



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

Evaluación de los efectos de las amenidades en los precios de vivienda de Azcapotzalco:
Un enfoque hedónico espacial 2010-2012 y 2014

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A:

LUIS ÁNGEL ZERTUCHE GUADARRAMA

ASESOR:

Mtro. José Antonio Huitrón Mendoza

NAUCALPAN DE JUÁREZ, MÉXICO, AGOSTO 2017

Santa Cruz Acatlán



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

Evaluación de los efectos de las amenidades en los precios de vivienda de Azcapotzalco:
Un enfoque hedónico espacial 2010-2012 y 2014

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA

P R E S E N T A:

LUIS ÁNGEL ZERTUCHE GUADARRAMA

ASESOR:

Mtro. José Antonio Huitrón Mendoza

NAUCALPAN DE JUÁREZ, MÉXICO, AGOSTO 2017

Agradecimientos

*“A quien se le dio mucho,
se le exigirá mucho;
y a quien se le confió mucho,
se le pedirá más.”*

Lc 12:48.

El gran esfuerzo que realicé en este trabajo no se compara con el realizado por mi mamá Margarita, ella me ha forjado para ser el hombre quien soy en este momento. No puedo retribuirle ni una pequeña parte de todo lo que ella me sigue dando, al igual que a mi papá Miguel Ángel que me dejó una de las mejores enseñanzas de la vida: no importa a qué te dediques, siempre sé un hombre de bien. A mis hermanos Mickey y Lau por su paciencia y apoyo en cualquier momento que lo llegué a necesitar. A mi abuelita porque la mejor sabiduría que uno puede adquirir te lo de la vida y ella me ha compartido su vida misma; en general a mi familia Zertuche y Guadarrama este logro es suyo.

A cada uno de los profesores que me ha formado en mi vida escolar, a los que creyeron en mí y a los que me dijeron que no iba a lograr cosas grandes. A los que se tomaron el tiempo de leer esta investigación y aportarme sus comentarios, tanto compañeros como maestros. En especial al profesor José Antonio Huitrón que me fue guiando a lo largo de este camino y quien me ofreció tanto conocimiento sin nada a cambio más que querer aprender. A la profesora Nelly Esmeralda que me acompañó en la mayor parte del trabajo realizado y quién en verdad sus comentarios y correcciones fueron un reto a superar.

A Désirée Medina que por su cariño y entendimiento me ayudó a concluir esto. Gracias por ser cómplice de mis logros y claro que eres participe de ellos. ¡Que vengan muchos más! A mis amigos de la FES Acatlán que tantas horas compartimos juntos en un salón de clases o en las canchas de fútbol, sin ustedes esto sería sumamente aburrido. A la UNAM por brindarme la oportunidad de formarme como economista en sus espacios y por darme el sentido social que tanto necesita este país.

A la sociedad mexicana en general, a la gente que trabaja día a día para que universidades públicas como estas sigan en pie, espero contribuir algo con este trabajo, como ustedes lo han hecho con mi educación universitaria. Porque así he entendido la vocación humanística con la que fue concebida esta universidad: **POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU.**

Índice general

Introducción.....	1
Capítulo 1. Fundamentos teóricos para el estudio de los precios de vivienda.....	5
1.1. Estructura espacial de la ciudad y su influencia en los precios	6
1.2. La economía regional y urbana en la conformación de los precios de vivienda	8
1.2.1. La Nueva Economía Neoclásica Urbana	9
1.3. Teoría de los precios. Una perspectiva hedónica	12
1.4. Enfoque de precios hedónicos	15
1.4.1 Amenidades clásicas	16
1.4.2. Amenidades deportivas	19
1.4.3. Amenidades naturales	20
1.4.4. Otras amenidades	23
1.5. Experiencias de los precios hedónicos.....	24
1.5.1 Políticas de intervención urbana en la Ciudad de México	27
Capítulo 2. Amenidades y los precios de vivienda: un análisis de datos espaciales	29
2.1. La Delegación Azcapotzalco: una breve remembranza	30
2.2. Situación actual del mercado de vivienda	33
2.3. Análisis Exploratorio de Datos Espaciales	36
2.3.1. Tratamiento de los datos	36
2.4. Metodologías para la determinación de precios de vivienda	42
2.4.1. Metodología de los precios hedónicos.....	43
2.4.2 Precios de vivienda y las amenidades	45
2.5. Síntesis	53
Capítulo 3. Análisis de los determinantes de la dinámica de los precios de vivienda	56
3.1. Modelos basados en agentes	57
3.2. Los precios de vivienda como fenómeno emergente	60
3.3. El modelo	62
3.3.1. Inicialización del modelo	67
3.3.2. Intercambio de información	68
3.4. Resultados	71
3.4.1 Escenario base	72
3.4.1 Experimento 1: una política inmobiliaria que favorece la vivienda residencial	74
3.4.2. Experimento 2: se construyen amenidades al cabo de cinco años	76
3.5. Conclusión	78
Conclusiones generales	80
Bibliografía general	84
Anexo 1. Precios de vivienda en Azcapotzalco	91
Anexo 2. Estadística descriptiva básica de la clasificación de viviendas y amenidades	96
Anexo 3. Conceptos y sus definiciones.....	98
Anexo 4. Código de programación del modelo basado en agentes	100

Índice de cuadros y gráficas

Cuadro 1.1. Teoría relacionada a los precios hedónicos	15
Cuadro 1.2. Resultados de las amenidades de forma empírica.....	18
Cuadro 2.1. Ocupación habitacional por vivienda (en miles)	34
Cuadro 2.2. Simulación de Monte Carlo para las variables promedio de viviendas 2010, 2012 y 2014.....	40
Cuadro 2.3. Metodologías para estimar el valor de una propiedad	42
Cuadro 2.4. Clasificación de amenidades por ubicación geográfica de la delegación Azcapotzalco para el año 2010	54
Cuadro 3.1. Diferencias entre los tipos de modelación.....	59
Cuadro 3.2. Modelos en simulación que abordan la interacción de precios	61
Cuadro 3.3. Características de los agentes	65
Cuadro 3.4. Clasificación de la vivienda por precio promedio.....	66
Cuadro 3.5. Condiciones iniciales para escenario base	72
Cuadro 3.6. Condiciones iniciales para el experimento 1	75
Cuadro 3.7. Resultados de las colonias con un mayor precio promedio ..	77
Gráfica 3.1. Precios promedio de vivienda para el escenario base	73
Gráfica 3.2. Comparación de precios promedio de vivienda para el escenario base y experimento uno.....	76

Índice de figuras

Figura 1.1. Distribución del suelo según Alonso	7
Figura 1.2. Definición de ciudad de acuerdo a la Nueva Economía Neoclásica Urbana	10
Figura 2.1. Ubicación geográfica por código postal de la delegación Azcapotzalco con tipos de asentamientos.....	31
Figura 2.2. Distribución de zonas industriales en la delegación Azcapotzalco para el año 2014.....	32
Figura 2.3. Diferencia entre cartografía a nivel AGEB y código postal para la delegación Azcapotzalco 2010	37
Figura 2.4. Distribución de datos de la variable promedio de valor del mercado en las colonias de Azcapotzalco para el año 2010, 2012 y 2014	38
Figura 2.5. Clusters de precios de vivienda en la delegación Azcapotzalco para el año 2010, 2012 y 2014	41
Figura 2.6. Porcentaje de viviendas que cuentan con servicios públicos a nivel AGEB en la delegación Azcapotzalco para el año 2010.....	44
Figura 2.7. Precios de viviendas por código postal con amenidades de la delegación Azcapotzalco para el año 2010.....	46
Figura 2.8. Precios de viviendas por código postal con amenidades de la delegación Azcapotzalco para el año 2012.....	48
Figura 2.9. Avenida de las Granjas del 2009 al 2015	50
Figura 2.10. Precios de viviendas por código postal con amenidades de la delegación Azcapotzalco para el año 2014.....	51
Figura 3.1. Mundo en el modelo de precios de vivienda.....	63
Figura 3.2. Distribución de viviendas y amenidades en el mundo	68
Figura 3.3. Intercambio de información entre agentes.....	69
Figura 3.4. Interacción amenidades-vivienda en 3D del modelo	70

Introducción

El desarrollo de la Zona Metropolitana del Valle de México va acompañado de un incremento en la población que adquiere un crédito de vivienda, además de una tendencia creciente de vivir cerca al lugar del trabajo, generando así una aglomeración de distintas actividades económicas en lugares reducidos.

Por una parte, se encuentran los servicios públicos y privados para subsanar esa tendencia de preferir vivir en el centro de la ciudad que es donde se encuentra la mayor parte de las actividades comerciales y económicas. Por otra parte, la oferta del sector inmobiliario tratando de equilibrar los cambios en las preferencias de la demanda para que así todos tengan acceso a una vivienda propia o en renta.

Por ejemplo, alrededor de las colonias del Gas, ampliación del Gas, Aguilera y Liberación, al suroriente de la delegación Azcapotzalco se han construido conjuntos residenciales que ofrecen un nuevo estilo de vida para sus inquilinos con zonas comerciales, albercas o carriles de nado, gimnasios, áreas verdes, salón de usos múltiples y distintas amenidades.

Esto ha conllevado a una serie de trastornos en las colonias anteriormente mencionadas tales como inundaciones de aguas negras, afectaciones en las viviendas aledañas, daños en la infraestructura hidráulica, así como en las vialidades principales.

Además, el sector privado y público se han hecho de un interés en la construcción de éstas amenidades con el motivo de aumento en el valor de las viviendas; tienen un desarrollo económico en donde se colocan y tienen un cambio nuevo en la apariencia urbana de la colonia. Prestándose a la especulación en los precios sin saber en sí sus determinantes.

Un caso de ello es la Arena Ciudad de México ubicada en el pueblo de Santa Bárbara sobre la avenida Granjas, que se construyó en conjunto con el sector privado y público. En el 2008 en la gaceta oficial del Distrito Federal el inmueble cuya superficie es de 81, 487.279 metros cuadrados el gobierno condona el terreno para que se construya la arena.

Siendo que en el plan de desarrollo urbano de la delegación en esa área se tenía previsto un desarrollo industrial. Los vecinos describen que los efectos que tiene la arena les genera conflictos, tales como caos en las avenidas principales y las calles aledañas los asistentes a este foro las ocupan como estacionamiento ([Quintero, 2012](#)); esto presenta un contraste en la condición de los pueblos y barrios originarios de Azcapotzalco.

En Estados Unidos diversos investigadores ([Davies, 2005](#); [Coates, et. al. 2006](#); [Baade y Dye, 1990](#) y [Feng y Humphreys, 2008](#)) han estudiado los diferentes impactos que pueden tener las amenidades, todo esto con tal de dar una postura acerca de que el sector público participe en la construcción y operación, por medio de la inversión de gasto público o la condonación de terrenos, crean un discurso que justifica toda la intervención del gobierno afirmando que este tipo de proyectos tienen un desarrollo urbano donde se pueden recuperar terrenos baldíos, reutilizar edificios, además de darle un nuevo aspecto a la ciudad ([Chapin, 2004](#)).

La construcción y remodelación de amenidades, como arenas, centros comerciales, complejos residenciales de lujo, en los últimos años son una constante inversión tanto en el sector público como privado. Uno de los principales motivos y justificaciones de éste fenómeno es que la ciudad cuente con distintos servicios, se creen empleos, que atraiga más turismo y se generen derramas económicas, así como el aumento en los precios de vivienda. Baade y Dye ([1990](#)) examinan una cuestión fundamental, ésta es que, si este tipo de remodelaciones o construcciones se correlacionan con un aumento en la actividad económica, llámese aumento en los empleos, calidad de vida, seguridad y servicios públicos.

Además de esto las intervenciones urbanas que se han tenido en la Ciudad de México con respecto a la oferta de viviendas ha tenido un cambio en las últimas tres administraciones dejando a un lado la producción de viviendas sociales y favoreciendo más a las de tipo medio. De manera puntual, en la delegación Azcapotzalco ha habido un crecimiento urbano desordenado con grandes obras, edificios con niveles entre 16 y 22 pisos ubicados en colonias como la del Gas, unidad habitacional el Rosario o el pueblo de Santiago Ahuizotla donde inmobiliarias

planean construcciones en las que promocionan los departamentos entre dos y tres millones de pesos ([González, 2015](#)). Esto va de la mano con trastornos en la infraestructura del drenaje, red hidráulica y vialidades ya que como lo menciona González, ([2016](#)) ha ocasionado desabasto en los servicios públicos de agua potable en estas colonias, inundaciones de aguas negras y tráfico en avenidas principales.

Es por ello que el objetivo general de este trabajo es examinar el efecto de las amenidades en el valor de las viviendas de tal forma que permita responder a la interrogante de que si se justifica el valor de los nuevos conjuntos habitacionales basándonos en el entorno donde están ubicados.

Otras preguntas que se plantean de las cuales es tarea de la investigación responder ampliamente son: ¿Cuáles son los determinantes del precio de las viviendas? Añadiendo a esto ¿Qué tipo de amenidades son las que influyen en un aumento o disminución del precio de las viviendas? Teniendo como hipótesis que las amenidades en la delegación Azcapotzalco están asociadas a un aumento de los precios de vivienda.

Para el objeto de estudio tomamos en cuenta dos niveles de información para el análisis, esto debido a que las amenidades que podemos identificar en una vivienda como el tamaño de la casa, número de baños o cuartos para dormir se encuentran a nivel AGEB, es decir, 122 AGEBS. Y las amenidades que corresponden a las características del barrio o entorno se obtuvieron a nivel colonia (111 colonias) estos extraído de una base de datos de las Estadísticas Censales a Escalas Geoelectorales del 2010 del INEGI, esto para hacer compatible los precios promedio de vivienda tomados de la Sociedad Hipotecaria Federal para los años en los que se construyó la Arena Ciudad de México (2010, 2012, y 2014) además se construyeron en esos años distintos centros comerciales como el que se encuentra en la antigua Hacienda del Rosario y la remodelación del CETRAM El Rosario.

Esta investigación se realiza bajo la perspectiva hedónica formalizada por Rosen (1974) en la que los precios de viviendas no se determinan por su oferta y demanda sino por las características que pueda presentar la vivienda, teniendo como trasfondo la teoría del consumidor neoclásica.

La Nueva Economía Neoclásica Urbana profundiza acerca de este tipo de conformación de precios dentro de una ciudad, en la que, por medio de la interacción de la oferta de viviendas, un presupuesto de los individuos y el entorno se pueden fijar los precios teniendo en cuenta que las ciudades se definen conforme a un equilibrio de la población y de la producción de viviendas en donde la gente decide qué comprar y el presupuesto que estos últimos tengan para adquirir una vivienda buscando siempre la maximización de su utilidad.

La investigación consta de tres capítulos. En el primer capítulo se presenta el marco teórico en el cual se parte de la organización espacial de una ciudad para la conformación de precios en las viviendas, teniendo una comparación entre dos enfoques que abordan las ideas más relevantes. Para que posteriormente se agreguen otro tipo de variables determinantes en el análisis, explicando los conceptos con mayor uso en el enfoque hedónico de precios y cómo se ha aplicado a distintas experiencias en otros países.

En el capítulo dos se realiza una remembranza histórica de la delegación Azcapotzalco para entender el acomodo de sus colonias y organización territorial que datan desde épocas precolombinas. Se hace uso del análisis exploratorio de datos espaciales para identificar si existe dependencia espacial en los precios de vivienda, acompañado con la aplicación de sistemas de información geográfica que detallan la ubicación de las amenidades.

Por último, en el capítulo tres se presenta un modelo computacional en el que se muestra cómo los precios de vivienda en particular suelen modificarse con un cambio en su entorno tanto cómo se conforma una colonia como el ambiente de amenidades. El objetivo de éste modelo es mostrar la heterogeneidad del mercado de viviendas y analizar el comportamiento de los precios cada vez que su alrededor se modifique.

Capítulo 1. Fundamentos teóricos para el estudio de los precios de vivienda

1.1. Estructura espacial de la ciudad y su influencia en los precios

Desde el enfoque de la teoría económica urbana se analizan distintos principios que ayudan a definir la estructura de una ciudad, desde donde se trabaja la materia prima o se realizan las actividades de comercio, hasta dónde la gente vive. Con base en esto se pueden encontrar diferentes fundamentos para el valor de un tipo de suelo hasta el precio de una casa.

Los modelos monocéntricos de Alonso-Muth-Mills, proveen un marco de referencia para analizar la estructura de una ciudad, tales como la estructura productiva de ésta, así como la organización espacial de las viviendas, en otras palabras, el modelo afirma que la distancia a la ciudad central es un determinante exclusivo, causando la variación espacial de los precios de la vivienda ([Helbich, et.al. 2013](#)). Esto es, a medida que uno se aleja del centro el valor irá disminuyendo tanto de la tierra como de un inmueble.¹

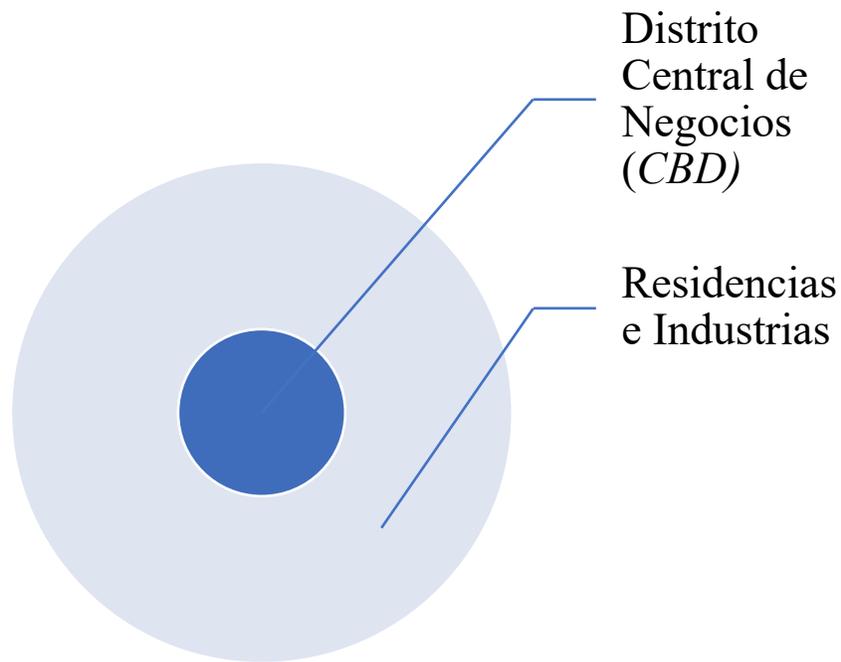
Parker y Filatova ([2008](#)) mencionan que la idea de la centralidad de una ciudad tiene sus antecedentes en la economía clásica donde David Ricardo formaliza la relación que tiene la renta con la productividad de la tierra. Posteriormente von Thünen ([1826](#)) agregaría otras variables como lo son el costo de transportar los bienes agrícolas del centro económico a los demás mercados. Demostrando así con su modelo² que la localización de la actividad agrícola, depende de los costos de transporte, los costos de producción y los precios del mercado.

Alonso ([1964](#)) siguió desarrollando el modelo en un sentido del uso de suelo. Éste asume que la ciudad solo cuenta con un lugar central en donde se desarrollan la mayor parte de la actividad económica, ahí se concentran también la actividad comercial además de los servicios. Fuera de ese centro se localizan las industrias y viviendas. (Véase Figura 1.1).

¹ Existen otro tipo de estructuras espaciales, para profundizar en ellas cfr. ([Anas et al. 1998](#)).

² Fujita y Krugman ([1995](#)) presentan a grandes rasgos las ideas fundamentales de von Thünen con un modelo de equilibrio espacial basado en el comportamiento de empresas manufactureras que actúan en competencia perfecta que producen diferentes bienes de consumo.

Figura 1.1. Distribución del suelo según Alonso



Fuente: Elaboración propia

Éste modelo de uso de la tierra parte de una ciudad monocéntrica que va de forma paralela con lo que propone von Thünen, solo que la ciudad propuesta en el primer modelo es reemplazada por un distrito central de negocios, mientras que la tierra agrícola se cambia por tierra residencial para los trabajadores que se desplazan a la ciudad (Fujita, 2012). Muth (1969) y Mills (1967) agregaron más al modelo de Alonso para tener en cuenta la densidad en cada lugar (mediante la introducción de un productor de vivienda que decide la densidad estructural del desarrollo) además de los niveles de alquiler para cada tipo de vivienda. Todas estas premisas parten, como lo resaltan Fujita y Thisse (2013), de un enfoque clásico de cómo se forman las ciudades, que se basa en la elección³ que tienen los individuos en escoger entre el tamaño de la vivienda y la accesibilidad al centro de la ciudad donde hay trabajos disponibles.

³ En inglés se le conoce como *trade-off*.

1.2. La economía regional y urbana en la conformación de los precios de vivienda

Desde von Thünen en específico se ha teorizado sobre el papel que tiene el espacio para la actividad económica de una ciudad y al paso del tiempo ampliar los supuestos o debatir esas ideas. Además de la visión de cómo se forman las ciudades y con base en esto se asignan los valores en la tierra tanto en el quehacer productivo como de forma residencial, se encuentran distintos enfoques, por un lado, se encuentra la Nueva Geografía Económica (NGE) que tiene como meta principal la creación de modelos que permitan discutir cuestiones como la economía de una ciudad, explicar distintas formas de aglomeración económicas en determinados espacios geográficas, entre otras.

En la década de 1990 se habla de una Nueva Geografía Económica que retoma los principios de la teoría general de localización y la economía espacial ([Fujita, 2012](#)) añadiendo puntos de discusión sobre la existencia de un solo distrito central de negocios (*Central Business District*) abordando así modelos policéntricos o no monocéntricos, donde la actividad económica no se concentra en un solo lugar sino en varios, dándole oportunidad tanto al trabajador como a la empresa ubicarse en distintos puntos de la ciudad.

Esta escuela parte de distintas ideas básicas, una de ellas es que las concentraciones industriales son donde más crece la población y ello se debe a la potencialidad del mercado, estas generan las distintas condiciones de aglomeración y concentración necesarias de personas, empresas y comercio, creando así un sistema en la ciudad. Cuadrado ([2014](#)) hace ver que es común en éstos tipos de modelos la integración de la geografía en la economía, el espacio de verdad importa y que la mayoría de los autores suelen encontrar los siguientes rasgos en sus modelos. El primero de ellos es que el mercado opera en competencia imperfecta donde los rendimientos crecientes a escala en un determinado sector económico son la decisión preferida. El segundo rasgo es la incorporación de que los costos están directamente vinculados al comercio y al transporte. Y por último distintas fuerzas que impulsan la aglomeración (fuerzas centrípetas) o que favorecen a que se disperse (fuerzas centrífugas).

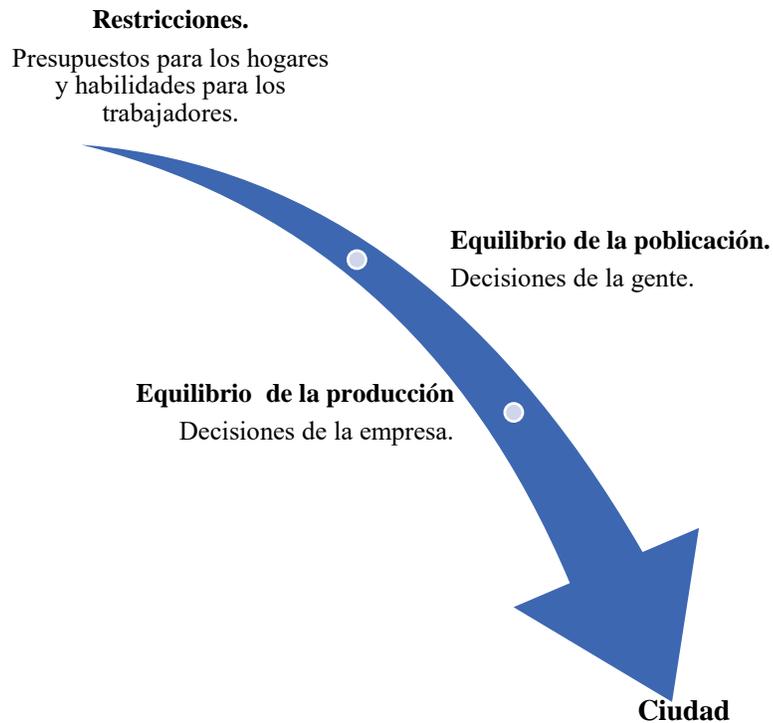
Esto es lo que genera novedad en ésta corriente de pensamiento ya que sus modelos de centro periferia incluyen éstas fuerzas y aunque lleve más de diez años madurando ha dejado paso a distintas críticas, principalmente la inconsistencia en los modelos con la realidad, haría falta modelos más realistas sin dejar a un lado la historia de cada ciudad; tal y como Jacobs ([2014](#)) plantea que el crecimiento de las ciudades, debe de ser entendido cómo un proceso histórico, donde se desarrolla una industria que genere un desarrollo en cierto lugar y por ello origina cierto nivel de aglomeración donde se establecen actividades comerciales y viviendas.

De ésta corriente se retoma en la investigación el concepto del distrito central, en el cual se parte de ahí para fijar los precios de vivienda, teniendo como relación también los costos de transporte. Esto quiere decir que si vives retirado de los puestos de trabajo los precios de vivienda serán menores, pero los costos de transporte para trasladarse a su trabajo serán mayores; de lo contrario si vives cerca de tu puesto de trabajo te costará menos el transporte, pero el precio de vivienda es mayor.

1.2.1. La Nueva Economía Neoclásica Urbana

Otra perspectiva que teoriza sobre la conformación de los precios dentro de una ciudad que, mediante la interacción de la oferta de viviendas, un presupuesto de los individuos y el entorno se pueden fijar los precios de vivienda además de dónde residen las personas. La NNUE (por sus siglas en inglés) de acuerdo con Storper ([2013](#)) asume un conjunto de restricciones y luego determina la distribución espacial de las personas o el equilibrio de la población y de la producción que definen el tamaño de las ciudades, los ingresos y los niveles de producción de éstas además de sus patrones de especialización (véase figura 1.2).

Figura 1.2. Definición de ciudad de acuerdo a la Nueva Economía Neoclásica Urbana



Fuente: Elaboración propia

Uno de estos autores ([Robak, 1982](#)) demuestra que en ésta teoría las amenidades desempeñan un papel importante en una ciudad y que el valor de éstas se puede reflejar tanto en los salarios como la renta. Las principales amenidades son el clima y la calidad de vida que las personas buscan maximizar su utilidad haciéndolo por medio de la movilidad, todo esto quiere decir, en los lugares donde hay un clima favorable como lo es más presencia de sol, lagos o ríos son dónde los salarios son bajos, de lo contrario los salarios aumentan a medida que estas amenidades disminuyan haciéndonos referencia a ciudades, con edificios, mala calidad de aire, etc.

