



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN**

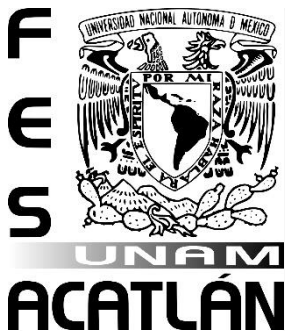
**PLUSVALÍAS DEL SUELO EN EL PROYECTO
DEL TREN MAYA EN EL SURESTE DE
MÉXICO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ECONOMÍA**

**PRESENTA:
CÉSAR AUGUSTO MEZA MARTÍNEZ**

**ASESOR:
DR. LUIS QUINTANA ROMERO**



SANTA CRUZ ACATLÁN, NAUCALPAN, ESTADO DE MÉXICO, 2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

*Sé que nadie elige tropezar
En las piedras que están en el camino
Sé que cuando empiece a caminar
He de labrar yo mi propio destino
Ser quien decida cuántos pasos he de dar
Ser libre para elegir
Si por vivir, no he de ser dueño de mí
Mejor en pie morir*

-Tierra Santa-

Dedicatoria

Es para mí una gran satisfacción y orgullo dedicarle a mi familia esta tesis, que con esfuerzo, esmero y dedicación he terminado. Todos ellos han sido mis pilares para ser quien soy y seguir adelante. Gracias por su amor, confianza y cuidado, por enseñarme todas aquellas lecciones de vida que no se encuentran en los libros.

A mi asesor de tesis, el Doctor Luis Quintana Romero, que fue mi guía durante todo este proceso. Gracias por sus palabras de aliento y consejos, por el apoyo incondicional durante esta meta ahora alcanzada.

A los miembros del jurado, les agradezco el tiempo dedicado para leerme, así como sus observaciones y recomendaciones realizadas.

A mis amigos durante la carrera, gracias por su apoyo incondicional, por las horas de estudio, pero también de diversión y risas, por compartir los buenos momentos, pero también aquellos no tan buenos.

Siempre gracias.

Índice general

Índice de figuras	5
Índice de cuadros	6
Resumen	7
Introducción.....	8

Capítulo I. Recuperación de las plusvalías en proyectos de transporte masivo:

fundamentos teóricos.....	12
1.1 Modelos pioneros en la teoría de la renta del suelo.....	12
1.2 Valor del suelo urbano y los sistemas de transporte.....	15
1.3 Definición de la captura de plusvalías	19
1.3.1 La captura de plusvalías en el transporte público	22
1.4 Instrumentos de captura de plusvalías	25
1.4.1 Contribución por mejoras	25
1.4.2 Exacciones y cargos por derechos de construcción	27
1.4.3 Financiamiento por incremento de impuestos	28
1.4.4 Reajuste de tierras	28
1.4.5 Elección del instrumento de captura.....	29
1.5 Plusvalías del suelo en México.....	36
1.5.1 Impuestos inmobiliarios en México.....	40
1.5.2 Impuesto predial	40
1.5.3 Impuesto sobre Adquisición de Inmuebles (ISAI).....	41
1.5.4 Impuesto de Plusvalía	41
Resumen del capítulo	43

Capítulo II. El proyecto del Tren Maya y el Sureste mexicano

2.1 El proyecto del Tren Maya	47
2.1.1 El financiamiento del proyecto	49
2.1.2 Preocupaciones en torno al proyecto	52
2.2 La región Sureste de México.....	56
2.3 La economía de la región Sureste de México.....	69
Resumen del capítulo	80

Capítulo III. Medición de plusvalías del suelo en la región del Tren Maya, a través de un modelo de precios hedónicos	83
3.1 Modelo de precios hedónicos	83
3.2 Revisión de literatura.....	86
3.3 Estructura de un modelo de precios hedónicos	89
3.4 Fuentes de información y datos	92
3.5 Forma funcional del modelo.....	96
3.6 Resultados.....	96
3.7 Definiendo un instrumento de captura de plusvalías en el Sureste mexicano.....	107
Resumen del capítulo	110
Conclusiones.....	113
Referencias bibliográficas	120

Índice de figuras

Figura	Pág.
Figura 1.1 Renta como una función de la distancia al mercado central.	13
Figura 1.2 Bid-Rent de localización de firmas y hogares.	14
Figura 1.3 Desplazamiento de la curva Bid-Rent debido a la incorporación de un sistema de transporte eficiente.	16
Figura 1.4 Bid-Rent de localización de firmas y hogares en un modelo policéntrico	17
Figura 1.5 Componentes del valor del suelo urbano.	20
Figura 1.6 Relación del valor de suelo, financiamiento e infraestructura de transporte.	23
Figura 1.7 Esquema de reajuste de tierras.	29
Figura 1.8 Sistema Normativo Urbano.	39
Figura 2.1 Ruta del Tren Maya en el Sureste mexicano.	48
Figura 2.2 Porcentaje población en algún estrato de pobreza en 2018, por entidad federativa.	60
Figura 2.3 Grado de marginación por entidad federativa.	62
Figura 2.4 Estructura del grado de marginación en los municipios de la región Sureste de México.	63
Figura 2.5 Grado de marginación en los municipios en la ruta del Tren Maya, con datos de 2015.	64
Figura 2.6 A) Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado en 2015; B) Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica en 2015; C) Ocupantes en viviendas sin agua entubada en 2015; D) Carencia por calidad y espacios de la vivienda y acceso a los servicios básicos en la vivienda en 2018.	65
Figura 2.7 Formación de clúster Moran del sector Agricultura cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal pesca y caza, 2004-2014..	76
Figura 2.8 Formación de clúster Moran del sector Comercio al por menor, 2004-2014.	77
Figura 2.9 Formación de clúster Moran del sector Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes inmuebles e intangibles,2004-2014.	78
Figura 2.10 Formación de clúster Moran del sector Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas,2004-2014.	79
Figura 3.1 Distribución porcentual de las propiedades de la muestra en los municipios	95
Figura 3.2 Distribución porcentual de las propiedades de la muestra de acuerdo con el tipo de asentamiento.	95
Figura 3.3 Relación entre el precio de la propiedad y la distancia a la estación del Tren Maya, de acuerdo con la estimación	104
Figura 3.4 Aproximación de la medición de plusvalías en la estación Playa del Carmen, Quintana Roo.	105

Índice de cuadros

Cuadro		Pág.
Cuadro 1.1	Alternativas de valorización de instrumentos de captura de valor.	33
Cuadro 1.2	Elección del instrumento adecuado de recuperación de plusvalías.	35
Cuadro 1.3	Entidades federativas en México que aplican el impuesto a las plusvalías del suelo.	42
Cuadro 2.1	México: distribución de zonas arqueológicas en la región Sureste.	49
Cuadro 2.2	México. cronograma de licitación de Obras Tren Maya en 2020.	50
Cuadro 2.3	Consortios ganadores de la licitación para la construcción de los tramos del Tren Maya.	51
Cuadro 2.4	Incremento de plusvalías en la región Sureste debido al proyecto del Tren Maya.	67
Cuadro 2.5	Matriz Sector-Región (Secre).	69
Cuadro 2.6	Coefficiente de localización por sector en la región Sureste.	72
Cuadro 3.1	Características básicas utilizadas en la modelación de precios hedónicos.	91
Cuadro 3.2	Definición de las variables.	93
Cuadro 3.3	Estadística descriptiva.	94
Cuadro 3.4	Resultados de la estimación.	97
Cuadro 3.5	Resultados de la Prueba Breusch – Pagan.	98
Cuadro 3.6	Resultado de la estimación.	100
Cuadro 3.7	Total de viviendas y diferenciales de precio por kilómetro en la estación Playa del Carmen.	106
Cuadro 3.8	Monto aproximado del incremento en el precio de las propiedades.	106
Cuadro 3.9	Porcentaje de participación del presupuesto en el total de plusvalías.	108

Resumen

La región Sureste de México (Chiapas, Campeche, Tabasco, Quintana Roo y Yucatán) presentan un grado de marginación y pobreza. La administración del presidente Andrés Manuel López Obrador ha implementado el proyecto del Tren Maya como un eslabón en la estrategia de desarrollo económico para la región. El proyecto es considerado un referente en materia de proyectos de infraestructura turística y de transporte. La presente investigación pretende contribuir con una línea más de investigación al proyecto del Tren Maya a través del fenómeno de las plusvalías del suelo (incremento del valor de las propiedades debidas a acciones ajenas al propietario), las cuales encuentran su origen en inversiones en infraestructura pública, regulaciones en materia de usos de suelo e inversiones privadas: los proyectos infraestructura de transporte público importantes generadores de plusvalías

Palabras clave: renta, accesibilidad, plusvalías, infraestructura, financiamiento

Introducción

El proyecto del Tren Maya se ha considerado como un referente en materia de infraestructura en la administración del presidente Andrés Manuel López Obrador. El proyecto pretende conectar a los estados de Yucatán, Quintana Roo, Campeche, Tabasco y Chiapas a través de un tren turístico y de carga que permitirá a los usuarios recorrer las comunidades de la región: descentralizando la actividad turística de la región Sureste de México. La inversión del proyecto se estima entre \$120 000 y \$150 000 millones de pesos, obtenidos bajo un esquema de inversión mixta.

El presente trabajo incorpora una dimensión más a la investigación en torno al proyecto del Tren Maya: urbana y fiscal a través del fenómeno de las plusvalías del suelo, profundizando en el proceso generador de éstas, marco legal existente en México e instrumentos de captura de las mismas como instrumento de financiamiento de infraestructura urbana necesaria.

Las plusvalías del suelo (entendidas estas como un incremento del valor de las propiedades debidas a acciones independientes a las del propietario), tiene su origen en tres principales fuentes: las inversiones en infraestructura, realizadas por el Estado; regulaciones que el Estado establece en materia de usos del suelo y las inversiones realizadas por privados, que en suma generan un ambiente de mejoramiento urbano para una localidad en particular

El argumento principal que rige la recuperación de las plusvalías del suelo sugiere que los beneficios que le otorgan las autoridades a los propietarios del suelo deberían ser compartidos más justamente con todos los usuarios del suelo (Smolka, 2013). Aunado al hecho de que este proceso le permitiría al gobierno recuperar parte de los recursos invertidos en su intervención directa en materia de infraestructura, mediante la transformación en ingresos

públicos de impuestos, contribuciones de mejoras y otros medios fiscales, o mediante la provisión de mejoras en sitio que benefician a la comunidad (Smolka,2013).

En los estados del Sureste de México, el rezago económico representa un punto importante de la agenda gubernamental de la actual administración. Se reconoce el potencial económico del Tren Maya para la región, convirtiéndose este, en un promotor del turismo. Es a través de la captación de las plusvalías generada por el proyecto, que puede dotarse a la región de más obras de infraestructura para el beneficio de la población, al respecto Blanco et. al. (2016), comentan “la captura de valor puede crear un círculo virtuoso mediante la generación de un espacio fiscal para financiar la inversión en infraestructura adicional” (p.32).

La presente investigación tiene como objetivo general dar respuesta a la pregunta: ¿el proyecto del Tren Maya generará plusvalías que por su magnitud pueden recuperarse y funcionar como un mecanismo financiero en la estrategia de desarrollo para la región Sureste de México? La hipótesis principal es por la magnitud de las plusvalías generadas por el Tren Maya éstas son susceptibles de ser considerarlas como un mecanismo de desarrollo urbano para la región Sureste de México, a través de la creación de mecanismos eficientes y equitativos para la de captura y distribución de estas.

El dotar a la sociedad de mejores condiciones de accesibilidad lleva al Estado a implementar políticas que proporcionan a las comunidades de infraestructura, mejorando la situación de las propiedades en relación con los equipamientos, medios de comunicación y el mercado. Son ejemplos infraestructura: infraestructura vial y pavimentos; redes de agua potable, luz y desagüe; equipamientos para la salud, educación, cultura y entretenimiento, etc.

Las propiedades se ven influenciadas por la cercanía a esta infraestructura a través de un proceso de revalorización que los propietarios pueden usufructuar en una venta posterior. La valorización ocurre de manera heterogénea, pues la misma depende directamente de la envergadura de los proyectos de inversión: la revalorización que produce un sistema de transporte masivo no será la misma que la producida por un nuevo parque o plaza para la comunidad.

Por otra parte, las decisiones tomadas por la administración local en materia de usos del suelo y que mejoran la productividad de inversiones público y privadas, también generan procesos de revalorización de las propiedades. Se establecen cambios en los usos de suelo hacia algunos más rentables o la eliminación de aquellos no deseables o se autorizan permisos de edificación alterando el índice de ocupación y altura de las construcciones.

Por último, inversiones en beneficio de un mejoramiento urbano realizadas por actores privados generan un proceso de revalorización de las propiedades. En este sentido se consideran: gentrificación o revitalización urbana realizadas en áreas céntricas deterioradas y la sustitución de sus antiguos habitantes por otros con niveles de ingresos y consumo superiores; mejoramiento de barrios precarios por acción de organizaciones vecinales con ayuda del Estado; la generación de nuevos barrios que implican el fraccionamiento de suelo y su dotación de infraestructura.

Con la revisión teórica del proceso generador de las plusvalías del suelo, el proyecto del Tren Maya se perfila a ser un referente en la generación de éstas, tanto por la envergadura del proyecto como por las implicaciones que involucra su propuesta de diseño. Propuesta que involucra la renovación del espacio urbano circundante al proyecto para beneficio de las comunidades locales.

La presente investigación se encuentra dividida en tres capítulos. En el capítulo 1 se describe el marco teórico que existe detrás del fenómeno de la plusvalía del suelo: la teoría de la renta. Se ha hace referencia a los primeros modelos que contribuyeron al consenso teórico sobre las plusvalías del suelo, el proceso generador y los diversos instrumentos de captura de las plusvalías y sus implicaciones. Además se revisó el marco legal existente en México para una captura de plusvalías.

En el capítulo 2 se describe brevemente el proyecto del Tren Maya y su región de emplazamiento en el Sureste mexicano. Se revisaron datos sobre el grado de marginación, pobreza y dotación de servicios básicos para la vivienda de acuerdo con información del Consejo Nacional de Población (CONAPO), del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). Además, se revisó información en materia de los sectores económicos importantes en la región Sureste con base en los Censos económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Considerando que al momento de la elaboración de la presente investigación el proyecto del Tren Maya se encuentra en un proceso de licitación y construcción, en el capítulo 3 se realiza un intento de medir las plusvalías generadas por el proyecto del Tren Maya a través de un modelo de precios hedónicos, donde la distancia a las estaciones del Tren Maya resulto ser significativa en la determinación del precio de las propiedades en el Estado de Quintana Roo.

Capítulo I. Recuperación de las plusvalías en proyectos de transporte masivo: fundamentos teóricos

1.1 Modelos pioneros en la teoría de la renta del suelo

La dinámica del mercado del suelo generó un apartado importante en la teoría económica: la teoría de la renta. Los economistas clásicos teorizaron sobre el valor de la tierra productiva, agrícola, consideraron que la renta de la tierra aparece como un proceso competitivo de un bien relativamente escaso y que tiende al monopolio. Estos trabajos dieron cimientos a la profundización teórica del mercado del suelo urbano.

Una de las primeras publicaciones realizadas en torno a la teoría de la localización y la renta del suelo fue realizada por Johann Heinrich von Thünen (1826), ésta se elaboró con un enfoque agrícola, donde acuñó el concepto de renta de localización. En este modelo de distribución espacial de cultivos, la renta variaba con la distancia respecto al mercado central, al interior de un espacio considerado isotrópico, con condiciones físicas iguales en toda una región.

El modelo de Thünen forma parte esencial en la teoría de la localización, en especial de aquellos modelos de uso y renta de la tierra. La renta pagada por unidad de tierra (r) tiene un carácter residual, es decir, se paga a su propietario después de restar del ingreso total los costos de producción, el beneficio y los costos de transporte. La función de renta queda determinada por la ecuación 1.1 (McCann, 2001):

$$r(\delta) = (p - c - \tau\delta)x \quad (1.1)$$

En la ecuación 1.1 la renta pagada (r) es una función de la distancia (δ) y queda representada por la recta cuya pendiente es $-\delta x$ y ordenada al origen igual a $(p - c)x$: el monto de la renta

será igual a la diferencia entre el beneficio y los costos de transporte, como se muestra en la ecuación 1.2, el modelo queda representado en la Figura 1.1:

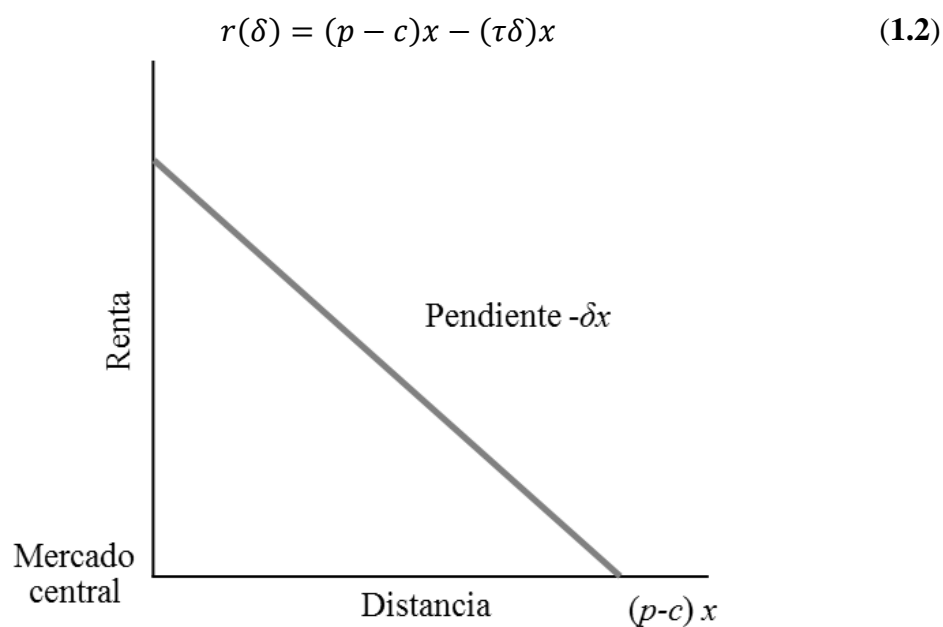


Figura 1.1. Renta como una función de la distancia al mercado central.

Fuente: Elaboración propia con base en McCann (2001).

El trabajo seminal de Thünen permite inferir sobre la estrecha relación existente entre la renta de la tierra, la distancia y los costos de transporte, conceptos que determinan en gran medida la localización de productores con respecto a un centro de comercio o mercado central.

Alonso (1964) hace una abstracción de los fundamentos teóricos del modelo de Thünen aplicándolos al uso del suelo urbano, explica cómo varía la renta del suelo con respecto a la distancia del mercado, determinando un costo de transporte. En el modelo de Alonso el comprador de tierra adquiere en la misma transacción dos bienes: tierra y localización. Realiza un pago por esta combinación: puede comprar más porción de tierra en otra localización, o bien, comprar más o menos tierra en la misma localización.

El análisis encuentra un bien negativo (distancia) con costos positivos (costos de desplazamiento) y un bien positivo (accesibilidad) con costos negativos (un ahorro en el desplazamiento). Así, en el suelo urbano el sitio puede ser mucho más pequeño y la ubicación se considera como un punto adimensional en lugar de un área, como en el caso del suelo agrícola de Thünen (Alonso, 1964).

Alonso incorpora al análisis las curvas de alquiler, *Bid-rent*, que establecen para un individuo o familia, una combinación de posibilidades de consumo de valores de suelo y distancias con respecto a un Distrito Central de Negocios (DCN), éstas conservan un nivel constante de utilidad. En la Figura 1.2 la posición del punto *A* implica el pago de una mayor renta con una distancia menor al DCN, mientras que en la posición del punto *B*, implica que la distancia al DCN es mayor, pero con un pago de una renta menor.

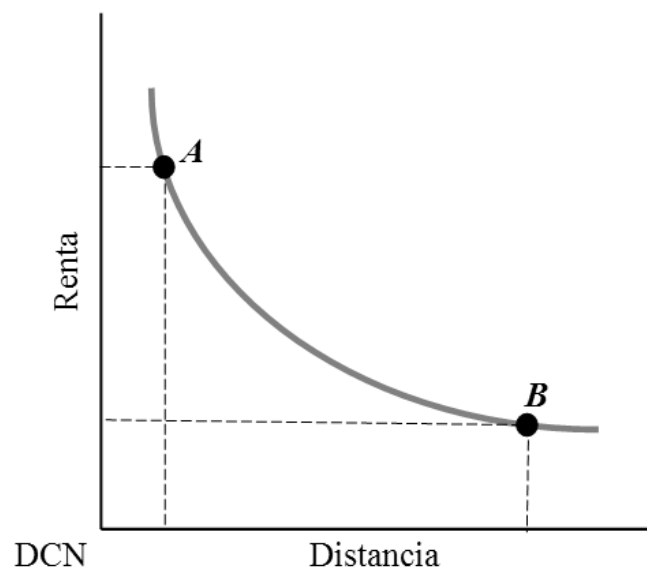


Figura 1.2. Bid-Rent de localización de firmas y hogares.

Fuente: Elaboración propia con base en McCann (2001).

Con las aportaciones de Thünen (1826) y Alonso (1964) se puede tener un acercamiento a estrecha la relación existente entre la distancia c y los costos de transporte, no sólo en la

determinación de la renta de la tierra, sino también a la propia configuración urbana de las ciudades.

Las aglomeraciones urbanas encuentran su origen en las economías de escalas creadas al concentrar centros de producción de bienes y servicios en determinados sitios. Los trabajadores se concentran alrededor de estos centros al ahorrar en tiempo de viaje. Las ciudades existen a partir de la idea de que los beneficios asociados con las economías de escala son mayores a los costos de generar estas aglomeraciones, por beneficios en los costos de transporte, en la producción de bienes y servicios o la concentración del empleo (Estupiñan, 2011).

1.2 Valor del suelo urbano y los sistemas de transporte

Se considera dado por hecho la relación existente entre el valor de los bienes inmuebles y la ubicación de estaciones de sistemas de transporte masivo (tren, metro, tranvía, bus rápido, etc.). La variación tanto espacial como de las rentas económicas muestran que la relación entre el valor de una propiedad y la mayoría de los sistemas de transporte urbano es positiva (Machorro, 2016).

A su vez, el suelo urbano residencial y la accesibilidad mantienen una dinámica muy particular, Quintana, Ojeda y García (2018) comentan:

El valor del suelo urbano residencial es un intercambio entre la accesibilidad y el valor; ya que la accesibilidad permite tener menores tiempos de traslado y menores costos de transporte, pero a su vez mayores valores de suelo y por tanto un menor consumo; a la inversa el individuo puede optar por menor valor y mayor consumo de suelo, a costa de pagar mayores costos de transporte y mayores consumos de tiempo. (p.95)

Se puede considerar que con la existencia de sistemas de transporte masivo eficientes que reduzcan los tiempos de traslado a un DCN, los precios del suelo urbano cercano a las

estaciones y rutas de estos sistemas de transportes sean elevados en comparación con aquellas zonas más distantes.

Con base en lo anterior, la Figura 1.3 sugiere la dinámica que sufre la curva de *Bid-Rent* de una individuo o familia cuando se introduce un sistema de transporte eficiente en el modelo de Alonso. Se observa un desplazamiento de la curva de Bid-Rent de su posición inicial (BR_0) a una posición secundaria (BR_1). Con una mayor accesibilidad al DCN y reducción de los costos de transporte y tiempo debido al sistema de transporte, los valores del suelo se ven incrementados.

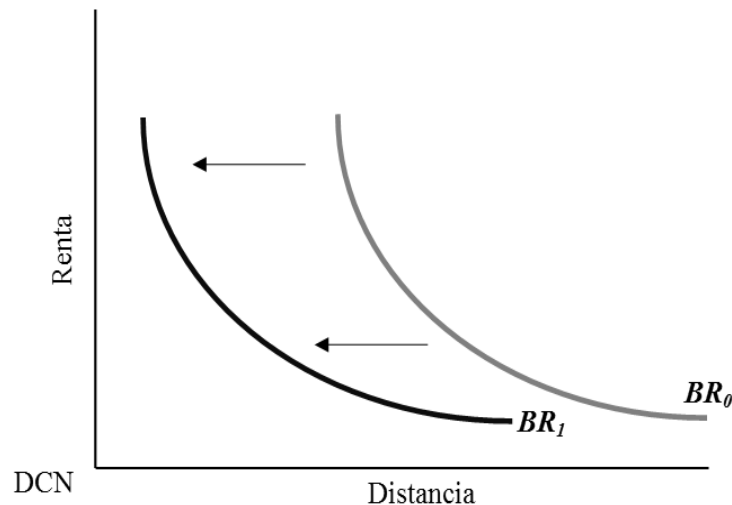


Figura 1.3. Desplazamiento de la curva Bid-Rent debido a la incorporación de un sistema de transporte eficiente. **Fuente:** Elaboración propia.

La accesibilidad es un elemento importante en el proceso de valorización del suelo urbano, es en ésta donde se sustenta la economía urbana: la competencia entre las distintas actividades y habitantes de la ciudad para conseguir la localización más ventajosa. Con un número acotado de propiedades beneficiadas de manera directa por la mejora de accesibilidad a través de sistema de transporte se espera que compradores y arrendatarios de estas propiedades estén en la disposición de pagar más por este atributo: implicando un aumento en los valores del

suelo en el mercado inmobiliario en la zona de influencia del sistema de transporte (Zamorano, 2018).

Por otra parte, el modelo monocéntrico reconoce la importancia del sistema de transporte para la definición de la estructura interna de las ciudades, asume que en el DCN se localiza un nodo exportador que concentra el empleo de la ciudad. Los trabajadores buscaran ubicaciones cercanas al centro para disminuir los costos de transporte. Las actividades que requieren una localización central tienden a pagar rentas más elevadas o se atienen a pagar costos de transporte más elevados si se localizaran en la periferia (Fuentes, 2009).

Al expandir el modelo monocéntrico a uno policéntrico, Figura 1.4, los precios de la renta pueden crecer en diferentes lugares alejados del DCN, el precio de la propiedad aumentará en relación con la distancia y el gradiente será convexo con relación al DCN (McCann, 2001). El empleo se desplaza a los subcentros (C_1 y C_2) en lugar del DCN: estos subcentros demandan cantidades similares de suelo que el DCN.

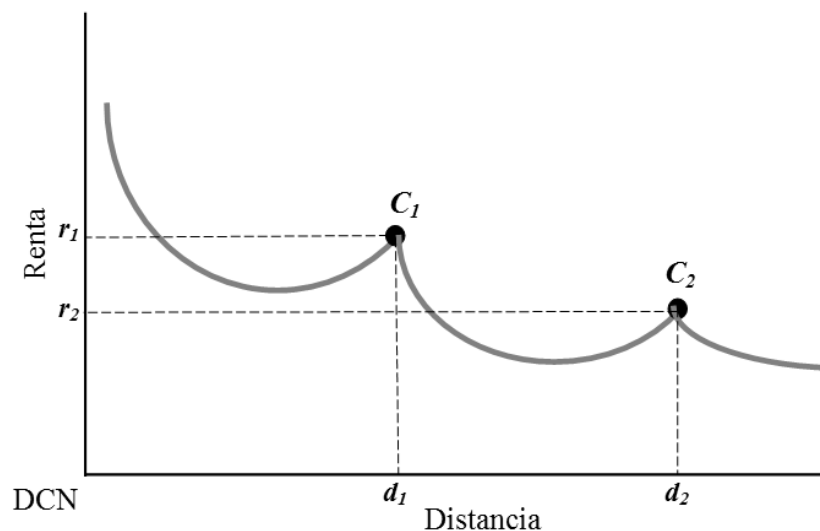


Figura 1.4. Bid-Rent de localización de firmas y hogares en un modelo policéntrico.

Fuente: Elaboración propia con base en McCann (2001).

Existe una separación entre los centros de empleo y las áreas habitacionales derivando en una divergencia de distancias y tiempos de transporte. La accesibilidad es diferenciada a través de los ingresos que permiten pagar una renta en un determinado lugar. Sectores de población con mayores ingresos pagarán por viviendas más cercanas al lugar de trabajo, obteniendo tiempos y costos de transporte menores. Sectores con menores ingresos buscarán establecer sus hogares en ubicaciones donde el suelo sea más barato, implicando mayores costos de transporte a su lugar de empleo (Fuentes, 2009).

Al interior de las aglomeraciones urbanas, los costos de transporte y accesibilidad se convierten en un *premium*, tienen un precio asociado al tiempo de viaje y la accesibilidad a los centros importantes. Esto en sumatoria con políticas de uso, normatividad e impuestos del suelo, y fuerzas de los mercados privados determinan la estructura espacial urbana de las ciudades, haciendo hincapié la importancia del factor accesibilidad (Estupiñan, 2011).

Las ciudades con una importante infraestructura de transporte público son un gran atractivo económico, al respecto Salon y Shewmake (2014) comentan:

Un buen sistema de transporte público es a menudo una de las características definitorias de una ciudad, que atrae a los residentes, negocios y turistas. Sin embargo, los sistemas de transporte público son caros, y ni es equitativo ni factible que los flujos de caja cubran completamente los costos del sistema. Como resultado, se requieren importantes subsidios gubernamentales para construir, mantener y operar la mayoría de los sistemas de transporte público. (p.5)

Bajo esta perspectiva se ha generado un importante consenso teórico en materia de la renta del suelo en las aglomeraciones urbanas: el objetivo es encontrar una relación económica entre el transporte masivo y el costo del suelo, Estupiñan (2011) comenta:

Se espera que las inversiones en transporte masivo generen mayor accesibilidad en algunas zonas y predios, los cuales, dado que son limitados, pueden verse preferidos por firmas, industrias y familias para seleccionar su ubicación. Estas preferencias se

deberían ver traducidas en un mayor costo del suelo, dados los beneficios de accesibilidad que tienen. (p.36)

Los proyectos de infraestructura de transporte masivo con mayor impacto en el valor del suelo, y que la literatura al respecto ha estudiado son: los sistemas de transporte férreos (urbanos o suburbanos), sistema de buses, y los sistemas de buses de alta capacidad (Peterson, 2009). Son los sistemas férreos lo que generan importantes impactos de manera más obvia, mientras que los sistemas de Bus de Tránsito Rápido (BRT), contemplan un esfuerzo mayor para lograr el mismo efecto.

