidad alta, las cuales se localizan en el centro y este del municipio.

Figura 9. Municipio de Almoloya de Juárez. Accesibilidad geográfica a los centros de salud, 2010



Cuadro 12. Municipio de Almoloya de Juárez. Centros de salud: Jerarquía, accesibilidad geográfica, topografía y densidad de población

Nombre de la unidad	Jerarquía	Accesibilidad geográfica	Topografía	Densidad de población
CEAPS Dr. Manuel Uribe y Troncoso	1er orden	Alta	Plano	Media alta
Centro de salud urbano Almoloya de Juárez	1er orden	Alta	Plano	Alta
San Agustín Citlali	2do	Baja	Plano	Baja
San Francisco Tlalcilcalpan	2do	Alta	Plano	Alta
San Miguel Almoloyan	2do	Alta	Plano	Media alta
San Pedro de la Concepción	2do	Alta	Plano	Alta
Santa Catarina Tabernillas	2do	Baja	Plano	Media alta
Cieneguillas	3er	Alta	Plano	Baja
Dilatada Sur	3er	Baja	Plano	Baja
El Estanco	3er	Baja	Plano	Baja
La Gavia	3er	Alta	Plano	Baja
Mayorazgo de León	3er	Alta	Plano	Baja
Mextepec	3er	Baja	Plano	Media alta
Ocoyotepec Centro	3er	Baja	Plano	Baja
Palos Amarillos	3er	Baja	Plano	Baja
Paredón Ejido	3er	Alta	Plano	Baja
Salitre de Mañones 2	3er	Baja	Plano	Baja
San Agustín Poteje Centro	3er	Alta	Plano	Alta
San Antonio Buenavista	3er	Alta	Plano	Baja
San Miguel Tlalchicilpan	3er	Alta	Plano	Alta
San Pedro de la Hortaliza	3er	Alta	Plano	Media alta
Santa Juana 1ra Secc.	3er	Alta	Plano	Baja
Santiaguito Tlalcilcalli	3er	Alta	Plano	Alta
Yebucivi	3er	Baja	Plano	Baja

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Los centros de salud que cuentan con baja accesibilidad suman nueve localizados al noroeste y suroeste del municipio, estos son: Palos Amarillos, Yebuciví, Mextepec, Santa Catarina Tabernillas, Ocoyotepec, San Agustín Citlali, Salitre de Mañones 2, El Estanco y Dilatada Sur. Suman 38 localidades las que cuentan con accesibilidad baja y se localizan en el centro norte, noroeste y suroeste del municipio, por ello se les tienen que considerar como prioritarias para ampliar y mejorar las vías de comunicación que les permitan tener mayor acceso a los centros de salud, existen centros de salud, pero baja accesibilidad por la escasa infraestructura de caminos y carreteras.

Consideraciones finales

Se concluye que el objetivo del trabajo se logró para la determinación de la centralidad, las áreas de influencia y la accesibilidad geográfica a los centros de salud del ISEM, los cuales son para atender a la población abierta y que muestran las diferencias espaciales al interior del municipio de Almoloya de Juárez.

Referente a la centralidad y morbilidad de los centros de salud con jerarquía de 1er orden, como el Centro de Salud Urbano de Almoloya de Juárez y San Francisco Tlalcilcalpan, registraron un elevado número de usuarios debido a que ofrecen mejores servicios, uno se ubica en la cabecera municipal y otro en la localidad más poblada de todo el municipio, con accesibilidad física alta y densidad de población alta, ambos localizados en el suroeste del municipio. Existen cinco centros de salud con jerarquía de 2do. orden, tres de ellos con accesibilidad alta y densidad de población alta y media alta; dos centros con accesibilidad baja lo que indica que existe el servicio, pero falta accesibilidad física y por lo tanto no se pudiera aprovechar óptimamente. Los centros de salud de 3er orden suman 17 de los cuales siete registran accesibilidad baja, lo que pudiera incidir en la subutilización de estos servicios.

En relación a las áreas de influencia de acuerdo a la normatividad, es parcialmente adecuada debido a que existen localidades con más de 2500 habitantes que no cuentan con un centro de salud. Dicho criterio cuantitativo deja fuera a las localidades que tienen menos habitantes y que por la lejanía, por la falta de vías de comunicación, por la dispersión de población, por la baja densidad de población, esa población es desprotegida de tan importantes servicios de salud. Por lo que se recomienda complementar la normatividad con criterios cualitativos como la percepción de la población sobre la calidad del servicio y la accesibilidad social de la población.

Para una distribución de servicios de salud más equitativa habría que tomar en cuenta las características específicas de la población y del territorio y así tener mejores parámetros cuando se quieran crear nuevos centros de salud o mejorar las condiciones de los existentes, para atender las personas más vulnerables como la población rural, población dispersa, los niños, adultos mayores, población con grado de marginación alta, población hablante de lengua indígena, población con alguna

discapacidad, los perfiles de salud (causas de mortalidad y morbilidad), entre otros. En relación a la técnica de los polígonos de Thiessen (Voronoi) es una manera sencilla para determinar las áreas de influencia de cada centro de salud, aunque éstos polígonos no toman en cuenta los obstáculos que pudiera haber para llegar a los centroides, ya que los cálculos se hacen con base en traslados en línea recta (distancia euclídeana). Para el caso del municipio de Almoloya de Juárez, la mayor parte del territorio es plano, existen carencias de vías de comunicación principalmente al norte, noroeste y suroeste, que hace que esta área tenga una accesibilidad baja. Se recomienda realizar estudios de este tipo que incluyan diversos servicios de salud desde los centros de salud hasta los hospitales especializados, tanto públicos como privados que reflejen el comportamiento espacial total o integral de los servicios de salud, en los que se pudieran implementar diversas técnicas y métodos de análisis espacial.

Bibliografía

- Becerril L, Iturbe A. y Reyna F. (2001). Accesibilidad de las localidades del Estado de México a la red carretera pavimentada: un enfoque metodológico. *Revista de Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía UNAM. Número 46. México*
- Bosque, J. (2004). *El uso de SIG para localizar equipamientos e instalaciones*. Madrid: RAMA
- BTS. (1997). *Transportation Statistics Annual Report*. Washington, DC: US Department of Transportation.
- Buzai, G. (2006). *Análisis socioespacial con Sistemas de Información Geográfica*. Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Buzai, G., & Baxendale, A. (2015). Análisis socioespacial con sistemas de información geográfica: marco conceptual basado en la teoría de la geografía. *Revista Ciencias Espaciales*, 391-408.
- Chorley R. y Hagget P. (1971). *Modelos socioeconómicos*. IEAL. Madrid, España
- Garrocho C. (1995). *Análisis socioeconómico de los servicios de salud. Accesibilidad, utilización y calidad*. El Colegio Mexiquense, A.C. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Tomo II, 1999.
- Consejo Nacional de Población (1994). *Desigualdad regional y marginación municipal en México 1990*. Gobierno Federal de México. México.

- Consejo Nacional de Población (2001). Índices de Marginación, 2000. Gobierno Federal de México.
- Consejo Nacional de Población (2011). Índice de Marginación por entidad federativa y municipio 2010. Gobierno Federal de México.
- Dummer, T. (2008, abril 28). National Center for Biotechnology Information. Retrieved junio 3, 2015, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2292766/>
- Escalona, I., & Díez, C. (2003). Accesibilidad geográfica de la población rural a los servicios básicos de salud: estudio en la provincia de Teruel. *Revista de estudios sobre despoblación y desarrollo rural*, 111-149.
- Garrocho, C. (1993). Análisis de la accesibilidad a los servicios de salud y de los sistemas de información geográfica: teoría y aplicación en el contexto del Estado de México. *Estudios demográficos y urbanos*, VIII (2), 427-444.
- Garrocho, C. (2003). La teoría de la interacción espacial como síntesis de las teorías de localización de actividades comerciales y de servicios. *Economía, Sociedad y Territorio*, IV (14), 203-251.
- Garrocho, C., & Campos, J. (2006). Un indicador de accesibilidad a unidades de servicios clave para ciudades mexicanas: fundamentos, diseño y aplicación. *Economía, Sociedad y Territorio*, VI (22), 1-60.
- GIITA. (2006). Geographic Information Technology Training Alliance. Retrieved from http://www.gitta.info/Accessibilit/en/html/UncProxAnaly_learningObject4.html
- González, T. (1997). Áreas de influencia en salud, de las localidades centrales de la región I Toluca, estado de México. Toluca: UAEM.
- INEGI. (2010, Septiembre 18). INEGI. Retrieved from <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/ccpv/2010/>
- ISEM. (2015, Junio 5). Información Metodológica. Retrieved Junio 12, 2015, from http://salud.edomexico.gob.mx/html/estadisticas_nmet_pob.html
- Krafta, R. (2 de Diciembre de 2008). Fundamentos del análisis de centralidad urbana. *centro-h* (2), 57-72.
- Lara, S., & Victor, M. (1998). Metodología para la evaluación de la cobertura de servicios de salud en los municipios externos al área metropolitana de Monterrey. Monterrey: UANL.
- Levinson, D. (2012). Using twin cities destinations and their accessibility as a multimodal planning tool. Minnesota: University of Minnesota.
- Litman, T. (2015). Evaluating Accessibility for Transportation Planning Measuring People's Ability to Reach Desired Goods and Activities. Victoria: Victoria Transport Policy Institute. Retrieved from Victoria Transport Policy Institute.
- López, F., & Aguilar, A. (2004). Niveles de cobertura y accesibilidad de la infraestructura de los servicios de salud en la periferia metropolitana de la Ciudad de México. México, D.F.: Instituto de Geografía.
- MSP. (2010). Indicadores básicos para el análisis del estado de salud de la población.

- La Habana: Dirección Nacional de Registros Médicos y Estadísticas de Salud.
- Nájera, P., & Infante, C. (1990). Cobertura potencial y cobertura real de servicios ambulatorios de salud en el Estado de México. El caso de tres comunidades marginadas en Atenco y Chalco. *Salud Pública en México*, 32(4), 430-439.
- Nápoles, D. (2018). Análisis de la accesibilidad y áreas de influencia de los centros de salud del ISEM en el municipio de Almoloya de Juárez, 2010. Tesis de licenciatura en Geografía. Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía. Toluca, México.
- Olivera, A. (1993). *Geografía de la Salud*. Barcelona: Síntesis.
- ODPHP. (2014). Office of Disease Prevention and Health Promotion. Retrieved Abril 20, 2015, from Healthy People 2020: <http://www.healthypeople.gov/2020/topics-objectives/topic/Access-to-Health-Services>
- OMS. (2013, Noviembre). Organización Mundial de la Salud. Retrieved Abril 21, 2015, from Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs323/es/>
- OPS. (1993). *Mitigación de desastres en las instalaciones de la salud. evaluación y reducción de la vulnerabilidad física y funcional*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Organización Mundial de la Salud. (2018, 10 18). Organización Mundial de la Salud. Retrieved from [http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage-\(uhc\)](http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/universal-health-coverage-(uhc))
- OUGAM. (2015). Observatorio urbano de la Gran Área Metropolitana. Retrieved Mayo 8, 2015, from <http://ougam.ucr.ac.cr/index.php/comunidad/guia/que-es-un-area-de-influencia/>
- Ramírez, M. (2004). La moderna Geografía de la Salud y las tecnologías de la información geográfica. *Investigaciones y ensayos geográficos* (4), 53-64.
- Rodríguez, V. (2011). Medición de la accesibilidad geográfica de la población a los Hospitales de Alta Resolución de Andalucía mediante herramientas SIG basadas en el análisis de redes. *GeoFocus*(11), 265-292.
- Sánchez, R. (2017). *Patrones de distribución de la morbilidad infantil para el año 1970 en el Estado de México*. Tesis para obtener el grado de licenciado en Geografía. Toluca, México.
- Sánchez-Torres, D. A. (2016). Accesibilidad a los servicios de salud: debate teórico sobre determinantes e implicaciones en la política pública de la salud. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 82-89.
- Santana M. (1991). *Jerarquías y áreas de influencia de las localidades. Caso: Región VII Jilotepec, México*. Tesis para obtener el grado de Maestra en Planeación urbana. Toluca, México.
- Santana J. (2009). *Condiciones Geograficas de Salud de la Población del Estado de México*. México D.F.: UNAM.

- Santana, G. (2015). Localización óptima de nuevos servicios públicos de salud en la Zona Metropolitana de Toluca. Tesis de Doctorado en Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Filosofía y Letras. Ciudad de México, México.
- Santana, M. V., & Galindo, M. G. (2014). Geografía de la Salud sin fronteras desde Iberoamérica. Toluca: UAEM.
- Santana, P. (2014). Introducción a la Geografía de la Salud: territorio, salud y bienestar. Toluca: Universidad de Coimbra.
- SEDESOL. (1999). Tomo II: Salud y asistencia social. En Sistema normativo de equipamiento urbano, Secretaría de Salud. México: SEDESOL.
- Yamada, I. (2016). Thiessen polygons. *The International Encyclopedia of Geography*, 1-6.
- Wilkie, J. (1967). *La Revolución Mexicana (1910-1976): gasto federal y cambio social*. Fondo de Cultura Económica". México.

Modelos urbanos e infraestructura verde en ciudades de América Latina. Aproximación a la ciudad de Buenos Aires

*Gustavo D. Buzai
Claudia A. Baxendale
Universidad Nacional de Luján, CONICET, Argentina
Universidad de Buenos Aires, Argentina*

Resumen

La Geografía puede ser definida como la ciencia que estudia la relación entre la sociedad y su entorno desde una perspectiva espacial, esta relación puede ser abordada a partir del estudio de los usos del suelo y, en esta línea temática, el presente trabajo analiza la *infraestructura verde* en su distribución modelística urbana-regional con una aproximación empírica al caso de Buenos Aires, una de las mayores áreas urbanas de América Latina. El trabajo comienza reconociendo la tradición en la formulación de *modelos urbanos* para describir y estudiar la estructura socio-espacial de las ciudades; desde los iniciales aportes de la década de 1920 hasta mediados del siglo pasado dichas formulaciones han puesto su inicial atención en configuraciones específicas (anillos, sectores y núcleos múltiples) y en las últimas décadas del siglo surgen propuestas integradoras. Se combinan las estructuras espaciales básicas, surgen nuevas y existen ajustes específicos realizados para las ciudades de América Latina. Desde un punto de vista sistémico los modelos urbanos focalizan su atención en las componentes humanas a través del mapa social, prestar atención a la infraestructura verde permitirá incorporar un elemento clave para el estudio de la calidad de vida de la población y su resiliencia a servicios ambientales diversos.

Abstract. Urban models and Green infraestructura in the Latin American cities. Approach in Buenos Aires city

Geography can be defined as the science that studies the relationship between society and its environment from a spatial perspective, this relationship can be approached through the study of land uses and, in this topic, the present work analyzes the *green infraestructura* in its spatial distribution in urban and regional models with an empirical approach to the case of Buenos Aires, one of the largest urban areas in Latin America. This work begins by recognizing the tradition in the formulation of *urban models* to describe and study the socio-spatial structure of cities; from the initial contributions of the 1920s to the middle of the last century, these formulations have given their initial attention to specific configurations (rings, sectors and

multiple nuclei) and in the last decades of the century, integrative proposals have emerged. The basic spatial structures are combined, new ones emerge and specific adjustments are made for the cities of Latin America. From a systemic perspective, urban models focus their attention on human components through the *social map*, paying attention to green infrastructure will allow incorporating a key element for the study of the population's quality of life and its resilience to diverse environmental services.

Keywords: Urban Models, Green Infraestructure, Social Maps

INTRODUCCIÓN

La formulación de modelos urbanos tiene casi un siglo de historia. Con inicio en el modelo de los anillos concéntricos propuesto por Burgess (1925) estas representaciones pusieron el foco de atención en la distribución socio-espacial de la población en el interior de la ciudad y, de ese modo, poder comprobar diferentes hipótesis sobre la lógica espacial de la sociedad (Sociología) y la lógica social del espacio (Geografía).

El análisis geométrico, considerado el lenguaje de la forma espacial, se utiliza en Geografía Humana con la finalidad de analizar aspectos generalizables a partir de las distribuciones espaciales de diferentes características sociales.

Las explicaciones se focalizarían a través de las definiciones operativas de la Geografía. La distribución socio-espacial de la población podría verse como resultado de su relación con el ambiente y la competencia entre clases sociales por los mejores espacios. Considerando las manifestaciones espaciales empíricas, la intención sería formular las leyes que rigen las pautas de distribución espacial. Estas aproximaciones sustentan la consideración de una ciencia aplicada a la organización territorial.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar un aspecto específico en las estructuras socio-espaciales urbanas: la *infraestructura verde*, es decir, la red de espacios verdes que ofrece diferentes beneficios a la población a través de sus múltiples funciones. Esta inquietud surge a partir de verificar la orientación exclusiva de estos modelos hacia cuestiones sociales, mencionando de manera tangencial a los usos del suelo de componentes naturales.

Será analizada una secuencia evolutiva de los modelos urbanos por un lapso de tiempo de casi un siglo y se presentará el concepto de infraestructura verde como un uso del suelo fundamental para tener en cuenta al momento de estudiar el soporte natural por el cual se produjo el crecimiento urbano. Se verifica la limitada mención que los modelos hacen a este uso del suelo y se pone particular interés en el modelo actual, denominado *ciudad de islas*, que fuera formulado con el caso de Buenos Aires. El caso de estudio presentado será el de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. A partir de ella se verifica el modelo y se comprueban las hipótesis que surgen de esos análisis, principalmente aquella que considera (1) la limitada disponibilidad de espacios verdes urbanos, y (2) y la estrecha relación de éstos con la localización de la *élite*. El análisis de la infraestructura verde desde un punto de vista modelístico brinda una nueva dimensión al estudio socio-espacial de la población.

MODELOS URBANOS DE LA CIUDAD DE AMÉRICA LATINA

En la primera mitad del siglo veinte se verifica un sostenido intento en la generación de modelos urbanos a partir de encontrar regularidades en la distribución socio-espacial de la población y los usos del suelo en el interior de las ciudades. El modo de vida urbano comenzaba a modificar muchas pautas de la vida tradicional y esto comenzó a ser foco de interés de sociólogos que comenzaron a considerar la dimensión espacial como estructura fundamental para su estudio y comprensión.

En un lapso de 25 años surgirían los modelos iniciales de la estructura social urbana a partir de la propuesta de la *Escuela de Chicago* (Park, 1999) aportes que actualmente se consideran clásicos como el de los anillos concéntricos (Burgess, 1925), sectores (Hoyt, 1939) y núcleos múltiples (Harris y Ullman, 1945). Estos son bien conocidos en el ámbito académico y están presentes en todo manual de Geografía Urbana (Buzai, 2014).

Los esquemas modelísticos resultan de mucha claridad para describir el comportamiento socio-espacial de las ciudades de América Anglosajona y la sucesión en las estructuras encontradas permiten verificar el evolucionismo ecológico (Sjoberg,

1960) desde la ciudad pre-industrial hacia la ciudad industrial. En la primera las clases sociales altas se encuentran ubicadas en el centro y en la segunda en la periferia a partir de desplazarse al buscar zonas favorables alejadas a la industria liviana que se instala en el centro de la ciudad.

Cuando estos modelos son aplicados para describir las ciudades de América Latina surgen desajustes que Schnore (1965) los explica como aspecto diferencial en las regiones culturales mundiales, es así como el evolucionismo ecológico encuentra su mayor poder explicativo para las ciudades anglosajonas.

En el último cuarto del siglo XX comienzan a proponerse modelos específicos para las ciudades de América Latina y estos se los puede clasificar en dos grandes tradiciones: la norteamericana (Griffin y Ford, 1980; Ford, 1996) y la alemana (Bähr, 1976; Mertins, 1980; Bähr y Mertins, 1981; Borsdorf, 1982; Mertins, 1995; Janoschka, 2002; Borsdorf, Bähr y Janoschka, 2002).

El modelo de ciudad de América Latina propuesto por Griffin y Ford (1980) destaca la existencia de un CBD (*Central Business District*) altamente especializado como zona de mayor accesibilidad de la ciudad con un transporte público que se dirige de forma centrípeta hacia él. Así también se reconoce una menor importancia de deterioro central respecto de las ciudades norteamericanas, ya que por aspectos culturales el centro de la ciudad, como espacio residencial, sigue siendo el lugar de mayor *status*. Aparece un sector residencial de *elite*, cuya localización espacial, de forma sectorial sigue el sentido de una columna vertebral (*spine*) de actividades comerciales que corresponden a la expansión del CBD hacia los suburbios de baja categoría socio-habitacional. En ella se encuentran los bulevares, parques, museos, zoológicos, jardines botánicos y usos del suelo de buena valorización.

Debajo de la configuración sectorial la estructura subyacente es la de tres anillos concéntricos que con características residenciales inversas a la que presentan los modelos clásicos, aumentando la desfavorabilidad con mayor distancia al centro. En América Latina características de la ciudad pre-industrial de Sjoberg (1960) que se mantiene durante el proceso de industrialización.

El anillo más cercano al CBD es la zona de madurez, área que cuenta con las mejores viviendas y donde se concentran generalmente las construcciones tradicionales de la ciudad. Están todos los servicios urbanos (pavimento, agua corriente, cloacas, transporte público regular) y corresponde al mercado inmobiliario residencial de las clases socioeconómicas medias-altas y altas. El anillo intermedio es la zona de acrecentamiento *in situ*. Puede considerarse un espacio de transición entre las mejores y peores áreas residenciales de la ciudad, contando una amplia variedad de tipos, tamaños y calidades de las viviendas. Generalmente el paisaje urbano tiene gran variedad, se encuentran juntas casas terminadas con aquellas que están en permanente ampliación o finalización y también, en esta zona, se ubican mayoritariamente los proyectos oficiales de construcción de viviendas. El anillo exterior o zona de asentamientos periféricos es el lugar de residencia de la población urbana en situación de pobreza (inclusive ha recibido a los inmigrantes recientes) y allí se encuentran las viviendas de menor calidad que, al mismo tiempo, cuentan con la menor dotación de servicios.

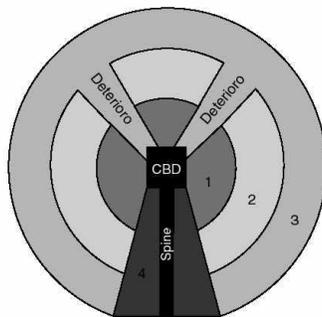
Esta estructura socio-espacial inversa entre las ciudades de América Latina y América Anglosajona permite poner en duda que exista un paralelismo evolutivo, ya que en ambas regiones las ciudades se desarrollan en condiciones económicas, sociales y culturales diferentes.

En las siguientes dos décadas este modelo fue el más utilizado para el estudio de las ciudades de América Latina (Crowley, 1998), desplazando a los modelos clásicos que surgen a partir de evidencias empíricas de otras realidades, sin embargo, la propia dinámica de las ciudades demanda su ajuste en varios aspectos, presentados en Ford (1996).

El nuevo modelo de ciudad de América Latina (Ford, 1996) presenta como base la simplicidad del inicial, que corresponde a una estructura espacial combinada entre un centro, tres anillos y dos sectores, agregando seis elementos nuevos: (1) El centro se divide en dos partes, el CBD y el mercado, porque en muchas ciudades latinoamericanas se verifican funciones del comercio tradicional junto al sector de oficinas del sector terciario, (2) aparece un mall como nueva centralidad al final del spine comercial y en dirección a la zona residencial de la elite, (3) aparece un parque

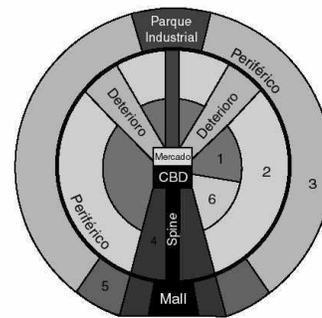
industrial periférico que representa la industria a gran escala opuesto espacialmente al mall, (4) una ruta rápida de circunvalación (Periférico) que conecta las nuevas centralidades externas mencionadas en 2 y 3, (5) un sector residencial de clase media bien definido en el anillo exterior limítrofe al sector residencial de elite, y (6) un sector residencial de gentrificación entre el CBD, la zona de madurez y la localización residencial de las clases de alto nivel socioeconómico.

Figura 1. Modelos de la ciudad de América Latina en base a Griffin y Ford (1980) y Ford (1996)



CBD (Centro) y Spine (Columna comercial), 1. Zona de madurez, 2. Zona de acrecentamiento *in situ*, 3. Zona de asentamientos periféricos, y 4. Sector residencial de elite.

Fuente: Buzai (2014) en base a Griffin y Ford (1980)



CBD (Centro), Spine y Mall. Uso comercial, 1. Zona de madurez, 2. Zona de acrecentamiento *in situ*, 3. Zona de asentamientos periféricos, 4. Sector residencial de elite, 5. Sector residencial de clase media, y 6. Gentrificación

Fuente: Buzai (2014) en base a Ford (1996)

La experiencia demuestra que estos dos modelos presentan aspectos orientados a las ciudades de América Latina en diferentes niveles de la jerarquía urbana, ya que Griffin y Ford (1980) se ajusta con mejor aptitud a las ciudades de tamaño intermedio y Ford (1996) a las grandes ciudades.

La tradición alemana desarrolla su camino a través de las propuestas de Bähr (1976) y Mertins (1980), unificadas en Bähr y Mertins (1981), luego modificada por Mertins (1995) y la evolución espacial generada por Borsdorf (1982).

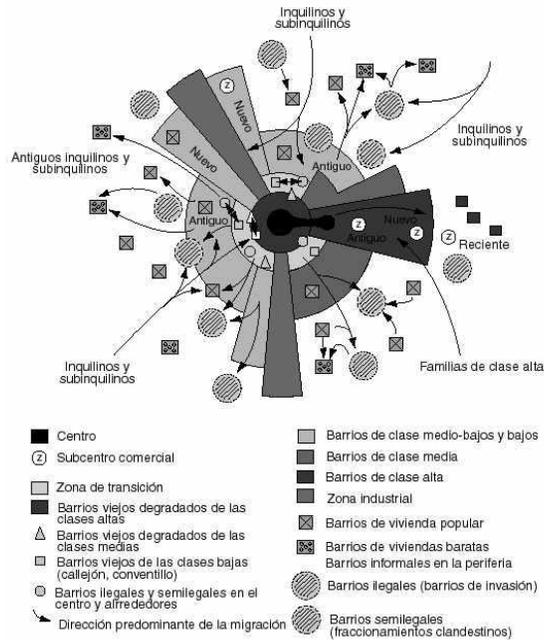
Las ciudades de América Latina de origen hispánico que no llegaron a ser ciudades de tamaño intermedio mantuvieron el diseño colonial: el centro con su plaza central y los principales edificios simbólicos del poder, el amanzanamiento urbano en cuadrícula y el nivel socioeconómico de sus habitantes disminuyendo del centro a la periferia.

Las ciudades de tamaño intermedio y las grandes ciudades tuvieron un acelerado crecimiento poblacional, en donde las migraciones campo-ciudad desempeñaron un papel de gran importancia para la notable expansión física de su periferia. Este doble crecimiento se produce con mayor aceleración en los períodos de industrialización de mediados del siglo XX y fue la base que aumentó la primacía urbana en la mayoría de los países de América Latina, entre ellos Argentina (Buenos Aires), Brasil (San Pablo y Río de Janeiro), Chile (Santiago de Chile), México (Ciudad de México) y Perú (Lima), con núcleos urbanos actuales de varios millones de habitantes.

Este crecimiento, según los autores citados, tuvo importantes consecuencias en la estructura del uso del suelo urbano al quedar definido claramente tres patrones geométricos espaciales:

1. Estructura antigua de anillos concéntricos: corresponde a la configuración espacial que surge de la ciudad colonial. Contiene el CBD y tres anillos que lo rodean como zonas socio-espaciales que disminuyen las condiciones favorables desde el centro hacia la periferia.
2. Estructura moderna sectorial: se genera principalmente a partir de la década de 1930 y corresponde al corrimiento por ejes de las zonas residenciales en las ciudades de mayor crecimiento. Por un lado, la suburbanización de los grupos sociales de alto nivel económico siguiendo la dirección de las áreas comerciales y por el otro, líneas industriales que concentran población de bajos recursos, relacionada principalmente a los procesos migratorios.
3. Estructura celular en la periferia: estructura principalmente formada por barrios informales (ilegales y semi-legales), proyectos gubernamentales de vivienda destinados a poblaciones de recursos medios y bajos y una expansión de grupos altos en ubicaciones separada del sector de crecimiento. Debe aclararse que Mertins (1995) incluye en el esquema los barrios residenciales cerrados para poblaciones de alto nivel económico y asociados a ellos, la localización de los *shopping centers* como nuevas centralidades.

Figura 2. Modelo de ciudad de América Latina en base a Bähr y Mertins (1995)



Fuente: Buzai (2014)

Es un modelo dinámico a partir de la incorporación de flechas que presentan movimientos poblacionales (migraciones internas) de bajo nivel socioeconómico desde los ámbitos rurales y ciudades pequeñas. Muchas veces la inicial localización es la zona de transición cercana al CBD y, desde ella, se produce un posterior desplazamiento hacia la periferia cuando se accede a asentamientos ilegales, alquileres baratos o a la propiedad de la tierra. Si la ciudad es de rápido crecimiento, la zona de transición no cuenta con viviendas disponibles, el CBD en su expansión ha penetrado rápidamente en ella y se reducen los espacios haciendo que los nuevos inmigrantes deban ocupar directamente la periferia como única alternativa.

Aparecen subcentros comerciales en el sector correspondiente al asentamiento poblacional de los niveles socio-económicos altos y medios-altos, los desplazamientos predominantes desde el exterior de la ciudad se dirigen hacia los barrios ilegales y los barrios de viviendas populares donde aparecen nuevos inquilinatos. Los movimientos intraurbanos de poblaciones de nivel socio-económico bajo se presentan en dos

tendencias principales: (1) movimientos entre áreas de clases bajas en el centro de la ciudad (barrios antiguos degradados, barrios antiguos de estratos bajos y barrios ilegales) y en la periferia (barrios ilegales por invasión, barrios semi-legales por fraccionamiento clandestinos, barrios de viviendas populares y de proyectos gubernamentales de viviendas), y (2) movimientos hacia nuevos asentamientos periféricos (barrios de vivienda popular, barrios de proyectos gubernamentales de viviendas, barrios ilegales y semi-legales).

Desde un punto de vista espacial, las estructuras descritas son parte de un desarrollo evolutivo que tiene gran relación con el tamaño de la ciudad. Históricamente pueden definirse una etapa colonial, una de modernización y finalmente una de metropolización que se verifican consecutivamente hasta el final del siglo XIX y primera y segunda mitad del siglo XX. El aporte de Borsdorf (1982) en tal sentido es presentar modelísticamente las características espaciales en estructuras resultantes del crecimiento natural, dos momentos de crecimiento periférico (que en Argentina coincide con dos oleadas migratorias: europeas y de los países limítrofes) y la cristalización de una configuración actual.

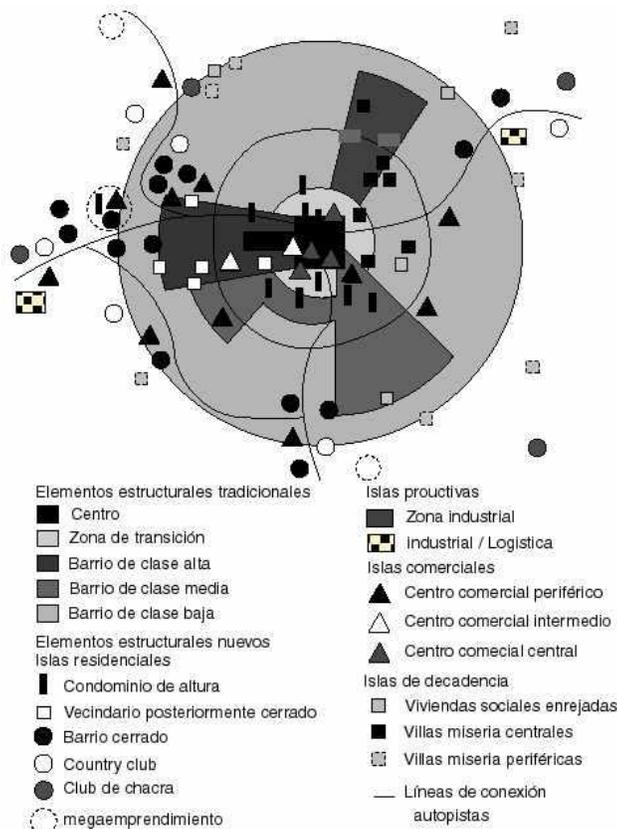
Se hace evidente que las diferentes estructuras espaciales aparecen en una secuencia histórica a medida que la ciudad aumenta en población y superficie. Las áreas urbanas inician con una estructura de anillos, crece por sectores que se superponen a la estructura anterior y desarrolla núcleos múltiples comerciales en su interior y residenciales en la periferia, generando de esta manera la existencia de límites exteriores poco definidos para la configuración de una ciudad difusa.

Un nuevo modelo para ciudades difusas con áreas polarizadas surge como evolución del anterior. El resultado corresponde a un sector central que comienza a fragmentarse, una periferia de límites indefinidos y una estructura socio-espacial inversa entre las ciudades de América Latina y América Anglosajona en la que predominan el cerramiento de espacios utilizados por las clases sociales altas que se separan de la trama urbana tradicional.

La nueva localización periférica de la *elite urbana*, según Janoschka (2002), es la que está brindando nuevas formas a las ciudades de América Latina en el siglo XXI, en donde las urbanizaciones privadas representan una importante manifestación de la

polarización social en sociedades que se han desprendido rápidamente de las características organizativas del “estado de bienestar”. El autor citado manifiesta que la ciudad abierta a través de sus espacios públicos ve aparecer, cada vez más, enclaves protegidos por rejas eléctricas, tarjetas magnéticas y personal de seguridad. Los procesos de estructuración espacial urbana en esa década se ven fuertemente influenciado por las privatizaciones en diferentes niveles, lo cual genero una serie de *islas* en las grandes ciudades y toma como modelo el caso de Buenos Aires (Janoschka, 2002): “islas residenciales de riqueza”, “islas de consumo”, “islas productivas” e “islas de la decadencia”, generando un nuevo modelo que a su vez es evolutivo desde la ciudad compacta. Son manifestaciones espaciales basadas en la segregación poblacional y un poco más amplias de lo que Berry (1985) había definido como islas de renovación en mares de deterioro.

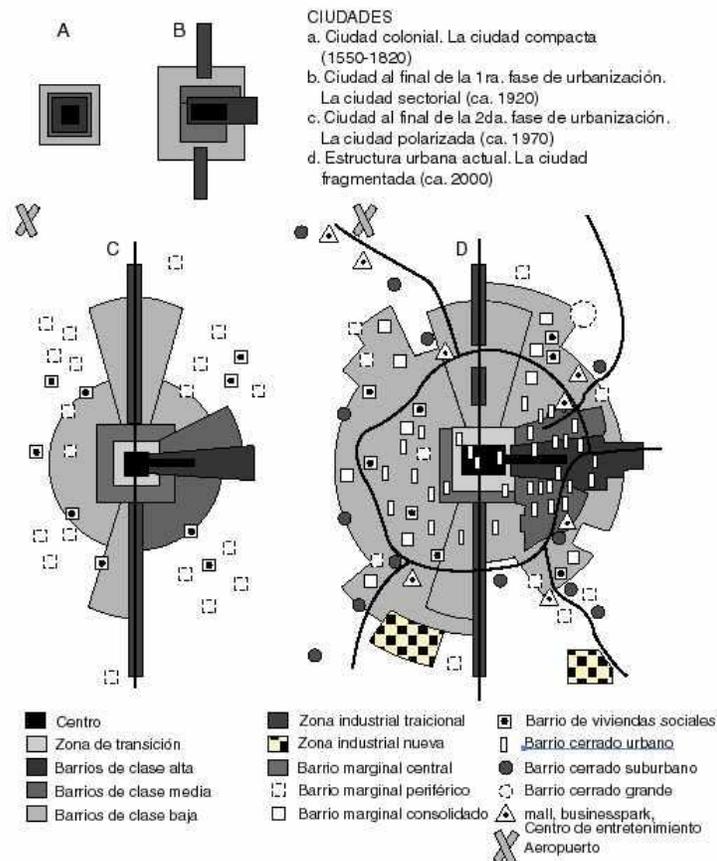
Figura 3. Modelo de ciudad de América Latina en base a Janoschka (2002)



Fuente: Buzai (2014)

La ciudad en islas se verifica en Argentina (Janoschka, 2002), Brasil (Coy, 2006) y México (Kanitscheider, 2002). En el lapso de tiempo transcurrido desde el siglo XVI, Borsdorf, Bähr y Janoschka (2002), tomando como antecedente Borsdorf (1982) analizan cuatro configuraciones espaciales características.

Figura 4. Modelo de ciudad de América Latina en base a Borsdorf, Bähr y Janoschka (2002)



Fuente: Buzai (2014)

El cuadro 1, toma aspectos sistematizados y analizados por Borsdorf (2003) para cada uno de los momentos históricos en el que se conforma un tipo de estructura espacial.

Cuadro 1. Etapas del desarrollo urbano

	Colonial	Primera fase de urbanización	Segunda fase de urbanización	Reestructuración
Estructura espacial	Centro-periferia	Linealidad	Polarización	Fragmentación
Símbolo	Plaza	Boulevard (paseo, prado, alameda)	Barrio alto – barrio marginal	Barrio cerrado, mall, <i>business park</i>
Crecimiento	Natural	Inmigración europea	Inmigración interna	De ciudades intermedias
Arquitectura	Renacimiento, barroco	Clasicismo, historicismo	Moderno	Posmoderno
Política externa	Colonia	Panamericanism o hispano (sp) influencia europea (sp) panamericanismo continental	Autarquismo (sp) posición entre los mundos 1, 2 y 3	Panamericanismo militar (sp) neocolonialismo norteamericano
Desarrollo económico	Explotación	Agraria interna (sp) explotación de recursos naturales	Industrialización por sustitución de importaciones	Desarrollismo (sp) Dependencia (sp) neoliberalismo, globalización
Desarrollo socio-político	Sociedad colonial	Conservadurismo (sp) liberalismo	Populismo, socialismo	Democratización posterior a gobiernos militares
(sp) sucedido por				
Fuente: Aspectos seleccionados de Borsdorf (2003)				

INFRAESTRUCTURA VERDE

En la búsqueda de una conservación inteligente para el siglo XXI, en documentos de organismos abocados a la conservación de la naturaleza y al control del crecimiento descontrolado de las ciudades, Benedict y McMahon (2001:5) definen a la Infraestructura Verde como un red interconectada de espacios verdes que conserva las funciones y valores de ecosistemas naturales ofreciendo beneficios a la población humana. Plantean la *Infraestructura Verde* como un nuevo marco ecológico que ofrece un enfoque estratégico para la conservación de la naturaleza necesario para la sustentabilidad ambiental, social y económica de un territorio, difiriendo de otras estrategias de planificación de los espacios abiertos al considerar la conservación de la naturaleza en relación al desarrollo del territorio, la gestión del crecimiento de las ciudades y la planificación de la infraestructura construida.