De modo que las personas buscarán maximizar moviéndose de lugares adecuados a su utilidad dependiendo qué requieran si mayor salarios o amenidades. Poniendo como ejemplo la Zona Metropolitana del Valle de México en donde los municipios del Estado de México que en su mayor parte están localizados a la periferia, cuentan con un mayor número de amenidades como se mencionan, sin embargo, en la Ciudad de México que es donde se concentra la mayor parte de actividades económicas sucede lo contrario a mayor salario menor número de amenidades de éste tipo.

Otros autores ([Glaeser, 2008](#) y [Gottlieb, 2009](#)) ofrecen un marco general al que denominan equilibrio espacial general en el cual se determina en conjunto las decisiones que una empresa toma para localizarse y la movilidad de los trabajadores además de las opciones de construcción de vivienda.

Dentro de este equilibrio los consumidores maximizan su utilidad que es una función de sus salarios, gastos de vivienda y las amenidades. Las empresas de igual forma maximizan sus beneficios y tienen la posibilidad de elegir lugares en los que se puedan ubicar. Por último, los encargados de las construcciones de vivienda suministran éstas últimas en respuesta a la demanda, proporcionando más espacio y un precio bajo dependiendo las regiones.

El equilibrio espacial general afirma que debido a la interacción de estos tres entes (personas, empresas y constructoras) es como se determinan los salarios, el tamaño de las ciudades, los niveles de ingreso, las tasas de crecimiento poblacional y los precios de vivienda. Aunque Storper ([2013](#)) hace una crítica respecto al papel que tienen las amenidades en esta teoría como influyentes en tantos aspectos de una ciudad, él dice que un sistema urbano mundial no es un conjunto de parques infantiles o ferias de amenidades, es más bien un vasto sistema de talleres interconectados. Dejando claro que en este tipo de análisis las amenidades son un factor de desigualdad y no un simple equilibrio que se forma entre la oferta y demanda de trabajadores, salarios y lugar donde vivir.

1.3. Teoría de los precios. Una perspectiva hedónica

Se ha revisado que en las ciudades los precios de las viviendas están determinados por distintos factores que están interconectados, la cercanía al centro económico, la ubicación del trabajo, las construcciones de vivienda, el acceso a los bienes de consumo, etcétera. Los precios de vivienda en la economía urbana son una importante medida ya que éstos nos dan indicios del crecimiento y desarrollo en la dinámica que tenga una región ([Glaeser, et.al., 2006](#)).

En la teoría microeconómica, especialmente en la teoría del consumidor, podemos encontrar los fundamentos principales para analizar otras variables que determinan un precio de vivienda además de la cercanía al centro económico, a estos elementos adicionales Gottlieb, ([2005](#)) las denomina como amenidades. Éstas pueden ser entendidas como bienes y servicios que entran en las funciones de utilidad de los individuos, esto quiere decir que, las amenidades agregan valor a la vivienda o pueden disminuirlo, cuando adquieres un inmueble lo puedes valorar por su utilidad por contar diversas amenidades, al igual cuando decides venderlo.

Otra definición de amenidad es la que nos ofrece Whittick ([1975](#)) que originalmente la palabra denotaba la idea de agrado, pero su sentido se ha ampliado considerablemente en los modelos urbanos incluyendo el medio ambiente rural y urbano, rasgos del paisaje, los espacios destinados a ciertas actividades sociales y recreativas y las mejoras que se inducen para incrementar lo agradable de un lugar.

Lancaster ([1966](#)) argumenta que un bien por sí mismo no crea utilidad, pero sus características individuales sí. En otras palabras, cada bien cuenta con distintas singularidades que le dan una utilidad al individuo, de igual forma cada bien posee más de una característica y varias de ellas se comparten para más de un bien. Lancaster ([ídem](#)) lo ejemplifica de la siguiente manera: una comida como bien único posee propiedades nutricionales, pero además tiene características, como el sabor si es dulce o salado, y distintas comidas tienen estas peculiaridades en distintas proporciones.

Por otra parte, una cena es una combinación de dos bienes, una comida y un entorno social, puede contener las características mencionadas anteriormente de la comida y las características de un lugar adecuado para una reunión social. Cabe mencionar el entorno en que el autor le da más importancia a una cena por encima de la hora de la comida, en Estados Unidos donde se acostumbra más una cena para reuniones sociales o negocios es algo muy común.

De igual forma Rosen ([1974](#)) construyó y desarrolló sobre las ideas referidas con anterioridad, una teoría completa de los precios hedónicos que une las preferencias de los consumidores con diversas características de un producto. La función que presenta Rosen supone una situación donde existe un equilibrio en el cual la disponibilidad de pagar de los consumidores de vivienda es igual que la libertad de aceptar de los productores ([Perdomo, 2010](#)).

Formalmente este equilibrio hedónico se presenta de la siguiente manera:

$$P(z) = P(z_1, \dots, z_n)$$

Dónde $P(z)$ es el precio de una vivienda que está determinado por el valor de cada característica del inmueble, sus atributos y externalidades (z). Freeman ([1979](#)) hace notar que en distintos estudios han utilizado ésta ecuación con algunas variables explicativas que podemos dividir las en dos grupos:

- **características de la propiedad:** este tipo de variables incluyen la ubicación de la vivienda, el tamaño del lote, antigüedad y las características estructurales como son el número de cuartos para dormir, número de baños, etc.
- **características socioeconómicas:** refieren las condiciones de dónde está ubicada la vivienda. Ejemplos de la variable son, si cuenta o no con los servicios públicos de agua, drenaje y electricidad, la accesibilidad a parques o áreas verdes en las que se pueda realizar actividades de esparcimiento o escuelas.

El modelo de precios hedónicos en sí equivale a una descripción del equilibrio competitivo en un plano de varias dimensiones. Ahora, en los precios hedónicos no existe una variación entre conceptos, teniendo claro que parten de la teoría microeconómica del consumidor. Por lo general las investigaciones coinciden con una descripción que encontramos en Lizam et al. ([2014](#)) quién define a éstos como los precios implícitos de los atributos de la vivienda.

Y a pesar de que en un inicio el modelo no era aceptado por distintos investigadores es en el trabajo de Freeman ([1979](#)) donde encontramos esa aceptación ya que justifica de manera teórica la aplicación de esta metodología a un mercado tan heterogéneo como lo es de las viviendas. Más reciente, algunos autores como Malpezzi ([2002](#)) han realizado revisiones exhaustivas de la literatura existente, hasta entonces, de los precios hedónicos y coincide que los trabajos de Lancaster ([1966](#)) y Rosen ([1974](#)) son los clásicos que se citan.

Naturalmente el modelo de Rosen ([1974](#)) conduce a una función de precios que esté determinada por diversos factores; y a partir de los supuestos teóricos esbozados algunos párrafos arriba se estima inicialmente un precio implícito de cada atributo mediante una regresión econométrica. Los coeficientes pueden interpretarse como la disponibilidad que tienen que pagar los consumidores ([Zabel, 2015](#)), *Willingness To Pay (WTP)* en inglés, así se vuelve una herramienta de suma importancia la estimación hedónica y la medición de la disposición a pagar para cuantificar los beneficios de las políticas públicas que mejoren la calidad del medio ambiente ([Eriksen, et al. 2016](#)), por ejemplo, la calidad de las escuelas o el cuidado de la salud.

1.4. Enfoque de precios hedónicos

El enfoque hedónico es muy aceptado por distintos investigadores (véase Cuadro 1.1.) ya que en éste encuentran un fundamento teórico para el análisis de bienes diferenciados y que la característica individual de ellos puede ser implícitamente su precio. El término hedónico se utilizó por primera vez en este contexto para describir la ponderación de la importancia relativa de varios componentes en un automóvil, tales como los caballos de fuerza, la capacidad de frenado, etcétera ([Goodman, 1998](#)).

Así, desde Ridker y Hening ([1967](#)) ha habido un creciente interés en estudiar el impacto de las amenidades naturales, tales como la calidad del aire, la contaminación en el mismo o en el agua e incluso en el ruido. Todo esto ha dado paso a distintas investigaciones que no sólo se enfocan en esta parte del ambiente sino el impacto que generan lagos, ríos, reservas naturales o parques en los precios de las viviendas aledañas.

Cuadro 1.1. Teoría relacionada a los precios hedónicos

Amenidades	Hipótesis
Clásicas Freeman (1979) Follain y Jiménez (1985) Sheppard (1999) Malpezzi (2002)	El precio de la vivienda está en función de los atributos propios que cada una de éstas tenga.
Naturales Hamilton y Morgan (2010) Jiao y Liu (2010) Liao y Wang (2012) Filatova (2014) Glaesner y Coruso (2015)	La cercanía de las casas a un recurso natural como lo son ríos o lagos está correlacionada con los altos precios de vivienda.
Deportivas Davies (2005) Feng y Humphreys (2008)	El precio de cada casa aumenta a medida que esté más cercana a una amenidad deportiva y disminuye conforme se aleja de ésta.

Fuente: Elaboración propia con base en revisión de literatura

Partimos de la parte clásica en donde encontramos distintos autores que ya han realizado críticas y han repasado estudios anteriores en donde utilizan la teoría de los precios. Cabe señalar que esta revisión es más reciente que la que han hecho alguno de los otros investigadores, porque el más reciente que se tiene es el de Malpezzi (2002) a pesar de que distintos trabajos realizan un repaso literario.

Por lo que resta, indagaremos en otro tipo de amenidades no solamente de una vivienda si no en un hostel en el caso de que la teoría explique si los precios de alojarse en un hostel se relacionan con las características de éste; refiriéndonos a la rama del turismo. Además, la teoría es aplicada a una técnica que en las últimas décadas ha tomado mucha fuerza y popularidad entre la comunidad científica, los modelos basados en agentes. *Groso modo* es una herramienta computacional que ayuda a modelar la heterogeneidad de los agentes, en conjunto con su espacio los individuos interactúan para formar un fenómeno emergente⁴.

En lo que sigue, analizaremos estudios que se han hecho con la teoría hedónica de precios por países, como España y Colombia, esto nos sirve para mostrar con qué similitud se aplican los conceptos para un estudio realizado en la Zona Metropolitana del Valle de México. Con este análisis se encuentran puntos a favor y en contra, pero como se verá adelante los determinantes de un precio de vivienda están ligados a las variables incluidas en los modelos de localización y en la teoría microeconómica del consumidor y su preferencia por consumir un bien y la utilidad que éste le pueda generar.

1.4.1 Amenidades clásicas

Llamaremos amenidades clásicas a las variables que se encuentran en los trabajos que recopilan las bases teóricas de los precios hedónicos. Éstas se encuentran como las características propias de la vivienda por la que los consumidores deciden consumir o no ese bien ya que les genera cierta utilidad.

⁴ En el capítulo 3 indagaremos más acerca de ésta herramienta y de los conceptos mencionados.

Después de iniciar Lancaster ([1966](#)) y Rosen ([1974](#)), continua Freeman ([1979](#)); aunque se considera su investigación como una aplicación de ésta teoría para desarrollar medidas de la calidad del medio ambiente e intenta evaluar la validez de algunas críticas hacia las amenidades ambientales, el trabajo ofrece una revisión en los supuestos generales del enfoque de precios hedónicos.

Sin embargo, da a conocer que los precios hedónicos no son capaces de aprehender los beneficios que las personas pueden experimentar más allá de sus residencias, por ejemplo, la calidad de aire en un centro de trabajo o la calidad del agua en sitios recreativos. Pero pasa las pruebas apropiadas como cualquier técnica empírica utilizada para estimaciones, como las funciones de producción, demanda o consumo.

En otros autores ([Follain y Jiménez, 1985](#); [Sheppard, 1999](#); [Malpezzi, 2002](#)) se halla una mayor coincidencia con las posturas teóricas, solo en los dos primeros trabajos encuentran un par de problemas que los autores discuten con amplitud en sus ensayos. El primero lo denominan como el problema de identificación donde se pretende aclarar que al interactuar la oferta y la demanda se contraponen los datos. Y el segundo problema se deriva de la estructura de los precios; no es lineal. Esto es, en modelos como los de demanda los consumidores de forma individual son tomadores de precios lo que hace que el consumidor elija una cantidad condicional sobre el precio que domina y el precio de la mercancía es exógeno. Contrario a lo que sucede con los modelos hedónicos no lineales ya que los precios y cantidades se correlacionan por la simple construcción de éstos por lo que los consumidores eligen tanto una cantidad de alguna característica e implícitamente su precio.

A su vez Malpezzi ([ídem](#)) retoma estas problemáticas en su revisión de literatura -la más utilizada en los últimos años- y engloba las variables que en la mayor parte de los estudios encuentra que el precio está en función de los siguientes elementos:

- Cuartos y cada tipo de ellos, como son los dormitorios, baños, etc.
- La superficie de la casa.
- Tipo de la estructura (unifamiliar, conectada o desconectada, multifamiliar, número de unidades en la estructura, así como el número de pisos).

- Tipo de sistemas de calefacción y refrigeración.
- Antigüedad de la casa.
- Otro tipo de estructuras (garaje, terrazas, azotea, etc.)
- Material de la estructura.
- Características del barrio donde se encuentra la vivienda, el grado promedio de escolaridad, así como características socioeconómicas.
- Distancia al centro de negocios (*CBD*) y quizá a otro centro económico o sub centro; acceso a diversas amenidades, por ejemplo, tiendas departamentales o escuelas.
- En caso de que se rente la vivienda, características del inquilino, si los servicios están incluidos en el alquiler o características étnicas.
- Fecha en la que se recaban los datos.

En conjunto éstas son las variables que se ocupan para el análisis. Cada una generará distinta utilidad entre las preferencias de los individuos destacando que los precios de vivienda altos están correlacionados en la mayoría de los estudios (véase Cuadro 1.2) con las características de la colonia y su alrededor y la distancia al centro de negocios, de igual manera la antigüedad de la casa tiende a relacionarse con los precios bajos.

Cuadro 1.2. Resultados de las amenidades de forma empírica

Amenidad	Resultado
Clásicas	Las variables que explican el precio alto de una vivienda son: Tamaño de la casa. Características del barrio o colonia Ubicación con respecto al CBD
Deportivas	Las instalaciones deportivas tienen una relación positiva en los precios de vivienda. Siendo los estadios y arenas los que sobresalen
Naturales	La ubicación cercana a un lago, río tiene una correlación con los precios de vivienda, además de la vista y la calidad de aire.

Fuente: Elaboración propia con base en la literatura revisada.

Para cada una de las distintas amenidades, el enfoque será distinto por el lugar donde se aplique el estudio o región, pero una constante de los precios hedónicos son las características clásicas ya dependiendo de se añaden otro tipo de variables como gimnasios, estadios o arenas (amenidades deportivas) y lagos, ríos, calidad de aire (amenidades naturales).

Así, de ahora en adelante tomaremos éste posicionamiento teórico para explicar los precios donde es posible apreciar que la variable distancia al centro de negocios que retoma el autor de la teoría de la localización y organización de las da un poder explicativo pues no se queda solo en las características propias de la vivienda, sino que involucra el entorno, la colonia o el barrio en el que se encuentra.

1.4.2. Amenidades deportivas

De manera particular, se encuentran estudios que buscan explicar el precio de una casa de acuerdo a su distancia de un estadio o arena de espectáculos. López (2010) define de manera puntual una instalación deportiva como un equipamiento destinado para el deporte-espectáculo y deporte de competición ya sea un estadio o campo de fútbol y de béisbol, pabellón o palacio de los deportes, gimnasio, piscina, etcétera. Por lo tanto, las instalaciones deportivas serán muy diversas como consecuencia directa de cada práctica deportiva, tratándose de integrar a la cultura o al paisaje urbano.

Los autores estadounidenses Feng y Humphreys (2008) se preguntan cuáles son los impactos de las instalaciones deportivas en los precios de vivienda ya que en ellos encuentran la creciente construcción y remodelación de estos inmuebles donde el sector público apoya este tipo de amenidades con la justificación que traerá derramas económicas a la ciudad, vistas como una creciente fuente de empleos, ingresos por impuestos además de que los visitantes asisten a las instalaciones a gastar su dinero en bienes y servicios que estén o no relacionados y así inyectar dinero a la economía local.

Humphreys y Ruseski ([2010](#)) notan que para el negocio del deporte surgen distintos problemas con la medición, principalmente porque al ser un negocio grande, las distintas formas de abordarlo es el primordial problema, por ejemplo, estudiar el consumo de los asistentes a los eventos deportivos, analizar los impactos en los restaurantes o los hoteles de las ciudades que los albergan, sin mencionar la cantidad de deportes que en la unión americana se practica de forma profesional (béisbol, basquetbol, fútbol americano, *soccer*, hockey sobre hielo, etc.).

La teoría de precios hedónicos resulta atractiva para mostrar un impacto de las instalaciones deportivas en las viviendas aledañas. Concluyendo que la presencia de instalaciones deportivas, tienen efectos significativos sobre las viviendas y disminuye a medida que las casas se alejan de las ellas. Davies ([2005](#)) argumenta a diferencia del trabajo mencionado párrafos arriba, que los residentes próximos de este tipo de amenidades protestan a menudo por la congestión vial, contaminación y otros problemas que acarrea el funcionamiento o construcción de estadios provocando que los precios residenciales caigan.

Concordando la afirmación de la autora referente a este tipo de estudios relacionados con el deporte que no son posibles las mediciones exactas ni el impacto que tengan en su localidad, pero sí revelan un impacto significativo en el mercado inmobiliario, dando paso a la especulación y aumento de precios en las viviendas.

1.4.3. Amenidades naturales

Pasando a la metodología aplicada a las amenidades naturales es común encontrar hipótesis donde la cercanía de las casas a un recurso natural como lo son ríos o lagos, está correlacionada con los altos precios de los inmuebles. Hamilton y Morgan ([2010](#)) confirman la relación con un análisis empírico haciendo uso de los sistemas de información geográfica para detallar el tipo de barrio donde se encuentran las viviendas. Indican que las personas están dispuestas a pagar una cuota extra para vivir cerca de éstas amenidades naturales.

Así mismo, resaltan el beneficio de utilizar otro tipo de herramientas como los sistemas de información geográfica para tener más precisión de una variable utilizada en los trabajos de los precios hedónicos que es la distancia al *CBD* o en este caso a la amenidad ya que se encuentra esta variable con valores aproximados.

Añadiendo a estas técnicas modernas donde se involucra la parte del espacio donde se hallan las casas, se encuentra otro estudio que incorpora un modelo de campo geográfico en China ([Jiao y Liu, 2010](#)). Bajo el supuesto de que no todos los espacios naturales pueden ejercer influencia sobre los precios de mercado de todas las propiedades, el uso del modelo geográfico detalla de forma matemática las distancias de influencias, esto supera cierto sesgo en el uso de variables dicotómicas donde se indicaba un cero si contaba cerca un espacio público o uno si no lo contaba. Así se encuentran en la investigación que el lago impacta de manera significativa en los precios de las viviendas aledañas ya que es muy atractivo para la gente que decide comprar propiedades ahí. Por último, Jiao y Liu ([ídem](#)) notan una influencia insignificante del *CBD* en los precios de las viviendas ya que cuando se trata de una ciudad policéntrica la distancia a un centro en específico reduce el impacto en el valor de las casas.

Al estudio de la influencia de las amenidades naturales a los precios Liao y Wang ([2012](#)) identifican en una revisión de 15 estudios el efecto de la distancia de las viviendas al *CBD* sobre los precios de vivienda y cinco estudios reportan un impacto negativo, mientras que otros cinco es un efecto positivo, los cinco restantes muestran una influencia insignificante. Esto muestra la polivalencia de los centros económicos en las ciudades de China en los últimos años y la correlación que pueden tener los espacios naturales como parques, lagos o alguna otra amenidad.

Por su parte el estudio concluye que, al integrar la econometría espacial y la regresión cuantílica es de suma importancia ya que la última técnica mencionada les da robustez a los resultados frente a valores atípicos de la variable rezagada. Mostrando con estas técnicas la importancia de un concepto que en los precios de vivienda es de suma importancia, más cuando hablamos de precios promedios que

se calculan, por ejemplo, por código postal, colonias o barrios; me refiero a la dependencia espacial la cual ocurre cuando una observación en un lugar depende de las observaciones en otros lugares ([Liao y Wang, 2012: 17](#)) y resulta de los efectos indirectos de los precios de las propiedades cercanas.

Glaesner y Caruso ([2015](#)) notan que las amenidades naturales dentro de una ciudad no afecta directamente a los precios, sino que en cuestión de la heterogeneidad de los usos de suelo no tiene efectos significativos cuando se consideran éstos dentro de una proximidad inmediata y si suelen ser significativo cuando existe una distancia donde el residente pueda ir caminando por los espacios verdader, siendo en específico una amenidad como un espacio verde con árboles pero sin corredores ni recreación dentro de éste.

El último de la lista se encuentra el trabajo de Filatova ([2014](#)) quién presenta un innovador modelo basado en agentes de un mercado de vivienda, explorando diversos micro fundamentos. Éstos se refieren a los principios básicos del comportamiento de los individuos como la información que utilizan para decidir comprar una casa. El modelo captura los riesgos naturales y recreativos del medioambiente a través de un análisis hedónico esto debido a que realiza el estudio para Beaufort, Carolina del Sur una ciudad que se encuentra cerca del océano Atlántico.

Los resultados demuestran que el modelo de riesgos es factible para la combinación de microfundamentos teóricos del comportamiento de los individuos y los datos empíricos pues la herramienta computacional que utiliza es amable para llevar a cabo la teoría de una forma práctica, esto abre una posibilidad de explorar los cambios bruscos en los sistemas económicos del mercado de vivienda de manera esencial cuando existen distintos climas que favorecen la estadía en la ciudad así como los comportamientos que pueden ocurrir en los agentes.

1.4.4. Otras amenidades

Ahora bien, en el campo del turismo los precios hedónicos se han utilizado para evaluar el valor de las características de los diferentes mercados, incluyendo restaurantes, paquetes de destinos turísticos, parques nacionales, entre otras cosas debido a la propuesta de que el enfoque los individuos obtienen una utilidad no de manera directa de los bienes, sino que a partir de las características de éstos ([De Olivera Santos, 2016](#)).

Pongamos por caso el análisis que se realiza en hostales de 134 países. Cabe mencionar que los hostales suelen ser más económicos que los hoteles, aunque cuentan en su mayoría con los mismos servicios. De Olivera Santos ([2016](#)) estudia las diferentes características que ofrecen los hostales en los precios de estos mismos. Lo que más influye en un hostel y considera el aumento del valor de éste son la limpieza, la ubicación e instalación del mismo.

Siguiendo en ésta línea Koster, et al. ([2014](#)) estima el impacto de las amenidades históricas en los precios de vivienda, teniendo en cuenta que ellos parten de un concepto denominado distritos históricos. Éstos contienen edificios y paisajes que estén protegidos por el gobierno debido a su valor arquitectónico e histórico, en México se podría considerar los pueblos mágicos que la secretaría de turismo promueve y ampliando un poco éste sentido de distrito histórico la mayor parte de los centros de las ciudades suelen contar con algún patrimonio histórico como suelen ser iglesias, palacios de gobierno e incluso zonas arqueológicas por lo que no siempre se encuentran aislados del centro.

Lopez ([2010](#)) nos ofrece una definición de amenidad histórica o conjunto histórico tomada de la UNESCO el cual señala que es un grupo de construcciones y de espacios, incluyendo los sitios arqueológicos, arquitectónicos, históricos, estético o sociocultural. De forma empírica Koster, et al. ([2014](#)) demuestra que existe una preferencia en las viviendas cercanas a las amenidades históricas y los altos ingresos por lo que sugieren a los hacedores de política hacer conciencia de que las políticas de conservación de edificios históricos en lugares específicos porque pueden tener grandes efectos a largo plazo.

1.5. Experiencias de los precios hedónicos

Por lo que se refiera en aplicaciones de la teoría en países de habla hispana se ha hecho diversos estudios para ciudades de Sudamérica, España y México. Comenzaré dando un ejemplo sobre los modelos aplicados a las viviendas del ayuntamiento de Córdoba, una ciudad de Andalucía, España ([Brañas y Caridad, 1996](#)). El análisis nace debido al *boom* que se tiene de viviendas en dicho lugar y parece importante estudiar si los ciudadanos demandan nuevas características de las casas, o si sus preferencias han cambiado por lo que ya no solo se interesarían en buscar hogares centrales y de mayor superficie sino atributos ligados con la comodidad.

Después de tomar 26 características de cada vivienda los ciudadanos están dispuestos a pagar más si con ello obtienen servicios como amenidades naturales, parques o lagos cercanos. Añadiendo a esto, los demandantes prefieren zonas donde el tráfico no exista y haya lugar para estacionar y por último se aprecia la resistencia de los individuos a pagar altos impuestos que no conlleven mejoras en los servicios generales.

Cabe mencionar que en esa época en la ciudad de Córdoba se aplicó una política urbana que consistió en la creación de zonas habitacionales lejanas al centro, ubicadas al norte del ayuntamiento generando que la mayor parte de los habitantes desee una vivienda ahí por lo que el precio en esa zona resulta ser mayor debilitando así la parte central del ayuntamiento.

Al sur de la ciudad anteriormente mencionada se encuentra Málaga delimitada por la península ibérica, cercana al este con el estrecho de Gibraltar por lo que, al ser un sitio cercano a salidas de mar, cuenta con un par de ríos. Esto resulta atractivo para el análisis hedónico al contar con muchos atributos que puedan influir en el precio de las viviendas.

García (2008) realiza un análisis de igual forma con los precios hedónicos para el mercado local de Málaga. Los resultados obtenidos muestran que las características que influyen en mayor medida en la determinación del precio de vivienda son los factores estructurales de la misma, tales como el tipo de la superficie, número de cuartos o si cuenta con un garaje. Además de destacar la importancia de las características de localización como la ubicación de algunas casas próximas al mar, cercanas al centro de la ciudad o lugares que muestran una expectativa en mejora social, económica e incluso medioambiental. Por lo que los efectos pueden ser comparados con el de otras investigaciones, pero en general en Málaga los precios de vivienda a diferencia de Córdoba son más elevados por la localización de la ciudad.

Finalmente, el autor propone que los precios hedónicos deben de ser implementados para estimar los precios de vivienda por parte de las administraciones públicas con tal de dar una mayor certeza aparte del catastro que se lleva a cabo. Sin embargo, en los países de América del sur buscan implementar metodologías cuantitativas para medir el beneficio, vía precios de vivienda, generado por los gobiernos locales y recibido por las personas aledañas a los proyectos de infraestructura (Perdomo, 2010).

Lo anterior me refiero a la construcción de transporte público en Bogotá, Colombia además la implementación de dos programas de mejoramiento en los servicios urbanos y en el aspecto de los barrios. Esto es de sumo interés en el autor ya que todas las inversiones del Estado contribuyen a generar valor en las propiedades cercanas a los proyectos y con esto a cambiar el uso de suelo en las mismas zonas; por medio de técnicas como *propensity score matching* y los precios hedónicos compara los valores de las viviendas con los efectos del transporte público construido a principio del 2000.