Además, considerando que la relación entre los instrumentos de captura de valor y el desarrollo de infraestructura de transporte público, no se ha desarrollado de manera paralela: no se ha profundizado en el tema y en las ciudades donde se han implementado estos instrumentos es reciente (Pardo et. al., 2018).

1.3 Definición de la captura de plusvalías

Las políticas de urbanización latinoamericanas hacen cuestionar las decisiones en materia de infraestructura pública, la mayoría de éstas se perciben como ineficientes, inequitativas e insostenibles en el largo plazo. Bajo esta línea argumental es de esperar obtener beneficios extraordinarios a partir de la cercanía al punto de intervención pública.

El provisionamiento local de inversiones en servicios públicos e infraestructura condiciona tres importantes efectos sobre los usos del suelo: cambio de uso de suelo, mayor densidad, ocupación o edificabilidad y regulaciones en la zonificación del suelo. Ambiente que es el origen de importantes fuentes de ganancias extraordinarias para aquellos propietarios bien ubicados (Smolka, 2013).

Los propietarios del suelo suelen realizar acciones en éste para incrementar su valor, sin embargo, este escenario ocurre de manera excepcional. De manera generalizada, el aumento en el valor del suelo es derivado de acciones de personas o instituciones distintas al propietario, es decir, del sector público (Smolka y Amborski, 2003). Ésta dinámica queda explícita en la Figura 1.5.

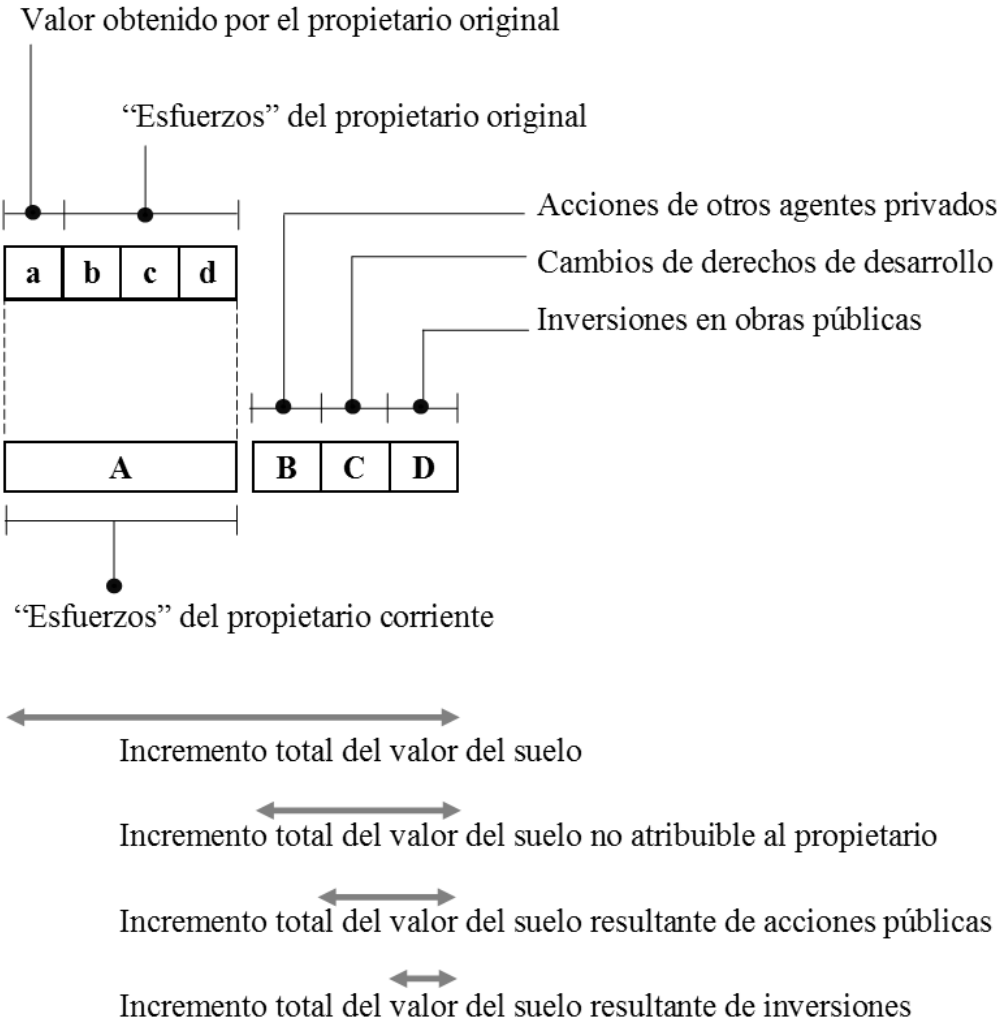


Figura 1.5. Componentes del valor del suelo urbano.
Fuente: Elaboración propia con base en Smolka, 2013.

Smolka (2013) define la recuperación de plusvalías en los siguientes términos:

El concepto de recuperación de plusvalías implica movilizar, para el beneficio de la comunidad, parte o la totalidad del incremento del valor del suelo (plusvalías o ingresos inmerecidos) que ha sido generado por acciones ajenas al propietario, tales como inversiones públicas en infraestructura o cambios administrativos en las normas y regulaciones sobre el uso del suelo. (p.2)

Los propietarios del suelo utilizan la plusvalía como una forma de incrementar sus ganancias en una posterior comercialización de sus propiedades (especulación inmobiliaria). Este mecanismo en apariencia no es maligno, sin embargo, la plusvalía es generada por el sector público y no redistribuido al gobierno local. Por eso la existencia de impuestos a la plusvalía con carácter recaudatorio se vuelven un mecanismo plausible de recuperación de plusvalías (Contreras, 2019).

Con una revisión conceptual realizada por Pardo et. al. (2018), se establece que la captura y recuperación de plusvalías es un proceso de retroalimentación, al respecto los autores comentan:

Se concluyó que no sólo se debe hacer referencia a la captura de valor, sino a la creación de valor sobre el suelo, como una posibilidad de proyectar futuros desarrollos pero con inversiones en tiempo presente. (...) es necesario integrar el modelo de planificación con la funcionalidad de los instrumentos y que gran parte del potencial de aplicación de estos, esté en el marco normativo como estructura base. (p.8)

Para Smolka (2013) la recuperación de plusvalías puede darse en dos vertientes:

Una aplicación típica de la recuperación de plusvalías le permitiría al gobierno recuperar solamente aquella porción de los incrementos sobre el valor del suelo, creados por su intervención directa. Una aplicación más amplia, haría posible que el gobierno recobrara cualquier aumento en el valor de la tierra derivado de acciones ajenas al propietario -por ejemplo, aquellas que resultaran del impacto directo de las fuerzas del mercado asociadas al crecimiento de la población urbana o a los impactos indirectos en los valores de la tierra producidos por el uso de subsidios a la vivienda y a los servicios urbanos. (p.9)

1.3.1 La captura de plusvalías en el transporte público

Con la revisión teórica de la importancia e impacto de los sistemas de transporte en el precio de las propiedades, Machorro (2016) considera un modelo urbano apto para la recuperación de las plusvalías: el Desarrollo Orientado al Transporte (DOT). Machorro lo define como:

(...) modelo urbano enfocado en un uso mixto compacto transitable con una variedad de servicios y amenidades ubicadas cerca del transporte público de calidad (*Transit Oriented Development Institute*). El desarrollo puede conducir a la reducción del uso del automóvil, la disminución de los costos de transporte, reducción de la demanda de estacionamiento, incremento en el uso de transporte público, aumento de peatones y ciclistas, mejora de la calidad del aire, entre otros. (p.54)

Los mecanismos de captura de plusvalías son una parte importante en la estrategia de un desarrollo urbano más ordenado: representan una fuente de ingresos públicos que permiten financiar la infraestructura necesaria. El financiamiento de infraestructura a través de las plusvalías generadas por esta es la manera en la que se integra la dimensión fiscal y urbana. Se influye en los patrones de desarrollo urbano y se hace uso de una herramienta que permita la regulación del uso del suelo, optimizando el gasto público y generando ingresos fiscales (Ladd, 1998).

El financiamiento de nuevos proyectos de infraestructura para el transporte masivo implica grandes montos de dinero, en ciudades con sistemas terrestres o impuestos a la propiedad establecidos, la captura de valor a través de estos impuestos es una forma atractiva y administrativamente sencilla para financiar el transporte público (Salon y Shewmake, 2014).

La Figura 1.6 describe la dinámica de reinversión existente en la implementación de la captura de plusvalías del suelo como un mecanismo que coadyuve a la dotación de infraestructura del transporte. Se trata en esencia de un círculo virtuoso alimentado por

proyectos de infraestructura y valorización del suelo que a la postre, puedan generar nuevos proyectos de infraestructura.

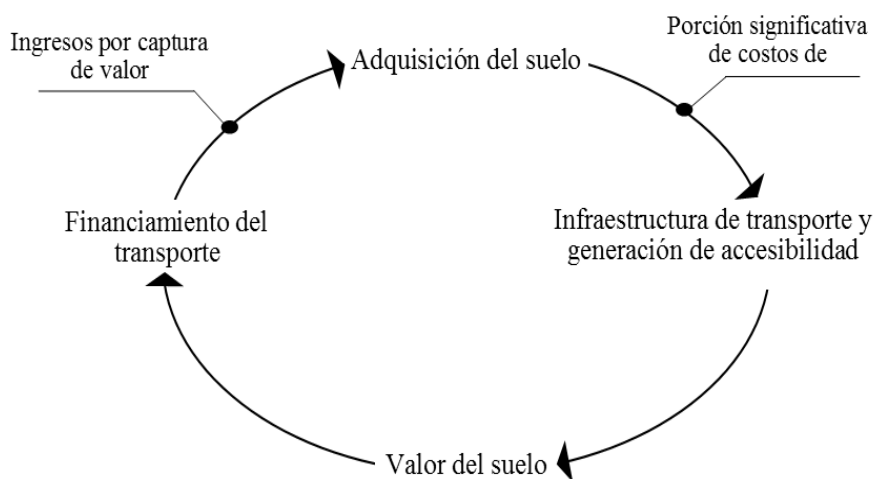


Figura 1.6. Relación del valor del suelo, financiación e infraestructura de transporte.

Fuente: Elaboración propia con base en Pardo, et. al. (2018).

En América Latina se han incorporado importantes legislaciones para respaldar las políticas de recuperación de las plusvalías, pero sólo algunas jurisdicciones en ciertos países las han implementado de manera exitosa: consideran algunas dificultades legales y técnicas como un obstáculo para la implementación de los instrumentos de captura.

En una encuesta entre 2011 y 2012 realizada por el Lincoln Institute of Land Policy a autoridades y académicos de la región sobre la recuperación de plusvalías, se consideraron grupos de países con alguna legislación en materia de recuperación de plusvalías. Se destaca a Bolivia, Ecuador, Paraguay, Uruguay y Venezuela, por contar con alguna legislación nacional en materia recuperación de plusvalías y autoridades a favor de la recuperación de plusvalías.

Países como Argentina, Chile, México y Perú, son países que están teniendo problemas para introducir la legislación en materia de recuperación de plusvalías. Por su parte, Brasil y

Colombia son países con la mayor experiencia en la recuperación de plusvalías. De manera generalizada, los casos involucraron exacciones para el beneficio de la comunidad, se negoció de manera directa con los emprendedores inmobiliarios y autoridades locales (Smolka, 2012).

Pardo et. al. (2018) analizan aquellos elementos a contemplar previamente a la implementación de los instrumentos de captura de plusvalía. Como primer factor se encuentra la información sobre del sector transporte, información catastral (usos de suelo y sus valores) y de la evolución del desarrollo inmobiliario.

Un segundo factor es la estructuración de un modelo de ciudad que marque la pauta sobre la función del suelo y su división por usos de manera sectorial, alrededor del sistema de transporte. Con más información, la administración pública local podría desarrollar el vínculo entre cada instrumento de captura de plusvalía y cada contexto: el éxito radica en la implementación de los instrumentos de captura, sino en la pertinencia que tengan para cumplir con sus objetivos.

El tercer factor se refiere a la integración normativa e institucional de cada instrumento de captura y que se consideren con un uso constante en los procesos de planificación, garantizar la integración de las distintas escalas administrativas. Considerando esta información se debe esclarecer si la ciudad necesita recursos para financiar la infraestructura o gestionar el suelo para la implementación del sistema de transporte. De esta manera se logra vincular el instrumento con el objetivo a alcanzar.

1.4 Instrumentos de captura de plusvalías

La captura de plusvalías tiene un carácter amplio, se percibe como un instrumento financiero que permite lograr otros objetivos, ya sea la eficiencia económica, la equidad social y un desarrollo urbano equilibrado. Existen cuatro herramientas comúnmente utilizadas para el financiamiento de proyectos urbanos: la contribución por mejoras, los impuestos y cargos por derechos de construcción, la financiación por incremento de impuestos y los esquemas de reajuste de terrenos.

Las consideraciones para decidir cuál es la herramienta de captura de plusvalías adecuada para la construcción de un proyecto en específico son variadas: tipo de proyecto y origen de este, alcance de la herramienta, momento de captura de las plusvalías y el grado de sofisticación del instrumento. Consideraciones que determinan el diseño y estrategia de financiamiento a través de la recuperación de plusvalías (Blanco et. al., 2016).

1.4.1 Contribución por mejoras

La contribución por mejoras (también llamada contribución de mejoras) no sólo es el instrumento de captura de plusvalías más antiguo, sino también, el más usado. Este mecanismo ya se aplicaba en países como Argentina, Brasil y Colombia en el siglo XIX (Smolka, 2013). La contribución por mejoras es un cargo o impuesto a los dueños de las propiedades para financiar el costo de la intervención pública de la cual se ven beneficiadas (Borrero, 2011).

La forma que toma este instrumento es el de una tarifa y se estructura de manera *ex ante* (antes de la construcción de la obra) o *ex post* (posterior a la construcción de la obra). Su monto queda determinado por costo del proyecto a financiar o bien, con referencia a la

valorización que el proyecto producirá. Su impacto puede ser general, es decir, que la obra beneficie a toda una ciudad, o bien, local, siendo este el más común (Blanco et. al., 2016).

La sustancia de la estructura de este mecanismo reside en considerar: 1) el área de impacto de la obra pública, es decir, la zona geográfica que se verá beneficiada por la intervención pública; 2) el monto a recaudar, definido como el costo del proyecto o un porcentaje del beneficio esperado en términos de plusvalía y; 3) los factores que ponderan la manera en la que se va a distribuir el cobro, la ponderación quedará determinada por el beneficio relativo de acuerdo a cada ubicación, el área o valor de la propiedad y la capacidad de pago de los propietarios.

Para la distribución de las plusvalías capturadas bajo este esquema se utiliza la metodología “de factores”: se combinan distintas características de cada terreno como son el área, estrato socioeconómico, uso del suelo y el nivel de explotación económica, junto con aquellas características que logran vincular los predios con los proyectos de infraestructura, como la accesibilidad o el grado de beneficio (Borrero, 2012).

Smolka (2013) aunado a la metodología de factores considera el método de doble avalúo, basado en la aplicación de factores de impacto derivados de experiencias anteriores en situaciones similares, obtenidas generalmente de estimaciones con modelos econométricos hedónicos sobre los efectos en atributos relevantes de las propiedades.

A pesar de una aparente universalidad de la existencia de la contribución de mejoras, ésta juega un papel pequeño en las finanzas de la mayor parte de jurisdicciones: una representación de menos del 1% de los ingresos locales. En México responde al 0.42% del ingreso municipal y la contribución los estados de Coahuila, Estado de México, Sonora y

Zacatecas, contabilizaron el 86% del total de ingresos por contribución de mejoras (Pérez y Acosta, 2012).

1.4.2 Exacciones y cargos por derechos de construcción

Este es un grupo extenso de aportaciones urbanísticas, ya sea en forma de dinero, obras o terreno, que se estipulan o acuerdan como una contraprestación a cambio del derecho a desarrollar, ambos tipos de instrumentos se diferencian entre sí: las exacciones se identifican con la aportación del suelo para uso público, mientras que los derechos de desarrollo son pagos por el permiso de construcción de altura (Blanco et. al.,2016).

Este instrumento es el más común aplicado en América Latina. Estas aportaciones ilustran la manera en la que los propietarios del suelo realizan contribuciones en dinero o en especie (tierras) para obtener permisos para construir o desarrollar en sus tierras. (Smolka, 2013).

Caso especial de este mecanismo lo constituyen la subasta de derechos de construcción aplicada en algunas ciudades de Brasil (Sao Paulo, Rio y Curitiba). El mecanismo consiste en que los derechos de construcción son presentados como títulos, Certificados de Potencial de Construcción (CEPACs). Sobre el funcionamiento de los CEPACs Blanco et. al. (2016) comentan:

Los CEPACs permiten pasar de un aprovechamiento mínimo por lote que se otorga gratuitamente, a un aprovechamiento máximo cuyo techo se define por el plan urbano. [...] los CEPACs se venden periódicamente al mejor proponente, por lo que su precio está determinado por el mercado. Por sus características, los CEPACs son un mecanismo para financiar grandes proyectos urbanos de redensificación en áreas que tengan un gran atractivo por parte del mercado. (p.37)

1.4.3 Financiamiento por incremento de impuestos

Los impuestos al valor de la tierra son recaudados en su mayoría de la propiedad privada, son una forma de recuperación de plusvalías, dado que el incremento del valor del suelo es debido a acciones e inversiones públicas acumuladas con el paso del tiempo: el impuesto a la propiedad recupera una parte del valor pues se aplica por medio de una tasa tanto a la construcción como a la tierra misma (Smolka, 2013). Este mecanismo implica el uso del incremento futuro de los impuestos a la propiedad que se producirá por una inversión pública, para financiar los costos de ésta (Blanco et. al.,2016).

Para la aplicación de este mecanismo, es necesaria la elaboración de un plan maestro delimitando la zona a intervenir y definir las características planeadas con respecto a los usos de suelo y las necesidades de infraestructura requeridos en la zona. Se implementa un estudio de factibilidad de la implementación del plan y se proyectan los impactos en los valores de las propiedades.

1.4.4 Reajuste de tierras

Cuando el área de un proyecto de infraestructura pública se encuentra dividido en parcelas y estas pertenecen a diversos individuos, se busca la coordinación de intereses para generar un resultado óptimo para todos: se establece una tercera entidad pública, semipública o bien, privada. Este instrumento de recuperación de plusvalías tiene su fundamento en la contribución en especie, tierra, por parte de los propietarios en el área a una entidad que posteriormente la usa o vende para financiar la inversión en infraestructura de servicios (Smolka, 2013).

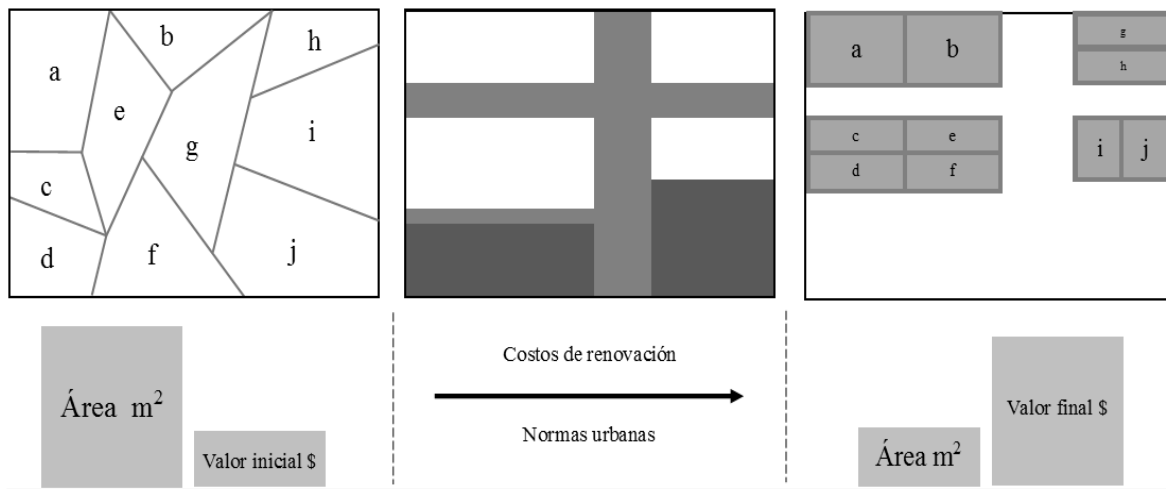


Figura 1.7. Esquema de reajuste de tierras.

Fuente: Adaptado de Rojas (2011) citado por Smolka (2013).

Aunque los lotes de cada propietario sean ajustados, de diversas formas y dimensiones, Figura 1.7, se espera que la valorización por la urbanización represente una compensación mayor que la reducción en el tamaño de cada lote reajustado. Así, los propietarios están dispuestos a participar en el proceso (Smolka, 2013).

De esta manera un propietario “entrega” un lote con una forma irregular, Figura 1.7, a cambio recibe un lote de menor tamaño, pero con las posibilidades de desarrollo en usos más rentables, tanto por su localización y por los parámetros que determina la implementación del instrumento de captura de valor (Blanco, et. al., 2016). Lo novedoso en el reajuste de tierras o terrenos es que la gestión del suelo se realiza de manera conjunta como un todo, es decir, no se hará lote por lote.

1.4.5 Elección del instrumento de captura

Países desarrollados, en desarrollo o emergentes, presentan un problema en común: la financiación de servicios públicos e infraestructura. Diversos tipos de modelos e instrumentos políticos se han aplicado para tratar de resolverlo, obteniendo una serie de resultados mixtos. Una alternativa llamativa está relacionada con la captura de valor derivado del desarrollo de la infraestructura urbana (Moreno, 2018).

Incorporar instrumentos de captura de plusvalías requiere una legitimidad y aceptación de las partes involucradas, sector público y privado, y propietarios de bienes inmuebles. Esto hace que gestión pública se encuentra presionada al tratar de encontrar recursos necesarios para financiar los servicios públicos y la infraestructura necesaria, pues el sistema tributario tradicional es apenas suficiente frente a una deuda y demanda de infraestructura crecientes.

Así mismo, políticas e instrumentos de recuperación de plusvalías están provocando interés y aceptación en Latinoamérica. Del mismo modo, iniciativas para el entendimiento y la experimentación de los principios básicos detrás de la recuperación de plusvalías, han crecido y se han hecho más creativos. Los instrumentos de captura están siendo utilizados en combinación con prácticas tradicionales (Smolka, 2013). Se han dado cambios en la distribución de costos sociales y beneficios privados mediante nuevas legislaciones, políticas e implementación de estas.

Pese a que no existe un mecanismo de recuperación de plusvalías “casi perfecto” para financiar la inversión de infraestructura pública, Moreno (2018) comenta:

Las experiencias exitosas marcan el camino para pensar en un instrumento capaz de aplicarse en cualquier contexto al menos en su concepto más básico. No obstante, rescatar las buenas prácticas y aprender de los errores de otras experiencias es una necesidad para llegar a ese fin. Por lo tanto, un método de evaluación que estudie y resalte estos factores, contribuye a darle una mayor relevancia a los instrumentos de captura de valor. (p.1194)

Moreno (2018) propone una metodología de evaluación multicriterio para los instrumentos de captura de valor, hace hincapié en la eficiencia y eficacia que derivan en cuatro criterios: formulación o diseño del instrumento, capacidad de recaudar fondos, legitimidad y redistribución de la inversión.

Para la construcción técnica de cada instrumento se requiere de un conocimiento previo en la formulación de instrumentos de captura de valor, retroalimentado con conocimientos en evaluación de proyectos, proyecciones financieras y modelos matemáticos. El modelo más complejo no es el mejor formulado, sus criterios deben basarse en la eficiencia, tomando en cuenta aspectos como el ingreso de las personas, beneficios relativos, entre otros.

La parte total de un instrumento de captura de valor, por definición, implica que éste permita la recaudación de los recursos públicos previamente invertidos en infraestructura. Vinculando el instrumento con la gestión pública y la propia capacidad de los gobiernos locales, al tener más herramientas para cumplir con la tarea, cabe la posibilidad de llevar a cabo una recaudación casi en su totalidad.

La legitimidad del instrumento es un elemento que tiende a la controversia, cada instrumento se encuentra sujeto a la aceptación pública para ser implementado. Incorpora dos aspectos importantes: el entendimiento del instrumento y la aceptación a realizar el pago o la participación en su dinámica. La legitimidad es un aspecto complejo, debe considerarse la eficiencia de está para el funcionamiento de los instrumentos.

Por último la redistribución implica darle continuidad al círculo virtuoso que implica la generación de plusvalías debido a la acción pública, la captación y el uso de estas. La estructura del instrumento debe permitir que los recursos recuperados se empleen en otras zonas de la ciudad que presenten la particularidad de producir beneficios a propietarios y generar más infraestructura (Moreno, 2018). El Cuadro 1.1, muestra las alternativas para los criterios previamente definidos.

Cada una de las alternativas de valorización del instrumento a implementar en la recuperación de plusvalías del suelo, considera un número particular de elementos adicionales a la inversión: herramientas de recaudo o fiscalización de los recursos, la capacidad de los agentes que intervienen para entender, aceptar y participar, brindando legitimidad al instrumento. Se contempla la capacidad del instrumento de poder reinvertir los recursos, permitiendo que círculo virtuoso no se detenga.

De acuerdo con el Cuadro 1.1 mientras más elementos tenga el instrumento de recuperación de plusvalías en cada uno de los criterios de eficiencia y eficacia, mejor será la alternativa de valorización de éste. La valorización alta del instrumento implica que este tenga los suficientes elementos.

Como se mencionó anteriormente, el uso de la recuperación de plusvalías en América Latina tiene un respaldo importante: la amplia diseminación de prácticas en otros países (Brasil, Colombia, Ecuador, Argentina). Se han implementado cambios en la legislación en estos países, cambios que reflejan una consolidación y sistematización de principios ya establecidos sobre la recuperación de plusvalías, resolviendo necesidades locales.

Cuadro 1.1

Alternativas de valorización de instrumentos de captura de valor

Alternativas de valorización	Criterios bajo los conceptos objetivos de eficiencia y eficacia			
	Formulación o el diseño del instrumento	Capacidad de recaudación de fondos	Legitimidad	Redistribución de inversión.
Alta	Su formulación considera tres o más de elementos adicionales al de la inversión	Considera tres o más herramientas de recaudo y fiscalización que aumentan la capacidad de recaudación de fondos	El instrumento es captado y entendido por las personas o agentes que deben participar en él	El instrumento permite plenamente la redistribución de la inversión en las zonas donde se aplica, sin ninguna restricción
Media	Su formulación considera al menos dos elementos adicionales al de la inversión	Considera al menos dos herramientas de recaudo o de fiscalización que aumenta la capacidad de recaudación de fondos	El instrumento es aceptado y entendido por las personas o agentes que deberán participar en él, aunque ha tenido algunos cuestionamientos	El instrumento permite en parte la redistribución de la inversión en las zonas donde se aplica con algunas restricciones
Baja	Su formulación considera al menos un elemento adicional al de la inversión	Considera solo una herramienta de recaudo o de fiscalización que aumenta la capacidad de recaudación de fondos	El instrumento no es aceptado y entendido por un porcentaje de las personas o agentes que deben participar en él, dado que ha tenido varios cuestionamientos.	El instrumento permite en parte la redistribución de la inversión en las zonas donde se aplica con altas restricciones
Nula	No tiene una formulación fundamental en elementos adicionales al de la inversión	No tiene herramientas de recaudo o de fiscalización que aumenten su capacidad de recaudación de fondos	El instrumento no es aceptado o entendido por las personas o agentes que deben participar en él	El instrumento no permite la redistribución de la inversión en las zonas donde se aplica o no es claro cómo se redistribuye

Fuente: Elaboración propia con base en Moreno (2018).

De acuerdo con el Cuadro 1.2, la elección del instrumento de recuperación de plusvalías incorpora aspectos como la incidencia que este tendrá en el entorno urbano, el contexto, un proceso de recuperación de plusvalías, ventajas, cuidados y precondiciones o prerequisites para la implementación de tal o cual instrumento. Se infiere que cada contexto nacional y local determina la elección de uno u otro instrumento de captura.

La aplicación de instrumentos de captura de plusvalías tiene un marco legal en la mayor parte de los países que no es restrictivo, la legislación actual tuvo una aparición posterior a la realización de casos exitosos en la implementación de la recuperación de plusvalías, lo que demuestra que instrumentos existentes pueden ser adaptados a nuevas circunstancias, sin la creación previa de una legislación nacional (Smolka 2013).

Para los gobiernos la recuperación de plusvalías tiene un efecto acumulativo, el éxito de cada tipo de instrumento conduce a la puesta en práctica de otras iniciativas y el uso de otros instrumentos. La recuperación de plusvalías es más vista como una herramienta que promueve la equidad en las ciudades, más que una manera de mejorar la autonomía fiscal de los gobiernos locales (municipios) y el desarrollo urbano en su conjunto (Smolka, 2012).