Cierto es que al utilizarse el término “infraestructura” en relación a la conservación de áreas con vegetación, la asociación que se realiza alude inmediatamente a algo no natural, a algo construido por el hombre, pero la segunda acepción del término que podemos encontrar en el Diccionario de la Real Academia Española alude a “un conjunto de elementos, dotaciones o servicios necesarios para el buen funcionamiento de un país, de una ciudad o de una organización cualquiera” (RAE, 2018), siendo esta la acepción a la cual aluden los autores mencionados y que presentan como cita en la portada del documento: “Infrastructure – the substructure or underlying foundation... on which the continuance and growth of a community or state depends” (Webster’s New World Dictionary)

La relación de elementos naturales con el hábitat humano abarca diversas escalas. La geósfera (geología, geomorfología, suelos) se encuentran por debajo de la superficie, la hidrósfera (cuerpos de agua) y la biosfera (vegetación) principalmente en superficie (Firehock, 2015). El concepto de *infraestructura verde* en la mayoría de los estudios se centra principalmente en áreas de vegetación con crecimiento natural o diseñadas que interactúan con la población (Benedict y McMahon, 2006). Esta amplitud de escalas se unifica claramente a través de los elementos materiales en interacción sistémica.

El concepto de infraestructura muestra un vínculo importante con la materialidad y puede ser vinculado a una perspectiva ingenieril, esto hace que muchos biólogos, ecólogos y amantes de la naturaleza no lo hayan incorporado en sus estudios, aunque resulta evidente que la segunda acepción del término resulta de gran importancia para el urbanismo y la Geografía Urbana llevando a entender la importancia que ofrece para una planificación territorial que considera el componente ambiental.

Poniendo el énfasis en cuestiones conceptuales, normativas y perceptivas Benedict y McMahon (2001) recalcan la diferencia entre la utilización de los términos *Infraestructura Verde* y *Espacios Verdes* ya que estos últimos fueron concebidos conceptualmente sin la visión sistémica al interior de un área urbana-regional en su conjunto, y, por lo tanto, considerados como parques recreativos o áreas naturales aisladas rescatando en su creación principalmente cuestiones de índole estética (“siendo algo lindo de tener”) que éticas (“algo que debemos tener”).

La concepción de conservación también varía ya que focalizarse en los *espacios verdes urbanos* lleva a centrarse en un objetivo local, único, de pequeña escala y función aislada, mientras que el concepto de *infraestructura verde* lleva a ver sus distribuciones espaciales cambiando la perspectiva hacia un objetivo general, multiobjetivo, sistemático, de gran escala (multijurisdiccional) y multifuncional. Esta segunda perspectiva vincula diferentes usos del suelo a través de una integración necesaria al momento de gestionar el desarrollo y crecimiento de la ciudad y la región. Por lo tanto al utilizar el término de Infraestructura Verde se busca que el diseño y la planificación de dicha infraestructura sea anterior al desarrollo de un territorio.

En documentos de planificación y en estudios de biodiversidad urbana realizados para el Área Metropolitana de Buenos Aires, se alude a diferentes términos, como *espacios verdes*, *áreas verdes* o *sistemas de espacios o áreas verdes* y el término *estructura* aparece con centralidad en Garay y Fernández (2013:118) a partir de un proyecto académico con vínculos en la gestión.

El término *estructura verde* que hemos planteado alude a la distribución y configuración espacial que presentan los espacios verdes en un área de estudio y al modo de como están y deberían estar relacionadas espacialmente entre sí y con otros

usos del suelo. Consideramos que su asimilación al término *Infraestructura Verde*, al ser llevado a la práctica multidisciplinar del ordenamiento territorial, lo hace más concreto, empírico y entendible por otros profesionales abocados a la planificación y gestión del territorio urbano y rural en sus ámbitos administrativos locales.

Desde un enfoque espacial Davies *et.al.* (2006) buscan ofrecer una tecnología flexible en apoyo a la planificación de la infraestructura verde en relación a la diversidad de usos del suelo en el área de estudio a partir de los siguientes interrogantes: cuáles espacios verdes deberían ser conservados, cuáles deberían ser mejorados o cambiados o refuncionalizados y dónde se debería crear nueva infraestructura verde asumiendo su concepción físico ambiental a la cual alude el término y los principios de configuración en red, multifuncionalidad, oferta de recursos, funciones y servicios ambientales y gestión sustentable.

La visión sistémica, y más concreta, que se tiene de un territorio estructurado desde la infraestructura verde requiere el aporte de diferentes teorías provenientes de diversas disciplinas científicas y enfoques en la práctica del planeamiento espacial de los usos del suelo si consideramos la estrecha relación que debe tener con la denominada *infraestructura azul* relacionada con el sistema hidrológico del área y la región y con la *infraestructura gris* formada por las construcciones humanas.

Tanto en zonas montañosas o de pendientes, como en zonas de llanura, la identificación de zonas de deslizamiento de tierras, formación de cárcavas, fuerte erosión hídrica o zonas inundables está estrechamente relacionada con la ausencia de espacios verdes, el trazado de vías de comunicación, y con la no consideración del diseño del sistema fluvial que drena el área al momento de considerar la ubicación de distintos usos del suelo en el ordenamiento territorial.

La fuerte vinculación existente entre la infraestructura verde, azul y gris de un territorio debería ser siempre considerada al momento de su planificación espacial: Cinturones verdes productivos que contengan el crecimiento descontrolado de la aglomeración, Escudos Verdes productivos agroecológicos contra la deriva de agrotóxicos; parques urbanos periféricos que protejan nacientes de cursos fluviales en zonas montañosas impidiendo el deslizamiento de tierras; parques lineales que protejan las márgenes de los cursos fluviales e impidan el asentamiento de viviendas en zonas inundables; áreas

naturales protegidas en la cercanía de los espacios urbanos; zonas deprimidas o lagunas naturales que se conviertan en áreas de almacenamiento de excesos hídricos en períodos húmedos; canalizaciones planificadas que no funcionen como soluciones temporales prediales o locales ocasionando problemas de inundación en otras áreas; trazados de terraplenes y vías férreas o de circulación que contemplen el escurrimiento natural del agua en la zona y cuyos laterales sean destinados a parques lineales; costas fluviales o marítimas en numerosos espacios urbanos acompañadas por zonas recreativas.

La diferencia entre los conceptos de Infraestructura Verde y Servicios Ecosistémicos queda claramente planteada por la European Environmental Agency (EEA, 2011). En su reporte técnico referido a la Infraestructura Verde y la cohesión territorial señala la sinergia entre los dos términos y considera que los beneficios de la Infraestructura Verde pueden presentarse en términos de Servicios Ecosistémicos dado que ofrecen un lenguaje consistente y efectivo que también tiene resonancia en los tomadores de decisiones políticas y otras partes interesadas en la temática pero recalca que el concepto de Infraestructura Verde ofrece en su utilización la espacialidad explícita de los servicios ecosistémicos considerando que este sería el valor agregado en comparación con la descripción más general e implícita de los servicios ecosistémicos. Sostiene entonces que el término Infraestructura Verde se puede utilizar para mostrar beneficios y déficits a nivel local, regional y nacional y, por lo tanto, está más relacionado con la planificación, la toma de decisiones y la formulación de políticas pudiendo ser éste el argumento que respalde el uso del término Infraestructura Verde en lugar del concepto de Servicio Ecosistémico considerado más abstracto.

En este mismo documento se establece la diferencia en la utilización del término Infraestructura Verde a escala urbana y a escala del paisaje presentando una tabla con definiciones donde su concepción varía desde ser definida como una red interconectada de áreas naturales y otros espacios abiertos, a definiciones menos concretas donde se considera que el término alude a un abordaje o enfoque estratégico en los usos del suelo y en el manejo de los ciclos hidrológicos de las redes de drenaje (EEA, 2011:32).

“Los beneficios de la infraestructura verde podrían presentarse en términos de servicios ecosistémicos, proporcionando un lenguaje relativamente consistente y efectivo que también tiene una resonancia creciente con los responsables políticos y otros interesados. Sin embargo la infraestructura verde incluye la entrega espacialmente explícita de los servicios de los ecosistemas, esta es la diferencia y el valor agregado en comparación con la descripción más general e implícita de los servicios ecosistémicos. La infraestructura verde se puede utilizar para mostrar beneficios y déficit a nivel local, regional y nacional y, por lo tanto está vinculada a la planificación, a la toma de decisiones y formulación de políticas. Este podría ser un argumento que respalde el uso del término infraestructura verde en lugar del concepto más abstracto de servicios ecosistémicos” (EEA, 2011:9, traducción de los autores). En Eguía y Baxendale (2019) como concepto que permite un enfoque integrador en el ordenamiento territorial se presenta como infraestructura verde integrada al vincular estructuras antrópicas y naturales como la gris (materialidad contruida), la verde y la azul (de existir cuerpos de agua) en sus aportes a la resiliencia de los territorios desde el urbanismo y la Geografía Urbana.

ESPACIOS VERDES EN LOS MODELOS Y EN LOS PLANES URBANOS

Modelos urbanos

La totalidad de los modelos urbanos que hemos presentado dejan claramente en evidencia que el foco de atención en sus formulaciones estuvo puesto principalmente sobre la distribución espacial de las clases sociales en el interior de la ciudad. Los análisis realizados se centran en las características socioeconómicas de la población y su reparto desde un punto de vista corológico en tanto resultado de una competencia espacial (proceso de invasión-sucesión en el modelo de Burgess, 1925).

Los usos del suelo principales en los que se basan los modelos urbanos corresponden principalmente a las actividades comerciales, residenciales e industriales, siendo que las áreas verdes generalmente no son contempladas o son presentadas de manera tangencial a través de pequeñas descripciones.

En la etapa colonial el símbolo nuclear es la *plaza central*, aunque se la considera principalmente como punto de interacción social y no se toma en cuenta alguna de sus posibles características ambientales. El crecimiento urbano lineal lleva al surgimiento del *boulevard* o la *alameda*, elementos paisajísticos que compuesto por vegetación acompañan el corrimiento de expansión de las clases altas. El modelo de Griffin y Ford (1980) destaca en esa dirección la ubicación de las principales áreas verdes de alta valorización como *parques, jardines botánicos y zoológicos*. En síntesis, los usos del suelo con buenas características ambientales se consideran que tienen una gran asociación espacial con la localización de la *elite* residencial.

Más allá de estas menciones, los modelos urbanos para las grandes ciudades de América Latina no presentan mayores referencias a los espacios verdes, aunque de manera empírica conocemos que muchos elementos presentes están relacionados con ellos. Se planifican espacios públicos asociados a la avenida de circunvalación (periférico) y espacios privados en el interior de los barrios cerrados o *country clubs*. De forma no planificada quedan grandes espacios verdes en los intersticios que surgen entre los ejes de crecimiento.

Los modelos urbanos presentan un limitado análisis de las áreas verdes, aunque estas han sido claramente consideradas en los documentos de planificación desde inicios de siglo.

El caso de la ciudad de Buenos Aires presenta un claro ejemplo de esta situación. Fue considerada la base del modelo de *ciudad de islas* propuesto por Janoschka (2002) al presentar una serie de características combinadas como estructuras tradicionales residenciales, diferentes espacios cerrados de específica funcionalidad socio-habitacional y productiva y las vías de comunicación que cumplen con generar conexiones funcionales. Como contrapartida, los espacios verdes se encuentran presentes en todos los documentos de planificación que serán mencionados en el próximo punto.

Análisis de los documentos de planificación de la ciudad de Buenos Aires

Este punto se basa en las sistematizaciones de Baxendale (2006, 2009) y Baxendale *et al.* (2012) basadas en Suárez (1980), Novick (1986), Torres (1996), Domnanovich (2002) y documentación oficial del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (1999) y del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires (2007).

En el año 1925 el *Plan de la Comisión de Estética Edilicia* se propuso constituir un sistema metropolitano de espacios verdes jerarquizado con parques, plazas y patios de juegos, comunicados por avenidas, paseos y bulevares arbolados. Este diseño de espacios verdes fue concebido para estructurar la ciudad a partir de la recuperación de la costa del río con la desactivación del puerto y su comunicación con el centro de la ciudad hacia Plaza de Mayo, con el eje de las costas y parques de la Av. Gral. Paz (límite periférico jurisdiccional de la Ciudad de Buenos Aires).

El *Plan Director o Plan Regulador de la Ciudad de Buenos Aires* fue organizado por iniciativa de la Municipalidad de Buenos Aires y publicado en 1958, si bien pretendía ser multidisciplinario en su participación profesional, prevalecieron arquitectos, abogados e ingenieros.

Considera tres escalas de planeamiento: la escala urbana correspondiente a la Ciudad de Buenos Aires, la escala metropolitana abarcando un radio de 30 km., y la escala regional abarcando un radio de 100 km. En relación con las áreas naturales, el plan prevé a escala regional la preservación de espacios naturales esperando que sean acondicionados mediante obras de saneamiento, forestación o canalización con preocupación principal en la recuperación de áreas inundables.

A escala urbana si bien se valora la existencia del Parque Tres de Febrero (Bosques de Palermo) señala la escasez de espacios verdes de uso recreativo, por lo cual recomienda equilibrar la distribución de los espacios verdes recuperando Puerto Madero y los ex bañados del Bajo Flores. Según Domnanovich (2002) el plan contempla principalmente la ocupación de los espacios verdes para uso recreativo o futura expansión urbana sin considerar sus funciones ambientales. En síntesis, se privilegia una perspectiva social por sobre la ambiental-ecológica.

En el año 1970 la Organización del Espacio de la Región Metropolitana de Buenos Aires - Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE) publica el *Esquema Director año*

2000. En este documento de planificación la Región Metropolitana abarcaba 25 partidos de la provincia de Buenos Aires y se propone transformar el tradicional esquema radial en un sistema lineal con dos ejes de urbanización, uno paralelo al río y otro hacia el interior limitando el *hinterland* metropolitano a unos 20 km de la costa. Los espacios libres de recreación pasan a ser considerados elementos estructurantes del territorio, tan importantes como las vías de comunicación, al considerar que todo el medio urbano se empobrece cuando desaparecen los espacios verdes como componentes naturales y sociales. Las áreas verdes no constituyen meros elementos de la composición urbanística fundamentándose en cuestiones de zonificación, sino que aportan a la identidad de los barrios y enfrentan la aridez progresiva del proceso de densificación.

Se destaca la falta de espacios verdes para la recreación (parques, plazas y paseos públicos) por lo que plantea: (1) la creación de *parques regionales periféricos* entre las autopistas tangenciales y marginales, separadas entre sí por unos 20 kilómetros de distancia, que atravesarían en dirección noroeste y sudeste los 120 kilómetros aproximados entre los partidos de Zárate y La Plata; y (2) la incorporación del *Delta* como espacio dominante de recreación a nivel metropolitano.

A pesar de que los espacios verdes deben ser protegidos, adquiridos, equipados y mantenidos por su función social (Domnanovich, 2002), encontramos también lo que podemos denominar una función espacial-locacional al considerarse que los parques pueden actuar como ejes estructurantes de la organización del territorio junto a las vías de comunicación planificadas para así transformar el original sistema radio concéntrico en un sistema lineal con dos ejes de urbanización: uno por la costa y otro marginal o “mediterráneo”, es decir, hacia el interior pero paralelo al río limitando el *hinterland* metropolitano a unos 20 km de la costa y guiar así el patrón espontáneo de expansión urbana que caracteriza al área metropolitana de Buenos Aires desde sus orígenes.

Hacia 1979 se publican los documentos del *Sistema Metropolitano Bonaerense* confeccionados por el Programa de Concertación de Hábitat y Ordenamiento Territorial (CONHABIT) surgido por Convenio entre la Secretaría de Estado de Recursos Naturales y Ambiente Humano y los gobiernos provinciales. El área de estudio considerada es tan extensa como las anteriores incluyendo el Gran La Plata y llegando

hasta Baradero y San Pedro al norte y a Luján hacia el oeste.

El estudio afirma que la zona de la Capital Federal (ciudad central) y la primera corona suburbana (partidos contiguos) poseen el mayor déficit de espacio recreativo y de preservación ecológica de modo que entre los lineamientos que se recomiendan para paliar este déficit se menciona la incentivación de la protección de las áreas rurales para fomentar la producción de abasto y mantenimiento del equilibrio ecológico y la creación de un banco de suelo para usos recreativos y de preservación.

El documento es el primero que se desarrolla luego de la Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Humano que tuvo lugar en Estocolmo en el año 1972 por lo cual hace mención a dicho evento identificándose con sus principios. Podemos ver entonces como, hacia mediados de la década de 1970, las propuestas comienzan a darle cada vez más importancia a la *preservación* de espacios verdes o áreas naturales ajustándose más a principios ecológicos y ambientales, y no sólo resaltando sus funciones netamente sociales (recreativas y paisajísticas) o urbanísticas (preservación de espacios para la construcción de futuras viviendas) o espaciales-locacionales (espacios estructurantes del crecimiento del área metropolitana).

Hacia fines de la década de 1990 se publican los *Cuadernos del AMBA* (CONAMBA-Comisión Nacional del Área Metropolitana de Buenos Aires). La dimensión ambiental aparece claramente al proponer una *Regulación Ecológica* como actitud respetuosa de los ciclos biológicos y las comunidades naturales buscando poner en valor las cuencas hídricas, los bosques y las zonas rurales consideradas importantes por su finalidad ecológica y por su función como zonas de amortiguación entre áreas urbanas. También menciona como objetivo *mejorar las condiciones de vida* a partir de preservar los recursos proponiendo un sistema de áreas naturales de equilibrio, un sistema de prevención de catástrofes y la tutela ecológica. Claramente los espacios abiertos pasan a ser considerados no sólo para la recreación de la población sino también para la preservación ecológica y de los recursos naturales.

Como hemos señalado en Baxendale (2006) en estos documentos, sigue presente y se destaca el enfoque de sistemas como herramienta conceptual y metodológica para comprender el fenómeno metropolitano desde un punto de vista global. Sin embargo, según señala Torres (1996), para los proyectos se privilegia la escala local

interviniendo puntualmente con acciones precisas sobre fragmentos del territorio esperando que éstos permitan los ajustes necesarios a las estrategias de carácter más general y no se plantean propuestas de largo plazo ni de escala regional.

En 1999 el Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires y el Consejo del Plan Urbano Ambiental publican el *Plan Urbano Ambiental*. Estos libros, si bien corresponde solamente a la Ciudad de Buenos Aires, contempla la necesidad de una agenda metropolitana para la gestión de las cuencas y las *reservas verdes metropolitanas*. La propuesta busca una mejora de la calidad ambiental y por lo tanto la calidad de vida de la población a la cual se le atribuye, dentro del tema que nos compete, el derecho al uso y goce de espacios verdes abiertos para lo cual se plantea como objetivo el aumento de la superficie y calidad del espacio verde público en la ciudad.

En relación al sistema de grandes parques propone, a nivel de la Ciudad de Buenos Aires: (a) preservar y ampliar los parques de Palermo en conjunción con una mayor conectividad e integración con los espacios públicos de la ribera del Río de la Plata; (b) recuperar los espacios abiertos del Parque Almirante Brown (especialmente del Indoamericano), en el marco de las estrategias de desarrollo de la Zona Sur y en relación a su paulatina articulación con las márgenes del Riachuelo a medida que este vaya siendo recuperado para su uso público; (c) mantener y mejorar la Reserva Ecológica y (d) conformar el Corredor Verde del Oeste usufructuando el soterramiento previsto del ferrocarril Sarmiento.

A nivel regional metropolitano agrega en las propuestas: (a) elaborar un plan de manejo del Delta del Paraná que conjugue la preservación de la singularidad de sus características naturales con un desarrollo socio-productivo compatible; (b) desarrollar y poner en valor a la franja costera del Río de la Plata, a partir de la consolidación y expansión de los acuerdos suscritos para el área; (c) preservar y recuperar los grandes espacios verdes existentes como el Parque Pereyra Iraola y los Bosques de Ezeiza; (d) prever, ante el probable cese de los usos actuales, la afectación para espacio verde de escala metropolitana de grandes predios como las instalaciones del INTA en Castelar y la militar en Campo de Mayo.

En relación a la cantidad y calidad de los espacios verdes destaca el documento como aspectos positivos de la ciudad: (a) que existe una importante dotación de espacios

verdes de uso barrial, urbano y de reservas verdes metropolitanas que son susceptibles de una gestión adecuada, (b) que existe un importante conjunto de arbolado urbano que cualifica el espacio público, en particular en los barrios de baja densidad, (c) que las costas del Río de la Plata y del Riachuelo así como los grandes predios desactivados presentan oportunidades para desarrollar parques de uso público y reservas forestales, (d) que existen sectores y edificios de valor urbanístico y arquitectónico que contribuyen a una oferta significativa de espacio público de alta calidad estando muchos de ellos protegidos y configurando áreas de protección histórica. Por su parte como aspectos negativos se señala: (a) existencia de importantes sectores de la ciudad, con altas densidades edilicias que carecen de espacios públicos cotidianos, (b) sectores costeros incomunicados con la ciudad, en particular aquellos sitios adyacentes al Riachuelo cuya alta contaminación impide su utilización como espacio público, (c) existencia de un arbolado urbano que requiere un programa de renovación y nuevas plantaciones, al tiempo que el equipamiento público requiere de mejoramiento y ampliación para optimizar el uso del espacio, (d) carencia de una agenda metropolitana para la gestión de las cuencas y las reservas verdes metropolitanas.

El desarrollo de diferentes programas busca dar cumplimiento a las recomendaciones y propuestas plasmadas en el documento. Es necesario mencionar la existencia de los siguientes programas relacionados con los espacios verdes naturales: (a) Programa de revalorización del espacio público cuyo objetivo es jerarquizar y revitalizar el espacio urbano público a partir de acciones que promuevan su riqueza visual y paisajística y la mejora de la calidad ambiental, garantizando la preservación de las identidades de los barrios y sectores de la ciudad. (b) Programa de revalorización de grandes áreas verdes cuyo objetivo es la jerarquización de grandes espacios abiertos de la ciudad actualmente subutilizados o en vías de constituirse en espacios abiertos públicos a efectos de ampliar la actual oferta y con el propósito de constituir el sistema de áreas verdes de la ciudad. (c) Programa Buenos Aires y el Río cuyo objetivo es recuperar y revalorizar los bordes fluviales sobre el Río de la Plata y el Riachuelo como espacios públicos para usos recreativos y turísticos.

En el año 2007 El Gobierno de la Provincia de Buenos Aires publica el trabajo *Lineamientos Estratégicos para la Región Metropolitana de Buenos Aires* de la Subsecretaría de Urbanismo y Vivienda - Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial. El área de estudio abarca 40 municipios de la Provincia. Como se ha indicado en relación al tema bajo estudio (Baxendale, 2009) este documento incorpora conceptos provenientes de la Ecología de Paisajes para el tratamiento de los espacios y áreas verdes, hecho que hemos considerado de gran ayuda para lograr introducir una visión regional y no meramente local a la temática de las áreas naturales en el ordenamiento territorial.

El documento presenta dentro de sus líneas de intervención y programas, la protección y manejo de ecosistemas estratégicos y sistema de espacios verdes de usos público. Como ecosistemas estratégicos principales se identifican: (1) los sistemas hidrográficos; (2) los suelos de protección (incluyendo ambientes litorales del sistema Paraná-Plata, humedales y zonas de reequilibrio hidrológico, grandes espacios de suelo vacante urbanos intersticiales y áreas de valor paisajístico y recreativo); y (3) los espacios y corredores de biodiversidad que permitan vincular las zonas forestales, agrícolas, pastos y bosques de ribera con el fin de formar, junto a las demás áreas verdes y parques metropolitanos, una trama de valor ecológico imbricada con la trama urbana y que la envuelva.

Como componentes principales de dicha trama se consideran: a) los ejes fluviales, b) las áreas de Reserva Natural, c) el Sistema de Espacios Verdes Metropolitanos, d) las vialidades, tendidos férreos y canales a cielo abierto y e) el cinturón verde Periurbano. Como planes y regulaciones se propone un Plan Director de Ordenamiento de las Áreas Verdes y Corredores Ecológicos Metropolitanos, Planes de Manejo de Cuencas y Planes de actuación en Ambientes Litorales. Junto a esto se considera la creación de un Ente Gestor de Espacios Verdes Metropolitanos como herramienta para asegurar acuerdos interinstitucionales para el manejo de dichos espacios en el marco de un sistema.

Los datos actuales indican que en la CABA hay 1.055 espacios verdes que cubren aproximadamente 2000 hectáreas donde se encuentran 43 parques, 240 plazas, 383 plazoletas y 316 canteros centrales en calles y avenidas.

Como hemos podido ver en esta síntesis, la consideración de espacios y áreas verdes ha estado siempre presente en los documentos de planificación realizados para la Ciudad de Buenos Aires y su región metropolitana evolucionando en su concepción desde lugares a ser saneados para funciones de tipo sociales recreativas y de reservas urbanas -como potenciales espacios para la futura localizaciones de viviendas-, a funciones más de tipo espacial-locacional a nivel regional y luego funciones ecológicas y ambientales –escala más local al inicio y luego regional en los últimos tiempos-, pero pensados siempre como un aporte esencial a nivel urbanístico para la mejora, en forma directa o indirecta, de la calidad de vida de la población.

CIUDAD DE BUENOS AIRES: MAPA SOCIAL E INFRAESTRUCTURA VERDE

El mapa social de la ciudad de Buenos Aires se ha obtenido a través de la utilización del índice de calidad de vida (Baxendale et. al., 2015) el cual constituye un índice sintético logrado a partir de la combinación de dos índices parciales calculados en las siguientes 14 variables utilizadas.

Índice socioeconómico (ISE) formado por la combinación del crecimiento relativo intercensal porcentual (2001-2010), Participación porcentual de la población de 15 años y más que ya no asiste con nivel de instrucción alcanzado menor que primario completo, Participación porcentual de la población de 15 años y más que ya no asiste con nivel de instrucción alcanzado correspondiente a universitario completo, Tasa de mortalidad infantil según lugar de residencia de la madre para los años 2009-2010-2011 (media de los tres años) (por mil), Porcentaje de población sin obra social o mutual, Porcentaje de población que reside en hogares sin retrete y Porcentaje de población que reside en hogares con hacinamiento (más de 2 personas por cuarto).

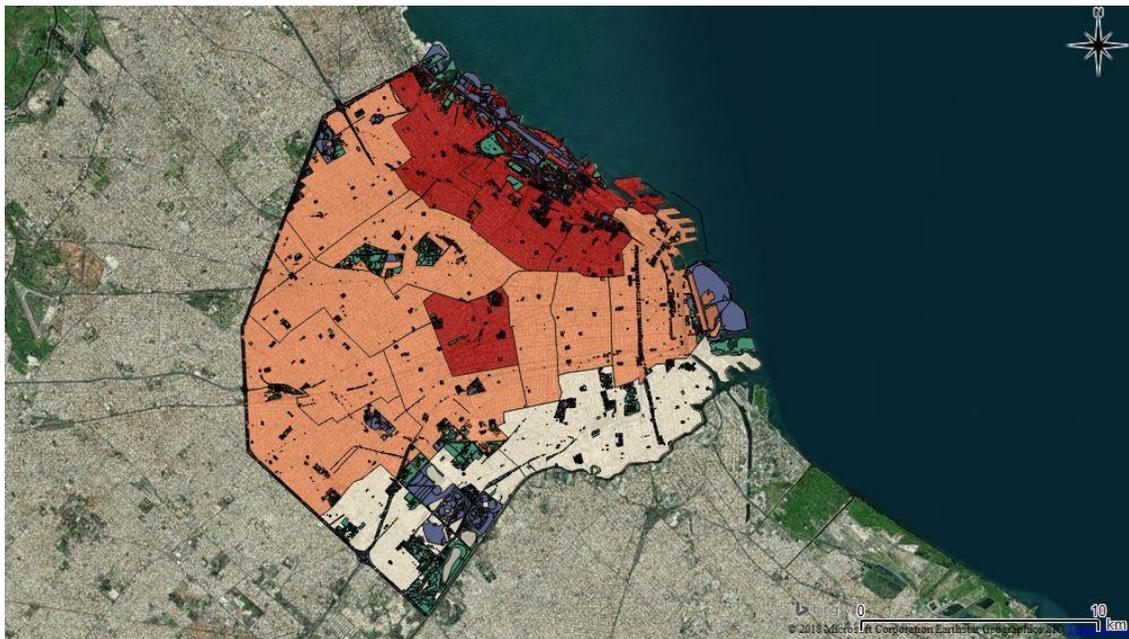
Índice de calidad ambiental (ICA) formado por la combinación de los Recursos Recreativos de Base Natural (playas, balnearios, centros termales, nieve/hielo, relieve, espejos y cursos de agua, parques y espacios verdes), Recursos Recreativos Socialmente Construidos – (estética y patrimonio urbano, centros culturales, centros comerciales y de equipamiento y centros deportivos), Problemas ambientales

(plaguicidas en agricultura, participación de industria y minería en el PBG, contaminación, ruido, congestionamiento, localizaciones peligrosas, localizaciones con externalidades negativas, inseguridad, asentamientos precarios, basurales, sismicidad y vulcanismo, tornados, inundabilidad y discomfort climático).

En Baxendale et al (2015) realizamos un análisis del mapa social de la Aglomeración Gran Buenos Aires (AGBA) a partir de la aplicación del ICV y ahora se ha realizado para la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA).

La figura 5 muestra esta relación donde al mapa social se le asocia mediante superposición, la infraestructura verde en escala urbana.

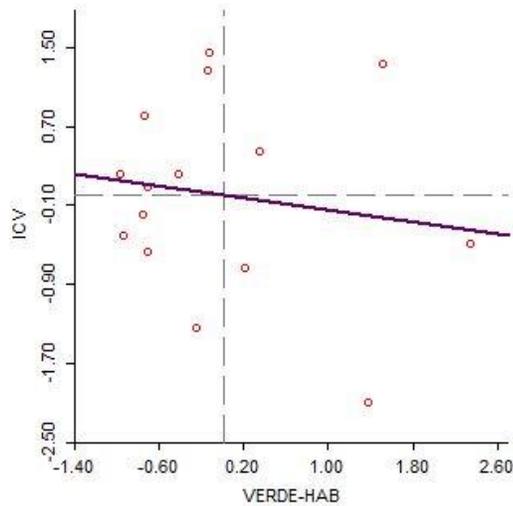
Figura 5. Mapa social e infraestructura verde



Fuente: Los autores

En la figura puede verificarse la existencia de grandes áreas verdes en las tres áreas sociales definidas. Hay una superficie de 400 ha. en el norte (Parque Tres de Febrero), 350 ha. en el este (Reserva Ecológica de Costanera Sur) y 1.400 ha. en el sur (Parque Almirante Brown), motivo por el cual resulta necesario medir esta situación a través del diagrama de dispersión de la figura 6.

Figura 6. Relación Espacios verdes vs. ICV

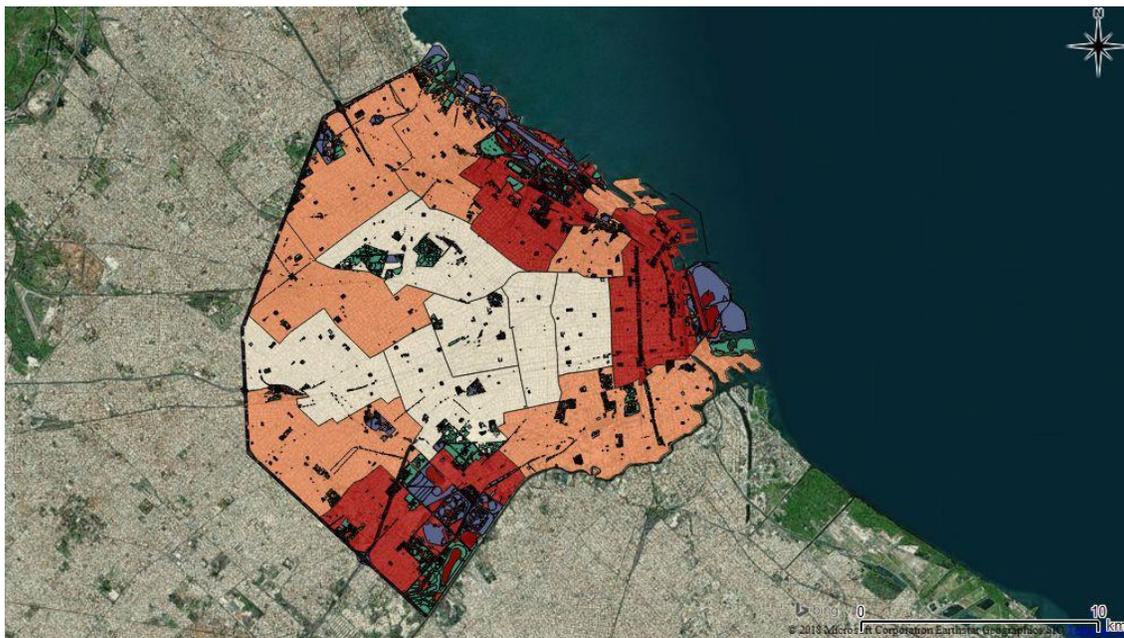


Fuente: Los autores

Este resultado, en el caso de la CABA, contradice la hipótesis surgida de los modelos urbanos, la cual establece que los espacios verdes principales se encuentran asociados a las zonas de mejor condición socioeconómica. Las distribuciones espaciales asociadas espacialmente para el caso de la CABA demuestran un alto nivel de equidad, al mismo tiempo que la linealidad de la costa del Río de la Plata, el Riachuelo y la planificación de áreas verdes sobre la avenida General Paz (periférico) generan un anillo verde urbano de gran importancia.

La Figura 7 presenta la distribución espacial de las comunas con mayor cantidad de m² de espacios verdes por habitantes.

Figura 7. Espacios verdes por habitante



Fuente: Los autores

La distribución espacial de los espacios verdes en relación a la concentración poblacional de cada comuna permite que se generen tres áreas de mayor valor, una en cada sector del mapa social. Es de destacarse que el área central resulta más desprovista de espacios verdes, sector coincidente con la distribución espacial de las clases medias urbanas.

Para finalizar podemos decir que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda contar con un total de 10 m² de espacios verdes por habitantes. En la CABA el promedio de 6 m² por habitante presenta algunas disparidades. Mientras los *hot-spots* de mayor valor llegan a superar los 18 m², las zonas más grises de la ciudad, ubicadas en el centro no llegan al metro cuadrado.

En síntesis, la CABA tiene un promedio aceptable de infraestructura verde que se generó de manera polarizada entre las áreas sociales extremas y el centro de la ciudad. El déficit se distribuye principalmente en las comunas de clase media, en donde la población se encuentra más concentrada. Las tres figuras presentadas muestran descriptivamente la situación actual de la relación entre el mapa social y los espacios verdes a escala urbana como indicador para el avance en su planificación.

CONSIDERACIONES FINALES

Los modelos urbanos surgieron hace casi un siglo y, en el transcurso de su evolución, pusieron su foco de atención en la distribución socio-espacial de la sociedad considerando principalmente los usos del suelo habitacional y económico. Esta característica se puede verificar tanto en los modelos clásicos como en las propuestas realizadas para las ciudades de América Latina.

Usos del suelo de componentes naturales, como los espacios verdes urbanos, son considerados únicamente de manera tangencial, descriptiva y cuando se los menciona se los presenta generalmente como áreas de alta valorización relacionadas con el uso paisajístico y recreativo asociado a la ubicación espacial de la *elite*.

El modelo denominado *ciudad de islas* fue propuesto con referencia a la estructura socio-espacial de aglomeración de Buenos Aires, por lo tanto, consideramos que tomar esta ciudad como caso de estudio sería apropiado para establecer una relación entre el modelo urbano, sus planes urbanos y la realidad empírica actual. Sin embargo, la Ciudad de Buenos Aires, como ciudad central jurídicamente delimitada, conserva una macro-estructura socio-espacial sectorial donde se observa una distribución equitativa de los grandes espacios verdes.

A partir de analizar estas relaciones surge claramente que la componente ambiental a través de la concepción de infraestructura verde siempre estuvo considerada en los documentos de planificación. Esto llevó a que la ciudad de Buenos Aires cuente actualmente con una dotación de espacios verdes en macro-escala del 10% de su superficie (2000 ha en 20000 ha), formando un anillo alrededor de la ciudad con presencia en todas las áreas sociales.

Esta distribución equitativa a nivel espacial consideramos que ya fue concebida a finales del siglo XIX y principios del siglo XX por los directores de paseos que, introduciendo el modelo francés, realizaron su gestión entre 1880 y 1918 (Berjman, 2006). Si bien el diseño realizado a partir de esta base, en un comienzo puso énfasis en su valoración estética, paisajística, higienista, recreativa y social, también debe considerarse que generó una visión estructural global considerando objetivos urbanísticos y espacial-locacionales. Estos objetivos aparecen como predominantes

en los documentos de planificación de las décadas de 1950 a 1970 en tanto que a partir de la década de 1980 hasta la actualidad, la valoración de los espacios verdes pasa a ser de índole ambiental y ecológica.

Entendiendo que los modelos urbanos fueron formulados para analizar exclusivamente la distribución socio-espacial de la población y usos del suelo desde la dimensión económica podemos considerar que cumplen su objetivo de manera concreta. Ante la toma de conciencia de la importancia de los espacios verdes a nivel geográfico, principalmente su uso en el diseño global estructurante de los usos del suelo, rescatamos el término *infraestructura verde* como concepto integrador en la práctica multidisciplinar del ordenamiento territorial y la necesidad de considerarlo en futuras modelizaciones. Este trabajo representa una primera aproximación en esa línea de análisis.