El resultado contundente que presenta el trabajo es que con la primera herramienta los precios por metro cuadrado para predios cercanos al transporte público en promedio suelen llegar a ser mayores que si se alejan por más de 500 metros de la construcción.

Finaliza el estudio sugiriendo a los encargados de las políticas públicas en reinvertir los impuestos recaudados en generar nuevos proyectos de infraestructura que tengan beneficios en las personas como el desplazamiento con rapidez a su trabajo, etcétera, proponiendo ésta investigación como ejemplo de la inversión que lleva a cabo el sector público; entendiendo los verdaderos valores que se debería de pagar por cada ciudadano traducidos en servicios públicos o infraestructura generada por el Estado.

A lo que se refiere en México se encuentra la investigación de Valdivia ([2012](#)) quién integra en una base de datos más de 1,100 desarrollos habitacionales en los periodos de 2003 y 2009 para establecer una variación en los precios de vivienda en la zona metropolitana del valle de México (ZMVM).

Los resultados obtenidos muestran que las características que más influyen en la determinación del precio de la vivienda son los factores estructurales como la superficie construida que se encuentra de manera asociada a los números de cuartos, baños dentro de la misma o si las casas cuentan con cajones de estacionamiento.

Distinto a la accesibilidad que se tenga al transporte público y vías de comunicación como avenidas principales, ya que estas suelen ser significativas de acuerdo a la estimación hedónica para las viviendas del tipo interés social que para el 2007 se encuentran en un precio aproximado de 461, 198 ([Valdivia, 2012](#)); para el segmento de la vivienda media y residencial los efectos no tienen significancia porque tiene mayor peso el valor intrínseco de la vivienda.

El trabajo añade un factor importante que se ha discutido en distintas investigaciones, que es el precio implícito éste implica el entorno y la localización del inmueble. Por lo general, la mayor parte de la población en la ZMVM se desplaza a un centro económico haciendo que una casa de interés social, por ejemplo, con las mismas características en materia de construcción su precio se vea disminuido en la periferia de la zona metropolitana demostrando así el énfasis que el autor tiene en especial por el factor de la ubicación.

1.5.1 Políticas de intervención urbana en la Ciudad de México

Al estudiar de manera específica un mercado como el de viviendas y los determinantes del precio de las mismas, es importante añadir un factor esencial como lo es la intervención del Estado en ir construyendo o modificando la estructura urbana. Ya sea por medio de apoyos como condonar terrenos para la construcción de amenidades deportivas o centros comerciales como las políticas de construcción de viviendas para las empresas constructoras y las personas que quieran adquirir una.

En particular la Ciudad de México la vivienda ha jugado un papel importante en los proyectos urbanos de las administraciones encargadas de ejecutarlos ya que las últimas tres gestiones administrativas (2000, 2006, 2012) en el entonces Distrito Federal han sido un parte aguas en el desarrollo urbano de la ciudad. Administraciones pertenecientes al mismo partido político, pero con distinta postura ante la política de intervención urbana.

De acuerdo con Padilla y Barragán ([2016](#)) en el periodo que corresponde del 2000-2006 se publicó el bando informativo número dos el cual tenía como objetivo prohibir las construcciones de unidades habitacionales y desarrollos comerciales en las delegaciones periféricas impulsando este desarrollo en el centro de la ciudad, en delegaciones como Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza.

Posteriormente la administración que entró en el 2006 sustituye el bando número dos por la norma 26 para permitir la construcción de vivienda social en todas las delegaciones. Esta oferta de viviendas sin orden, de acuerdo a la Procuraduría Ambiental de Ordenamiento Territorial, a 3 mil 286 quejas por violación a dicha norma. Además, que en este gobierno se emitió la Ley de Desarrollo Urbano en la cual se permiten relocalizar los usos de suelo en un predio para un proyecto que esté determinado.

Así la administración actual ha impulsado dos formas legales que permiten construir en grandes extensiones a través de fideicomisos en los que el gobierno y las constructoras participan; los sistemas de Actuación por cooperación y las Zonas

de Desarrollo. Añadiendo a estas políticas inmobiliarias en la ciudad González y Gómez ([2015](#)) señalan que las viviendas que se ofrecen ya no son de interés social por lo que la oferta, se ha dado en departamentos en la que los precios van de 700 mil a 1 millón 200 mil pesos con superficies de 50 metros cuadrados. Existiendo una descompensación con los posibles compradores ya que para 2015 de los 4 millones de derechohabientes que cotizaban en el Distrito Federal, cerca de un millón tienen la capacidad de comprar un departamento de éstos por lo que los demás no encuentran donde ejercer ese crédito así que se tienen que desplazar a municipios aledaños en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Puntualmente en la delegación Azcapotzalco, no tiene la capacidad en ofrecer servicios públicos (agua y luz eléctrica) para continuar con los mega proyectos inmobiliarios avalados durante la administración 2012- 2015 ya que condominios de entre 16 y 22 pisos se han ido ubicando en zonas con acceso a vías rápidas o estaciones de metro cercanas prestándose a la especulación inmobiliaria de precios por encima de los 2 millones de pesos (González, [2015](#)).

Así por medio de los delegados a cargo de la demarcación se han hecho cambios en los usos de suelo para la construcción de viviendas, no de interés social y darle pasos en su mayor parte a centros comerciales el cual definiremos como la zona o área central de comercio de una ciudad y en sentido estricto al espacio reservado en un edificio específico para la actividad comercial, al que se añade en los últimos tiempos oferta de ocio y servicios (López, [2010](#)).

Éstas políticas de intervención rompe con lo que parte el modelo de precios hedónicos, en que el mercado está en equilibrio y la oferta de viviendas siempre va a ser la misma. Aunque como lo menciona Freeman ([1974:155](#)) el enfoque hedónico parece depender de qué extremo del telescopio mira uno al tratar de examinar la teoría, los supuestos y los datos, pues la influencia de atributos en cada vivienda puede variar. Por ejemplo, una alberca en una casa donde el clima sea cálido en su mayoría, aporte distinto valor que a una vivienda ubicada en una ciudad cuyo clima sea templado, recalcando la importancia que tienen las características del entorno espacial donde se localice cada vivienda.

Capítulo 2. Amenidades y los precios de vivienda: un análisis de datos espaciales

2.1. La Delegación Azcapotzalco: una breve remembranza

La Delegación Azcapotzalco se ubica en la parte poniente de la zona metropolitana al norte con el municipio de Tlalnepantla de Baz, Estado de México, al oriente con la delegación Gustavo A. Madero; al sur con las delegaciones Cuauhtémoc y Miguel Hidalgo; al Poniente se encuentra el municipio de Naucalpan de Juárez y de nuevo Tlalnepantla de Baz. Su ubicación dentro de una zona metropolitana define el conjunto de actividades económicas que caracterizan a dicha delegación ([Camagni, 2005](#)), esto debido a que las relaciones personales, sociales, económicas y de poder del hombre se realizan de una mejor manera concentradas.

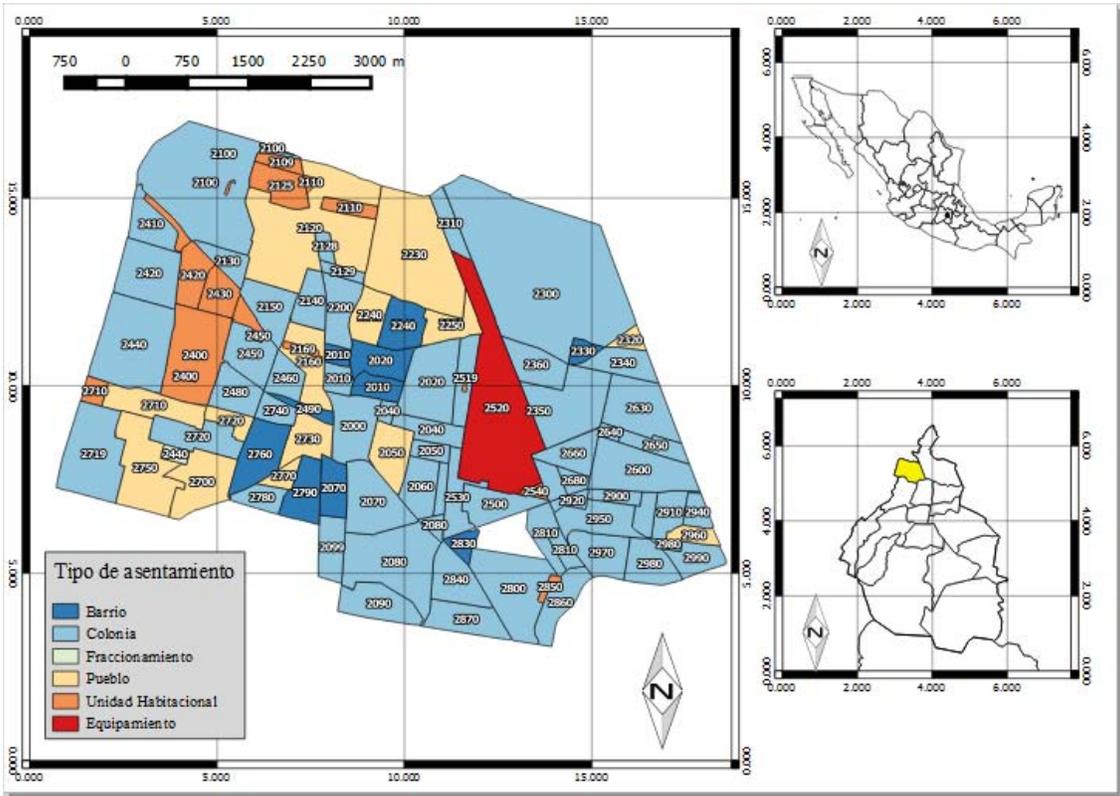
En la época colonial, en el territorio que hoy ocupa esta delegación existían pequeñas aldeas y villas agrícolas que posteriormente se fueron transformando en barrios que han subsistido hasta nuestros días. En 1709 Azcapotzalco estaba formado por 27 barrios, divididos en 6 haciendas y 9 ranchos ([PDDU, 2008](#)). Es a partir de 1800 donde se hace notoria la presencia de haciendas de descanso en las orillas de la ciudad en ese entonces. Concluida la revolución mexicana se inicia una etapa de crecimiento donde se observa la modernización y el desarrollo de la industria en la ciudad.

En Azcapotzalco se establecen las primeras industrias en la colonia Vallejo y con esto la zona empieza a especializarse más en el sector industrial cosa que en la actualidad prevalece; de acuerdo con datos del Censo Económico 2014 la delegación se encuentra en segundo lugar en la producción bruta total correspondiente a la industria con un 12% solamente debajo de la delegación Cuauhtémoc con 48%. La industrialización de Azcapotzalco da paso a que en otros municipios se desarrollen zonas industriales, esto es en Tlalnepantla y Naucalpan siendo este uno de los determinantes para la consolidación al norte de la Zona Metropolitana del Valle de México como el lugar por tradición de los asentamientos de actividades productivas y de transformación.

Esto puede corroborar el hecho de que los trabajadores de las distintas industrias se asentaron y fueron formando las colonias y barrios ubicados ahí, ejemplo de ello son las colonias Clavería y la Nueva Santa María que algunos habitantes laboraban en la antigua refinería cerrada el 18 de marzo de 1991 con el propósito de reducir la contaminación del aire de la Zona Metropolitana y preservar la salud de sus habitantes. Incluso otras colonias se concibieron para la residencia de clase trabajadora por ejemplo las colonias Sindicato Mexicano de Electricistas y la Obrero Popular.

Para 2016 Azcapotzalco se conforma de 11 de barrios, 61 colonias, un equipamiento en la estación de Pantaco, el fraccionamiento la Providencia, 15 pueblos y 39 unidades habitacionales, de acuerdo al Servicio Postal Mexicano; (Figura 2.1.) para ahondar más en las definiciones de los tipos de asentamientos dirjase al anexo de conceptos.

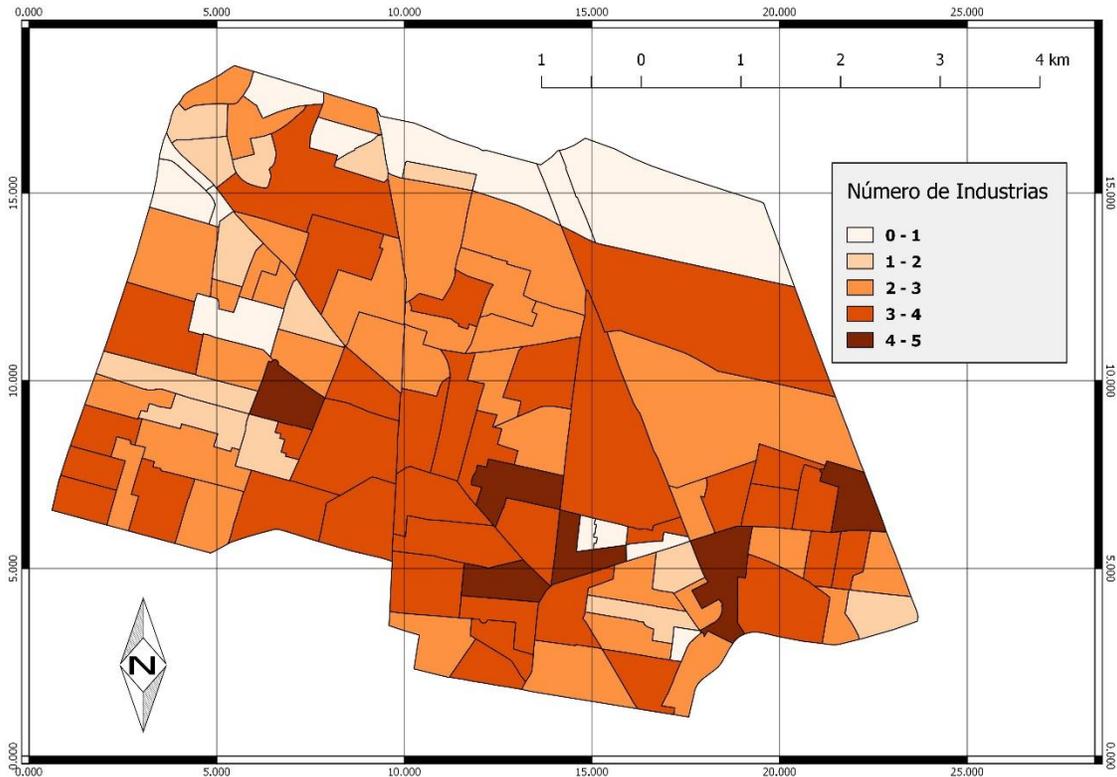
Figura 2.1. Ubicación geográfica por código postal de la delegación Azcapotzalco con tipos de asentamientos



Fuente: Elaboración propia con base al SEPOMEX

En estos asentamientos el tipo de suelo varía mucho, aunque predomine el uso de suelo habitacional ya que en el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para el año 2008 éste tipo cuenta con un 42.16% en la demarcación seguido de un 21.70% para el suelo industrial, 32.89% para el de equipamiento y un 2.90% para espacio abierto.

Figura 2.2. Distribución de zonas industriales en la delegación Azcapotzalco para el año 2014



Fuente: Elaboración propia con base al DENUE 2014

Observando la figura 2.2 se demuestra la distribución que tienen las 303 unidades industriales en las 122 áreas geostadísticas básicas⁵ esto de acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI para el año 2014, esto será de importancia para atribuir la falta de precios de vivienda por parte de la fuente ya que no hay presencia por ejemplo en el caso de la estación de trenes Pantaco de precios promedio.

⁵ De forma abreviada AGEB es espacio geográfico menor al municipio, de superficie variable, que constituye la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional.

2.2. Situación actual del mercado de vivienda

De acuerdo al informe trimestral de la Comisión Nacional de vivienda (CONAVI), el volumen de producción, el empleo generado por el sector de la vivienda, la demanda de insumos y la construcción de la vivienda presentan una tendencia al crecimiento. Con esto me refiero a que este sector de la economía en México es uno de los que presentan más dinamismo.

Para julio del 2015 la oferta de viviendas en México era dominada por la vivienda de tipo popular con un 49.1%, seguido con un 28.9% de la vivienda tradicional, correspondiente a la vivienda media residencial y económica para ambas corresponde un 11.5% a la primera y a la segunda un 10.5% conforme a la distribución del inventario por tipología definido por el Código de Edificación de Vivienda 2010.

Además, tenemos que considerar el ritmo acelerado de la construcción de viviendas, principalmente en zonas metropolitanas donde se ha mantenido a un ritmo de crecimiento mayor que el de la población. Mientras que la población incrementó entre el año 2000 y 2005 en un 6.9%, la vivienda lo hizo en un 16.34% y se estima que entre 2025 al 2030 en las zonas metropolitanas las viviendas alcancen un incremento del 100%, mientras que la población solo se incremente en un 33.75% (Coulomb y Schteingart, et al., 2006) en ([Valdivia, 2012](#)).

En el caso de la Ciudad de México se puede dar cuenta de éste fenómeno si analizamos la ocupación habitacional por vivienda (Cuadro 2.1), donde el *boom* de la densidad de población se da en los años setentas y ya en décadas posteriores este efecto se va desvaneciendo. Añadiendo una explicación más para este fenómeno de desocupación es que en general, México se encuentra en una transición demográfica ya que presenta una disminución importante de sus tasas de natalidad y mortalidad en relación a décadas anteriores; la tasa de crecimiento natural de población fue de 1.4% del año 2000 al 2010 y la esperanza promedio de vida al nacer de 76 años ([PUEC, 2012](#)).

Cuadro 2.1. Ocupación habitacional por vivienda (en miles)

	Número de habitantes (a)					
	1970	1980	1990	2000	2005	2010
Ciudad de México	6874.2	8831.1	8235.7	8605.2	8720.9	8851.1
Azcapotzalco	534.6	601.5	474.6	441.0	425.3	414.7
% Delegación respecto a la Ciudad de México	7.7	6.8	7.5	5.1	4.87	4.68
	Número de domicilios (b)					
	1970	1980	1990	2000	2005	2010
Ciudad de México	1219.4	1754.7	1799.4	2132.4	228.4	2453
Azcapotzalco	91.9	116.5	103.4	110.7	114.1	117.2
% Delegación respecto al Ciudad de México	7.5	6.5	7.5	5.2	4.98	4.7
	Densidad (a) / (b)					
	1970	1980	1990	2000	2005	2010
Ciudad de México	5.64	5.03	4.58	4.04	3.81	3.61
Azcapotzalco	5.82	5.16	4.59	3.98	3.72	3.53

Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda, 1970, 1980, 1990, 2000, 2005 y 2010.

A diferencia de lo que Esteban y Altuzarra (2008) encuentran en el caso de España en el que el auge de viviendas no parece ser una burbuja artificial creada por bajas tasas de interés y la especulación sino más bien es el resultado del aumento de la riqueza de la población española y europea. Aunque este aspecto sea visto desde una perspectiva de la demanda donde hacen mención de dos tipos de ésta; la primera es la potencial la cual va dar guía al mercado ya que se relaciona más con factores demográficos y sociales; y segunda, la demanda efectiva que va a ser la responsable de la evolución del mercado a un corto y mediano plazo. A esta se le relacionan factores más económicos como el ingreso.

En el caso mexicano, el sector público promueve distintos programas para contrarrestar el fenómeno de la desocupación de viviendas ya sea por este tipo de disminución de población o en un caso más notorio el abandono por falta de servicios públicos e infraestructura en general.

En particular la Ciudad de México por medio del Instituto de Vivienda lleva a cabo el programa de mejoramiento de vivienda, cuyos habitantes se enfrentan a problemas como el hacinamiento o que ésta se encuentre deteriorada o en estado precario. Este tipo de programas tienen como objetivo consolidar o mejorar los barrios y colonias populares de la ciudad además de dar un mantenimiento a las viviendas de tipo multifamiliar.

Además, desde 2013 se ha llevado a cabo en la delegación Azcapotzalco el programa de ayuda para unidades habitacionales dándoles mantenimiento a éstas con jornadas de limpieza y ofreciendo a las personas beneficiarias pintura e impermeabilizantes, aunado a la limpieza de cisternas, cuidado de áreas verdes y espacios públicos en particular los deportivos y las viviendas. Cabe destacar que el apoyo del programa va dirigido a población de la demarcación con escasos recursos y que vivan en unidades habitacionales deterioradas según el criterio a evaluación del organismo encargado.

Para el 2016 se han beneficiado con este programa social a 78 unidades habitacionales y se contemplan otras 20 para el año 2017. La evaluación realizada al programa resalta que los beneficiados no han recibido en su mayoría otro apoyo gubernamental para la mejora de su vivienda y aunque gran parte de la población ha sido beneficiada esta hace notar que el material que se les entrega no es de buena calidad.

Con este tipo de políticas de vivienda vemos la participación del Estado muy reducida en programas sociales donde un riesgo constante es la falta de presupuesto para este, además que facilite las condiciones para que el sector privado construya más unidades habitacionales, disminuyendo a instituciones de vivienda como financiadoras de créditos hipotecarios o subsidios para los que adquieren una vivienda.

2.3. Análisis Exploratorio de Datos Espaciales

El análisis exploratorio de datos espaciales (ESDA por sus siglas en inglés) es considerado como un subconjunto de análisis que se ocupa de las distintas características geográficas, haciendo un énfasis especial en los problemas de autocorrelación espacial y heterogeneidad espacial. Procura detectar en los datos posibles patrones y partiendo de ellos sugerir hipótesis sobre posibles relaciones entre las variables que involucran el análisis. Haining ([2003](#)) plantea que el ESDA permite resumir las propiedades de los datos identificando casos o subconjuntos de casos que son inusuales dada su localización en un mapa.

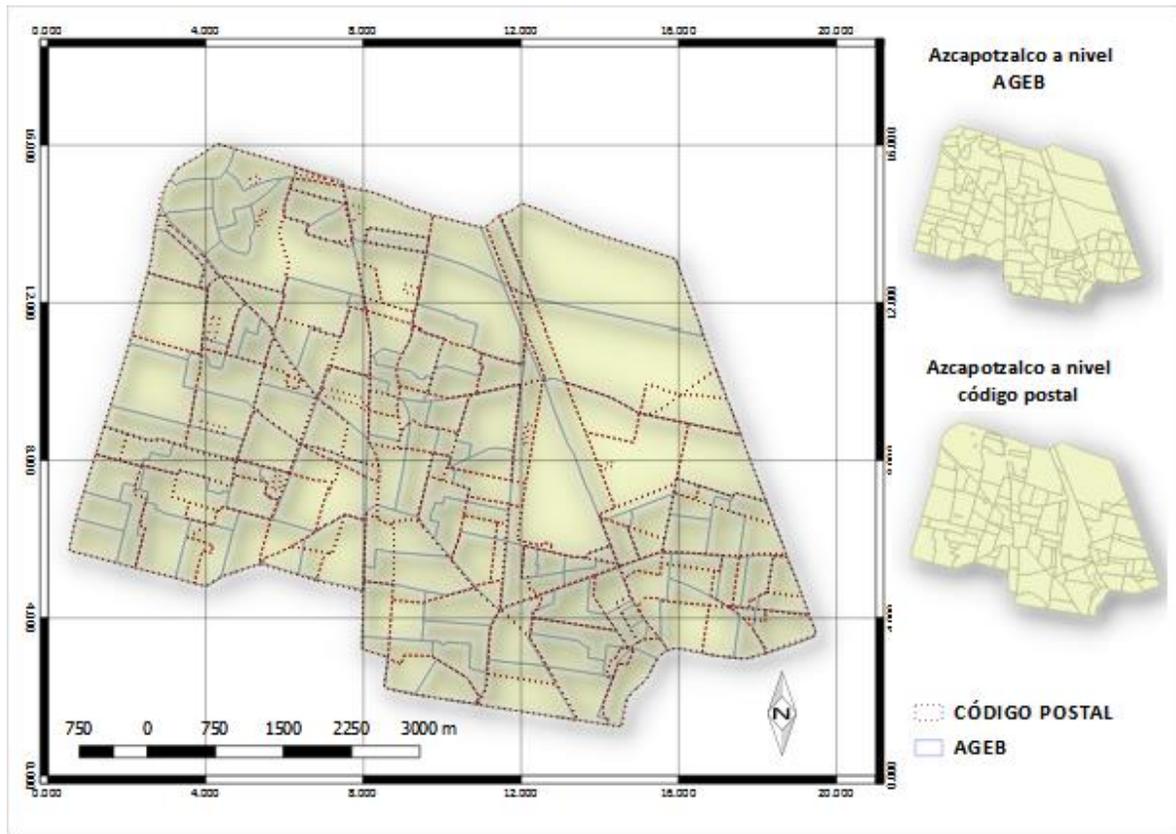
Lo esencial de esta herramienta es de una forma gráfica podemos identificar datos atípicos de los variables, al igual que esquemas de asociación espacial, como se hará más adelante. Una característica importante en este método es la asociación de cartografía o Sistemas de Información Geográfica (SIG o *G/S* por sus siglas en inglés); teniendo éste un aspecto más descriptivo que confirmatorio como lo suele hacer la econometría.

2.3.1. Tratamiento de los datos

Para observar el comportamiento de los precios de vivienda en la delegación Azcapotzalco se construyó una base de datos con información de los promedios de valor del mercado por código postal que proporciona la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) para los años de 2010, 2012 y 2014. Cabe señalar que existen limitaciones para obtener la información de una forma más desagregada por lo que estos promedios influyen en la presentación de la evidencia empírica, sin embargo, es una forma para evaluar el problema con el mayor nivel de desagregación posible.

De acuerdo a correos de México los códigos postales facilitan el desarrollo de los servicios postales para que se realicen de manera planeada, organizada y eficiente. Para ello un coordinador operativo estatal asigna y actualiza los códigos de acuerdo a la información que le ofrecen los municipios o delegaciones. Por lo que en el código postal se tiene conocimiento del tipo de asentamiento, por ejemplo, barrio, condominio, fraccionamiento, villa, pueblo unidad habitacional, entre otros.