Cuadro 1.2

Elección del instrumento adecuado de recuperación de plusvalías

Instrumento	Incidencia *	Contexto	Proceso de recuperación de plusvalías	Ventajas	Cuidados	Precondiciones
Adquisición de terrenos por el sector público	ESC	Terrenos necesarios para proyectos públicos, tales como vivienda popular	Captación de cambios en el valor del suelo comparado al de su uso original	Inversiones públicas hechas antes del desarrollo	Decisiones arbitrarias de jueces no preparados	Acreditar a empresas de servicio público a participar del proceso
Impuesto a la propiedad inmobiliaria o base suelo del impuesto predial	EMC	Propiedades que se benefician de mejoras en toda la ciudad	Alícuota impuesta al componente de valor del suelo	Universalidad y regularidad	Componente suelo versus edificación en el valor de la propiedad	Actualización continua de mapas de valores catastrales
Exacciones	NSV	Concesiones públicas en nuevos desarrollos	Compensación monetaria o en especie	Flexibilidad permite considerar desarrollos imprevistos	Manipulación o influencia de actores involucrados	Estimativas de las ganancias privadas e impactos públicos
Contribución de Mejoras	EMC	Provisión de obras públicas locales	Recuperar o compartir costos	Los beneficiarios aportan al proyecto	Avaluó correcto de potenciales beneficios	Capacidad de los beneficiarios de participar y de pagar
Transferencia de Derechos de Construcción	ESC	Interés público en propiedades específicas	Compensación por medio de dotación de derechos en otras propiedades	Derechos de construcción usados como moneda para financiar proyectos públicos	Tasas de conversión correctas para los derechos de construcción	Disponibilidad de Derechos de Construcción en el área transferida
Reajuste de tierras	NMV	Urbanización de área nueva o reconfiguración de parcelas existentes	Venta de participaciones en los terrenos reconfigurados	Financiación de nueva infraestructura urbana	Obstrucción de parte de propietarios de terrenos renuentes	Poder para negociar con los participantes afectados
Cargos por Derechos de Construcción	NSC	Licencia para un único edificio	Técnicas de avalúo de terrenos	Compensación al sector público por infraestructura existente	Alegación de derechos adquiridos	Monitoreo de terrenos y sistemas de catastro
CEPACs	NMC	Nuevos proyectos de desarrollo de amplio impacto urbano	Subasta pública	Transparencia y exactitud en las transacciones y avalúos	Volatilidad del mercado, gentrificación	Credibilidad pública y capacidad de gestión financiera

*Primera letra: E = mejora de usos de suelo existentes; N = promoción de nuevos usos de suelo; Segunda letra: S = Proyecto o propiedad única; M = Múltiples proyectos o propiedades; Tercera letra: V = Voluntario o negociado; C = Compulsorio. **Fuente:** Elaboración propia con base en Smolka (2013).

1.5 Plusvalías del suelo en México

La urbanización y consolidación de las ciudades es un fenómeno diseñado por la sociedad, sujeto a una regulación, debe apegarse a marcos normativos y jurídicos. Las leyes que giran en torno al tema son imprescindibles para asegurar el óptimo desarrollo, equidad e inclusión de las ciudades, y promover la productividad, eficiencia y competitividad de estas. La legislación urbana utiliza instrumentos para la planeación, mecanismo y procedimientos del Estado para administrar, regular y promover el ordenamiento territorial y del suelo urbano (Sánchez y Donovan, 2018)

Con el objetivo de tener un panorama general en México sobre plusvalías del suelo, en este apartado se revisa de manera breve, cual es marco normativo en México en materia de la generación de plusvalías del suelo debido a la intervención pública a través de la dotación de infraestructura y de la posterior recuperación de éstas.

La Ley general de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano, establece las facultades de cada nivel de gobierno (federal, estatal y municipal) en materia de asentamientos humanos y desarrollo urbano. En su título segundo “De la concurrencia entre órdenes de gobierno, coordinación y concertación”, capítulo tercero, artículo 10, establece los lineamientos relacionados con el financiamiento del desarrollo urbano, confiere a las entidades federativas la facultad de:

Emitir y, en su caso, modificar la legislación local en materia de Desarrollo Urbano que permita contribuir al financiamiento e instrumentación del ordenamiento territorial y el Desarrollo Urbano y Desarrollo Metropolitano en condiciones de equidad, así como para la recuperación de las inversiones públicas y del incremento de valor de la propiedad inmobiliaria generado por la consolidación y el crecimiento urbano.

Coordinar sus acciones con la Federación, con otras entidades federativas sus municipios o Demarcaciones Territoriales, según corresponda, para el Ordenamiento Territorial de los Asentamientos Humanos y la planeación del Desarrollo Urbano y Desarrollo Metropolitano; así como para la ejecución de acciones, obras e inversiones en materia de infraestructura, equipamiento y Servicios Urbanos, incluyendo las relativas a la Movilidad y a la accesibilidad universal.

Aplicar y promover las políticas y criterios técnicos de las legislaciones fiscales, que permitan contribuir al financiamiento del ordenamiento territorial y el Desarrollo Urbano, Desarrollo Regional y Desarrollo Metropolitano en condiciones de equidad, así como la recuperación del incremento de valor de la propiedad inmobiliaria generado por la consolidación y el Crecimiento urbano.

En esta misma línea argumental, el título décimo “Instrumentos para el financiamiento del desarrollo urbano”, de esta ley, artículo 88 establece:

En términos de las leyes locales y federales aplicables, y sin perjuicio de lo previsto por la fracción IV del artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, corresponderá a las autoridades de los distintos órdenes de gobierno la aplicación de mecanismos financieros y fiscales que permitan que los costos de la ejecución o introducción de infraestructura primaria, servicios básicos, otras obras y acciones de interés público urbano se carguen de manera preferente a los que se benefician directamente de los mismos. Así como aquellos que desincentiven la existencia de predios vacantes y subutilizados que tengan cobertura de infraestructura y servicios. Para dicho efecto, realizará la valuación de los predios antes de la ejecución o introducción de las infraestructuras, para calcular los incrementos del valor del suelo sujetos a imposición fiscal.

En el artículo 89, establece que estos mecanismos atenderán las prioridades establecidas en la Estrategia Nacional y planes y programas de Desarrollo Urbano aplicables, dirigidos a:

- I. Apoyar el desarrollo de acciones, obras, servicios públicos, proyectos intermunicipales y de Movilidad urbana sustentable;
- II. Apoyar o complementar a los municipios o a los organismos o asociaciones intermunicipales, mediante el financiamiento correspondiente, el desarrollo de acciones, obras, servicios públicos o proyectos en las materias de interés para el desarrollo de las zonas metropolitanas o conurbaciones definidas en esta Ley, así como de los proyectos, información, investigación, consultoría, capacitación divulgación y asistencia técnica necesarios de acuerdo con lo establecido en esta Ley, y
- III. Apoyar y desarrollar programas de adquisición, habilitación y venta de suelo para lograr zonas metropolitanas o conurbaciones más organizadas y compactas, y para atender las distintas necesidades del Desarrollo Urbano, de acuerdo con lo

establecido para ello en esta Ley y bajo la normatividad vigente para los fondos públicos.

El artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos al que hace referencia el artículo 88 de la Ley general de asentamientos humanos, ordenamiento territorial y desarrollo urbano, se establece que:

Los municipios administrarán libremente su hacienda, la cual se formará de los rendimientos de los bienes que les pertenezcan, así como de las contribuciones y otros ingresos que las legislaturas establezcan a su favor, y en todo caso:

- a) Percibirán las contribuciones, incluyendo tasas adicionales, que establezcan los Estados sobre la propiedad inmobiliaria, de su fraccionamiento, división, consolidación, traslación y mejora así como las que tengan por base el cambio de valor de los inmuebles.

Los municipios podrán celebrar convenios con el Estado para que éste se haga cargo de algunas de las funciones relacionadas con la administración de esas contribuciones.

Lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos sobre la propiedad inmobiliaria se encuentra en sincronía con lo establecido en el Código Fiscal de la Federación. Los municipios mexicanos acceden a cuatro tipos de contribuciones: 1) impuestos, 2) aportaciones de seguridad social, 3) contribuciones de mejoras y 4) derechos. Estas se definen en los siguientes términos:

- I. Impuestos son las contribuciones establecidas en la ley que deben de pagar las personas físicas y morales que se encuentren en la situación jurídica o de hecho prevista por la misma y que sean distintas de las señaladas en las fracciones II, III y IV de este artículo.
- II. Aportaciones de seguridad social son las contribuciones establecidas en la ley a cargo de personas que son sustituidas por el Estado en el cumplimiento de obligaciones fijadas por la ley en materia de seguridad social o a las personas que se beneficien en forma especial por servicios de seguridad social proporcionadas por el mismo Estado.
- III. Contribuciones de mejoras son las establecidas en Ley a cargo de las personas físicas y morales que se beneficien de manera directa por obras públicas.
- IV. Derechos son las contribuciones establecidas en Ley por el uso o aprovechamiento de los bienes del dominio público de la Nación, así como por recibir servicios que

presta el Estado en sus funciones de derecho público, excepto cuando se presten por organismos descentralizados u órganos desconcentrados cuando en este último caso, se trate de contraprestaciones que no se encuentren previstas en la Ley Federal de Derechos. También son derechos las contribuciones a cargo de los organismos públicos descentralizados por prestar servicios exclusivos del Estado.

De estas cuatro formas de contribuciones, son los impuestos y las contribuciones por mejoras las que afectan de manera directa a la propiedad inmobiliaria. Este panorama sobre el marco legislativo en materia de contribuciones referentes a la propiedad inmobiliaria nos permite esquematizar en síntesis el sistema normativo urbano, Figura 1.8, con los elementos que rigen este y aquellos con los cuales se forman importantes vínculos.

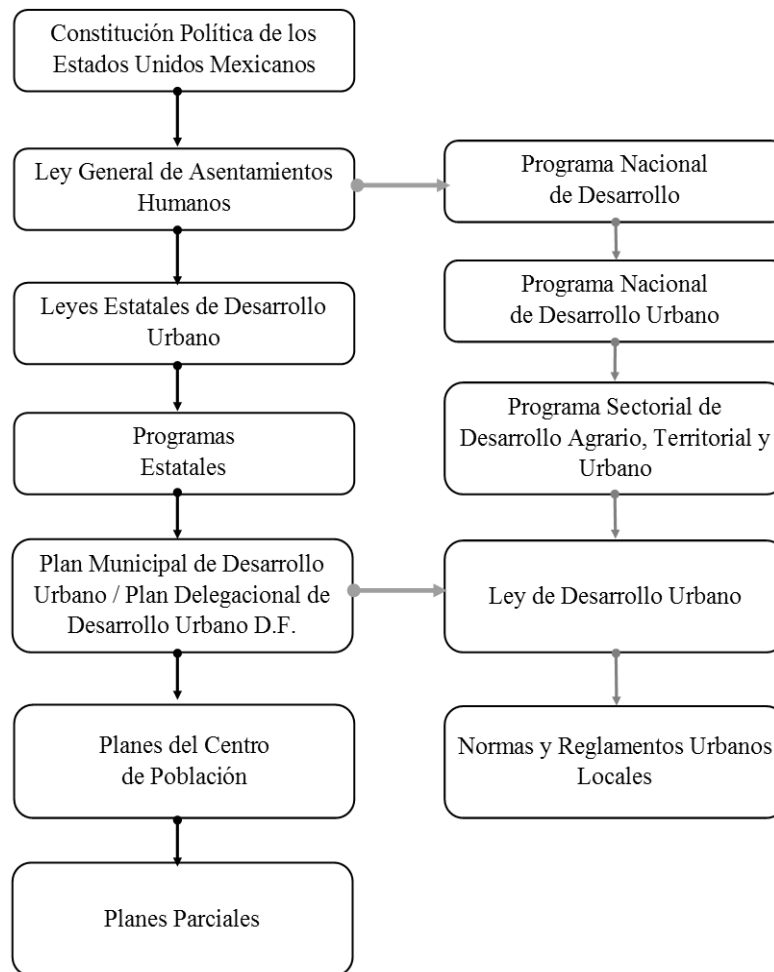


Figura 1.8. Sistema Normativo Urbano.

Fuente: Elaboración propia con base en Sánchez y Dónovan (2018).

1.5.1 Impuestos inmobiliarios en México

En México se emplean impuestos a la propiedad inmobiliaria para fomentar la capitalización de los gobiernos locales, capturando los beneficios y derechos que los contribuyentes para la reinversión en obras del bien común. Se dota a la población de servicios básicos, elementos de equipamiento e infraestructura; se realizan donaciones en especie mediante fracciones de terrenos como a manera de compensación al Estado (Navarro, 2013).

1.5.2 Impuesto predial

Este impuesto es el más representativo aplicado a la propiedad de un inmueble. Su empleo se utiliza a manera de una tasa que va acorde al tipo de predio y el uso (comercial, habitacional, industrial, entre otros). En algunas entidades federativas, el impuesto tiende a aumentar de manera progresiva en los inmuebles. El monto del impuesto se basa en las dimensiones del suelo y en las construcciones adheridas a él y tanto la base como el monto a pagar se estipula por las autoridades correspondientes (Sánchez y Donovan, 2018).

El monto recaudado, administración y fiscalización del impuesto corresponderá al municipio donde se ubique el terreno. El impuesto predial sirve como un sustento para el cálculo del valor del terreno con respecto a su ubicación y dimensiones, sin embargo, es calculado. Para Sánchez y Donovan (2018), existen tres tipos de valor de suelo:

1. Área de valor: esto implica un cálculo con base en varias manzanas que tienen características parecidas en cuanto a infraestructura y equipamiento urbano, tipo de inmuebles y dinámica inmobiliaria.
2. Enclave de valor: el cálculo por enclave se hace cuando una porción de manzanas o lotes habitacionales son notoriamente diferentes en valor y características respecto de los demás en un área específica.
3. Corredor de valor: es el cálculo que se hace cuando el inmueble se encuentra en una avenida o vialidad importante o muy transitada. Este cálculo se hace en función de que las grandes vialidades aumentan el valor comercial de una propiedad al incrementar la actividad económica de la zona. Este cálculo se

aplica aun cuando el inmueble no tenga su acceso principal sobre la vialidad en cuestión. (p.35)

1.5.3 Impuesto sobre Adquisición de Inmuebles (ISAI)

Este impuesto es cargado a la adquisición de inmuebles de manera independiente al acto jurídico empleado para la adquisición de estos. Es un impuesto con carácter estatal, es decir, cada entidad federativa tiene la facultad de definir la tasa impositiva que el contribuyente deberá pagar y de cobrarlo.

El impuesto se genera al adquirir un inmueble, un terreno sin construcción, una casa o departamento nuevo o usado. De manera generalizada la tasa que se paga por este concepto varia de 1% hasta más de 4.5%. En algunas entidades federativas la tasa es fija y es independiente del valor del inmueble, mientras que en otras, el monto depende directa del valor del inmueble (Sánchez y Donovan, 2018).

1.5.4 Impuesto de Plusvalía

Este impuesto es aplicable al incremento de valor que adquiere una propiedad debido a la realización de una obra pública. Las acciones u obras públicas llevadas a cabo por el municipio y que son financiadas por la colectividad, benefician de manera heterogénea a determinados precios, otorgándoles un incremento en el precio de la propiedad.

La recaudación de este impuesto deberá ser destinada exclusivamente a obras que mejoren el entorno urbano provocadas por las mismas. El excedente se dispondrá a futuras obras (Smolka y Furtado, 2001). Para el caso de México son muy pocas entidades federativas que han incorporado la captación de plusvalías del suelo a su marco legislativo, Cuadro 1, y cuyas características difieren.

Cuadro 1.3

Entidades federativas en México que aplican el impuesto a las plusvalías del suelo

Entidad	Características del impuesto
Aguascalientes	Impuesto aplicado al incremento del valor de la propiedad y es aplicado cuando este es derivado de obras realizadas por el municipio. El cargo se realiza a aquella parte del incremento producido directamente de las obras realizadas.
Coahuila	Impuesto aplicado sobre el incremento de valor de la propiedad producto de obras públicas que se realicen en cualquier orden de gobierno. Se aplica a aquellos inmuebles en la “zona de beneficio efectivo” de la obra, es similar a una contribución por obras.
Michoacán	Es aplicado a los beneficios producto de una obra de urbanización que incrementa el valor de un inmueble, y no por el esfuerzo de los propietarios.
Morelos	El impuesto es aplicado la mejora específica, tiene una naturaleza económica, originada por la realización de una obra de planificación de beneficio colectivo, ejecutada por el estado o el municipio.
Nuevo León	El impuesto se aplica por incrementos derivados de la ejecución de obras de urbanización.
San Luis Potosí	El impuesto es aplicado al incremento de valor por la realización de obras públicas calculado en función de la diferencia entre el valor de mercado del inmueble después de la obra (obtenido por avalúo) y el anterior consignado en los valores catastrales, con una antigüedad no mayor a dos años.

Fuente: Elaboración propia con base en Sánchez y Donovan, 2018.

Lo anteriormente revisado, infiere que en México tiene un importante marco legal en materia de incrementos en el valor de las propiedades inmobiliarias y de impuestos que las gravan, sin embargo, el tema de recuperación de plusvalías derivadas de la intervención pública es un tema reciente y poco abordado por la administración pública, muestra de ello, son las pocas entidades federativas que aplican un impuesto a la plusvalía en beneficio de las comunidades.

Resumen del capítulo

A lo largo de este capítulo se ha revisado la teoría que da origen a la generación de plusvalías, entendidas estas como un incremento del valor de las propiedades debidas a acciones independientes a las del propietario: la intervención pública. El dotar a la sociedad de mejores condiciones de accesibilidad lleva al Estado a implementar políticas que proporcionan a las comunidades infraestructura, mejorando la situación de las propiedades en relación con equipamientos, medios de comunicación y acceso a mercados concurridos.

La recuperación de plusvalías implica movilizar, a través de diversos instrumentos, una parte o la totalidad de las plusvalías generadas por la intervención pública para beneficio de las comunidades. Es a través de la recuperación de plusvalías del suelo es la forma es la manera en la que se logra vincular la dimensión fiscal y urbana.

De la elaboración de este primer capítulo, se obtuvieron ideas principales que pueden ser resumidas de la siguiente manera:

- Modelos pioneros de la renta del suelo permiten vislumbrar la estrecha relación entre la renta de la tierra, la distancia y los costos de transporte, determinando la localización de productores con respecto a un centro de comercio central;
- Para individuos y familias se establecen combinaciones de consumo de porciones de suelo y distancias con respecto a un Distrito Central de Negocio (DCN), con un nivel constante de utilidad: las *Bid-Rent*;
- Con una menor distancia al DCN se espera pagar rentas más altas, caso contrario, a mayor distancia al DCN la renta a pagar disminuye;
- Las aglomeraciones urbanas encuentran su origen en las economías de escalas debido a la concentración de centros de producción de bienes y servicios en determinados

sitios: los trabajadores se concentran alrededor de centros de trabajo por la disminución de tiempos de traslado (costos de transporte);

- Existe una relación estrecha y positiva entre el valor de bienes inmuebles y la ubicación de estaciones de sistemas de transporte masivo (tren, metro, tranvía, bus rápido, entre otros);
- Los sistemas de transporte eficientes que reduzcan los tiempos de traslado a un DCN incrementaran los precios de bienes inmuebles cercanos a estos en comparación con aquellos más distantes;
- La accesibilidad es parte fundamental en el proceso de valorización del suelo urbano dando sustento a la economía urbana a través de una competencia entre las distintas actividades y habitantes de la ciudad para conseguir la localización más ventajosa;
- Actividades que requieren una localización central tienden a pagar rentas más elevadas, pues evitarán con ello incrementar los costos de transporte que implica una localización en la periferia;
- Políticas de uso, normatividad e impuestos en materia del suelo, junto con las fuerzas de mercados privados determinan la estructura espacial urbana de las ciudades, priorizando la accesibilidad;
- Ciudades con sistemas de transporte masivo atraen residentes, negocios y turistas, sin embargo, estos sistemas son caros y raramente los flujos de caja que estos tienen cubren los costos del sistema: con frecuencia se recurre a subsidios gubernamentales para la construcción , operación y mantenimiento de estos sistemas;
- Los sistemas de transporte férreos generan importantes impactos sobre los precios del suelo, mientras que otros requieren de un mayor esfuerzo para lograr el mismo efecto;

- Los propietarios del suelo realizan acciones en este para incrementar su valor, sin embargo, de manera generalizada, el aumento en el precio del suelo proviene de la acción pública al dotar a las comunidades de infraestructura;
- El fenómeno de las plusvalías del suelo describe un círculo virtuoso, es decir, no sólo es la propia generación de plusvalías a través de la dotación de infraestructura pública, también es necesario la captura y reinversión de estas para beneficio de las comunidades;
- En América Latina se han venido incorporado importantes legislaciones en materia de recuperación de plusvalías, pero sólo algunas jurisdicciones las han implementado de manera exitosa: hay obstáculos legales y técnicas en su implementación;
- Países como Bolivia, Ecuador, Paraguay, Uruguay y Venezuela como países que han incorporado legislaciones en materia de recuperación de plusvalías a su sistema tributario. Argentina, Chile, México y Perú, son países que han tenido problemas cuanto a recuperación de plusvalías se refiere;
- Para la implementación de recuperación de plusvalías es importante considerar elementos preexistentes: información sobre el sector transporte, información catastral, estructuración de un modelo de ciudad que gire en torno a la función del suelo, integración normativa e institucional de cada instrumento de captura de valor con la planificación urbana a distintos niveles administrativos;
- Genéricamente se conocen cuatro herramientas comúnmente utilizadas en la recuperación de plusvalías: contribución por mejoras o de mejoras, los impuestos y cargos por derechos de construcción, financiación por incremento de impuestos y esquema de reajuste de tierras o terrenos;

- La elección de uno u otro instrumento de captura de plusvalías requiere hacer hincapié en su eficiencia y eficacia en su diseño, capacidad de recaudación de fondos, legitimidad y redistribución de los montos capturados. Por parte de la autoridad se requiere de un conocimiento previo en la formulación de los instrumentos de captura de valor, evaluación de proyectos, proyecciones financieras y modelos matemáticos;
- En México pese a la existencia de un marco legal en materia valorización de las propiedades inmobiliarias, el tema de plusvalías del suelo es relativamente nuevo, aunado al hecho de que pocas entidades federativas han incorporado un impuesto a la plusvalía (Aguascalientes, Coahuila, Michoacán, Morelos Nuevo León y San Luis Potosí) en su administración;

Capítulo II. El proyecto del Tren Maya y el Sureste mexicano

2.1 El proyecto del Tren Maya

El Tren Maya es un proyecto de infraestructura, desarrollo socioeconómico y de turismo sostenible, que procurará el bienestar social de la región Sureste de México. El proyecto está a cargo del Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR). Proveerá un servicio de transporte férreo mixto, es decir, pasajeros locales en un 10%, pasajeros turistas en un 20% y de transporte de carga en un 70%, conectando los principales circuitos turísticos y descentralizando la actividad turística de la Zona Maya. (FONATUR, 2019).

Dentro de los múltiples objetivos que el Tren Maya pretende alcanzar se destaca: ser un detonador de la economía a través de la generación de empleos; la inclusión social y el fortalecimiento del turismo en la región Sureste de México; apoyar el reordenamiento territorial; proteger la riqueza natural y cultural de la región, conservando y rehabilitando las Áreas Naturales Protegidas de la Península y resguardando las zonas arqueológicas y el patrimonio cultural.

Los principales beneficios que se esperan del proyecto son: la generación de una derrama económica en los estados donde estará emplazado, teniendo como pieza fundamental un aumento en la actividad turística y de la infraestructura de servicios en la región; un aumento en el ingreso de las comunidades cercanas derivado de la creación de empleos; un incremento de la conectividad de la Península de Yucatán; reducción de contaminantes y tiempos de transporte de pasajeros y de carga.

El proyecto del Tren Maya recorrerá los estados de Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo. La ruta del Tren Maya se encuentra dividida en siete tramos; dos tramos Selva, dos tramos Caribe y tres tramos Golfo. El proyecto contempla 18 estaciones a lo largo de sus

casi 1 500 kilómetros de extensión que tendrá su ruta, recorriendo las principales zonas y lugares turísticos de la región, Figura 2.1



Figura 2.1. Ruta del Tren Maya en el Sureste mexicano.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de FONATUR.

El proyecto del Tren Maya está enfocado en promover la actividad turística en la región Sureste, por ello es importante considerar la distribución de las principales zonas arqueológicas con las que cuenta la región. De acuerdo con el Cuadro 2.1, la región Sureste cuenta con 66 zonas arqueológicas de las cuales el 75% de estas se concentran en tres estados: Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

Cuadro 2.1

México: distribución de zonas arqueológicas en la región Sureste

Estado	Zonas arqueológicas	Porcentaje
Campeche	17	25.76 %
Chiapas	10	15.15 %
Quintana Roo	17	25.76 %
Tabasco	5	7.58 %
Yucatán	17	25.76 %
Total de la región	66	100%

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema de Información Cultural (SIC México).

Dentro de las principales zonas arqueológicas en el Sureste mexicano que funcionan como sitios de relevancia turística, se encuentran: Calakmul en el estado de Campeche; Chiapa de Corzo, y Palenque en el estado de Chiapas; Playa del Carmen, Tulum y Xcaret, en el estado de Quintana Roo; La venta, Moral-Reforma y Comalcalco, en Tabasco; Izamal, Mayapán, Balamkanché, Chichén- Itzá, en Yucatán.

2.1.1 El financiamiento del proyecto

Inicialmente la inversión estimada para el proyecto del Tren Maya fue de entre \$120 000 y \$150 000 millones, sin embargo, el análisis costo beneficio publicado por FONATUR en la cartera de inversión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), ubicó el costo del Tren Maya en \$139 072 404 millones considerando el diseño, construcción, operación, mantenimiento y material rodante (30 locomotoras y 180 carros de pasajeros).

El valor del proyecto considera un costo total con mantenimiento a 30 años y con inversiones en equipo rodante adicional con un monto de \$281 684 281 523 millones. Además, el documento indica que una vez realizado el análisis de los costos y beneficios del proyecto, se concluye que es socialmente rentable, siendo su Valor Presente Neto (VPN) positivo y que este equivale a \$206 600 000 millones a una Tasa Interna de Retorno Social (TIR social) de

21.2%. La TIR mínima que requiere la SHCP para aprobar un proyecto es del 19% (De la Rosa, 2020).

Inicialmente el esquema de inversión del Tren Maya era mixto, es decir, el 90% provendría de empresas privadas a las que se les adjudicaran los contratos correspondientes y el 10% restante vendría del sector público. De acuerdo con información más reciente, la participación del sector público será más del 70% del costo de la construcción del Tren Maya, con el fin de adquirir deuda en los mercados financieros (Forbes Staff, 2019).

En el mes de enero de 2020, FONATUR dio a conocer la programación de licitaciones públicas a nivel internacional para la construcción de los tramos que conforman la ruta del Tren Maya. La programación de las licitaciones del proyecto queda resumida en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2.2
México: cronograma de licitación de Obras Tren maya en 2020

Tramo	Publicación Pre-bases	Licitación	Fallo de la licitación	Inicio de la obra
Tramo 1 Palenque-Escárcega	10 de enero	7 de febrero	17 de abril	30 de abril
Tramo 2 Escárcega-Calkiní	10 de enero	7 de febrero	17 de abril	30 de abril
Tramo 3 Calkiní-Izamal	23 de enero	21 de febrero	30 de abril	18 de mayo
Tramo 4 Izamal-Tulum	24 de enero	28 de febrero	4 de mayo	25 de mayo
Tramo 5 Tulum-Cancún	31 de enero	6 de marzo	4 de mayo	25 de mayo

Fuente: Elaboración propia con datos de FONATUR.

FONATUR y un grupo de expertos de la Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (UNOPS) para América Latina y el Caribe, firmaron un acuerdo de asistencia técnica en materia de gestión de Adquisiciones, proyectos e infraestructuras para el proyecto

del Tren Maya. El convenio busca brindar cooperación y asistencia técnica procurando las mejores prácticas internacionales en gestión pública, gestión de proyectos y transparencia a lo largo de la planificación y ejecución del proyecto.

Ambos organismos trabajaron en conjunto en la revisión de las propuestas recibidas y en la elección de la mejor, durante el proceso de licitación, buscando el cumplimiento de criterios técnicos (calidad de obra, capacidad de licitante, experiencia, especialidad del licitante, cumplimiento de contratos, entre otros) legales, administrativos, capacidad financiera por parte de los consorcios.

Se contempló que los licitantes tuvieran la mejor propuesta, con la mejor relación calidad-precio, para ser ganadores de la adjudicación de la licitación. En el Cuadro 2.3 se establecen los ganadores de la licitación de construcción para cada tramo de la ruta del Tren Maya.

Cuadro 2.3

Conorcios ganadores de la licitación para la construcción de los tramos del Tren Maya		
Tramo	Ganador de la licitación pública*	Monto de la oferta económica
Tramo 1 Palenque-Escárcega	Conorcio Mota-Engil México SAPI de C.V. en convenio con China Communications Construction Company LTD, Grupo Cosh S.A. de C.V., Eyasa S. de R.L de C.V. y Gavil Ingeniería S.A.	\$15,538,133,056
Tramo 2 Escárcega-Calkiní	Conorcio Operadora CICSA S.A. de C.V. en convenio con FFC Construcción S.A.	\$18,553,738,338
Tramo 3 Calkiní-Izamal	Conorcio Construcciones Urales S.A. de C.V. en convenio de asociación con GAMI Ingeniería e Instalaciones S.A. de C.V. y AZVI. S.A.U.	\$10,192,938,694
Tramo 4 Izamal-Tulum	Ingenieros Civiles Asociados (ICA)	N/D
Tramo 5 Tulum-Cancún	N/D	N/D

*Sociedad Anónima Promotoras de Inversión de Capital Variable (SAPI de C.V.); Sociedad Anónima de Capital Variable (S.A. de C.V.); Sociedad de Responsabilidad Limitada (S. de R. L de C.V.); Sociedad Anónima con un Único Socio (S.A.U); N/D = No determinado.

Fuente: Elaboración propia con información de FONATUR.

2.1.2 Preocupaciones en torno al proyecto

El proyecto del Tren Maya desde su anuncio en 2018 ha generado una importante polémica sobre su implementación por parte de la administración del presidente Andrés Manuel López Obrador, como un proyecto de desarrollo económico en la región Sureste de México.

El Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) en 2019 publicó una nota técnica sobre el proyecto del Tren Maya, el documento tiene como objetivo “presentar los desafíos que la construcción del Tren Maya enfrenta ante la complejidad que representa el desarrollo y construcción de este tipo de megaproyectos de infraestructura” (p.2). El instituto hace hincapié en las preocupaciones económicas, ambientales y sociales que se tienen en torno al proyecto. Incorpora a su vez una serie de propuestas a seguir para asegurar la rentabilidad del proyecto, considerando una revisión de megaproyectos ferroviarios en el ámbito nacional e internacional.

Para el IMCO dada la experiencia nacional reciente en proyectos ferroviarios (Tren Interurbano México-Toluca), el peor escenario que prevé el instituto es que el proyecto del Tren Maya no cumpla con los objetivos planteados por la administración y este no pueda llegar a ser un detonante de crecimiento y desarrollo integral de las comunidades en su región de emplazamiento.

Además, dado que los proyectos de esta magnitud son costosos en su construcción, operación y posterior mantenimiento, se tiene la preocupación de que el Gobierno federal termine subsidiando con recursos del contribuyente la vida útil del proyecto. Considerando la experiencia internacional, el IMCO considera:

Los megaproyectos ferroviarios son emprendimientos complejos que requieren inversiones de miles de millones de dólares e involucran múltiples partes interesadas, de forma que sólo uno de cada mil proyectos de esta naturaleza es un éxito y sólo dos líneas ferroviarias a nivel mundial son económicamente rentables; París-Lyon, en Francia y Tokio-Osaka, en Japón. Fuera de estos ejemplos, a nivel internacional, los trenes de media y alta velocidad requieren grandes subsidios gubernamentales que salen de los impuestos de sus ciudadanos.(p.2)

Flyvberg, Skamris y Buhl (2006) consideran que la razón por la que megaproyectos de transporte se construyan con recursos del erario es la subestimación de costos y la sobreestimación del número de pasajeros que el proyecto tendrá. Proyectos de esta naturaleza subestiman costos, con lo que acaban costando 45% más de una estimación inicial.

Aunado a lo anterior Flyvberg et. al. demuestran que 9 de cada 10 proyectos ferroviarios sobrestiman su demanda en un promedio de 106%, y para el 72% de estos proyectos el aforo se sobreestima en más de dos terceras partes. Esta sobreestimación del aforo total de usuarios se debe a una sobreestimación el número de viajeros y que podrían optar por otro medio de transporte. De esto se desprende la competitividad de sistemas ferroviarios deben tener en velocidad o costo, atrayendo a más usuarios (Departamento de transporte de Estados Unidos, 1991).

Para estimar un aforo es sumamente importante considerar la densidad de población. Los sistemas de trenes dependen de la densidad de población para una operación óptima, requieren de una concentración de población en las estaciones ferroviarias principales. Al ampliar la línea a áreas con poca densidad urbana implicaría una alta probabilidad de fracaso del proyecto, pues de eso depende cubrir los costos de la línea (Feigenbaum, 2013).

De lo anterior se infiere que la densidad de población es un factor relevante en la rentabilidad de una línea ferroviaria, haciendo que las autoridades correspondientes del proyecto del Tren Maya evalúen de manera correcta las estimaciones de pasajeros y que no se sobreestime este cálculo si se espera que el proyecto sea rentable en el largo plazo.

Por otra parte, dado que el proyecto del Tren Maya se encuentra en una región con una vasta biodiversidad del total del territorio mexicano, la preocupación del impacto ambiental es latente y ha generado un importante debate. Existe una preocupación importante sobre la zona catalogada como la reserva de la biósfera Calakmul y el área sujeta a conservación ecológica Balam-Kú.

En esta línea argumental, miembros de la Academia Mexicana de Profesionistas en Evaluación Socioeconómica de Proyectos, A.C. (AMPRES, 2018), proporcionan elementos a las autoridades y a la opinión pública para una toma de decisiones mejor informada. En materia ambiental referente al proyecto del Tren Maya, comentan:

El trazo puede representar fuertes problemáticas, ya que existen ambientalistas que consideran que la ruta propuesta pasa por algunas zonas de reserva ecológica y puede causar afectaciones ambientales en la zona selvática de la región, las cuales de presentarse, se deberá contar con los elementos de medición que permitan dimensionar económicamente las posibles afectaciones y el valor económico de las medidas de remediación. (p.8)

Los miembros de AMPRES sugieren que la prefactibilidad ambiental podría ser el mayor reto del proyecto del Tren Maya, pues el trazo de su ruta atraviesa zonas complejas debido a las reservas naturales y especies de flora y fauna en la región. Factores ambientales que han hecho que históricamente proyectos de inversión cambien su trazo, implicando cambios radicales. Si bien los impactos ambientales son innegables (remoción de la vegetación y

promoción de nuevos asentamientos en áreas forestales conservadas), son menores los de una vía férrea en comparación a los de una carretera.

El proyecto del Tren Maya enfrenta fuertes retos al tratar de cumplir su objetivo de intensificar la actividad turística y la creación de nuevos centros turísticos en la región maya, región con una alta presencia de ecosistemas insulares, lagunas, costa y manglares, con una importante fragilidad ecológica. Por otra parte, se debe considerar la contaminación de matos acuíferos para el uso de las poblaciones de la región, situación que se agrava con la deforestación en regiones de la península de Yucatán (AMPRES, 2018).

En lo social, considerando que el 56% de la superficie de los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo es propiedad social y se compone por más de 1 406 núcleos agrarios, de los que casi el 100% corresponde a ejidos el IMCO considera que, FONATUR, dependencia a cargo del proyecto del Tren Maya, cuenta con la totalidad de derechos de vía y propiedad sobre la infraestructura a edificar. De acuerdo con el artículo 19 de la Ley de Obra Pública y Servicios Relacionados con las Mismas, se establece:

Las dependencias y entidades, cuando sea el caso, previamente a la realización de los trabajos deberán tramitar y obtener de las autoridades competentes los dictámenes, permisos, licencias, derechos de bancos de materiales, así como la propiedad o los derechos de propiedad incluyendo derechos de vía y expropiación de inmuebles sobre los cuales se ejecutarán las obras públicas, o en su caso los derechos otorgados por quien queda disponer legalmente de los mismo.

De la misma forma, el artículo 2 constitucional establece:

Consultar a los pueblos indígenas en la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y de los planes de las entidades federativas, de los Municipios y, cuando proceda, de las demarcaciones territoriales de la Ciudad de México y, en su caso, incorporar las recomendaciones y propuestas que realicen.

El Convenio número 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Tribales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ratificado por México, establece en el artículo 6 que:

Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por medio de sus instituciones representativas antes de adoptar y aplicar medidas legislativas o administrativas que los afecten, a fin de obtener su consentimiento libre, previo e informado.

A su vez considerando el artículo 32 del mismo ordenamiento, que establece:

Los Estados celebrarán consultas y cooperarán de buena fe con los pueblos indígenas interesados por conducto de sus propias instituciones representativas a fin de obtener su consentimiento libre e informado antes de aprobar cualquier proyecto que afecte a sus tierras o territorios y otros recursos, particularmente en relación con el desarrollo, la utilización o la explotación de recursos mineros, hídricos o de otro tipo.

Bajo esta perspectiva, el Gobierno federal en diciembre de 2019, lanzó la convocatoria del Proceso de consulta indígena y jornada de ejercicio participativo ciudadano sobre el “proyecto de desarrollo Tren Maya”. El Proceso de Consulta tuvo como objeto:

1. Establecer un diálogo con los pueblos y comunidades indígenas a fin de recibir sus opiniones sobre el “Proyecto de Desarrollo Tren Maya”;
2. Establecer acuerdos con los pueblos y comunidades indígenas que se encuentran en el área de influencia del Proyecto, respecto de su participación en la implementación de dicho proyecto, así como en la distribución justa y equitativa de los beneficios.

2.2 La región Sureste de México

La desigualdad que se ve en el país es un proceso multifactorial, agudizado con el paso del tiempo y hoy más se manifiesta nivel regional en México. Caso particular es el de la región Sureste de México, región que pese a las políticas públicas regionales implementada por los gobiernos, el rezago económico existente en la región persiste.

Algo que caracteriza la economía en nuestros días es la dinámica del capital global la cual favorece la concentración de la producción industrial en ciertos polos, trayendo desarrollo a algunas entidades que atraen capitales y fuerza de trabajo. Esta concentración de capitales limita el crecimiento del resto de las regiones: llevándolas a un empobrecimiento gradual y a desigualdades internas, favoreciendo a su vez, la concentración de actividades económicas en ciertas localidades (Aguilar, 2016).

De manera general, las desigualdades entre los territorios son parte de sistema capitalista y éstas se reproducen a nivel sectorial o territorial y en las distintas estructuras sociales, la economía, política y cultura. La globalización sólo acentúa y perpetua esas asimetrías entre los territorios (Ornelas, 2002).

Así, las condiciones asimétricas han incrementado significativamente el rezago social de las regiones más pobres: la marginación y extrema pobreza tienden a concentrarse en las regiones más atrasadas, donde se carece de oportunidades necesarias para que la población tenga un buen nivel de vida. Estas diferencias han dividido al país en regiones (Aguilar, 2016):

- Vinculados al creciente proceso de integración internacional y globalización económica (regiones industriales del norte y centro del país y la zona turística de la Riviera Maya);
- Vinculados con la producción agrícola con alta tecnificación (valles agrícolas de Sonora, Sinaloa, y Veracruz);
- Relacionados a rezagos socioeconómicos históricos (Michoacán, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Hidalgo);

- Incorporados al sistema económico mundial como reserva de mano de obra barata (Zacatecas, Hidalgo, Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Nayarit).

La región Sur de México ha quedado excluida del proceso de creación de infraestructura por una falta de importancia para el capital internacional, caso excepción Cancún y algunas zonas turísticas. Carece de capital propio y otros recursos que le imposibilitan incorporarse al modelo de apertura externa del país.

Para darle un contenido empírico a lo mencionado en líneas anteriores, se revisaron datos referentes a la situación socioeconómica de los estados y municipios que involucra el proyecto del Tren Maya, con el objeto de poder vislumbrar la pertinencia y los posibles efectos positivos que este traería a la región. Se hace especial énfasis en los niveles de pobreza y marginación.

Por otra parte, el CONEVAL (2012) define la pobreza en tres niveles, considerando los siguientes términos:

Pobreza. Una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social (en los seis indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación) y su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requiere para satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias.

Pobreza extrema. Una persona se encuentra en situación de pobreza extrema cuando tiene tres o más carencias, de seis posibles, dentro del índice de Privación Social y que, además, se encuentra bajo la línea de bienestar mínimo (equivale al costo de la canasta alimentaria). Quien se encuentra en esta situación dispone de un ingreso tan bajo que, aun si lo dedicara por completo a la adquisición de alimentos, no podría adquirir los nutrientes necesarios para tener una vida sana.

Pobreza moderada. Persona que siendo pobre, no es pobre extrema. La incidencia de pobreza moderada se obtiene al calcular la diferencia entre la incidencia de la población en pobreza menos la de la población en pobreza extrema. (p.5)

De acuerdo con datos del CONEVAL, de los cinco estados que considera el proyecto del Tren Maya para su emplazamiento, es el estado de Chiapas el que presentó en el año 2018, Figura 2.1, un mayor porcentaje de su población en condiciones de pobreza en los tres niveles: poco más del 75% en pobreza, 46% en condiciones de pobreza moderada y la cerca del 30% en condiciones de pobreza extrema.

Si bien es cierto que el proyecto sólo contempla una estación en esta entidad (Palenque), estos datos son relevantes considerando que tan sólo en el año 2012, la entidad presentó porcentajes similares: 74%, 42% y 32%, para cada nivel de pobreza, respectivamente. Esto sugiere que las condiciones económicas que propician estas condiciones, han mantenido los niveles de pobreza en la entidad a lo largo del tiempo.

Caso contrario es el estado de Quintana Roo, que de acuerdo con datos del CONEVAL, presentó: un porcentaje del 27% de la población en pobreza, 24% en condiciones de pobreza moderada y tan sólo del 3% de su población en condiciones de pobreza extrema. La entidad ha presentado una reducción mínima de estos porcentajes, con respecto al año 2012, cuando los porcentajes eran del 38%, 30% y 8% en cada nivel de pobreza, respectivamente.

Por su parte los estados de Campeche, Tabasco y Yucatán han presentado una ligera mejoría en los porcentajes en algunos de los niveles de pobreza considerados por el CONEVAL. El estado de Tabasco ha incrementado el porcentaje de población en condiciones de pobreza moderada del 35% en 2012 al 41% en 2018, pero reduciendo del 14% de la población en condiciones de pobreza extrema al 12% en el mismo periodo de tiempo.

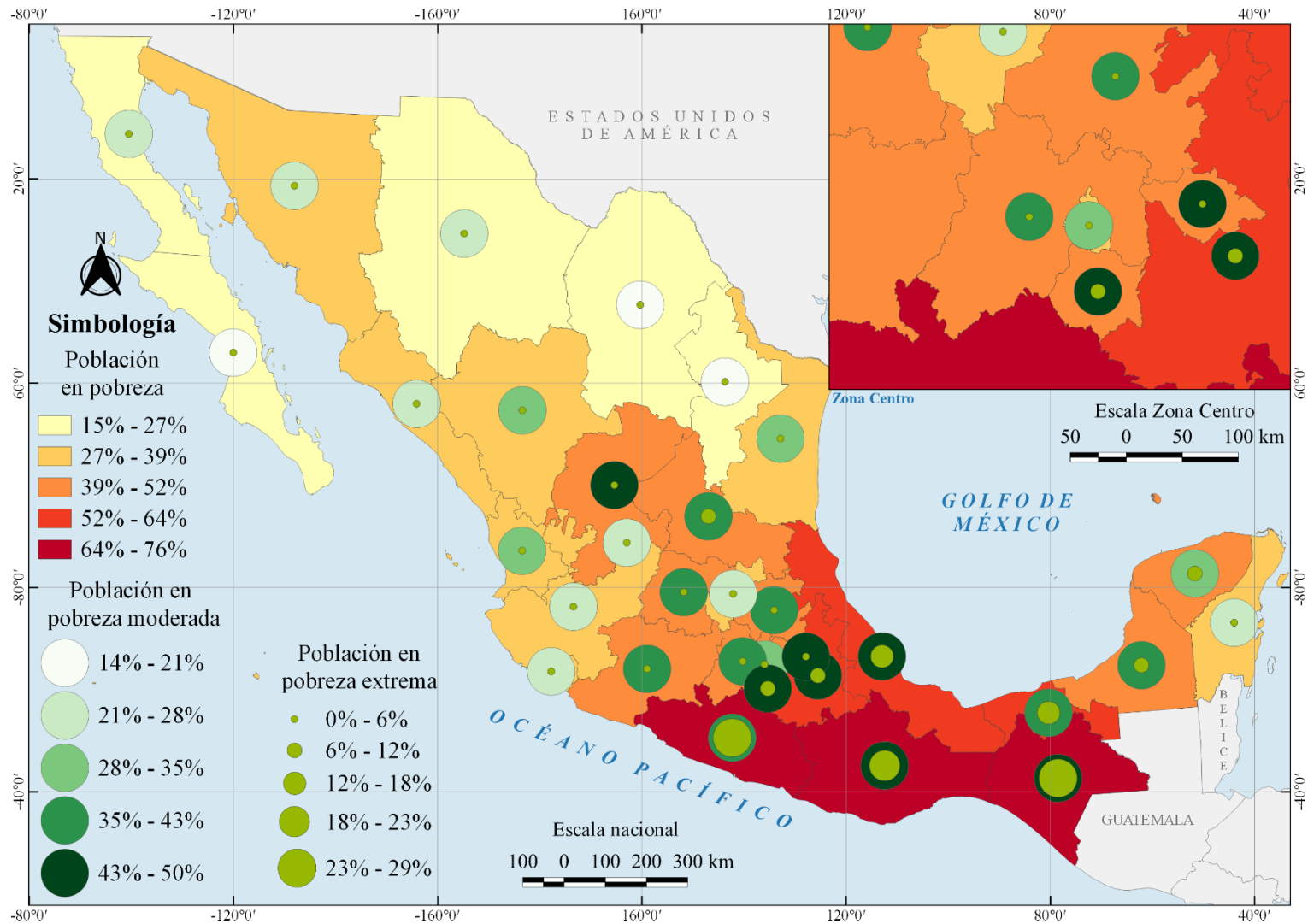


Figura 2.2. Porcentaje de población en algún estrato de pobreza en 2018, por entidad federativa.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CONEVAL

La pobreza y la marginación son fenómenos que se encuentran vinculados y tienen un origen común: la falta de ingreso. Existe un proceso de concentración en ciertas entidades donde la dinámica económica no promueve la creación de empleos requeridos por la sociedad (Aguilar, 2016). Una forma de medir la pobreza es la marginación.

La marginación es un fenómeno que incorpora múltiples dimensiones y tiene un carácter estructural, es originado por el modelo de producción económica y se manifiesta por la desigualdad en la distribución del progreso, en la estructura productiva y en la exclusión de grupos sociales, tanto del proceso de desarrollo y beneficios que trae éste (CONAPO, 2011).

Se relaciona a la marginación con la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para ser adquiridas o generarlas, también contempla las privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. Las comunidades marginadas se encuentran vulnerables y el control de esta marginación es tarea del Estado (CONAPO, 2011 y 2012).

De acuerdo con datos de CONAPO la región Sureste de México se encuentra caracterizados por un Grado de marginación de medio a muy alto. El estado de Chiapas se destaca por ocupar las dos primeras posiciones a nivel nacional para el grado de marginación considerado como muy alto en el periodo que va de 2000 a 2015. Mientras que los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo han el grado de marginación..

Caso contrario a lo anterior, el estado de Tabasco ha tenido una ligera mejoría en el grado de marginación, de acuerdo con los datos de CONAPO. El estado presentó un grado de marginación medio en los primero del año 2000 a 2010, pero mejor a un nivel bajo de marginación en el año 2015, mejorando su posición a nivel nacional.

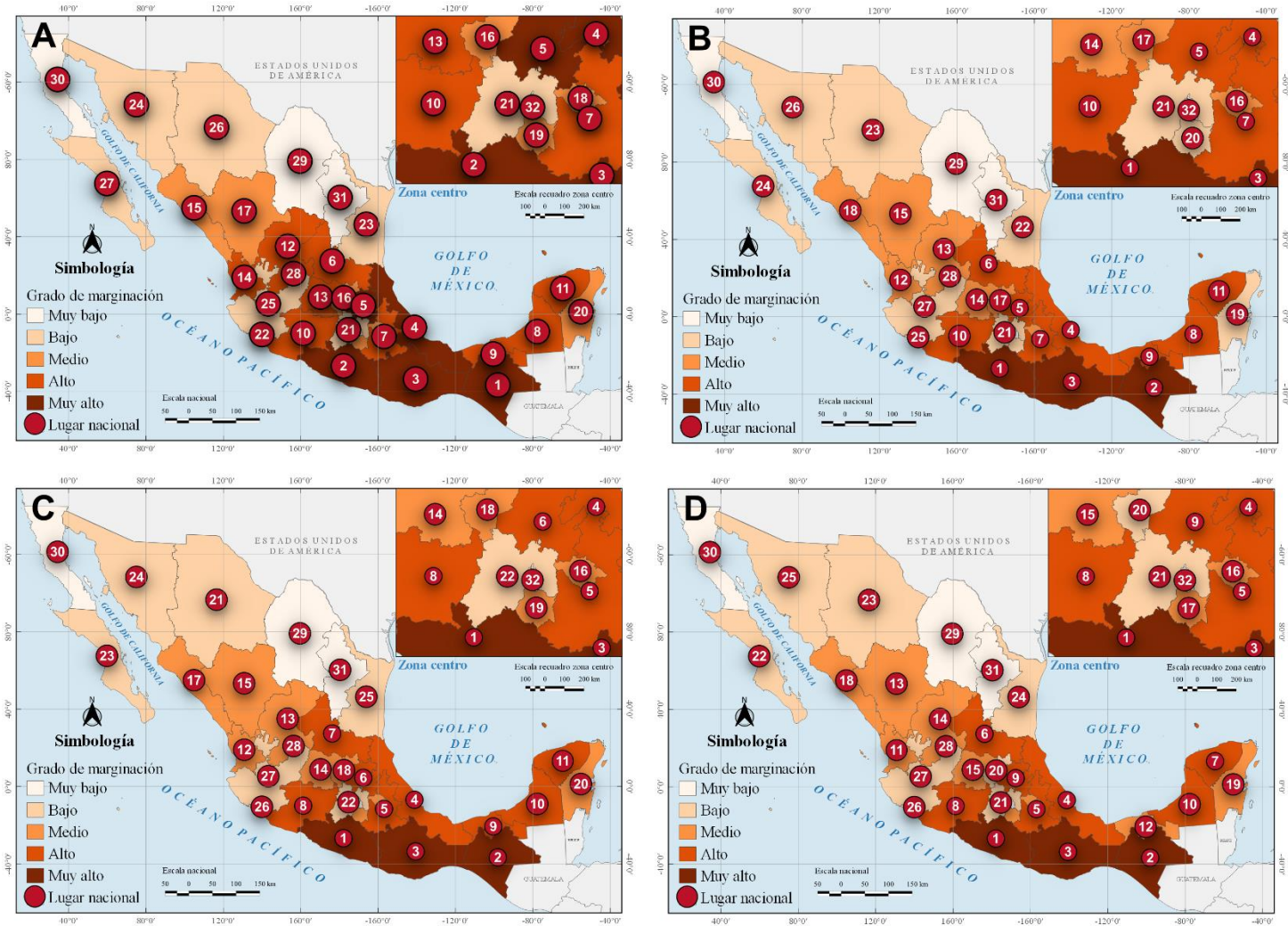


Figura 2.3. Grado de marginación por entidad federativa; A: año 2000, B: año 2005, C: año 2010 y D: año 2015.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CONAPO.

De acuerdo con la Figura 2.4, del 100% de municipios que conforman la región Sureste de México, predominan municipios con un grado de marginación alto con un promedio del 48%, durante el periodo que va del año 2000 al año 2015 de acuerdo con las estimaciones de CONAPO. Es poco el porcentaje de municipios con un grado de marginación muy bajo, no superando el 5% para el periodo considerado. Por otra parte, el porcentaje de municipios con un grado de marginación muy alto se encontró en un promedio del 20%.

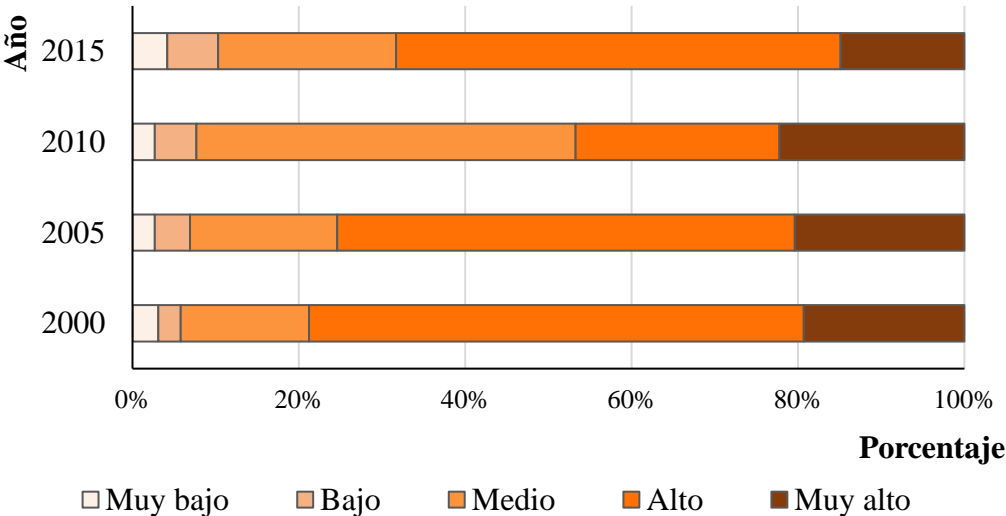


Figura 2.4. Estructura porcentual del grado de marginación en los municipios de la región Sureste de México.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CONAPO.

Por otra parte, la ruta del proyecto del Tren Maya, Figura 2.5, atraviesa por un número importante de municipios con un grado de marginación alto, sin embargo es de notar que para el caso del estado de Campeche y Quintana Roo, la ruta trazada en estos estados considera el paso por municipios un bajo y muy bajo grado de marginación. Para el caso de Quintana Roo se trata de una región con un importante papel turístico.

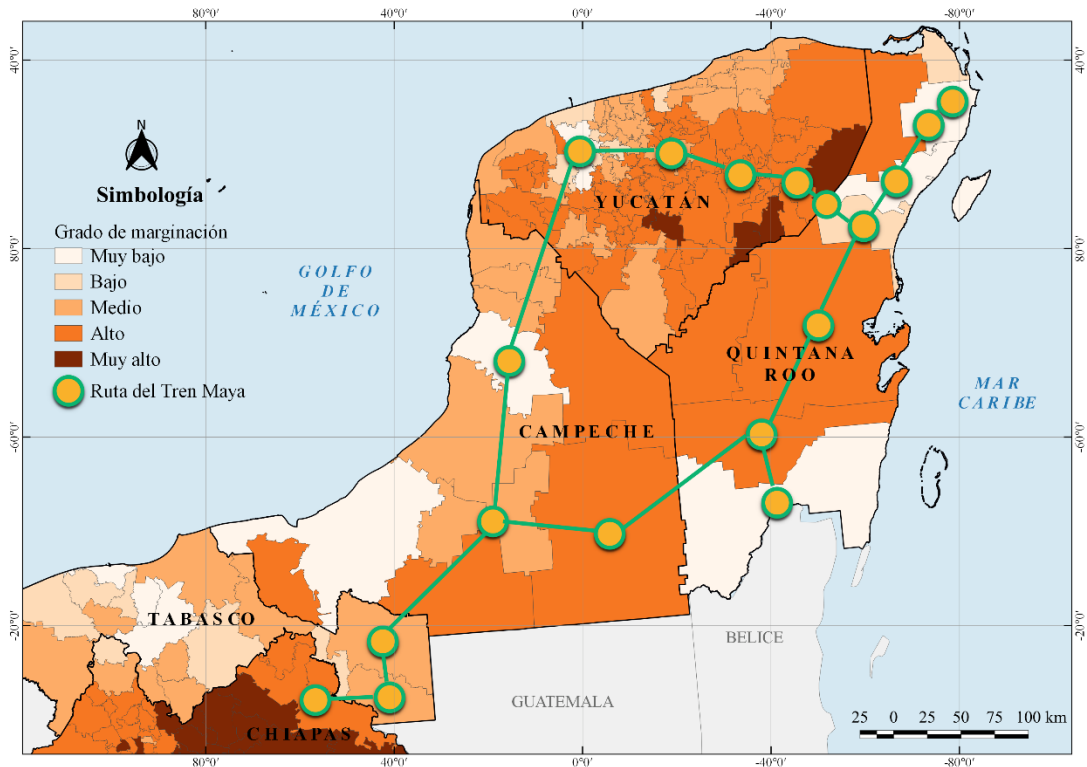


Figura 2.5. Grado de marginación en la ruta del Tren Maya, con datos de 2015.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de FONATUR y CONAPO.

El grado de marginación en los municipios de la región Sureste de México, está acompañado por una falta de infraestructura pública básica en las viviendas. Como se muestra en la Figura 2.6, existen municipios con falta de drenaje, agua entubada y energía eléctrica en las viviendas. El mayor porcentaje de población sin drenaje ni excusado (A) se encuentra concentrado en el estado de Yucatán. Mientras que viviendas sin energía eléctrica se concentra en algunos municipios de Quintana Roo y Campeche (B).

De acuerdo con el panel (D) de la Figura 2.6. En 2018 Chiapas presentó los porcentajes más elevados en materia de población con carencia por calidad y espacios de la vivienda y con carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda, con 23% y 57%, respectivamente. El estado de Quintana Roo tuvo porcentajes similares en ambos rubros, con valores que giran en torno al 20%

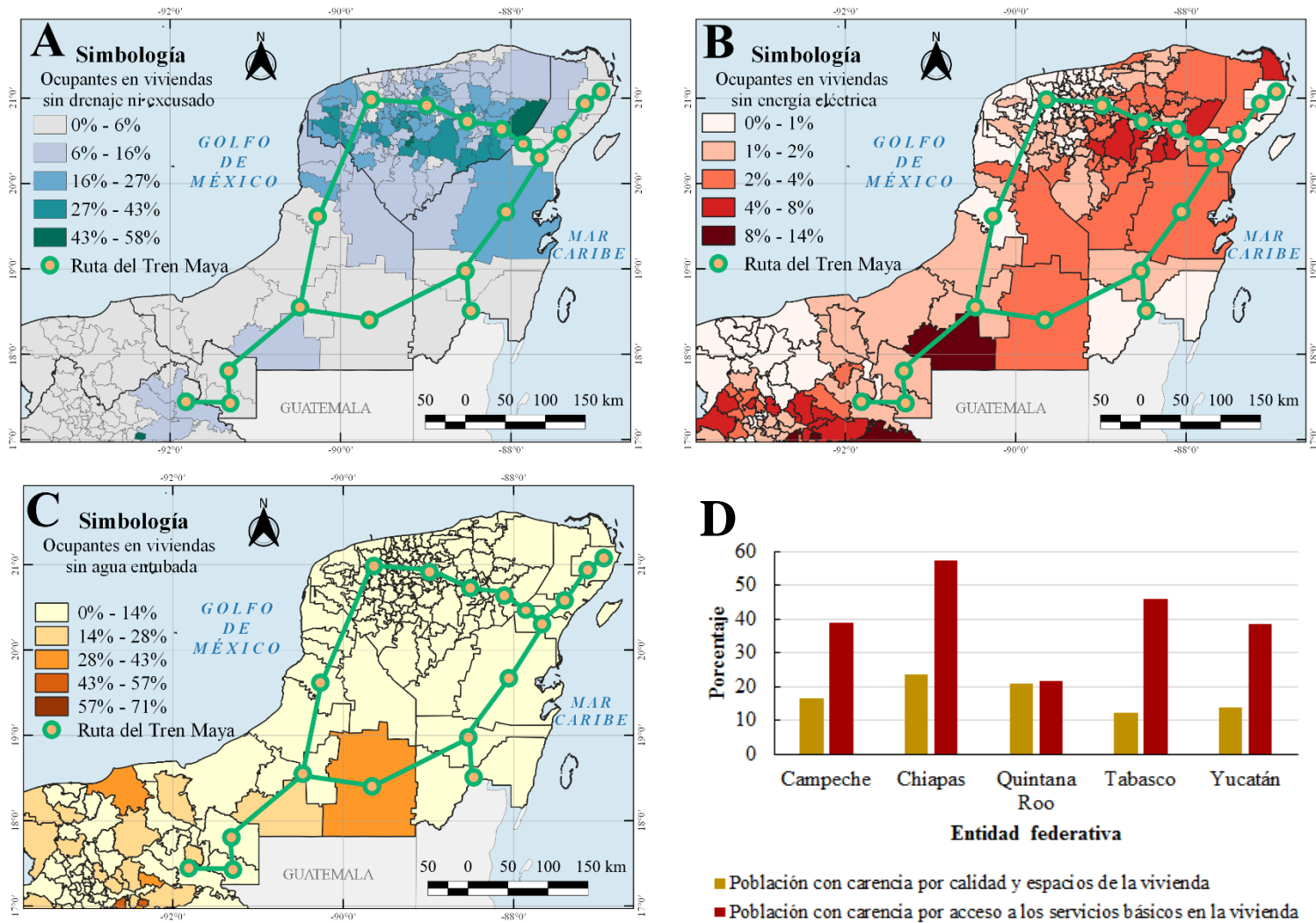


Figura 2.6. A) Ocupantes en viviendas sin drenaje ni excusado en 2015; B) Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica en 2015; C) Ocupantes en viviendas sin agua entubada en 2015; D) Carencia por calidad y espacios de la vivienda y acceso a los servicios básicos en la vivienda en 2018 **Fuente:** Elaboración propia con base en datos de FONATUR, CONEVAL Y CONAPO.