BIBLIOGRAFÍA

Bähr, J., Mertins, G. (1981). Idealschema der sozial-raumlichen Differenzierung Lateinamerikanischer. Grosstädte. *Geographische Zeitschrift*, 69, 1-33.

Bähr, J. (1976). Neuere Entwicklungstendenzen lateinamerikanischer. Großstädte. *Geographische Rundschau*, 28(4), 125-133.

Baxendale, C.A. (2006). La dimensión ambiental en los planes para la Región Metropolitana de Buenos Aires: una síntesis y evaluación general de sus principales lineamientos. *Fronteras*, 5, 33-38.

Baxendale C.A. (2009). Análisis socioespacial contextual del Parque Costero del Sur. En: Athor, José (Editor) *Parque Costero del Sur. Naturaleza, conservación y patrimonio cultural*. (pp 52–65). Buenos Aires: Fundación de Historia Natural Félix de Azara.

Baxendale, C.A.; Buzai, G.D.; Morina, J.O. (2015). La Región Metropolitana de Buenos Aires. En: Velázquez, G.A. (Dir) *Geografía y Calidad de Vida en Argentina. Análisis regional y departamental (2010)*. (pp. 263-281). Tandil: Universidad Nacional del Centro.

Baxendale, C.A.; Eguía, S.; Mendoza, N. (2012). Breve reseña histórica del tratamiento de los espacios verdes urbanos en documentos de planificación de la Ciudad de Buenos Aires y su área metropolitana. Análisis del Parque Tres de Febrero como caso de Estudio. En: Athor, J. (ed.) *Buenos Aires. La historia de su paisaje natural*.

Fundación de Historia Natural Felix de Azara. Buenos Aires. pp. 368-389.

Benedict, M.A., McMahon, E.T. (2001). *Green Infrastructure. Smart Conservation for the 21st century*. Arlington: The Conservation Fund. Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series.

Benedict, M.A., McMahon, E.T. (2006). *Green Infrastructure. Linking Landscapes and Communities*. Washington: Island Press.

Berjman, S. (2006). Una mirada a los espacios verdes públicos de Buenos Aires durante el siglo XX. *Revista de Arquitectura*. 8, 1, 28-33.

Berry, B.J.L. (1985). Islands of renewal in seas of decay. In Peterson, P.E. (ed.) *The New Urban Reality*. Washington: The Brookings Institution.

Borsdorf, A. (1982). Die lateinamerikanische Grosstadt. Zwischenbericht zur Diskussion um ein Modell. *Geographische Rundschau*, 34, 498-501.

Borsdorf, A. (2003). Como modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. *Eure*, 29(86), 37-49.

Borsdorf, A., Bähr, J., Janoschka, M. (2002). Die Dynamik stadstrukturellen Wandels in Lateinamerika im Modell der lateinamerikanischen Stadt. *Geographica Helvetica*, 57(4), 300-310.

Burgess, E.W. (1925). The growth of the city: an introduction to a research project. In: R.E. Park, E.W. Burgess y R.D. McKenzie (ed) *The City*. (pp. 47-62). Chicago: University of Chicago Press.

Buzai, G.D. (2014). *Mapas Sociales Urbanos*. Buenos Aires: Lugar Editorial.

Coy, M. (2006). Gated communities and urban fragmentation in Latin America: the Brazilian experience. *GeoJournal*, 66, 121-132.

Crowley, W.K. (1998). Modeling the Latin American City. *Geographical Review*, 88(1), 127-130.

Davies, C. MacFarlane, R., McGloin, C., Roe, M. (2006). *Green Infrastructure Planning Guide*. UK: Northumbria University, University of Newcastle Upon Tyne.

Domnanovich, R. (2002). Análisis de la incorporación de los espacios naturales en los Planes para la RMBA. En Baxendale, C., Domnanovich, R. *Las reservas naturales urbanas en la planificación urbana y regional de la Región Metropolitana de Buenos Aires*. Buenos Aires: Informe Saltalamacchia & Asociados – Aves Argentinas/AOP.

EEA. (2011). *Green Infrastructure and territorial cohesion. The concept of green*

infrastructure and its integration into policies using monitoring systems. Luxembourg: European Environmental Agency. Technical Report N° 18.

Eguía, S.; Baxendale, C.A. (2019). Infraestructura verde. Concepto y enfoque integrador en la práctica del ordenamiento territorial. *Fronteras*. 17:25-32

Firehock, K. (2015). *Strategic Green Infrastructure Planning. A multi-scale approach*. Washington: Island Press.

Ford, L. (1996). A new and Improved Model of Latin American City Structure. *Geographical Review*, 86(3), 437-440.

Garay, D., Fernández, L. (2013). *Biodiversidad Urbana. Apuntes para un sistema de áreas verdes en la región metropolitana de Buenos Aires*. Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento.

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. (1999). *Plan Urbano Ambiental: La ciudad de Buenos Aires en el Sistema Metropolitano. Diagnóstico y prospectiva*. Buenos Aires: Secretaría de Planeamiento Urbano-Consejo del Plan Urbano Ambiental.

Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. (2007). *Lineamientos Estratégicos para la Región Metropolitana de Buenos Aires*. Buenos Aires: Subsecretaría de Urbanismo y Vivienda - Dirección Provincial de Ordenamiento Urbano y Territorial.

Griffin, E., Ford, R. (1980). A model of Latin American city structure. *Geographical Review*, 70(4), 397-422.

Harris, C.D., Ullman, E.L. (1945). The nature of cities. *The Annals of the American Academy of Political and Social Sciences*, CCXLII, 7-17.

Hoyt, H. (1939). *The Structure and Growth of Residential Neighborhoods in American Cities*. Washington: Federal Housing Administration.

Janoschka, M. (2002). Stadt der Inseln. Buenos Aires: Abschottung und Fragmentierung als Kennzeichen einer neuen Stadtmodells. *RaumPlanung*, 101, 65-70.

Kanitscheider, S. (2002). Condominios und fraccionamientos cerrados in Mexico-Stadt – Socialräumliche Segregation am Beispiel abgesperrter Wohnviertel. *Geographica Helvetica*, 57(4), 290-299.

Mertins, G. (1980). Typen inner- und randstädtischer Elendsviertel in Großstädten des andinen Südamerika. *Lateinamerika Studien*, 7, 269-295.

Mertins, G. (1995). La diferenciación socioespacial y funcional de las ciudades intermedias latinoamericanas: ejemplos del noroeste argentino. *Revista*

Interamericana de Planificación, 112, 55-68.

Novick, A. (1986). *Plan*. Texto solicitado para: Liernur, J., Aliata, F. (Dir) *Diccionario Histórico de Arquitectura, Hábitat y Urbanismo en la Argentina*. Buenos Aires: Sociedad Central de Arquitectos.

Park, R.E. (1999). *La ciudad y otros ensayos de ecología urbana*. Barcelona: Ediciones del Serbal.

RAE. (2018). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid: Real Academia Española. (<http://www.rae.es>)

Schnore, L.F. (1965). On the spatial structure of cities in the two Americas. En: Ph. M. Hauser and L.F. Schnorre (eds.) *The Study of Urbanization* (pp. 347-398). Nueva York: John Wiley y Sons.

Sjoberg, G. (1960). *The Preindustrial City. Past and Present*. Glencoe: The Free Press.

Suárez, O. (1986). *Planes y Códigos para Buenos Aires 1925-1985*. Buenos Aires: Eudeba.

Torres, H. A. (1996). Las acciones del estado dirigidas al planeamiento urbano y sus efectos en la región metropolitana de Buenos Aires: Los grandes planes. *Documento de trabajo interno*. Programa Hábitat, Buenos Aires: UBA.

Factibilidad para un modelo estratégico urbano basado en humedales artificiales para viviendas hídricamente resilientes en Cd. Loreto, BCS

*Rosalía Ivonne Cruz Cervantes¹
Verónica Miranda Rosales²
Salvador Adame Martínez³
Facultad de Planeación Urbana y Regional*

Resumen

El trabajo pretende la generación del modelo en relación tratamiento y el reúso del agua en ciudad Loreto Baja California Sur a partir de la propuesta de humedales artificiales. La ciudad ha sido definida a partir de los mapas de escenarios futuros (2015- 2039) de vulnerabilidad al cambio climático determinados por el INECC.

Este pronóstico nos permitió reconocer que es una premisa el prever de métodos para garantizar en el presente y el futuro el recurso hídrico para la población del lugar. Esta ciudad actualmente presenta carencias hídricas en sus viviendas y además tiene tendencia alta a sequías. El lugar, presenta factores importantes para el trabajo: se encuentra ubicada en una zona altamente vulnerable a efectos y fenómenos hidrometeorológicos del cambio climático y por otro lado existe una alta tasa de crecimiento demográfico que deriva en demanda de vivienda en dicha ciudad con creciente desarrollo turístico que a su vez demandará el recurso hídrico.

Se analizó la factibilidad del desarrollo del modelo estratégico urbano en relación al contexto social, político y físico-natural también se determinó el área de vivienda para el desarrollo del sistema de humedal. Se identificó con lo anterior un panorama positivo general derivado del conocimiento de que la gente estaría en la posibilidad y actitud de incorporar el sistema, que se ha planteado políticamente también el uso de sistemas alternativos para el tratamiento de agua y existe el espacio territorial adecuado, además el entorno natural se vería beneficiado por el aumento de vegetación en el sitio. Ello permitiría en lo posible contar con viviendas y asentamientos resilientes en relación al recurso hídrico ante panoramas adversos en ciudad Loreto.

¹ Facultad de Química, UAEMéx., Correo: arq_rcruz@live.com.mx

² Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEMéx., Correo: veronicmiranda@yahoo.com.mx

³ Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEMéx., Correo: adame_ms@yahoo.com

Se consideró con esto que una forma posterior de intervención del modelo sería mediante humedales a pequeña escala en grupos de viviendas interconectadas por el sistema del humedal para el tratamiento y reúso del agua.

Palabras clave: Humedales artificiales, vivienda, resiliencia, agua

Feasibility for a strategic urban model based on artificial wetlands for resilient housings with regard to the water in CD. Loreto, BCS

Summary

This work aims the generation of a model in relation of treatment and reuse of the water in Loreto city Baja California Sur through of artificial wetlands. The city has been defined from the maps of future scenes (2015-2039) of vulnerability to the climate change determined by the INECC.

This forecast allowed us to admit that it is a premise to foresee of methods to guarantee in the present and the future the water resource for the local population. This city nowadays presents water lacks in housings and in addition it has high trend to droughts. The place presents important factors for the work: it is located in a highly vulnerable zone to effects and hydrometeorological phenomena of the climate change and on the other hand there exists a high rate of demographic growth that derives in demand of housing in the above mentioned city with increasing tourist development that in turn will demand the water resource.

The feasibility of the development of the urban strategic model in relation to the social, political and physical-natural context was analyzed and the area of housing for the development of the wetland system was also determined. The above was identified as an overall positive picture derived from the knowledge that people would be in the possibility and attitude of incorporating the system, that the use of alternative systems for water treatment has also been raised politically and that the appropriate territorial space exists, besides the natural environment would benefit from the increase of vegetation on the site. This would allow for resilient housing and settlements in relation to water resources to the extent possible in the face of adverse scenarios in Loreto

city. It was thus considered that a later form of intervention of the model would be through small scale wetlands in groups of dwellings interconnected by the wetland system for the treatment and recovery of water.

Key words: artificial wetlands, housing, resilience, water

Introducción

El presente es desarrollado para Ciudad de Loreto debido a que presenta altos índices de vulnerabilidad a efectos de cambio climático que resultan de relevancia para los sectores económicos clave, los recursos naturales y para la población; dichos efectos son: variación de las temperaturas; mayor costo de energía; modificación de la línea costera, inundaciones, intrusión salina; amenazas hidro-meteorológicas; severidad y redistribución de lluvias y sequías; cambio de cauces de arroyos, desertificación; menor disponibilidad de agua para uso humano y productivo, lo que provoca impactos sobre salud humana, animal y vegetal.

Es necesario reconocer una nueva época geológica (el antropoceno) como una situación que antepone obstáculos para adaptarnos y equilibrarnos con las leyes que regulan el medio natural. El impacto de la actividad humana sobre la Tierra es tan profundo que se ha llegado a un punto de inflexión donde los cambios son irreversibles y socialmente inducidos. Se trata de un desafío que debe ser enfrentado con ambiciosas políticas de Estado, las medidas de inversión en infraestructura y políticas sociales sobre todo para los más desaventajados deben ser consideradas como un bien público y una necesidad imperativa para el medio ambiente y la sociedad. (Merlinsky, 2017)

“El agua está en el epicentro del desarrollo sostenible y es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía y la producción de alimentos, los ecosistemas saludables y para la supervivencia misma de los seres humanos. El agua también forma parte crucial de la adaptación al cambio climático, y es el vínculo crucial entre la sociedad y el medioambiente.” (ONU, 2017)

En este sentido este trabajo se dirige la investigación hacia la introducción de un sistema que permita tratar las aguas residuales domésticas (con desechos orgánicos) y las aguas grises (aguas residuales domésticas sin la descarga del inodoro). La cantidad de aguas grises generadas depende del nivel de ingreso del hogar como alternativa y respuesta a la carencia hídrica pronosticada. Los hogares sin conexión en la casa de agua potable y drenaje adecuado producen las aguas grises más concentradas, debido al menor consumo de agua y las prácticas existentes de reutilización en las cuales se busca optimizar el agua existente en dos o tres usos antes de su desecho, poniendo hogares en esta situación como premisa. (Hoffmann, Platzer, Winker & Muench, 2011)

Criterios teóricos y proceso

Al momento de diseñar un humedal artificial deben tomarse en cuenta que las aguas residuales domésticas y las aguas grises tienen características diferentes, las principales diferencias a considerar para el tratamiento de aguas grises en comparación con el tratamiento de aguas residuales domésticas son: tienen muy bajas concentraciones de nitrógeno y fósforo en las aguas grises por lo que no se necesita considerar la eliminación de estos nutrientes en el diseños de tratamiento de aguas grises; la eliminación de patógenos tampoco es considerada para aguas residuales domésticas (idem, 2011). En el caso específico de este trabajo se consideran ambos tipos de aguas para el tratamiento.

Para ello, se tomó como base la Guía metodológica para la elaboración de los estudios viabilidad (PAHO, 2002) la cual menciona que debe tenerse presente que el principal objetivo de estos estudios es definir una propuesta viable de tratamiento y uso productivo de agua residual doméstica; en base a esta guía se determinó la revisión de la factibilidad en relación a 3 contextos: el físico natural identificado como aquel en el que se establece el proyecto y las características con las que cuenta, el contexto o la factibilidad política, incluida legislación y programas municipales existentes en relación al agua y el contexto social para identificar las características culturales y de accesibilidad al proyecto de las personas que implementarían el humedal en sus viviendas. Estos tres contextos deberán coadyuvar a la viabilidad y sostenibilidad del

proyecto y con ello determinar la factibilidad de este.

El proceso metodológico se basó en los siguientes 4 pasos:

Como primer paso se analizó el espacio territorial, delimitación espacial de la ciudad y sus características; esto en relación al tipo de suelo, tipo de clima y vegetación para identificar las características con las que debería contar el sistema de humedal para su funcionamiento en el sitio.

Posteriormente el contexto político es analizado para determinar si existe algún programa mediante el cual se pueda justificar e introducir el sistema de humedal, el contexto político define la naturaleza de las decisiones a ser tomadas y, por consiguiente, la información de valor necesaria (Gregersen H.M., Arnold J.E. M., Lundgren A.L. & Contreras-Hermosilla A., 1997) de cómo en ese estado se ha abordado y concientizado del cambio climático y sus efectos en este caso en el recurso hídrico. Este contexto resulta de gran importancia debido a que de su estado se puede determinar si sería promovido y permitido el sistema en la ciudad por el estado y la inversión privada.

Posteriormente el análisis del contexto social de la ciudad permite conocer que tan abiertas estarían las personas para la implementación de sistemas alternativos para el tratamiento y reúso del agua en su vivienda y para ser educados en el funcionamiento y mantenimiento del sistema.

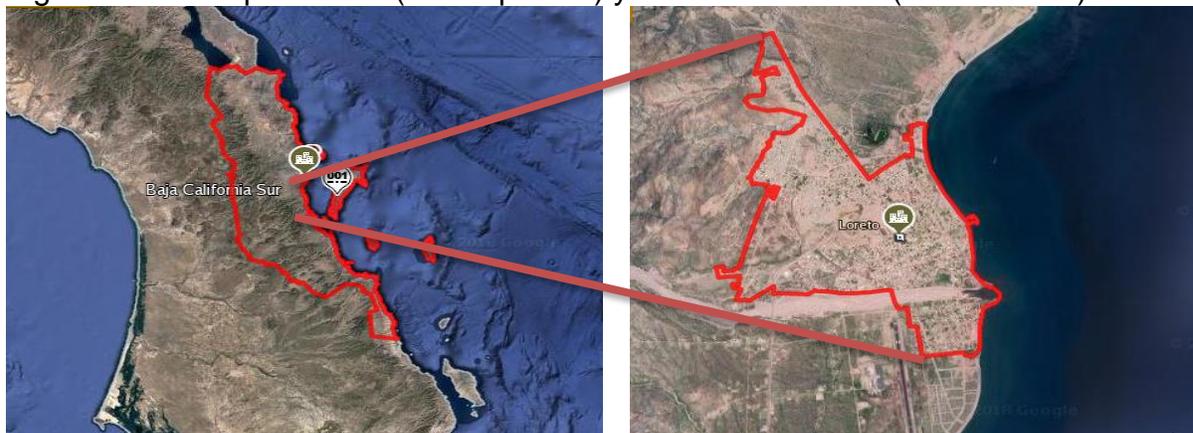
Y por último, con base en los anteriores se realizó la selección de las viviendas al identificar cuáles podrían ser las más óptimas y que requerían con mayor grado el sistema por concepto de carencia de sistema de agua potable y drenaje y auxiliaría para simular un escenario futuro.

Factibilidad físico-natural

El clima predominante en el Municipio de Loreto es seco, con la variante de seco templado (BSK) en un 3.13% de la superficie del Municipio, muy seco, muy cálido y cálido (BW(h')) en un 30.69% y muy seco semi-cálido (BWh) en un 66.18% de la superficie (INEGI, 2002). Específicamente la ciudad de Loreto dentro del municipio homónimo en BCS, presenta un clima cálido muy seco. Se considera que introducir

plantas en el sitio mejoraría la percepción y la humidificación de la vivienda.

Figura 1.- Municipio Loreto (a la izquierda) y Ciudad de Loreto (a la derecha)

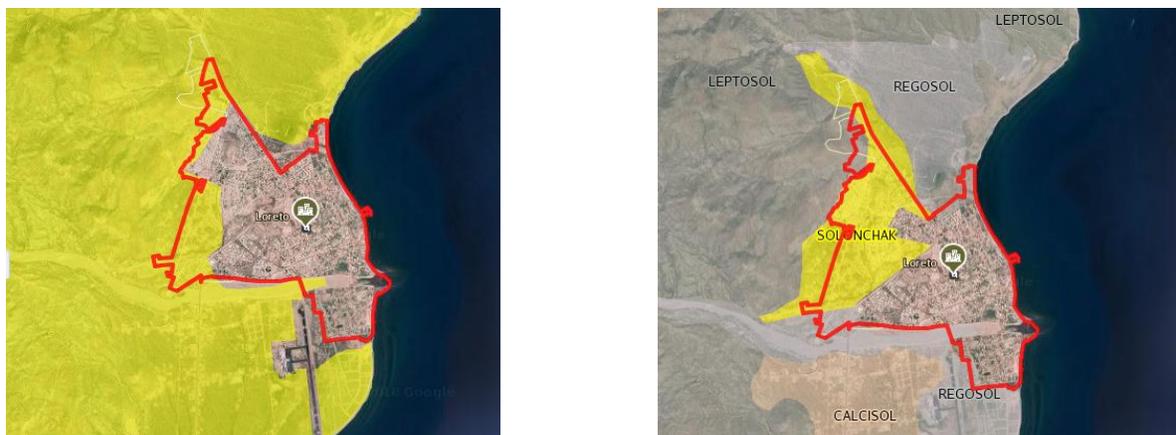


Fuente: Inventario Nacional de Viviendas INEGI, disponible en:

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>, fecha de consulta: noviembre 2018

El tipo de vegetación en el área no urbanizada (matorral) es de tipo xerófilo, sus características del suelo son predominantemente agrícolas con método de control de riego, con exceso de sales: solonchak.

Figura 2. Vegetación (a la izquierda) y uso de suelo (a la derecha) de ciudad Loreto.



Fuente: Inventario Nacional de Viviendas INEGI, disponible en:

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>, fecha de consulta: diciembre 2018

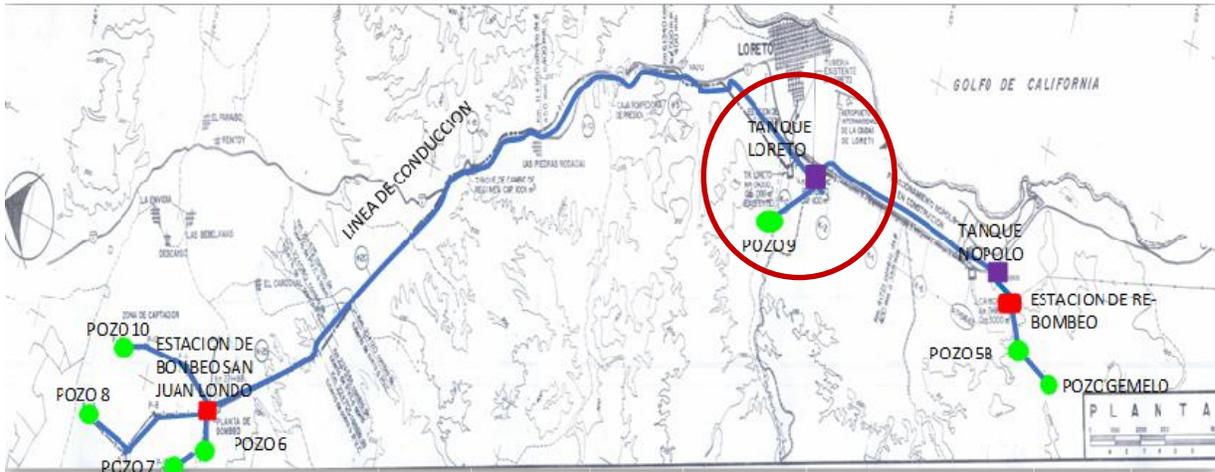
Como se muestra en el mapa este tipo de suelo y de vegetación se localiza especialmente en la zona de la ciudad donde no hay urbanización, las áreas verdes dentro del perímetro urbano se observan con vegetación xerófila endémica del sitio, motivo por el cual se debe seleccionar vegetación acuática específica para climas cálidos para el humedal.

“Este municipio guarda una de las conformaciones de mayor contraste, por la belleza de sus playas y los imponentes y fantásticos acantilados de roca volcánica que configuran la sierra de La Giganta, cordillera que se desprende de la parte alta de la Baja California y que presenta una altitud de 1,680 metros sobre el nivel del mar, la quinta elevación del estado, en cuyo entorno se identifican formaciones de piamonte, terrazas, aluvión, con características topográficas diversas; así como salitrales, dunas y esteros propios de la zonas costeras del Golfo de California.” (Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México, s/f)

Dicho tipo de suelo donde se localizaría el humedal no resulta impedimento para la realización del mismo, debido a que se realizaría una preparación previa del suelo mediante la utilización de arena gruesa (según los autores este es el sustrato más adecuado en el tratamiento de aguas residuales o aguas grises para los países en desarrollo o países en transición con clima cálido hasta templado). como sustrato para la filtración y el geotextil o geomembrana requerida para evitar la infiltración a subsuelo. El lecho de arena a implementar en las capas del humedal deberá tener un espesor de 40 a 80 cm, que es la parte biológicamente activa del filtro, el espesor depende del objetivo de tratamiento.

Respecto al agua en la ciudad, del acueducto San Juan Lóodó es de donde proviene la extracción y conducción de agua potable, a través de la línea principal denominada san juan Londó – pila Loreto, su ubicación y trayecto se observa en la imagen 1.

Figura 3. Ubicación y trayecto línea San Juan Londó- Pila Loreto



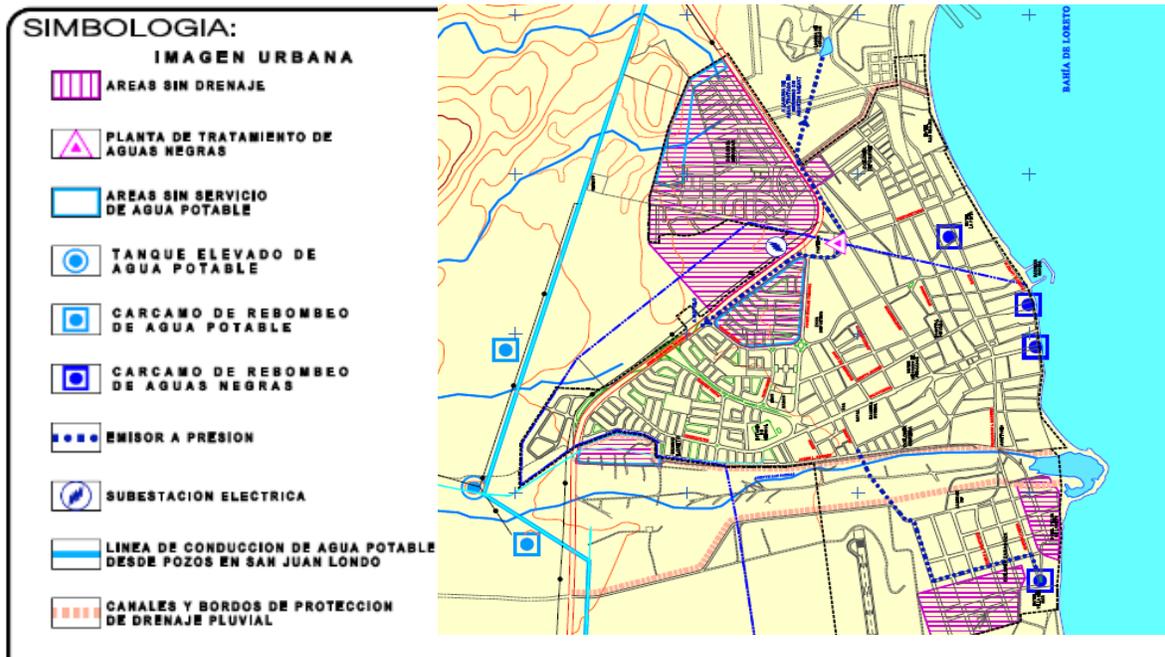
Fuente: (FONATUR Mantenimiento Turístico, 2018)

La distribución desde el acueducto San Juan Londo, termina su repartimiento en el pozo gemelo de Nopoló, pasando por el tanque Loreto y el pozo 9 en la ciudad.

Un problema grave que enfrenta la ciudad de Loreto es un conflicto legal de FONATUR con los propietarios del predio "Montecabello" en la zona del Valle de San Juan Londó de donde se extrae el agua que es bombeada para la ciudad a través del acueducto. En mayo 2018 la familia solicitó al personal de FONATUR que se encontraba en la zona de operaciones del acueducto, abandonar el sitio, quedando Loreto por un lapso de 3 horas sin suministro de agua potable (Zona Conchó, 2018). Además en enero del 2018 la Comisión nacional del agua (CONAGUA) catalogó el acuífero de San Juan Londó como sobreexplotado.

La infraestructura detallada hasta el año 2005 en la ciudad para la distribución de agua potable se observa en la siguiente imagen.

Figura 4.- Infraestructura en área urbana de Loreto



Fuente: Gobierno de Loreto, BCS (2005). en: <http://loreto.gob.mx/ix/gobierno#gob>

Se puede identificar también que las características físico-naturales marcan la pauta para la selección del tipo de arenas o geotextiles a implementar y de especies vegetales a utilizar en el humedal, como opciones de vegetación para clima cálido diferente a la xerófila existente en el lugar se tiene el papiro egipcio, papiro paragüita, Papiro enano, Espadaña de hoja ancha, Especies de género Heliconia: Canna: Zantedeschia: Calla Lily, Vetiver y bambú (pequeñas especies ornamentales).

Factibilidad política

De acuerdo a la Evaluación Estratégica del Avance Subnacional de la Política nacional de cambio climático de las 32 entidades federativas, 3 no tienen una ley en materia de cambio climático (Campeche, Nuevo León y Tlaxcala); se encontró que 6 (Baja California Sur, Morelos, Nayarit, Sinaloa, Tabasco y Yucatán) han modificado sus leyes ambientales para incluir artículos relacionados con la atención al cambio climático, mientras que 23 sí cuentan con leyes específicas en materia de cambio climático.

Respecto a la legislación que permita la propuesta y un posible desarrollo del Modelo de humedales se han encontrado y analizado las diferentes, leyes y programas relacionados con el agua y medio ambiente ante los efectos del cambio climático. Dichas leyes o políticas públicas de acción colectiva en favor del medio ambiente y la sociedad podrían derivar en programas sociales en los que sería posible introducir al sistema de humedales para su funcionamiento, ya que como es conocido para que una política o programa tenga un mejor apoyo se requiere de involucrar al gobierno, la sociedad y el sector privado.

Respecto a las Leyes estatales se conocen y sus fechas de emisión son las siguientes:

Ley de Aguas del Estado de Baja California Sur (31Oct2016)

Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente en el Estado de Baja California Sur (10Sep2018)

De reglamentos Estatales del Estado de Baja California Sur al respecto se tiene:

Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente del Estado de Baja California Sur (10Jun1994)

Sobre Reglamentos Municipales del Estado de Baja California Sur:

Reglamento para la Protección al Ambiente y la Preservación Ecológica para el Municipio de Loreto (31Dic2000)

Es importante destacar que en el artículo 16 de la Ley de Aguas del Estado de Baja California Sur (2016) se detalla que *Los Municipios o los prestadores de los servicios serán responsables del tratamiento de las aguas residuales generadas por los sistemas a su cargo, previa su descarga a cuerpos receptores de propiedad nacional, conforme a las condiciones particulares de descarga determinadas por la Comisión Nacional del Agua, de acuerdo con lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, y las Normas Oficiales Mexicanas.* Y en el Artículo 70 se menciona que *Los particulares podrán realizar el tratamiento de sus aguas residuales, previa su descarga al alcantarillado, sin necesidad de obtener concesión o celebrar los contratos a que se refiere esta Sección.*

Con lo anterior se denota que el municipio debería responsabilizarse del agua

residual generada por los sistemas que este controla, situación que no se ha cumplido además se menciona no existe inconveniente para que los particulares realizan algún tipo de tratamiento de su agua residual ni los compromete a adquirir algún contrato con el mismo municipio o terceros.

Específicamente respecto a los instrumentos de política pública en materia de cambio climático por entidad federativa el estado de Baja California Sur desarrollo en el año 2012 el Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur (PEACC-BCS), sin embargo, desde ese año no se ha dado seguimiento a los resultados obtenidos (INECC, 2018)

En relación al agua el Plan mencionado anteriormente identificó las problemáticas en relación al cambio climático, en el cual menciona que

“el estado tiene una disponibilidad muy baja de agua y las perspectivas de presión sobre ese recurso en los años próximos es muy fuerte (86%); además de que presentarán índices más graves de sequía, de fuerte a muy severa, aumentando las zonas secas del estado en 30%. En ese panorama, sería recomendable pensar tanto el crecimiento económico como poblacional de las zonas donde el turismo es central (como Los Cabos y Loreto) en términos de un esquema de planeación y coordinación público-privado explícito que atienda los efectos del cambio climático sobre el sector pero también a la inversa ...a través de Los Cabos y Loreto, el estado de Baja California Sur es reconocido mundialmente en el mercado turístico internacional y sus condiciones ambientales son aún, con excepción del agua, favorables para su crecimiento futuro” (Ivannova A. & Gámez A., 2012)

Al respecto se determinaron ejes estratégicos de acción en el plan de manera general en el estado, en este plantean en el eje estratégico referente al agua aspectos de observación, actuación y seguimiento, de las cuales se destacan aquellas que involucran el sector vivienda en la siguiente tabla:

Objetivo	Viabilidad
I.1.5 Incrementar el uso de aguas tratadas	Alta
I.1.5.1 Aumentar la infraestructura para tratar las aguas residuales (mejorando su calidad, aumentando su red de distribución).	
I.1.5.2 Intercambiar aguas grises por blancas en campos agrícolas.	
I.1.5.3 Instalar doble sistema de alcantarillado en fraccionamientos nuevos y en centro comerciales en donde se trate el agua que en estos desarrollos se produzcan y se reincorporen como agua gris en las casas y comercios.	
I.1.10 Buscar apoyos por parte de ONG y otros organismos nacionales e internacionales para invertir en infraestructura hídrica, cultura del agua y sustitución de los sanitarios por ahorradores.	Alta
I.3.1 Desarrollar de un mayor número de programas educativos escolarizados en uso y cultura de agua.	Alta
I.3.2 Replantear una estrategia comprehensiva de cultura del uso del agua, incluyendo acciones conjuntas entre las diferentes dependencias relacionadas con el uso del agua.	Alta
V. 4.1 Eficientar la coordinación y difusión de los programas de gestión del agua y energía en BCS en condiciones de cambio climático.	Alta
4.2 Establecer criterios óptimos de uso del agua potable y tratada a las actividades cotidianas.	Alta
3.2 Promover el aprovechamiento de aguas residuales para otros usos.	Alto
2.10 Promover la cultura de efficientar el uso de agua en los hogares.	Alto
VII.2.11 Usar agua salobre o del mar para los inodoros.	
VII.2.12 Instalar inodoros ahorradores de agua.	
VII.2.13 Utilizar llaves ahorradoras.	
VII.2.14 Reparar fugas domésticas.	
VII.2.15 Promover reúso del agua de la lavadora para riego.	
VII.2.16. Promover la implementación de huertos familiares.	

Fuente: PEACC-BCS, 2012

De estas estrategias se observa que se hizo énfasis en promover el uso de agua tratada, el punto 1.5 Incrementar el uso de aguas tratadas, el 4.1 Eficientar la coordinación y difusión de los programas de gestión del agua y energía en BCS en condiciones de cambio climático. y 4.2 Establecer criterios óptimos de uso del agua potable y tratada a las actividades cotidianas lo que permite suponer que se podría solicitar algún tipo de apoyo estatal. Cabe destacar que no se encontró registro de algún reporte de los resultados de estas estrategias propuestas ni si se implementó alguna de ellas.

Factibilidad social

Se realizó un análisis en lo general y posteriormente en lo particular sobre la población en la ciudad, principalmente se identificó la edad promedio y la actividad económica que prevalece en el sitio y si se encuentra en algún nivel de rezago social de acuerdo a los datos de CONEVAL. La siguiente tabla muestra un total hasta el 2015 de 14,487 habitantes en el rango de edades que aparece a continuación:

Tabla 1. Características de las habitantes en los hogares de cd. Loreto.

Población	Total
0 a 14 años	4031
15 a 29 años	3717
30 a 59	5622
60 y mas	971
Con discapacidad	146
Actualización 2010-2015	14,487

Fuente: Inventario Nacional de Viviendas INEGI, disponible en:

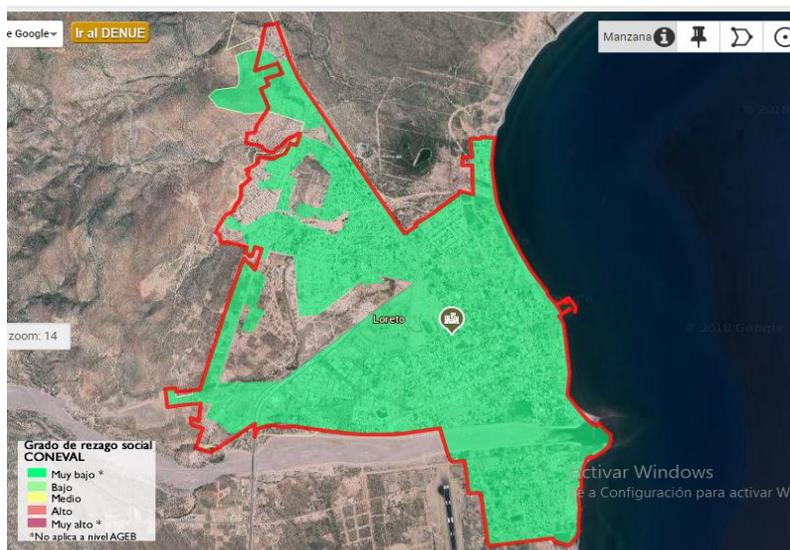
<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>, fecha de consulta: diciembre 2018

Como se puede observar en la tabla 1, la moda en la edad de los habitantes es de 30 a 59 años, con lo que se podría considerar que en los hogares existen personas que podrían tener la madurez para dar mantenimiento al sistema de humedal.

Por otra parte, las actividades principales del municipio al igual que la población están concentradas en la ciudad, dichas actividades económicas son: ganadería la cual en 2014 fue de 479.4 toneladas un 7.5% del total estatal, pesca en la cual su producción total en el año 2014 fue de 749.1 toneladas de productos pesqueros, que representan el 0.6% del volumen de producción estatal y en menor proporción la agricultura su aportación a la producción estatal (2013) sea de menos del 1.0%. La principal actividad económica en este municipio es el turismo. Destacan las opciones de turismo cultural, en la zona de Loreto, declarado recientemente Pueblo Mágico, ya que constituye una región con una riqueza histórica invaluable; a partir de 2010 este puerto inicia una recuperación paulatina. En 2014 alojó a 87 mil 181 visitantes. (Gobierno de Baja California Sur, 2015)

Con respecto al rezago social, se observó en el mapa del Inventario de viviendas de INEGI que existe un grado muy bajo de este como se observa en la figura 5.