Figura 2.3 Diferencia entre cartografía a nivel AGEB y código postal para la delegación Azcapotzalco 2010



Fuente: Elaboración propia con base al Marco Geoestadístico 2010 y ECEG 2010

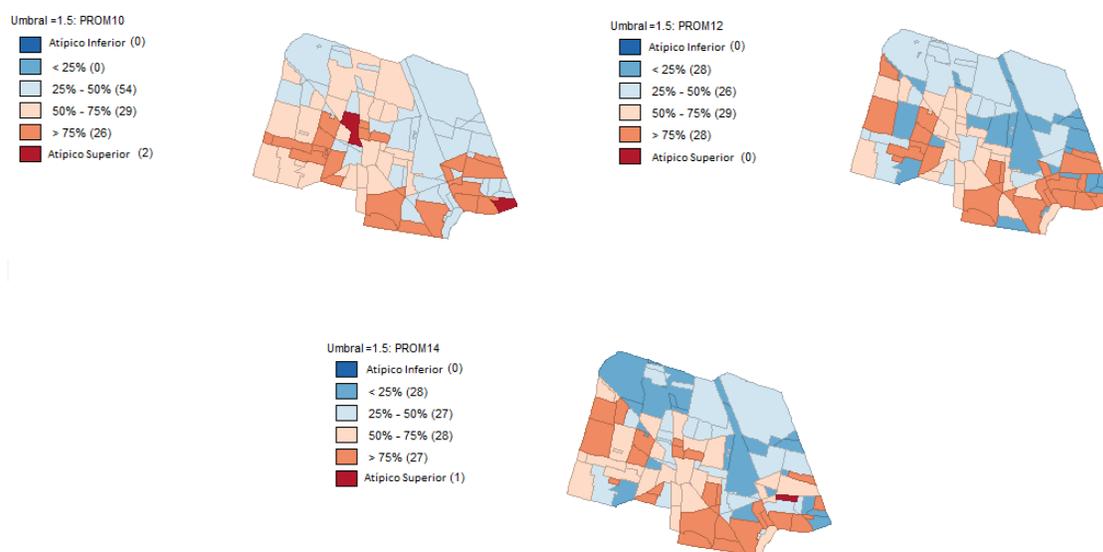
Así el código postal es una forma sencilla y confiable de dar con las ubicaciones de las viviendas ya que se corroboran de forma oficial por medio de un plano cartográfico. Este se confirma por el bando municipal, en la gaceta oficial o diario oficial y se conoce de manera puntual la delimitación de los asentamientos. Como se presenta en la figura 2.3 un código postal puede abarcar entre uno y dos AGEBS, teniendo en cuenta a éste último como la unidad básica del Marco Geoestadístico Nacional del INEGI además de ser empleada con fines estadísticos y censales.

Para asociar a una cartografía a los precios de vivienda ofrecidos por la SHF se tomó en cuenta los 111 códigos postales disponibles en la cartografía digital de las Estadísticas Censales a Escalas Geoelectorales para el año 2010 realizada por el entonces Instituto Federal Electoral.

En dichas estadísticas podemos encontrar datos geográficos como aeropuertos, autopistas, cementerios, vialidades, líneas del metro y colonias para cada uno de los 32 estados de la República Mexicana (para éste último es donde encontramos los códigos postales por colonia).⁶

Así, tomaremos la variable promedio de valor del mercado (PROM) para los distintos años de estudio y en la figura 2.4 se identifica por medio de un mapa de caja o *box map* de valores atípicos de está utilizando un umbral que puede ser 1.5 o 3 veces el rango inter cuartil; la información ofrecida se considera como una herramienta para el diagnóstico de estos datos atípicos.

Figura 2.4 Distribución de datos de la variable promedio de valor del mercado en las colonias de Azcapotzalco para el año 2010, 2012 y 2014



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la Sociedad Hipotecaria Federal.

El mapa de caja es una prueba estadística basada en el cálculo de los cuartiles y la mediana de una variable. El rango intercuartil tiene como extremos el percentil 75 (cuartil superior) y el percentil 25 (cuartil inferior), aquí representamos ésta técnica por medio de la cartografía de las colonias de la delegación Azcapotzalco.

⁶ En el anexo "Precios de vivienda en Azcapotzalco" se encuentra la base de datos que se ocupó para el análisis, ahí se hallan los códigos postales que vienen en la cartografía utilizada y como se asocian a los promedios de valor de mercado ofrecidos por la SHF.

Una explicación de los datos extremos tanto por encima del cuartil superior e inferior se le puede atribuir a que en nuestro objeto de estudio se concentran zonas industriales como la de Vallejo, que es cierto su tipo de asentamiento son colonias el uso de suelo es industrial por lo que no presenta vivienda en esos códigos postales, asimismo notar que para el año 2010 los datos se concentran en su mayoría en promedios de 400,000 y 600 000. Aunado al estudio de la distribución de los precios de vivienda podemos identificar zonas donde se agrupan las unidades territoriales con altos valores de esa variable, para poderlos identificar se utilizan de dos indicadores. La primera es el Índice de Moran y la segunda son indicadores locales de asociación espacial (LISA por sus siglas en inglés). Estos análisis se usan para contrastar la presencia o ausencia de un esquema de dependencia espacial.

Primeramente, utilizando un Índice de Moran (Moran, [1950](#)) se indica la intensidad de autocorrelación de los precios de vivienda para las tres variables de análisis con una matriz de pesos espaciales de cuatro vecinos cercanos, éste índice varía entre los valores de menos uno y más uno, cuando el valor es positivo las unidades espaciales próximas indican una tendencia al agrupamiento de dichas unidades. Con una simulación de Monte Carlo⁷ se comprueba el Índice donde la hipótesis nula es que no existe presencia de una autocorrelación espacial.

La hipótesis nula se rechaza con un valor menor de 0.5 en la probabilidad (Cuadro 2.2) por lo que los precios de vivienda en un código postal tienen relación con otros precios de vivienda de colonias cercanas. Este tipo de autocorrelación comprueba la primera ley de la geografía o ley de Tobler ([1970](#)) de que todo está relacionado con todo lo demás, pero las cosas cercanas están más relacionadas que las cosas distantes.

⁷ Lo que hace esta simulación es que cada vez que se corre el modelo, de manera aleatoria arroja valores en un polígono (código postal) demostrando así que el patrón de asociación que se está encontrando no se debe a la casualidad.

Cuadro 2.2. Simulación de Monte Carlo para las variables promedio de viviendas 2010, 2012 y 2014

Variable	I Moran	Moran Simulado	Probabilidad	Valor Z
PROM10	0.2248*	-0.0091	0.003	4.34
PROM12	0.2112*	-0.0091	0.002	3.48
PROM14	0.2385*	-0.0091	0.001	4.07

*Con un grado de confianza de 99.9%.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Sociedad Hipotecaria Federal.

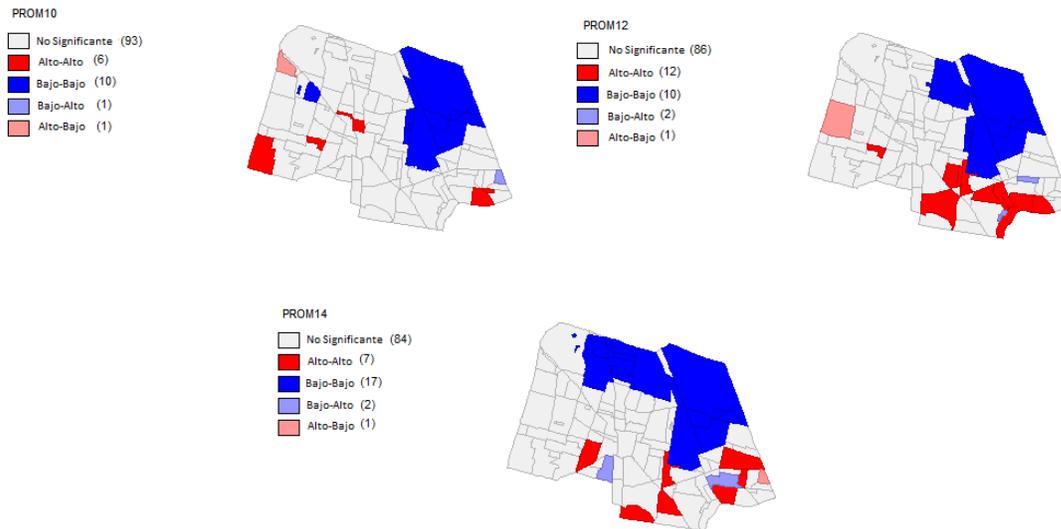
Como Bowen, et al. (2001) lo señalan los precios de vivienda tienen que ser comprendidos con el efecto del espacio para poder explicar las correlaciones y la unidad que se tienen en este caso de los valores por código postal estadísticamente depende de los precios promedio de la colonia aledaña para los distintos años de análisis.

Por consiguiente, los indicadores de la técnica LISA permiten la descomposición de los indicadores globales como lo es el Índice de Moran, haciéndolos más homogéneos. Anselin (1995) sugiere que este indicador es igual que un estadístico que cumple los siguientes requisitos:

- a) el LISA para cada observación da una indicación de la magnitud significativa de la agrupación espacial de los valores similares en torno a la observación y,
- b) la suma de estos indicadores para todas las observaciones es proporcional a un indicador global de asociación espacial.

Haciendo uso de la técnica en los precios de vivienda de la delegación (véase figura 2.5) encontramos en primera instancia que existe una asociación, para los tres cortes de año, en los precios bajos rodeados de bajos valores esto debido a lo que comentábamos anteriormente relacionado con las zonas industriales presentes en el objeto de estudio.

Figura 2.5. Clusters de precios de vivienda en la delegación Azcapotzalco para el año 2010, 2012 y 2014



Fuente: Elaboración propia con datos de la Sociedad Hipotecaria Federal.

Aunado a esto, para el año 2014 en colonias como El Rosario CROC VII, El Rosario CROC VI Oyameles, Xochinahuac, San Pablo Xalpa, San Martín Xochinahuac, Santa Bárbara cuentan con promedios entre los 440 mil y 700 mil pesos. Sumando a esta explicación de los valores bajos es porque en su mayoría el tipo de asentamiento suelen ser de Unidad Habitacional e incluso barrio. En una segunda instancia, la situación contraria, las viviendas con altos valores de vivienda. Destacan entre ellas promedios de 900 mil hasta un millón y medio de pesos, esto en colonias más consolidadas como Un Hogar Para Cada Trabajador, Sindicato Mexicano de Electricistas y Clavería.

Desde el 2012 hasta el 2014 las colonias que han permanecido en los valores altos se encuentran en la zona central de Azcapotzalco acercándose más hacia el centro de la Ciudad de México. Este tipo de distribución de los precios de vivienda pudiera tener coincidencia con ideas de centro periferia donde los grupos de ingresos más bajo ocupan áreas periféricas, contrario a grupos de altos ingresos que se agrupan principalmente en áreas de la ciudad preferentemente cerca del centro histórico ([Monkkonen, 2012](#)).

2.4. Metodologías para la determinación de precios de vivienda

Una forma inicial para establecer un determinante del precio de una vivienda es la cercanía al centro de la ciudad, aunque no es el único. Para ello existen distintas formas para calcular el valor de una residencia, Pagourtzi, et al. (2003) presenta diferentes metodologías que han sido usadas para estimar el valor real de una propiedad clasificándolas en dos (Cuadro 2.3)

Cuadro 2.3. Metodologías para estimar el valor de una propiedad

Metodologías tradicionales	Metodologías avanzadas
Método de comparación	Redes neuronales artificiales (<i>ANNs</i> por sus siglas en inglés)
Método de inversión/ingreso	Metodología de los precios hedónicos
Método de utilidad	Análisis espacial
Método residual	Lógica difusa (<i>fuzzy logic</i>)
Método de costos	Modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA)
Regresión múltiple	
Regresión por pasos	

Fuente: Pagourtzi et al. (2003)

La revisión realizada en la investigación tiene en cuenta que la existente literatura de Estados Unidos y Gran Bretaña considera el método tradicional de comparación como un método preciso y de confianza, pero todo va depender de la situación que se pretenda alcanzar o la región que se analice, por ejemplo French (2004) dice que cada cultura o país adoptará distintas formas de valorar un inmueble acorde a su experiencia a pesar de que en su investigación discute cinco métodos que se podrían comparar por los propuestos anteriormente.

De forma particular la metodología de los precios hedónicos ayuda a la determinación de cada atributo que posee un bien (Lizam, et al., 2014) en específico el de las viviendas ya que éste tipo de bien contiene distintas cualidades por la que se define su valor.

Por lo que esta forma de calcular el precio en conjunto con el análisis espacial será el adecuado para mostrar la heterogeneidad de los precios de vivienda y cuáles son sus determinantes además que éste enfoque hedónico retoma la importancia de la distancia al centro económico o a la ciudad.

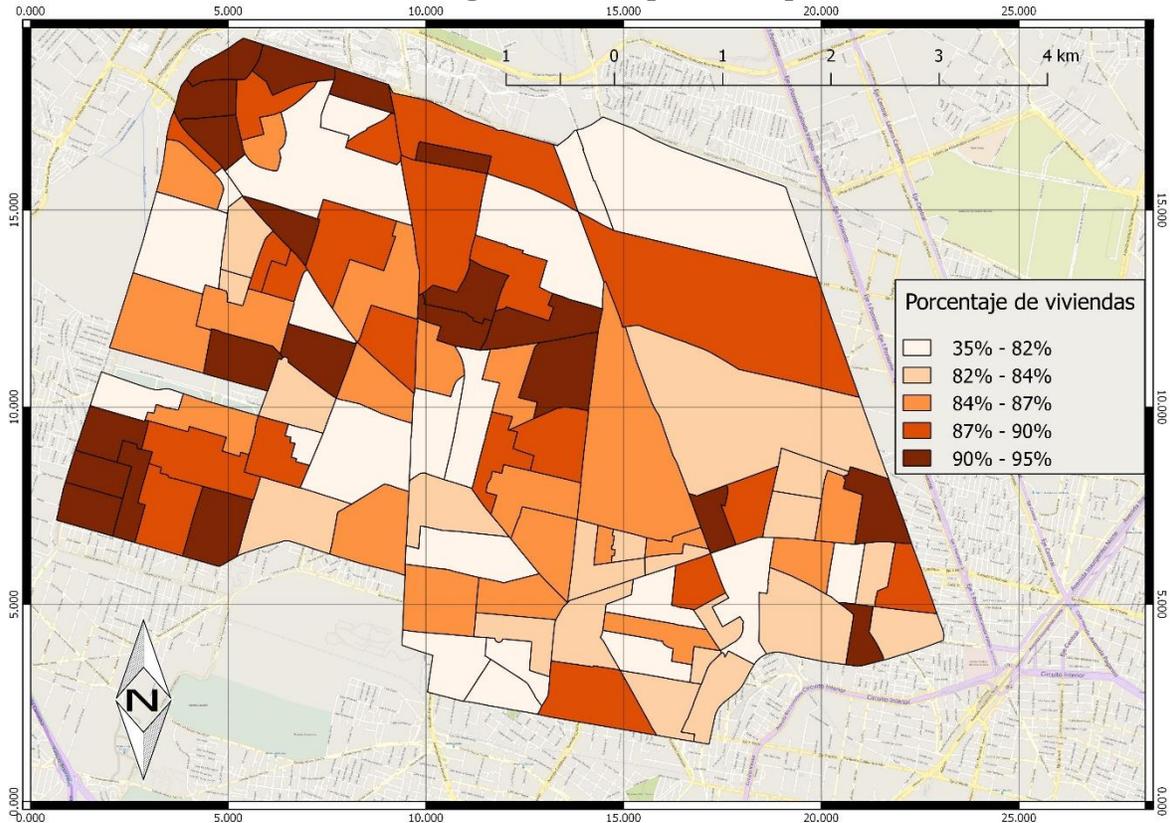
2.4.1. Metodología de los precios hedónicos.

En Rosen ([1974](#)) la vivienda se trata como una mercancía diferente a las demás en el sentido de que su valor de mercado depende de un vector que contiene características de la misma. Comúnmente, las características que son importantes para el valor de mercado se clasifican en tres categorías (Chen y Hao, 2008):

1. Atributos estructurales, es decir, material de construcción superficie, número de dormitorios y baños, aspecto exterior, estructura interna o antigüedad de la vivienda.
2. Atributos de la vecindad, por ejemplo, servicio de mantenimiento, estacionamientos, seguridad, parques, servicios públicos, amenidades de recreación cercanas, vecinos en términos de edad o grado escolar.
3. Atributos de localización, esto es, distancia al CBD, accesibilidad a los sistemas de transporte público o metro y cercanía a calles o avenidas principales.

Con los principales resultados por localidad (ITER) extraídos del Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía para el año 2010 es posible hacer una aproximación de las variables relacionadas con las características de la vivienda como son los servicios públicos, en éste caso la variable toma en cuenta que la casa cuente con luz eléctrica, agua entubada y drenaje. Cabe mencionar que la información que se presenta en las dos variables está desagregada a un área geoestadística básica (AGEB) y no a nivel código postal como se encuentran los precios de vivienda.

Figura 2.6. Porcentaje de viviendas que cuentan con servicios públicos a nivel AGEB en la delegación Azcapotzalco para el año 2010



Fuente: Elaboración propia con datos del ITER 2010.

En la figura 2.6 observamos el porcentaje de vivienda que cuenta con servicios públicos, destacando los AGEBS correspondientes a las unidades habitacionales ubicadas en el rosario, las colonias de San Pedro Xalpa y San Miguel Amantla colindantes al municipio de Naucalpan y la segunda a la delegación Miguel Hidalgo. Asimismo, en las colonias centrales de la delegación como en San Andrés, Santo Domingo y San Marcos cuentan con un 90% y 95% del total de viviendas con servicios públicos en esos AGEBS.

Esto es para 2010 pero como se ha mencionado en la dinámica de viviendas y la construcción de éstas los servicios públicos en la delegación carecen cada día más muestra de ello lo que González (2016) señala; colonias como la del Gas, ampliación del Gas, Aguilera y Liberación han sufrido un cambio en su estructura con al menos 35 torres de 11 a 25 pisos que en conjunto suman alrededor de 4 mill 500 departamentos esto ha traído insuficiencia en el drenaje teniendo

inundaciones de aguas negras además de fugas de agua debido a la deteriorada infraestructura de red hidráulica.

Normalmente en la mayor parte de los estudios que utilizan un enfoque hedónico ([Kim 1992](#); [Brañas y Caridad y Ocerín 1996](#); [García 2008](#); [Ebertz 2013](#); [Lizam et al. 2014](#)) las relaciones entre las características de las viviendas y los precios se hacen por medio de regresiones en donde variables como los atributos estructurales de la casa y la ubicación de ésta inciden decisivamente en su precio. En ésta investigación se presenta esta relación de manera más visual debido a que las variables no están disponibles de manera homogénea unas son a nivel código postal, otras a nivel AGEB o localidad; lo que dificulta realizar el análisis de forma estructural como lo recomienda la metodología de precios hedónicos.

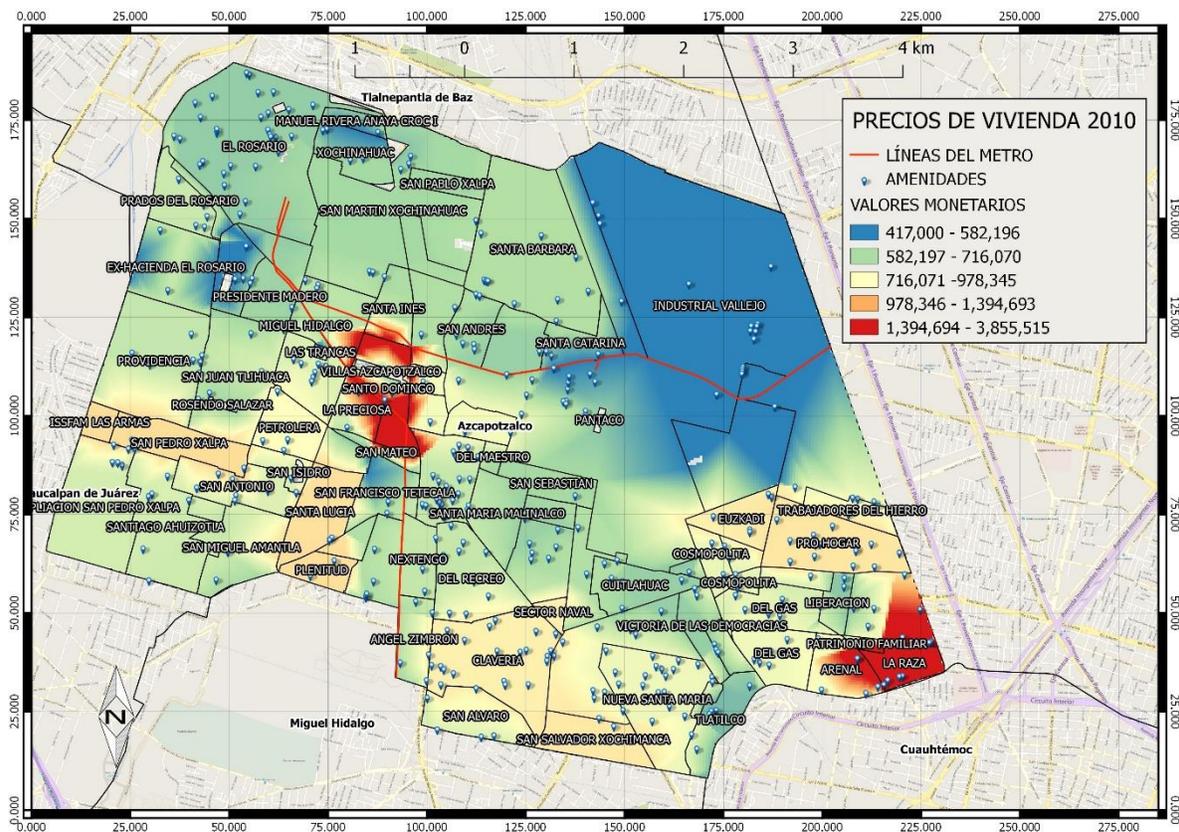
2.4.2 Precios de vivienda y las amenidades

Siguiendo la línea de variables que Chen y Hao ([2008](#)) proponen para un análisis de los determinantes de los precios de viviendas con la metodología hedónica, presentamos una clasificación de amenidades que se resumen también en Malpezzi ([2002](#)) como las más importantes:

- Centros comerciales: incluyen centros comerciales y mercados en las colonias.
- Centros culturales y recreativos: además de éstos centros se incluyen en la clasificación las instalaciones deportivas.
- Educativas: engloba todas las escuelas de la delegación registradas.
- Financieras: se incluyen todo tipo de instalaciones financieras, como cajeros automáticos o sucursales de cualquier tipo de banco.
- Históricas: tales como plazas, zócalos y también monumentos.

De tal forma que se realiza un análisis de los precios de vivienda a través del uso de la herramienta de interpolación mediante un *ráster* o puntos de color, la cual permite utilizar puntos con valores conocidos para estimar valores desconocidos en otros puntos esto; debido a la ausencia de valores en los precios de vivienda como hemos visto en los mapas de caja va a ser necesaria esta herramienta.

Figura 2.7. Precios de viviendas por código postal con amenidades de la delegación Azcapotzalco para el año 2010



Fuente: Elaboración propia con datos de la SHF y ECEG 2010.

Para el año 2010 (véase figura 2.7) las amenidades están concentradas principalmente en el centro de la delegación, contando ésta con 23, distribuidas en 10 instalaciones financieras, 2 históricas, 8 educativas, 2 culturales y 1 centro comercial. Siendo ésta colonia la que cuenta con más amenidades seguida de las colonias Nueva Santa María y Clavería; los promedios de éstos códigos postales se encuentran entre 900 mil y 1 millón 600 mil.

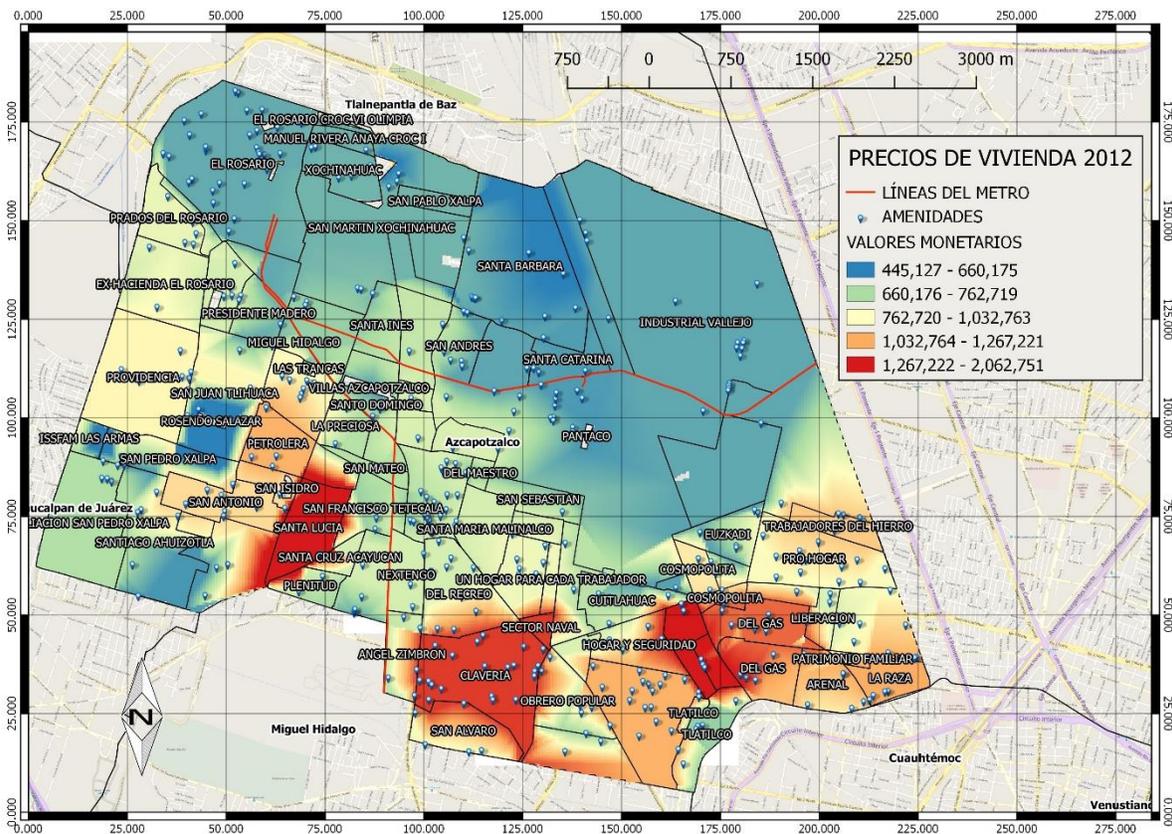
Hay evidencia entonces que nos permitiría sostener que las amenidades en estas colonias influyen de forma importante en el precio de cada una de las viviendas. Diferente del caso de los promedios más elevados, haciendo mención al valor que se encuentra en la base de datos más alta en códigos postales correspondientes a colonias como Sindicato Mexicano de Electricistas y Un Hogar Para Cada Trabajador que solo cuentan entre 6 y 7 amenidades en donde sobresalen las educativas.

Para este año se contaban ya con ciertas amenidades representativas de la delegación, tales como la Alameda Norte, recintos educativos destacados como la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, el parque Tezozómoc, por mencionar algunas. Solo que éstas se ubican más al norponiente de la delegación colindando incluso con el municipio Tlalnepantla de Baz, en los códigos postales que corresponden a estas amenidades se encuentra del cuantil más bajo con un rango entre los 400 mil y 580 mil. Cabe mencionar que dos años anteriores el PDDU (2008) contaba como lugares relacionados con cultura y recreación para la delegación 12 centros culturales, 12 bibliotecas, 3 centros sociales, 2 salones sociales, 7 centros deportivos, 3 parques recreativos culturales y 2 museos.