Los datos previamente revisados permiten vislumbrar los posibles efectos que tendría el Tren Maya en materia de infraestructura pública básica, la generación de plusvalías del suelo y la puesta en práctica de un mecanismo eficiente de captura de éstas para ser utilizadas en el financiamiento de infraestructura pública, dado que la dotación de ésta se ve mermada por una falta de financiamiento público o bien, por una falta de planeación.

El sitio *web* Propiedades.com, portal dedicado a la publicación de información inmobiliaria, hipotecaria, arquitectura y urbanismo y donde pueden ser consultados precios de propiedades en distintas categorías (residencial, comercial o industrial) ya sea para renta o venta estimó el posible impacto en el precio de las propiedades debido al anuncio y construcción del Tren Maya.

De acuerdo con datos del sitio *web*, la plusvalía de la región en 2018 fue de 25.08% para departamentos y de 5.67% para el caso de casas habitación. De acuerdo con estas estimaciones, Cuadro 2.4, el aumento en la plusvalía de la región debido al proyecto del Tren Maya podría ser de 11.73% para departamentos y 12.75% para las casas.

Además, el mayor incremento de la plusvalía que se espera estaría presente en el estado de Quintana Roo con un 19.95% en casas habitación y 20.98% para el caso de departamentos. Le seguiría el Estado de Yucatán con plusvalías de 12.73% para departamentos y 17.25% para casas habitación. Si bien la estimación sólo considera precios de casas y departamentos, es de esperarse efectos similares en otro tipo de propiedades.

Cuadro 2.4

Incremento de plusvalías en la región Sureste debido al proyecto del Tren Maya

Estado	En casas		En departamentos	
	2018	2019	2018	2019
Campeche	1.78%	6.50%	-27.55%	8.90%
Chiapas	2.85%	9.31%	-57.04%	9.10%
Quintana Roo	-1.48%	19.95%	-0.06%	20.98%
Tabasco	-5.95%	6.37%	-9.21%	6.93%
Yucatán	5.40%	17.25%	6.41%	12.73%
Región	5.67%	12.75%	25.08%	11.73%

Fuente: Elaboración propia con datos de Propiedades.com.

Considerando el estado de la infraestructura básica en la región Sureste, es importante considerar ciertas limitaciones de financiar ésta con la generación de plusvalías, Peterson (2010) considera que si bien, al definir claramente una “zona de beneficios” es económicamente eficiente financiar proyectos de infraestructura aprovechando las plusvalías que estos mismos generan, existen riesgos en el financiamiento de infraestructura urbana basado en la plusvalía del suelo. A continuación se describen brevemente estos riesgos.

Los mercados de bienes raíces son muy cíclicos. Considerando que la demanda y precios de la tierra varían bruscamente, existe una corrección en automático de los presupuestos públicos si los ingresos derivados de la venta de tierras o cargos a urbanizadores se emplean de manera exclusiva para financiar proyectos de infraestructura. Estas correcciones generan cierta inestabilidad en el presupuesto de capital.

Competencia por el uso de fondos derivado de la captación de plusvalías. Las inversiones en infraestructura urbana encuentran partes competidoras interesadas en el valor de las tierras. Un ejemplo claro son los agricultores que desean cobrar una indemnización congruente por las tierras que serán urbanizadas en la periferia urbana y propietarios u ocupantes de

propiedades de barriada que se ven desplazados por proyectos de urbanización, proyectos auspiciados por el sector público.

Frente a la posibilidad de obtener un beneficio por transacciones de tierras, los gobiernos y entidades públicas locales pueden convertirse en promotores inmobiliarios en aras de generar un monto mayor de ingresos: se incurre en una acumulación agresiva de tierras excedentes y el uso de facultades públicas de expropiación de tierras. Si una entidad pública se convierte en un monopolio en materia de urbanización, puede maximizar sus utilidades al pagar el mínimo necesario al adquirir tierras y venderlas al precio máximo.

Por último, Peterson (2010) considera que si los gobiernos locales quieren obtener beneficios de la urbanización de tierras pueden llegar a restringir el potencial de desarrollo mediante regulaciones ineficientes de zonificación o densidad de edificación. Así:

La venta de derechos de urbanización en los alrededores de las estaciones de transporte público u otros nodos de transporte puede ser una manera eficaz de centrar los proyectos de desarrollo en las ubicaciones más eficientes y, al mismo tiempo, generar fondos para ayudar a financiar las inversiones en infraestructura. (p.29)

Si bien los defensores del financiamiento basado en la plusvalía de la tierra sostienen que todas las inversiones en infraestructura urbana podrían financiarse de esta manera, contemplando los riesgos planteados, tampoco es prudente apoyarse únicamente en esta forma de financiamiento para cubrir los costos de infraestructura. Este financiamiento debe considerarse como una parte del total del costo de la infraestructura urbana, una parte del presupuesto de capital.

2.3 La economía de la región Sureste de México

Para analizar el comportamiento de la economía de la región de influencia del Tren Maya se utilizaron coeficientes de análisis regional, con el objeto de determinar el papel de las actividades económicas que se encuentran presentes en la región y la división territorial de trabajo y su especialización (Bolívar, 2009). El cálculo se realizó utilizando como insumo el personal ocupado total por sector económico para el periodo de 2004 a 2014, de los Censos Económicos de INEGI.

El análisis parte de una Matriz Sector-Región (Secre) como la que se muestra en la Cuadro 2.5:

Cuadro 2.5
Matriz Sector-Región (Secre)

Sector	Región								Total sector
	01	02	03	04	05	06	j	n	
01	V_{11}	V_{12}	V_{13}	V_{14}	V_{15}	V_{15}	V_{1j}	V_{1n}	$\sum_j V_{1j}$
02	V_{21}	V_{22}	V_{23}	V_{24}	V_{25}	V_{26}	V_{2j}	V_{2n}	$\sum_j V_{2j}$
03	V_{31}	V_{32}	V_{33}	V_{34}	V_{35}	V_{36}	V_{3j}	V_{3n}	$\sum_j V_{3j}$
i	V_{i1}	V_{i2}	V_{i3}	V_{i4}	V_{i5}	V_{i6}	V_{ij}	V_{in}	$\sum_j V_{ij}$
m	V_{m1}	V_{m2}	V_{m3}	V_{m4}	V_{m5}	V_{m5}	V_{mj}	V_{mn}	$\sum_j V_{mj}$
Total región	$\sum_i V_{i1}$	$\sum_i V_{i2}$	$\sum_i V_{i3}$	$\sum_i V_{i4}$	$\sum_i V_{i5}$	$\sum_i V_{i6}$	$\sum_i V_{ij}$	$\sum_i V_{in}$	$\sum_i \sum_j V_{mj}$

Fuente: Elaboración propia con base en Boisier (1980).

Donde i es el sector (o rama de la actividad económica); j es la región (o entidad geográfica en general); V es la variable de análisis (personal ocupado total); V_{ij} es el valor de la variable V correspondiente al sector i en la región j ; $\sum_j V_{ij}$ es el valor de V correspondiente al total sectorial (sector i); $\sum_i V_{ij}$ es el valor correspondiente al total regional (región j) y $\sum_i \sum_j V_{ij}$ es el valor de V correspondiente al total global (suma sectorial y suma regional).

(a) Matriz de porcentajes P_{ij} (sector en la región)

Es la participación de los sectores de cada región (P_{ij}), representa el porcentaje de actividad regional (región j) que ocupa el sector i , es utilizado para examinar la “especialización absoluta o intrarregional” (Boisier, 1980). La matriz queda determinada por la ecuación (2.1):

$$P_{ij} = \left(\frac{V_{ij}}{\sum_i V_{ij}} \right) * 100 \quad (2.1)$$

(b) Matriz de porcentajes P_{ji} (región en el sector)

Representa la participación porcentual de la región j dentro de la actividad total del sector i , se utiliza para determinar la distribución intrarregional del sector y la concentración absoluta. El valor de cada indicador puede ser menor o igual al 100%. Esta matriz queda determinada por la ecuación (2.2):

$$P_{ji} = \left(\frac{V_{ij}}{\sum_j V_{ij}} \right) * 100 \quad (2.2)$$

(c) Coeficiente de localización Q_{ij}

Representa la relación entre la participación del sector i en la región j y la participación del mismo sector en la totalidad nacional, es utilizado como una medida de “especialización relativa o intrarregional”, la especialización de la región en algún sector estará asociada a un Q_{ij} mayor a la unidad (Boisier, 1980). El cociente de localización queda expresado en la ecuación (2.3):

$$Q_{ij} = \frac{\frac{V_{ij}}{\sum_i V_{ij}}}{\frac{\sum_j V_{ij}}{\sum_i \sum_j V_{ij}}} \quad (2.3)$$

Dado que el proyecto del Tren maya involucra una región importante del país, se propone una regionalización del país en ocho regiones para tener un patrón de comparación: Noroeste (Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Sinaloa y Sonora); Noreste (Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas); Oeste (Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit); Este (Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Veracruz); Centronorte (Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas); Centrosur (Ciudad de México, México, Morelos); Suroeste (Guerrero y Oaxaca); Sureste (Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán).

De acuerdo con la ecuación (2.1) al interior de la región Sureste, los sectores que ocupan la mayor participación del total del personal ocupado el periodo 2004 - 2014, son los sectores Comercio al por menor y el de Industrias manufactureras, con cerca del 30% y 15%, respectivamente. Además, el sector de Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y Bebidas ha incrementado su participación con respecto al total en el periodo analizado.

La región Sureste tuvo la siguiente participación con respecto a las demás regiones en el año 2014: el 4% para el sector de Industrias manufactureras, el 9% para el sector de Comercio al por menor y el 13% para el sector de Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas. En este mismo sentido, es importante mencionar que para el año 2014, la región Sureste participo con el 24% del personal ocupado total en el sector de Agricultura, cría y explotación de animales aprovechamiento forestal pesca y caza y con el 23% en el sector minería, con respecto al personal ocupado total a nivel nacional.

Por otra parte, el Cuadro 2.6 muestra el grado de especialización relativo o intrarregional en los diferentes sectores de la región Sureste de México de acuerdo con la ecuación 2.3. La región Sureste se encuentra especializada en actividades como agricultura, minería, construcción, comercio al por menor, en el sector servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes inmuebles e intangibles y en el sector de alojamiento temporal y de reparación de alimentos y bebidas, por mencionar los sectores más especializados.

Cuadro 2.6
Coeficiente de localización por sector en la región Sureste

Sector económico	Año	
	2004	2014
Agricultura, cría y explotación de animales aprovechamiento forestal pesca y caza	3.47	3.10
Minería	3.47	3.01
Generación transmisión y distribución de energía eléctrica suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final	0.58	0.65
Construcción	1.48	1.37
Industrias manufactureras	0.55	0.51
Comercio al por mayor	1.00	0.96
Comercio al por menor	1.11	1.15
Transportes correos y almacenamiento	1.04	1.09
Información en medios masivos	0.70	0.71
Servicios financieros y de seguros	0.18	0.36
Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	1.19	1.39
Servicios profesionales científicos y técnicos	0.86	0.83
Corporativos	0.10	0.39
Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	1.13	0.93
Servicios educativos	0.90	0.91
Servicios de salud y de asistencia social	0.99	0.91
Servicios de esparcimiento culturales y deportivos y otros servicios recreativos	0.98	1.25
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	1.57	1.68
Otros servicios excepto actividades gubernamentales	1.06	1.09

Fuente: Elaboración propia con datos del Sistema Automatizado de Información Censal (SIAC) de INEGI.

Para analizar el comportamiento de la actividad económica al interior de los municipios que conforman la región Sureste de México, se calculó el coeficiente de localización con base a la ecuación (2.3) para cada uno de éstos. A través del fenómeno de la autocorrelación espacial y del índice de localización, se busca establecer como se encuentra distribuida la especialización en los municipios de influencia del proyecto del Tren Maya.

El fenómeno de la autocorrelación o asociación espacial local implica una concentración en un lugar del espacio en su totalidad analizado, de valores altos o bajos que una variable estimada con respecto a un valor medio esperado. Es una coincidencia entre valores similares que asume una variable en un espacio determinado y aquel que toma en las localizaciones cercanas o vecinas (Anselin, 2001). Para Chasco (2003) la autocorrelación espacial puede ser:

- Autocorrelación positiva. Existe una asociación entre valores similares que toma la variable y las localizaciones próximas, es decir, valores altos en una localización estarán rodeados por valores similarmente altos de sus vecinos. A este efecto se le conoce como contagio o desbordamiento (*spillover*), efecto que se ve reflejado en fenómenos de carácter socioeconómico.
- Autocorrelación negativa. Este tipo de autocorrelación se presenta cuando valores que asume una variable de interés, se encuentran rodeados por valores bajos que la misma asume en las cercanías o vecinos, o bien, de manera viceversa. Este tipo de autocorrelación da origen a fenómenos con un carácter jerárquico (centro-periferia).
- Ausencia de autocorrelación. Se presentan cuando una variable se distribuye de manera aleatoria, es decir, sin asumir un patrón bien definido sobre el espacio considerado objeto de análisis.

Anselin (1995) nos proporciona una serie de Indicadores Locales de Asociación Espacial conocidos como LISA (*Local Indicators of Spatial Association*). El autor propone que un LISA como estadístico, satisfaga dos importantes condiciones:

- a) El LISA para cada observación da un indicador del alcance de la agrupación espacial significativa de valores similares en torno a esa observación;
- b) La suma de los LISA para todas las observaciones es proporcional a un indicador global de asociación espacial.

Para efecto de este apartado, se utilizó el estadístico de local de Moran sugerido por Anselin (1995), este indicador permite identificar grupos locales y valores atípicos que toma una variable en el espacio local (no global como lo haría el Moran), quedando expresado de la siguiente manera Chasco (2003):

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^{J_i} w_{ij} z_j \quad (2.4)$$

En la ecuación (2.4) z_i , z_j es la variable y_i estandarizada; \sum_j es la sumatoria que únicamente incluye los valores a i ($j \in J_i$). En el estadístico, la matriz de pesos espaciales w_{ij} debería estar estandarizada por filas con siendo $w_{ij} = 0$. Así, la suma de los estadísticos locales I_i conocido como *test I* de Moran de la ecuación (2.5):

$$\sum_i I_i = \sum_i z_i \sum_j w_{ij} z_j = \sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j \quad (2.5)$$

La ecuación (2.6) se re expresa la prueba de Moran con base en la ecuación (2.5):

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j w_{ij} z_i z_j}{S_0 \sum_{i=1}^n z_i^2} \rightarrow I = \frac{\sum_i I_i}{S_0 \sum_i \frac{z_i^2}{N}} \quad (2.6)$$

Así, se cumpliría la condición b de Anselin (1995), donde el estadístico local I_i es equivalente a la prueba global I, teniendo como factor de proporcionalidad $\gamma = S_0 m_2$ de la ecuación (2.7):

$$\sum_i I_i = \frac{1}{S_0 m_2} = I = \gamma * I \quad (2.7)$$

Con $m_2 = \sum_i \frac{z_i^2}{N}$, momentos de 2° orden de la variable Z_i . Para una matriz estandarizada por filas ($S_0 = N$), el factor $\gamma = S_0 m_2$ y para el caso de variables estandarizadas ($m_2 = 1$), así el factor $\gamma = S_0$. Obteniendo el resultado de la ecuación (4) se consigue dividir todos los indicadores locales entre el factor m_2 , que representa un término constante en todas las localizaciones, por lo que la prueba I local de Moran queda expresado por la ecuación (2.8):

$$I_i \frac{z_i}{m_2} \sum_j w_{ij} z_j \quad (2.8)$$

El índice de Moran local bivariado se aplicó utilizando el coeficiente de localización para el año 2004 y 2014 relativos a los sectores representativos en la región Sureste de acuerdo con el Cuadro 9, Agricultura, cría y explotación de animales aprovechamiento forestal pesca y caza, Comercio al por menor, Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles y Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas.

De acuerdo con la Figura 2.6, actividades del sector de Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza, en los municipios de la región Sureste, formaron clúster en los estados de Campeche y Chiapas. Es importante considerar que la ruta del Tren Maya no contempla alguno de los municipios donde se encuentra el clúster en el estado de Chiapas.

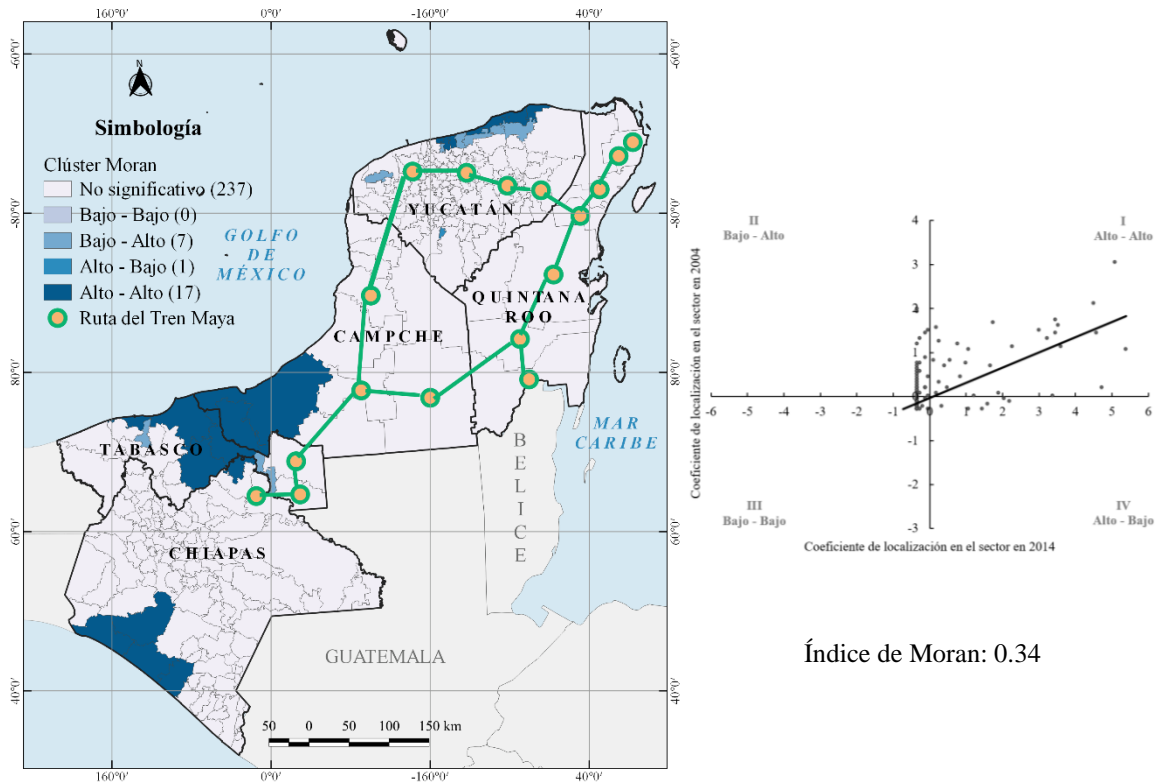


Figura 2.7. Formación de clúster Moran del sector Agricultura cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal pesca y caza, 2004-2014. Fuente: Elaboración propia con información de los Censos económicos de INEGI.

De acuerdo con la Figura 2.7 la ruta que contempla el proyecto del Tren Maya se encuentra lejos de incluir a los clústeres importantes de actividades en materia de Agricultura. El clúster más cercano es el que se ubica en el estado de Campeche.

Por otra parte, la Figura 2.7, muestra la formación de clúster del sector Comercio al por menor en los municipios de la región del Tren Maya. El sector formó un clúster importante en el estado de Chiapas, mientras que en el estado de Quintana Roo y Tabasco el sector presentó valores Bajo – Bajo de manera importante de acuerdo con el índice de Moran.

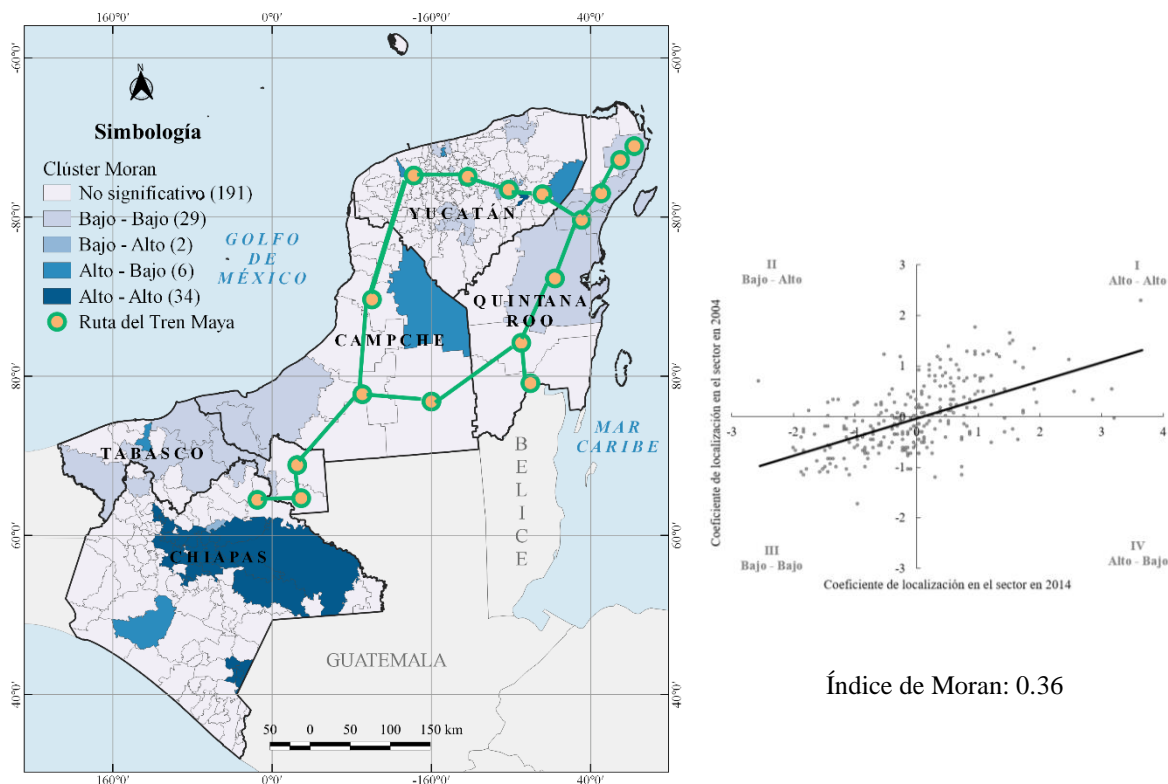


Figura 2.8. Formación de clúster Moran del sector Comercio al por menor, 2004-2014. Fuente: Elaboración propia con información de los Censos económicos de INEGI.

Un caso particularmente importante es el del sector de Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, el cual formó un importante clúster entre los años 2004 y 2014 en el estado de Quintana Roo y que la ruta del Tren Maya tiene su traza por este clúster, Figura 2.8. En el sector de incluyen actividades como el alquiler de viviendas, oficinas y locales comerciales y otras edificaciones, alquiler de automóviles, camiones y otros transportes terrestres, alquiler de bienes intangibles como las marcas registradas, patentes y franquicias, nombres e imágenes comerciales, diseños industriales, entre otras.

Estad actividades incluyen operaciones inmobiliarias relacionadas con bienes raíces ubicados en desarrollos turísticos. Considerando que el proyecto del Tren Maya busca promover la actividad turística en la región.

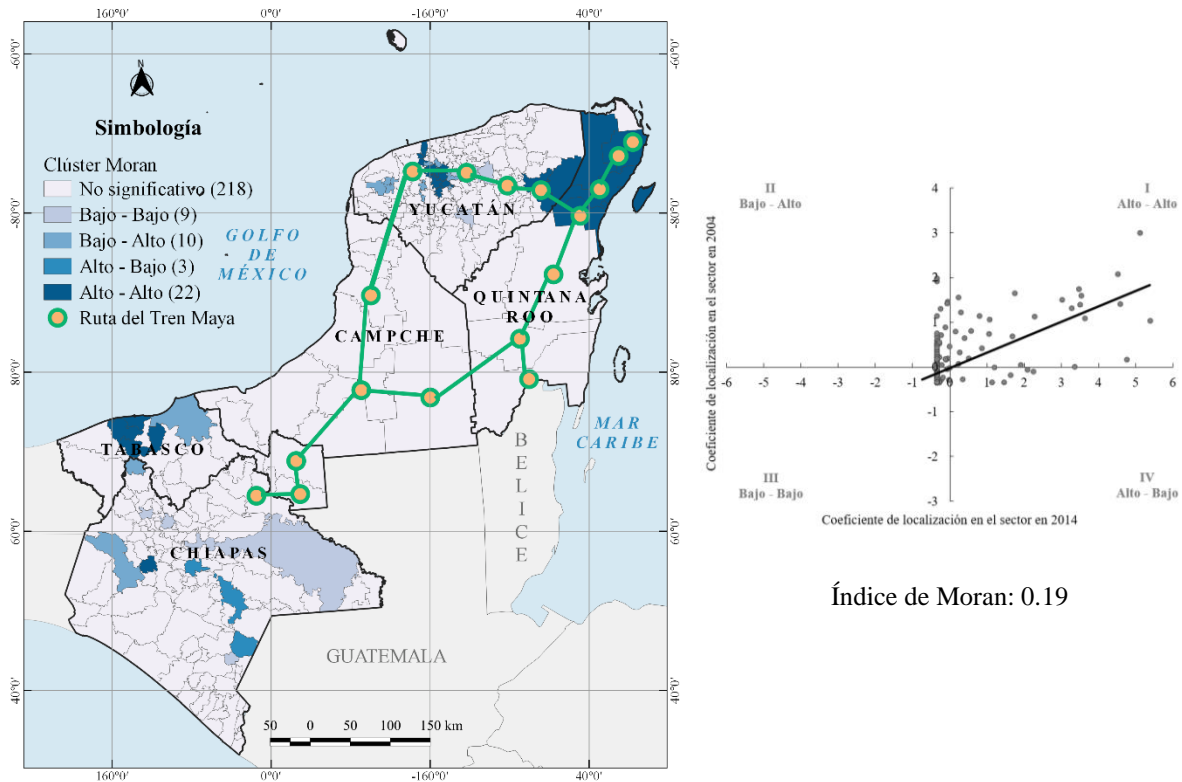


Figura 2.9. Formación de clúster Moran del sector Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, 2004-2014. **Fuente:** Elaboración propia con información de los Censos económicos de INEGI.

La situación del servicio del sector de Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles tiene una asociación importante con las actividades del sector de Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas. Como se observa en la Figura 2.10, las actividades de este sector formaron un clúster importante en una de las zonas más turísticas del estado de Quintana Roo, en municipios que coinciden con la traza de la ruta del Tren Maya.

Considerando que el estado de Quintana Roo es un destino turístico importante en el país, el personal ocupado total de acuerdo con los datos de los censos económicos forme clúster importante en la entidad. Tanto el clúster del sector Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes como el de Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas

se encuentran en una zona con destinos turísticos como Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Xcaret, la Riviera Maya, Isla mujeres y Cozumel.