Figura 5. Grado de rezago social en ciudad Loreto



Fuente: Inventario Nacional de Viviendas INEGI, disponible en:

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>, fecha de consulta: diciembre 2018

Con el dato anterior permite saber que a la población le es posible contar con indicadores favorables de educación y de posibilidad económica para la inversión, lo que favorecería la implementación del sistema de humedal. Aunado a ello se conoce que de acuerdo a entrevistas realizadas por Campos (2017) la gente tiene

una actitud positiva respecto a la implementación y la inversión económica en relación a sistemas ahorradores de agua y su manejo sustentable, por lo que sería cuestión de plantearles el proyecto y sus beneficios.

Selección de área de viviendas

La selección del sitio forma parte de la factibilidad del desarrollo de la propuesta de humedales, debido a que si no hay viviendas de demanda adecuada y que acerquen al escenario de la carencia hídrica el estudio sería menos realístico y factible, además se observó si existe el espacio territorial disponible cerca de las casas dentro de las manzanas donde podría ubicarse y con ello realizar la selección.

Sobre las características de la población que habita y la generalidad en las casas se encontró que a nivel municipal el promedio de ocupantes por vivienda es de 3.5 personas, similar a los de los municipios de La Paz y Mulegé; el 74.4% de las viviendas son propias y sus características se muestran en la tabla 2.

Tabla 2.- Características de las viviendas en Cd. Loreto

Loreto, ciudad	total
Manzanas	505
Vivi part	5,558
Vivi hab	4,419
Viv Part hab	4,348
Part no hab	989
Rec en piso	3,902
Con energía eléctrica	3,993
Agua entubada	3,828
Drenaje	3,928
Con servicio san	4,039
3 o más ocup x cuarto	248
Actualización 2010-2015	

Fuente: Inventario Nacional de Viviendas INEGI, disponible en:

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>, fecha de consulta: diciembre 2018

De un total de 4419 viviendas habitadas 3,828 tiene agua entubada y 3,928 drenaje, es un dato importante ya que si en el 2015 ya existía esta situación de carencia hídrica lo que dentro de unos años con los efectos del cambio climático esta realidad se acentuará.

A partir de la factibilidad físico-natural, política y social y el análisis contextual del sitio se pudo determinar el área donde se realizaría la propuesta del modelo; es importante destacar que como se comentaba anteriormente el tratamiento de aguas es más importante en lugares donde no se tienen estos servicios porque se acentúa la contaminación del recurso y como se identificó en esta ciudad no hay tratamiento de aguas. Este fue uno de los factores por los cuales se llegó a la selección del área de viviendas para la implementación del sistema de humedal, tal como se describe a continuación.

Los criterios de selección fueron:

1. Tipo de viviendas: viviendas particulares de auto-construcción, ya que estas son la generalidad en la ciudad y con la consideración que las viviendas construidas en serie por desarrollos inmobiliarios por lo general cuentan con los servicios de agua y drenaje y es el desarrollo quien se debe o debería encargar de la construcción de plantas de tratamiento.
2. Servicio de agua potable y drenaje: dicha área presenta prioridad por acentuación del número de usos del recurso y falta de desalojo adecuado del agua residual y poder simular un escenario del panorama presentado a futuro sobre la carencia del recurso.
3. Número de viviendas habitadas: ya que se prefiere para este estudio una manzana con un número pequeño (inferior a 10) para seleccionar una vivienda específica para darles a conocer el proyecto, saber de manera rápida la opinión de los vecinos, si implementarían el humedal y que tan dispuestos estarían para hacerlo.

Como resultado la manzana seleccionada fue la 024 correspondiente al AGEB 0264 (figura 6), con un total de 5 viviendas habitadas y una población total hasta el 2010 de 17 personas.

Figura 6. Ubicación manzana 024, seleccionada para el caso de estudio



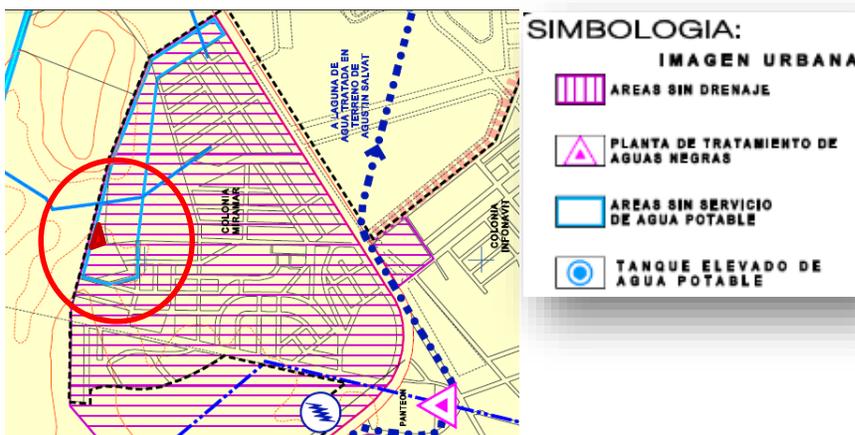
Fuente: Inventario Nacional de Viviendas INEGI, disponible en:

<http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>, fecha de consulta: noviembre 2018

La manzana se localiza al noreste de la ciudad, hay presencia de árboles en sitio y espacio de suelo disponible para el desarrollo del humedal superficial.

El mapa de Infraestructura en área urbana de Loreto muestra que en dicha zona no existe servicio de agua potable y tampoco cuenta con drenaje; se indica con rojo.

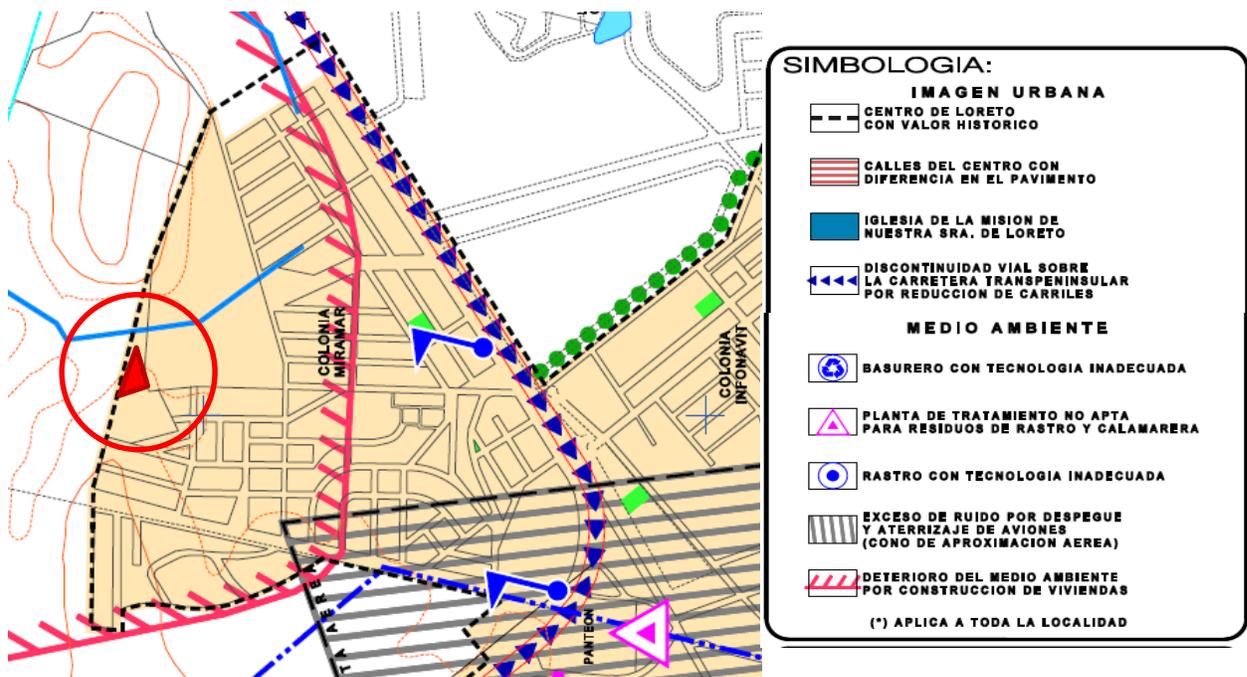
Figura 7. Infraestructura en manzana 024.



Fuente: Gobierno de Loreto, BCS. en: <http://loreto.gob.mx/ix/gobierno#gob>

Cabe destacar que en esta zona se reportó en 2005 el deterioro del medio ambiente por construcción de viviendas y se encuentra dentro del centro de Loreto con valor histórico, lo anterior se observa en el siguiente mapa de medio ambiente e imagen urbana del área urbana de ciudad Loreto.

Figura 8. Medio ambiente e imagen urbana del área urbana de ciudad Loreto



Fuente: Gobierno de Loreto, BCS. en: <http://loreto.gob.mx/ix/gobierno#gob>

Lo anterior permite destacar que se requiere de una forma de desarrollo urbano más sostenible y resiliente que evite el daño medioambiental no solo en materia hídrica sino de importancia del ecosistema.

Análisis de resultados

Respecto al contexto físico- natural se encontró que al implementar un humedal artificial superficial el tipo de suelo del lugar no tendría afectación al mismo, ya que se incorporaría un aislante determinado que forma parte del sistema del humedal. Al ser un sitio con vegetación xerófila la presencia de vegetación del humedal mejoraría en alguna proporción la humedad de la vivienda. El estado actual es crítico, debido a que la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) catalogó el acuífero de San Juan Londo como sobreexplotado por lo que el recurrir a sistemas alternativos para captación, tratamiento y reúso del agua potable es una situación imperativa que será tremendamente agravada como se observa en los escenarios de los efectos del cambio climático.

Sobre el contexto político, se encontró que existen instrumentos de política pública en materia de cambio climático específicos para el Estado y para el Municipio mediante los cuales se podría solicitar algún tipo de apoyo entre el Estado y ONG para el tratamiento de agua residual y el abastecimiento, pero aún más importante y relacionado con el siguiente contexto social se rescata de estos instrumentos el fomento a la educación y la promoción de la cultura de eficientar el uso de agua en los hogares. Motivo por el que también resulta favorable el panorama de este contexto político.

El contexto social es evaluado positivamente ya que en el sitio se ha catalogado como bajo rezago social, además el estudio mencionado sobre percepción ciudadana y perspectivas de manejo sustentable en Loreto muestra una respuesta favorable a este tipo de sistemas y otros que impliquen el ahorro de agua y su reúso; lo que permite conocer la accesibilidad de la gente para aprender e implementarlos.

Asimismo, el interés de conservar el recurso hídrico en el sitio está basado en que esta ciudad es turística y se requiere para continuar con esta actividad económica, aunado a ello existen reservas naturales y belleza paisajística que también es representativa del sitio por lo que es de importancia e interés no solo de la población sino político y natural.

El análisis del panorama contextual realizado permitió delimitar una zona de estudio,

y conocer que existe la factibilidad idónea para la implementación del modelo basado en el sistema de humedales artificiales superficiales debido a que actualmente no cuenta con el servicio de agua potable y de drenaje, además está ubicada dentro del centro de Loreto con valor histórico por lo que, podría ser de influencia para viviendas vecinas y de interés municipal.

Conclusiones

Lo anterior denotó que sería posible mejorar la calidad de resiliencia de las viviendas y asentamientos en relación al recurso hídrico ante posibles panoramas adversos derivados del cambio climático en ciudad Loreto, esto al contar con estrategias como este sistema de humedales que además debe ser reforzado con otras que permitan garantizar la existencia del recurso.

El contexto en relación al recurso hídrico y la factibilidad de generación y propuesta del proyecto es positiva ya que se considera la gente estaría en la posibilidad y actitud de incorporar el sistema, además se ha planteado políticamente también el uso de sistemas alternativos para el tratamiento de agua y existe el espacio adecuado en el entorno natural, el cual se vería beneficiado por el aumento de vegetación en el sitio. Ello para contar con viviendas y asentamientos resilientes en relación al recurso hídrico ante panoramas adversos en ciudad Loreto. Se consideró con esto que una forma posterior de intervención del modelo sería mediante humedales a pequeña escala en grupos de viviendas interconectadas por el sistema del humedal para el tratamiento y reúso del agua.

Los asentamientos humanos requieren modificar la forma tradicional de construcción hacia una más sostenible y resiliente que evite el daño medioambiental no solo en materia hídrica sino de importancia del ecosistema, que se integraran al bio-clima; con lo cual se beneficiarían todas las partes involucradas.

Fuentes de información.

- Merlinsky, G. (2017) El cambio climático como problema eco-político, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, MEGAFÓN, número 18/3.
- Hoffmann H., Platzer Ch., Winker M. & von Muench, E. (2011). Technology Review of Constructed Wetlands, Subsurface flow constructed wetlands for greywater and domestic wastewater treatment. Eschborn: Agencia de Cooperación Internacional de Alemania, GIZ Programa de Saneamiento Sostenible ECOSAN.
- Moscoso Cavallini, J. & Egocheaga Young, L.. (2002) Guía Metodológica Para La Elaboración De Los Estudios Viabilidad. Proyecto Regional Sistemas Integrados De Tratamiento Y Uso De Aguas Residuales En América Latina: Realidad Y Potencial. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS/OPS), Pan American Health Organization, (PAHO)
- Gregersen H.M., Arnold J.E. M., Lundgren A.L. & Contreras-Hermosilla A.. (1997) Valoración de los bosques: contexto, problemas y directrices. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma: (FAO), EPAT/MUCIA, Banco Mundial Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente
- Campos Cota, Jesús Omar. (2017) El Servicio De Agua Potable, Percepción Ciudadana Y Perspectivas De Manejo Sustentable en Loreto, B.C.S.", Universidad Autónoma de Baja California Sur
- Ivannova A. y Gámez A. (2012), Plan Estatal de Acción ante el Cambio Climático para Baja California Sur (PEACC-BCS), México: Gobierno del Estado de Baja California Sur
- H. Congreso del Estado de Baja California Sur (2016) Ley De Aguas del Estado De Baja California Sur
- Organización de las Naciones Unidas, (S/F). Agua. Disponible en: <http://www.un.org/es/sections/issues-depth/water/index.html>, consultado 03 diciembre 2018
- Organización Panamericana de la Salud. Guía metodológica para la elaboración de los estudios de viabilidad, proyecto regional sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales en américa latina: realidad y potencial. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/proyecto/viabilidad/EV-guia.pdf>
- Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México Estado de Baja California Sur. (s/f) Loreto. Disponible en: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM03bajacaliforniasur/municipios/03009a.html> consultado 10 diciembre, 2019
- Mapas de Loreto, Inventario Nacional de Viviendas INEGI, disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>, fecha de consulta: diciembre 2018
- FONATUR Mantenimiento Turístico (2018), Extracción y Conducción de Agua Potable acueducto San Juan Lóndo. Disponible en

- <https://www.gob.mx/fmt/acciones-y-programas/extraccion-y-conduccion-de-agua-potable-acueducto-san-juan-londo>. Fecha de consulta enero 15, 2019
- Zona concho, Revista de Loreto, (2018) ON LINE, Queda acueducto San Juan Londó fuera de operaciones técnicas, habrá desabasto de agua para Loreto anticipa Federico Velázquez. Disponible en: <http://zonaconcho.com/Noticias/queda-acueducto-san-juan-londo-operaciones-tecnicas-habra-desabasto-agua-loreto-anticipa-federico-velazquez/>. Consultado diciembre 2018
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). (2018). Situación de los Recursos Hídricos. Disponible en <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/situacion-de-los-recursos-hidricos>, fecha de consulta: 20 enero 2019
- Gobierno de Loreto Baja California Sur (2005) Plano de Infraestructura del Área urbana de Loreto. Y plano de Medio ambiente e imagen urbana del área urbana de ciudad Loreto (2005) Disponibles en: <http://loreto.gob.mx/ix/gobierno#gob>, consultado diciembre 2018
- Centro de calidad ambiental del Instituto tecnológico de Monterrey (2018) Leyes y Reglamentos de Baja California Sur. Disponible en: http://legismex.mty.itesm.mx/estados/_ley-bcs.htm fecha de consulta 8 enero 2019

Resiliencia, empleo y crecimiento económico en el Estado de México entre los años 2009 y 2014

*José Francisco Monroy Gaitán**

*María Milagros Campos Vargas**

*Juan Campos Alanís**

*Edel Campos Vargas**

Resumen

El tema de resiliencia económica en la actualidad juega un papel muy importante para todas las economías a nivel nacional, el objetivo principal de las naciones es lograr el grado más alto de crecimiento económico en su Producto Interno Bruto, en algunas ocasiones el objetivo se encuentra truncado por diferentes causas impropias de la actividad económica, para lograr de manera rápida superar la adversidad de índole interna o externa, las regiones requieren de diversos factores individuales que actúen de manera conjunta, la población total ocupada dentro de los sectores como: la industria alimentaria, medios de transporte público masivo, población económicamente activa, grado promedio de estudios, valor agregado por cada municipio, ruralidad en las regiones, entre otros estos son considerados como elementos de resiliencia económica. En este trabajo se realiza una reflexión en torno a los componentes que favorecen de manera positiva el desarrollo de la actividad económica en el sector de las manufacturas en los municipios del Estado de México, este sector presenta una caída, para poder observar si los elementos resilientes son estadísticamente significativos, se realizó una tasa de crecimiento acumulada dentro de los municipios que busca verificar si en dicho sector impactan los elementos de resiliencia mencionados por medio de un modelo econométrico que muestra una relación altamente positiva entre los elementos de resiliencia económica y el crecimiento de la población empleada en el sector de la manufactura; con ayuda de los sistemas de información geográfica, se observa la forma en la que se encuentran distribuidas las variables y permite localizar los patrones de comportamiento en los municipios que presentan una dotación mayor o menor de elementos resilientes de acuerdo con cada elemento.

Palabras Clave: econometría, resiliencia, manufactura, empleo, crisis.

**Resilience, employment and economic growth in the State of México Between
2009 and 2014**

Abstract

The issue of economic resilience currently plays a very important role for all economies at the national level, the main objective of the Nations isto achieve the highest degree of economic growth in its gross domestic product, Sometimes the goal is truncated due to different causes improper economic activity, to quickly overcome internal or external nature adversity, regions require different individual factors to act jointly, the total population occupied within sectors such as: food industry, means of mass public transport, economically active population, grade point average of studies , value added by each municipality, among others these are considered elements of economic resilience. This paper is a reflection on the components that promote a positive the development of economic activity in the sector of manufacturing in the municipalities of the State of Mexico. This sector presents a fall, to see if the resilient elements are statistically significant , was a rate of growth accumulated within the municipalities seeking to verify if in This sector impact resilience elements referred to by the means of an econometric model showing a relationship highly positive elements of economic resilience and the growth of the population employed in the manufacturing sector; with the help of geographical information systems, There is the way in which the variables are distributed and allows you to locate patterns behavior in the municipalities that have allocated more or less resilient in accordance with each element elements.

Keywords: Econometrics, resilience, manufacturing, employment and crisis.

¹ Universidad Autónoma del Estado de México. fmonroyg2001@yahoo.com

Introducción

El presente informe expresa una reflexión en torno a los factores que favorecen la resiliencia en el personal total ocupado dentro del estado de México, pues en los últimos años ha presentado una caída de manera considerable en todos los municipios que lo conforman.

En la primera parte se encuentra la parte conceptual y teórica del concepto de resiliencia ya que en la actualidad las naciones del mundo se ven interesadas en saber cuáles son los elementos que pueden ayudar a reincentivar la actividad económica con mayor rapidez, después de haber sufrido alguna perturbación.

En la segunda parte se muestran las variables teóricas con los que se pretenden explicar cuáles son los elementos que contribuyen a evitar la caída del empleo en una región.

Posteriormente se realiza un análisis exploratorio de las principales variables y la localización de los patrones espaciales que existen en los municipios ya que entre más elementos resilientes tiene una región puede favorecer el desarrollo de su sociedad.

Finalmente se realiza un modelo en el cual se incorporan todos los elementos que pueden tener relación directa con el crecimiento del empleo, también se observan los efectos espaciales que tienen por medio de un modelo econométrico el cual tiene como finalidad mostrar el impacto de las variables más importantes en toda la zona de estudio, empleando el índice de moran, se determina la composición espacial de algunas variables significativas en la región, grado de dependencia espacial, este último elemento determina el tamaño de la derrama espacial existente entre las variables dentro de la región, y el tipo de comportamiento espacial de los elementos como con concentración, dispersión.

Concepto de Resiliencia

El concepto de resiliencia tiene diversas formas de ser comprendido en función de las diferentes ciencias como: económica, física, sociología, etc., por ejemplo, en la física

el termino se encuentra bien especificado: la resiliencia es la capacidad que poseen los materiales para volver a su estado original después de haber sido sometido a presiones muy elevadas (López, 2019)

En el caso de la sociología la resiliencia se entiende como la capacidad que tiene una sociedad para sobresalir después de haber sido sometida a presiones y dificultades en relación con otra sociedad que no pudo (Trujillo, 2019) De manera puntual para este trabajo el concepto se entiende como: la capacidad de recuperación en el empleo que posee una sociedad ante diferentes choques externos, y/o interrupciones en la misma dinámica. (Rosell Foxà, Viladomiu Canela, & Mancilla Mancilla, 2011) Por tanto, la resiliencia es la capacidad que tiene una sociedad para recuperar un punto preexistente ante una perturbación, en este caso es considerado el empleo en la región. El concepto de resiliencia se encuentra relacionado con varias ciencias en la actualidad, los primeros trabajos multidisciplinarios de este concepto se los debemos a Holling, “quien plantea que la relación de la población en una región con su entorno ecológico se podía explicar mediante los distintos factores que se encuentran en una parte específica” (Holling, 1973).

Justificación de las variables teóricas

La resiliencia hoy en día tiene un papel importante en el desarrollo de los gobiernos porque los factores que aportan a la recuperación de una economía son diversos, sin embargo, existen diferentes elementos que son clave para poder realizar un crecimiento económico en un gobierno después de haber sufrido algún choque o anomalía: “Las diferentes regiones del mundo en la actualidad se ven interesadas en poder determinar cuáles son los factores que ayudad a obtener una respuesta rápida del crecimiento económico ante una perturbación” (Rosell Foxà, Viladomiu Canela, & Mancilla Mancilla, 2011)

El termino en la actualidad es un concepto que requiere ser delimitado de manera puntual respetando la esencia de este, de acuerdo con Martin (2011) “La resiliencia económica se define como la capacidad de recuperación del Producto Interno Bruto en una región ante choques externos, perturbaciones o una interrupción”.

Para puntualizar, el concepto de resiliencia es la capacidad que tiene una sociedad para recuperar un punto preexistente ante una perturbación. Es trabajo busca explicar cuáles son las variables que ayudan a poder detener la caída en el empleo, así como hacer un análisis exploratorio de la región considerando los factores que tienen mayor importancia, considerando la teoría del capital humano, (Abarzúa, 2005) la educación como una variable fuertemente ligada al crecimiento económico, la manufactura, industria alimentaria, población joven entre otros.

Un factor determinante en el desarrollo económico de una región es el empleo y esta es la variable que tiene mayor importancia dentro de este trabajo, siendo el empleo en el sector de las manufacturas de acuerdo con Marx, el único capaz de generar valor. (Marx, 2014) partiendo de este hecho se toman en consideración las variables que ayuden a explicar de qué manera pueden ayudar a evitar una caída en el empleo.

“Una sociedad con un número mayor de empleo hace a las ciudades más productivas en términos económicos puede cuásar efectos de desbordamientos económicos favorables, pues las industrias pueden situarse por fuerzas de aglomeración, o también puede darse el caso en que las regiones se encuentren dotas de elementos naturales que hacen atractiva la zona para poder establecer industrias” (Callejon, 1998).

La resiliencia planteada puede ser afectada por la variable del capital humano, este concepto se entiende como: El grado de escolaridad de una sociedad, entre más alto es el nivel de escolaridad de una población, mayor riqueza generaran las personas de esta zona, pues el trabajo que desenvuelvan tendrá un nivel más alto de especialidad, por un mayor número de habilidades y destrezas intelectuales y sociales, (Abarzúa, 2005), estos elementos capacitan la fuerza de trabajo, sus remuneraciones de estos individuos serán más altos que el resto de las personas que carecen de estudio, entre más alto sea el ingreso de las personas se causara una derrama económica alta, esto tiene como consecuencia un incremento en el nivel de empleo, al igual que fomentar el desarrollo de nuevos empleos es una variable determinante en la resiliencia económica: Un efecto negativo en la fuerza de trabajo es el envejecimiento pues las personas mayores no generan la misma productividad

que una persona joven.

“La variable de la accesibilidad fomenta una distribución de la riqueza en mayor proporción esto contribuye de manera contundente a elevar el grado de resiliencia para una región, esta región debe de tener una cantidad considerable de medios de movilidad masiva como pueden ser el metro subterráneo, tren ligero, ferrocarriles”. (Hassink, 2010)

El Sector industrial de la región, es el factor que ayuda a incorporar a varios trabajadores en una región pues se considera una industria pesada, esto quiere decir que requiere de una cantidad de fuerza de trabajo considerablemente alta para ser realizada.

El sector alimentario, requiere de diversas actividades para poder realizar su producto, por eso, es el sector que tiene una relación de encadenamientos productivos altos.

El factor de la población económicamente activa ayuda a que una economía alcance niveles de desarrollo más altos pues es un factor que ayuda a crear expectativas de crecimiento a futuro esto es el largo o mediano plazo. Siendo los jóvenes que están por incorporarse al mercado de trabajo la fuerza de trabajo que dará impulso positivo a la creación de empleos y riqueza en la sociedad.

Exploración Espacial de los datos.

La metodología que se plantea es la siguiente: en primer momento se realizará una exploración espacial de los datos con la ayuda de los Sistemas de Información Geográfica (SIG, por sus siglas en inglés) que pretende:

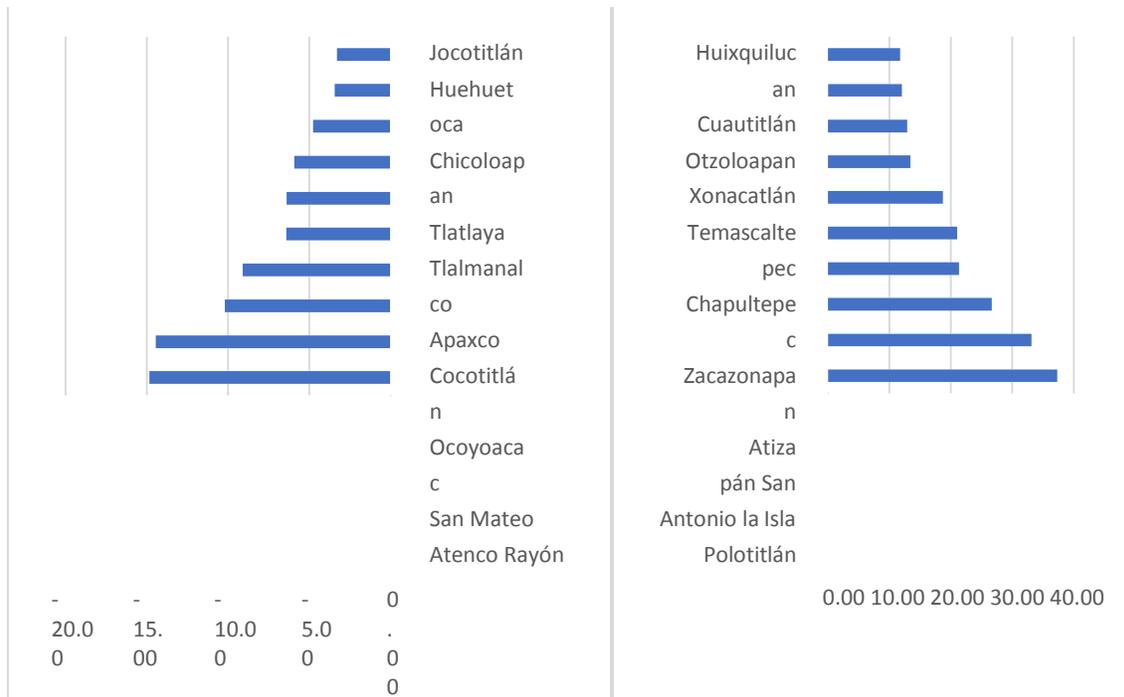
- Localizar los patrones espaciales a nivel municipal
- Identificar la composición industrial dentro de la zona de estudio
- Comparar entre las principales variables, es decir, de forma general una descripción de la región de estudio de acuerdo con las variables consideradas como factores resilientes.
- Localizar los patrones espaciales existentes entre los municipios

Posteriormente se elaborará un modelo econométrico usando el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para saber cuál es el grado de explicación que presenta.

cada una de las variables con relación a las tasas de crecimiento acumuladas de la población ocupada total, en economía se incorporan los (SIG) como parte fundamental de la investigación; finalmente se explican los efectos espaciales de cada una de las variables empleando el índice de Moran y una vez recabados todos los elementos se concluirá explicando los hallazgos encontrados en este trabajo.

El Estado de México, en los últimos años ha mostrado un grado de desarrollo económico lento, con mayor desigualdad entre los años 2010 y 2015. El Producto Interno Bruto de cada municipio refleja parte de la capacidad de recuperación que pose cada municipio.

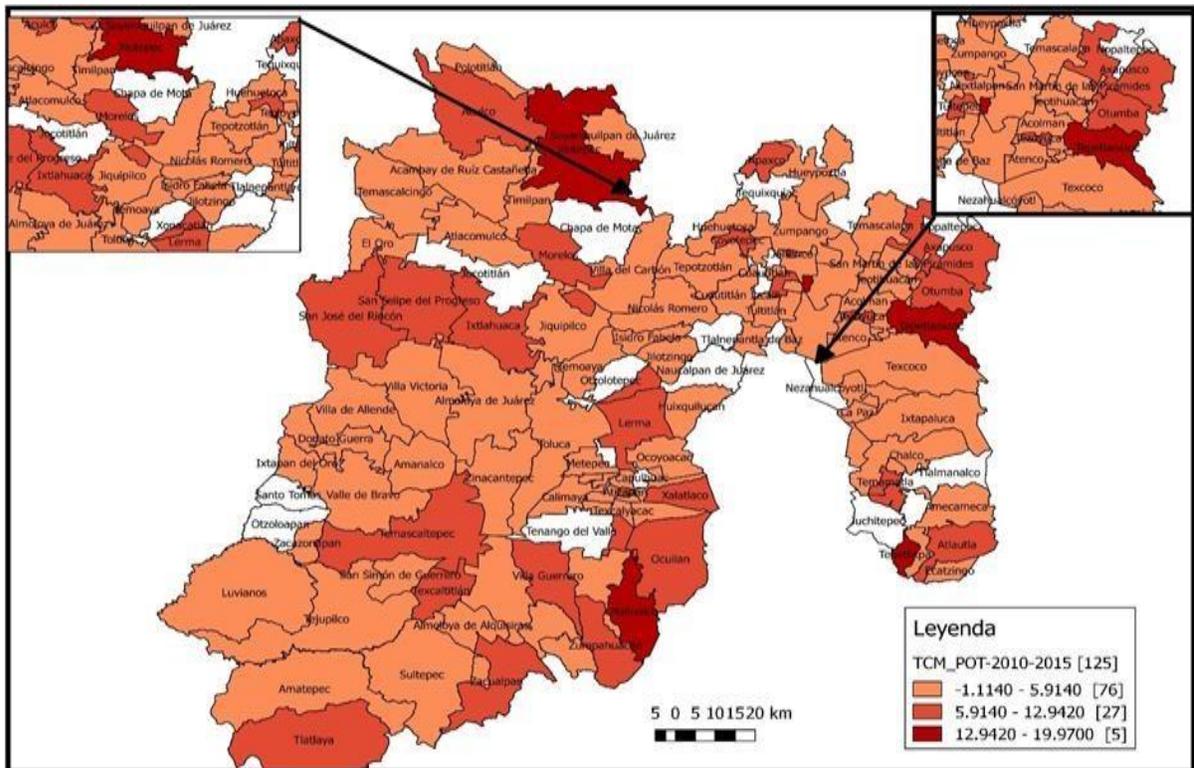
Cuadro 1. Tasa de crecimiento media del producto interno bruto más bajos y más altos 2010-2015.



Fuente: Elaboración propia con datos de Instituto de Investigaciones Económicas, UNAM.

En el gráfico anterior se observa el cambio del Producto Interno Bruto que ha tenido cada municipio con relación a sí mismo de los años del 2010-2015, del lado izquierdo se encuentran los 10 municipios que han presentado caídas muy fuertes, Rayón, y San Mateo Atenco son los municipios principales, mientras en el lado derecho se encuentran San Antonio la Isla y Polotitlán, es muy notorio que existe un problema de divergencia económica entre la región pues a pesar de que se está considerando el Producto Interno Bruto de cada municipio con relación a sí mismo a través del tiempo con una tasa de crecimiento acumulada, se nota que el crecimiento es mayor.

Cuadro 2. Tasa de crecimiento media de la población ocupada total en el Estado de México 2009-2014



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

En la figura anterior se muestra de manera espacial la tasa de crecimiento media de la población ocupada total de todos los municipios que conforman el estado de México, la forma en la que se encuentran clasificados es de acuerdo con los colores que se muestran en la leyenda.

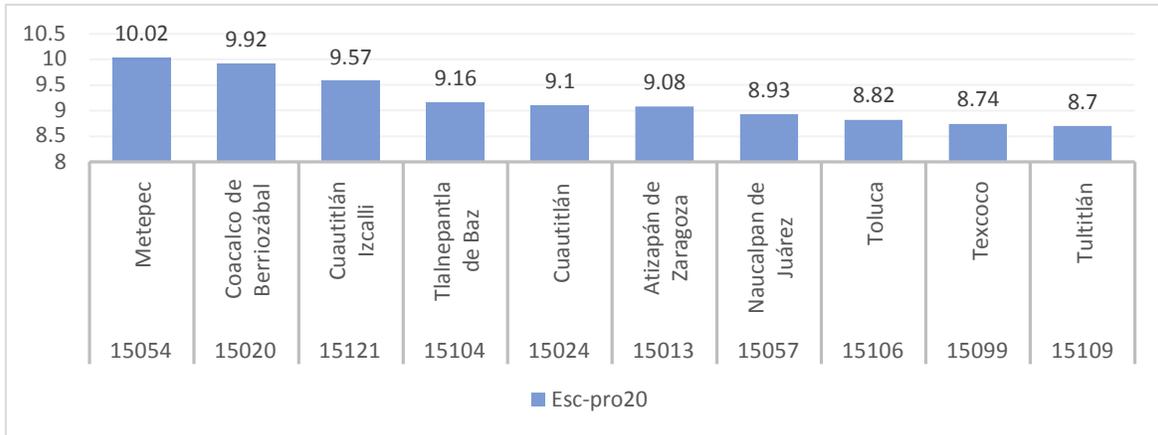
De manera general se distingue en la mayor parte de los municipios que conforman la figura una caída en el personal ocupado total de cada uno en total setenta y seis, mientras que en otros municipios el crecimiento del personal ocupado total es notorio pues incrementó a una tasa de crecimiento media de: 5.9 a 12.9 dando un total de 32 municipios, los 17 municipios restantes se encuentran en color blanco tiene una tasa negativa en la población ocupada total mayor a la del -5.9.

Los municipios en color rojo muestran los lugares del estado de México en donde el desempleo ha ido disminuyendo de acuerdo con el periodo de estudio, la periferia de la ciudad de México se encuentra rodeada de municipios con crecimiento

en el empleo, a excepción de cuatro.

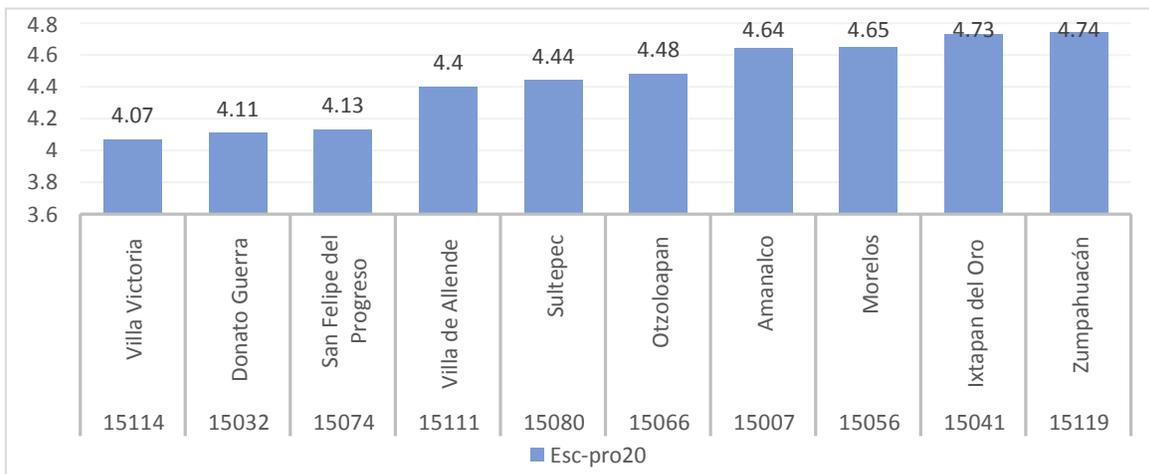
Cruzando la información del cuadro del Producto Interno Bruto y del mapa del personal ocupado total, podemos establecer que los municipios que presentan un crecimiento en su Producto Interno Bruto presentan también un incremento del 5 al 12 por ciento del personal ocupado total.

Cuadro 3. Municipios con grado de escolaridad más alto, 2000



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Cuadro 3.1. Municipios con el grado de escolaridad más bajo 2000



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Ningún municipio se encuentra por arriba de los 11 años de escolaridad este es un indicio de que la educación es un determinante del crecimiento económico pues, la

variable se puede considerar cíclica con relación al Producto Interno Bruto, además es muy heterogéneo el comportamiento de la educación, pues los 10 municipios más bajos presentan un rezago de 4 años en comparación a los municipios que tiene un grado de escolaridad más alto.