Por otra parte, en el año 2012 (figura 2.8) una de las colonias que prevalece en los valores altos de vivienda es Clavería siendo ésta junto con la colonia Ángel Zimbrón parte histórica de la ciudad ya que todavía se conservan casas de descanso de la época de Porfirio Díaz. En ésta zona a pesar de no contar con amenidades históricas se encuentra la avenida Azcapotzalco que conecta la calzada México Tacuba hasta parte importante de los barrios originarios de la delegación. En esta vialidad principalmente en las colonias anteriormente mencionadas se conservan todavía casas tipo chalet construidas a principio de 1900 por lo que el valor de las casas principalmente estaría determinado por su estructura y su valor histórico aunado a la antigüedad que tienen cada una de ellas.

Las colonias, en general, con promedios de valor altos cuentan entre tres y dieciocho amenidades de tipo educativas siendo ésta una de las zonas de la demarcación con más escuelas pudiendo atribuir a ellas el precio de viviendas, pero como lo comentamos anteriormente se debe más a un motivo de ubicación cercana al centro de la Ciudad de México que es la delegación Cuauhtémoc.

Figura 2.8. Precios de viviendas por código postal con amenidades de la delegación Azcapotzalco para el año 2012



Fuente: Elaboración propia con datos de la SHF 2012 y ECEG 2010.

En particular éste fue un año en el cuál la delegación contó con aperturas de amenidades importantes, principalmente de comercio, esparcimiento y espectáculos. A pesar de que en colonias como el Rosario se encuentren concentraciones de amenidades no aparecen altos precios de viviendas; se construyó en la antigua hacienda El Rosal una plaza comercial en ese mismo año lo que hace un atractivo de consumo por los locales en su interior.

Dando paso a procesos de especulación inmobiliaria en donde un departamento de 67 metros cuadrados cercano al metro Rosario, se vende en un millón trescientos quince mil pesos. Otra instalación de gran importancia y magnitud es la Arena Ciudad de México ubicada en el pueblo de Santa Bárbara, éste recinto ubicado sobre la avenida Granjas es una instalación realizada por el sector privado en convenio con el sector público de la entidad.

En la gaceta oficial del entonces Distrito Federal ([2008](#)) el inmueble cuya superficie es de 81,487.279 metros cuadrados lo aporta el gobierno para la construcción de ésta arena polivalente. Algunos investigadores ([Davies, 2005](#); [Coates, et. al. 2006](#); [Baade y Dye, 1990](#)) han estudiado, principalmente en los Estados Unidos los diferentes impactos que pueden tener las amenidades, particularmente de éste tipo arenas o estadios deportivos, en las ciudades ya sea por medio de los ingresos, impuestos, derramas económicas por turismo, al igual que en los precios de las viviendas. Todo esto con tal de dar una postura acerca de que el sector público participe en esta construcción y operación por medio de invertir gasto público o condonando terrenos, creando un discurso que justifica toda la intervención afirmando que este tipo de proyectos catalizan un desarrollo urbano donde se puedan recuperar y terrenos baldíos, reutilizar edificios además de darle un nuevo aspecto a la ciudad ([Chapin, 2004](#)).

Feng y Humphreys ([2008](#)) desarrollan un modelo de rezago espacial desde una perspectiva hedónica, en el cual la presencia de instalaciones deportivas en Columbus la capital de estado de Ohio en Estados Unidos, tiene efectos significativos sobre el valor de las viviendas y los efectos disminuye a medida que las casas se alejan de las instalaciones. Aunque como Kanemoto ([1988](#)) demuestra, el uso de los precios hedónicos no mide correctamente los beneficios a largo plazo de un gran proyecto público, es cierto que es atractivo el enfoque porque se puede aplicar las interacciones fuera del mercado inmobiliario.

Éste último tendría más congruencia con los resultados encontrados para la Arena Ciudad de México que es parte de la delegación y del objeto de estudio, en el que el predio estaba destinado a un parque industrial moderno que impulsara la zona industrial cercana de la región. Lo cierto es que este tipo de inversiones tan grandes como públicas y privadas no generan economías tan complejas como en los Estados Unidos donde alrededor se crean hoteles, restaurantes, etc.

Los únicos cambios que se pudieron notar de manera inmediata realizados en los alrededores de la construcción fue con una remodelación en el funcionamiento de señalamientos y semaforización en la Avenida Granjas (véase figura 2.9) además de un mejoramiento en el aspecto de la vía pública, aunque eso incluyera el movimiento del mercado sobre ruedas que se encuentra a un costado; no se concretó. Inclusive la estación del metro cercana cambió su nombre por el del recinto de espectáculos, abriendo así un debate de los efectos que se pueden ir desarrollando en la zona en los años siguientes, como las arenas de los estudios norteamericanos mencionados con anterioridad.

Figura 2.9. Avenida de las Granjas del 2009 al 2015

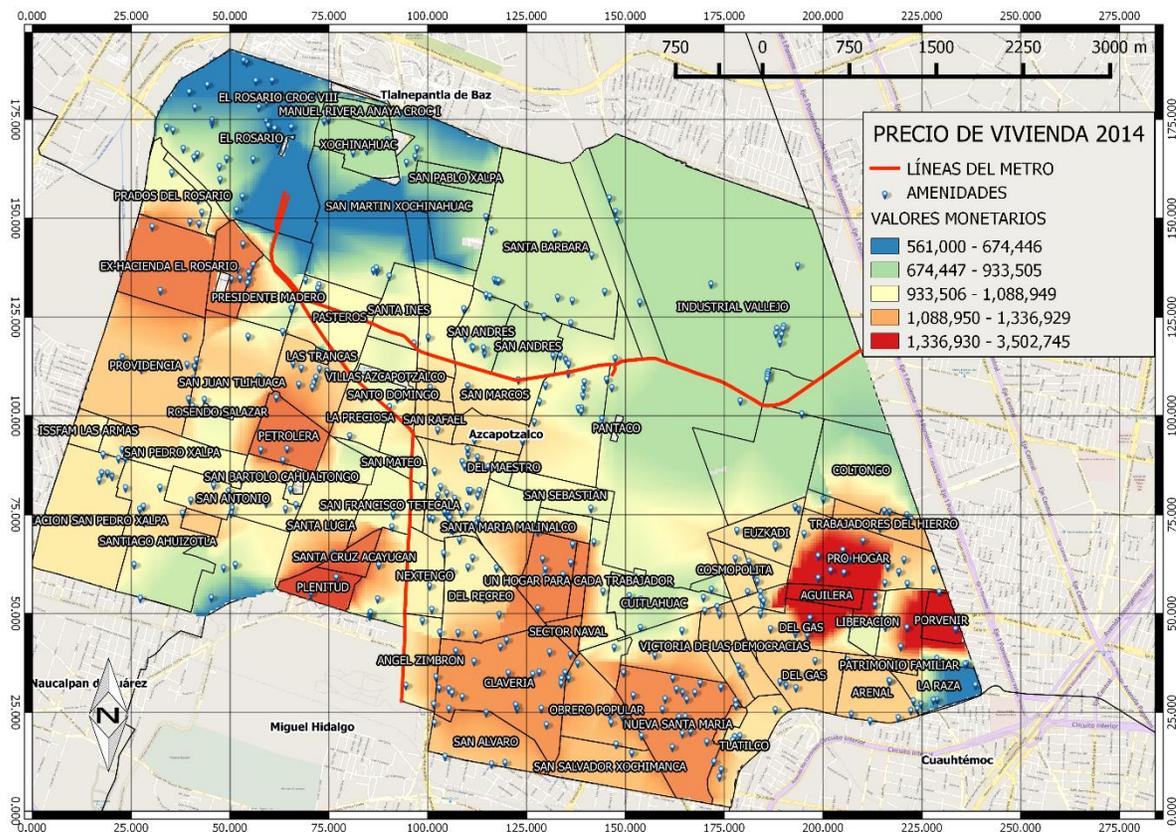


Fuente: Google Maps, 2009, 2011, 2014 y 2015.

A juicio propio los efectos de este tipo de instalaciones no se pueden analizar de forma cuantitativa en los precios de vivienda, la metodología hedónica ha ofrecido una correlación estadística entre la amenidad y vivienda, más bien se debe de estudiar de manera cualitativa ejemplificando con lo que señala Quintero (2012) respecto a los vecinos de las colonias aledañas a esta instalación manifiestan los impactos viales que acarrea ese centro de espectáculos que hace un contraste con las condiciones de los pueblos, barrios y colonias de esa parte de la ciudad.

Por lo que se refiere al año 2014 (véase figura 2.10) los precios de vivienda se encuentran más distribuidos entre 1 millón y 3 millones. Las colonias de Plenitud, Santa Cruz Acayucan y Santa Lucía son un ejemplo de la relación positiva entre una amenidad moderna y el incremento del valor de la vivienda.

Figura 2.10. Precios de viviendas por código postal con amenidades de la delegación Azcapotzalco para el año 2014



Fuente: Elaboración propia con datos de la SHF y ECEG 2010.

Hago referencia al Parque Bicentenario construida al norte de la ciudad cercana a las colonias citadas y es que desde su inauguración en el 2010 los promedios han estado en valores entre un 1 millón y 2 millones. A pesar de que no se encuentra en la delegación Azcapotzalco al estar en el límite de la demarcación con su delegación vecina Miguel Hidalgo tiene efectos positivos en el aumento de los precios de vivienda; además de contar con otro tipo de amenidades como centros comerciales, una estación del metro y centros educativos.

Es probable que nuestros mapas presenten un sesgo haciendo la relación entre las amenidades y los precios de vivienda ya que la información que tenemos de éstas solo se encuentran disponibles para un corte de año. Es cierto que no pueden aparecer en un corto plazo más parques, escuelas u hospitales en la delegación, pero amenidades como centros comerciales, centros recreativos suelen ubicarse en espacios no muy grandes y la construcción de éstos no suele llevar más de dos años.

Además, es notoria la historia de cómo se conformaron las colonias y barrios en Azcapotzalco; se sigue respetando, haciendo referencia a que estos barrios que fueron diseñados en un principio para trabajadores de la industria que ahí reside no cuentan con diversas amenidades más que parques en dónde el trabajador pueda realizar actividades deportivas como fútbol o béisbol. Teniendo en cuenta que lleva a su familia a los parques o áreas verdes en las que puedan descansar y reponer energías.

También va influir el tipo de amenidad que esté presente en la colonia, con esto me refiero al estudio realizado por Koster y Van Ommeren ([2014](#)) en el cual puntualizan que no se ha desarrollado bastante investigación empírica de los efectos de las amenidades históricas en los precios de viviendas. Esto por la colonia centro de la delegación, principalmente se encuentran los altos precios de vivienda y en otro tipo de colonias que hemos mencionado cuentan con antecedentes históricos donde la mayoría de las construcciones datan de las primeras décadas de éste siglo.

Además, la delegación en general cuenta con un total de 388 inmuebles con valor urbanístico y arquitectónico de acuerdo al registro de inmuebles con valor artístico del Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA), Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda.

2.5. Síntesis

A lo largo de éste capítulo hemos mencionado diferentes características acerca de la vivienda y sus propiedades en la delegación Azcapotzalco, todo esto con tal de demostrar el efecto de las amenidades en el precio de las viviendas principalmente en la zona norte de la Ciudad de México.

Lo primero a mencionar es la dinámica de crecimiento en la delegación que en un inicio tenía casas de descanso, por su ubicación en los límites de la ciudad a principios del siglo XX, posteriormente se establecen las primeras industrias al norponiente de Azcapotzalco dando paso a la creación de colonias, barrios y pueblos para los trabajadores de las diferentes industrias ubicadas ahí; para el 2014 de acuerdo con el DENUe cuentan con 303 unidades económicas correspondientes al sector industrial.

Por otra parte, el ritmo acelerado de la construcción de viviendas principalmente en la Ciudad de México se ha mantenido a un ritmo de crecimiento mayor que el de la población, por ejemplo, para el 2010 la densidad entre habitantes y vivienda para la delegación es de 3.53 conforme al Censo de Población y Vivienda de ese mismo año. Aunque existen programas sociales que tienen como objetivo consolidar o mejorar los barrios y colonias de la ciudad para contrarrestar la desocupación de viviendas por falta de servicios públicos e infraestructura general.

Con relación al análisis exploratorio de datos espaciales cabe resaltar la dificultad para hallar la información completa para los precios de vivienda y hacerla compatible con una cartografía, por lo que, para analizar las amenidades como servicios públicos se tuvo que realizar a nivel AGEb cosa distinta a las demás amenidades que se realizó a nivel código postal.

Igualmente, el análisis LISA para los tres años tienen una asociación los precios de vivienda, es decir los valores promedios se explican con los de su alrededor encontrando de manera visual una relación casual con estos, da manera notoria en las colonias aledañas a la delegación Cuauhtémoc.

Además de todas las amenidades que se tienen, al realizar un análisis del Índice de Moran bivariado, los mercados es la única amenidad que tiene significancia con los precios de vivienda por lo que las amenidades en esta delegación, en realidad tienen un peso menor en contraposición de los precios promedios del vecindario que sí influyen y son significativos. Al mismo tiempo se puede decir que desde un punto de vista cualitativo (visualmente) las amenidades pueden influir en alguna medida; haciendo una clasificación por ubicación geográfica de las amenidades (Cuadro 2.4) se puede apreciar que la correlación entre amenidades y altos precios de vivienda es positiva, esto en colonias como la Nueva Santa María o clavería al sureste del centro de la delegación.

Cuadro 2.4. Clasificación de amenidades por ubicación geográfica de la delegación Azcapotzalco para el año 2010

TIPO DE AMENIDAD	NOROESTE*	SUROESTE	NORESTE	SURESTE	TOTAL
Centros comerciales	2	1	0	3	6
Centros culturales	1	2	0	2	5
Centros recreativos	1	1	0	0	2
Escuelas	70	54	59	108	291
Instalaciones bancarias	4	15	17	14	50
Instalaciones deportivas	4	1	3	2	10
Mercados	4	3	3	9	19
Plazas y Monumentos	8	4	2	2	16

Fuente: Elaboración propia con datos del ECEG 2010.

*Partiendo como centro la ubicación de la delegación Azcapotzalco.

Cabe destacar otro tipo de amenidad como lo son las estaciones del metro que facilitan la movilidad dentro de una ciudad y que muchas personas buscan vivir cerca de una de estas. En la delegación corren dos líneas del Sistema de Transporte Colectivo Metro de los cuales 9 estaciones corresponden a la delegación Azcapotzalco además de contar con un Centro de Transferencia Modal, el Rosario; así para los 3 años de análisis los precios promedio aledaños a las estaciones de la línea 7 (El Rosario, Aquiles Serdán, Camarones y Refinería) oscilan entre un millón trescientos mil pesos y dos millones de valor promedio de vivienda.

Todo esto con tal de evaluar los efectos de las amenidades en la delegación e como mencionan Feng y Humphreys (2008) en los precios de vivienda se puede tener un acercamiento al impacto de la construcción de un centro comercial, plazas comerciales, arenas de usos múltiples, etc. Ya que para estas uno de los supuestos por los cuales se acepta construir las es el beneficio que puedan traer en la zona donde se ubican facilitando así los cambios de suelo como se dio en la Ex Hacienda del Rosario. Otro caso es la Arena Ciudad de México, donde el gobierno de la Ciudad condona el terreno para la construcción de una instalación de espectáculos y eventos múltiples con el discurso de mejorar aspectos urbanos de la colonia, recuperar espacio público y generar fuentes de empleo.

Por último mencionamos que en el estudio dejamos fuera otras variables del análisis que puedan influir en la determinación del valor de las viviendas, por ejemplo la delincuencia que en colonias colindantes con el Estado de México como son el Rosario es un factor importante y que a pesar de los apoyos que han tenido de programas sociales, tener una cercanía con el CETRAM el Rosario, línea de metro bus, centros comerciales cercanos y escuelas los precios promedio de vivienda en los tres años no han superado los setecientos mil pesos.

Capítulo 3. Análisis de los determinantes de la dinámica de los precios de vivienda

3.1. Modelos basados en agentes

Tomando en cuenta los principales hallazgos del capítulo dos, a continuación, se plantea un modelo dinámico para tratar de explicar el efecto que tienen las amenidades en los precios de vivienda, además analizar el comportamiento de éstos cada vez que su ambiente se modifique, esto es que se añadan otras amenidades presentando cambios en los valores de cada vivienda. Teniendo un nivel de desagregación de tal forma que se tenga información de los precios individuales y en interacción con su entorno se obtenga un promedio por vecindario.

Para ello, en las ciencias sociales se ha desarrollado una forma de abordar los fenómenos de estudio desde una nueva perspectiva, los primeros acercamientos datan de los años sesenta y posteriormente en los noventa comenzó a tener mayor fuerza entre los científicos; me refiero al uso de la simulación. Existen diferentes formas de simulación (véase [Gilbert, 2006:6-9](#)), alguna de las formas más conocidas son los autómatas celulares⁸ y los modelos basados en agentes.

Parte de esta idea de modelar usando programas de computación viene de premisas básicas que han surgido en torno de la economía ([Arthur, 2013](#)):

- La economía no está necesariamente en equilibrio.
- Los agentes⁹ constantemente cambian sus estrategias en respuestas a los resultados que ellos generan mutuamente.
- Los agentes se hallan en un entorno cambiante que afecta sus creencias y estrategias.

⁸ Es una colección de células “de color” en una cuadrícula de forma específica que evoluciona a través de una serie de pasos de tiempo, de acuerdo con conjunto de reglas basadas en los estados de las células vecinas.

⁹ Estos pueden ser considerados como firmas, consumidores e inversionistas. Para el uso computacional y el que usaremos de ahora en adelante será: un agente es un individuo o un objeto computacional autónomo, con propiedades particulares y acciones ([Wilenski y Rand, 2015: 1](#)).

Con este tipo de supuestos es necesario entender a la economía como un sistema que reacciona y cambia constantemente, Castañeda (2009) utiliza para definir esto el término de sistema adaptable complejo¹⁰ (CAS por sus siglas en inglés). La metodología de un modelo basado en agentes (MBA o MBAs) recopila el comportamiento de cada agente individual en reglas simples para que podamos observar los resultados de las interacciones que tiene cada agente (Wilenski y Rand, 2015: 22), por lo que esta técnica se puede utilizar para modelar y describir sistemas adaptables complejos.

Formalmente un modelo basado en agentes es un método computacional que permite al investigador analizar y experimentar con modelos compuestos de agentes que interactúan dentro de un entorno (Gilbert, 2006).

Y es así como se ve en el cuadro 3.1 que se puede modelar de distintas formas un mismo problema social, no llegando al mismo resultado; hay que tener en cuenta que los modelos de simulación y los modelos estadísticos pueden servir tanto para la explicación como para la predicción teniendo la finalidad primordial de entender un fenómeno social en particular.

¹⁰ Un CAS (*complex adaptive systems*) es una colectividad de agentes que interactúan entre sí y al adaptarse en el entorno producen fenómenos emergentes que no son resultados directos de las propiedades inherentes a los agentes individuales que lo conforman (Castañeda, 2009: 12).

Cuadro 3.1. Diferencias entre los tipos de modelación

Modelos Estadísticos	Modelos de Simulación
El investigador desarrolla un modelo a través de la abstracción de los supuestos procesos sociales en el objetivo (por ejemplo, un sistema de ecuaciones).	El investigador desarrolla un modelo basado en los supuestos sobre los procesos sociales.
Estas ecuaciones incluirán parámetros (por ejemplo, los coeficientes beta) cuyas magnitudes son determinadas mediante la estimación de las ecuaciones.	Los modelos con simulación son ejecutados en programas computacionales y se cuantifican por los comportamientos que lleguen a tener.
Durante el desarrollo del modelo, el investigador habrá recopilado algunos datos con los cuales realizar la estimación (por ejemplo, censos o encuestas de alguna variable que se incluya en la ecuación).	El modelo se usa para generar datos simulados. Estos datos simulados pueden ser comparados entonces con datos recopilados del modo usual (aunque no siempre suelen ser simulados sino también empíricos), para comprobar si el modelo genera resultados que son similares a los producidos por los procesos reales operando en el mundo social.
Para el análisis; en primera instancia el investigador comprueba si el modelo genera predicciones que tienen alguna semejanza con los datos que realmente han sido recopilados, y después cuantifica la magnitud de los parámetros.	

Fuente: Gilbert (2006).

Esta herramienta de simulación no solo se ha desarrollado en el ámbito de las ciencias económicas, también en otras ciencias como en la biología (Wilensky, 1997) para comprender la interacción en conjunto de una colonia de hormigas o en modelos urbanos (Schelling, 1971) para la segregación racial observada en los suburbios norteamericanos. Sin duda alguna, este mecanismo es muy útil para el entendimiento de procesos micro que al interactuar entre sí generan un proceso macro.

3.2. Los precios de vivienda como fenómeno emergente

Parte esencial en los modelos basados en agentes es obtener resultados emergentes que se dan por medio de un proceso de interacción y retroalimentación de los individuos. La emergencia¹¹ es una característica en éste tipo de modelos y ocurre cuando las interacciones entre objetos en un nivel local dan lugar a tipos diferentes de objetos en otro nivel macroscópico ([Gilbert, 2006: 11](#)).

Trasladándolo a la investigación, con la teoría de precios hedónicos encontramos un marco general el cual plantea que los precios de vivienda no solo van a ser una asignación por parte del mercado inmobiliario, sino que cada casa es un grupo de características tanto cuantitativas como cualitativas y en conjunto con su ubicación o una amenidad (dependiendo el tipo de ella) se determina un precio final, como se ha visto en el capítulo anterior.

En Huang et. al. ([2013](#)) encontramos una revisión de modelos (véase cuadro 3.2) en los que podemos encontrar cómo distintos autores han abordado los precios de la tierra, así como los de la vivienda. En estos ejemplos que se apoyan de una teoría convencional, tenemos en su mayor parte a compradores y vendedores donde la disposición a pagar o aceptar jugará un papel importante en la negociación de los precios, así cada uno de los hogares tendrá un precio diferente dependiendo que es lo que ofrezca, ya sea la localización de la vivienda si se encuentra lejos o cerca del centro económicos.

Lo que resulta de todas estas interacciones entre un comprador y vendedor de casas, así como el ambiente en el que se encuentre la vivienda es un precio de la vivienda que se determina dentro de éste fenómeno colectivo y que no está diseñado desde un inicio y no va más allá de un “líder” que asigne todos los precios de las casas.

¹¹ Gilbert ([2006:11](#)) da el siguiente ejemplo para entender mejor este concepto: la temperatura es una propiedad emergente del movimiento de los átomos. Un átomo individual no tiene temperatura, pero un conjunto de ellos sí.

Cuadro 3.2. Modelos en simulación que abordan la interacción de precios

Modelo	¿Cómo se forman los precios?
Crooks (2006)	El precio que se oferta se forma utilizando ingresos de los residentes y la heterogeneidad de las preferencias, así como los costos de viaje y el espacio requerido
ALMA (Filatova et. al. 2009)	El precio se conforma por un proceso de negociación entre los compradores y los vendedores. La disposición de comprar se basa en sus utilidades, el costo de transporte, presupuestos y distancia al centro económico.
Gilbert et. al. (2009)	Los compradores asumen la propiedad que más puedan pagar suponiendo que el precio de la vivienda refleja la calidad de la casa. Las transacciones de los precios se ven afectados por los ingresos y preferencias heterogéneas de los compradores.
CHALMS (Magliocca et. al., 2011)	Los precios de los hogares dependen de las características de la casa, del tamaño del lote, gastos del viaje, las preferencias de los hogares para el tipo de vivienda y el precio de venta.
Chen et. al. (2011)	El precio de la oferta depende no solo del número de competidores, sino también en la distribución del ingreso, que evoluciona con el tiempo.

Fuente: Elaboración propia con base en Huang et. al. ([2013](#)).

Distinto de los modelos donde los compradores y vendedores interactúan en un mundo lleno de viviendas, en nuestro modelo los precios como un proceso emergente resulta de manera distinta. Por así decirlo, una vivienda tiene un valor de inicio asignado por sus condiciones internas, éste va ser modificado porque a dos cuadras está un centro comercial y dentro de la colonia donde se ubica el hogar pasa un transporte público como lo es el metro lo cual hará que ese precio cambie de nuevo.

Existiendo de esta forma una retroalimentación en el precio de las viviendas por lo que el entorno de ésta pueda afectar. Sin embargo, no se muestra en el modelo una parte importante dentro de esta interacción: las personas, ya que de acuerdo a la Nueva Economía Neoclásica Urbana los precios de vivienda se pueden fijar de acuerdo a la interrelación de la oferta de viviendas, un presupuesto de los individuos y el entorno. También es evidente que la planificación y construcción de amenidades y conjuntos habitacionales últimamente va de la mano, donde se construyen fraccionamientos y alrededor de éstos se generan amenidades. Pero en casos como ciudades ya estructuradas como la Ciudad de México no podemos afirmar que existe un orden para la presencia de amenidades, es decir que se decida construir un centro comercial a cierta distancia de una vivienda y en función de ello se calcule un nuevo precio.

3.3. El modelo

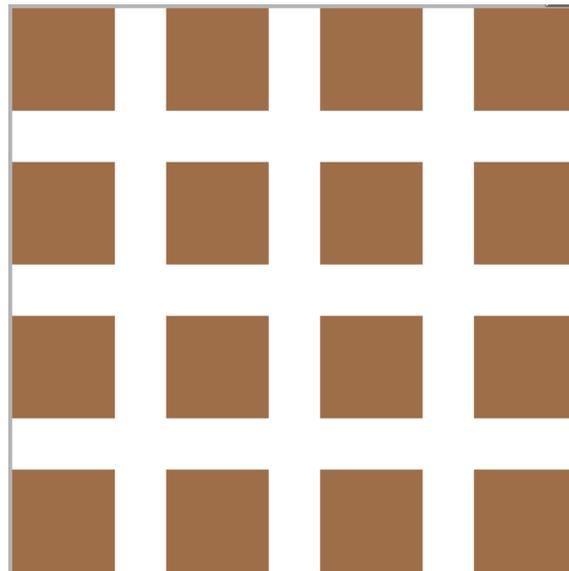
Se representa un modelo de precios hedónicos de vivienda dónde no solo se van a determinar por medio de las características propias del inmueble como puede ser la antigüedad, el tipo de vivienda o el número de cuartos, sino que al interactuar con un ambiente el precio varía dependiendo de la distancia del hogar a la amenidad o un conjunto de ellas, así como su tipo. Siendo el propósito principal ver la dinámica que resulta entre el precio de las casas tomando en cuenta distintos supuestos dentro del modelo:

- el ambiente de la vivienda influirá en el precio de ella y la demanda de vivienda siempre será la misma,
- el precio de las viviendas se modificará en función de la cercanía de las amenidades y la cantidad de ellas,
- las amenidades históricas son consideradas como ruinas, iglesias antiguas o monumentos y,
- los centros recreativos son considerados como espacios abiertos donde se puede realizar alguna actividad como correr, andar en bici, caminar, lectura, etc.