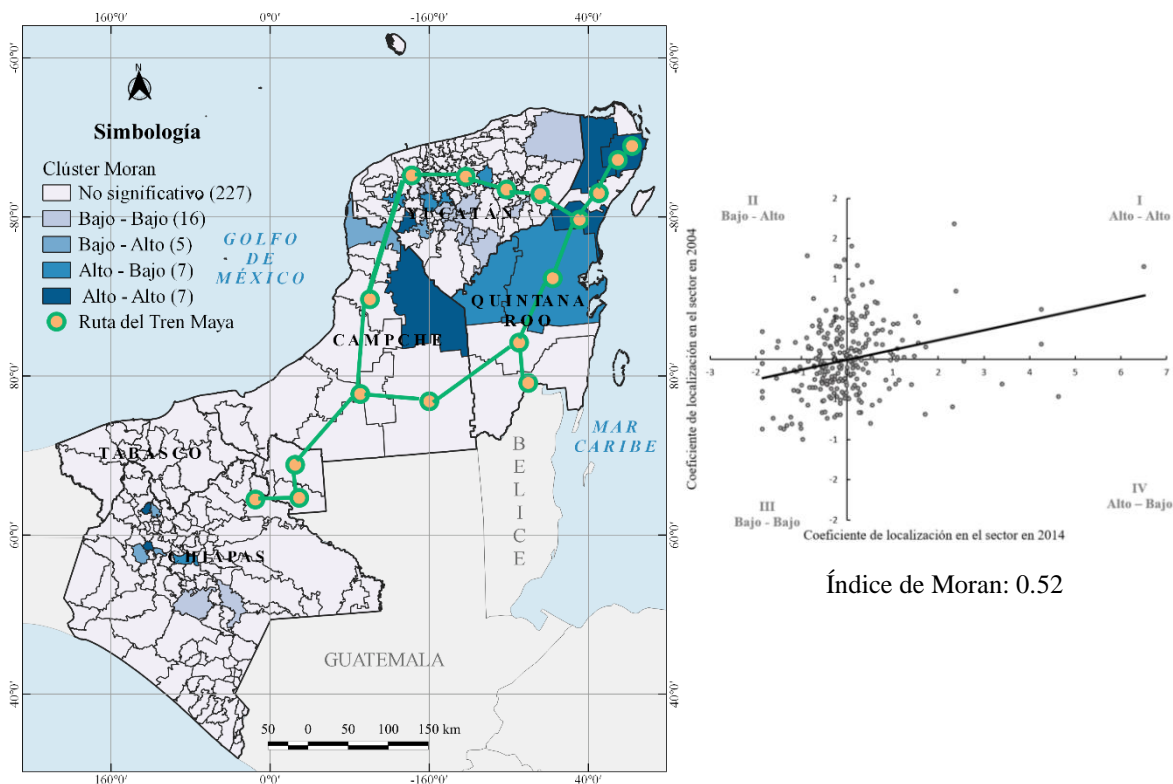


Figura 2.10. Formación de clúster Moran del sector Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas, 2004-2014. **Fuente:** Elaboración propia con información de los Censos económicos de INEGI.

Resumen del capítulo

Frente al rezago económico en la región Sureste de México, el Tren Maya se ha convertido en un proyecto polémico desde su anuncio en 2018 como pieza fundamental en la estrategia de desarrollo económico regional para ésta, por parte de la administración del presidente Andrés Manuel López Obrador. Son tres las principales preocupaciones que giran en torno al proyecto: la económica, la ambiental y la social.

Organismos como el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) hacen hincapié en realizar un proceso de revisión de temas como la prefactibilidad financiera, el impacto ambiental y la inclusión social con las que el proyecto debe contar para que este cumpla los objetivos con los que se plantea. Trabajos previos en materia de sistemas de transporte masivo sugieren que a nivel mundial son pocas los sistemas que podrían considerarse rentables debido.

De este capítulo es posible extraer las siguientes ideas principales cómo:

- El proyecto del Tren Maya a cargo del Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) consiste en un sistema de transporte férreo mixto (10% pasajeros locales, 20% pasajeros turistas y 70% carga), conectando los principales circuitos turísticos lo que descentralizara la actividad turística de la región con formada por los estados de Chiapas, Campeche, Tabasco Yucatán y Quintana Roo;
- El proyecto pretende ser un detonador de la economía de la región Sureste de México a través de la generación de empleos, inclusión social y el fortalecimiento del turismo, apoyando el reordenamiento territorial y protegiendo la riqueza natural y cultural de la región;

- El proyecto del Tren Maya cuenta con 18 estaciones a lo largo de sus casi siete tramos: dos tramos Selva, dos tramos Caribe y tres tramos Golfo que suman constituyen una ruta de casi 1500 kilómetros;
- La región Sureste contiene sitios de referentes en materia turística como Calakmul en el estado de Campeche; Chiapa de Corzo, y Palenque en el estado de Chiapas; Playa del Carmen, Tulum y Xcaret, en el estado de Quintana Roo; La Ventana, Moral-Reforma y Comalcalco, en Tabasco; Izamal, Mayapán, Balamkanché, Chichén- Itzá, en Yucatán. Además, contabiliza 66 zonas arqueológicas las cuales se concentran en un mayor porcentaje en los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, con cerca del 75% del total de la región;
- Para el IMCO dada la experiencia nacional reciente en proyectos ferroviarios (Tren Interurbano México-Toluca), el peor escenario que el instituto prevé para el Tren Maya es que este no cumpla con los objetivos planteados por la administración. Además, se tiene la preocupación de que el proyecto termine siendo subsidiado por la administración pública;
- Trabajos previos sugieren que una de las razones por la que megaproyectos de transporte masivo se terminen construyendo con recursos del erario es la subestimación de costos y la sobreestimación del aforo de usuarios del sistema.
- En materia ambiental, la Academia Mexicana de Profesionistas en Evaluación Socioeconómica de Proyectos, A.C. (AMPRES), sugieren que la prefactibilidad ambiental podría ser el mayor reto para el Tren Maya, pues su trazo de vía considera zonas importantes si de biodiversidad se habla;

- La región Sureste ha quedado excluida del proceso de creación de infraestructura por falta de importancia para el capital internacional, caso excepcional es el de Cancún y algunas zonas turísticas. Carece de capital propio y otros recursos que imposibilitan su incorporación al modelo de apertura externa del país (Aguilar, 2016).
- De acuerdo con el grado de marginación estimado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO), del año 200 al 2015, el estado de Chiapas ha ocupado las dos primeras posiciones a nivel nacional, es decir, ha mantenido en términos generales su grado de marginación muy alto. Por su parte los estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán;
- Al interior de los municipios de la región de emplazamiento del Tren Maya, predominan los municipios con un grado de marginación alto con un promedio de 48% de 2000 a 2015, son pocos los municipios con un grado de marginación muy bajo, no superando el 5% en el mismo periodo, de acuerdo con datos de CONAPO;
- Revisando datos del Personal ocupado total en los sectores de la economía en la región Sureste de México a través de los Censos económicos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), los sectores relevantes fueron; Agricultura, cría y explotación de animales aprovechamiento forestal pesca y caza, Comercio al por menor, Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles y Servicios de alojamiento temporal y preparación de alimentos y bebidas. Estos sectores formaron importantes Clúster en la región que poder ser vinculados al trazo de ruta del Tren Maya.

Capítulo III. Medición de plusvalías del suelo en la región del Tren Maya, a través de un modelo de precios hedónicos

3.1 Modelo de precios hedónicos

El análisis *ex post* del impacto de un proyecto de infraestructura implica una metodología compleja, pues es difícil aislar los efectos causados por un proyecto en particular de aquellos producidos por otros. Por otra parte, hacer una estimación *ex ante* es una labor aún más compleja: el proyecto ni siquiera se ha desarrollado (Blanco et. al., 2016). Con información catastral georreferenciada, es posible utilizar modelos econométricos hedónicos para aislar el efecto de cada uno de los atributos de las propiedades en el precio total de la misma.

El proyecto del Tren Maya al momento de elaborar la presente investigación se encuentra en un proceso de licitación y construcción, haciendo que la información disponible sea limitada. En este capítulo se implementa una metodología de precios hedónico buscando obtener una estimación sobre el posible efecto de la cercanía de las estaciones del Tren Maya sobre el precio de las propiedades, es decir, la generación de plusvalías.

El análisis pionero de precios hedónicos fue formulado por Court (1939) donde acuñó el término “hedónico”. Court analiza el índice de precios de automóviles en función de sus diferentes atributos los cuales satisfaccón al consumidor. Más tarde el análisis se profundizaría con el planteamiento de Lancaster (1966), donde las características de los bienes, y no los bienes por sí mismos, son considerados la fuente de utilidad.

El enfoque hedónico en precios permite predecir cómo las preferencias de los consumidores cambian, cuando las opciones o canastas de consumo varían en función a modificaciones en las características de los bienes que las conforman. Para Gould y Lazaer (1989) el planteamiento de Lancaster (1966) puede resumirse en tres puntos centrales:

- a) Un bien no brinda la utilidad al consumidor por sí mismo: este posee una serie de características y son estas las que producen la utilidad;
- b) Un bien poseerá más de una característica y estas pueden ser compartidas por más de un bien;
- c) En combinación, los bienes pueden poseer más características de las que poseen los bienes por separado.

Rosen (1974) brinda la estructura formal a la teoría de precios hedónicos como parte de un problema de la economía del equilibrio. Define a los precios hedónicos como “los precios implícitos de los atributos y se revelan a los agentes económicos a partir de los precios observados de los productos diferenciados y las cantidades específicas de las características asociadas a ellos” (p.34). El valor de un bien estará en función de las características de éste y la importancia relativa que le asigna el consumidor.

Los precios implícitos en el modelo de Rosen (1974), se estiman mediante una “regresión hedónica”, es decir, el precio de mercado de un bien (variable dependiente) en función de sus diferentes características (variables independientes), generando un índice de precios hedónicos. Además, el análisis describe las acciones y condiciones para que los agentes económicos (comprador y vendedor) alcancen un equilibrio de mercado.

El modelo de Rosen (1974) tiene como fundamento un mercado de bienes considerados heterogéneos Z con n características o atributos z_1, z_2, \dots, z_n , podemos escribirlo como un vector de n dimensiones, es decir, $Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$. Cada Z tiene un precio P en función de sus características por lo que $P(Z) = (z_1, z_2, \dots, z_n)$. Para configurar el diseño del bien Z existe un número variado de característica a considerar.

El consumidor obtiene su utilidad por el consumo del bien Z y de todos los demás bienes consumidos, el bien compuesto x , $u(z_1, z_2, \dots, z_n, x)$ considerando un ingreso fijo M . El problema del consumidor es el del maximizar su utilidad bajo la restricción de su ingreso M . Las ecuaciones (3.1) y (3.2), determinan el diseño y selección de un bien Z con ciertas características y un bien compuesto x :

$$\text{Max } u(z_1, z_2, \dots, z_n, x) \quad (3.1)$$

$$\text{Sujeto a } P(Z) + x = M \quad (3.2)$$

El maximizar la utilidad del consumidor requiere además el cumplimiento de las condiciones de primer orden de la ecuación (3.3):

$$\frac{u_i}{u_x} = P_i \text{ con } i = 1, 2, \dots, n \quad (3.3)$$

La derivada parcial de P con respecto a la característica Z_i , $P_i = \frac{\partial P}{\partial z_i}$, representa el precio hedónico para la característica Z_i . El consumidor está dispuesto a pagar un grupo de características dado su nivel de utilidad restringido por su ingreso M , dando origen a una función de demanda $u = u(Z, M-D)$. Derivando parcialmente con respecto a la característica Z_i e incorporando las condiciones de primer orden, ecuación (3.3), se determina la ecuación (3.4):

$$\frac{\partial D}{\partial z_i} = P_i, \text{ para } i = 1, 2, \dots, n \quad (3.4)$$

La disposición del consumidor a pagar por el atributo Z_i coincide con el precio hedónico de Z . Diseñar el bien Z con una utilidad maximizada para $i = 1, 2, \dots, n$ $D_{z_i} = P_i$ y $P(Z) = D(Z, u, M)$, con $P(Z)$ constituye el precio mínimo por el que el consumidor pagará en el mercado al adquirir Z . En el óptimo de Z , $P(Z)$ es tangente a $D(Z, u, M)$. Por otra parte, el vendedor

maximiza su ganancia π eligiendo un diseño Z y el número de unidades de este producidas con este diseño particular, ecuación (3.5):

$$\text{Max } \pi = P(Z) N - C(Z, N; \beta) \quad (3.5)$$

Con $C(Z, N)$ como el costo total al producir N unidades del diseño de Z , la tecnología para llevar a cabo la producción de estas unidades queda representada por β . El productor maximiza en función de las condiciones de primer orden, ecuación (3.6):

$$P_i = \frac{C_{z_i}}{N} \text{ para } i=1, 2, \dots, n \quad (3.6)$$

El precio hedónico de la característica Z_i será igual al costo total de producir una unidad de esa característica, el precio por diseñar Z será igual al costo de producir una unidad de ese diseño. Rosen (1974) define la función de oferta $O(Z, \pi, \beta)$, representando el precio por unidad que el productor estará dispuesto a aceptar los diversos diseños de Z con una ganancia cuando las cantidades producidas del diseño es óptima.

La maximización de la ganancia π y el diseño óptimo Z se satisface con $\frac{\partial O}{\partial z_i} = P_i$ para $i = 1, 2, \dots, 3, n$ y con $P(Z) = O(Z, \pi, \beta)$, con $P(Z)$ es el máximo precio que se obtiene en el mercado al diseñar Z , con ello $P(Z)$ es tangente a $O(Z, \pi, \beta)$. El equilibrio bajo un enfoque hedónico está caracterizado por una tangencia de las curvas de oferta y demanda.

3.2 Revisión de literatura

Los proyectos inmobiliarios en el sector de la construcción requieren de la disponibilidad de suelo como insumo básico. El suelo contiene una serie de atributos de diversa naturaleza valorados de distinta manera por los consumidores, haciendo casi imposible encontrar dos ubicaciones iguales (Núñez y Schovelin, 2002). Haciendo compleja la valorización del suelo.

La valorización del suelo atraviesa por un proceso de incertidumbre en el tiempo, al respecto

Núñez y Schovelin comentan:

Como el valor del suelo está íntimamente relacionado con el valor que se espera obtener de su uso, el precio del suelo puede variar en función de las expectativas que tengan los consumidores respecto de su uso en un determinado momento del tiempo. Esto explica las variaciones que experimenta el suelo como respuesta a ciertos proyectos de tipo productivo e inmobiliario y también a los vaivenes económicos (p.48)

Por consiguiente, surge la pregunta: ¿qué características particulares son valoradas por los consumidores y los predispone a pagar una determinada cantidad de dinero? La metodología de precios hedónicos permite dar respuesta a esta interrogante.

Para el caso de estudios del mercado de la vivienda aplicando modelos de precios hedónicos, se incluyen una serie de características agrupadas en tres grupos: características estructurales o físicas propias de la vivienda, siendo ejemplo de estas: número de recámaras, tamaño de la vivienda, número de baños, número de pisos o plantas, dimensiones del terreno de la construcción, entre otras. Se pueden incluir vivienda con terraza, con servicio de recolección de desechos, alumbrado público, aire acondicionado, piscina, entre otras.

Un segundo grupo de características ubica a aquellas relacionadas con el vecindario, el entorno social y espacial donde se encuentra localizada la vivienda, estas pueden ser, ingreso promedio en el vecindario, años de escolaridad, tasas de criminalidad, calidad de los centros educativos, cercanía a un hospital, a un parque, a una iglesia, porcentaje de familias con hijos o características raciales, porcentaje de personas hispanas, de color, entre otras.

El tercer grupo de características son una variante de las de localización, entre las que podemos enlistar, ambientales, geográficas o económicas. Estas no se encuentran relacionadas con el vecindario donde está ubicada la vivienda, con frecuencia se utilizan la

distancia a centros de negocios, vista a un lago o a un río, condiciones del tránsito vehicular, la contaminación entre otras (Moreno y Alvarado, 2012).

Melo y Melo (2003) analizan las variables estructurales y de localización que determinan el valor del metro cuadrado de construcción, en propiedades residencial y comercial en la ciudad de Bogotá, Colombia. El planteamiento de los autores consiste en una estimación econométrica considerando como variable dependiente el precio del bien inmueble y como variables independientes las características de este.

Los atributos con mayor impacto en el precio de la construcción fueron aquellas características relativas al inmueble (materiales de la estructura del inmueble, acabados principales, baños, cocinas y sus dimensiones, mobiliario, estado de conservación) y aquellos relacionados por con el uso del suelo.

Moreno (2009) utiliza la metodología de precios hedónicos en el mercado de la vivienda en el Zona Metropolitana de Monterrey. Sus resultados sugieren la preferencia de los compradores a adquirir una vivienda en función de características sociales, por ejemplo, nivel educativo y porcentaje de niños en el vecindario. Características que no son consideradas en trabajos previos.

Del mismo modo, Valdivia (2014) realiza un estudio para viviendas nuevas ubicadas en la Zona Metropolitana del Valle de México. Estimando el precio de las viviendas en conjuntos habitacionales. Se establece que las características significativas en la configuración del precio de la vivienda son del tipo estructural, sin embargo, también las políticas públicas que favorecen el desarrollo de complejos habitacionales en zonas deficientes de accesibilidad afectan de manera negativa el precio de las viviendas.

Un trabajo particularmente importante para esta investigación es el de Aguirre et. al. (2018) donde discuten el impacto en el precio de departamentos nuevos, a través de la distancia a estaciones del metro de la línea 3, en Santiago de Chile, Chile. El análisis incorpora una similitud de precios según la distancia a las estaciones e incluye regresiones multivariadas para calcular un precio hedónico de los inmuebles. Los modelos estimados se aplicaron a una muestra de propiedades ubicadas en las áreas de influencia, configurando impactos diferenciales en estas.

Los resultados indican que las estaciones del metro influyen en el nivel de precios de manera inversamente proporcional con relación a la distancia, es decir, el precio del inmueble aumenta en función a la proximidad a la estación (entre 200 y 300 metros) y decrece en los tramos siguientes. Las estaciones del metro generan concentración y demanda de población de sectores específicos: provocando un alza en el precio del suelo y de las viviendas.

3.3 Estructura de un modelo de precios hedónicos

La metodología de precios hedónicos no tiene un criterio específico de selección de la forma funcional para la función hedónica. Se han aplicado diversas formas funcionales al modelo econométrico para vincular el precio del bien heterogéneo y de sus características, a lo largo del desarrollo de la teoría (Rosen, 1974).

El planteamiento de Melo y Melo (2003) tratado en el apartado anterior, incorpora la forma funcional descrita en la ecuación (3.7):

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t1} + \beta_2 x_{t2} + \dots + \beta_k x_{tk} + \varepsilon_t \text{ con } t = 1, 2, \dots, n \quad (3.7)$$

En la ecuación (3.7) y_t representa el valor del metro cuadrado de la construcción, los x_{ti} representan las variables explicativas, es decir, las características de las construcciones, β_i

representan los parámetros asociados al intercepto y a las variables explicativas ($i = 0, 1, \dots, k$) y el término ε_t representa el error existente entre el valor real del metro cuadrado de la construcción y el valor que se estima a través del modelo.

En su forma matricial, el modelo de la ecuación (3.7) queda expresado en la ecuación (3.8):

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (3.8)$$

Las características que se incluyen en la matriz X pueden variar, en general, la inclusión o exclusión en la ecuación final dependerá del grado de significación que cada una de ellas haya presentado en las pruebas estadísticas preliminarmente realizadas. El vector β representa el vector de ponderaciones para cada característica de la propiedad, explica la variación parcial de Y con respecto a X .

En la presente investigación, además de considerar una serie de características propias de la propiedad (x_i), de acuerdo con la ecuación (3.7), se utilizó la distancia existente entre el centroide de la zona postal a la que pertenecen cada una de las propiedades y la estación del Tren Maya más cercana, capturando el posible efecto en el precio de las propiedades que ésta tendrá.

Para determinar los coeficientes que acompañan a las variables de la ecuación (3.7) es posible utilizar una regresión lineal multivariada. El análisis de regresión lineal estudia la dependencia de una variable (variable dependiente) respecto de una o más variables (variables explicativas), estimando la media o valor promedio poblacional de la primera en términos de valores conocidos o fijos de las segundas (Gujarati y Porter, 2009).

El análisis de regresión lineal es un mecanismo robusto y sencillo de aplicar pero al mismo tiempo, tiene la desventaja de ser lineal. Esa linealidad aplica sólo para los coeficientes estimados β , es decir, la función será lineal en el parámetro si por ejemplo, β_1 aparece elevado a la potencia 1 solamente y no está multiplicado ni dividido por ningún otro parámetro (Gujarati y Porter, 2009). De esta manera, es posible construir diversas y complejas transformaciones sobre las variables (Vega, 2017).

Chin y Chau (2003) sugieren una serie de características de las viviendas que son consideradas de uso común en la estimación de los modelos de precios hedónicos, además del efecto, positivo o negativo, esperado de las mismas sobre el precio de las viviendas. Las variables enlistadas en la Cuadro 3.1 son un referente básico en la aplicación del modelo de precios hedónicos.

Cuadro 3.1
Características básicas utilizadas en la modelación de precios hedónicos

Categoría	Característica	Efecto esperado en el precio de la vivienda
Estructurales	Número de habitaciones	-
	Número de baños	+
	Extensión del terreno en m ²	+
	Garaje	+
	Patio	+
	Sótano	+
	Número de plantas de la vivienda	+
	Diseño, materiales y accesorios	+
	Edad del inmueble	-
	Alberca, gimnasio o cancha de tenis	+
Localización	Distancia al Distrito Central de Negocios	+
	Vista al mar, lagos o ríos	+
	Vista de colinas, valles, campo de golf	+
	Vista obstruida	-
Vecindario	Ingreso de los residentes	+
	Proximidad a escuelas	+
	Proximidad a hospitales	¿?
	Proximidad a iglesias o templos	+
	Tasa de criminalidad	-
	Proximidad a centros comerciales	¿?
	Calidad ambiental	+
	Proximidad a un bosque	¿?
Jardines	+	

(+) Impacto positivo sobre el precio de la vivienda, (-) impacto negativo sobre el precio de la vivienda, (¿?) se desconoce el impacto sobre el precio de la vivienda. **Fuente:** Elaboración propia con base en Chin y Chau (2003).

3.4 Fuentes de información y datos

Para la aplicación de la metodología de precios hedónicos en este capítulo, se eligió al Estado de Quintana Roo, donde se prevé que exista un mayor incremento del precio de las propiedades de acuerdo con las estimaciones realizadas por el sitio web, Propiedades.com, previamente revisado en el capítulo 2.

Los datos utilizados son del tipo transversal, corresponden a características de viviendas (casas y departamentos) ubicados en los municipios de Bacalar, Felipe Carrillo Puerto, Benito Juárez, Cozumel, Othón de P. Blanco y Solidaridad. En estos municipios el proyecto del Tren Maya tiene contemplado al menos una estación en su ruta.

Debido a que el acceso a los sistemas de catastro en el estado de Quintana Roo es limitado, se consultaron datos comerciales de las propiedades. El precio, características estructurales y ubicación de las propiedades se obtuvieron a partir de una consulta en sitios web de propiedades en venta, durante los meses de febrero y marzo del año 2020. Para la muestra de datos se contempló sólo aquellas propiedades cuyo anuncio contara con la información completa de acuerdo con las características estructurales contempladas en el Cuadro 3.2.

Una importante limitación de la recopilación de la información de las propiedades es la ubicación, que en algunos de los anuncios es imprecisa, complicando su georreferencia para un análisis posterior. Por ello se consideró el uso del Catálogo Nacional de Códigos Postales, elaborado por el Servicio Postal Mexicano, ubicando cada propiedad en una zona postal de acuerdo con lo anunciado en el sitio web.

Las distancias euclidianas en kilómetros a cada amenidad del conjunto “características del vecindario” del Cuadro 3.2, se obtuvieron a través del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) de INEGI y con ayuda del software Qgis al trazar el centroide del polígono que conforma la zona postal a la que pertenece cada propiedad y la ubicación georreferenciada de la amenidad proporcionada por DENUE.

Cuadro 3.2
Variables de interés

Acrónimo	Variable
Características estructurales de la vivienda	
P	Precio de la vivienda en pesos corrientes del año 2020
NR	Número de recámaras en la vivienda
NB	Número de baños en la recámara
NE	Número de cajones o espacios de estacionamiento
NP	Número de plantas o niveles en la vivienda
MC	Metros cuadrados construidos de la vivienda
MT	Metros cuadrados de terreno ocupados por la vivienda
CA_P	Categoría del tipo de propiedad: 0 = Departamento y 2 = Casa habitación
Características del vecindario	
DIS_H	Distancia en km al hospital más cercano al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_C	Distancia en km a la clínica más cercana al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_ESC	Distancia en km a la escuela más cercana al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_SUP	Distancia en km al supermercado más cercano al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_MIN	Distancia en km al minisúper más cercano al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_CI	Distancia en km al cine más cercano al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_MU	Distancia en km al museo más cercano al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_SH	Distancia en km al sitio histórico más cercano al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_GPPC	Distancia en km a grutas, parques naturales y otros sitios del patrimonio cultural más cercanos al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_PA	Distancia en km al parque acuático más cercano al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_PT	Distancia en km al parque temático más cercano al centroide de la zona postal de la propiedad
DIS_TM	Distancia en km a la estación del Tren Maya más cercana al centroide de la zona postal de la propiedad
DEJ*	Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Ejido, 0 = Caso contrario
DFR*	Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Fraccionamiento, 0 = Caso contrario
DPU*	Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Pueblo, 0 = Caso contrario
DPO*	Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Puerto, 0 = Caso contrario
DRA*	Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Ranchería, 0 = Caso contrario
DRE*	Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Residencial, 0 = Caso contrario
DUH*	Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Unidad habitacional, 0 = Caso contrario
DZC*	Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Zona comercial, 0 = Caso contrario
Variables de localización	
ANALF	Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más en el municipio, de acuerdo con datos de CONAPO en 2015.
OVSD	Porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario en el municipio, de acuerdo con datos de CONAPO en 2015
OVSEE	Porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica en el municipio, de acuerdo con datos de CONAPO en 2015
OVSAE	Porcentaje de viviendas sin agua entubada en el municipio, de acuerdo con datos de CONAPO en 2015
PO2SM	Porcentaje de población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos en el municipio, de acuerdo con datos de CONAPO en 2015

*El tipo de asentamiento está determinado por Catálogo Nacional de Códigos Postales. Para la construcción de las variables dicótomas, se consideró la categoría “Colonia” como categoría base por ser un referente de fácil acceso a las amenidades.

Fuente: elaboración propia.

En el Cuadro 3.3 se presentan los estadísticos descriptivos básicos de la base de datos la cual cuenta con un total de 160 observaciones; 74% de las observaciones corresponden a la categoría casa habitación mientras que el 26% restante corresponden a la categoría de departamento. De acuerdo con estos estadísticos, la propiedad media de la muestra tiene un precio de \$ 3 629 551 , con 194 metros cuadrados construidos y un terreno de terreno 244 metros cuadrados. Cuenta con 1 cajón o espacio para estacionamiento y es de un nivel.

Cuadro 3.3
Estadística descriptiva

Variable	Media	Mediana	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
P	3,629,551.25	2,900,000.00	16,150,000.00	249,000.00	2,789,121.09
NR	2.88	3.00	6.00	1.00	1.00
NB	2.52	2.00	6.00	1.00	1.12
MC	194.49	169.00	750.00	30.00	128.01
MT	244.18	163.00	1,625.00	30.00	254.74
NE	1.59	1.00	6.00	1.00	0.77
NP	1.68	2.00	3.00	1.00	0.56
DIS_H	4.25	1.02	57.17	0.22	10.97
DIS_C	3.59	1.04	56.17	0.18	10.30
DIS_ESC	2.55	0.24	55.90	0.04	9.65
DIS_SUP	6.23	0.72	73.75	0.07	14.67
DIS_MIN	0.05	0.34	44.57	0.05	12.95
DIS_CI	14.67	2.23	121.07	0.31	31.28
DIS_MU	6.13	3.03	61.34	0.03	12.06
DIS_SH	77.21	49.06	208.48	7.91	73.61
DIS_GPPC	59.40	5.80	210.27	0.47	84.55
DIS_PA	5.36	2.57	61.57	0.20	11.35
DIS_PT	12.48	2.20	119.98	0.03	25.98
DIS_TM	13.89	11.45	63.83	0.55	12.13
ANALF	4.66	2.35	12.98	2.22	3.94
OVSD	2.07	0.41	20.08	0.18	5.00
OVSEE	1.08	0.86	3.21	0.25	0.77
OVSAE	2.44	2.21	3.27	1.22	0.68
PO2SM	32.70	23.31	63.33	18.85	15.35

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la Figura 3.1, las propiedades de la muestra se ubican en mayor medida en asentamientos pertenecientes al municipio de Benito Juárez, ocupando el 31% del total de observaciones contempladas, seguido por el 23% de las propiedades en el municipio de

Solidaridad. Por su parte, el municipio de Felipe Carrillo Puerto concentra el 7% de las propiedades de la muestra.

Por otra parte, las propiedades consideradas en la muestra se encuentran concentradas en asentamiento del tipo Colonia en un 54%. Con una menor participación de propiedades en asentamientos del tipo Pueblo, Puerto, Ranchería, Unidad habitacional y Zona comercial, con porcentajes inferiores al 4%, de acuerdo con la Figura 3.2.

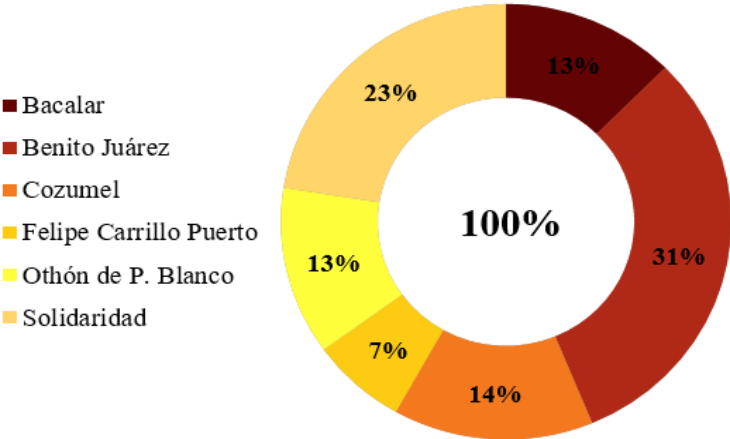


Figura 3.1. Distribución porcentual de las propiedades de la muestra en los municipios. Fuente: Elaboración propia.