Cuadro 4. Composición de los servicios y la industria en el Estado de México
2009-2014

Años 2009-2014. Estado de México. Actividad Económica	Unidades Económicas	Población ocupada total	Productividad Millones de pesos
31 - 33 industrias manufactureras	-4%	-3%	4248
52 servicios financieros y de seguros	0%	0%	189579
53 servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	0%	0%	32597
54 servicios profesionales científicos y técnicos	0%	-1%	-6449
56 servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	1%	1%	30536
61 servicios educativos	0%	1%	-3408
62 servicios de salud y de asistencia social	0%	0%	22205
71 servicios de esparcimiento culturales y deportivos y otros servicios recreativos	0%	1%	22090
72 servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	3%	1%	9886

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

En el cuadro se presenta la composición económica del estado de México a nivel sectorial, la industria de las manufacturas ostenta una contracción de 4 puntos porcentuales en el periodo 2009 a 2014 en las unidades económicas, 3 puntos porcentuales menos en el personal ocupado total, adicionalmente es el sector que concentra la mayor parte de las unidades económicas y también el personal ocupado total si se compara industria con industria, sin embargo no concentra la mayor cantidad de riqueza pues los servicios financieros tienen una participación constante en los dos

periodos de tiempo, en unidades económicas, también el personal ocupado y generan 189579 millones de pesos, servicios profesionales científicos y técnicos, servicios educativos, presentan una caída en el periodo de tiempo en el valor agregado censal bruto.

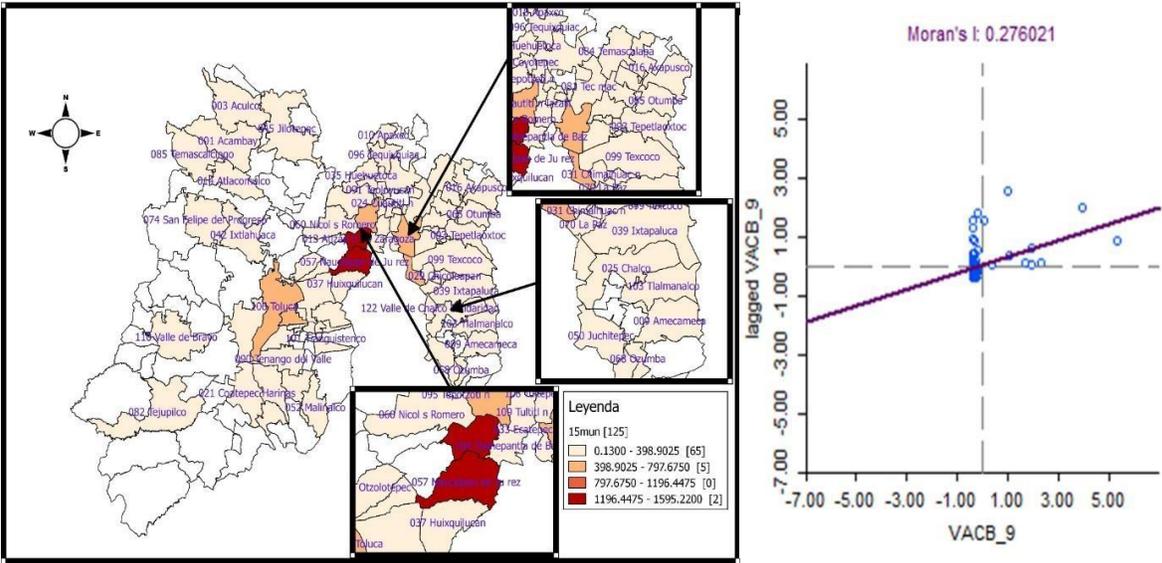
En el Mapa del Valor Agregado Censal bruto de los servicios educativos en el Estado de México 2009 se distingue la forma en la que se encuentra distribuido el valor agregado censal bruto del sector de los servicios educativos del estado de México para el año del 2009 y se nota como existe una participación considerable en el norte y en la parte céntrica junto a la ciudad de México, Naucalpan de Juárez y Atizapán de Zaragoza son los puntos donde se genera la mayor cantidad de valor agregado.

En el Mapa del Valor Agregado Censal bruto de los servicios educativo en el Estado de México 2014. En esta figura se distingue a simple vista los cambios que ha presentado el valor agregado de los servicios educativos, interpretando el índice de Moran, se encuentra en el lado derecho de cada mapa, muestra una relación positiva lo cual quiere decir que la variable presenta efectos espaciales de derrama (Anselin, 1988) en el valor agregado de la región, para el caso del 2009 tiene una relación del .27 mientras que para el periodo del 2014 se muestra un índice de moran del .21, tiene una ligera caída de 6 puntos porcentuales lo cual indica que los efectos espaciales del valor agregado han disminuido a través del tiempo.

La caída del valor generado en los sectores de los servicios educativos y también en el sector de servicios profesionales científicos y técnicos, junto con el bajo grado promedio de escolaridad de la sociedad causan un escenario de incertidumbre en el área laboral de las actividades productoras más fuertes, además de esto la baja en el nivel de empleo transforma las condiciones del mercado laboral, por lo cual la población económicamente activa y las actividades productivas de la zona tenderán a asimilar esta fuerza de trabajo poco especializada en actividades que requieren

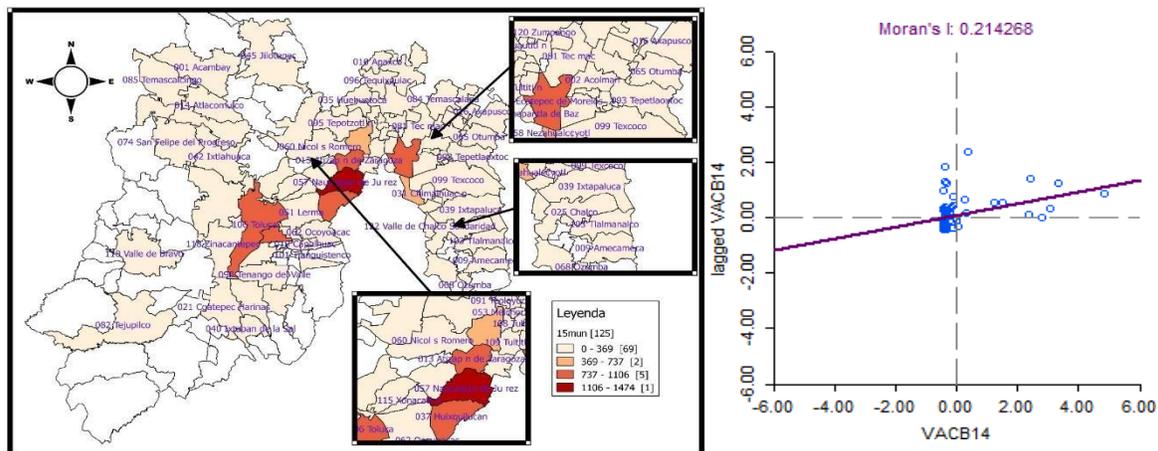
conocimiento básico para poder gestionarse, para las generaciones próximas se presentará un campo laboral menos exigente en relación al grado de escolaridad, esto provocara una disminución en los salarios, como parte de la restructuración del mercado laboral la derrama económica en las actividades productivas se encontrará impactada de manera negativa.

Cuadro 5. Mapa del valor agregado censal bruto de los servicios educativos en el Estado de México 2009.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

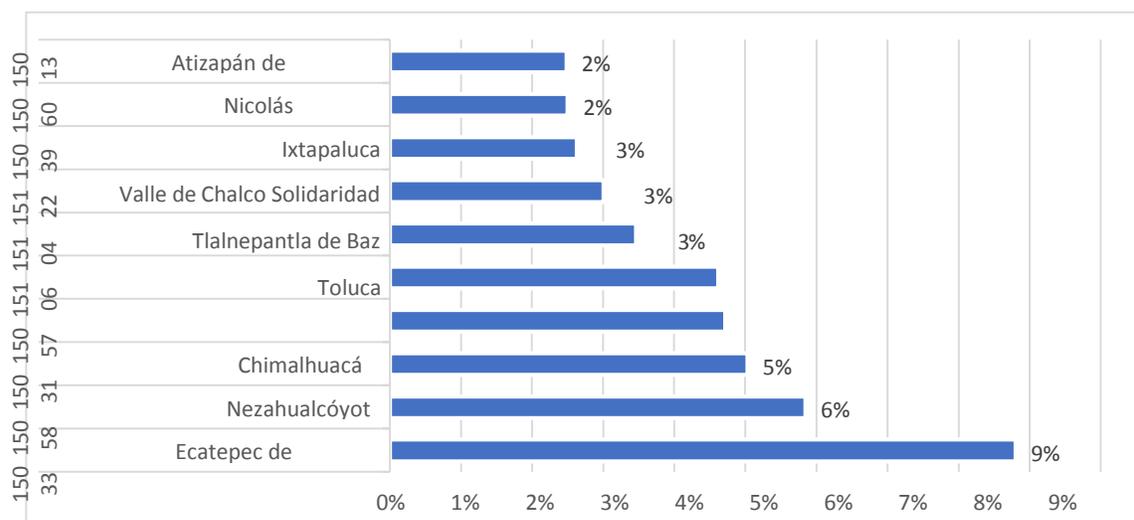
Cuadro 5.1. Mapa del Valor Agregado Censal bruto de los servicios educativos en el Estado de México 2014



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

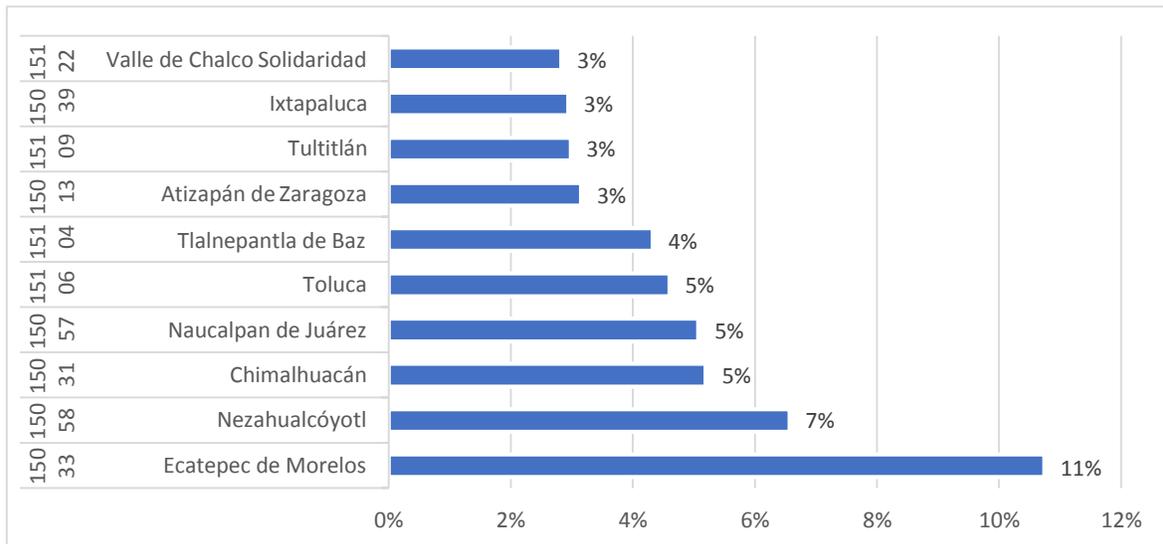
Sigue existiendo una concentración del valor agregado censal dentro de la actividad de los servicios escolares de acuerdo a la grafica del índice de moran, además de esto se observa una incorporación en el periodo del 2014 más alta en los municipios del lado derecho de norte a sur.

Cuadro 6. Municipios con el mayor número de personas sin estudios de primaria con relación al total municipal 2015



+Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Cuadro 6.1. Municipios con el mayor número de personas sin estudios de secundaria con relación al total municipal 2015

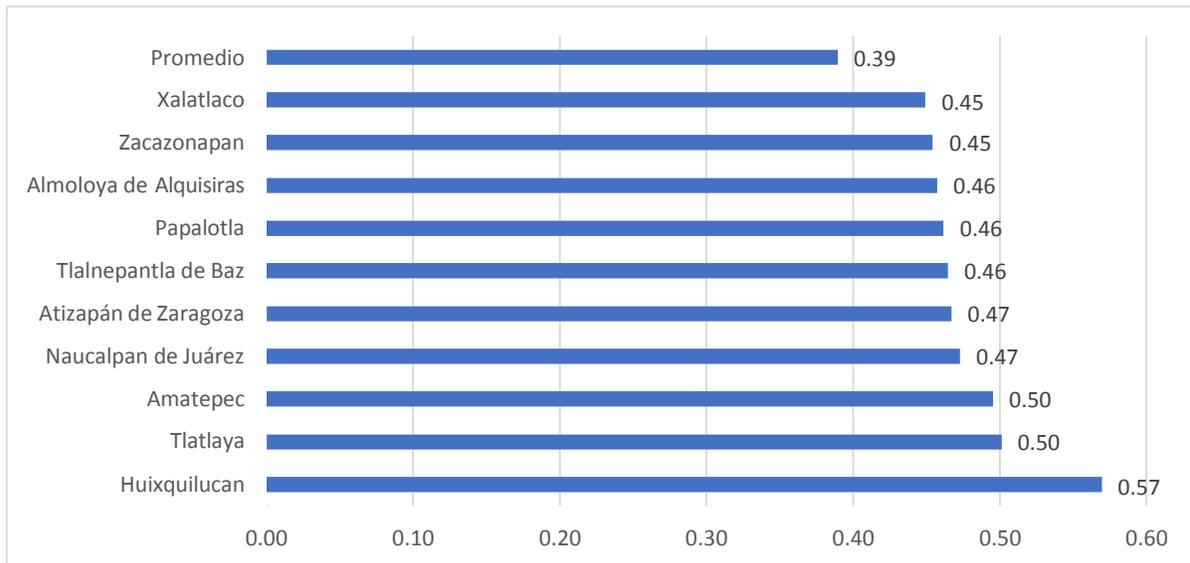


Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

En las gráficas anteriores se presenta el número de personas que no tiene estudios de primaria y secundaria. Se distingue que los municipios que son más grandes presentan un mayor número de personas sin estudios tanto en primaria como en secundaria al mismo tiempo presentan una caída del empleo fuerte, pero una participación alta, lo cual indica que estos son los municipios en donde se debe de invertir en educación pues pueden funcionar como polos de desarrollo para las actividades económicas, para poder hacer más precisa esta afirmación se realiza posteriormente un modelo econométrico a nivel estatal , considerando los factores resilientes de la región de estudio.

La cobertura de la educación básica se encuentra limitada por la dimensión del territorio, se requiere impulsar la inversión pública y privada en los municipios más grandes, esta inversión tiene que ser dirigida en los tres niveles de educación.

Cuadro 7. Índice de Gini Municipal 2010



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

El índice de Gini muestra el grado de desigualdad que existen entre la sociedad a nivel municipal, de acuerdo a la interpretación con el índice, los valores del índice de Gini se encuentran entre 0 y 1, el valor 1 representa el grado de desigualdad alto, 0 representa el igualdad, esta igualdad es en los salarios de las personas de los municipios, se observa cómo ha ido incrementando la desigualdad en los 10 municipios todos estos rebasan el nivel promedio del índice de Gini, en estos municipios existe una concentración de los salarios más altos en manos de unas pocas personas, esto limita el alcance de la derrama económica en la región, al no poder existir un flujo más uniforme de la riqueza, se contrae la creación de nuevos empleos. La concentración de la riqueza se puede dar por varios factores uno de los más comunes es la mala distribución de la riqueza provocada por la falta de empleo.

Modelo econométrico de factores resilientes

Una técnica usada en las ciencias socioeconómicas para dar explicación a un objeto de estudio y los factores que ayudan a determinar elementos explicativos de manera positiva o negativa dentro de un fenómeno socioeconómico es el método de mínimos cuadrados ordinarios esta técnica, tiene como objetivo principal estimar un valor conocido comúnmente como “ β ”, esta β , se estima en relación de una variable

principal la cual se denomina dependiente “Y”, y otras variables o variable nombradas regresores, el modelo estimara el grado de explicación de las variables regresoras en relación a un cambio de la variable dependiente adicional mente se incorpora un término de error aleatorio μ este termino de error aleatorio es inmedible.

Se usa el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para determinar los factores que favorecen el crecimiento regional dentro de la población ocupada total, considerando a la variable independiente como la tasa de crecimiento de la población ocupada total municipal.

$$Y = \text{TCMPOT}$$

Y= tasa de crecimiento de la población empleada a nivel municipal.

Para poder explicar “y” son consideradas como variables explicativas la conectividad en la región (Dummy_Cone), grado de escolaridad promedio (ESC_PRO20), personal en el sector industrial manufacturero (TCM_MAN), población de 12 años y más de 64 años (P15), valor agregado municipal (TCM_VACB), población nacida en otro municipio (PPNO), ruralidad en la zona (DUMMY_RUR), personas sin primaria, (SPRI)

$$Y = (\text{Dummy_Cone}) + (\text{ESC_PRO20}) + (\text{P15}) + (\text{PPNO}) + (\text{Alimento}) + (\text{TCM_MAN}) + (\text{TCM_VACB}) + (\text{ESC_PRO20}) + (\text{DUMMY_RUR}) + (\text{SPRI}) + \mu$$

Cuadro 8.

Constante	6.18368 (0.00130) ***
Dummy_Cone	-2.15655 (0.24998)
P15	189.736 (0.06269) *
PPNO	-61.9317 (22.140)
Alimento	-4.48185 (0.64525)
TCM_MAN	-0.0532381 (0.64525)
TCM_VACB	0.393819 (0.00000) ***
ESC_PRO20	-0.844407 (0.00310) ***

DUMMY_RU R	1.05067 (0.25520)
SPRI	-105.621 (0.17417)
R ²	0.533953
R ² Ajustada	0.497480
OBSERVACION	125
ES	14.6396
F-estadística PROB (F-estadística)	1.4296e-015
Los valores entre paréntesis representan el error estándar. Los *, **, ***. Indican el nivel de significancia 10%,5%,1%.	

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

La R² representa el grado de impacto que tienen la variable dependiente con las variables explicativas en este modelo se muestra que la variable dependiente es impactada de manera considerable pues se tiene un valor arriba del 50%.

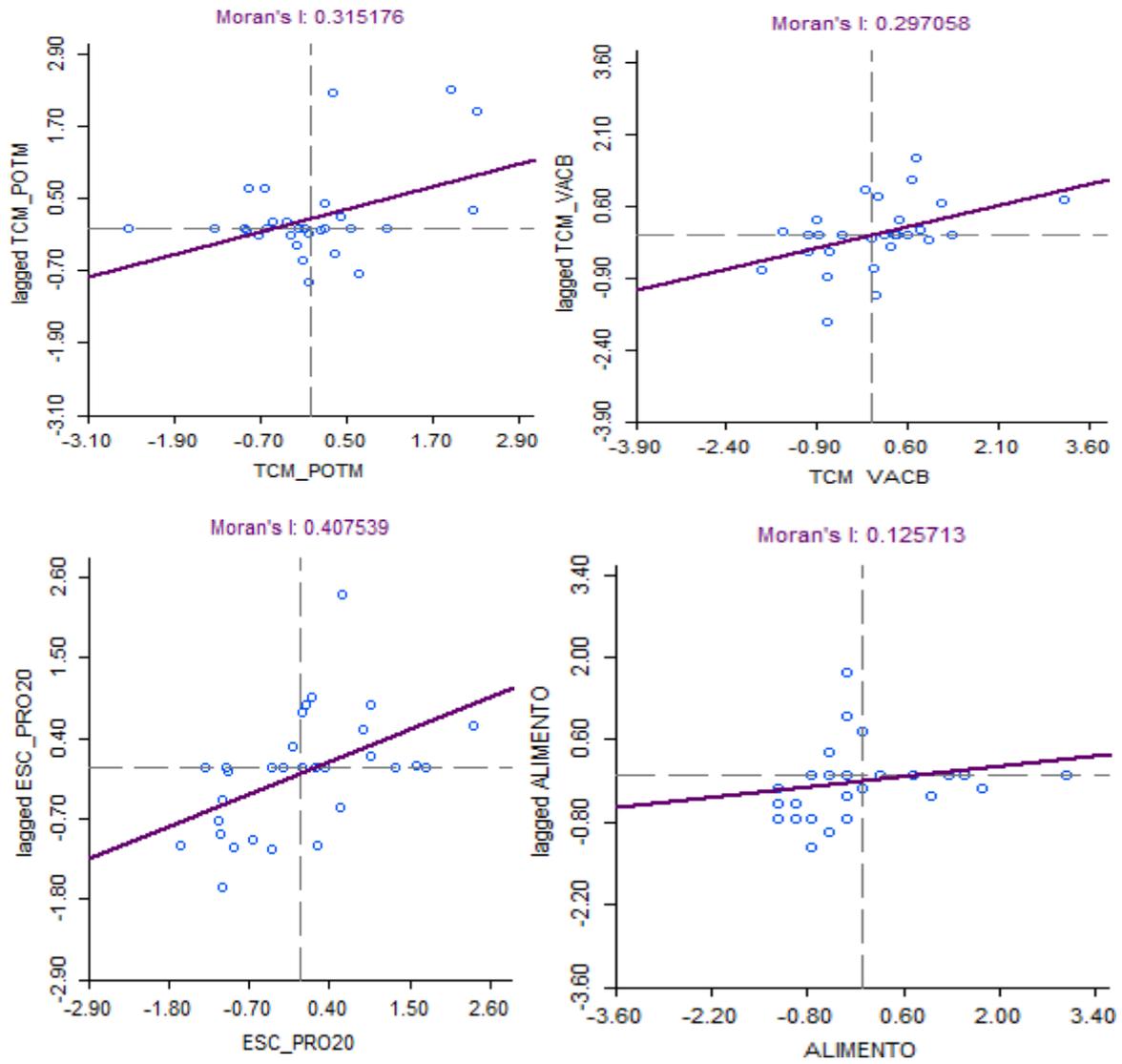
El 50% del empleo en la región se encuentra explicado por las variables regresoras, las variables que impactan dentro de este modelo se distinguen por los asteriscos que se encuentran del lado derecho.

Observando los efectos espaciales de las variables.

I-MORAN

En las gráficas se puede apreciar el índice de moran este índice es un diagrama de dispersión en el cual se representan las variables de estudio junto con el rezago espacial, que tienen cada una, el estimador que se obtiene es la pendiente de una regresión estimada por mínimos cuadrados ordinarios (Bohórquez & Velásquez Ceballos, 2008). Muestra el grado de relación que tienen los municipios de cada variable con relación a otros municipios.

Cuadro 9.

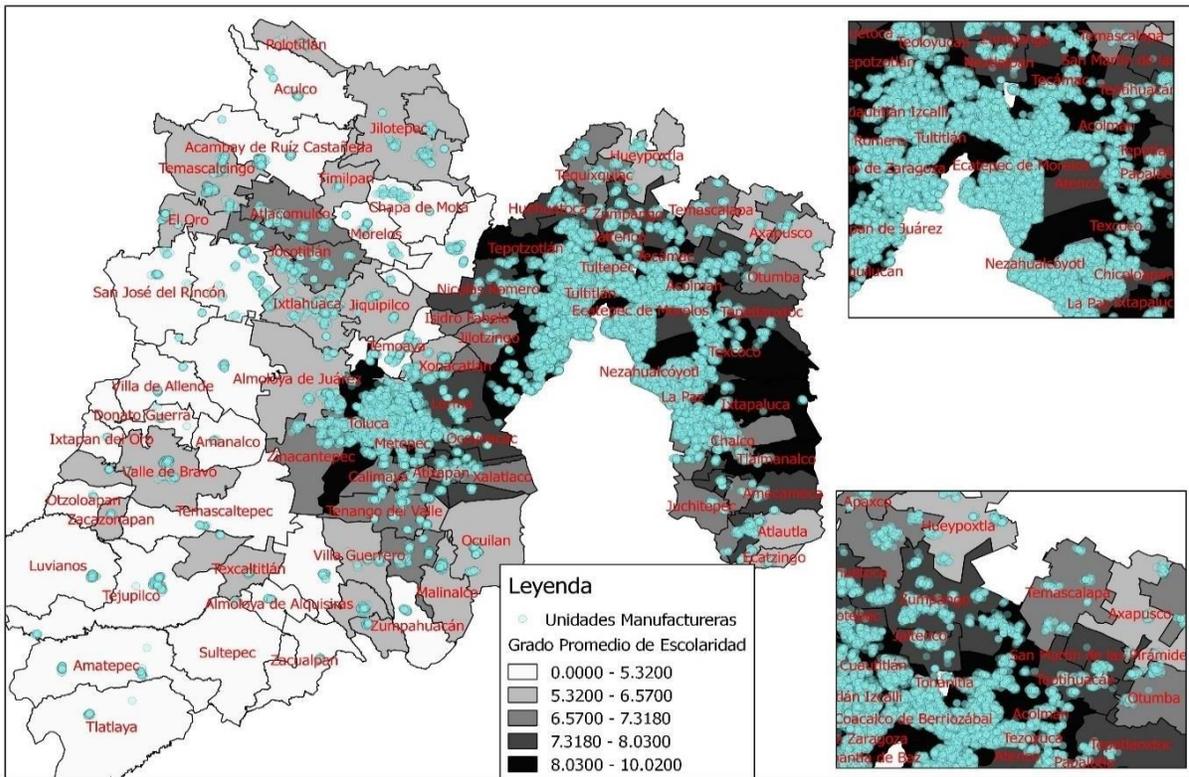


Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

Los puntos azules representan los valores de las observaciones de cada una de las gráficas, todas las gráficas tienen un rezago espacial positivo esto se aprecia en la recta morada la cual tiene pendiente positiva, la concentración de dependencia espacial se encuentra en los valores que se sitúan en el cuadrante del lado derecho en la parte superior, el grado de escolaridad promedio presenta la dependencia espacial más fuerte en comparación a el resto de las gráficas. El grado de escolaridad promedio presenta la dependencia espacial más alta, el índice de moran es del 40 %, la dependencia espacial más baja se encuentra en el sector alimentario con un valor del 12%, la dependencia espacial se encuentra presente en las 4 variables presentadas, la relación que se encuentra en la distribución de los datos dentro de cada variable es muy heterogénea.

Entender el comportamiento de la dependencia espacial es fundamental para poder dar una solución a los problemas que enfrenta la región de estudio, ampliando un poco más los horizontes de los patrones espaciales que se presentan en esta zona de estudio se muestra a continuación una serie de cuadros donde observa la composición de cada municipio en función de 2 variables resilientes importantes.

Cuadro 10. Grado promedio de escolaridad en el Estado de México.

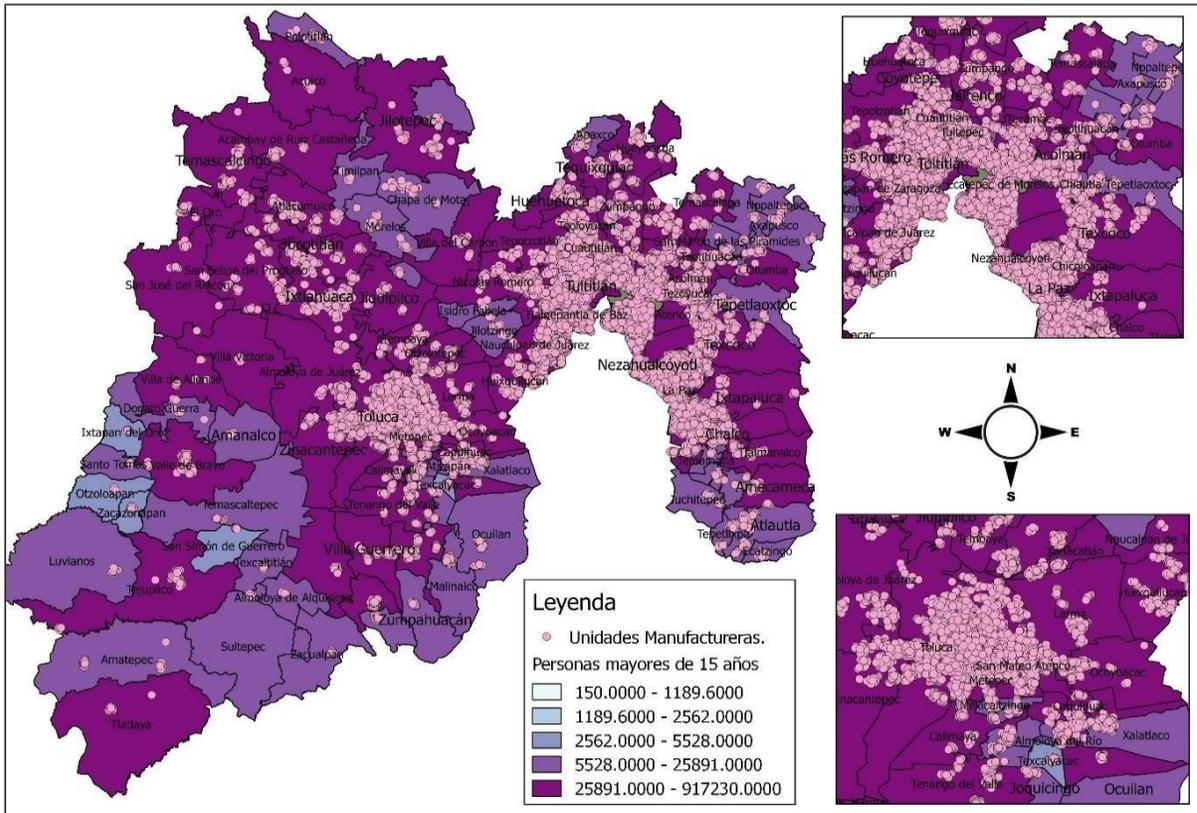


Fuente: Elaboración Propia con datos del INEGI.

En la figura de arriba se nota en la región noroestes, los municipios que tienen un nivel de escolaridad promedio más alto junto con el número de unidades económicas del sector de las manufacturas, siendo la parte más oscura de la figura la mayor dotada de los factores resilientes de la región de estudio, el nivel académico que se tiene en el estado de México en los municipios más altos no sobre pasa los 10 años de escolaridad, los municipios que tienen el grado de escolaridad promedio más bajo se encuentran entre los 0 años a los 5 años.

Esto es un rasgo esencial para comprender el grado de segmentación social y económico que se tiene en la región pues la educación genera mano de obra calificada y también riqueza cuando se explota de manera adecuada.

Cuadro12. Personas mMayores de 15 años



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI.

En la figura anterior se aprecia la fuerza de trabajo disponible para poder incorporarse a las principales actividades productoras de la región, industrias manufactureras, servicios de salud y de asistencia social, servicios educativos, servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, las personas se podrán incorporar en estas actividades, sin embargo se crea una segmentación notoria entre los municipios, de la región concentra la mayoría de elementos resilientes en el lado noroeste.

Análisis de resultados

Los resultados encontrados en el modelo muestran que el grado de escolaridad para el caso del estado de México afecta de manera negativa a la recuperación del empleo, pues la fuerza de trabajo no tiene una preparación adecuada, ya que en promedio sólo cuentan con el nivel académico de secundaria, otro punto a destacar

es que el factor resiliente mas fuerte es la fuerza de trabajo joven, la cual se encuentra en la edad de los 15 años o más, 18 973 es el número de personas que se esperaba se incorporaran a las actividades productivas de la región de estudio.

El valor agregado generado seria de 39 millones de pesos es el incremento en la productividad esperada que genera un municipio, tiene las ventajas de aportar al crecimiento de los empleos , en especial las actividades de las industrias, para ser especifico industrias manufactureras, servicios de salud y de asistencia social, servicios educativos, servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, interpretando las principales variables del modelo, tasa de crecimiento acumulada del personal ocupado total, población incorporada en el sector de la industria del alimento, valor agregado censal bruto, escolaridad promedio , tiene efectos espaciales en la región de estudio, pues en las gráficas presentadas el índice de moran muestra el grado de concentración, esto quiere decir que estos elementos son los determinantes para impulsar el desarrollo económico en la zona de estudio, su interacción es notoria en los municipios donde se localizan con mayor intensidad estos elementos generan derramas económicas importantes.

La desigualdad se está dando como cambio de la estructura económica en la que se encuentra el estado de México, pues el sector de las manufacturas se encuentra cayendo mientras que los servicios de la zona generan el mayor valor agregado, una proporción alta de personal ocupado total se encuentra en los servicios y también el numero de unidades se encuentra en incremento, la crisis que enfrenta el empleo en la región necesita ser frenado por una intervención adecuada del gobierno para incentivar la industria y también brindar oportunidades para que los jóvenes puedan acceder a educación de calidad.

Los servicios financieros crecieron de manera significativa sin embargo no tienen un peso considerable en la economía municipal pues el valor agregado en este sector es meramente especulativo.

La riqueza, el número de centros de trabajo, la fuerza de mano de obra calificada se encuentra aglomerada en la región noroeste. Esto provoca una desigualdad fuerte en la sociedad de acuerdo al índice de Gini mostrado en promedio el índice ha

incrementado 4 puntos, es bastante alto para 10 años transcurridos, esto es una característica común en el sistema capitalista pues el capital tiende a concentrarse.

Los empleos generados en las industrias de la manufactura tienen caída en el número de personal empleado y también en el número de unidades económicas.

Conclusiones

La concentración de factores sociales involucrados en el sector de la educación, son elementos que repercuten de manera favorable en el crecimiento y recuperación del empleo, ante la crisis del empleo que enfrenta la región en la mayor parte de sus municipios.

Los municipios que presentaron un grado menor de escolaridad también presentan una caída en el producto interno bruto. Lo cual crea una divergencia muy notoria en la tasa de ocupación.

Los factores específicos que ayudan a detener la caída del empleo en el estado de México son la fuerza de trabajo potencial, los jóvenes de 15 años o más que están por incorporarse al sector formal, el grado de educación promedio, el valor agregado censal bruto que genera cada municipio entre mayor sea el número de estos elementos en cada municipio tendrán mayor capacidad de recuperación del empleo ante perturbaciones exógenas.

El sector de las manufacturas dentro de la región empieza a decaer por lo que su participación con el valor agregado censal bruto no crece de manera acelerada, adicionalmente el empleo en este sector se encuentra con una baja de 3 puntos porcentuales respecto al periodo pasado, esto es debido a que se está viviendo un proceso de terciarización, la contribución más grande en el empleo la está realizando el sector del servicio al igual que la generación de valor agregado.

El fenómeno que está presentando en la región de estudio es la caída del personal ocupado total, en la mayoría de sus municipios, este choque es de carácter endógeno, provocado por el mal manejo de recursos económicos y administrativos municipales por parte de los gobiernos locales, una causa más que está agravando la situación es la cobertura limitada de los centros de trabajo, con esta variante en el territorio se empieza a ampliar la precariedad laboral en los trabajadores,

principalmente en los jóvenes, esto quiere decir que muchos trabajadores que se encuentran en alguna empresa de carácter industrial o de servicios no cuentan con seguro social (Oliveira., 2006), de esta manera no están siendo contabilizados en los datos oficiales, además tienen salarios bajos, las familias al no contar con un salario que les permita satisfacer las necesidades básicas como son comer, vestir, tener acceso a servicios de salud, se ven limitadas a estudiar y obligadas a trabajar desde muy temprana edad.

El fomento de nuevas oportunidades es necesario en las próximas generaciones de jóvenes, estas generaciones próximas a incorporarse a alguna clase de trabajo, es el punto crucial para recuperar los empleos con un grado de estudios mayor se adquiere un número mayor de habilidades, estas habilidades son técnicas e intelectuales, son esenciales para poder incorporarse los centros de trabajo que proporciona la región, siendo mayores las remuneraciones de la fuerza de trabajo especializada se lograra una contribución al valor agregado generado, fomentando a la par la inversión por parte de inversionistas los cuales encontrarán expectativas de ganancia en nuevos centros de trabajo, estos centros de trabajo ofertarán más empleos.

El estado de México se encuentra segmentado en dos partes, las figuras mostradas en este trabajo realizan una distinción clara y concreta del grado de dotación en cada municipio por un lado se encuentra la zona con mayor riqueza y por otro lado la parte más precaria y con elementos resilientes bajos.

Los municipios más resilientes se encuentran en el lado noroeste del estado de México, estos municipios cuentan con dotaciones de elementos favorable para lograr un impulso económico y una derrama económica importante para lograr mejorar las condiciones de vida de las personas, en el lado contrario se encuentran los municipios que no tienen muchos factores resilientes, Ametepéc, Tlatlaya, Sultepec, San Simón de Guerrero, Almoloya de Alquisiras, Amalco, Ixtapan del oro, son algunos de los que conforman la parte más precaria del Estado de México.

Una propuesta de solución para poder lograr una mejor distribución de los recursos y así lograr un crecimiento más uniforme y una distribución de elementos

resilientes sería, implementar una política de descentralización de las actividades económicas más fuertes en la región, estas actividades por ser las que ponderan un mayor peso en la región crearán encadenamientos productivos la definición es la siguiente “el completo rango de actividades involucradas en el diseño, la producción, y el marketing de un producto” (Gereffi, 1999).

Al mismo tiempo incrementar el nivel de inversión en los niveles escolares medio superior, pues este es el nivel que presenta un estancamiento, construir centros escolares de estos nivel, y otorga facilidades para que los jóvenes se puedan incorporar a los centros de estudios, en el caso del nivel superior se debe de poder brindar una oferta educativa acorde a las demandas de las necesidades de la región, en esta caso sería primordial proporcionar ingenierías pues la actividad manufacturera demanda capacidades técnicas y metodológicas en la elaboración de productos y de maquinaria.

Para poder mover los centros de trabajo en las actividades económicas, más fuertes el gobierno debe de poder brindar condiciones favorables para los empresarios, otorgando créditos y acondicionando vialidades en los municipios que presentan menor grado de factores resilientes, las vialidades son determinantes en la distribución de las mercancías.

Crear centros de impartición de justicia (policías) en estos municipios favorecerá un ambiente seguro en la población y también en los empresarios pues controla la delincuencia (Bandres, 2001), dotar de servicios básicos como son agua, energía eléctrica y drenaje son indispensables, pues estos recursos evitasen que existan enfermedades en las personas.

Con estos elementos se pretenderá como finalidad, se trasladen los centros de trabajo de las principales actividades económicas y/o también se invierta en nuevos centros de trabajo en estos municipios.

Una manera de explicar los efectos que se esperarían para lograr alcanzar el crecimiento económico será la siguiente, entre más grande sean los centros de trabajo se generara un mayor número de empleos con calidad social, a mayor número de

empleos el efecto tendrá que generar una derrama económica en la zona, y posteriormente obtener crecimiento económico.

Bibliografía

Abarzúa, I. N. (2005). Capital Humano: Su Definición y Alcances en el Desarrollo Local y Regional. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 13-35.