Para desarrollar el modelo se ocupa el software de NetLogo ([Tisue y Wilensky 2004](#)), el cual resulta una herramienta adecuada para la simulación de sistemas complejos, particularmente fenómenos sociales. Una parte importante en los modelos basados en agentes es el ambiente donde se desenvuelven los agentes, de acuerdo al lenguaje del programa, a cada celda se le denomina parcela siendo este un cuadro que -en un conjunto con el espacio- sirve para que el modelo se desarrolle.

Wilensky y Rand ([2015:235](#)) mencionan dos variantes que generalmente están presente en los MBAs: los espacios discretos que son más comunes en gráficas de rejillas (*lattice graphs*) y los espacios continuos. El espacio donde las viviendas se crean aleatoriamente no es continuo lo que significa que las casas en un extremo del mundo no estarán conectadas con la otra parte de viéndolo como en una cuadrícula regular. En la Figura 3.1 se puede observar que el mundo está dividido en doce recuadros cafés los cuales hacen una abstracción de una ciudad compuesta por dieciséis colonias por lo que las viviendas al crearse se colocarán dentro de cada recuadro y las amenidades de manera aleatoria.

Figura 3.1. Mundo en el modelo de precios de vivienda



Fuente: Elaboración propia en NetLogo

NetLogo denomina a los agentes como tortugas (*turtle*) en el modelo los agentes son las viviendas de diferente clase de inmueble de acuerdo a la clasificación de la vivienda¹² presente en el objeto de estudio y propuesta por el Código de Edificación de Viviendas 2010, éstas al crearse en el mundo cuentan ya con precio inicial dado conforme a su tipo de inmueble.

Con estas características añadimos amenidades intrínsecas en el valor de cada vivienda, es decir, suponemos que, por ejemplo, una casa de clase tradicional cuenta con un baño, cocina, estancia-comedor y de dos a tres recámaras. Otro agente presente en el modelo son las amenidades que cada una en particular influye de forma distinta al precio original de cada vivienda.

Las amenidades que encontramos son las mismas analizadas en el capítulo dos, centros comerciales, centros recreativos, centros culturales, amenidades históricas, instalaciones financieras y deportivas, así como escuelas. Cada una tendrá diferente efecto en el valor de las casas según el radio en el que se encuentren de ésta misma (Véase Cuadro 3.3)

¹²En el anexo dos se encuentra la estadística descriptiva para las clases de inmuebles en el periodo de análisis de la investigación para la delegación Azcapotzalco.

Cuadro 3.3. Características de los agentes

Agente	Variable	Valores
Vivienda	Tipo	Económica Popular o interés social Tradicional Media Residencial
	Precio inicial Precio amenidad Precio distancia Precio final	Reales
Amenidad	Centro Comercial  Centro Recreativo  Centro Cultural  Escuela  Financiera  Deportiva  Histórica 	Reales de acuerdo a un valor asignado de una media y desviación estándar

Fuente: Elaboración propia con base en la revisión de literatura

Los modelos basados en agentes resultan ser útiles cuando los agentes son heterogéneos y esa propiedad afecta el comportamiento en general de un sistema. Esto es de gran apoyo porque se les dan características propias a los agentes y así en un conjunto, en nuestro caso podemos tener un precio de vivienda determinado por diferentes factores, que ya hemos mencionado, y no solo un precio unitario para cada vivienda.

Otra parte importante en el modelo es el proceso denominado calibración, en donde se determinan los niveles y rangos de las variables, esto se desarrolla mediante el ajuste de parámetros y condiciones iniciales provocando que los datos ocupados en el modelo coincidan con los datos del mundo real. El proceso de calibración implica el uso de datos empíricos; en nuestro caso tomamos para distribuir la clasificación de vivienda (cuadro 3.4) propuesta por el Código de Edificación de Vivienda 2010 y para los precios tomamos como base la tipología del inmueble de la Sociedad Hipotecaria Federal para el 2012.

Cuadro 3.4. Clasificación de la vivienda por precio promedio

Promedios	Económica	Popular o interés social	Tradicional	Media	Residencial	Residencial Plus
Superficie construida promedio	30m ²	42.5 m ²	62.5m ²	97.5 m ²	145 m ²	225 m ²
Veces salario Mínimo Mensual del D.F.	Hasta 118	De 118.1 a 200	D 200.1 a 350	De 350.1 a 750	De 750.1 a 1,500	Mayor de 1,500
Número de cuartos	Baño Cocina Área de usos múltiples	Baño Cocina Estancia-comedor De 1 a 2 recámaras	Baño Cocina Estancia-comedor De 2 a 3 recámaras	Baño ½ baño Cocina Sala Comedor De 2 a 3 recámaras Cuarto de servicio	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a 4 recámaras Cuarto de Servicio Sala Familiar	De 3 a 5 baños Cocina Sala Comedor De 3 a más recámaras De 1 a 2 cuartos de servicios Sala familiar

Fuente: Código de Edificación de Vivienda 2010

Así, cada vivienda en el modelo posee la información de cuántas amenidades estén cerca de ellas en un radio de cinco parcelas esto con base a Feng y Humphreys ([2008](#)) en el que mencionan que los precios de vivienda aumentan si la amenidad está cercana a la vivienda y disminuye a medida que ésta se aleja. Por eso es considerado esta distancia en la cual cada vivienda en particular modificará su precio de acuerdo al número y tipo de amenidad.

Una cuadrícula o parcela central de cada colonia hace la función de recabar toda la información que sucede dentro de ésta, esto quiere decir, existen dieciséis *patches* que calculan el precio promedio de las viviendas dentro del cuadro café; quedando definido el precio promedio como la suma del total de precios de vivienda dividido por el número de ellas. Por último, la forma en que se representa el tiempo en el modelo es de forma trimestral.

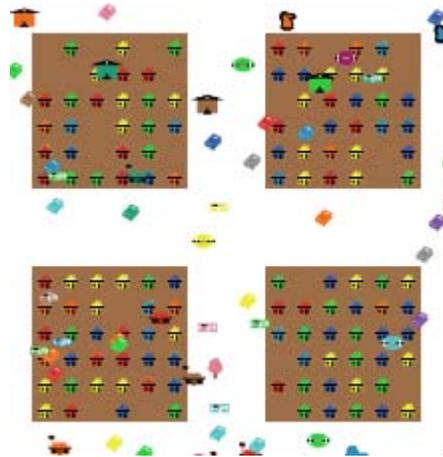
En NetLogo la representación de esto se le llama *tick* por lo que el precio final de cada vivienda cambiará en una abstracción de tres meses. Esta medida de tiempo se adopta por la razón de dar paso a causas que provoquen una disminución o un aumento en el precio de la vivienda. Por ejemplo, durante 4 trimestres equivalentes a un año la casa ha sufrido modificaciones en su ambiente; se ha construido un nuevo centro comercial o de lo contrario cerca de un hogar en específico se cuenta con una amenidad recreativa como lo es un parque, este a su tiempo se ha deteriorado y los efectos hacia el precio de la casa son negativos. En otros modelos ([Filatova, 2014](#)) donde las personas intervienen en la elección de la vivienda y su precio, un paso de tiempo es equivalente a un mes, esto por lo que se tardan las familias o agentes en tomar la decisión de buscar una casa.

3.3.1. Inicialización del modelo

En el momento que se le da inicio se generan las condiciones de arranque del modelo, esto se refiere al punto de partida. La función que tiene es localizar de forma aleatoria por todo el espacio viviendas distribuidas entre cada clase de inmueble de acuerdo a las características anteriormente mencionadas del agente, esto da una heterogeneidad en las viviendas a la hora de definir el precio.

Por lo que cada que se ejecute el modelo se tendrán dieciséis colonias con diferentes tipos de vivienda en cada una. Haciendo referencia a las amenidades se van a crear de forma aleatoria por todo el espacio teniendo, así como se hizo el análisis del capítulo dos; 6 centros comerciales, 5 centros culturales, 2 centros recreativos, 291 escuelas, 50 instalaciones financieras, 10 instalaciones deportivas y 16 amenidades históricas quedando la distribución entre viviendas y amenidades de acuerdo a la figura 3.2.

Figura 3.2. Distribución de viviendas y amenidades en el mundo



Fuente: Elaboración propia en NetLogo.

Todo esto con tal de representar de manera abstracta un municipio, delegación o espacio geográfico en el que se encuentre distintas amenidades ubicadas de forma descentralizada, además al sembrar de forma incierta tanto las viviendas como las amenidades cada precio será distinto por la distancia que puedan tener entre ambos agentes.

3.3.2. Intercambio de información

Parte esencial de los modelos basados en agentes es la interacción entre los agentes y su mundo, así como la retroalimentación que existe entre ellos. Esto significa el intercambio de información de las viviendas con su ambiente para generar precios promedios y de las viviendas con las amenidades alrededor suyas para fijar así los precios finales.

De tal forma las viviendas modifican su precio inicial de acuerdo al número de amenidades en su entorno y el tipo de ellas, cada una de estas aporta distinto valor al precio de la vivienda con base a una media y desviación estándar establecida en el modelo (*cf.* Anexo 2) siendo este el primer tipo de interacción en el modelo vivienda-amenidad.

Además de esto se tiene el precio que se fija por la ubicación, donde la vivienda toma la información de la zona en la que se encuentra y conforme más lejos se encuentre del centro distinto el valor de cada casa. Por lo tanto, el precio inicial de la vivienda irá cambiando mientras tenga más agentes a su alrededor con quién interactuar (figura 3.3).

Figura 3.3. Intercambio de información entre agentes



Fuente: Elaboración propia en NetLogo.

Aunque en el modelo, al no tener un orden previo las amenidades y crearse de manera aleatoria las colonias número seis, siete, diez y once suponen ser el centro económico del modelo y puede haber aglomeraciones de otras amenidades en colonias que no sean centrales tal y como en el capítulo dos con las escuelas que en su mayoría se concentran al sureste del centro de la delegación.

Por último, el intercambio entre la parcela central de cada recuadro café. Esta última recopila a información de todos los precios finales de las viviendas que están sobre ella obteniendo así un precio promedio por cada colonia, esto es lo que se ve graficado en el modelo de diferente color para ser distinción entre cada uno de los recuadros.

3.3.2. Regla de transición

La regla de transición explica los cambios en la variable de estado de cada vivienda, es decir las modificaciones que sufran el precio inicial de cada vivienda dentro del modelo. Por lo que la interacción entre amenidades y viviendas será lo que defina el precio amenidad -basado en la idea de Robak ([1982](#))- que después dará paso a que calcule el precio distancia de la vivienda de acuerdo a su posición en la ciudad artificial representada en las cuadrículas.

Figura 3.4. Interacción amenidades-vivienda en 3D del modelo



Fuente: Elaboración propia en NetLogo.

Como se muestra en la figura 3.4 la vivienda que se sigue en la esfera es un ejemplo de los pasos a seguir cuando al modelo se le da comenzar o ir. En primer lugar, la vivienda cuenta el número de amenidades en un radio de 5 representado en la figura anterior de color azul, después se crea un precio-amenidad que va estar definido por el efecto que cada amenidad tenga por el número de ellas.

En segundo lugar, el precio se modifica con la distancia que se tiene al centro del modelo, así se tiene una interacción con el espacio del mundo donde la casa entre más lejos del centro su valor tiende a disminuir, basándonos en los modelos revisados por Huang, et. al. ([2013](#)) en los que la distancia al *Central Business District* es una característica importante e influye en la determinación de los precios tanto de la tierra como el de las viviendas.

Sumando este precio-distancia y el precio-amenidad resulta un precio final de cada vivienda, dicho precio resulta de la interacción y retroalimentación entre los agentes y el espacio. Por último, tenemos un precio promedio que calculan los puntos centrales de cada colonia, esto puede ser representado como una colonia en la realidad; este suma todos los precios finales de las casas que estén en esa delimitación y los divide por el número de viviendas ubicadas ahí.

3.4. Resultados

La forma en que se presentan los resultados de la realización del modelo se estructura de la forma siguiente. En primera instancia se encuentra el escenario base, dicho escenario está dado por las condiciones iniciales mencionadas con anterioridad.

Posteriormente se realizarán dos experimentos más que tendrán como objetivo, el primero analizar los precios de vivienda con una política inmobiliaria que no favorezca la construcción de vivienda tradicional o de interés social al contrario que permita la oferta de viviendas tipo residencial y residencial plus esto con tal de ver los efectos de las amenidades en el entorno con el precio establecido de las viviendas.

Y el segundo con un aumento de amenidades como centros comerciales, instalaciones deportivas y recreativas con el supuesto en este experimento que se rescatan espacios abandonados o se remodelan algunos para la creación de amenidades de consumo inmediato como son centros comerciales o áreas recreativas para fomentar el esparcimiento y la actividad física en las instalaciones deportivas.

3.4.1 Escenario base

En este experimento las condiciones iniciales en cuanto a amenidades se respetan, no existe una inversión en la cual se construyan nuevas amenidades como centros comerciales, parques, centros recreativos, bancos o escuelas. Con estas condiciones se crean 1000 viviendas que se distribuyen de forma normal de tal forma que la configuración del modelo queda de la siguiente forma:

Cuadro 3.5. Condiciones iniciales para escenario base

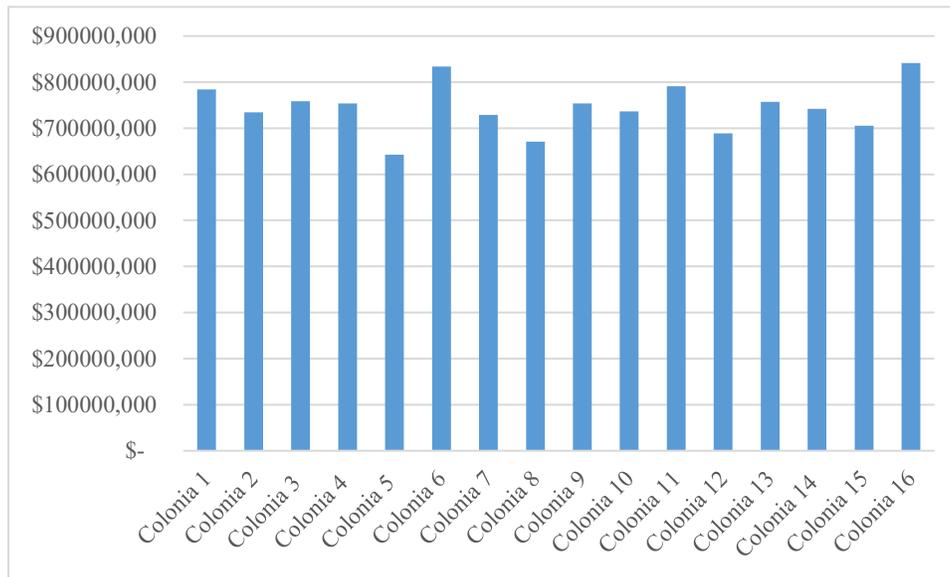
Tipo	Cantidad
% Vivienda Económica	16.1
% Vivienda Popular	19.9
% Vivienda Tradicional	53
% Vivienda Media	11
C. Comercial	6
C. Recreativo	2
C. Cultural	5
Escuelas	291
Deportiva	10
Financiera	50
Histórica	16

Fuente: Elaboración propia

Recordemos que como inicia el modelo en número de amenidades es como se tiene en el análisis del capítulo dos en la delegación Azcapotzalco. Así, al hacer una simulación de éste escenario se obtienen los promedios (Gráfica 3.1) de los precios promedios los cuales separamos por colonias para analizar con cuántas amenidades cuenta y las características del vecindario.

Cabe mencionar que la simulación estuvo diseñada para un lapso de cinco años, esto es a criterio propio los precios de vivienda no suelen tener variaciones en periodos cortos más bien a largo plazo es como se ve cuánto crece un precio y disminuye.

Gráfica 3.1. Precios promedio de vivienda para el escenario base



Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos en NetLogo

La colonia 16 cuenta con el mayor promedio de precios contando con un valor de \$841,129 y la colonia 5 es la que menor promedio tiene durante esta simulación con \$642,541. A pesar de que ésta colonia se encuentra cercana a las colonias que se consideran como el centro económico del mundo el precio parece ser determinado por las características de la colonia, ya que cuenta con 49 viviendas distribuidas por clase de inmueble 10 económica, 12 popular, 23 tradicional y 4 de clase media.

Las amenidades que existen en este cuadrante son 16 escuelas una instalación financiera y una amenidad histórica, lo que habla que en su mayoría las amenidades ni la ubicación cercana al centro influye en el valor de las viviendas. Las características de las viviendas ubicadas ahí ya que las viviendas tradicionales, popular y económica su precio establecido es menor de 600,000 a pesar de que cuente con algunas viviendas de tipo media.

Por otro lado, la colonia 16 a pesar de contar con un menor número de amenidades (nueve escuelas, un centro comercial y cuatro instalaciones financieras) el número de viviendas es mayor que el de la colonia mencionada anteriormente. El precio promedio de esta vivienda lo determina más la estructura

del vecindario ya que de sus 66 viviendas 33 son de clase tradicional y 13 clase media.

Aquí pudiéramos señalar la influencia de las amenidades intrínsecas de cada vivienda, que influya más en el precio de vivienda que cuente con 3 recámaras para dormir o más, que cuente con una sala y cocina o un baño. A pesar que en el modelo no se puede precisar en cuánto determina este tipo de amenidades en el precio de las viviendas, sí podemos señalar que como se vio en el capítulo dos con el análisis Índice de Moran, el precio se explica por los demás precios de otras viviendas.

3.4.1 Experimento 1: una política inmobiliaria que favorece la vivienda residencial

Este experimento tiene como finalidad analizar una oferta de viviendas no enfocada del todo a la clase de interés social yendo más acorde a lo mencionado por González y Gómez (2015) que señalan que la administración actual de la Ciudad de México ha favorecido la oferta de viviendas con precios que van de 700 mil a 1 millón 200 mil pesos.

Conviene señalar que los experimentos realizados tienen que ver con los deslizadores añadidos en el modelo, estos son el de “Variación-Amenidades” el cual aumenta en determinado porcentaje el número de amenidades conforme a las amenidades que se marquen de inicio.

Esta acción se ejecuta dando clic en el botón “Amenidades”, además para añadir viviendas tipo residencial y residencial plus se pone en “Exponencial” el seleccionador de distribución, por lo que el precio de las viviendas al asignarse ya no será de forma normal como el escenario base si no exponencial quedando las características del modelo tal y como se muestra en el cuadro 3.6. Al poner la distribución de los precios de forma exponencial no solo se añaden viviendas residenciales que son las que tienen un mayor valor, sino que se agregan más viviendas de tipo económica siendo casi el doble de las que se presentan en el escenario base.

Cuadro 3.6. Condiciones iniciales para el experimento 1

Tipo	Cantidad
% Vivienda Económica	32.7
% Vivienda Popular	15.3
% Vivienda Tradicional	25.6
% Vivienda Media	20.2
% Vivienda Residencial	3.4
% Vivienda Residencial Plus	2.8
C. Comercial	6
C. Recreativo	2
C. Cultural	5
Escuelas	291
Deportiva	10
Financiera	50
Histórica	16

Fuente: Elaboración propia

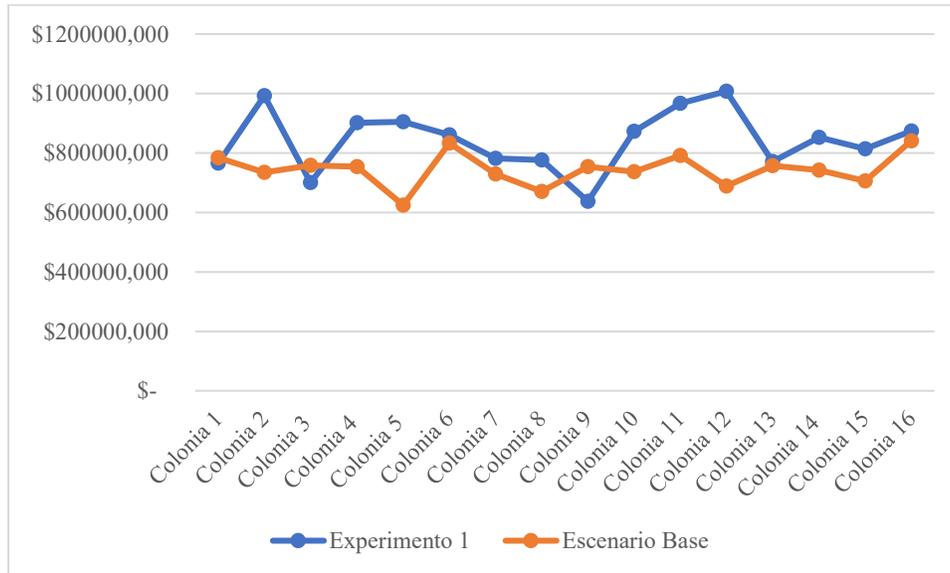
Para una simulación el modelo correrá con los mismos cinco años que se plantearon con anterioridad ya que así se pueden comparar los resultados con los del escenario base (gráfica 3.2). A pesar de que cada que se inicia el modelo las colonias se conforman de distintas viviendas y el mundo de amenidades sin un orden previo pero los resultados son similares, para empezar el promedio mínimo que se tuvo en la simulación corresponde a la colonia 9 con un valor de \$637,396 y de igual forma que la colonia 5 del escenario base está aledaña a las colonias 6, 7, 10 y 11 consideradas como las centrales.

Y a diferencia del precio máximo del escenario base en éste experimento llega a un valor de \$1,007,473 correspondiente a la colonia 12. La cual se conforma de 68 viviendas distribuidas por tipo de clase en 13 económica, 12 popular, 19 tradicional, 17 media, 5 residencial y 2 residencial plus. Por lo que podríamos hablar de un fraccionamiento amplio ya que cuenta con una amenidad cultural al igual que una instalación deportiva, tres instalaciones financieras y 13 escuelas.

Asimismo, los precios que aumentaron de manera considerable a comparación de las condiciones principales son las colonias dos, cinco, once y doce que en

promedio tienen un aumento de \$300,000 tomando como ejemplo la colonia dos que su aumento se debe a la presencia de un mayor número de viviendas de tipo media, residencial plus y solamente nueve de tipo económica.

Gráfica 3.2. Comparación de precios promedio de vivienda para el escenario base y experimento uno



Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos en NetLogo

Posteriormente se realizaron diez simulaciones más con las mismas características del experimento uno, con la herramienta análisis de comportamiento de NetLogo, y los precios promedio aumentan en cinco años entre \$300,000 a \$400,000 para colonias que incrementan en número principalmente de clase tradicional y clase media. Pero para colonias consolidadas en las que no se crean viviendas y no se añade alguna otra amenidad los precios el precio promedio de éstas llega a aumentar entre \$100,000 y \$150,000.

3.4.2. Experimento 2: se construyen amenidades al cabo de cinco años

Otra modificación que tiene la oferta de viviendas es el ambiente que se modifica, en este experimento se mantienen la distribución de viviendas de forma exponencial pero las amenidades que cuenten serán distintas ya que en este experimento se correrá a lo largo de 20 años en los cuales cada 5 aparecerán más amenidades.

Es cierto que no se pueden crear amenidades históricas ni aparecer en un corto plazo amenidades recreativas como parques o áreas verdes, pero como se mencionó en el capítulo dos ha habido una creciente construcción por centros comerciales o plazas, además se crearán instalaciones deportivas suponiendo una política de deporte y salud y centros culturales como museos. Así el ambiente en el que se fijan los precios de vivienda cambian el cual esperaríamos a lo largo del tiempo un aumento, pero se analizarán las características de cada colonia, así como como los efectos que tienen las amenidades en los valores promedios de vivienda.

Cuadro 3.7. Resultados de las colonias con un mayor precio promedio

Colonia	Precio Promedio Inicial	Precio Promedio Final	Diferencia
1.- Colonia 6	\$ 1,039,925	\$1,040,272	\$347
2.- Colonia 4	\$1,015,345	\$1,015,705	\$360
3.- Colonia 2	\$928,604	\$928,781	\$177
4.- Colonia 10	\$919,275	\$919,486	\$211
5.- Colonia 9	\$894,713	\$895,022	\$309

Fuente: Elaboración propia con base en resultados obtenidos en NetLogo

En el cuadro 3.7 se tienen las cinco colonias que obtuvieron el mayor precio promedio de vivienda durante una simulación, la colonia 16 que obtuvo arriba de un millón está conformada por 61 viviendas en su mayoría por vivienda tradicional, resaltando las 18 instalaciones financieras, 14 escuelas, 2 centros comerciales y 3 instalaciones deportivas; su cercanía al centro del modelo es lo que la hace tener un aumento de \$347 a lo largo de los años que se corrió la simulación.

Por otro lado, la colonia 9 en 20 años tuvo un aumento de \$309 con una condición similar en amenidades educativas, un centro comercial, 11 instalaciones financieras, una instalación deportiva y una amenidad histórica, pero con 56 viviendas y con una estructura de viviendas parecida a la distribución de la colonia 6. Así se podría decir que los centros comerciales, las instalaciones deportivas y financieras, con base en estos resultados tienen un efecto de aumentar los precios de las viviendas en las que se ubican.

Esto es, aunque no aparezca dentro de las 5 viviendas mostradas en el cuadro anterior, la colonia 12 tiene la mayor diferencia entre el precio inicial y el final con \$390 teniendo como características principales las amenidades deportivas, financieras y centros comerciales también.

3.5. Conclusión

En cuestión de analizar la conformación de precios de vivienda desde un punto de vista complejo permite ir más allá de una función lineal, ver todos los factores que componen, desde la ubicación de la vivienda hasta el ambiente en que se encuentre. Por ello la herramienta de los modelos basados en agentes permite modelar los precios de cada vivienda en particular, cosa que en los datos empíricos no se tiene a disposición, así los precios promedios se pueden dividir en cada casa que compone esa vecindad o colonia.

A lo que se refiere el modelo, es representado por un mundo conformado por dieciséis colonias (empezando el conteo por la parte izquierda superior y así sucesivamente de izquierda a derecha) con características similares del capítulo anterior en las que se hizo análisis de cuántas amenidades existen en el ambiente. Añadiendo también las características de las viviendas desde un inicio de acuerdo al código de edificación de vivienda 2010 dándole un mayor realismo a la simulación.

Bajo los supuestos presentados las colonias se conforman de acuerdo a una distribución ya sea normal o exponencial dependiendo el análisis que se quiera hacer como los experimentos hechos, posteriormente se crean de forma aleatoria las amenidades en todo el mundo teniendo claro la idea de que no existe un orden para construir o planificarlas. Cada simulación tendrá un ambiente distinto y las colonias se conformarán de distinta forma, por ejemplo, uno de los resultados mostrados en el escenario base es una colonia alejada del que se consideró el centro de la ciudad abstracta tuvo el mayor precio promedio esto debido a las características de las viviendas que se ubican dentro de ella así el entorno de amenidades ni cercanía al centro influyó en el precio promedio.