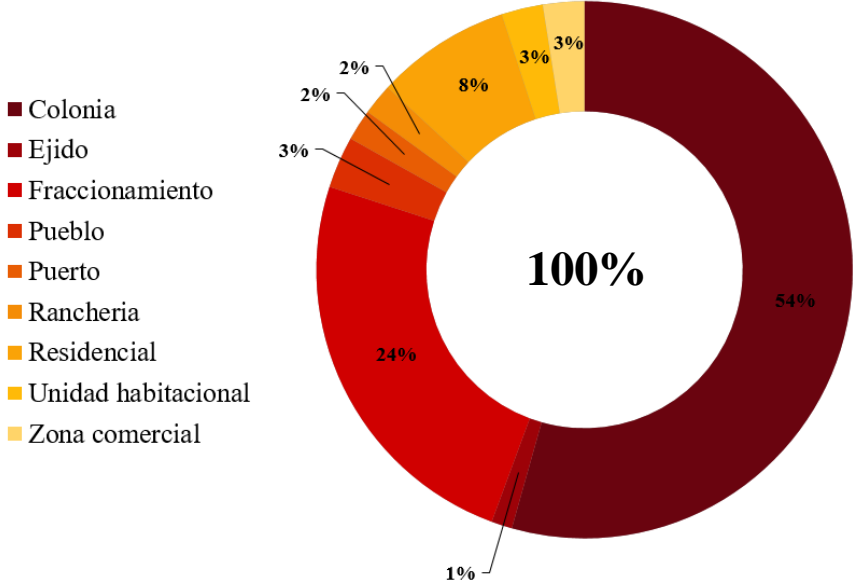


Figura 3.2. Distribución porcentual de las propiedades de la muestra de acuerdo con el tipo de asentamiento. Fuente: Elaboración propia.

3.5 Forma funcional del modelo

Los modelos de precios hedónicos no contemplan una forma funcional específica, con regularidad se emplean estructuras lineales, log – lineal y log – log. La elección dependerá de la etapa empírica del modelo, es decir, una elección con el mejor ajuste a la muestra de datos (Moreno y Alvarado, 2011).

Tras un proceso iterativo de modelación, se llegó a la selección de un modelo log – lineal debido a que este arroja un mayor número de variables significativas, incluida aquella que incorpora la distancia a la estación del Tren Maya más cercana. El modelo resultante es descrito por la ecuación 3.9:

$$\begin{aligned} \ln(P) = & \beta_0 + \beta_1NR + \beta_2NB + \beta_3MC + \beta_4MT + \beta_5NE + \beta_6NP + \beta_7CA_P \\ & + \beta_8DIS_C + \beta_9DIS_H + \beta_{10}DIS_ESC + \beta_{11}DIS_SUP \\ & + \beta_{12}DIS_MIN + \beta_{13}DIS_CI + \beta_{14}DIS_MU + \beta_{15}DIS_SH \\ & + \beta_{16}DIS_GPPC + \beta_{17}DIS_PA + \beta_{18}DIS_PT + \beta_{19}DIS_TM \\ & + \beta_{20}ANALF + \beta_{21}OVSD E + \beta_{22}OVSEE + \beta_{23}OVSAE \\ & + \beta_{24}PO2SM + \beta_{25}DEJ + \beta_{26}DFR + \beta_{27}DPU + \beta_{28}DPO \\ & + \beta_{29}DRA + \beta_{30}DRE + \beta_{31}DUH + \beta_{32}DZC + u_i \end{aligned} \quad (3.9)$$

3.6 Resultados

El Cuadro 3.4 contiene los resultados obtenidos una vez realizada la estimación de acuerdo con la ecuación (3.9) mediante el *software R studio*. Se presentan los resultados concernientes a las variables que resultaron estadísticamente significativas, dado que las pruebas t brindan probabilidades que permiten rechazar la hipótesis nula a un determinado nivel de significancia (Feregrino, 2016).

Por otra parte, el coeficiente de determinación (R^2) y su variante ajustada (R^2 ajustada), muestran que la variación total del precio de las propiedades en venta es explicada en cerca del 40% por la variación de las variables consideradas en el modelo, teniendo un ajuste lineal bajo entre las variables. Con un estadístico F de 5.89 y un p-valor de prácticamente cero, se rechaza la hipótesis nula de que las variables sean simultáneamente nulas.

Cuadro 3.4
Resultados de la estimación

	R^2	R^2 ajustada	Estadístico F	p-valor
	0.4952	0.368	5.894	0.0000000234
Variable	Coeficiente	Error estándar	Pr (> t)	
Constante o intercepto	52.9630	15.53	0.000867***	
Características estructurales de la vivienda				
Número de baños (NB)	0.1893	0.06959	0.007439**	
Metros cuadrados construidos (MC)	0.0027	0.00069	0.000191***	
Características del vecindario				
Distancia al hospital más cercano (DIS_H)	-0.1710	0.04862	0.000606***	
Distancia a la clínica más cercana (DIS_C)	0.1579	0.06178	0.011752*	
Distancia al sitio histórico más cercano (DIS_SH)	-0.0664	0.0282	0.019987*	
Distancia a grutas, parques naturales y otros sitios del patrimonio cultural más cercanos (DIS_GPPC)	0.0908	0.03798	0.018282*	
Distancia a la estación del Tren Maya más cercana (DIS_TM)	-0.0441	0.02162	0.043267*	
Variables de localización				
Porcentaje de población analfabeta en el municipio de 15 años o más, en el municipio (ANALF)	8.3428	3.731	0.027096*	
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario en el municipio (OVSDE)	1.879	0.0822	0.023932*	
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica (OVSEE)	-24.3753	10.77	0.025283*	
Porcentaje de población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos (PO2SM)	-1.6570	0.7724	0.033842*	
Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Residencial, 0 = Caso contrario (DRE)	0.5210	0.2043	0.011948*	

*Significativo al 90%, **Significativa al 95%, ***Significativa al 99%

Fuente: Elaboración propia.

Al modelo se le aplicó la prueba de Breusch – Pagan para detectar heteroscedasticidad, de acuerdo con el Cuadro 3.5, con un p-valor < 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) de presencia de homocedasticidad y se acepta la hipótesis alternativa (H_a), el modelo presenta problemas de heteroscedasticidad, es decir, la varianza de los errores aleatorios no es

constante, quebrantando uno de los supuestos del modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

Cuadro 3.5

Resultados de la Prueba Breusch – Pagan

BP = 50.223	Df = 32	p – valor = 0.02121
-------------	---------	---------------------

Fuente: Elaboración propia

Dados los supuestos del modelo de regresión, los estimadores de mínimos cuadrados adquieren propiedades que se resumen en el teorema de Gauss-Markov, el cual plantea que dentro de la clase de estimadores lineales insesgados, los de mínimos cuadrados tienen una varianza mínima: son estimadores linealmente insesgados (MELI) (Gujarati y Porter, 2009). En presencia de heteroscedasticidad, los estimadores dejarán de ser MELI.

Son dos las posibilidades que evitan los supuestos restrictivos del modelo MCO; una estimación robusta basado en el resultado de White (1980) y la propuesta por Kelejian y Prucha (2007), derivación en contra de la heteroscedasticidad y la autocorrelación a la que se conoce como HAC (*heteroscedasticity and autocorrelación consistente*). Ambas metodologías incorporar estimaciones donde la varianza-covarianza de los estimadores de MCO, no siguen la estructura de la ecuación (3.10) sino la de la ecuación (3.11):

$$Var[\hat{\beta}] = \sigma^2 [X'X]^{-1} \tag{3.10}$$

$$E[uu'] = \Sigma \tag{3.11}$$

Donde $\Sigma \neq \sigma^2 I$, así la varianza de los estimadores de MCO está determinada por la ecuación (3.12):

$$Var[\hat{\beta}] = [X'X]^{-1} [X'\Sigma X] [X'X]^{-1} \tag{3.12}$$

Para Kelejian y Prucha (2007) frente a la heteroscedasticidad como autocorrelación espacial de forma desconocida, se debe de partir por construir un estimador $V = X'\Sigma X$, éste se obtiene con el uso de un estimador kernel para los términos de covarianza. De forma tal que el estimador resultante queda definido por la ecuación (3.13):

$$\hat{V} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_i \sum_j x_i x_j' e_i e_j K\left(\frac{d_{ij}}{d}\right) \quad (3.13)$$

Donde x_i es un vector columna con i observaciones y $k()$ es una función kernel con un ancho de banda de d . El coeficiente resultante de la matriz de varianza es entonces estimado con la ecuación (3.14):

$$\widehat{Var} [\hat{\beta}] = n[X'X]^{-1} \hat{V} [X'X]^{-1} \quad (3.14)$$

El ancho de banda para la función del núcleo es una función del tamaño de la muestra. La implementación de Kelejian y Prucha (2007) emplea el criterio de k vecino más cercano con un ancho de banda variable, haciendo que cada observación tenga k vecinos incluidos en la función del núcleo.

Una vez afrontado el problema de heteroscedasticidad en el modelo a través de la estimación con HAC, el Cuadro 3.6 presenta los resultados de esta metodología. Se observa que en la mayor parte de los estimadores se mejora el nivel de significancia derivado de una mejora en la estimación del error estándar de éstos. Además, la variable dicótoma *DPU* (1 = propiedad en asentamiento Pueblo, 0 = Caso contrario) resulta ahora significativa, incluyendo en la ecuación final del modelo.

Cuadro 3.6

Resultados de la estimación a través de HAC

Variable	Coeficiente	Error estándar	Pr (> t)
Constante o intercepto	52.96	13.41	0.0001301***
Características estructurales de la vivienda			
Número de baños (NB)	0.18929	0.05248	0.0004441***
Metros cuadrados construidos (MC)	0.002689	0.0009692	0.0063599**
Características del vecindario			
Distancia al hospital más cercano (DIS_H)	-0.17101	0.094539	0.0002515***
Distancia a la clínica más cercana (DIS_C)	0.15794	0.05627	0.0057967**
Distancia al sitio histórico más cercano (DIS_SH)	-0.066449	0.20644	0.019987**
Distancia a grutas, parques naturales y otros sitios del patrimonio cultural más cercanos (DIS_GPPC)	0.090807	0.03242	0.018282**
Distancia a la estación del Tren Maya más cercana (DIS_TM)	-0.044130	0.016649	0.0090583**
Variables de localización			
Porcentaje de población analfabeta de 15 años o más, en el municipio (ANALF)	8.3428	3.2586	0.0116310*
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin drenaje ni servicio sanitario en el municipio (OVSDE)	1.8788	0.71166	0.0093308**
Porcentaje de ocupantes en viviendas sin energía eléctrica (OVSEE)	-0.24375	9.3243	0.0100254*
Porcentaje de población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos (PO2SM)	-1.6570	0.67918	0.0160804*
Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Pueblo, 0 = Caso contrario (DPU)	0.90681	0.31535	0.0047303**
Variable dicótoma: 1 = propiedad en asentamiento Residencial, 0 = Caso contrario (DRE)	0.52097	0.17048	0.0027352**

*Significativo al 90%, **Significativa al 95%, ***Significativa al 99%

Fuente: Elaboración propia.

Al igual que lo sugerido por Chin y Chau (2003) presentado en la Cuadro 3.1, los resultados muestran que el efecto sobre el precio de la vivienda esperado por el número de baños (NB) es positivo, al igual que los metros construidos de la propiedad (MC). Con respecto a variables de vecindario, los resultados del Cuadro 3.6, permiten resolver la interrogante en lo sugerido por propuesta de Chin y Chau (2003), al sugerir que la distancia a un hospital (DIS_H) tiene un efecto negativo sobre el precio de la propiedad, es decir, este será menor a mayor distancia de esa amenidad.

Al considerar la región de estudio relevante en materia de turismo, los resultados sugieren que la distancia a grutas, parques naturales y otros sitios del patrimonio cultural (DIS_GPPC) tienen un efecto mayor sobre el precio de las propiedades, con un signo positivo y un

coeficiente mayor al compararlo, por ejemplo, con el efecto que tiene la distancia a sitios históricos (*DIS_SH*).

Una pieza fundamental para la presente investigación es el efecto que tendrá la distancia a la estación más cercana del Tren Maya (*DIS_TM*) sobre el precio de las propiedades, si bien el proyecto aún no se ha concretado, los resultados obtenidos sobre esta variable son significativos, a pesar de no existir la estación. El signo (efecto) es similar a los resultados obtenidos por Aguirre et. al. (2019), las estaciones de un sistema de transporte masivo influyen en el nivel de precios de manera proporcional con relación a la distancia.

De acuerdo con los resultados del Cuadro 3.6, el porcentaje de población analfabeta en el municipio (*ANALF*) es el más significativo con respecto a las variables de localización, teniendo el coeficiente más elevado en comparación con las otras variables. Propiedades en asentamientos del tipo pueblo (*DPU*) tienen un precio más elevado en comparación con las del tipo residencial (*DRE*).

Considerando que el modelo estimado es semilog, es decir, sólo una variable, la regresada se encuentra en forma logarítmica, el coeficiente de la pendiente mide el cambio proporcional constante o relativo en la variable independiente, el precio de las propiedades (*P*), para un cambio absoluto en el valor de las variables independientes (x_i). De la siguiente manera:

$$\beta_2 = \frac{\text{cambio relativo en la variable independiente o regresada}}{\text{cambio absoluto en la variable (s) dependiente o regresora (s)}} \quad (3.15)$$

Al multiplicar el cambio relativo de *P* por 100, la ecuación (3.15) nos dará el cambio porcentual, o tasa de crecimiento, en *P* ocasionada por un cambio absoluto en las variables independientes. El producto de 100 por β_2 da como resultado la tasa de crecimiento en *P*, a

este producto en la bibliografía se le conoce como la semieslasticidad de Y con respecto a X (Gujerati y Porter, 2009).

La ecuación (3.16) resulta de incorporar los resultados estimados del Cuadro 3.6, configurando la ecuación final del modelo estimado:

$$\begin{aligned} \ln(P) = & 52.96 + 0.1892 NB + 0.0026 MC - 0.1710 DIS_H + 0.1579 DIS_C \\ & - 0.0066 DIS_SH + 0.0908 DIS_GPPC - 0.0441 DIST_TM \\ & + 8.3428 ANALF + 1.8788 OVSDE - 0.2437 OVSEE \\ & - 1.6570 PO2SM + 0.9068 DPU + 0.5209 DRE \end{aligned} \quad (3.16)$$

De acuerdo con la ecuación (3.16), el precio de las propiedades se incrementará en un 18% por cada baño adicional que se agregue a la propiedad, mientras que tendrá un incremento del 0.26% por cada metro cuadrado de construcción adicional. Se tendrá una disminución del 17% en el precio de las propiedades por cada kilómetro que éstas se alejen de un hospital, pero la cercanía a una clínica de salud incrementará en un 15% el precio de la propiedad por kilómetro.

El incremento en el precio de las propiedades cercanas a grutas, parques naturales y otros sitios del patrimonio cultural será del 9% y se tendrá una reducción del 6% por cada kilómetro distante a sitios históricos. Además, la ecuación (3.16) sugiere una disminución del 4.41% por cada kilómetro que las propiedades se alejen a la estación del Tren Maya más cercana.

Propiedades ubicadas en municipios con mayor población analfabeta, tendrán un precio más elevado. Aquellas propiedades que tengan servicios públicos básicos verán incrementado su precio. Por último, las propiedades que se encuentren en un asentamiento del tipo pueblo (DPU) tendrán un aumento en el precio del 90% y las propiedades en asentamiento del tipo

residencial (DRE) del 52%, en comparación con aquellas propiedades en asentamientos del tipo colonia.

Considerando que el proyecto del Tren Maya al momento de elaborar la presente investigación se encuentra en proceso de licitación y construcción, la información es limitada: medir las plusvalías del suelo generadas por este de manera precisa en los municipios donde se encontrará emplazado es tarea difícil. Sin embargo, el modelo de precio hedónico descrito en la ecuación (3.16) nos permite aislar el efecto que tendrá la distancia existente entre la estación del Tren Maya (distancia aproximada) y las propiedades (zonas postales).

El introducir los valores de las medianas de cada una de las variables que resultaron significativas en el modelo descrito en la ecuación (3.16), nos permite la construcción de la Figura 3.3. Si bien los precios de las viviendas son pequeños, se observa como a medida que aumenta la distancia a la estación del Tren Maya más cercana se incrementa el precio de la propiedad.

Además, se observa que las propiedades en asentamientos del tipo Pueblo tienen un precio mayor si lo comparamos con aquellas propiedades en asentamientos del tipo Residencial o Colonia. Se infiere que propiedades en asentamientos del tipo Pueblo al contar con un mayor número de características estructurales (número de recámaras, baños, lugares de estacionamiento, metros cuadrados construidos, entre otras) y al estar más cerca de amenidades (hospitales, clínicas, escuelas, entre otras), ven incrementado su precio.

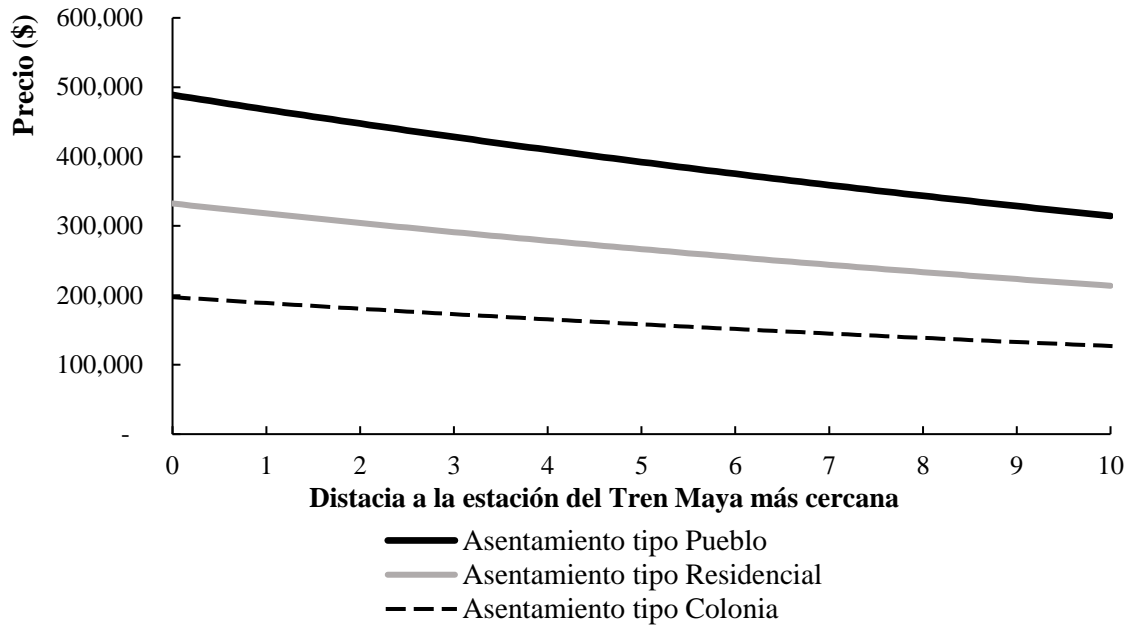


Figura 3.3. Relación entre el precio de la propiedad y la distancia a la estación del Tren Maya, de acuerdo con la estimación. Fuente: Elaboración propia.

Reiterando la ecuación (3.16) sigue la estructura de un modelo log – lin, la pendiente de la recta en Figura 3.3 representa el cambio en el valor de las propiedades, del 4.41%, porcentaje que permite tener una aproximación de la magnitud del aumento en el precio de las propiedades debido tan sólo a la cercanía por kilómetro la ubicación de las estaciones del Tren Maya.

Un aspecto importante es que la recta de la Figura 3.3 es similar a la obtenida por Zamorano (2018) donde la influencia de un sistema de transporte masivo, Metrobús, tiene una influencia en el precio de las propiedades debido a una mejora en la accesibilidad. Del mismo modo, es similar a los resultados obtenidos por Aguirre et. al. (2018) donde existen diferenciales de precio en las propiedades de manera inversa a la proximidad a estaciones del metro.

Para tener un cálculo aproximado del monto del incremento en el precio de las propiedades debido a la cercanía con las estaciones del Tren Maya, se eligió la estación Playa del Carmen. Se trazaron círculos concéntricos a cada kilómetro de distancia, tomando como centro la

estación. A través del Inventario Nacional de Viviendas 2016 de INEGI, se obtuvieron el número de manzanas, con ayuda *software Qgis* se trazaron los centroides de cada manzana y se contabilizaron el número de viviendas totales que se encontraban al interior de cada región formada por los círculos concéntricos, Figura 3.4.

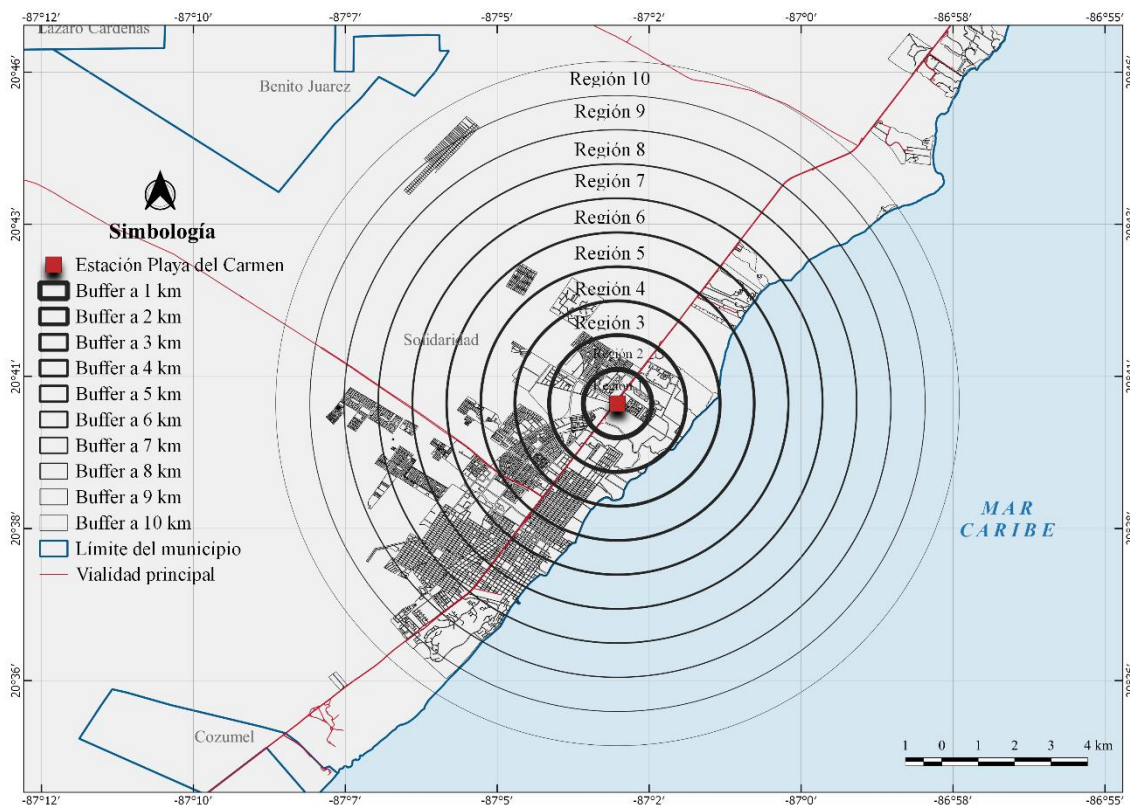


Figura 3.4. Aproximación de la medición de plusvalías en la estación Playa del Carmen, Quintana Roo. Fuente: Elaboración propia.

El Cuadro 3.7 contiene el total de viviendas aproximado de cada región de la Figura 3.4, y el diferencial de precio entre cada kilómetro estimado considerando la incorporación de variables dummy, es decir, considerando el supuesto de que todas las propiedades pertenecen a un asentamiento del tipo Pueblo, Residencial o Colonia.

Cuadro 3.7

Total de viviendas y diferenciales de precio por kilómetro en la estación Playa del Carmen				
Región	Total de viviendas	Diferenciales de precio		
		Asentamiento tipo Pueblo	Asentamiento tipo Residencial	Asentamiento tipo Colonia
Región 1	1465	\$ 21,108	\$ 14,351	\$ 8,524
Región 2	7671	\$ 20,197	\$ 13,732	\$ 8,156
Región 3	10541	\$ 19,325	\$ 13,139	\$ 7,804
Región 4	13564	\$ 18,491	\$ 12,572	\$ 7,467
Región 5	8744	\$ 17,692	\$ 12,029	\$ 7,144
Región 6	6174	\$ 16,929	\$ 11,510	\$ 6,836
Región 7	15499	\$ 16,198	\$ 11,013	\$ 6,541
Región 8	8988	\$ 15,499	\$ 10,537	\$ 6,259
Región 9	1787	\$ 14,829	\$ 10,082	\$ 5,988
Región 10	268	\$ 14,189	\$ 9,647	\$ 5,730

Fuente: Elaboración propia

Al multiplicar el número total de viviendas del Cuadro 3.7 para cada región por los diferenciales de precio por kilómetro, se obtiene un aproximado del monto del incremento en el precio de las propiedades, Cuadro 3.8.

Cuadro 3.8

Monto aproximado del incremento en el precio de las propiedades			
Región	Asentamiento tipo Pueblo	Asentamiento tipo Residencial	Asentamiento tipo Colonia
Región 1	\$ 30,923,325	\$ 21,024,364	\$ 12,487,283
Región 2	\$ 154,929,905	\$ 105,334,815	\$ 62,562,921
Región 3	\$ 203,704,112	\$ 138,495,760	\$ 82,258,647
Región 4	\$ 250,807,474	\$ 170,520,719	\$ 101,279,661
Región 5	\$ 154,702,579	\$ 105,180,259	\$ 62,471,124
Región 6	\$ 104,517,434	\$ 71,060,036	\$ 42,205,641
Región 7	\$ 251,050,160	\$ 170,685,718	\$ 101,377,661
Región 8	\$ 139,301,117	\$ 94,709,006	\$ 56,251,792
Región 9	\$ 26,500,300	\$ 18,017,207	\$ 10,701,202
Región 10	\$ 3,802,732	\$ 2,585,428	\$ 1,535,598
Total	\$ 1,320,239,140	\$ 897,613,313	\$ 533,131,530

Fuente: Elaboración propia.

Al revisar la Ley de ingresos del estado de Quintana Roo para el ejercicio fiscal 2020, el monto de ingresos provenientes del concepto de Impuestos es de \$ 4 932 312 657 millones. Bajo el supuesto de una recuperación total de las plusvalías generadas, esta recuperación

representa el 27% con asentamientos tipo Pueblo, 18% con asentamientos tipo Residencial y el 11% con asentamientos tipo Colonia.

Al consultar el decreto 016 que aprueba el presupuesto de egresos del gobierno de Quintana Roo, para el ejercicio fiscal 2020, de acuerdo con el Cuadro 3.9, el porcentaje que ocupa el monto de destinado algunas dependencias en materia de urbanismo con respecto al total de plusvalías va del 1 a cerca del 20%. Estos porcentajes son mínimos, sin embargo, es importante considerar que se trata sólo de una estación.

Cuadro 3.9

Porcentaje de participación del presupuesto en el total de plusvalías

Dependencia	Monto	Asentamiento tipo Pueblo	Asentamiento tipo Residencial	Asentamiento tipo Colonia
Secretaria de obras públicas	\$ 101,660,531	8 %	11 %	19 %
Secretaria de Desarrollo Territorial Urbano Sustentable	\$ 87,467,872	7 %	10 %	16 %
Instituto de Movilidad del Estado de Quintana Roo	\$ 14,668,275	1 %	2 %	3 %

Fuente: Elaboración propia

3.7 Definiendo un instrumento de captura de plusvalías en el Sureste mexicano

La recuperación de plusvalías del suelo en México es un tema en el que se ha profundizado mínimamente por la administración pública, como se pudo revisar en el capítulo 1, son pocas las entidades federativas donde un impuesto a la plusvalía es aplicado en simultaneo con la recaudación tradicional. Sin embargo, se cuenta con un importante marco legal que permite la recuperación de éstas.

El diseño de un instrumento de plusvalías que pueda ser aplicado en un proyecto como lo es el Tren Maya, requiere por parte de la administración pública, el conocimiento sistemático del origen, los diversos instrumentos, condiciones para una recuperación y las ventajas que trae para la administración y las comunidades, la recuperación de plusvalías.

Smolka (2013) considera una serie de recomendaciones que giran en torno a tres vertientes: a) aprender de las diversas experiencias en la implementación de políticas e instrumentos para la recuperación de plusvalías; b) incrementar el conocimiento de la complejidad sobre la recuperación de plusvalías y c) promover una mejor comprensión entre funcionarios públicos y los ciudadanos en materia de la recuperación de plusvalías, en beneficio de la comunidad. Estos puntos se explican brevemente a continuación.

La experiencia en la implementación de políticas e instrumentos para la recuperación de plusvalías, Smolka (2013) considera algunos puntos clave a cumplir:

- Los cambios de un sistema regulatorio tradicional a otro que implique la recuperación de plusvalías deberán ajustarse a las condiciones reales del mercado inmobiliario existente;
- Hay que reconocer la dinámica de ensayo y error como parte del proceso en el que un instrumento de recuperación de plusvalías se refina y se institucionaliza (como cualquier otro instrumento de política): haciendo que no exista un modelo único para todos los casos;
- Tener como prioridad el control público de los derechos de construcción y de los usos del suelo como parte de una estrategia de recuperación de plusvalías, más allá de concentrarse sólo en la propiedad pública del suelo.

- Mantener la información catastral actualizada que permita la generación de información necesaria para medir el impacto y la distribución equitativa de cambios en los valores del suelo;
- Darle continuidad administrativa en el tiempo a la implementación de las políticas de recuperación de plusvalías, sobre todo a gran escala, creando un ambiente más estable compatible con la madurez de los impactos en el tiempo;
- Fomentar la negociación entre agentes públicos y promotores privados que se benefician de obras públicas específicas, de una manera directa.

Por otra parte, documentar y comunicar la evidencia empírica de la implementación de las experiencias en materia de políticas de recuperación de plusvalías, es esencial para superar el desfase entre la teoría y la práctica, modificando el comportamiento de funcionarios públicos, propietarios de bienes inmuebles y de la comunidad en su conjunto. Esto permite que el debate sobre recuperación de plusvalías pase de la retórica de la justicia social a un contexto técnico práctico apoyado en la evidencia: la captura de plusvalía se puede hacer, se ha hecho.