Anselin, L. (1988). *Econometría espacial: métodos y modelos*. Dordrecht: Kluwer Academic

Publishers. Bandres, E. (2001). Delincuencia y acción Policial un enfoque económico. .

*Revista de Economía
Aplicada*, 5-33.

Bohórquez, I. A., & Velásquez Ceballos, E. (2008). Algunos conceptos de la
econometría. *Ecos de Economía*, 9- 34.

Callejon, M. (1998). *Concentración Geográfica de la Industria Y Economías de
Aglomeración*. .

Universidad de Barcelona: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.

Gereffi, G. (1999). Comercio internacional y modernización industrial en la cadena de
productos de ropa. *Journal of International Economics*, 37-70.

Hassink, R. (2010). resiliencia regional: un concepto prometedor para explicar. *Cambridge
Journal of Regiones, Economía y Sociedad*, 45-58.

Holling, c. (1973). Resiliencia y estabilidad de los sistemas ecológicos. *Revisión anual
de ecología y sistemática*, 1-23.

López, S. A. (5 de Febrero de 2019). *La Iniciativa de Comunicación*. Obtenido de
Comunicación y medios para el desarrollo de América Latina y el Caribe:
<http://www.comminit.com/la/node/149935>

Martin, R. (2011). La capacidad de Recuperación Económica Regional, Histéresis y
los Impactos Resesivos. *Revista de Geografía Económica*., 1-32.

Marx, K. (2014). *El capital: Crítica de la economía política*. México: Fondo de Cultura

Economica. Oliveira., O. d. (04 de 2006). Jóvenes y precariedad laboral en México.

Papeles de población., 37-73.

Obtenido de www.scielo.org.mx.

Rosell Foxà, J., Viladomiu Canela, L., & Mancilla Mancilla, C. (2011). *Resiliencia, territorios
y empleo: El caso de las comarcas catalanas*. Barcelona, España: Universitat
Autonoma de Barcelona.

Trujillo, M. A. (5 de Febrero de 2019). *Acerca de nosotros: Docplayer*. Obtenido de
Docplayer corporacion sitio web: <https://docplayer.es/19751393-La-resiliencia-en-la-psicologia-social.html>

Fabricación de biofiltro para tratamiento de agua pluvial para uso doméstico

Eduardo Campos Medina¹
Salvador Adame Martínez
Rosa María Sánchez Nájera

Resumen

Se ha comprobado que las emisiones de gases industriales incorporan sustancias a la atmósfera que da como resultado la contaminación de lluvia. Por lo cual se planteó la fabricación de un biofiltro para retener dichas sustancias. Este biofiltro se elaboró empleando un residuo orgánico (olote de maíz). El residuo fue recolectado y tratado, posteriormente se colocó como lecho en tres recipientes consecutivos como recolectores de lluvia. Se prepararon soluciones sintéticas del contaminante aluminio (Al) de 5 hasta 60 mgL⁻¹. Estas soluciones fueron vertidas en los recipientes y se recolectaron muestras líquidas en cada etapa de filtración. De cada una de las muestras se cuantificó el Al disuelto en la fase acuosa. Los resultados mostraron que las eficiencias de remoción fueron altas para las soluciones de bajas concentraciones, y conforme aumentaba la concentración de Al, los porcentajes de remoción disminuyeron proporcionalmente. Finalmente, las isothermas de biosorción se ajustaron al modelo de Freundlich.

Palabras Clave: agua pluvial, biosorción, biofiltro

Biofilter manufacturing for domestic usage rain water treatment

Abstract

It has been proven that industrial gases emissions incorporate substances to the atmosphere giving as a result rain pollution. Therefore, the manufacturing of biofilter to stop such substances was proposed. This biofilter was manufactured using an organic waste (corn cob). This waste was collected and treated (what is later known as bed) in three consecutive containers as rain gatherers. Synthetic solutions of aluminum (Al) as a pollutant from 5 to 60 mgL⁻¹ were prepared. These solutions were poured into the containers mentioned above, and liquid samples were collected in each filtering stage. In every sample, the dissolved aluminum in watery phase was quantified. The results demonstrated that removal efficiencies were high for the solutions with low concentrations of Al. According to the concentration Al the removal percentages proportionally decreased. In the end, the biosorption isotherms adjusted to the Freundlich model.

Key words: rainwater, biosorption, biofilter.

¹ Profesores de la Facultad de Planeación Urbana y Regional de la UAEM, correos electrónicos: edcm68@gmail.com, adame_ms@yahoo.com y snrm39@yahoo.com.mx

Introducción

Normalmente la contaminación del agua se ha reflejado como tópico relacionado con las aguas residuales industriales como en las domésticas. Esto se establece realizando las pruebas fisicoquímicas de dichas aguas contaminadas, tomando como punto de referencia las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y la NOM-003-SEMARNAT-1997. En cada una de ellas se establecen los límites permisibles de cada una de las sustancias tanto orgánicas como inorgánicas que se incorporan a ellas debido a las actividades antrópicas del hombre.

Debido a estas actividades humanas el crecimiento urbano se ha desarrollado y su efecto negativo es el el cortocircuito del ciclo hidrológico, reduciendo la retención de aguas pluviales en la fase terrestre y limitando la purificación natural por filtración, asentamiento y estabilización bioquímica (Al Ali, Debade, Chebbo, Béchet, & Bonhomme, 2017).

Esta agua de lluvia ha sido muy utilizada en tiempos ancestrales a través del mundo para satisfacer las necesidades humanas tanto de consumo como uso agrícola, desgraciadamente las actividades industriales del hombre incorporan sustancias químicas residuales que se mezclan con el agua en fase gaseosa en la atmósfera.

Asimismo, el agua de lluvia cumple un papel importante en la limpieza de la atmósfera ya que a través de este proceso se remueven la mayor cantidad de iones presentes en la misma La composición química del agua de lluvia varía de un lugar a otro y de una región a otra debido a la influencia de fuentes locales tanto naturales como antropogénicas. Conocer su composición es importante para entender el papel del transporte de los componentes solubles de la atmósfera y su contribución a las diferentes fuentes de contaminantes atmosféricos adicionalmente el agua de lluvia funciona como un sumidero importante para la materia en forma de gases y partículas incluyendo metales traza en la atmósfera y por tanto desempeña un papel importante en el control de las concentraciones de estas especies (Doria Argumedo, 2017).

Acercas de la composición de los componentes disueltos en el agua de lluvia se pueden dividir generalmente en tres grupos: a) los aerosoles de sal marina, b) los aerosoles

terrestres (suelo polvo las emisiones biológicas y c) los aportes antropogénicos. Estos últimos se relacionan con procesos industriales, combustibles fósiles, actividades mineras, incineración de residuos, emisiones del motor de vehículos, agricultura y fertilizantes, además de otras actividades humanas que emiten grandes cantidades de contaminantes atmosféricos((Moraef, Sekhavatjou, & Hosseini, 2014), (Montero, 2014)).

Uno de los grupos de contaminantes atmosféricos que genera gran preocupación es el de los metales pesados debido a sus características tóxicas potencialmente cancerígenas y su persistencia en el medio ambiente (Montero, 2014).

Esta situación ha sido corroborada con diversos estudios, la relación entre los constituyentes orgánicos e inorgánicos del agua de lluvia y la actividad antropica fue establecida con la investigación realizada por Chon y Colaboradores (2015), que recolectaron muestras de agua de lluvia de junio a diciembre del 2012 en un área urbana de Gwangjum, Korea. Se cuantificaron diversos iones metálicos que fueron Zn, Al, Fe, Mn, Cr, Pb, Ni, Cu, Cd, así como algunos aniones Cl^- , NO_3^- , SO_4^{-2} . La cuantificación fue realizada con diversas técnicas de laboratorio, los resultados mostraron que las concentraciones tuvieron el siguiente orden $Zn > Al > Fe > Mn > Pb > Cu > Ni > Cd > Cr$, siendo más altas en el invierno que en el verano. Esto indico que estos elementos tuvieron como origen las actividades industriales que tienen lugar en el área de estudio.

Debido a esta problemática, diversas investigaciones se han realizado con la finalidad de monitorear la calidad del agua de lluvia que se muestran a continuación:

- Zdeb y Colaboradores (2018) realizaron estudios del agua de lluvia en una Rzeszów, Polonia. La investigación tuvo como objetivo primordial valorar la calidad del agua de lluvia en zonas suburbanas que usualmente la utilizan para varios propósitos económicos y con la posibilidad de reutilizarse para consumo humano. Los parámetros fisicoquímicos que se estudiaron del agua de lluvia fueron pH, conductividad, turbidez, acidez-basicidad, CO_2 disuelto, amonio, nitritos, nitratos, nitrógeno, fosfatos, sulfatos, cloruros, carbono orgánico total y metales pesados. La investigación se realizó en las cuatro estaciones del año y los resultados mostraron

que únicamente el agua puede utilizarse para propósitos o actividades económicas y no para consumo humano (Zdeb, Papciak, & Zamorska, 2018)

- En Guajira, Colombia se monitorearon los metales pesados de Cd, Cu, V y Pb en agua de lluvia que tenía de influencia una zona minera. El estudio se realizó en un periodo de un año, los análisis del agua se realizaron con técnica de espectrometría de absorción atómica. Los resultados mostraron que el agua de lluvia contenía gran cantidad de Cd, ya que superaba los límites permisibles y por tanto no es apta para el consumo humano (Doria Argumedo, 2017).
- Park y Colaboradores (2015) realizaron estudios de la composición química de especies inorgánicas en precipitaciones en Shihwa, Korea. Las muestras de lluvia fueron recolectadas semanalmente de junio del 2000 al noviembre del 2007, las zonas consideradas fueron áreas industrial, rural y agrícola. Los parámetros considerados fueron el pH, Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , NH_4^+ y Ca^{2+} . Los resultados mostraron que las zonas se ven altamente impactadas SO_4^{2-} , la variación de NO_3^- y NH_4^+ . Por lo cual se encontraron una alta correlación entre las actividades antrópicas y las concentraciones de dichos componentes (Seung Myung, Beom-Keun, Gangwoong, & Sung-Hyun, 2015).
- En Sydney, Australia los nutrientes y los metales en la escorrentía de aguas pluviales ejercen una influencia negativa en la recepción de los ecosistemas acuáticos (Nath, Chaudhuri, & Birch, 2014).
- Kleinheinz y colaboradores (2008) realizaron una evaluación del agua de lluvia en el parámetro de *Escherichia coli*. La investigación consistió de recolectar muestras de agua de lagos y ríos, tratando de encontrar que el incremento de este organismo en agua de lugares recreativos está ligado al incremento de lluvias y escorrentías. A la par se evaluó el comportamiento de un filtro que remueve este organismo como indicador en condiciones de laboratorio. Los resultados finales mostraron una relación directa, así como la remoción con óptimos resultados de este microorganismo (Kleinheinz, Zems, & Koenig, 2008).

Anualmente México recibe del orden de 1,489 miles de millones de metros cúbicos de agua en forma de precipitación. Se estima que el 73.1% se evapotranspira y regresa

a la atmósfera, el 21.1% escurre por los ríos y arroyos, y el 4.8% restante se infiltra al subsuelo de forma natural y recarga los acuíferos. Tomando en cuenta las exportaciones e importaciones de agua con los países vecinos, así como la recarga incidental, el país cuenta con 462 mil millones de metros cúbicos de agua dulce renovable, por año, a lo que se denomina disponibilidad natural media. La disponibilidad media per cápita (por habitante) de agua a nivel nacional disminuye con el aumento de la población, ya que la disponibilidad natural media total se divide entre un mayor número de habitantes. La disponibilidad natural media per cápita de agua a nivel nacional disminuirá de 4,090 metros cúbicos por habitante por año en el año 2010 a 3,815 en 2030 (CONAGUA, 2012).

Debido a la problemática de contaminación se han desarrollado varios tratamientos de dichas aguas residuales con la finalidad de remover los contaminantes disueltos en ellas. Los procesos usuales para tratar el agua que contiene sustancias contaminantes disueltas son la coagulación y floculación, pero la generación de lodos residuales es el principal inconveniente de esta técnica de remoción. Otros procedimientos pueden ser aplicados como son el tratamiento biológico, los tratamientos avanzados de oxidación que implican la degradación de los contaminantes orgánicos hasta el resultado final que es el CO₂, tratamientos electroquímicos que buscan la reducción o precipitación de contaminantes inorgánicos. Sin embargo, estas metodologías implican una fuerte inversión económica, por lo que se han desarrollado en los últimos años la implementación de biofiltros para retener los contaminantes del medio acuoso.

La biofiltración consiste típicamente en una capa con vegetación de franco arenoso que cubre capas de arena y grava, diseñadas para capturar, infiltrarse y tratar la escorrentía de aguas pluviales urbanas antes de la descarga corriente abajo o en el entorno circundante o la recolección para la recolección (Hunt, Smith, Hathaway, Jadlocki, & Eubanks, 403-408).

Al igual que los humedales de tratamiento de aguas residuales, los biofiltros son sistemas de ingeniería que aprovechan los procesos biogeoquímicos naturales. Sin embargo, los biofiltros difieren fundamentalmente de los humedales como resultado

de los flujos de aguas pluviales y la infiltración. Si bien los biofiltros comparten algunas características de diseño comunes con los humedales de flujo vertical, se distinguen por ser efímeros, alimentados por intermitentes urbanos escorrentía de aguas pluviales, que difiere sustancialmente de las aguas residuales en su composición e hidrología de entrada (Taylor G. D., Fletcher, Wong, Breen, & Duncan, 2005)

El rendimiento de los biofiltros de aguas pluviales (también conocidos como sistemas de bioretención o raingardens) se ha expresado tradicionalmente en términos de simple eliminación de contaminantes. Pocos estudios consideran la permanencia de esta eliminación, aunque muchos procesos en tales sistemas pueden describirse mejor como atenuación: cuando la retención es solo temporal y el contaminante se libera en algún momento, ya sea en su estado original o transformado. El destino de un contaminante entre las vías de eliminación temporal y permanente es fundamental para el rendimiento a largo plazo (Payne, y otros, 2014).

Los materiales que se han empleado como biofiltros son diversos, así como los resultados de remoción de los contaminantes disueltos en la fase acuosa. Un ejemplo de esto fue la investigación que realizó Vicente Reyes (2016), en la cual se propuso una alternativa ecológica de tratamiento de aguas residuales doméstica. El biofiltro se construyó de material vivo (lombrices) e inerte (viruta y grava). Al irrigar el agua residual en este filtro biológico se demostró la alta eficiencia en la remoción de materia orgánica y organismos patógenos. Se realizaron dos Biofiltros pilotos, uno con empaque de aserrín y otro con empaque de fibra de coco en los cuales se hizo el tratamiento de agua residual doméstica, se tomaron muestras del efluente tratado en cada reactor y fueron sometidas a pruebas de laboratorio. El análisis e interpretación de resultados arrojaron que la eficiencia en la remoción de contaminantes del Biofiltro con aserrín es del 53.53 % y está fuera de la norma, y del Biofiltro con fibra de coco es del 82.37 % y está dentro de la norma de calidad ambiental. Por lo cual en esta propuesta se planteó la fabricación de tres biofiltros conectados en serie para filtrar un agua sintética con un elemento contaminante que puede estar disuelto en el agua de lluvia, el cual es el Aluminio. Este elemento tiene antecedentes que al ser ingerido puede generar a largo plazo la enfermedad de Alzheimer.

Debido al escenario de la falta de agua que se presenta en algunas ciudades, por ejemplo, la Ciudad de México, los problemas de abasto se recrudecen y generan complicados problemas urbanos para la satisfacción de las necesidades la población. Por esta razón se han empezado a plantear propuestas del reúso del agua de lluvia para otras actividades, ya sea para sanitarios como lavado y riego de áreas verdes. Sin embargo, el principal inconveniente es el contenido de sustancias disueltas en al agua de lluvia. Por lo cual se han utilizado filtros bastante costosos y no de fácil acceso para toda la población, por lo cual la propuesta que aquí se presenta pudiera ser una solución a la necesidad que este tipo de población puede acceder. Siendo su construcción bastante económica y fácil de instalar para la filtración del agua de lluvia que pueden recolectar en tiempo de precipitaciones.

Consideraciones teóricas

Las consideraciones teóricas que se tomaron en cuenta para el desarrollo de esta propuesta, es el proceso de biosorción. Este principio considera la adsorción de un analito (en este caso el aluminio) disuelto en fase acuosa sobre una superficie solida (que en este caso es el biomaterial, el olote de maíz). Dicha tecnología está considerada como un tratamiento de pulimiento a las aguas residuales que contienen pequeñas concentraciones de contaminantes, ya sea tanto inorgánicos como orgánicos.

Todo material que se emplea en el proceso de biosorción presenta varias características, la cuales a su vez ayudaran a dilucidar qué es lo que está sucediendo en este fenómeno, las cuales son: a) Área superficial y estructura porosa, b) Granulometría, c) Composición química, d) Características en la adsorción de moléculas orgánicas y e) Dureza. Es por ello que los resultados de remoción de diversos contaminantes empleando diferentes biomateriales arrojen resultados experimentales que pueden ser muy diferentes.

En el proceso de adsorción existen variables que tienen un efecto directo en el desarrollo del fenómeno, a continuación se muestran las siguientes (Klapkova, Halecky, Fitch, Soccol, & Paca, 2006):

- *Influencia del pH en la adsorción.* El valor del pH es un factor más

importante, la adsorción de cationes esta favorecida para valores de pH por encima de 4.5 (Kratochvil D. et al 1998), mientras que para la adsorción de aniones los valores de pH deben oscilar entre 1.5 y 4 (Kuyucak y Volesky (1989a) y Roberts (1992)).

- *Influencia de la temperatura en la adsorción.* La temperatura tiene un efecto marcado en los procesos de adsorción” (Kuyucak y Volesky 1989a). Un aumento hasta 40 ° C provoca na leve mejora en la retención, mientras que a temperaturas 60 ° C o superior propician una pérdida en la capacidad de adsorción debido al deterioro del material (Glasstone S. et al. 1941).
- *Tiempo de equilibrio en la adsorción.* Generalmente los mayores porcentajes de remoción del analito disuelto en fase acuosa se presentan a los pocos minutos de generarse el contacto entre el biomaterial y el analito (contaminante). Esta biosorción ha sido evaluada mediante la utilización de isoterma que describen el equilibrio del proceso. “Los modelos de Langmuir (1918) y Freundlich (1926) han sido posiblemente los más utilizados para describirlo” (Tsezos y Volesky (1981); Prasetyo (1992) y Holan y Volesky (1994)).
- *Efecto de la concentración de la biomasa.* En investigaciones previas se determinó que la biomasa retiene más iones metálicos a una concentración menor que a una mayor. A concentraciones elevadas de biomasa, se presenta un efecto de agregado, ya que las moléculas se empiezan a atraer entre si disminuyendo los sitios activos de cada una de las moléculas (Campos, 2006).
- *Tipo de Poro.* Este factor también es importante, ya que de acuerdo a su tamaño y forma se siguen las siguientes consideraciones (UNAM, 2017): **Poros cerrados:** totalmente aislados de sus vecinos. Influencian propiedades macroscópicas como la densidad, fortaleza mecánica y conductividad térmica, pero son inactivos en procesos como flujo de fluidos y adsorción de gases. **Poros abiertos:** poseen canales

continuos de comunicación con la superficie externa del material. Las geometrías más frecuentes de los poros son: a) Poros cilíndricos (por ejemplo, en alúmina y óxido de magnesio). Poros en forma de rendija o hendidura (en carbones activados y arcillas), b) Espacios o huecos entre esferas de sólidos conectadas (en sílice y otros sólidos obtenidos a partir de geles), c) Poros en forma de botella de tinta (ink-bottle shaped): el cuerpo del poro es mayor que su boca).

Una vez que se llevó a cabo la biosorción del contaminante, con base en los porcentajes de remoción generados experimentalmente, es necesario dilucidar y establecer que ocurrió en dicho proceso. Por lo cual se han desarrollado varios modelos para el análisis de datos de isothermas experimentales y para describir el equilibrio de adsorción. Estas argumentaciones teóricas se incluyen los patrones de Langmuir, Freundlich, Toth, y Tempkin, Redlich -Peterson. Estas ecuaciones contienen variables similares y difieren principalmente en el ordenamiento de las mismas. Los dos principales estándares utilizados en este tipo de estudios son los modelos de Langmuir y Freundlich, que se utilizan para la adsorción de colorantes en biopolímeros, aunque estos modelos fueron desarrollados inicialmente para el modelo de adsorción de solutos de gas en las superficies metálicas, y se basa en la hipótesis de adsorción física (Gimbert et al. 2008).

Modelo de Langmuir. Este modelo describe el equilibrio entre las fases sólido-líquido de los sistemas como un equilibrio químico reversible entre especies. Algunas aseveraciones tomadas en cuenta para este modelo son: a) la energía de adsorción es constante e independiente de la extensión de la superficie, b) la adsorción se localiza en sitios donde no hay interacción con moléculas adsorbidas y c) la adsorción máxima posible es la formación de una monocapa sobre la superficie. El modelo se muestra en la siguiente expresión matemática

$$\frac{C}{q} = \frac{1}{Q^b} + \frac{C}{Q}$$

Donde:

q = masa de adsorbato por masa de adsorbente al equilibrio (mg/mg)

C = concentración en la solución en equilibrio (mg/L)

Q = masa del químico requerido para saturar una unidad de masa del suelo (mg/mg)

b = Constante en equilibrio de Langmuir (mg/L) (Saucedo, 2012).

Modelo de Freundlich. En este modelo la energía de adsorción puede variar debido a que las superficies reales son heterogéneas, aunque este modelo sigue considerando solo un contaminante y que no hay variaciones en el pH, el modelo se muestra en siguiente expresión:

$$q = K_f C^n$$

Donde:

q = masa de adsorbato por masa de adsorbente al equilibrio (mg/mg)

C = Es la concentración de equilibrio del compuesto químico de interés en solución

K_f = Una constante de equilibrio indicativa de la fuerza de adsorción es el grado de no linealidad.

Modelo Lineal; cuando la Isoterma de Freundlich indica una relación lineal entre la cantidad de sorbato y la concentración de solución en equilibrio.

Metodología

Las actividades experimentales que se realizaron en esta investigación se muestran en la Figura 1.

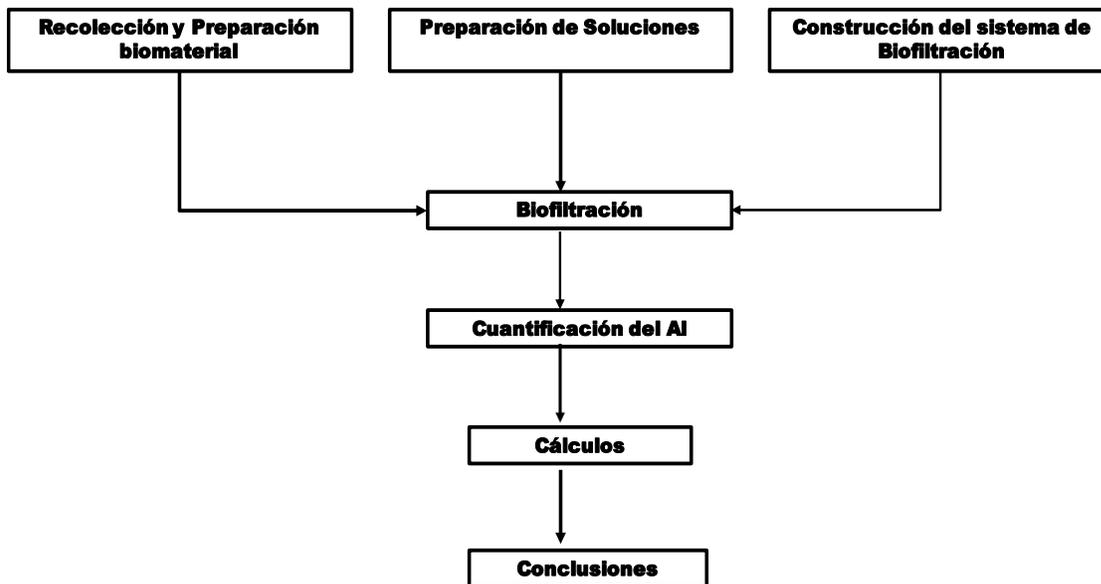


Figura 1.- Diseño experimental

Desglose de actividades

Construcción de biofiltros. Se manipularon tres recipientes de plástico de igual volumen (250 mL), a cada uno se le fue retirado el fondo. Posteriormente se les colocó una malla metálica de tamiz cerrado a manera de soporte para posteriormente colocar la capa del biomaterial. Finalmente, los recipientes fueron colocados en un soporte de manera que este uno arriba del otro, esto con la finalidad de que se lleven a cabo tres filtraciones sucesivas como se muestra en la Figura 2.

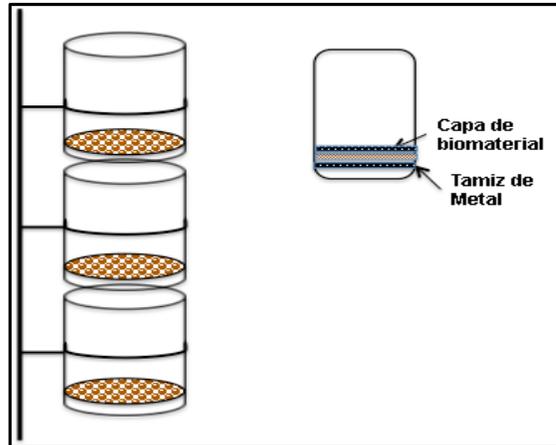


Figura 2. Dispositivo del biofiltro

Preparación del biomaterial. El biomaterial fue recolectado y partido a un tamaño de partícula más o menos pequeño que no pasara de un tamiz de 40 mesh, una vez hecho esto fue secado durante tres días a los rayos del sol por 7 hrs. Después se transfirió a una estufa durante tres horas a una temperatura de 75 °C. El biomaterial se lavó con una solución ácida de H_2SO_4 al 5 %, este lavado se realizó tres veces seguidas para finalmente ser lavado con agua desionizada. El biomaterial tratado se colocó nuevamente en la estufa para ser secado como actividad final. Este biomaterial fue colocado en cada uno de los recipientes para formar una capa aproximada de 0.5 cm de altura, posteriormente se colocó otro tamiz de metal para evitar que se esparciera el biomaterial. El diseño se aprecia en la Figura 1.

Preparación de Soluciones sintéticas. Se pesaron 2.47 grs de AlCl_3 y se transfirieron a un matraz aforado de 1 Lt de agua desionizada para preparar una solución de 500mgL^{-1} . De esta solución madre se tomaron alícuotas aplicando el método de diluciones para generar soluciones sintéticas de 5, 10, 20, 30, 40 y 50mgL^{-1} . Con cada una de estas soluciones utilizaron para realizar el proceso de filtración.

Proceso de Remoción. El proceso de remoción se analizó para cada una de las soluciones sintéticas mencionadas. Para lo cual se vertieron 250 mL en el primer filtro, posteriormente se tomaron pequeñas muestras de 5 mL a los 5, 10, 15, 20 y 25 minutos que fue el tiempo que tardó el filtrado. Esta actividad se repitió en la segunda y tercera etapas de filtrado.

Cuantificaciones y cálculos. De la cada una de las muestras recolectadas del proceso de filtración, se llevaron a un equipo de espectrofotometría de absorción atómica para cuantificar en la fase acuosa el aluminio que no fue retenido por el biofiltro. De estas cuantificaciones se establecieron los porcentajes de remoción, las concentraciones de aluminio en fase acuosa, las correspondientes isothermas de adsorción y finalmente los porcentajes de remoción en cada una de las etapas de filtración.

Análisis de resultados

Los resultados experimentales se muestran a continuación:

Proceso de remoción. Una vez recolectadas las muestras de cada uno de los biofiltros se cuantificaron mediante el equipo de absorción atómica las concentraciones resultantes del aluminio disuelto en la fase acuosa. Estos resultados se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados de remoción del Aluminio

Concentración/Tiempo	1ª Filtración		2ª Filtración		3ª Filtración	
	Concentración Soln. (mg/L)	%	Concentración Soln. (mg/L)	%	Concentración Soln. (mg/L)	%
5 (mg/L)						
5 min	2.39	47.8	2.38	47.6	0.22	4.4
10 min	2.41	48.3	2.41	48.2	0.18	3.6
15 min	2.48	49.6	2.47	49.4	0.04	0.8
20 min	2.48	49.6	2.47	49.4	0.04	0.8
25 min	2.48	49.6	2.475	49.5	0.04	0.8
10 (mg/L)						
5 min	4.71	47.1	4.697	46.97	0.59	5.92
10 min	4.78	47.8	4.75	47.5	0.465	4.65
15 min	4.9	49	4.87	48.7	0.23	2.3
20 min	4.9	49	4.87	48.7	0.22	2.2
25 min	4.9	49	4.99	48.9	0.21	2.1
20 (mg/L)						
5 min	9.22	46.1	9.18	45.9	1.56	7.8
10 min	9.3	46.5	9.19	45.96	1.49	7.48
15 min	9.42	47.1	9.38	46.9	1.19	5.95
20 min	9.5	47.5	9.46	47.33	1.0	5.0
25 min	9.5	47.5	9.46	47.33	0.978	4.89
30 (mg/L)						
5 min	14.25	47.5	14.19	47.3	1.5	5.0
10 min	14.34	47.8	14.22	47.4	1.33	4.6
15 min	14.58	48.6	14.49	48.3	0.894	2.98
20 min	14.59	48.66	14.52	48.4	0.87	2.90
25 min	14.59	48.66	14.52	48.4	0.87	2.90
40 (mg/L)						
5 min	19.16	47.9	19.12	47.8	1.72	4.3
10 min	19.48	48.7	19.39	48.48	1.12	2.82
15 min	19.5	48.75	19.44	48.6	1.06	2.65
20 min	19.5	48.75	19.44	48.6	1.06	2.65
25 min	19.5	48.75	19.44	48.6	1.06	2.65

Continuación de Tabla 1. Resultados de remoción del Aluminio

Concentración/Tiempo	1ª Filtración		2ª Filtración		3ª Filtración	
	Concentración Soln. (mg/L)	%	Concentración Soln. (mg/L)	%	Concentración Soln. (mg/L)	%
50 (mg/L)						
5 min	23.85	47.7	23.75	47.5	2.3	4.6
10 min	24.04	48.08	23.98	47.96	1.94	3.89
15 min	24.25	48.5	24.05	48.1	1.6	3.2
20 min	24.37	48.75	24.2	48.4	1.37	2.74
25 min	24.37	48.75	24.2	48.4	1.37	2.74

De estos resultados se generaron las gráficas de remoción en las cuales se manifiestan los porcentajes alcanzados en la 1ª remoción. Esto se debe a que el comportamiento de la primera filtración y la 2ª filtración son casi iguales (cabe señalar que los porcentajes de remoción se calcularon con base en la concentración inicial de cada una de las soluciones originales). Esto se muestra en las Figuras 3 y 4. Este comportamiento se justifica debido a que la naturaleza de los biofiltros es la misma, es decir mismo tamaño de partícula, las mismas dimensiones. Esto nos lleva a establecer que el proceso de filtración del primer filtro es igual al del segundo filtro. De ahí que los porcentajes de remoción en ambas etapas fueran casi iguales. Finalmente, en la tercera etapa la concentración del aluminio restante fue mínima. Por lo cual los porcentajes de remoción fueron muy pequeños en comparación con los dos procesos iniciales.

En la Figura 3 se puede apreciar que el máximo porcentaje de remoción alcanzado para las tres primeras concentraciones (5,10, 20 mgL⁻¹), fue cercano al 50%. El comportamiento muestra que a bajas concentraciones el biomaterial adsorbe el analito no de manera eficiente, esto se justificó debido a que no se presentó ningún movimiento mecánico que favoreciera el contacto entre el aluminio y toda la superficie de las moléculas del biomaterial. Es decir, solamente en unas partes del biomaterial el aluminio fue retenido.

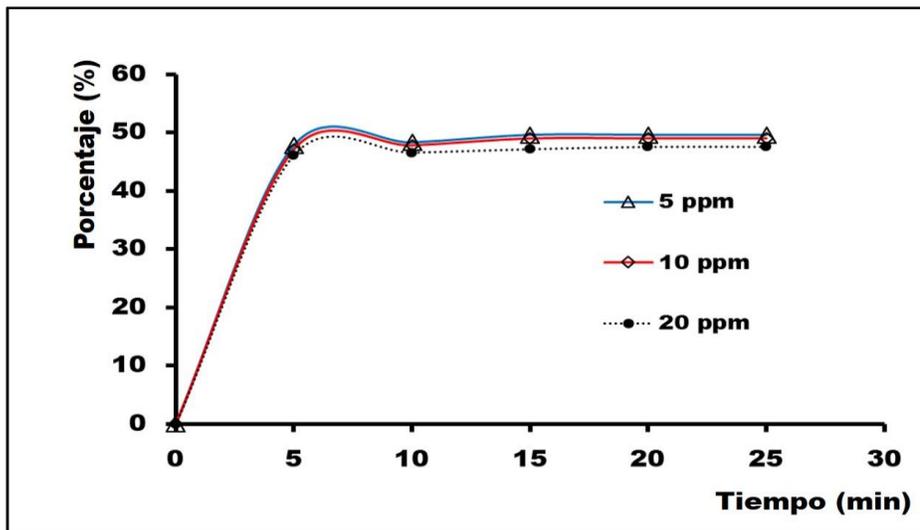


Figura 3. Porcentajes de remoción para las soluciones de 5, 10 y 20

mg/L

En la Figura 4 las soluciones de mayor concentración (30, 40 y 50 mgL⁻¹) el comportamiento fue el mismo, esto se evidencia en los porcentajes de remoción que se generaron en primera filtración. Es decir que debido a que la biosorción se realizó a manera de lecho, el contacto entre adsorbente (biomaterial) y adsorbato (aluminio) no fue el óptimo y de ahí que también los porcentajes de remoción se acerquen a los 47- 48 %.

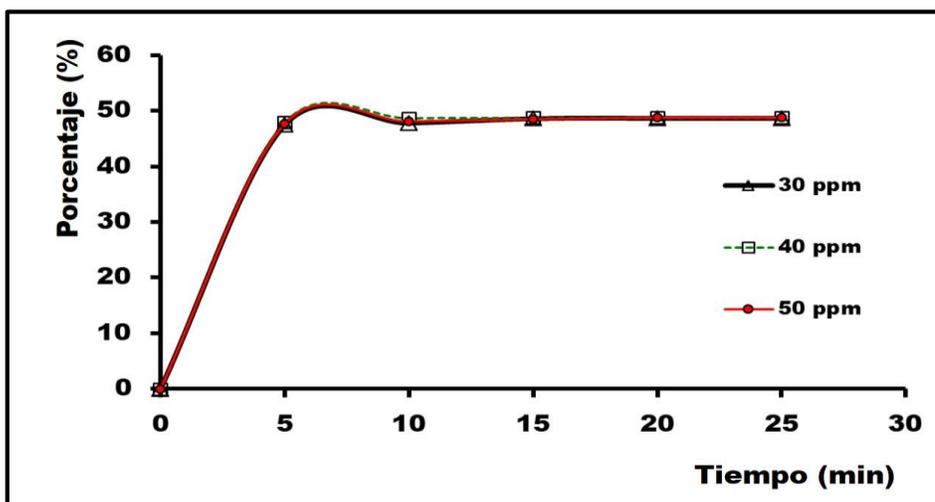


Figura 4. Porcentajes de remoción para las soluciones de 30, 40 y 50 mg/L

Por último, no se presentaron los porcentajes de remoción de la tercera fase, ya que estos fueron los remanentes de las dos filtraciones previas, de ahí que al sumar las concentraciones de aluminio removidas en las tres etapas los resultados se acerquen a la concentración inicial de la solución sintética del contaminante. Esto se puede observar en la Figura 5.

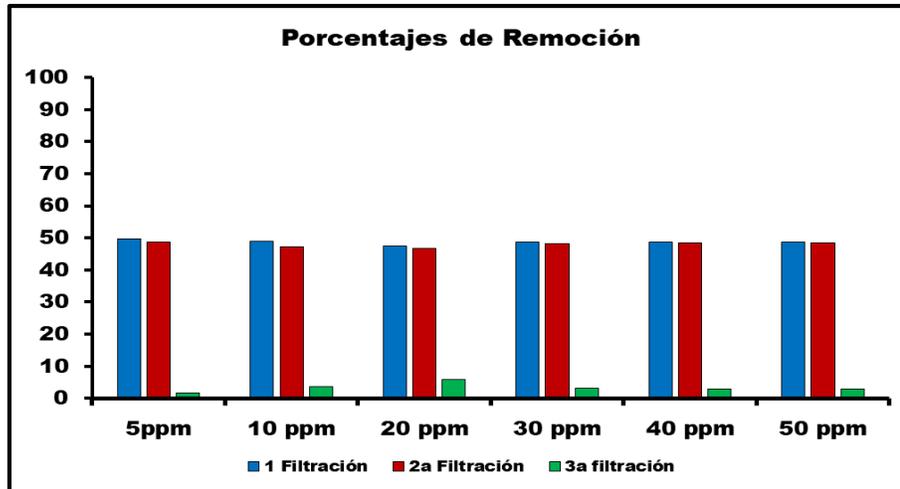


Figura 5. Porcentajes de remoción del Aluminio en las etapas de filtración.

Proceso de Filtración. Como se especifico en un inicio el biomaterial fue únicamente lavado con solución ácida y secado, esto para activar sus sitios que poseen grupos funcionales y para evaporar todas las moléculas de agua pudieran estar retenidas entre los espacios intermoleculares del olote de maíz. El análisis del biomaterial consideró al compuesto orgánico hemicelulosa (Figura 6a) que es su componente principal. Dicha estructura posee grupos hidroxilo (-OH) y éter (-O-) los cuales por su composición química tiene exceso de electrones confiriéndoles cargas negativas llamadas dipolos (δ^-) (Ver Figura 6b). Estos dos grupos funcionales son considerados como sitios activos de adsorción, que al momento de ponerse en contacto con el aluminio que tiene una carga 3+ en solución se atrajeron entre sí.