Por el contrario, en el experimento donde la política inmobiliaria ya no favorece la oferta de vivienda tradicional o de interés popular las amenidades como centros comerciales, culturales o instalaciones deportivas además la cercanía al centro hace que el precio promedio tenga un aumento en éstas variando entre \$300 y \$400 distinto a las colonias consolidadas que no se añadieron viviendas de otro tipo ni amenidades que en su caso solo varió el precio promedio de \$100 a \$150. Una última modificación realizada por medio de los deslizadores del modelo fue la oferta de amenidades en el entorno teniendo más variables por las que se modifique el precio de una vivienda. Así, durante 20 años se crearon centros comerciales, culturales, instalaciones deportivas y financieras por lo que se permitió modificar dos partes importantes durante un cálculo de los precios.

Estas variaciones en general tuvieron un aumento en el mayor valor de \$400, sin embargo, no se considera una parte importante de la interacción que es la demanda, los individuos con una función de preferencias y un ingreso también pueden modificar la asignación de precios como los modelos revisados por Huang et. al. ([2013](#)). Lo que si aporta este modelo es la forma en abordar y considerar las amenidades ya que con base a la revisión literaria se pudieron añadir y englobar algunas de ellas que en los estudios se tratan de forma distinta; en su mayoría abordan las características de la vivienda como tamaño de ésta, antigüedad, cuartos para dormir, baños, etcétera y aquí, aunque no se le da un valor como tal a estas propiedades se puede conocer el efecto que tiene sobre los precios.

Finalmente, al modelo se le pueden añadir más variables de análisis como la demanda por parte de los individuos u otro tipo de factores que puedan modificar el precio de una casa, características del barrio en el aspecto de personas que vivan ahí, el tipo de raza o etnia, la delincuencia, entre otros con tal de darle más realismo a la simulación, también, aunque fue una dificultad con los datos empíricos obtener los coeficientes de una correlación hedónica por mínimos cuadrados ordinarios, estos se pueden agregar a los efectos de cada amenidad en el precio inicial de cada vivienda.

Conclusiones generales

A lo largo de la investigación se ha explorado los distintos determinantes de los precios de vivienda en la delegación Azcapotzalco, teniendo en cuenta como un factor importante para modificar estos las amenidades. Estas las entendemos como bienes y servicios que agregan valor a la vivienda o pueden disminuirlo, que va de la mano con las preferencias de los individuos que deciden comprar o vender un inmueble.

La teoría microeconómica del consumidor ofrece distintas herramientas para abordar el análisis de la utilidad de un individuo y cómo este busca maximizarla, pero siendo más específicos el enfoque hedónico ha sido utilizado con mayor frecuencia en estudios de preferencias de los individuos y qué tanto puede modificar el valor de un bien o servicio.

Originalmente, al denotar la idea de agrado, las amenidades en la perspectiva hedónica se resumían a simples preferencias de un automóvil y sus características, sin embargo, su sentido se ha ido ampliando considerablemente en los modelos urbanos ya que se puede analizar las propiedades individuales; por lo que se encuentran estudios aplicados con distintas amenidades, variables como tamaño de la casa, características del barrio o colonia, cercanía con el centro económico, hasta rasgos del paisaje incluyendo el medio ambiente o los espacios dedicados a actividades sociales y recreativas son algunos ejemplos.

Así, se encuentra en la teoría una línea unificada de amenidades utilizadas y que influyen de manera principal en la conformación de precios dividida en dos grupos: las características de la vivienda y las socioeconómicas. En estas últimas es donde se agregan más amenidades como instalaciones deportivas, financieras o amenidades históricas, pero siempre haciendo referencia a las condiciones donde está ubicada la vivienda.

La crítica contundente que se tiene a esta teoría de las amenidades como influyentes en aspectos de precios de vivienda en una ciudad, es la hecha por Storper (2013) la cual menciona que un sistema urbano es un conjunto de talleres interconectados y no una feria de amenidades dejando claro que los análisis

hechos bajo este enfoque las amenidades son un factor de desigualdad y no un equilibrio que se forma de la interacción entre la demanda de trabajadores, salarios y el lugar donde se desea vivir.

En cuanto a los resultados mostrados empíricamente con el análisis exploratorio de datos espaciales, confirmamos la necesidad de añadir sistemas de información geográfica en los precios de vivienda ya que en la investigación se utilizó un punto de vista cualitativo (visualmente) para aproximarnos a los efectos e influencias de las amenidades analizadas.

Cabe resaltar la dificultad para hacer uniforme la información encontrada para los precios de vivienda y las amenidades ya que la primera se encuentra a nivel código postal y la segunda se obtuvo en dos niveles: AGEB y colonia, por lo que se les da más importancia a los mapas *raster* en que por medio de la herramienta interpolación permitió conocer por medio de una estimación los valores desconocidos en otros puntos de la cartografía. Y validándolo con el análisis LISA los precios promedio tienen una asociación espacial, esto es, que un precio de vivienda por código postal se explica por los que se encuentran a su alrededor encontrando de forma visual una relación causal en colonias cercanas a la delegación Cuauhtémoc.

Ejemplo de lo anterior es el aumento en los precios de viviendas en colonias como la Nueva Santa María y Clavería que además de la cercanía con el centro económico, la estructura de las viviendas que se ubican ahí son antiguas por lo que presenta un valor histórico en ellas. Igualmente, las colonias Plenitud, Santa Cruz Acayucan y Santa Lucía son un referente particular del aumento de vivienda por la remodelación de una amenidad, haciendo referencia al Parque Bicentenario y es que, aunque no sea parte de la delegación influye en los precios dentro de estas colonias, en conjunto con centros comerciales y una estación del metro lo que influye en un aumento de un millón desde su inauguración en 2010.

Acerca de la clasificación de amenidades propuesta por ubicación geográfica partiendo del centro de la delegación Azcapotzalco podemos decir que el noroeste y sureste de la demarcación concentran el mayor número de éstas. Por parte del noroeste las colonias como el Rosario, Tierra Nueva, Xochinahuac, San Pablo Xalpa, Reynosa por mencionar algunas, cuentan con una variedad de amenidades como centros comerciales, instalaciones deportivas, plazas y monumentos; destacan el CETRAM El Rosario, Parque Tezozómoc, el Colegio de Ciencias y Humanidades, la Universidad Autónoma Metropolitana y Tecnoparque.

Correspondiente al sureste encontramos un mayor número en amenidades educativas y centros culturales, siendo esta zona la que tiene una correlación visual entre altos precios de vivienda y una mayor cantidad de amenidades en su entorno. Es en esta ubicación donde la oferta inmobiliaria ha tenido mayor presencia por su cercanía al centro económico, en colonias como la del Gas se han construido torres de departamentos con un valor superior a un millón de pesos.

Para finalizar los hechos estilizados dejamos a un lado efectos negativos de algunas amenidades como la aglomeración de escuelas, la delincuencia en las colonias o barrios e incluso una mayor oferta de departamentos de lujo con características como un balcón, cajón de estacionamiento o tener cerca una vía principal de comunicación. Esto va de la mano con una política voraz inmobiliaria que al ofrecer al individuo un mayor número de amenidades se tienen consecuencias visibles como el deterioro en las redes de tubería de agua potable o de drenaje, carecimiento de luz eléctrica, descuido de la carpeta asfáltica provocando socavones, caos vial y sin duda alguna un cambio en el aspecto de los barrios y colonias originarios de Azcapotzalco.

Así pues, el modelo basado en agentes que se presenta analiza la conformación de precios de vivienda desde un punto de vista complejo que permite ir más allá de una regresión lineal, viendo todos los factores que determinar el valor de una vivienda.

Esto nos permite tener un conocimiento del precio por cada casa, cosa que en los datos empíricos no se tiene esa disposición, pudiendo analizar así cómo es que se conforman los precios promedios con una modificación del ambiente de la colonia.

De acuerdo a los resultados obtenidos con la simulación del escenario base en la que no se tiene la inversión en construir amenidades ni oferta de viviendas se puede decir que las amenidades como las características de cada propiedad son las que influyen en mayor parte para altos precios de vivienda y que a pesar que una colonia se encuentre con un mayor número de amenidades como escuelas no incide en elevar el valor promedio a lo largo del tiempo en que se determinó el modelo.

En los dos experimentos donde se modificó el ambiente tanto de viviendas construidas como amenidades en las simulaciones hechas el aumento de precios promedio en cinco años suele variar entre \$300,000 y \$400,000. La variación va depender de dos cosas, la primera de las características que cada vivienda tenga y cómo esté conformado el vecindario en tanto las estructuras de las casas y en qué mayor número de amenidades como centros comerciales, recreativos o instalaciones deportivas. De tal manera que el modelo aporta un análisis más completo de la forma que se tiene en abordar las amenidades añadiendo en uno solo distintos elementos que determinan el precio de una vivienda y así no solo ver el efecto de uno en particular.

El uso de los instrumentos analíticos en la simulación en distintos escenarios se debe de incentivar entre las personas encargadas de la estructura y planeación de la organización de la ciudad; a tomar esta parte del enfoque hedónico de precios ya que estas investigaciones podrían ser de interés para comparaciones temporales y espaciales de la evolución de los precios de vivienda y fundamentar la toma de decisiones políticas que incidan sobre este mercado.

Bibliografía general

- [1] ALONSO, W. (1964) "Location and Land Use", Harvard University press, Cambridge (Massachusetts)
- [2] ANAS, Alex, et al. (1998) "Urban Spatial Structure": en: Journal of Economic Literature, Vol. 36., Issue 3, p. 1426-1464.
- [3] ANSELIN, Luc (1995), *Local Indicators of Spatial Association-LISA*, en: Geographical Analysis, Vol. 27, No. 2, pp. 23.
- [4] ARTHUR, Brian (2013) *Complexity and the Economy*, W.B. Arthur, Oxford Univ. Press.
- [5] BAADE, Robert A y DYE Richard F. (1990), "The Impact of Stadium and Professional Sports on Metropolitan Area Development", en: Growth and Change, Vol. 10.
- [6] BOWEN, W. MIKELBANK, B. y PRESTEGARD, D. (2001) "Theoretical and Empirical Considerations Regarding Space in Hedonic Housing Price Model Applications", en: Growth and Change, Vol.32, pp. 466-490
- [7] BRAÑAS, Pablo y CARIDAD Y OCERÍN, José María (1996) "Demanda de características de la vivienda en Córdoba: Un modelo de precios hedónico." en: Estudios Regionales No. 46, pp. 139-153.
- [8] CAMAGNI, Roberto (2005), *Economía Urbana*, Antoni Bosch, Barcelona, pp. 299
- [9] CASTAÑEDA, GONZALO (2009) "*Sociomática*": *El estudio de los sistemas adaptables complejos en el entorno socioeconómico*, en: El Trimestre Económico, Fondo de Cultura Económica, vol. 0(301), pp. 5-64.
- [10] CHAPIN, Timothy S. (2004) "Sports Facilities as Urban Redevelopment Catalyst" en: Journal of the American Planning Association, Spring 2004, Vol. 70, No.2.
- [11] CHEN, J. & HAO, Q. (2008) "The impacts of distance to CBD on housing prices in Shanghai: a hedonic analysis", en: Journal of Chinese Economic and Business Studies, Vol. 6. Pp. 291-302
- [12] CHEN, et. al. (2011) "An agent-based model of exurban land development", en: *Agricultural and applied economics association: 2011 Annual meeting* (p.32). Pittsburgh, Pennsylvania.

- [13] COATES, Dennis; HUMPHREYS, Brad R; ZIMBALIST, Andre (2006) “Compensating differentials and the social benefits of the NFL: A comment” en: Journal of Urban Economics, online 17 February 2006, pages, 124-131.
- [14] CROOKS, A. T. (2006) “Exploring cities using agent-base models and GIS.”, en: *UCL Working Paper Series, Paper 109*. London, UK: University College London.
- [15] CUADRADO-Roura, J.R. (2014) “¿Es tan ‘nueva’ la Nueva Geografía Económica? Sus aportaciones, sus límites y su relación con las políticas” en: EURE, Revista latinoamericana de estudios urbano regionales, vol.40, N° 120, pp.5.28.
- [16] DAVIES, Larissa E. (2005) “Not in my back yard! Sport stadia location and the property market” en: Area, Vol. 37 Issue 3, pages 268-276.
- [17] DE OLIVEIRA SANTOS, Glauber E (2016) “Worldwide hedonic prices of subjective characteristics of hostels”, en: Tourism Management, Vol. 52, pp. 451-454.
- [18] DISTRITO FEDERAL (2008) *Acuerdo para la participación de la administración pública del Distrito Federal en el sistema de actuación por cooperación “Arena Ciudad de México”*, en: Gaceta Oficial del Distrito Federal, no. 432 [en línea]. Disponible en:
http://www.consejeria.df.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/OCTUBRE_1_08.pdf
- [19] EBERTZ, J. (2013). “The capitalization of public services and amenities into land prices – empirical evidence from German communities”, in: International Journal of Urban and Regional Research, (37.6) pp. 2116-2118.
- [20] ERIKSEN, Michael D., et. al. (2016), “Toward more general hedonic estimation: Clarifying the roles of alternative experimental designs with an application to a housing attribute”, en: Regional Science and Urban Economics, Vol.57, pp. 54-62.
- [21] ESTEBAN, Marisol y ALTUZARRA, Amaia (2008) “A Model of Spanish Housing Market”, en: Journal of Post Keynesian Economics, Vol.3, No.3, pp. 353-373.
- [22] FENG, Xia y HUMPHREYS, Brad R. (2008) “Assesing the Economic Impact of Sports Facilities on Residential Property Values: A Spatial Hedonic Approach”, en: IASE/NAASE Working Paper Series, No. 08-12.

- [23] FILATOVA, et. al. (2009) “Agent-based urban land markets: Agent’s pricing behavior, land prices and urban land use change”, en: *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 12, 3.
- [24] FILATOVA, Tatiana (2014) “Empirical agent-based land market: Integrating adaptive economic behavior in urban land-use models”, en: *Computer, Environment and Urban Systems*, Vol. 54, pp. 397-413.
- [25] FOLLAÍN, James R. y JIMENEZ, Emmanuel (1985) “Estimating the demand for housing characteristics: A survey and Critique”, en: *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 15, p. 77-107.
- [26] FREEMAN, A. Myrick (1979) “Hedonic prices, Property Values and Measuring Environmental Benefits: A Survey of the Issues”, en: *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol.81, No. 2, pp. 154-173
- [27] FRENCH, Nick (2004) “The valuation of specialised property”, en: *Jornal of Property Investment & Finance*, Vol. 22, Issue 6, p. 533-541.
- [28] FUJITA, Masahisa (2012) “Thünen and the New Economic Geography”, en: *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 42, p. 907-912.
- [29] FUJITA, Masahisa y KRUGMAN, Paul (1995) “When is the economy monocentric? von Thünen and Chamberlin unified”, en: *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 25, p. 505-528.
- [30] FUJITA, Masahisa y THISSE, Jacques (2013) “Economics of agglomeration: Cities, industrial location and regional growth”, (Segunda edición) Cambridge, Cambridge University Press.
- [31] GARCÍA, Alejandro (2008) “Determinantes del precio de la vivienda usada en Málaga: Una aplicación de la metodología hedónica”, en: *Revista de Estudios Regionales* No. 82, pp.135-158.
- [32] GILBERT, et. al. (2009) “An agent-based model of the English housing market”, en: *AAAI Spring Symposium: Technosocial Predictive Analytics USA*, pp 30-35, <http://www.aeai.org/Symposium/Spring/ss09-09.php>
- [33] GILBERT, Nigel (2006) “Simulación para las ciencias sociales”, Mc Graw Hill, segunda edición en español, Madrid, p. 291.

- [34] GLAESNER, Marie-Line y CARUSO, Geoffrey (2015) “Neighborhood green and services diversity effects on land prices: Evidence from a multilevel hedonic analysis in Luxemburgo”, en: *Landscape and Urban Planning*, Vol.143, pp. 100-11.
- [35] GLAESER, Edward, et. Al. (2006) “Urban growth and housing supply”, en: *Journal of Economic Geography*, vol. 6, pp. 71-89.
- [36] GONZÁLEZ, Rocío (14 de noviembre de 2015) “Azcapotzalco ya no soporta un megaproyecto inmobiliario más”. *La Jornada*. Recuperado: www.jornada.unam.mx/2015/11/14/capital/035n1cap
- [37] _____ (12 de junio de 2016) Padece Azcapotzalco colapso por la expansión de unidades habitacionales. *La Jornada*. Recuperado: www.jornada.unam.mx/2016/06/12/capital/031n1cap
- [38] GONZÁLEZ, Rocío, GÓMEZ, Laura (18 de julio de 2015) Disputa voraz de inmobiliarias por espacios de construcción en el DF. *La Jornada*. Recuperado: www.jornada.unam.mx/2015/07/18/capital/036n1cap
- [39] GOODMAN, A.C. (1998) “Andrew Court and the invention of hedonic prices analysis”, en: *Journal of Urban Economics*, Vol. 44, pp. 291-298
- [40] GOTTLIEB, Paul D. (1995) “Residential Amenities, Firma Location and Economics Development”, en: *Urban Studies*, Vol.32, pp. 1413-1436.
- [41] HAINING, R. (2003) “Spatial Data Analysis: Theory and Practice”. Cambridge: Cambridge University Press. DOI: 10.1017/CBO9780511754944
- [42] HAMILTON, Stuart E. y MORGAN, Ash (2010) “Integrating lidar, GIS and hedonic prince modeling to measure amenity value in urban beach residential property markets”, en: *Computers, Environment and Urban Systems*, Vol. 34, pp. 133-141.
- [43] HELBICH, Marco, et. al (2013) “Spatial Heterogeneity in Hedonic House Price Models: The Case of Austria”, en: *Tinbergen Institute Discussion Paper*, 2013-171/VIII, p. 24.
- [44] HUANG, et. Al. (2013) “A review of urban residential choice models using agent-based modeling”, en: *Environment and Planning B: Planning and Design* 2013, volume 40.
- [45] HUMPHREYS, Brad R. y RUSESKI, Jane E. (2010) “Problems with Data on the Sport Industry”, en: *Journal of Sports Economics* Vol. 11 (1), p. 60-76.

- [46] JACOBS, J. (1969), "The Economy of Cities", Nueva York, Random House.
- [47] JIAO, Limin y YAOLIN, Liu (2010) "Geographic Field Model based hedonic valuation of urban open spaces in Wuhan, China", en: *Landscape and Urban Planning*, Vol. 98, p. 47-55.
- [48] KANEMOTO, Yoshitsugu (1988) "Hedonic Prices and the Benefits of Public Projects", en: *Econometrica*, Vol. 56, No. 4, pp. 981-989.
- [49] KIM, Sunwoong (1992), "Search, Hedonic Prices and Housing Demand", en: *The Review of Economics and Statistic*, Vol.74, No.3.
- [50] KOSTER, Hans R.A; Van Ommeren, Jos N; Rietveld, Piet (2014) "Historic amenities, income and sorting of households", en: *Journal of Economic Geography*, doi: 10.1093/jeg/1bu047, pages: 1-34.
- [51] LANCASTER, Kelvin (1966) "A New Approach to Consumer Theory", en: *The Journal of Political Economy*, Vol. 74, No. 2, p. 132-157.
- [52] LIAO, Wen-Chi y WANG, Xizhu (2012) "Hedonic house prices and spatial quantile regression", en: *Journal of Housing Economics*, Vol.21, p. 16-27.
- [53] LIZAM, Mohd, et al. (2014) "Comparison of Empirical Model in Malaysia House Price Index Construction", 20th Annual PRRES Conference, Christchurch, New Zealand, 19-22 January 2014.
- [54] LÓPEZ, Lorenzo (2010) *Diccionario de términos sobre la ciudad y lo urbano*, Madrid, España, Ed. Biblioteca Nueva, p. 421
- [55] MAGLIOCCA, et. al. (2011) "An economic agent-based model of coupled housing land markets (CHALMS)", en: *Computers Environment and Urban Systems* 35, 183-191.
- [56] MALPEZZI, S., (2002) "Hedonic pricing models: a selective and applied research", en: O'Sullivan, T., Gibb, K. (Eds.), *Housing Economics and Public Policy*. Blackwell Science, Oxford.
- [57] MARSHALL, A. (1890) "Principles of Economics", Macmillan and Company, New York, NY.
- [58] MILLS, Edwin (1967) "An aggregative model of resource allocation in a metropolitan area", en: *American Economic Review*, Vol. 57, p. 197-210.

- [59] MONKKONEN, Paavo (2012) “Housing finance Reform and Increasing Socioeconomic Segregation in Mexico”; en: International Journal of Urban and Regional Research, Volume 36.4, p. 757-772.
- [60] MORAN, P.A.P. (1950) “Notes on continuous stochastic phenomena”, *Biometrika*, Vol. 37, 17-23.
- [61] MUTH, R. F. (1969) “Cities and housing: The spatial pattern of urban residential land use”, Chicago: The University of Chicago Press.
- [62] PADILLA, Alejandra, BARRAGÁN, Daniela (19 de noviembre de 2016) EL *boom* inmobiliario en la CDMX: Tres gobiernos, vecinos hartos, leyes “a modo” y, ahora, el caos. *Sin Embargo*. Recuperado: www.sinembargo.mx/19-11-2016/3116733
- [63] PAGOURTZI, et al. (2003) “Real estate appraisal: a review of valuation methods”, en: Journal of Property Investment & Finance, Vol 21, Issue 4, p. 383-401.
- [64] PARKER, Dawn y FILATOVA, Tatiana (2008) “A conceptual design for a bilateral agent-based land market with heterogeneous economic agents”, en: Computers, Environment and Urban Systems, Vol. 32, p. 454-463.
- [65] PDDU (2008), *Programa Delegacional de Desarrollo Urbano para la Delegación Azcapotzalco, México, Distrito Federal*.
- [66] PERDOMO, Jorge Andrés (2010) “Una propuesta metodológica para estimar los cambios sobre el valor de la propiedad: estudio de caso para Bogotá aplicando propensity score matching y precios hedónicos espaciales.”, Universidad de los Andes, Facultad de Economía, CEDE, pp. 12.
- [67] PUEC (2012) “México, perfil del sector de la vivienda”, UNAM, CONAVI, ONUHABITAT p.199.
- [68] QUINTERO, Josefina (13 de marzo de 2012) Encaran a uno de los Salinas Pliego vecinos de Azcapotzalco. *La Jornada*. Recuperado: www.jornada.unam.mx/2012/03/13/capital/033n1cap
- [69] RIDKER, R.G. y HENNING, John A. (1967) “The determinants of residential property value with special references to air pollution “, en: Review of Economics and Statistics, p. 246-255.
- [70] ROBACK, Jennifer (1982) “Wages, Rents, and the Quality of Life”, en: The Journal of Political Economy, Vol.90, Issue 6, p. 1257-1278

- [71] ROSEN, Sherwin (1974) “Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition”, en: Journal of Political Economy, Vol. 82, No.1, pp. 34-55
- [72] SCHELLING, T.C. (1971) “Dynamic models of segregation”, en: Journal of Mathematical Sociology 143-186.
- [73] SHEPPARD, S. (1999) en: Chesire, P. Mills, E.S. (Eds.), “Handbook of Regional and Urban Economics”, Vol. 3, Oxford: Elsevier Science, North-Holland, Amsterdam; New York, p. 1595-1635.
- [74] STORPER, MICHAEL (2013) “Keys to the City: how economics, institutions, social interactions, and politics shape development”, Princeton University Press, New Jersey, pp. 275.
- [75] TISUE, S. y WILENSKY, U. (2004) “NetLogo: A Simple Environment for Modeling Complexity”, International Conference on Complex Systems, Boston.
- [76] TOBLER, W.R. (1970) “A Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region”, en: Economic Geography, Vol. 46, Supplement: Proceedings. Pp. 234-240.
- [77] VALDIVIA, Rafael (2014) “Modelo de precios hedónicos para la vivienda nueva en la ZMVM. Estudio de caso en la Zona Metropolitana del Valle de México”, Publicia, España, pp. 268.
- [78] von THÜNEN, J. H. (1826) “Die Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie”, Hamburg, Perthes. Traducción del inglés por C.M Wartenberg: von Thünen’s Isolated State, Oxford, Pergammon Press (1966).
- [79] WHITTICK, A. (Ed). (1975) Enciclopedia de la planificación urbana, Madrid, Instituto de Estudios de Administración Local (IEAL).
- [80] WILENSKI, Uri (1997). NetLogo Ants model, <http://ccl.northwestern.edu/netlogo/models/Ants>. Center for Connected learning and Computer-Based Modeling, Northwestern University, Evanston, IL.
- [81] WILENSKY, Uri y Rand, William (2015) *An introduction to agent-based modeling; modeling natural, social, and engineered complex systems with NetLogo*. The MIT Press, Cambridge.
- [82] ZABEL, Jeffrey (2015) “The hedonic model and the housing cycle”, en: Regional Science and Urban Economics, Vol. 54, pp.74-86.

Anexo 1. Precios de vivienda en Azcapotzalco

A continuación, se muestra la base de datos ocupada para los precios de vivienda, los valores monetarios de los precios promedio son obtenidos de la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) para los años correspondientes. Lo que corresponde al código postal y el nombre de este es con base a las Estadísticas Censales a Escalas Geoelectorales (ECEG) del entonces Instituto Federal Electoral para el año 2010; de aquí es donde se toma la cartografía para el análisis exploratorio de datos espaciales. Las celdas en blanco representan la falta de información en los precios promedios por parte de la SHF.

Tabla 1.1. Precios promedios de vivienda en Azcapotzalco por código postal para los años 2010, 2012 y 2014. (1)

NÚMERO	CÓDIGO POSTAL	NOMBRE	PRECIO PROMEDIO 2010	PRECIO PROMEDIO 2012	PRECIO PROMEDIO 2014
1	02090	SAN ALVARO	1,191,723	1,158,320	1,370,698
2	02870	SAN SALVADOR XOCHIMANCA	1,673,984		1,420,993
3	02840	OBRAERO POPULAR	9,901,609*	844,015	1,421,178
4	02830	SAN BERNABE		1,059,456	910,632
5	02820	HOGAR Y SEGURIDAD		1,049,320	
6	02800	NUEVA SANTA MARIA	1,345,190	1,503,678	1,665,837
7	02850	TLATILCO	315,991*	863,000	857,000
8	02860	TLATILCO	476,602	816,880	1,185,908
9	02810	VICTORIA DE LAS DEMOCRACIAS	626,304	1,866,929	1,288,446
10	02810	IGNACIO ALLENDE	626,304	1,866,929	1,288,446
11	02500	CUITLAHUAC	639,877	654,150	694,434
12	02540	HOGARES FERROCARRILEROS	578,327	641,610	672,412
13	02530	JARDIN AZPEITIA	818,768	925,427	908,510
14	02080	CLAVERIA	1,607,687	1,784,338	1,633,380

* El dato fue eliminado al momento de hacer el análisis estadístico por representar una observación atípica para ese año.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la SHF 2010, 2012, 2014 y ECEG 2010.