Para que los propietarios del suelo tengan una mayor comprensión y participación en la recuperación de plusvalías, se necesita reconocer que esta no sólo tiene el potencial de generar ingresos, sino que funge como un instrumento para mitigar imperfecciones del mercado del suelo y facilita la planificación y el desarrollo urbano, no sólo localmente sino también a gran escala, a través de la inversión en infraestructura y servicios urbanos (Smolka, 2013).

Resumen del capítulo

Frente a las limitaciones que implica el estado actual del proyecto del Tren Maya, el contenido de este capítulo gira en torno a la aproximación del incremento en el precio de las propiedades cercanas a las estaciones del proyecto (plusvalías), a través de la metodología de precios hedónicos aplicada al mercado inmobiliario en algunos de los municipios del estado de Quintana Roo.

A continuación se contemplan algunas ideas principales que arroja la elaboración de este capítulo:

- Analizar el impacto de un proyecto de manera *ex post* es una tarea compleja, en la medida en que es difícil aislar su efecto particular de el de otros proyectos. De manera *ex ante* es aún más difícil, pues el proyecto aún no está desarrollado;
- Un modelo econométrico hedónico permite aislar cada efecto de los atributos de una propiedad en el precio final de esta;
- Para Lancaster (1966) son las características de los bienes y no estos los que producen la utilidad en el consumidor, los bienes poseen más de una característica y estas pueden ser compartidas por otros bienes y los bienes combinados poseen características que de manera separada no;
- Rosen (1974) estructura de manera formal la teoría de precios hedónicos como un proceso de equilibrio. Define a los precios hedónicos como aquellos implícitos de los atributos y se revelan a los agentes económicos a partir de los precios observados de los productos diferenciados y las cantidades específicas de las características asociados a los bienes;

- El suelo contiene una serie de atributos de diversa naturaleza que se valoran de distinta manera por los consumidores, es casi imposible encontrar dos ubicaciones iguales: haciendo compleja la valorización del suelo. Esta valorización atraviesa por un proceso de incertidumbre en el tiempo, está íntimamente relacionado con el valor que se espera obtener de su uso en un determinado momento.
- Los modelos de precios hedónicos permiten dar respuesta a la pregunta: ¿qué características particulares son valoradas por los consumidores y los predispone a pagar una determinada cantidad de dinero?;
- La aplicación de la metodología de precios hedónicos al mercado de la vivienda permite la incorporación de múltiples variables relacionadas con esta: características estructurales (número de recámaras, número de baños, metros construidos, entre otras), características del vecindario (distancia a escuelas, hospitales, parques, plazas, índice de criminalidad, entre otras) y las de localización (ambientales, geográficas, económicas);
- Una regresión hedónica implica considerar como variable independiente el precio de la vivienda o el precio por metro cuadrado y como variables independientes una serie de características relativas a la vivienda. Estas regresiones pueden ser resueltas mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO);
- Trabajos previos en materia de sistemas de transporte masivo y precios de la vivienda, sugieren la relación inversa entre el precio de éstas y la proximidad a las estaciones de los sistemas de transporte, es decir, mayor precio a menor distancia: derivando en zonas diferenciadas de precios;

- Una limitante en la información de propiedades que se utilizan en la metodología de precios hedónicos es su ubicación precisa, ubicación que debe de estar debidamente georreferenciada para un análisis más amplio;
- Los resultados obtenidos a través de la estimación realizada sugieren una relación inversa entre el precio de las propiedades y la distancia a las estaciones del Tren Maya a pesar de que éstas no estén construidas y que la ubicación considerada para la estimación es aproximada. Resultados que son importantes pues son similares trabajos previos;
- Para definir un instrumento que permita la recuperación de plusvalías del suelo generadas por el Tren Maya en Sureste mexicano, es necesario por parte de la administración pública: a) la debida documentación de experiencias previas en materia de recuperación de plusvalías, b) incrementar el conocimiento sobre la complejidad de la recuperación de plusvalías y c) promover la comprensión entre los participantes de la recuperación de plusvalías para beneficio de las comunidades;
- Documentar y comunicar la evidencia empírica en materia de recuperación de plusvalías es pieza fundamental para superar el desfase teoría práctica: modificando el comportamiento de funcionarios públicos, propietarios de bienes inmuebles y de la comunidad en su conjunto. Esto permite que el debate sobre recuperación de plusvalías pase de la retórica de la justicia social a un contexto técnico práctico.

Conclusiones

Las plusvalías del suelo son definidas como el aumento en el valor de las propiedades debidas a acciones ajenas a los propietarios. Estas encuentran su origen en tres principales fuentes: las inversiones en infraestructura realizadas por el Estado, regulaciones que el Estado establece con respecto al uso del suelo y las inversiones realizadas por privados. Estas tres fuentes en suma generan un ambiente de mejoramiento urbano para una localidad: brindando a las propiedades un conjunto de amenidades o externalidades.

Las amenidades o externalidades (escuelas, parques, plazas, hospitales, entre otras) tienen un efecto diferenciado sobre el precio de las propiedades, es decir, aquellas propiedades más cercanas a éstas tendrán un precio mayor. Esto permite a los propietarios de bienes inmuebles usufructuar esta revalorización de sus propiedades en una transacción posterior.

Un factor importante en el proceso de valorización de bienes inmuebles es la accesibilidad: un sistema de transporte masivo (sistema de buses rápidos, trenes urbanos o suburbanos) brinda un *premium* a las propiedades en venta. Trabajos previos en materia de transporte masivo encuentran de manera *ex post* una relación inversamente proporcional o positiva entre el precio de las propiedades y la distancia a las estaciones de estos sistemas de transportes, es decir, a menor distancia a las estaciones las propiedades incrementan su precio.

Es por lo anterior que se sugiere que el proyecto del Tren Maya se considere no sólo como un referente importante en materia de sistemas de transporte masivo y de carga dentro de la estrategia de desarrollo económico y urbano para la región Sureste de México, sino también como un referente en la generación de plusvalías del suelo.

Los resultados obtenidos en la presente investigación están sujetos a importantes limitaciones una de ellas es el tiempo. La literatura consultada propone que un análisis *ex post* del impacto de un proyecto sobre la revalorización de las propiedades, es metodológicamente complejo, debido a que es difícil poder aislar los efectos de un proyecto de aquellos derivados a otro (delimitación del área de impacto). De manera *ex ante* es aún más complejo pues el proyecto aún no está terminado y el análisis sería parte de una estimación, situación en la que se aborda el proyecto del Tren Maya como tema de investigación.

Una metodología utilizada de manera *ex post* es comparar la línea base del valor de los predios y edificios con datos reales con aquellos que se tienen al finalizar el proyecto o intervención urbana, o bien recurrir de igual manera a la comparación de valores medios en el área de impacto con los de otra área similar a una especie de “área de control” (método de diferencias en diferencias).

Por otra parte, para lograr una estimación precisa del impacto de un proyecto en los precios del suelo urbano, es necesario conocer lo que Blanco et. al. (2016) consideran como valor actual del *stock*. Información que dependiendo de la región puede conseguirse de manera parcial, o en su defecto ser inexistente. Frente a la falta de información sobre los precios de las propiedades, la mejor fuente son las bases catastrales.

El catastro contiene la información básica necesaria para calcular el valor de predios y edificaciones en cada propiedad, incluyendo el tamaño del lote y construcción, así como aquellas características relacionadas con su valor de mercado. Además, con un catastro debidamente georreferenciado el análisis se profundiza al poder introducir el papel de los sistemas de transporte y otras redes de servicios públicos u proyectos de intervención pública. Con los Sistemas de Información Georreferenciada (SIGs) pueden ser extraídas propiedades

dentro de un área de impacto definida previamente para un análisis. Sin embargo, si la información no está georreferenciada se sugiere recurrir a otra categoría de agregación geográfica usada en el catastro.

En lo referente a la presente investigación, frente a la falta de acceso a información catastral debidamente georreferenciada del área de análisis, el precio y características de las propiedades fue obtenido a través de la consulta en sitios web de venta de inmuebles, sin embargo, quizá por temas de confidencialidad propietario-anunciante, la dirección de las propiedades no fue precisa, limitando el análisis. Por ello se recurrió a una forma de agregación superior, es decir, se empleó la zona postal de las propiedades como una referencia al momento de calcular las distancias euclidianas a cada una de las amenidades consideradas parte del modelo.

Las limitaciones antes mencionadas manifiestan la complejidad del mercado inmobiliario, el modelo de precios hedónicos hace frente a dicha complejidad al introducir una serie de diferentes características de los bienes inmuebles y una manera en la cual poder controlar de manera independiente estas diferencias, caso particular al introducir una variable como lo es la distancia de una propiedad a la estación de un sistema de transporte masivo en la determinación de su precio.

Gibbons y Machin (2005) estiman los efectos del acceso ferroviario usando modelos de valorización hedónica en el área de Londres para nuevas líneas y estaciones entre 1997 y 2001, incorporando condiciones de vecindario y locales asociadas a la ubicación del inmueble. Los resultados muestran un incremento del 9.3% en los sitios afectados por los cambios en la infraestructura de transporte.

Por su parte, Agostini y Palmucci (2005) en un estudio sobre la capitalización de la línea 4 del metro de Santiago de Chile, Chile, sin estar en funcionamiento, encuentran que el valor promedio de departamentos aumentó entre 3.3 y 4.4% como consecuencia tan sólo del anuncio y entre 4.5 y 5.7% después del conocimiento de la ubicación de las estaciones del sistema. Este aumento se distribuye de manera heterogénea en función de la estación del metro más cercana. El efecto de la valorización no es despreciable en magnitud, podría haber representado al menos entre un 14 y 20% de la inversión de la nueva línea del metro, abriendo un debate con respecto a la manera de financiar la expansión de la red del metro al utilizar la captura de plusvalías.

Lo anterior se corresponde con las aportaciones del sitio *web* Propiedades.com, dedicado a la publicación de información inmobiliaria, hipotecaria, arquitectónica y urbanística, cuyo equipo estimó el posible impacto en el precio de las propiedades debido al anuncio del Tren Maya. De acuerdo con sus estimaciones la plusvalía de la región en 2018 fue de 25.08% para departamento y de 5.67% para casas habitación. Con el proyecto del Tren Maya la región tendría un aumento de la plusvalía de 11.73% y 12.75% para departamentos y casas habitación respectivamente.

Además, el mayor incremento de plusvalía estaría representado en el estado de Quintana Roo con un 19.95% y 20.98% para casas habitación y departamentos respectivamente. Pese a que sus estimaciones sólo consideran precios de casas y departamentos, es de esperarse que los efectos sean similares en otro tipo de propiedades.

Por otra parte los resultados obtenidos al emplear la metodología de precios hedónicos en la presente investigación se sugieren significativos en la medida en la que parten de ser una aproximación al fenómeno real. Aún sin estar en construcción u operación el proyecto ni construidas las estaciones del Tren Maya, el signo (efecto) de la variable Distancia en km a la estación del Tren Maya más cercana (DIS_TM) es similar al obtenido en trabajos previos, lo que invita a pensar en un proceso de especulación inmobiliaria a partir tan sólo del anuncio de la construcción del proyecto, pero también de aspectos ajenos a este, por ejemplo infraestructura pública y turística ya existente.

El cálculo aproximado del monto recaudado por plusvalías debido a las estaciones del Tren Maya es significativo como porcentaje de participación del presupuesto de egresos del gobierno de Quintana Roo para el año fiscal 2020 destinado a dependencias en materia de urbanismo, tan sólo en el ejercicio realizado (una estación). Dando pie a posibles líneas de investigación similar al caso de Agostini y Palmucci (2005) para el caso de la financiarización de las estaciones del Tren Maya u otros proyectos urbanísticos en la región.

Por último, Es importante mencionar que si bien el modelo de precios hedónicos implementado en esta investigación no contempla variables del tipo ambiental como una amenidad o externalidad, estas sí pueden ser incorporadas en otros análisis, pues la metodología de precios hedónicos tiene la bondad de hacer uso de un número amplio y no restrictivo de variables: manifestando las diferentes preferencias de los consumidores al momento de adquirir una propiedad o vivienda. Estas características pueden ser del tipo estructural, relacionadas con el vecindario y aquellas de localización (variables revisadas en el capítulo 3).

Algunas aportaciones a la literatura sobre precios hedónicos contemplan variables del tipo ambiental, ampliando la reflexión sobre el impacto de nuevos o existentes proyectos urbanos en la determinación y revalorización del precio de las viviendas. Galán et. al. (2021) en su estudio sobre la contaminación del aire y su efecto en el precio de la vivienda del Área Metropolitana de Monterrey (AMM) para el periodo de abril de 2017 a marzo de 2018, encontraron que un aumento de 10% en el porcentaje de días en el año por encima de la norma en partículas menores a 2.5 micras reduce el precio de la vivienda en 0.374%.

Esta reducción en el aumento de la contaminación reduce en 1 239 dólares el precio de la vivienda (con un promedio de la vivienda en 357 075 dólares). Por otra parte, un aumento de 10% en el porcentaje de días en el año por encima de la norma para partículas menores a las 10 micras, reduce el precio de la vivienda en un 0.055%, reducción que se traduce en 196 dólares en viviendas cuyo promedio es de 357 075 dólares. Estos resultados nos permiten dimensionar la manera en la que los consumidores valorar un incremento en la contaminación.

Galán et. al. (2021) manifiestan recomendaciones en materia de política ambiental: un incremento en el porcentaje de áreas verdes trae consigo una revalorización de las viviendas, superior a la caída observada por el incremento de los niveles de contaminación. Con políticas de reforestación no sólo disminuiría la incidencia negativa de la contaminación sino que es más rentable en términos de valorización económica. Además se contempla no autorizar cambios de suelo sin tomar en cuenta el impacto ambiental en un contexto metropolitano y por otra parte, incentivar a las industrias a no generar contaminantes a través de cargas tributarias o bien, al fomentar inversiones en tecnología más limpias. Situación que Saphores y Aguilar (2005) exploran de manera similar al valorar el impacto de malos olores

producidos por las industrias locales, resultando en una disminución del precio de las viviendas por motivo de este tipo de contaminación.

De manera general, la elaboración de la presente investigación sugiere que el tema de las plusvalías del suelo es un tema relativamente poco explorado en México, trabajos previos muestran que pocas entidades federativas hacen uso de la recuperación de plusvalías como un instrumento tributario más. Sin embargo, existe un importante marco legal que revela el conocimiento del tema por parte de la administración pública.

Las experiencias previas en otras regiones y ciudades en materia de la generación y recuperación de plusvalías del suelo permiten estructurar un marco de referencia nutrido, es decir, se puede hacer, se ha hecho. Sin embargo, es importante tener plena conciencia de que cada instrumento de captura de plusvalía tiene ventajas y desventajas en su implementación, su factibilidad dependerá de variables externas e internas al proyecto de intervención urbana: estado del mercado inmobiliario, capacidad institucional y el alcance legal en materia inmobiliaria.

De ser implementada la dinámica de captura de plusvalías en el proyecto del Tren Maya, el diseño del instrumento pertinente requerirá por parte de la administración pública y de los involucrados, el conocimiento previo de los instrumentos de captura, evaluación de proyectos, proyecciones financieras y el manejo de modelo matemáticos. Modelos que deberán ser alimentados con información suficiente y de calidad ayudados apoyados en todo momento de SIGs.

Referencias bibliográficas

- [1] Aguirre, A., Sandoval, C. y Allien, J. (2018). ¿Impacta la futura línea de metro en los precios de departamentos? Un estudio para Ñuñoa y Santiago Chile. *Urbano*, (38), 84 – 95.
- [2] Alonso, W. (1964). *Location and land use*. Cambridge: Harvard University Press.
- [3] Blanco, A. G., Fretes, V. y Muñoz A. F. (2016). Expandiendo el uso de la valorización del suelo: la captura de plusvalías en América Latina. Monografía 465. Banco Interamericano de Desarrollo.
- [4] Blanco, A. G., Moreno, N., Vetter, D. M. y Vetter, M. F. (2016). El potencial de la captura de plusvalías para la financiación de proyectos urbanos: consideraciones metodológicas y casos prácticos. Monografía 494. Banco Interamericano de Desarrollo.
- [5] Borrero, O. (2011). *Betterment levy in Colombia. Relevance, procedures, and social acceptability*. Lincoln Institute of Land Policy.
- [6] Borrero, O. (2012). *Contribuciones de valorización*. Instituto de Estudios del Ministerio Público en Colombia. Bogotá: Procuraduría General de la Nación.
- [7] Chin, T. L. y Chau, K.W. (2003). A critical Review of literature on the Hedonic Price model. *International Journal for housing and its applications*, 27 (2), 145 – 165.
- [8] Contreras, M. A. y Ojeda, J. F. (2019). Recuperación de plusvalías: herramienta impositiva para gobiernos autónomos. El caso ecuatoriano. *Bitácora Urbano Territorial*, 29 (1), pp. 101 – 108.
- [9] Court, A. (1939). Hedonic Price indexes with automotive examples in the dynamics of automobile demand. New York: General Motors, 98 – 119.
- [10] Cuenya, B. (2011). Grandes proyectos y sus impactos en la centralidad urbana. *Cad. Metrop*, 13(25), pp.185 – 212.
- [11] Delgado, J. y Wences, G. (2018). Valoración hedónica de la inseguridad en la determinación de precios de vivienda en Acapulco de Juárez, Guerrero. *Economía teoría y práctica, Nueva época*, (49), 143 – 164.
- [12] Desormeaux, D. y Piguillem, F. (2003). Precios hedónicos e índices de precios de viviendas.
- [13] Duque, J., Velásquez, H. y Agudelo, J. (2011). Infraestructura pública y precios de vivienda: una aplicación de regresión geográficamente ponderada en el contexto de precios hedónicos. *Ecos de Economía*, (33), 95 – 122.
- [14] Estupiñán, N. (2011). Impactos en el uso del suelo por inversiones de transporte público masivo. *Revista de ingeniería*, 33, pp. 34 – 43.

- [15] Fitch, J., Soto, K. y Garza, R. (2013). Valuación de la calidad urbano – ambiental. Una modelación hedónica: San Nicolás de los Garza, México. *Estudios demográficos y urbanos*, 28(83), 383 – 428.
- [16] Furtado, F. y Acosta C. (2012). Recuperación de plusvalías urbanas en Brasil, Colombia y otros países de América Latina: legislación, instrumentos e implementación. Lincoln Institute of Land Policy.
- [17] Garzón, V. (2019). La participación del estado en la plusvalía como una deuda ciudadana. *Ratio Juris*, 14 (28), pp. 287 – 320.
- [18] Hermida, C. (2019). Reflexión sobre los desafíos metodológicos en evaluaciones de impactos, sobre la dinámica inmobiliaria, producidos por la implementación de un proyecto de transporte colectivo. *DAYA, Diseño, Arte y Arquitectura*, (7), 83 – 97.
- [19] Jaramillo, S. (2003). Los fundamentos económicos de la participación de plusvalías. Universidad de los Andes e Lincoln Institute of Land Policy.
- [20] Lancaster, K. J. (1966). A new approach to consumer theory. *The Journal of Political Economy*, 74 (2), 132 – 157.
- [21] Lara, J., Estrada, G., Zentella, J. y Guevara, A. (2017). Los costos de la expansión urbana: aproximación a partir de un modelo de precios hedónicos en la Zona Metropolitana del Valle de México. *Estudios demográficos y urbanos*, 32 (1), 37 – 63.
- [22] López, I. y Gómez, S. (2013). La base suelo del impuesto a la propiedad. Presentado en el Foro Latinoamericano sobre Instrumentos Notables de Intervención Urbana. Lincoln Institute of Land Policy.
- [23] Machorro, L. (2016). Financiación de los sistemas de transporte público a través de la recuperación de plusvalías. Una visión de desarrollo para la Ciudad de México. pp.47 – 65.
- [24] Melo, C. y Melo, O. (2003). Estimación de precios hedónico para propiedades residencial y comercial en la ciudad de Bogotá. *Ingeniería*, 8(1), 10 – 18.
- [25] Mendieta, J. C. y Perdomo, J. A. (2017). Especificación y estimación de un modelo de precios hedónico espacial para evaluar el impacto de Transmilenio sobre el valor de la propiedad en Bogotá. Documentos CEDE, Universidad de los Andes.
- [26] Montero R. (2016). Modelos de regresión lineal múltiple. *Documentos de trabajo en Economía aplicada*. Universidad de Granada, España.
- [27] Moreno, D. (2018). Evaluación de instrumentos de captura de valor para el financiamiento de infraestructuras urbanas una propuesta metodológica. 3° Congreso internacional vivienda y ciudad: debate en torno a la Nueva Agenda Urbana. Córdoba, Argentina.

- [28] Moreno, R. E. (2009). Características de la vivienda ideal: una valoración a través de la metodología de precios hedónicos (tesis de maestría), Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey.
- [29] Moreno, R. y Alvarado, E. (2011). El entorno social y su impacto en el precio de la vivienda: un análisis de precios hedónicos en el Área Metropolitana de Monterrey. *Trayectorias*, (33 – 34), 131 – 147.
- [30] Munévar, C. A. y Hernández, N. (2017). La naturaleza jurídica de la plusvalía urbana. Un análisis desde los derechos colectivos y la función social de la propiedad. *Opción*, 33 (82), pp. 280 – 297.
- [31] Núñez, F. y Schovelin, R. (2002). Modelo de precio de suelo urbano en el Gran Concepción. *Revista Ingeniería Industrial*, (1), 47 – 58.
- [32] Ornelas, R. (2002). Para una crítica de la globalización. *Política y cultura*, (17), pp. 45 – 68.
- [33] Pardo, C. F., Pinilla, J. F., Villegas, C. Hurtado, A., Wessels, G., Moreno, C. A., Calderón, P. y Duarte, C. (2018). Creación y captura de valor para el desarrollo de proyectos de transporte. Banco de Desarrollo de América Latina, Agence Francaise de Developpment y Unión Europea.
- [34] Perdomo, J. (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. *Lecturas de Economía*, (73), 49 – 65.
- [35] Pérez, V. R. (2015). Costes de edificación y precios de las viviendas. Evidencia en la provincia de alicante (tesis doctoral). Universidad de Alicante, Alicante.
- [36] Peterson, G. E (2010). La plusvalía de la tierra como opción para el financiamiento de la infraestructura urbana. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento, Banco Mundial.
- [37] Quintana, J., Ojeda, A. y García, J. F. (2018). Factores que explican el valor del suelo. Caso Hermosillo, Sonora, México. *Contexto*, 12 (16), pp. 93 – 108.
- [38] Quintana, L. y Mendoza, M. A. (2016). Econometría aplicada utilizando R. Universidad Nacional Autónoma de México.
- [39] Reyna, J. (4 de mayo de 2020). Inician obras de construcción del Tramo 1 del Tren Maya: Fonatur. *La jornada*. Recuperado de: <https://www.jornada.com.mx/>
- [40] Rodríguez, J. y Díaz, Jhon. (2014). Evaluación de impacto del sistema de transporte Metrolínea: revisión de metodologías. *Equidad y Desarrollo*, (22), 121 – 135.
- [41] Rosen, S. (1974). Hedonic prices and implicit markets: product differentiation in pure competition. *The Journal of political economy*, 82 (1), 34 – 55.

- [42] Salon, D. y Shewmake, S. (2014). Opportunities for value capture to fund public transport: a comprehensive Review of the literatura with a focus on East Asia. Institute for Transportation & Development Policy.
- [43] Sánchez R. y Donovan M.G. (2018). Proyecto de renovación urbana integral en Barrio La Huaca en Veracruz, México. Banco Interamericano de Desarrollo.
- [44] Seguí, D. (2017). Estimación de un modelo de precios hedónicos para viviendas localizadas en el caso urbano de la ciudad de Altea, Alicante (tesis de maestría). Universidad de Alicante, Alicante.
- [45] Sirmans, G. S., Macpherson, D. A, y Zietz, E. N. (2005). The composition of hedonic pricing models. *The Journal of Real Estate Literature*, 13 (1), 3 – 43.
- [46] Sirmans, G., MacDonald, L., Macpherson, D., y Norman, E. (2006). The value of housing characteristics: a meta analysis. *The Journal Real Estate Finan Econ*, (33), 215 – 240.
- [47] Smolka, M. O. (2012). Una nueva mirada a la recuperación de plusvalías en América Latina. Lincoln Institute of Land Policy.
- [48] Smolka, M. O. y Amborski, D. (2003). Recuperación de plusvalías para el desarrollo urbano: una comparación interamericana. *Revista eure*, 29 (88), pp. 55 – 77.
- [49] Smolka, M. O. y Furtado, F. (2014). Instrumentos notables de políticas de suelo en América Latina. Lincoln Institute of Land Policy.
- [50] Smolka, M. O. y Mullahy, L. (2010). Perspectivas urbanas. Temas críticos en políticas de suelo en América Latina. Lincoln Institute of Land Policy.
- [51] Sobrino, J. (2014). Housing prices and submarkets in Mexico city: a hedonic assessment. *Estudios Económicos*, 29 (1), 57 – 84.
- [52] Soria, G. X. (2018). La plusvalía urbana como mecanismo para mejorar el financiamiento de infraestructura pública en la ciudad de Nuevo Chimbote, 2018 (tesis de maestría). Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.
- [53] Valdivia, R. (2014). Modelos de precios hedónicos para la vivienda nueva en la ZMVM. Estudio de caso en la Zona Metropolitana del Valle de México.
- [54] Vega, R. A. (2017). Valoración de amenidades urbanas mediante precios hedónicos: el caso de Santiago de Chile (tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.
- [55] Wen, H., Jia, S. y Gou X. (2005). Hedonic price analysis of urban housing: an empirical research on Hangzhou, China. *Journal of Zhejiang*, 6^a (8), 907 – 914.
- [56] Zamorano, L. (2018). Identificación de plusvalías generadas por el sistema de transporte público Metrobús (BRT) en la Ciudad de México. Lincoln Institute of Land Policy.

- [57] Academia Mexicana de Profesionistas en Evaluación Socioeconómica de Proyectos, A.C. (2018). Propuesta metodológica para la evaluación del proyecto del Tren Maya.
- [58] Agostini, Claudio y Palmucci, Gastón (2008). Capitalización anticipada del metro de Santiago en el precio de las viviendas. *El trimestre económico*. 75 (298), 403-431.
- [59] Aguilar, Ortega(2016). Desigualdad y marginación en Chiapas. *Península*, 11(2), 143-159.
- [60] Amador, J. (24 de diciembre 2019). El Tren Maya en el modelo neoliberal. *Proceso*. Recuperado de <https://www.proceso.com.mx/>
- [61] Baruch, F. (2013). High-speed rail in Europe and Asia: lessons for the United States. L.A.: Reason Foundation.
- [62] Boisier, S. (1980). Técnicas de Análisis regional con información limitada. Cuaderno Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Serie II, número 27, Santiago de Chile.
- [63] Cámara de diputados/Comisión asuntos frontera sur (2019). Ficha técnica del Tren Maya: aspectos legislativos, ambientales, económicos y socioculturales.
- [64] Cantera, S. (26 de diciembre de 2018). Tren Maya aumentará plusvalía a la vivienda. *El Universal*. Recuperado de <https://www.eluniversal.com.mx/>
- [65] Chasco, C. (2003). *Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación de datos microterritoriales* (tesis doctoral). Comunidad de Madrid, Conserjería de Economía e Innovación tecnológica.
- [66] Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (2010). La pobreza por ingresos en México. México, D.F. CONEVAL.
- [67] Consejo Nacional de Población (2010). Índice de Marginación por entidad federativa y municipio 2010. México, D.F.
- [68] De la Rosa, A. (8 de enero de 2020). Fonatur establece el costo del “rentable” Tren Maya en 139,072 millones de pesos. *El Economista*. Recuperado de <https://www.eleconomista.com.mx/>
- [69] Expansión (8 de enero de 2020). El gobierno ve rentable el Tren Maya, que costara 146,100 mdp. *Expansión*. Recuperado de <https://expansion.mx>
- [70] Flores, A., Deniau, Y. y Prieto, S. (2019). El Tren Maya. Un nuevo proyecto de articulación territorial en la Península de Yucatán. México: GeoComunes/Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible.
- [71] Flyvbjerg, B., Shamris, M. K. y Buhl, S.(2006). Inaccuracy in traffic forecasts. *Transport reviews: a transnational transdisciplinary Journal*, 26(1), 1-24.

- [72] Forbes staff (2 de diciembre de 2019). Gobierno de AMLO financiará el 70% y no el 10% del Tren Maya. *Forbes México*. recuperado de <https://www.forbes.com.mx/>
- [73] Galán, J., Martínez, J., Chapa, J., Ramírez, K., Hutchinson, S. (2021). La contaminación del aire y su efecto en el precio de la vivienda del AMM. *Revista de Economía*. 38 (96), 9-46.
- [74] Gibbons, S. y Machin, S. (2005). Valuing rail access using transport innovations. *Journal of urban Economics*. DOI: 10.1016/j.jue.2004.10.002.
- [75] Lira, L. (2003). Técnicas de análisis regional. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES), Santiago de Chile.
- [76] Maldonado, M. (7 de enero de 2020). Tren Maya: condenado a ser sólo una ilusión. *El Universal*. Recuperado de <https://www.eluniversal.com.mx/>
- [77] Martínez, A. (2019). Nota técnica: Proyecto del Tren Maya. Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (IMCO).
- [78] Méndez, R. (27 de febrero 2020). Tren Maya: detonante de desarrollo y prosperidad en el sureste. *La Jornada Maya*. Recuperado de <https://www.lajornadamaya.mx/>
- [79] Notimex (19 de marzo de 2019). IMCO alerta que costo de Tren Maya podría ser 10 veces mayor al estimado. *El Economista*. Recuperado de <https://www.economista.com.mx/>
- [80] Perló, M.y Zamorano L. R. (1999). Reform of the real estate tax system in Mexico. Lincoln Institute of Land Policy: Cambridge.
- [81] U.S. Department of Transportation (1991). Research Board. In pursuit of speed: new options for intercity Passenger transport.