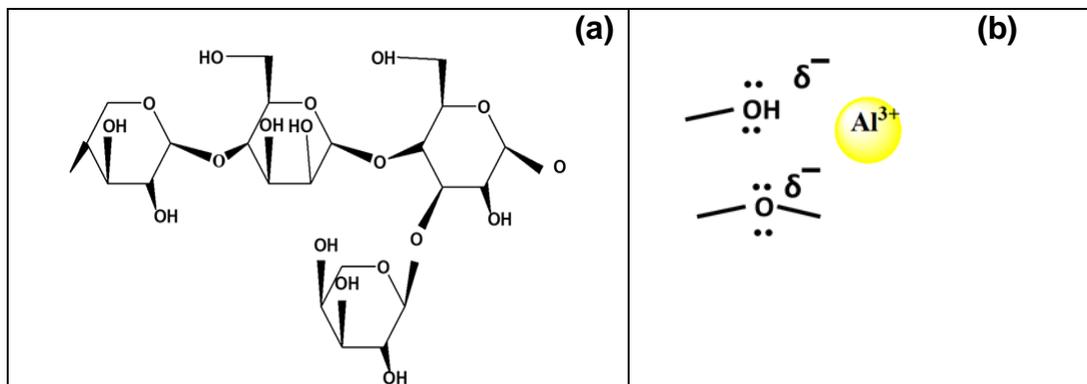


Figura 6a) Hemicelulosa, 6b) Dipolos negativos y Aluminio solución (Al^{3+})

Una vez que tanto el biomaterial y al aluminio cargado positivamente se pusieron en contacto se llevaron a cabo atracciones por diferencia de cargas a lo largo y ancho de este. En estas cohesiones los dipolos negativos atraen al ion positivo del aluminio, funcionando la red de moléculas de hemicelulosa como un tamiz selectivo. Por lo cual se establece que el analito (Al) quedo retenido en una superficie heterogénea. Esto se visualiza en la Figura 7.

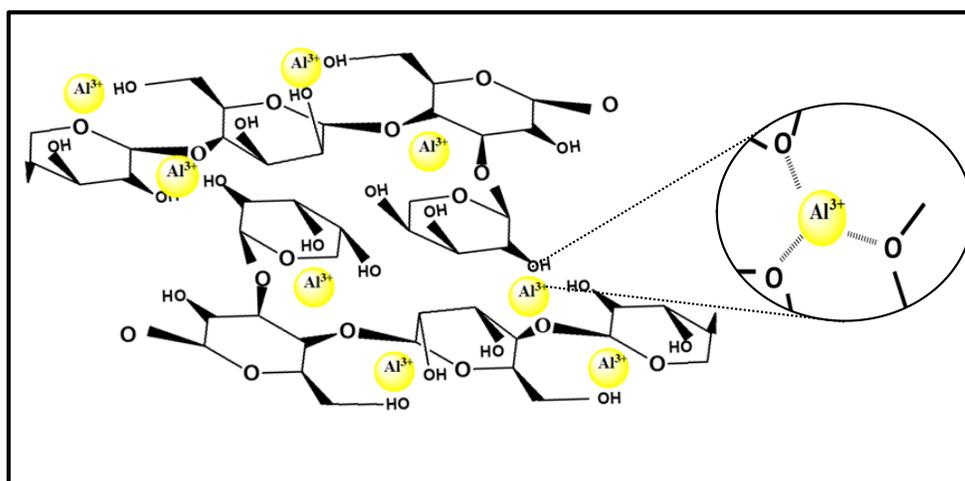


Figura 7. Tamiz de la molécula de hemicelulosa y atracciones con alumini

Cálculo de Isotermas. En el calculo de las isotermas se valoraron las variables de “Ce” y “qe”, las cuales corresponden al aluminio disuelto en fase acuosa y el retenido en el biomaterial respectivamente. Los datos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Valores de variable de Isoterma de Langmuir

Ce (mgL⁻¹)	qe (m^gg⁻¹)
2.52	1.68
5.1	3.26666667
10.5	6.33333333
15.402	9.732
20.5	11.1428571
25.625	13.9285714

Cabe señalar que los datos se generaron de las correspondientes tablas de porcentajes remoción, para posteriormente calcular la correspondiente grafica que se muestra en la Figura 8.

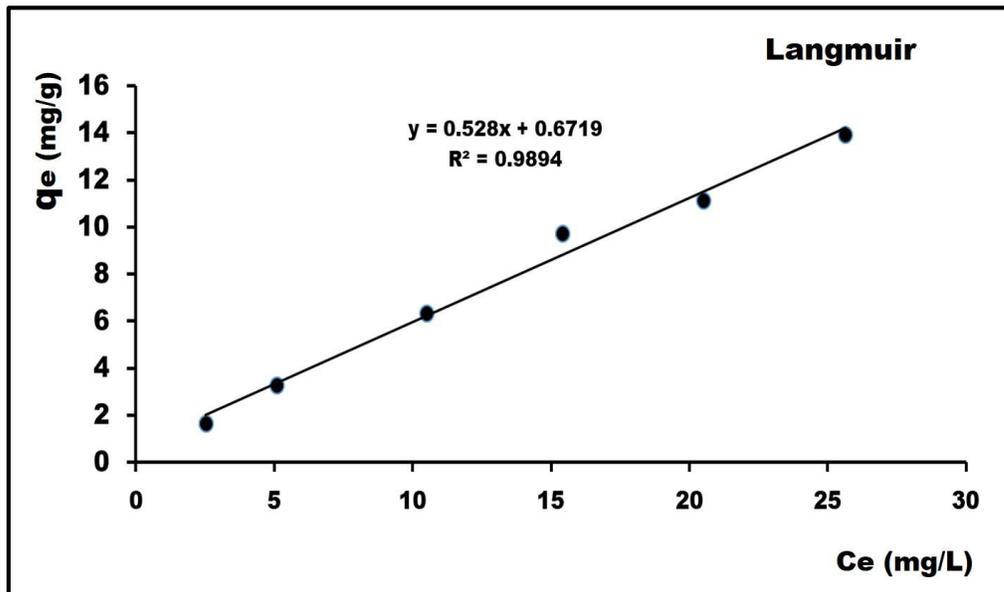


Figura 8. Isotherma de Langmuir

La Figura 8 muestra la isoterma de Langmuir, la cual fue linearizada y señala la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación $r^2 = 0.98$, la cual indica que hay una correlación directa entre el aluminio disuelto en fase acuosa y el aluminio retenido en el biomaterial.

Asimismo, se calculó la isoterma de Freundlich, para lo cual únicamente se generaron los logaritmos de cada uno de los valores de la isoterma de Langmuir. Estos resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Valores de valores de isoterma de Freundlich

Ln (Ce)	Ln (qe)
0.9242589	0.51879379
1.62924054	1.1837701
2.35137526	1.84582669
2.73449737	2.27541942
3.02042489	2.41079868
3.24356844	2.63394223

Al tener estos valores se genero la grafica de la isoterma correspondiente donde se linealizaron los valores, esto se muestra en la Figura 9.

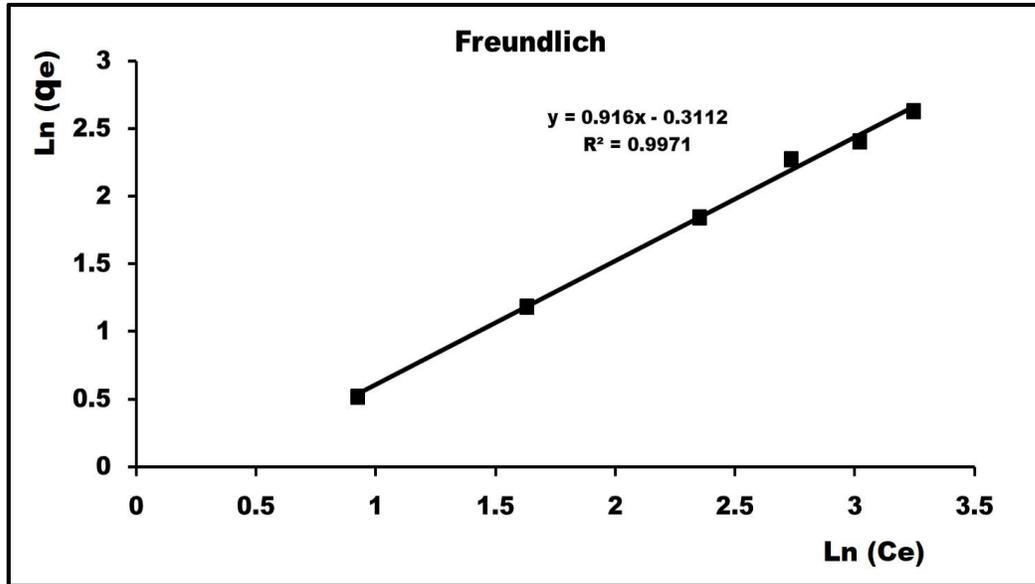


Figura 9. Isoterma de Freundlich

En la Figura 9. Se muestra la correlación directa que hay entre el aluminio disuelto en la fase acuosa y el aluminio disuelto en fase acuosa, se observa la ecuación de la recta y el coeficiente de correlación $r^2 = 0.99$. Por lo cual al comparar ambos resultados se determina que el modelo de biosorción que se presentó en la fase experimental se ajusta al modelo de Freundlich.

Esto significa que el aluminio se adsorbe sobre el biomaterial formando una sola monocapa, pero sobre una superficie heterogénea, es decir que el analito es retenido en solo puntos específicos del biomaterial llamados puntos activos. Con esto se corrobora lo planteado en el proceso de filtración con respecto a la molécula de hemicelulosa, que se estableció que su superficie contiene puntos activos distribuidos de manera heterogénea.

Conclusiones

Al termino de la parte experimental se generaron las siguientes conclusiones:

- El porcentaje de remoción en las dos primeras etapas alcanza casi el 48%, de eficiencia de remoción, esto debido a que el proceso de remoción del

contaminante es estático. Es decir, no hay un movimiento mecánico que favorezca el contacto entre el analito y la superficie del biomaterial.

- El proceso de filtración en tres etapas es eficiente ya que al sumar los porcentajes de remoción alcanza casi el 100% de la concentración del Al disuelto en fase acuosa.
- La retención del contaminante por parte del biomaterial se presenta por atracciones entre sitios activos negativos y la carga positiva del Al, esto se le conoce como atracciones electrostáticas.
- El fenómeno de biosorción que se presentan en las dos primeras etapas se ajusta al modelo de Fredulich, es decir que el contaminante se adhiere formando una monocapa en una superficie heterogénea.
- En el proceso de biofiltración de la remoción de contaminantes, puede emplearse diversidad de materiales orgánicos denominados como residuos orgánicos, siempre y cuando sean pretratados adecuadamente. Esto para activar los sitios activos de adsorción que se encuentran en la superficie del biomaterial.
- Una vez empleado el biomaterial en los procesos de remoción, este tiene el contaminante adherido en la superficie y como fase final se le debe de dar un destino terminal, el cual pueden ser los siguientes: 1) Recuperar el contaminante mediante un proceso llamado desorción y 2) Disposición como residuo peligroso.

Bibliografía

- Al Ali, S., Debade, X., Chebbo, G., Béchet, B., & Bonhomme, C. (2017). Contribution of atmospheric dry deposition to stormwater loads for PAHs and trace metals in a small and highly trafficked urban road catchment. *Environmental Science Pollution Research*, 1-16.
- CONAGUA. (2012). *Atlas del Agua en México 2012*. Obtenido de www.conagua.gob.mx/CONAGUA7/Publicaciones/Publicaciones/SGP-36-12.pdf
- Doria Argumedo, C. (2017). Metales pesados Cd,Cu, en agua lluvia de la zona de mayor influencia de lamina de carbón en La Guajira, Colombia. *Revista Colombiana de Química*, 46(2), 37-44.

- Hunt, W., Smith, J., Hathaway, J., Jadlocki, S., & Eubanks, J. (403-408). Pollutant Removal and Peak Flow Mitigation by a Bioretention Cell in Urban Charlotte N. C. *Journal of Environmental Engineering*, 134.
- Klapkova, E., Halecky, M., Fitch, M., Soccol, C. R., & Paca, J. (2006). Impact of Biocatalyst and Moisture Content on Toluene/Xylene Mixture Biofiltration. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49(6), 1001-1006.
- Kleinheinz, G., Zems, T., & Koenig, K. (2008). Evaluation of Stormwater biofilter media for Escherichia coli Removal in Laboratory Microcosm. *Air, Soil and Water Research*, 1, 3-12.
- Montero, A. (2014). Evaluación de los métodos de biomonitorio con líquenes para estudiar el grado de contaminación atmosférica por elementos traza en La Habana . Tesis Doctoral. La Habana.
- Moraef, S., Sekhavatjou, M., & Hosseini, A. (2014). Determination of Trace elements concentration in wet and dry atmospheric deposition and Surface soil in the Largest industrial city Southwest of Iran. *International Journal Enviromental Research*, 8(2), 335-346.
- Nath, B., Chaudhuri, P., & Birch, G. (2014). Assessment of biotic response to heavy metal contamination in Avicennia marina mangrove ecosystems in Sydney Estuary, Australia. *Ecotoxicology Enviromental Safety*, 284-290.
- Payne, E. G., Fletcher, T. D., Russell, D. G., Grace, M. R., Cavagnaro, T. R., Evrard, V., . . . Cook, P. L. (2014). Temporary Storage or Permanent Removal? The Division of Nitrogen between Biotic Assimilation and Denitrification in Stormwater Biofiltration Systems. *PLOS ONE*, 9(3), 1-12.
- Seung Myung, P., Beom-Keun, S., Gangwoong, L., & Sung-Hyun, K. (2015). Chemical Composition of Water Soluble Inorganic Species in Precipitation at Shihwa Basin, Korea. *Atmosphere*, 6, 732-750.
- Taylor G. D., Fletcher, T., Wong, T., Breen, P., & Duncan, H. P. (2005). Nitrogen composition in urban runoff-implications for stormwater management. *Water Research*, 39, 1982-1989.
- Zdeb, M., Papciak, D., & Zamorska, J. (2018). An assessment of quality and use of rainwater as the basis for sustainable water managemene in suburban areas. *INFRAEKO*, 45, 1.8.

FUNDAMENTOS DE LA TEORÍA DE SISTEMAS Y CIUDADES INTELIGENTES SUSTENTABLES

Autores:
Lilia Angélica Madrigal García¹
Verónica Miranda Rosales²
Ryszard Rozga Luter³
Rosa Azalea Canales García⁴

Resumen

A nivel mundial el modelo de urbanización predominante se ha manifestado por grandes ciudades o también denominadas metrópolis, que han iniciado su transformación hacia el modelo de ciudad inteligente, donde se identifican diversas experiencias que van en aumento conforme avanza el siglo XXI. Las primeras metrópolis se constituyeron a partir de la instrumentación de tecnologías de información y comunicación enfocadas en el mejoramiento de los procesos de gestión de sus recursos y servicios, que principalmente fueron europeas, sin embargo, no pasó mucho tiempo para que urbes de otras latitudes impulsaran este tipo de iniciativas, pues al hacer un recuento de las ciudades consideradas inteligentes resulta evidente que no existe una sola vía que distinga el origen y las implicaciones de dicho modelo urbano.

Por el contrario, las perspectivas y vocaciones adoptadas son divergentes; algunas han privilegiado la instrumentación tecnológica para mejorar la movilidad urbana dentro y entre las ciudades, algunas ciudades le han apostado a la instrumentación del gobierno electrónico, denominado e-Gobierno y la participación ciudadana, así como el fomento de las industrias innovadoras que en conjunto representan diversas opciones para el análisis y la instrumentación de políticas de desarrollo en las ciudades.

El enfoque de las ciudades inteligentes sustentables, es otra forma de analizar a los espacios urbanos con una visión de planeación y gestión de las ciudades del desarrollo sustentable (Económica, social y ambiental) que permiten una comprensión más holística del contexto heterogéneo-urbano, donde el predominio de la población urbana mundial distribuida en ciudades.

² Grado académico: Dra. en U. Institución de Adscripción: Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM. Correo electrónico: veronicmiranda@yahoo.com.mx

³ Grado académico: Dr. en C.E. Institución de adscripción: UAM-Lerma y Facultad de Planeación Urbana y Regional, UAEM. Correo electrónico: rozgal@uaemex.mx

⁴ Grado académico: Dra. C.E.A. Institución de Adscripción: Facultad de Economía UAEM. Correo electrónico: azalea_canales@hotmail.com

de grandes dimensiones, se caracterizan por la coexistencia de procesos y problemáticas diversas, que definen una estructura territorial urbana en constante transformación.

Debido a lo antes expuesto. Se pretende realizar un análisis de la teoría de sistemas y ciudades inteligentes sustentables, con el fin de identificar el concepto y elementos teóricos que puedan explicar los elementos de la teoría de sistemas y las ciudades inteligentes sustentables.

El artículo sustenta su desarrollo en la teoría de sistemas⁵, y se desglosa en seis secciones, la primera inicia con antecedentes de la evolución de las ciudades durante segunda mitad del siglo XX y la primera década del siglo XXI; la segunda sección, se refiere a los fundamentos teóricos de la teoría general de sistemas, considerando el enfoque tradicional de la teoría general de sistemas; la tercera sección, se refiere a la aplicación de la teoría de sistemas en las ciencias sociales; la cuarta sección hace referencia a la teoría de sistemas para la interpretación de procesos en las ciencias ambientales; la quinta sección incluye la teoría de sistemas para la interpretación de las ciudades inteligentes; y finalmente el sexto apartado se relaciona con los fundamentos de las ciudades inteligentes sustentables.

Ante la complejidad de los territorios actuales, es necesario considerar el carácter multidimensional del desarrollo sustentable, ya que permite identificar serios problemas para su uso en el contexto de las complejas realidades ambientales y urbanas en casos de estudio concretos. Asimismo, es pertinente considerar la construcción del ambiente urbano como un espacio de análisis, donde coinciden diversos procesos socioeconómicos, y desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación.

Palabras clave:

Teoría de sistemas

Sustentabilidad

⁵ Aunque la teoría de sistemas, ha sido frecuentemente aplicada en las disciplinas como la filofía, la sociología, relacionadas con las ciencias sociales, en disciplinas como la ingeniería y las relacionadas con las ciencias ambientales, donde se explican diferentes procesos y fenómenos, se consideró pertinente para análisis teórico del presente trabajo de investigación.

Ciudades inteligentes

Tecnologías de la información y la comunicación (TIC's)

Ciudades inteligentes sustentables

Abstract.

At the global level, the predominant urbanization model, is characterized by large cities or also known as metropolises, has begun its transformation towards the smart city model, where diverse experiences are identified that are increasing since XX century until to XXI century advances. The first metropolises were involved in the instrumentation of information and communication technologies focused on the improvement of the management processes of their resources and services, mainly European, however, it did not take long for cities from other latitudes to promote this type of initiatives, but When making a count of the cities considered intelligent, it is evident that there is not a single way to distinguish the origin and the implications of said urban model.

Besides on, the perspectives and vocations adopted are divergent; some have privileged technological instrumentation to improve urban mobility within and between cities, some cities have choice for the implementation of electronic government, called e-Government and citizen participation, as well as the promotion of innovative industries that together represent various options for the analysis and implementation of development policies in cities.

The approach of sustainable smart cities is another way to analyzing urban spaces with a vision of planning and management of sustainable development cities (Economic, social and environmental) that allow a more holistic understanding of the heterogeneous-urban context, where the predominance of the world urban population distributed in large cities, characterized by the coexistence of diverse processes and problems, define an urban structure in constant transformation.

Due to the above. The aim is to analyze the theory of sustainable systems and smart cities, in order to identify the concept and theoretical framework that can explain the elements of systems theory and sustainable smart cities.

The article supports its development in systems theory, and is divided into six sections, the first begins with a history of the evolution of cities since the second half of 20th century until the first decade of the 21st century; the second section, refers to the theoretical foundations of the theory of systems, addresses the traditional approach of general theory of systems; the third section, refers to the application of systems theory in the social sciences; the fourth section refers to the theory of systems for the interpretation of processes in the environmental sciences; the fifth section includes systems theory for the interpretation of smart cities; and finally, the sixth section is related to the foundations of sustainable smart cities.

Given the complexity of current territories, it's necessary to consider the multidimensional character of sustainable development, since it allows to identify serious problems for its use in the context of complex environmental and urban realities in specific case studies. Likewise, it is pertinent to consider the construction of the urban environment as a space for analysis, where various socio-economic processes coincide, and development of information and communication technologies.

Key words:

Systems theory

Sustainability

Smart cities

Information and communication technologies

Sustainable smart cities

1. Antecedentes

Desde mediados del siglo XX se ha intensificado el proceso de urbanización a nivel mundial en consecuencia las ciudades enfrentan nuevos retos, como son la creciente concentración de la población, el aumento de los niveles de consumo energético, mayores necesidades de movilidad, el incremento de la demanda en seguridad y asegurar la participación ciudadana en la toma de decisiones (ONU Hábitat 2016).

Estas problemáticas afectan de forma transversal distintos ámbitos de la ciudad y su población, por lo que su solución debe abordarse con una visión integrada e innovadora desde diversas perspectivas. Como respuesta a la necesidad de una mejor gestión urbana, calidad de vida y menor costo de los servicios, surge el modelo urbano de las ciudades inteligentes en la década de 1990. Diversos autores contemporáneos del siglo XX y del siglo XXI, se han referido a las diferentes transformaciones en sus procesos socio-económicos y espaciales, entre los que destacan con sus contribuciones de diversos investigadores, entre los que se pueden mencionar a los siguientes compilados en el libro: *Lo urbano. 20 autores contemporáneos* editado en 2004, la autoría de las contribuciones de investigación citadas se le atribuyen a cada autor por año de publicación:

- **Melvin M. Webber Giu (1968)**. Fue un teórico, docente, investigador, editor y creador de instituciones en los campos de la planificación urbana y el transporte, que desde mediados hasta finales del siglo XX y los primeros años del siglo XXI, realizó diversas contribuciones en materia de planificación y transporte. Una de sus aportaciones que destaca es el *concepto de postciudad*, debido a que las dimensiones de las ciudades empezaron a incrementarse, entonces trabajo argumentos teóricos enfocados en
- **André Corboz (1983)**. *El Territorio como palimpsesto*. Corboz era historiador del arte, arquitectura y urbanismo que profundizó en el análisis de la ciudad desde la creciente incorporación de la tecnología influenciaba la estructura de las ciudades, opiniones expresadas en su trabajo de *ciudad dispersa* en 1987. Recientemente, se han publicado una serie de ensayos que compilan sus contribuciones más importantes de historia del arte, arquitectura y urbanismo (Ginebra, 1928-2012) bajo el título “*Orden disperso*” por la Editorial de la Universidad Nacional de Quilmes.
- **Robert Fishman (1987)**. *La era de postciudad: el nacimiento de los post-suburbios*. Más allá de los suburbios que con sus trabajos publicados en la década de los ochentas empezó a referirse a las áreas periféricas de la ciudad, denominados como suburbios y la incorporación de procesos tecnológicos que

redefinían la dinámica y estructura de los territorios en la década de los ochenta del siglo XX.

- **Francesco Indovina (1990).** *La ciudad difusa*. Es uno de los más conocidos y reputados urbanistas italianos, que hizo referencia al concepto de ciudad difusa, que se concibió como: un modelo de ciudad que busca la planificación funcionalista, considerando una función única. De esta manera hizo referencia una estructura de ciudad que separa las posibles funciones sociales y económicas de la ciudad, de forma tal que se encuentran físicamente apartadas las universidades, las zonas residencias, las áreas comerciales de las zonas recreativas y las oficinas de las instituciones públicas.
- **Edward Soja (1995).** El discurso sobre *las postmetropolis* es un término ambicioso que podría resumirse como la “metrópolis” es un término ambicioso que podría resumirse como “metrópolis postmoderna”. Con este trabajo de investigación Edward W. Soja pretende definir la ciudad globalizada a la que supone envuelta en un radical proceso de transición que comenzó en la ciudad moderna fruto de la tercera revolución urbana, y conduce a la “Postmetropolis”, fruto de la reestructuración económica tardía o capitalista y su cuarta revolución urbana.

Una de las principales características de *Postmetrópolis* es la complejidad formal. En ella convergen procesos simultáneos de desterritorialización y reterritorialización, es decir, de desmontaje de realidades urbanas preexistentes y de recolonización de la ciudad con otras nuevas. Los primeros se caracterizan por el debilitamiento de la idea de lugar, de las comunidades sociales definidas territorialmente; los segundos por la aparición de una nueva espacialidad donde lo urbano es inseparable de lo no urbano, donde los límites entre el interior y el exterior se han difuminado, donde conceptos como "ciudad", "suburbio", "campo" y "área metropolitana" son conceptos difícilmente delimitados entre sí.

- **Peter Hall (1997).** Con su trabajo de investigación enfocado en las *megaciudades, ciudades globales y ciudades globales*. Hall con esta investigación metafóricamente invita al lector a participar en un viaje histórico, a través del análisis del primer siglo del urbanismo anglosajón, posteriormente en trece

capítulos se revisa el desarrollo del urbanismo desde sus inicios desde 1880 hasta las infociedades final del siglo XX e inicio del nuevo siglo y milenio. Esta revisión histórica detallada ha permitido poner atención en temas relevantes de la realidad urbana cambiante contemporánea.

- **Saskia Sassen (1998).** En su trabajo de investigación, titulado: *Las economías urbanas y el debilitamiento de distancias*. Desde la perspectiva de la economía urbana, el proceso clave es la demanda creciente de servicios por parte de empresas de todos los sectores industriales y que las ciudades sean lugares preferentes de producción de tales servicios, sea a nivel global, nacional o regional. La creciente presencia de los servicios dentro de la organización económica en general y las condiciones específicas de producción de los servicios corporativos avanzados, incluidas las condiciones de acceso a las tecnologías de la información, se combinan para volver a convertir a un creciente número de ciudades en lugares clave de «producción», papel que habían perdido cuando la fabricación en masa se convirtió en el sector económico dominante. Se trata de las ciudades mundiales o globales que constituyen el objeto de estudio del trabajo de investigación Sassen.
- **Giuseppe Demareis (1999).** En *la encrucijada de la territorialidad urbana*. Dematteis propone un nuevo campo de acción para la planeación territorial y, en general, para el conjunto de las ciencias que tienen que ver con el fenómeno urbano. Se refiere a una perspectiva diferente del territorio, donde la territorialidad es entendida como la capacidad del lugar para influir en el comportamiento social, es decir, que valora aquellos aspectos –condiciones y potenciales de los diversos recursos territoriales– que afectan positivamente los procesos de desarrollo y habilitación urbana en las ciudades.
- Finalmente es posible mencionar a autores como David Harvey que en el año 2000, publicó el libro titulado: *Mundos urbanos posibles*, Richard Sennet. *El capitalismo y la ciudad*. (2001) y Nuno Portas autor que en (2003), publicó su trabajo de investigación: *De una ciudad a otra: Perspectivas Perifericas*.

Considerando, las aportaciones y perspectivas de los autores antes mencionados, se ha

visto que los emergentes enfoques teóricos como el de la ciudad inteligente pueden ser vinculados con diferentes áreas de oportunidad que la infraestructura de las TIC podía traer en beneficios a las urbes y sus ciudadanos. Así, el objetivo central de las ciudades inteligentes fue cambiando de la sustentabilidad energética a mejorar la calidad de vida de la población que reside en las ciudades en un sentido amplio a partir del uso de las TIC. Una de las primeras innovaciones que comenzaron a utilizarse en la década de los noventa para facilitar la interacción con la infraestructura urbana fueron las tarjetas inteligentes. Estos dispositivos aparecieron hacia mediados de la década de la década de 1970 su uso era muy limitado. En los siguientes años se identificaron nuevas posibilidades que impactaron de forma significativa el ambiente urbano. Tal fue el caso de su utilización para el pago de servicios de transporte. : (Achaerandio, 2001: 6).

La globalización tecnológica ha transformado el orden del conocimiento y la innovación a escala global en un periodo de tiempo increíblemente corto, provocando con ello nuevos desafíos y la aparición de oportunidades. Por tanto, se considera que el concepto emergente de Ciudades Inteligente Sustentables es novedoso para el estudio holístico del desarrollo de las ciudades, a partir de la incorporación de las dimensiones de la sustentabilidad permitiendo la comprensión integral de su evolución y relación con los sistemas ambientales.

El fenómeno del cambio global ambiental, económico y social a escala mundial desde la visión de las Ciencias Ambientales ha permitido la identificación de sistemas ecológicos que a su vez se constituyen por subsistemas que integran otros subsistemas ambientales: ecosistemas, recursos abióticos y bióticos, y los sociales integrados por sub-sistemas sociales, económicos, sociales, políticos y culturales, entre otros. Por tanto, ambos sistemas y sus subsistemas han generado interacciones complejas en diferentes escalas de análisis, que va desde el ámbito global hasta el local.

Por tanto, la concepción integral de las ciudades y territorios desde una visión sistémica es pertinente, ya que en las últimas décadas del siglo XX y las dos primeras décadas del siglo XXI los procesos ambientales y urbanos coexisten cotidianamente en el territorio.

2. Fundamentos teóricos de la Teoría General de Sistemas

La complejidad de los sistemas abiertos con elementos bióticos y abióticos, procesos cíclicos y una red compleja de relaciones, ofrece una aproximación fundamental al concepto de ciudad que se concibe como un 'ecosistema' basado en una metáfora, proporcionando un modo de pensamiento para la comprensión de la ciudad actual.

La concepción de las ciudades desde el enfoque de sistemas se ha ido consolidando a la luz de la incidencia de los procesos y fenómenos globales. Las ciudades y las zonas urbanas se han definido como sistemas complejos que por una parte funcionan como "ecosistemas" con recursos naturales y servicios ambientales y por el otro, según Grimm y otros (2008), han denominado como "socio-ecosistema urbano", donde se manifiestan y conviven las evoluciones técnicas y socioeconómicas (movilidad, uso de recursos y energía) ONU-Hábitat 2015. Este concepto puede aportar una perspectiva más adecuada de análisis, considerando pues que el enfoque sistémico llevado hacia la comprensión de las ciudades actuales considerando las relaciones entre la tecnología, la sociedad, la economía y procesos culturales en las ciudades, pueden ser identificadas en el contexto de modo de vida y supervivencia en el medio ambiente, aportando un punto de partida común para para los estudios de la ciudad, denominados como: **ecosistemas urbanos.**

La visión de las ciudades responde cada vez más a un enfoque sistémico global que permite analizar las relaciones de interdependencia con otros centros urbanos, territorio y ecosistemas, considerando las fuerzas endógenas y exógenas de las ciudades y territorios. En general la visión sistémica, con las ideas iniciales de Karl del biólogo alemán Ludwig Von Bertalanffy con su Teoría General de Sistemas (TGS) ha sido revolucionaria de las ciencias, dando como resultado que desde la visión sistémica se avance hacia el desarrollo de las teorías del pensamiento complejo, siendo esencial para la comprensión del estudio del medio ambiente y la sociedad, así como la comprensión de sus interrelaciones complejas. (ONTSI, 2015:140).

La teoría general de sistemas ha generado teorías y formulaciones teóricas y

conceptuales que pueden crear condiciones de aplicación en la realidad empírica, asimismo, fundamenta que las propiedades de los sistemas no pueden describirse significativamente en términos de sus elementos separados. La comprensión de los sistemas sólo ocurre cuando se estudian globalmente, involucrando sus elementos.

Asimismo, la **teoría general de sistemas** se fundamenta en tres premisas básicas:

- 1 Los sistemas existen dentro de sistemas.
- 2 Los sistemas son abiertos
- 3 Las funciones de un sistema dependen de su estructura.

Teóricamente, la Teoría de Sistemas se define como un conjunto de elementos que comparten interrelaciones diversas, y uno de sus aportes teórico-metodológico es la modelización y simulación de sistemas complejos. Si bien es posible identificar una pluralidad de significados y usos del concepto de modelo en ciencias (Armatte 2006), el término modelado científico se refiere genéricamente al proceso por el cual se crea una abstracción de un sistema u objeto real, con la finalidad de desarrollar procesos de inferencia sobre los mismos. Los resultados del proceso de inferencia, permiten un análisis e interpretación del sistema u objeto de estudio, lo que retroalimenta el proceso por medio del ajuste/rectificación del modelo en base a los resultados esperados y obtenidos. Si bien es posible construir modelos en base al lenguaje natural, la ciencia usualmente ha desarrollado modelos formulados en lenguajes formales, fundamentalmente las matemáticas.

El modelado científico tradicional estaba basado en ecuaciones matemáticas (ecuaciones diferenciales, procesos estocásticos, entre otros) Arroyo, M. y Hassan Collado S., (2008), la imposibilidad de resolución matemática de un modelo introduce pues, una fuerte limitación. El desarrollo de las ciencias de la computación ha permitido desarrollar nuevas herramientas de cálculo e inferencia: los ordenadores. Así, “la simulación computacional como proceso inferencial” permite el abordaje de “modelos formales intratables matemáticamente” Izquierdo, L, Ordaz G., Santos J.M., y Olmo Martínez R. (2008).

- **Clasificaciones Básicas de Sistemas Generales**

- a. Es conveniente advertir que no obstante su papel renovador para la ciencia clásica, la TGS no se despegaba –en lo fundamental– del modo cartesiano (separación sujeto/objeto). Así forman parte de sus problemas tanto la definición del status de realidad de sus objetos, como el desarrollo de un instrumental analítico adecuado para el tratamiento lineal de los comportamientos sistémicos (esquema de causalidad). Bajo ese marco de referencia los sistemas pueden clasificarse de las siguientes maneras:
- b) Los sistemas pueden ser agrupados en reales, ideales y modelos. Mientras los primeros presumen una existencia independiente del observador (quien los puede descubrir), los segundos son construcciones simbólicas, como el caso de la lógica y las matemáticas, mientras que el tercer tipo corresponde a abstracciones de la realidad, en donde se combina lo conceptual con las características de los objetos.
- c) Con relación a su origen los sistemas pueden ser naturales o artificiales, distinción que apunta a destacar la dependencia o no en su estructuración por parte de otros sistemas.
- d) Con relación al ambiente o grado de aislamiento los sistemas pueden ser cerrados o abiertos, según el tipo de intercambio que establecen con sus ambientes. Como se sabe, en este punto se han producido importantes innovaciones en la TGS (**observación de segundo orden**), tales como las nociones que se refieren a procesos que aluden a estructuras disipativas, autor referencialidad, autoobservación, auto descripción, auto organización, reflexión y autopiezas

3. La aplicación de la teoría de sistemas en las ciencias sociales

De forma tradicional la ciencia ha abordado el estudio de los problemas a través de un enfoque reduccionista, es decir dividiendo el problema en sus componentes más sencillos y observándolos de manera individual. Sin embargo, esta manera de enfocar un problema es poco útil cuando el objeto de estudio es un sistema complejo, con importantes interacciones entre sus componentes.

La **teoría de sistemas** permite abordar el estudio científico del medio ambiente haciendo uso del enfoque holístico, que proporciona una visión global, estudiando el conjunto de

componentes del sistema y las relaciones existentes entre los mismos. Aunque el enfoque reduccionista puede ser útil para ampliar el conocimiento sobre un determinado punto, el enfoque holístico es el apropiado para el estudio de sistemas complejos, donde el conjunto es más que la suma de sus componentes.

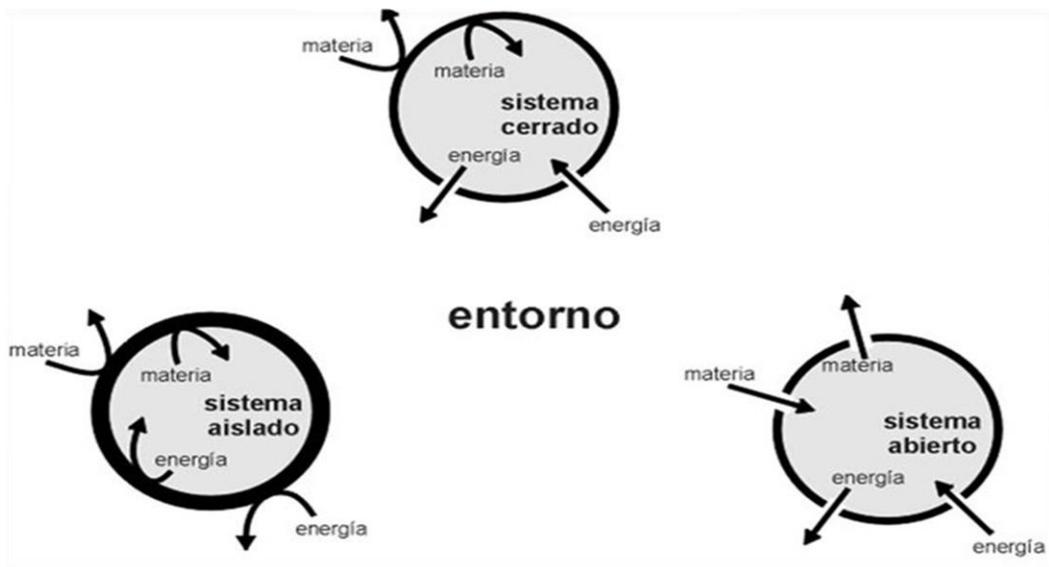
La 'complejidad' en las Ciencias Sociales, constituye una perspectiva novedosa y marginal en la ciencia contemporánea; su carácter de novedad radica en que el estudio de la complejidad implica, en buena medida, un quiebre o discontinuidad en la historia de la ciencia o, más precisamente dicho, en la racionalidad científica occidental. La complejidad introduce, en el terreno de las ciencias, una racionalidad post-clásica que habilita e incorpora problemas ignorados o vedados por el pensamiento científico moderno.

Lo que hoy suele llamarse 'teoría de la complejidad' a la formulación científica, de las teorías de los sistemas complejos en sentido amplio (sistemas dinámicos, sistemas no lineales, sistemas adaptativos), la teoría del caos y los fractales (Morín 2004). Lo cierto es que no existe en la actualidad, una teoría unificada de la complejidad, que sintetice y sistematice de modo explícito los aspectos fundamentales de las distintas y variadas teorías, métodos y algoritmos de complejidad elaborados en el marco de ciencias y disciplinas similares.