Tabla 1.1. Precios promedios de vivienda en Azcapotzalco por código postal para los años 2010, 2012 y 2014. (2)

NÚMERO	CÓDIGO POSTAL	NOMBRE	PRECIO PROMEDIO 2010	PRECIO PROMEDIO 2012	PRECIO PROMEDIO 2014
15	02099	ANGEL ZIMBRON	768,465	939,567	1,091,570
16	02070	DEL RECREO	977,612	1,031,267	1,088,949
17	02070	NEXTENGO	977,612	1,031,267	1,088,949
18	02050	SANTA MARIA MALINALCO	644,086	1,032,763	935,617
19	02050	LIBERTAD	644,086	1,032,763	935,617
20	02060	SINDICATO MEXICANO DE ELECTRICISTAS	14,898,013*	1,134,775	1,700,029
21	02060	UN HOGAR PARA CADA TRABAJADOR	14,898,013*	1,134,775	1,700,029
22	02040	SAN SEBASTIAN	722,499	757,741	925,060
23	02040	DEL MAESTRO	722,499	757,741	925,060
24	02010	LOS REYES	1,394,693	1,050,329	1,241,451
25	02000	CENTRO DE AZCAPOTZALCO (COL VILLA AZCAPOTZALCO)	987,899	865,000	1,123,709
26	02010	SAN RAFAEL	1,394,693	1,050,329	1,241,451
27	02010	NUEVO SAN RAFAEL	1,394,693	1,050,329	1,241,451
28	02020	SAN MARCOS			1,068,201
29	02020	SANTO TOMAS			1,068,201
30	02160	SANTO DOMINGO	3,363,408	908,187	863,089
31	02200	REYNOSA TAMAULIPAS	796,152	967,512	1,030,581
32	02240	SAN ANDRES	644,197	660,175	677,496
33	02240	SAN ANDRES	644,197	660,175	677,496
34	02250	SANTA CATARINA	791,000	627,053	822,880
35	02140	SANTA INES	519,279	752,234	746,946
36	02150	PASTEROS	905,434	809,188	1,032,521

* El dato fue eliminado al momento de hacer el análisis estadístico por representar una observación atípica para ese año.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la SHF 2010, 2012, 2014 y ECEG 2010.

Tabla 1.1. Precios promedios de vivienda en Azcapotzalco por código postal para los años 2010, 2012 y 2014. (3)

NÚMERO	CÓDIGO POSTAL	NOMBRE	PRECIO PROMEDIO 2010	PRECIO PROMEDIO 2012	PRECIO PROMEDIO 2014
37	02130	TIERRA NUEVA			
38	02129	NUEVA ESPAÑA			
39	02128	NUEVA EL ROSARIO			
40	02100	EL ROSARIO	609,569	678,426	715,000
41	02109	MANUEL RIVERA ANAYA CROC I	551,000	706,980	582,663
42	02125	XOCHINAHUAC	555,000	593,847	591,507
43	02110	SAN PABLO XALPA	551,597	505,533	527,006
44	02120	SAN MARTIN XOCHINAHUAC	716,070	713,866	731,001
45	02230	SANTA BARBARA	821,281	445,128	767,242
46	02519	EL JAGUEY			
47	02490	SAN MATEO	538,903	915,391	746,167
48	02730	SAN FRANCISCO TETECALA	416,000	819,761	986,692
49	02900	AGUILERA			3,502,745
50	02910	ALDANA			
51	02920	COSMOPOLITA	1,284,108	1,317,260	1,182,084
52	02970	DEL GAS	1,360,176	1,466,290	1,332,621
53	02980	ARENAL	1,446,685	1,267,221	1,317,863
54	02630	COLTONGO			427,968
55	02670	COSMOPOLITA	1,305,007	1,276,201	1,235,507
56	02660	EUZKADI	1,613,820	650,141	1,178,469
57	02310	FERRERIA			
58	02300	INDUSTRIAL VALLEJO	469,000	668,137	592,363
59	02990	LA RAZA	3,855,515	1,520,465	777,000
60	02360	LAS SALINAS			

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la SHF 2010, 2012, 2014 y ECEG 2010.

Tabla 1.1. Precios promedios de vivienda en Azcapotzalco por código postal para los años 2010, 2012 y 2014. (4)

NÚMERO	CÓDIGO POSTAL	NOMBRE	PRECIO PROMEDIO 2010	PRECIO PROMEDIO 2012	PRECIO PROMEDIO 2014
60	02360	LAS SALINAS			
61	02930	LIBERACION	582,196	1,059,456	910,632
62	02640	MONTE ALTO			
63	02980	PATRIMONIO FAMILIAR	1,446,685	1,267,221	1,317,863
64	02940	PORVENIR			2,707,686
65	02680	POTRERO DEL LLANO			
66	02650	TRABAJADORES DEL HIERRO	1,379,854	1,408,199	1,455,073
67	02600	PRO HOGAR	1,694,968	1,174,281	1,192,761
68	02960	SAN FRANCISCO XOCOTITLA			
69	02330	HUAUTLA DE LAS SALINAS			
70	02320	SAN ANDRES DE LAS SALINAS			
71	02340	SANTA CRUZ DE LAS SALINAS			
72	02110	ECOLOGICA NOVEDADES IMPACTO	551,597	505,533	527,006
73	02120	CULTURAS UNIVERSALES	716,070	713,866	731,001
74	02127	TEPANTONGO CRUZ ROJA			
75	02100	EL ROSARIO CROC VI OLIMPIA	609,569	678,426	715,000
76	02100	EL ROSARIO CROC VIII	609,569	678,426	715,000
77	02100	EL ROSARIO CROC VI OYAMELES		678,426	715,000
78	02350	JARDINES DE CEYLAN			
79	02080	SECTOR NAVAL	1,607,687	1,784,338	1,633,380
80	02480	PETROLERA	1,481,539	1,505,271	1,733,707
81	02459	TEZOZOMOC	1,174,533	1,216,347	1,299,063
82	02450	LAS TRANCAS	643,000	742,002	805,000
83	02460	LA PRECIOSA	978,345	762,719	1,063,820

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la SHF 2010, 2012, 2014 y ECEG 2010.

Tabla 1.1. Precios promedios de vivienda en Azcapotzalco por código postal para los años 2010, 2012 y 2014. (5)

NÚMERO	CÓDIGO POSTAL	NOMBRE	PRECIO PROMEDIO 2010	PRECIO PROMEDIO 2012	PRECIO PROMEDIO 2014
84	02450	MIGUEL HIDALGO	643,000	742,002	805,000
85	02430	PRESIDENTE MADERO	666,762	671,049	770,406
86	02420	AZCAPOTZALCO 2000	897,000	1,031,782	1,709,337
87	02420	FRANCISCO VILLA	897,000	1,031,782	1,709,337
88	02419	PEMEX PRADOS DEL ROSARIO			981,399
89	02410	PRADOS DEL ROSARIO	1,014,862	1,108,585	982,423
90	02420	EX-HACIENDA EL ROSARIO	897,000	1,031,782	1,709,337
91	02400	SAN JUAN TLIHUACA	698,801	849,000	940,487
92	02400	ROSENDO SALAZAR	698,801	849,000	940,487
93	02440	PROVIDENCIA	958,676	1,227,349	1,339,801
94	02710	ISSFAM LAS ARMAS	1,766,065	895,000	1,027,046
95	02710	SAN PEDRO XALPA	1,766,065	895,000	1,027,046
96	02719	AMPLIACION SAN PEDRO XALPA	1,102,974	896,664	1,154,752
97	02750	SANTIAGO AHUIZOTLA	1,048,522	604,920	719,234
98	02720	SAN ANTONIO	1,183,164	1,337,706	1,088,029
99	02720	SAN ISIDRO	1,183,164	1,337,706	1,088,029
100	02720	SAN BARTOLO CAHUALTONGO	1,183,164	1,337,706	1,088,029
101	02740	AMPLIACION PETROLERA			
102	02760	SANTA LUCIA	1,745,808	2,062,751	1,088,406
103	02700	SAN MIGUEL AMANTLA	744,030		561,000
104	02770	SANTA CRUZ ACAYUCAN	808,544	1,033,877	1,758,532
105	02780	PLENITUD	1,759,998	860,698	1,898,829
106	02790	SANTA APOLONIA	768,465	698,470	748,711
107	02520	ESTACION PANTACO			
108	02950	DEL GAS	1,115,047	1,686,237	759,535
109	02169	VILLAS AZCAPOTZALCO	712,073	664,194	878,231
110	02510	PANTACO	589,646	605,436	596,966
111	02440	LA PROVIDENCIA	958,676	1,227,349	1,339,801

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la SHF 2010, 2012, 2014 y ECEG 2010.

Anexo 2. Estadística descriptiva básica de la clasificación de viviendas y amenidades

En este anexo se encuentra la estadística descriptiva de los tipos de vivienda en la delegación para los tres años de estudio, aunque no se analizan de forma concreta en el capítulo dos, sirven como referencia para la distribución de viviendas y justificación de datos para el modelo basado en agentes presentado en el capítulo tres, cabe resaltar las observaciones atípicas como la vivienda de clase media para el año 2010 que probablemente por el valor que tiene el código postal pudo ser considerada como residencial ya que los dos primeros años solo cuentan con tres clases de inmuebles.

Tabla 2.1. Estadística descriptiva básica de los tipos de inmueble en la delegación Azcapotzalco para los años 2010,2012 y 2014

Año/ Clase de Inmueble	Mediana	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
2010					
Económica	645,000	846,65	6,408,246	376,924	2,717,245
Interés Social	542,081	597,088	240,968	251,100	1,735,921
Media	855,924	1,520,667	3,161,399	355,000	22,159,850
2012					
Económica	1,245,600	1,162,380	630,699	230,952	2,209,081
Interés Social	636,308	658,284	219,003	300,730	2,018,205
Media	1,104,844	1,419,527	917,464	450,394	4,916,030
2014					
Económica	862,275	1,707,113	2,052,373	337,984	7,040,400
Interés Social	806,731	879,422	339,304	329,768	2,591,270
Media	1,170,353	1,432,781	1,024,645	502,615	8,486,162
Residencial	1,738,907	1,738,907	20,427	1,718,480	1,759,333

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la SHF 2010, 2012, 2014

Además, está la estadística descriptiva de las amenidades ocupadas en el modelo, cabe señalar que se tomó como referencia el número de amenidades mostradas en el capítulo dos, pero las utilizadas en el modelo basado en agentes es de una ciudad compleja con más centros comerciales y de viviendas su precio de vivienda se ve modificado por la presencia de ellas. En el modelo solo se consideran valores positivos por lo que los negativos resultados de dicha media y desviación estándar no son incluidos y se empieza a contar a partir del uno.

Tabla 2.1. Estadística descriptiva básica de las amenidades utilizadas en el modelo basado en agentes

Variable	Observaciones	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo
Centros Comerciales	20	24.17	19.93	1	58
Centros Recreativos	10	17.95	8.6	4	34
Centros Culturales	10	15.23	6.04	7.32	25.60
Centros Educativos	300	104.18	52.56	1	253.09
Instalaciones Deportivas	20	27.89	11.54	2.58	42.51
Instalaciones Financieras	50	16.95	15.34	1	55.091
Históricas	15	20.36	8.14	3.40	35.706

Fuente: Elaboración propia con base en ECEG 2010

Anexo 3. Conceptos y sus definiciones

De acuerdo con el diccionario de datos de localidades urbanas del INEGI del año 2007 describen los tipos de asentamientos que se han ocupado en el capítulo dos, así como algunas definiciones de las amenidades utilizadas a lo largo de la investigación. Estas definiciones se complementan con las señaladas en el capítulo uno por parte de los autores mencionados.

Tipos de asentamientos en la delegación Azcapotzalco y su definición:

- **Colonia:** Conjunto habitacional relacionado con un determinado plan urbano que se forma como unidad física y social de organización.
- **Fraccionamiento:** Zona dividida en lotes con características, dimensiones y servicios de acuerdo a los usos que se destinen; hay fraccionamientos para viviendas, industriales, campestres y otros tipos.
- **Unidad Habitacional:** Comprende de 25 a 250 viviendas, con una cocina cada una. El propietario que solicite autorización para dedicar un predio a esta clase de habitación, deberá donar el 10% de la superficie total del mismo, el cual deberá tener de frente a la vía pública.
- **Pueblo:** Conjunto de vivienda que definen un lugar.
- **Barrio:** Zona de una ciudad o poblado sin división legal; sus límites los estableció la costumbre y el tiempo; su principal característica es que sus habitantes viven en estrecho contacto.
- **Equipamiento:** es parte de un parque industrial el cual es una superficie planeada, delimitada y diseñada especialmente para la instalación de plantas industriales.

Tipos de amenidades mencionadas en la investigación para la delegación Azcapotzalco y su definición:

- **Área verde:** Área pública con vegetación, dedicada al esparcimiento, decoración y conservación.
- **Conjunto histórico o amenidad histórica:** Grupo de construcciones y de espacios, incluyendo los sitios arqueológicos, arquitectónicos, históricos, estético o sociocultural ([López, 2010](#)).
- **Centro comercial:** Conjunto de almacenes y de locales comerciales donde se ofrecen bienes y servicios. Añadiendo a esta definición está la de López ([2010](#)). Zona o área central de comercio de una ciudad y en sentido estricto al espacio reservado en un edificio específico para la actividad comercial, al que se añade en los últimos tiempos oferta de ocio y servicios.
- **Escuela:** Edificación acondicionada o construida para impartir instrucción en cualquiera de las modalidades del Sistema Educativo Nacional.
- **Estación del metro:** Edificación permanente donde los pasajeros pueden abordar o descender del metro y/o transbordar de una línea a otra.
- **Instalación deportiva:** Área condicionada con carácter permanente para la práctica de actividades deportivas, puede ser un autódromo, balneario, campo de golf, hipódromo, plaza de toros, lienzo charro e incluso zoológico. Esta definición no varía mucho con la de López ([2010](#)) solo añade que éste equipamiento también está diseñado para el espectáculo agregando pabellones o palacios de deportes o arenas multifuncionales.
- **Plaza:** Espacio urbano abierto rodeado generalmente de edificios y vialidad destinadas a funciones comerciales, cívicas o religiosas.

Anexo 4. Código de programación del modelo basado en agentes

A continuación, se presenta el código de programación utilizado para el modelo basado en agentes, con el fin de que se pueda replicar el mismo ejercicio y recabar otros resultados o agregar más componentes al modelo.

```
,*****  
,  
,****DECLARAMOS LAS RAZAS DE CADA UNO DE LOS AGENTES****,  
,*****  
,  
breed [viviendas vivienda]  
breed [comerciales comercial]  
breed [recreativas recreativa]  
breed [culturales cultural]  
breed [educativas educativa]  
breed [historicas historica]  
breed [financieras financiera]  
breed [deportivas deportiva]  
  
,*****DEFINIMOS LAS VARIABLES*****,  
,*****  
  
viviendas-own [precio-inicial precio-amenidad precio-distancia precio-final  
clase-inmuelle  
n-comerciales n-recreativas n-culturales n-educativas n-deportivas n-  
financieras n-historicas ]  
  
patches-own[precio-promedio1 precio-promedio2 precio-promedio3  
precio-promedio4 precio-promedio5 precio-promedio6  
precio-promedio7 precio-promedio8 precio-promedio9 precio-  
promedio10 precio-promedio11 precio-promedio12  
precio-promedio13 precio-promedio14 precio-promedio15 precio-  
promedio16 num-viviendas]
```

```
,*****PARA INICIAR EL MODELO*****,  
,*****  
  
to setup  
ca  
inicio-crearmundo ;; Procedimiento para crear las cuadrículas cafés.  
inicio-crearcasas ;; Prodimiento para sembrar las viviendas.  
inicio-crearameni ;; Procedimiento para crear amenidades.  
reset-ticks  
  
end  
  
to inicio-crearmundo  
  
ask patches  
[  
set pcolor brown  
if abs pxcor <= 1 or abs pycor <= 1  
[ set pcolor white ]  
  
if (abs pxcor <= 10 and abs pxcor > 7) or (abs pycor <= 10 and abs pycor >  
7)  
[set pcolor white ]  
  
]  
end
```

to inicio-crearcasas

create-viviendas casas

ask viviendas

```
[  
  set shape "house efficiency"  
  set size 1
```

setxy random-xcor random-ycor

move-to one-of patches with [pcolor = brown]

set clase-inmueble round random-float 5

```
if clase-inmueble = 0 [ set clase-inmueble "economica" set color sky ]  
if clase-inmueble = 1 [ set clase-inmueble "popular" set color red ]  
if clase-inmueble = 2 [ set clase-inmueble "tradicional" set color yellow ]  
if clase-inmueble = 3 [ set clase-inmueble "media" set color lime ]  
if clase-inmueble = 4 [ set clase-inmueble "residencial" set color blue ]  
if clase-inmueble = 5 [ set clase-inmueble "residencial-plus" set color  
orange ]
```

ifelse Distribución = "Normal"

```
[set precio-inicial abs round random-normal 750000 400000 ]
```

```
[set precio-inicial abs round random-exponential 850550]
```

if precio-inicial > 200000 = 200000 ;; Si el precio es menor que 200,000
que sea igual a 200,000.

```
[set clase-inmueble "economica"]
```

if precio-inicial <= 350000

```
[set clase-inmueble "economica"]
```

```
,*****
```

```
;if precio-inicial > 350000 = 350000
```

```
;set clase-inmueble "popular"]
```

```
if precio-inicial > 350000 and precio-inicial <= 600000
```

```
[set clase-inmueble "popular"]
```

```
,*****
```

```
;if precio-inicial > 600001 = 600001
```

```
;set clase-inmueble "tradicional"]
```

```
if precio-inicial > 600000 and precio-inicial <= 1200000
```

```
[set clase-inmueble "tradicional"]
```

```
,*****
```

```
;if precio-inicial > 1200001 = 1200001
```

```
;set clase-inmueble "media"]
```

```
if precio-inicial > 1200000 and precio-inicial <= 2500000
```

```
[set clase-inmueble "media"]
```

```
,*****
```

```
;if precio-inicial > 2500001 = 2500001
```

```
;set clase-inmueble "residencial" ]
```

```
if precio-inicial > 2500000 and precio-inicial <= 3000000
```

```
[set clase-inmueble "residencial"]
```

```
,*****
```

```
;if precio-inicial > 3000000 = 3000000
```

```
;set clase-inmueble "residencial-plus"]
```

```
if precio-inicial > 3000000
```

```
[set clase-inmueble "residencial-plus"]
```

```
,*****
```

```
]
```

```
end
```

```
,*****
```

```
*****,
```

```
;*****SE CREAN AMENIDADES*****;  
;*****;
```

```
to inicio-crearameni
```

```
create-comerciales c.comerciales  
ask comerciales  
[ set shape "building store" set size .8 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
create-recreativas c.recreativas  
ask recreativas  
[ set shape "tree" set size .8 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
create-culturales c.culturales  
ask culturales  
[ set shape "chess knight" set size .8 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
create-educativas escuelas  
ask educativas [  
set shape "book" set size .8 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
create-deportivas deportes  
ask deportivas  
[ set shape "ball football" set size .8 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
create-financieras bancos  
ask financieras  
[ set shape "dollar bill" set size .8 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
create-historicas c.historicos
```

```
ask historicas  
[ set shape "building institution" set size .8 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
end
```

```
to amenidades
```

```
create-comerciales (c.comerciales * (Variacion-Amenidades / 100))  
;;cada que se presione el botón amenidades se crea el número de  
amenidad que está de inicio  
ask comerciales ;; por el porcentaje  
del deslizador Variación-Amenidades  
[ set shape "building store" set size .8 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
create-culturales (c.culturales * (Variacion-Amenidades / 100))  
ask culturales  
[ set shape "chess knight" set size 1 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
create-deportivas (deportes * (Variacion-Amenidades / 100))  
ask deportivas  
[ set shape "ball football" set size 1 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
create-financieras (bancos * (Variacion-Amenidades / 100))  
ask financieras  
[ set shape "dollar bill" set size 1 setxy random-xcor random-ycor ]
```

```
end
```

```

;*****
;*****PARA CALULCAR EL PRECIO DE LAS VIVIENDAS NUEVO***;
;*****EN FUNCIÓN DE LAS AMENIDADES*****;
;*****

```

```

to go
precios

```

```

precio-colonia

```

```

; precio-desamenidad

```

```

tick

```

```

end

```

```

; PARA CONTAR EL NÚMERO DE AMENIDADES EN UN RANGO
DETERMINADO

```

```

to precios
ask viviendas

```

```

[

```

```

set n-comerciales count comerciales in-radius radio ;;define n-
comerciales que son los centros comerciales que se encuentran el radio
definido en la interfaz

```

```

set n-recreativas count recreativas in-radius radio

```

```

set n-culturales count culturales in-radius radio

```

```

set n-educativas count educativas in-radius radio

```

```

set n-deportivas count deportivas in-radius radio

```

```

set n-financieras count financieras in-radius radio

```

```

set n-historicas count historicas in-radius radio

```

```

; SE DEFINE LA VARIABLE PRECIO-AMENIDAD QUE ESTÁ EN FUNCIÓN DEL
PRECIO ORIGINAL DE LA CASA POR UNA MEDIA Y DESVIACIÓN
ESTÁNDAR, POR EL NÚMERO DE CADA TIPO DE AMENIDAD

```

```

set precio-amenidad 1

```

```

set precio-amenidad precio-amenidad + (abs random-normal 24.17 19.93 *
n-comerciales) ;; define el precio amenidad por la multiplicación de 1 por
un número aleatorio dentro del rango establecido

```

```

set precio-amenidad precio-amenidad + (abs random-normal 17.95 8.6 *
n-recreativas)

```

```

set precio-amenidad precio-amenidad + (abs random-normal 15.23 6.04 *
n-culturales)

```

```

set precio-amenidad precio-amenidad + (abs random-normal 104.18 52.56
* n-educativas)

```

```

set precio-amenidad precio-amenidad + (abs random-normal 27.89 11.54
* n-deportivas)

```

```

set precio-amenidad precio-amenidad + (abs random-normal 16.95 15.34 *
n-financieras)

```

```

set precio-amenidad precio-amenidad + (abs random-normal 20.36 8.14 *
n-historicas)

```

```

]

```

;SE DEFINE LA VARIABLE PRECIO-DISTANCIA, VA ESTAR DEFINIDA POR LA DISTANCIA DE LA CASA AL CENTRO;

```
ask viviendas [
  let distancia distancexy 0 0
  if distancia < 5 [set precio-distancia precio-inicial + (5000 / distancia) ]
;;a partir de la coordenada 0,0 si la distancia es mayor o menor a 5 patches
se le va agregando
  if distancia >= 5 [set precio-distancia precio-inicial - (500 * distancia) ];;
500 al precio inicial, resultado así el precio-distancia

  set precio-final precio-distancia + precio-amenidad
]

end

to precio-colonia

  ask patch -14 13 [
    set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4 ;;
    el patche central va a contar primero cuantas viviendas hay en su radio
    set precio-promedio1 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
    radius 4.4 ;; para que posteriormente realice el precio promedio de la
    colonia

  ]

  ask patch -4 13 [
    set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
    set precio-promedio2 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
    radius 4.4

  ]
```

```
ask patch 5 13 [
  set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
  set precio-promedio3 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
  radius 4.4

]

ask patch 13 13 [
  set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
  set precio-promedio4 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
  radius 4.4
]

ask patch -13 5 [
  set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
  set precio-promedio5 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
  radius 4.4
]

ask patch -4 5 [
  set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
  set precio-promedio6 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
  radius 4.4
]

ask patch 5 5 [
  set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
  set precio-promedio7 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
  radius 4.4
]

ask patch 14 5 [
  set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
```

```

    set precio-promedio8 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
radius 4.4
]

ask patch -13 -4 [
    set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
    set precio-promedio9 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
radius 4.4
]

ask patch -4 -4 [
    set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
    set precio-promedio10 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
radius 4.4
]

ask patch 5 -4 [
    set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
    set precio-promedio11 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
radius 4.4
]

ask patch 14 -4 [
    set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
    set precio-promedio12 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
radius 4.4
]

ask patch -14 -13 [
    set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
    set precio-promedio13 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
radius 4.4
]

ask patch -4 -13 [
    set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4

```

```

    set precio-promedio14 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
radius 4.4
]

ask patch 5 -13 [
    set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
    set precio-promedio15 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
radius 4.4
]

ask patch 13 -13 [
    set num-viviendas count viviendas-on patches in-radius 4.4
    set precio-promedio16 mean [precio-final] of viviendas-on patches in-
radius 4.4
]

end

,*****
,*****
,*****MONITORES*****
,*****
,*****

to-report economica report count viviendas with [clase-inmueble =
"economica"]
end

to-report popular report count viviendas with [clase-inmueble = "popular"]
end

to-report tradicional report count viviendas with [clase-inmueble =
"tradicional"]
end

to-report media report count viviendas with [clase-inmueble = "media"]
end

```

```
to-report residencial report count viviendas with [clase-inmueble =
"residencial"]
end
```

```
to-report residencial-plus report count viviendas with [clase-inmueble =
"residencial-plus"]
end
```

```
,*****
,
,*****GRAFICA*****
,
,*****
```

```
to-report precio-prom1
  report [precio-promedio1] of patch -14 13
end
```

```
to-report precio-prom2
  report [precio-promedio2] of patch -4 13
end
```

```
to-report precio-prom3
  report [precio-promedio3] of patch 5 13
end
```

```
to-report precio-prom4
  report [precio-promedio4] of patch 13 13
end
```

```
to-report precio-prom5
  report [precio-promedio5] of patch -13 5
end
```

```
to-report precio-prom6
  report [precio-promedio6] of patch -4 5
end
```

```
to-report precio-prom7
  report [precio-promedio7] of patch 5 5
end
```

```
to-report precio-prom8
  report [precio-promedio8] of patch 14 5
end
```

```
to-report precio-prom9
  report [precio-promedio9] of patch -13 -4
end
```

```
to-report precio-prom10
  report [precio-promedio10] of patch -4 -4
end
```

```
to-report precio-prom11
  report [precio-promedio11] of patch 5 -4
end
```

```
to-report precio-prom12
  report [precio-promedio12] of patch 14 -4
end
```

```
to-report precio-prom13
  report [precio-promedio13] of patch -14 -13
end
```

```
to-report precio-prom14
  report [precio-promedio14] of patch -4 -13
end
```

```
to-report precio-prom15
  report [precio-promedio15] of patch 5 -13
end
```

```
to-report precio-prom16
  report [precio-promedio16] of patch 13 -13
end
```