La definición de sistema como totalidad organizada de elementos heterogéneos interrelacionados, no permite distinguir un sistema complejo de un sistema no complejo, lo que podría denominar como un sistema simple. La interrogante a despejar consiste en saber, cómo es posible distinguir lo que en términos podemos llamar la complejidad y la no complejidad. Una respuesta posible, consiste en introducir una dimensión cuantitativa en la definición de sistema, a partir de la cual resulta factible afirmar que un sistema complejo es aquel compuesto por muchos elementos y diversas relaciones. Esta definición cuantitativa de complejidad resulta insatisfactoria, porque al asociar la complejidad a una magnitud numérica de elementos/variables/interacciones, se tornaría imposible el abordaje y la comprensión de esa otra complejidad, fundamental y vital, a saber: la complejidad no cuantitativa (ONTSI, 2015).

La mayoría de los problemas fundamentales de la civilización contemporánea (hambre, pobreza, desigualdad, degradación del medio ambiente, entre otros.) deberían ser reconocidos como problemas complejos, aunque no tratables y reductibles a términos matemáticos/cuantitativos exclusivamente. En esta línea de reflexión, Morín E. (2004) propone distinguir los términos de complicación y complejidad, mientras que el primero consiste en una noción fundamentalmente cuantitativa (alto número de interacciones y variables) asociada a los problemas de complejidad desorganizada; la complejidad, por su lado, es planteada más como una noción lógica-cualitativa vinculada con la complejidad organizada (Morín 1990, 2004). Siguiendo esta distinción es posible inferir que sería posible pensar en sistemas complejos y su tipología.

Figura 1. Tipos de sistemas



Fuente: Rodríguez Soya, L. y otros (2011).

Si la complejidad, no depende de una magnitud cuantitativa, entonces, la complejidad de un sistema complejo depende más del tipo de relaciones que de su número. Por consiguiente, puede haber sistemas con comportamientos complejos que se auto-organizan a partir de reglas e interacciones relativamente simples; para ponerlo en otros términos, la complejidad es la resultante de un proceso de baja complejidad.

Los efectos sobre los sistemas pueden ser variables se han clasificado por tipos de sistemas que explica la vinculación entre los elementos que constituyen el sistema, distinguiéndose tres tipos de sistemas: abiertos, cerrados y aislados que interactúan en un entorno constituido por el medio ambiente.

De la figura 1. Es posible comentar que los sistemas pueden dividirse en otros sistemas más pequeños y éstos a su vez, en otros sistemas más pequeños todavía. El nivel de detalle dependerá de los objetivos del estudio.

La clasificación de los tipos de sistemas se realiza considerando los intercambios de materia y energía con su entorno y se clasifican en:

- **Sistemas abiertos:** intercambian materia y energía con los alrededores.
- **Sistemas cerrados:** no intercambian materia, pero sí intercambian energía con los alrededores.
- **Sistemas aislados:** no intercambian ni materia ni energía con los alrededores.

En la realidad, casi todos los sistemas del medio ambiente son abiertos, pero en ocasiones pueden considerarse como sistemas cerrados o aislados para simplificar su estudio.

Además de lo anterior, los sistemas también pueden clasificarse según su evolución en el tiempo y así hablamos de:

- **Sistemas estáticos:** cuando sus propiedades, componentes y relaciones se mantienen invariables.
- **Sistemas dinámicos:** cuando sus propiedades, componentes y relaciones varían con el tiempo.

4. La teoría de sistemas para la interpretación de procesos en las ciencias ambientales

Los sistemas son partes o elementos interrelacionados que funcionan de manera dependiente e independiente con subsistemas para lograr un subsistema y el conjunto de subsistemas constituye los sistemas en el entorno ambiental y las ciudades.

Los fundamentos teóricos de la Teoría General de Sistemas es que las propiedades de

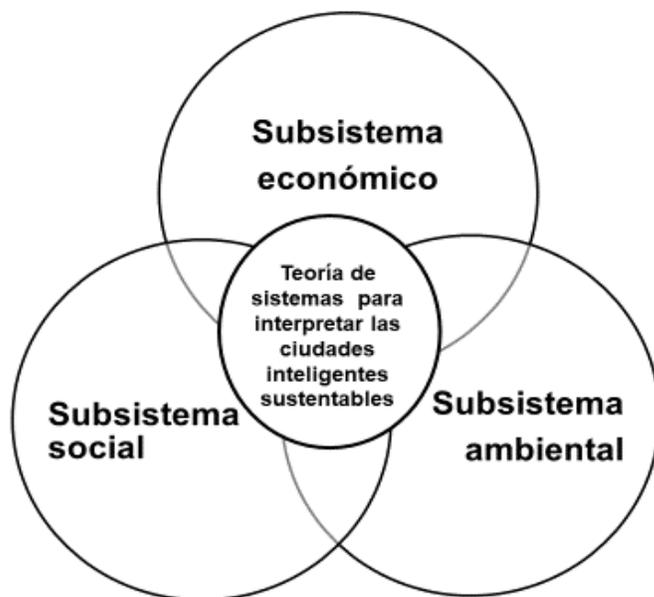
los sistemas no pueden describirse significativamente de manera separada, la comprensión de los sistemas sólo ocurre cuando se estudian globalmente, involucrando todas las interdependencias de sus partes.

Ahora bien como el Medio Ambiente se constituye por un conjunto de sistemas, y su aplicación en el discurso de la Teoría de Sistemas en las **Ciencias Ambientales** es adecuada. Hoy en día, nada que atañe a nuestro medio ambiente puede ser analizado de manera aislada. Por tanto, bajo este enfoque teórico se conceptualiza a las Ciencias Ambientales como interdisciplinar. Lo que significa que intervienen diferentes ciencias y ramas del conocimiento, para comprender la complejidad inherente al funcionamiento del medio ambiente.

El medio ambiente como sistema complejo más que la suma de sus componentes con propiedades individuales. Sino que es necesario un estudio holístico del medio ambiente donde se le da más importancia al **estudio de las relaciones que se producen entre los componentes del sistema** que al estudio individual de los mismos.

Los sistemas complejos son difíciles de predecir, mientras que pequeñas variaciones en alguno de sus componentes, por insignificantes que parezcan, pueden producir efectos a gran escala que afecten a la totalidad del sistema que al incluir la interpretación de las ciudades inteligentes sustentables, a través de ese enfoque teórico (ver Figura 2).

Figura 2. La teoría de sistemas aplicada a la interpretación de las ciudades inteligentes sustentables



Fuente: Elaboración propia con base en UIT (2014) y UIT (2016)

Considerando la compleja dinámica socio-económica y ecológica-ambiental de las ciudades y territorios corresponde a un “sistemas urbanos complejos”, con sus estructuras, jerarquías, y relaciones de poder en un entramado local-global. De esta manera, se puede interpretar que las ciudades se identifican con un sistema espacial, complejo y dinámico, donde los elementos del sistema de ciudad constituido por población, actividades económicas, estructuras sociales y culturales relacionadas entre sí. (Gobierno de España: Ministerio de Industria, Energía y Turismo, ONTSI, 2015).

En el sistema urbano global la jerarquía de ciudades no se define por la densidad de la población urbana, sino a un conjunto de factores urbanos condicionados por el proceso de globalización, como el desarrollo y la innovación tecnológica, creciente urbanización y terciarización avanzada de la economía (Fernández Güell), 2006).

La economía mundial corresponde cada vez más a urbanización que tiene forma de una red global de nodos estratégicos, conectados entre sí, formando un sistema mundial en que la economía, la información y los servicios avanzados se entrelazan con las

decisiones políticas, acentuando la pérdida relativa de poder de los países y estados.

5. La Teoría de Sistemas para la interpretación de las ciudades inteligentes

El concepto de desarrollo sustentable comúnmente presente en la Literatura y en organismos internacionales (las Naciones Unidas, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, el Banco Mundial, la Unión Europea, distingue tres elementos básicos: la sustentabilidad ecológica o ambiental, la social y la económica.

El desarrollo sustentable es definido como un equilibrio entre esas dimensiones a favor de un estado de mayor equidad en la generación actual y con las generaciones futuras. Sin dejar de reconocer el valor de la perspectiva multidimensional de esta definición, vale la pena destacar que la definición en su uso y en su caso problematizan la forma como se presentan las interacciones entre las dimensiones arriba señaladas, aspecto central en la búsqueda del equilibrio entre ellas.

Por el contrario, el uso del concepto de desarrollo sustentable tiende a caer en grandes generalizaciones, donde participan grandes bloques de actores que se identifican con un objetivo común del desarrollo sustentable poco definido. Se dejan de lado las grandes diferencias entre esos grupos y se da por hecho que la mediación y que la planificación será capaz de definir y establecer cuándo y cómo crear el equilibrio deseado entre las dimensiones social, ambiental y económica. En la práctica el concepto no llega a identificarse con la realidad que pretendas modificar. En estos términos el concepto es poco operativo, aún al nivel de discurso en el debate de la equidad y equilibrio deseados a través del desarrollo sustentable.

Debido a que una ciudad inteligente debe ser una ciudad sustentable y no sólo tecnológica. Esta concepción, que anteriormente no era vista como una prioridad, está avanzando. Sin embargo la promoción de tecnologías apunta a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, coincidiendo con los criterios de sustentabilidad urbana. Aunque vale la pena mencionar que, se tenía un concepto de la ciudad inteligente meramente tecnológica. Básicamente se creía que todos los problemas podían solucionarse a través de la tecnología pero sin tener en cuenta otros factores. Pero esto no es así. La tecnología es solo una herramienta, por ende las nuevas tecnologías nos permitirá el mejoramiento de diversos procesos productivos y condiciona la división internacional del trabajo que consecuentemente se reflejará en una reestructuración de los espacios

urbanos y la consecuente recomposición de los grupos sociales al interior de los territorios urbanos.

a. Las nociones de las ciudades Inteligentes

El término “Smart City” es un concepto que se ha utilizado en investigaciones científicas y en marketing empresarial, siendo empleado frecuentemente tanto por organismos públicos como privados; sin embargo, todavía no se ha establecido una definición clara para este concepto (Caragliu, 2009).

De acuerdo con la Comisión Económica Europea (2010) existen tres características principales que parecen ser comunes al uso del concepto de ciudades inteligentes:

- No dañar el medio ambiente;
- Utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) como herramientas para la gestión (inteligente);
- Su fin último debe ser el desarrollo sustentable. La iniciativa europea de “Smart City” se centra en la problemática de sostenibilidad de las ciudades actuales y, más específicamente, de los sistemas energéticos (Comisión Económica Europea, 2010a). En este caso, una Smart City se define implícitamente como una ciudad que mejora la calidad de vida y la economía local de la ciudad, avanzando hacia el futuro y presenta bajas emisiones de CO₂, además de una reducción en el consumo de energía fósil, constituyen herramientas que ayudan a alcanzar la sustentabilidad, mejorado la calidad de vida de la población que habita una ciudad.

El concepto de Smart City implica medidas innovadoras con respecto a la gestión de la energía (incluyendo las redes viales, férreas o aéreas y el transporte), la reducción en el uso de combustibles fósiles y la disminución de emisiones de CO₂; todo ello enfocado al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sustentable (ODS) 2030 dentro de la iniciativa de Ciudades Inteligentes y la Asociación Europea de Innovación.

Asimismo, de acuerdo con Rozga R. (2017), el concepto de ciudades inteligentes aplicado al territorio desde el urbanismo, tiene un doble origen. Por un lado, se deriva de

las políticas e ideas de planeación que llegaron de los Estados Unidos de América y particularmente con el concepto de Crecimiento Inteligente (*Smart Growth*)⁶.

Uno de los mayores resultados del Humanismo y de los actuales enfoques del Urbanismo es la idea del Crecimiento Inteligente, definida como una estrategia de planeación enfocada en el diseño e implementación de estrategias enfocadas a que las ciudades sean más compactas, más eficientes y menos consumidoras de suelo. Por el otro lado, el adjetivo de ‘smart’ proviene del concepto de la “ciudad inteligente” que fue promovido tanto por Castells, M. y Hall, P. (1994), sin embargo, fueron más ampliamente desarrollados en los trabajos de Nicos Komninos (2002, 2008 y 2015) que principalmente involucra las relaciones entre el espacio urbano y tecnología incluye tales enfoques como la habilidad de generar la innovación, transición hacia las formas de e-gobierno, aprendizaje social y las posibilidades de proporcionar la infraestructura de las TICs. (Ver Cuadro1).

Cuadro 1. Conceptos recientes de las Ciudades Inteligentes

Enfoques Teóricos de las Ciudades Inteligentes	Autores
1. Territorio con alta capacidad de aprendizaje innovación, creativo en el cual aparecen las instituciones de investigación y desarrollo, de educación superior infraestructura digital, TICs y alto nivel de eficiencia de administración.	N. Komninos (2002)
2. La ciudad que integra las condiciones del funcionamiento de la infraestructura crítica (puentes, caminos, aeropuertos redes energéticas) de tal manera para optimizar sus recursos al mismo tiempo maximizando los servicios para ciudadanos.	P. Hall (2002)
3. La ciudad que invierte capital humano y social, y donde la infraestructura de comunicaciones en el sentido tradicional (transporte) y moderno (TICs) lleva a un desarrollo equilibrado y eleva calidad de vida, mejora ampliamente entendida administración eficiente de los recursos naturales y administración participativa.	Caragliu, C. del Bo, P. Nijkamp (2011)

⁶ Desarrollado en el marco del nuevo humanismo que se originó en los Estados Unidos en los años ochenta y posteriormente fue trasladado a Europa.

<p>4. La ciudad que consigue el desarrollo económico equilibrado y también asegura alta calidad de vida al aprovechar las inversiones de capital humano, capital social, además administrando conscientemente los recursos naturales y aprovechar reglas de coadministración (<i>governance</i>).</p>	<p>H. Schaffers, N. Komninos at.al (2011)</p>
<p>5. La ciudad que consigue buenos resultados en seis áreas (economía, gente, administración, movilidad, ambiente y calidad de vida) creada gracias a la unión inteligente de los recursos y actividades de autoridades y ciudadanos independientes y comprometidos.</p>	<p>Technische Universität Wien (EIP-SCC, (2014)</p>

Fuente: Rozga, R. (2017). Ciudad Inteligente - concepto en discusión.

Según Rozga R. (2017), los conceptos de Ciudad Inteligente han surgido como objeto de definición y discusión durante las dos primeras décadas del siglo XXI y tienen elementos comunes en relación a la incorporación de elementos tecnológicos que permiten la funcionalidad de la ciudad, facilitando la provisión de servicios básicos a la población residente.

La aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para mejorar la calidad de vida de los habitantes de una ciudad y asegurar un desarrollo económico, social y ambiental sustentable son elementos comunes en todas las definiciones presentadas, sin embargo no parece existir un acuerdo con respecto al concepto de Ciudad Inteligente o ‘Smart City’ o de los elementos mínimos que han de estar presentes en una ciudad para que pueda ser considerada como tal. Para ello, el Gobierno de España a través del Plan Nacional de Ciudades Inteligentes: Agenda Digital para España (2015) define al concepto de Ciudad inteligente como:

“La visión holística de una ciudad que aplica las TIC para el mejoramiento de la calidad de vida y la accesibilidad de sus habitantes y asegura un desarrollo sustentable económico, social y ambiental en mejora permanente. Una ciudad inteligente permite a los ciudadanos interactuar con ella de forma multidisciplinar y se adapta en tiempo real a sus necesidades, de forma eficiente en calidad y costes, ofreciendo datos abiertos, soluciones y servicios orientados a los ciudadanos como personas, para resolver los efectos del crecimiento de las ciudades, en ámbitos públicos y privados, a través de la integración innovadora de infraestructuras con sistemas de gestión inteligente.” (Gobierno de España 2015: 13).

La Smart City es por tanto, aquella ciudad que marca sus prioridades a través de una estrategia inteligente, en el que sus principales agentes sociales y económicos determinan un modelo de ciudad donde se involucran, definen y priorizan las iniciativas que permitirán alcanzar el modelo de ciudad inteligente inicialmente planteado.

Dichas iniciativas tienen como soporte básico el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para optimizar la gestión de las infraestructuras y los servicios urbanos, así como los servicios prestados al ciudadano, todo ello con el objetivo de un desarrollo Sustentable, inteligente e integrador.

6. Fundamentos de las Ciudades Inteligentes Sustentables

Ante la complejidad de las ciudades y territorios actuales, es necesario considerar el carácter multidimensional del desarrollo sustentable, para identificar problemas ambientales urbanos de gran complejidad en la realidad actual en las ciudades de América Latina y México. Considerando la construcción social de la ciudad como un espacio de análisis, donde se presenta una gran diversidad de procesos sociales y de desarrollo de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs), que se han modernizado y ampliado generando transformaciones en la dinámica y estructura de las ciudades.

Al interior de las ciudades se han presentado procesos de desigualdad social, procesos de segregación con importantes consecuencias ambientales. Sin embargo, centrar la atención sólo en los problemas ambientales dificulta identificar los procesos sociales, que es de donde originan estos problemas, así como sus consecuencias.

Dando como resultado la construcción del espacio fragmentado y segregado donde el territorio presenta problemas ambientales diversos relacionados principalmente con el crecimiento de la población, el cambio de actividades económicas, de las ciudades que son condicionadas por los procesos económicos mundiales y el papel que ocupa la ciudad de acuerdo con la división internacional del trabajo procesos que en conjunto generan problemas ambientales más complejos.

- **Concepto de Ciudad Inteligente Sustentable (CIS)**

En su quinta reunión, en junio de 2014, del Grupo Temático Unión Internacional de Telecomunicaciones. Sector de Estandarización de las Telecomunicaciones de la UIT (2014).

La UIT-T sobre Ciudades Inteligentes Sustentables (FG-SSC) convino en la siguiente definición de **ciudad inteligente sustentable**:

"Una Ciudad Inteligente Sustentable (CIS) es una ciudad innovadora que utiliza las tecnologías de información y comunicación (TIC) y otros medios para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de la operación y los servicios urbanos, y la competitividad, garantizando al mismo tiempo la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras con respecto a los aspectos económicos, sociales y ambientales".

El objetivo principal de la Grupo Temático Unión Internacional de Telecomunicaciones (2014) y (2016) es mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, a través de múltiples aspectos relacionados entre sí, prestación y el acceso a los recursos hídricos, la energía, el transporte y la movilidad, la educación, el medio ambiente, gestión de residuos, vivienda y subsistencia (por ejemplo, puestos de trabajo), utilizando las TIC como elemento clave.

A pesar del enorme potencial incrustado en los objetivos ONU-Hábitat (2016), es importante reconocer la existencia de retos asociados a la urbanización mundial, las tendencias migratorias urbanas, la degradación del medio ambiente, los impactos del cambio climático, el envejecimiento de la infraestructura, así como las limitaciones en los recursos y las estructuras necesarias para responder a una demanda creciente en las zonas urbanizables para los asentamientos humanos, entre muchos otros.

Dentro de estos sistemas urbanos cada vez más complejos, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) pueden actuar como una plataforma para ayudar a superar estos retos y aprovechar las oportunidades emergentes, a medida que las ciudades avanzan en el proceso de convertirse en inteligentes y sustentables.

En años recientes, es cada vez más frecuente que se realicen estudios relacionados con el análisis del medio ambiente urbano, identificando problemas ambientales diversos relacionados con: la contaminación atmosférica, la dotación y administración del recurso agua, la ocupación del espacio urbano, la afectación a la capa de ozono, la disminución de áreas verdes, hacinamientos de alto riesgo e insalubres, entre otros, considerados como problemas de interés público; la expresión de deterioro ambiental en las ciudades.

La concentración poblacional, el consumismo, el incremento del parque vehicular, los procesos industriales, y el incremento de actividades en el sector servicios, los sistemas de transporte y otras manifestaciones de la vida urbana, han contribuido a una degradación de la naturaleza y la calidad de vida de la población. La idea de un medio ambiente en peligro ha pasado a formar parte de la conciencia colectiva y se refleja tanto en la ciudadanía como en los encargados de la toma de decisiones.

Así, los estudios urbanos en la búsqueda de alternativas que generen alternativas viables ante la problemática ambiental y en su pretensión de ordenar la ciudad para elevar la calidad de vida de sus habitantes, contempla a la sustentabilidad como un paradigma viable, ya que provee una visión integral, y que se incorporada en análisis y planeación de las ciudades recientemente, pues es un concepto que pretende conjuntar la protección a los ecosistemas, la participación social y el desarrollo económico equitativo.

El desarrollo sustentable no pone a debate los sistemas económicos; de libre mercado, sino que, a partir de la visión holística del medio ambiente, se propone una evolución planificada, pacífica y gradual, del medio ambiente como un enfoque integral que modifique el énfasis en el desarrollo económico, cultural y social, asimismo, perdiendo cambiar la interrelación con la naturaleza y entre grupos sociales diversos. Sabiendo que toda ciudad requiere un medio ambiente de calidad, debido a que es proveedor de materias primas, del el espacio físico que la sustenta y de los recursos naturales que la sociedad requiere para su subsistencia.

Los enfoques teóricos del estudio de la ciudad –como el urbanismo, la planeación urbana, el diseño urbano, la geografía urbana, entre otras disciplinas- se han constituido

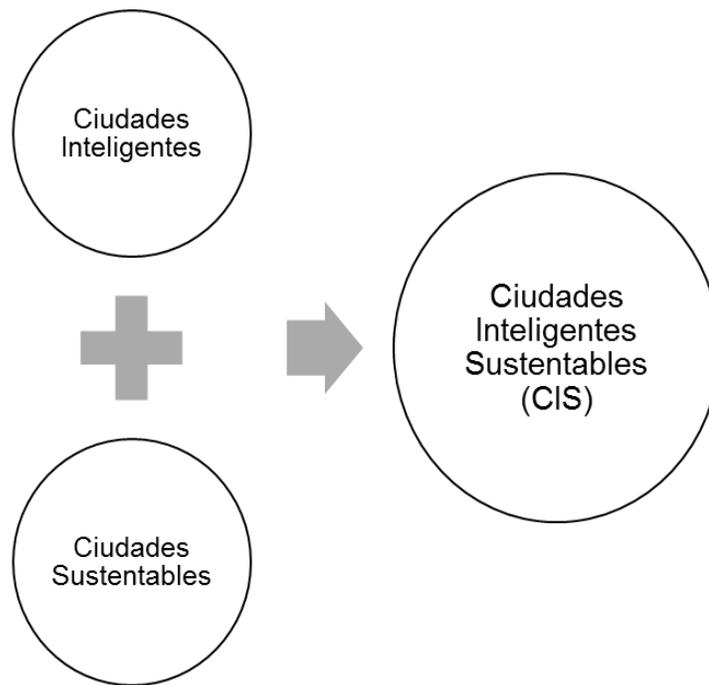
en disciplinas de actuación e intervención en las ciudades que recientemente han incorporado en su discurso teórico a la dimensión ambiental y al concepto de desarrollo sustentable al estudio de las ciudades y territorios, con el propósito de lograr una interpretación más integral de los procesos urbanos y ambientales.

El desarrollo sustentable en su discurso ofrece puntos centrales que no pueden ser rechazados, ya que sólo se preocupa por erradicar la pobreza extrema, satisfacer las necesidades tanto de la generación presente como de la futura, elevar la calidad de vida, defender la naturaleza y conservar los ecosistemas. No obstante, la sustentabilidad resulta poco comprensible, esto se complica aún más cuando se introduce la idea de urbanismo o ciudades sustentables, nos enfrentamos así a un problema de delimitación conceptual: **¿cómo definir a la ciudad que se califica como sustentable?** ya que se requiere una interpretación del concepto y la idea que de ello deriva, de lo contrario sólo queda reducido a un término de moda sin contenido.

La Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT (2014). Así como diversos como diversos organismos de las Naciones Unidas ha desarrollado una definición de las ciudades inteligentes y sustentables. La idea fundamental es que se trata de espacios basados en la eficiencia y el bienestar que utilizan la tecnología como una herramienta fundamental para mejorar las condiciones de vida de la ciudadanía. En este tipo de ciudades se establece una relación interactiva entre los ciudadanos. Se trata de que las ciudades promuevan formas cooperativas novedosas y de que el espacio se encuentre comunicado y supervisado de forma eficiente. En las ciudades inteligentes y sostenibles es central compartir los bienes y los servicios, así como prestar particular atención a las políticas ambientales.

Adicionalmente se suma a este concepto de ciudad sustentable y el paradigma emergente llamado Ciudades Inteligentes, que añade nuevas dimensiones de análisis social, que van desde el desarrollo y la planeación urbana, pasando por la economía basada en el conocimiento, hasta las tecnologías móviles. Por tanto, el tema de investigación es pertinente ya que considera la suma de los conceptos: Ciudad sustentable + Ciudad Inteligente = Ciudad Inteligente Sustentable (Ver Figura 3).

Figura 3. Propuesta para la integración del concepto de Ciudades Inteligentes Sustentables



Fuente: Elaboración propia.

De estos planteamientos surge la propuesta de revisión teórica del trabajo de investigación para explicar teóricamente a las Ciudades Inteligentes sustentables.

En resumen, se han identificado tres dimensiones, desglosadas en variables que permiten explicar a las ciudades.

Estas dimensiones son:

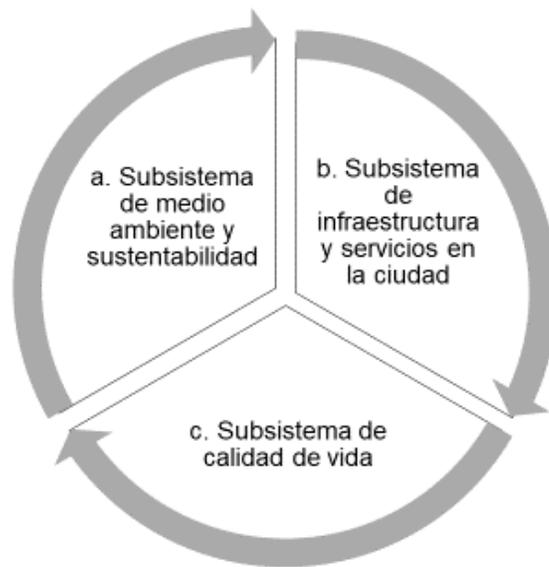
- (1) medio ambiente y sustentabilidad,
- (2) el nivel de servicio,
- (3) la calidad de vida.

Cada una de estas dimensiones tiene una serie de características importantes que la representan.

En años recientes, es cada vez más frecuente que estudio del medio ambiente urbano, identificando problemas ambientales diversos. Sabiendo que toda ciudad requiere un medio ambiente de calidad, pues es en primera y última instancia es su proveedor de

materias primas, así como del espacio físico que la sustenta; los enfoques teóricos del estudio de la ciudad –como el urbanismo, la planeación urbana, el diseño urbano, entre otras disciplinas- se han constituido disciplinas de actuación e intervención en las ciudades que recientemente ha incorporado en su discurso teórico al concepto de medio ambiente y el concepto de desarrollo sustentable con el propósito de lograr una interpretación más integral de la ciudad (Ver Figura 4).

Figura 4. Delimitación de Dimensiones de la ‘Ciudad Inteligente Sustentable



Fuente: Elaboración propia.

Aunque el concepto de sustentabilidad ha sido un tema de amplia discusión entre los grupo académico y los tomadores de decisiones. Esto se complica aún más, cuando se introduce la idea de ciudades sustentables, nos enfrentamos así a un problema de delimitación conceptual: **¿cómo definir a la ciudad que se califica como sustentable?** ya que se requiere una interpretación del concepto y la idea que de ello deriva. Adicionando otra razón que justifica la pertinencia del desarrollo del presente proyecto de investigación.

Conclusiones

Se puede concluir que el capítulo presenta un análisis de los fundamentos de la teoría de sistemas y ciudades inteligentes sustentables, a través de la revisión de antecedentes

teóricos generales con respecto a la evolución creciente de las ciudades, que se han constituido como sistemas urbanos cada vez más complejos, condicionados por el avance y la aplicación creciente de las tecnologías de la información y la comunicación, las cuales durante la última mitad del siglo XX y las dos primeras décadas del siglo XXI, se han consolidado como plataformas tecnológicas que apoyan en el desarrollo integral de las ciudades contemporáneas, para afrontar los retos y aprovechar oportunidades emergentes, a medida que las ciudades avanzan en el proceso de inicio y/o consolidación como ciudades inteligentes, ciudades sustentables o bien que puedan ser definidas como ciudades inteligentes sustentables, ya que idealmente incluirían las características de las ciudades inteligentes en relación en el desarrollo del conocimiento y tecnología con las tres dimensiones del desarrollo sustentable: Desarrollo Económico, Desarrollo Social, Desarrollo Ambiental.

La concentración poblacional, el consumismo, el incremento del parque vehicular, los procesos industriales, las actividades del sector servicios, los sistemas de transporte y otras manifestaciones de la vida urbana, han contribuido a una degradación de la naturaleza y la calidad de vida de la población. La idea de un medio ambiente en peligro, ha pasado a formar parte de la conciencia colectiva y se refleja tanto en la ciudadanía como en los encargados de la toma de decisiones.

Así, los estudios urbanos en la búsqueda de alternativas que generen alternativas viables ante la problemática ambiental y en su pretensión de ordenar la ciudad para elevar la calidad de vida de sus habitantes, contempla a la sustentabilidad como un paradigma viable, ya que provee una visión integral, y que se incorpora en análisis y planeación de las ciudades recientemente, pues es un concepto que pretende conjuntar la protección a los ecosistemas, la participación social y el desarrollo económico equitativo.

El desarrollo sustentable no pone a debate los sistemas económicos; de libre mercado, sino que a partir de la visión holística del medio ambiente, se propone una evolución planificada, pacífica y gradual, del medio ambiente como un enfoque integral que modifique el énfasis en el desarrollo económico, cultural y social, asimismo, perdiendo cambiar la interrelación con la naturaleza y entre grupos sociales diversos.

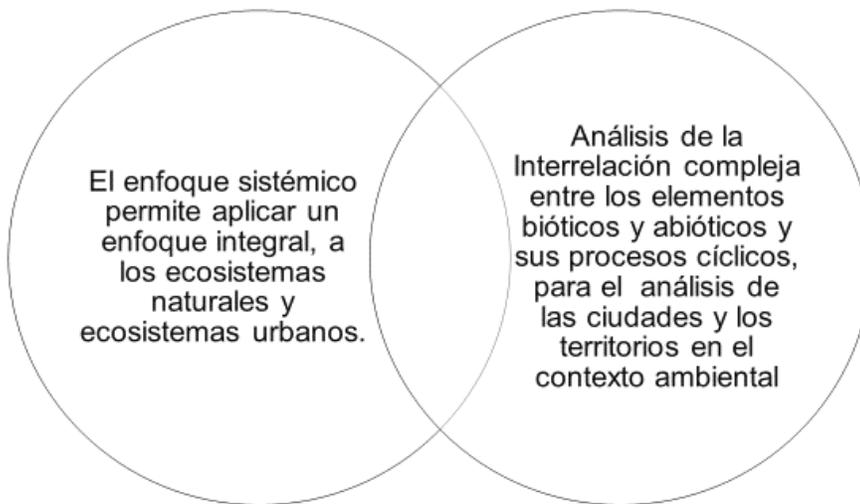
Sabiendo que toda ciudad requiere un medio ambiente de calidad, y partiendo de que el medio ambiente es proveedor de materias primas, del el espacio físico que la sustenta y de los recursos naturales que la sociedad requiere para su subsistencia; Los enfoques teóricos del estudio de la ciudad –como el urbanismo, la planeación urbana, el diseño urbano, la geografía urbana, entre otras disciplinas- se han constituido en disciplinas de actuación e intervención en las ciudades que recientemente han incorporado en su discurso teórico al concepto de medio ambiente y desarrollo sustentable, con el propósito de lograr una interpretación más integral de la ciudad.

El desarrollo sustentable en su discurso ofrece puntos centrales que no pueden ser rechazados, ya que sólo se preocupa por erradicar la pobreza extrema, satisfacer las necesidades tanto de la generación presente como de la futura, elevar la calidad de vida, defender la naturaleza y conservar los ecosistemas. No obstante la sustentabilidad resulta poco comprensible, esto se complica aún más cuando se introduce la idea de urbanismo o ciudades sustentables, nos enfrentamos así a un problema de delimitación conceptual: **¿cómo definir a la ciudad que se califica como sustentable?** ya que se requiere una interpretación del concepto y la idea que de ello deriva, de lo contrario sólo queda reducido a un término de moda sin contenido.

Adicionalmente se suma a este concepto de ciudad sustentable y el paradigma emergente llamado Ciudades Inteligentes, que añade nuevas dimensiones de análisis social, que van desde el desarrollo y la planeación urbana, pasando por la economía basada en el conocimiento, hasta las tecnologías móviles. Por tanto, el tema de investigación, es pertinente ya que considera la suma de los conceptos de: **Ciudad sustentable + Ciudad Inteligente = Ciudad Inteligente Sustentable**

Por tanto, se considera pertinente aplicar la Teoría de sistemas, con el propósito de generar una perspectiva teórica de carácter holístico (ver Figura 5).

Figura 5. Aplicación holística de la teoría de sistemas para la interpretación de las Ciudades Inteligentes Sustentables (CIS)



Fuente: Elaboración propia.

Actualmente el desarrollo sustentable se ha constituido en una referencia indispensable dentro del discurso de los procesos urbanos y ambientales. Es notable la rapidez con la cual este concepto se ha transformado en un concepto discursivamente hegemónico. Ante las teorías y enfoques emergentes como las Ciudades Inteligentes Sustentables, a través de la utilización de teorías clásicas como la Teoría de Sistemas permite explicar y generar estrategias holísticas desde la visión del desarrollo sustentable para las ciudades y territorios circundantes.

Bibliografía

- Casas, M. (2014). Ciudades inteligentes y Ambientales de Comunicación Digital en Global en *Media Journal México*, Volumen 11, número 22, pp. 1-19.
- CONAPO, SEDESOL, INEGI. (2010). Delimitación de las zonas metropolitanas de México.
- CONAPO, SEDATU, INEGI. (2015). Delimitación de las zonas metropolitanas de México.
- Domínguez-Ríos, V.A y López-Santillán M.A. (2017). *Teoría General de Sistemas: un enfoque práctico*, en revista *Economía y Administración*, vol. 10. Núm. 3. Tecnociencia Chihuahua, p.p. 125-132.
- Higuera, E. (2009). *El reto de la ciudad habitable y sostenible*. Capítulo 2. El ecosistema de las ciudades, Editorial DAPP, Madrid, España.

- Economist (2005). The Economist Intelligence Unit's quality of life index. *En Economist Online*, December 2004. http://www.economist.com/media.pdf/QUALITY_OF_LIFE.pdf.
- Fernández Güell, J.M. (2006). Planificación estratégica de ciudades. Edit. Reverté, Barcelona España.
- Fernández L. y Rincón L. (2014). *Ciudades inteligentes como espacios de integración para individuos con capacidades diversas en Negotium*. Vol. 10, núm. 28., mayo-agosto 2014. Pp. 71-83. Fundación Miguel Unamuno y Jugo. Maracaibo, Venezuela.
- Gobierno de España. Ministerio de Industria, Energía y Turismo, ONTS. (2015). El Estudio y Guía Metodológica sobre Ciudades Inteligentes. Madrid España.
- González, D. Ciudades sustentable. (2011). en *Retos y Oportunidades en Arquitectura y Urbanismo*, vol. XXXII, n° 3, 2011, ISSN 1815-5898, pp. 62-71.
- Ibercaja Banco SAU (2012). Economía Aragonesa en *Publicación cuatrimestral*, número 48-I.
- INEGI. *Censos Generales de Población y Vivienda, 1970-2010 y Censo de Población (2015)*.
- Leff, E. (2004), *Racionalidad ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*, siglo XXI, México, 509 pp., ISBN: 968-23-2560-9
- Matus, M. y Ramírez, R. (Comps.) (2016). *Ciudades inteligentes en Iberoamérica; desde el sector privado, la sociedad civil, el gobierno y la academia*, Edit. Centro de Investigación e
- ONU – Hábitat 2017. *Nueva Agenda Urbana 2017*. Publicación de las Naciones Unidas editada por la Secretaría de Habitat III. Editado con el apoyo del Gobierno de Ecuador.
- ONU- Hábitat (2015b). Post 2015. *Agenda del Desarrollo*. Oficina de Naciones Unidas. Estados Unidos
- ONU- Hábitat 2015a. *Declaración e Objetivos del Desarrollo Sostenible*. Oficina de naciones Unidas. Estados Unidos 33. ONU, Hábitat III. (2015). *Temas Hábitat III. 21 Ciudades Inteligentes*, Nueva York USA.
- ONU-Hábitat (2016). *Declaración de Toluca para Habitat III América Latina y El Caribe. Toluca Estado de México*, Abril de 2016.
- ONU-Hábitat (1996). *Segunda Conferencia de Naciones Unidas sobre asentamientos humanos (HABITAT II)* (3-14 de junio de 1996, Estambul, Turquía)
- Patiño, J. A. Compilador (2014). *Datos abiertos y ciudades inteligentes en América Latina, Estudios de caso*. Edit. Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL) y el Consorcio de W3C de Brasil, Naciones Unidas, Santiago de Chile.
- Ramos, A.M. (Editor). (2004). Lo urbano, 20 autores contemporáneos. Ediciones de la Universidad Politécnica de Catalunya, España.
- Rodríguez Soya, L. y otros (2011). Grupo de Estudios Interdisciplinarios sobre Complejidad y Ciencias Sociales. Editado por el Centro Iberoamericano de Estudios en Comunicación, Información y Desarrollo (CIECID) Buenos Aires, Argentina.
- UIT (2014). Unión Internacional de Telecomunicaciones. Sector de Estandarización de las Telecomunicaciones de la UIT, *Una visión general de las*

ciudades inteligentes sostenibles y el papel de las tecnologías de la información y la comunicación. Informe Técnico del Grupo Temático FG SSC, UIT, Ecuador.

- UIT. (2016) Unión Internacional de Telecomunicaciones. *Actualidades para construir las ciudades inteligentes del mañana. Herramientas para avanzar.* (N° 2) 2016.

Resiliencia, territorios y gobernanza. Vinculación con la sociedad, coordinado por Marcela Virginia Santana Juárez, Guadalupe Hoyos Castillo, Giovanna Santana Castañeda, Francisco Zepeda Mondragón y Juan Roberto Calderón Maya (Coordinadores), se terminó de editar en octubre de 2019.

Editor responsable:

JORGE E. ROBLES ALVAREZ

