



**XIII SEMINÁRIO
INTERNACIONAL RII
VI TALLER DE EDITORES RIER**
01 a 04 de Setembro 2014 • Salvador • Brasil

EVALUACIÓN DE IMPACTO EN VALOR INMOBILIARIO DEL PROGRAMA HÁBITAT 2009-2012 EN CIUDADES DE MÉXICO

Autores:

Tito Alegría

El Colegio de la Frontera Norte, en Tijuana, <talegria@colef.mx>

Gerardo Ordóñez

El Colegio de la Frontera Norte, en Tijuana, <ordonez@colef.mx>

Craig McIntosh

University of California, San Diego, <ctmcintosh@ucsd.edu>

René Zenteno

University of Texas at San Antonio, <Rene.Zenteno@utsa.edu>

Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade do Estado da Bahia (UNEB), Universidade Católica de Salvador (UCSAL), Instituto de Pesquisas Sociais Econômicas e Ambientais (InP)

Introducción

El Colegio de la Frontera Norte (El Colef) realizó la evaluación de impacto del programa nacional Hábitat en el período 2009-2012. El objetivo principal de dicha evaluación fue determinar el impacto atribuible a sus intervenciones sobre la calidad de vida y la integración social y urbana de los habitantes de zonas urbanas marginadas con alta concentración de pobreza (polígonos Hábitat). De manea general la evaluación buscó responder a la pregunta: ¿la intervención del programa arroja resultados positivos en relación con los observados en ausencia del mismo?

Uno de los objetivos específicos dicha evaluación fue establecer si las intervenciones del programa Hábitat tienen un impacto en el valor inmobiliario de los predios. La intervención Hábitat incluye locales y servicios comunitarios, pero sobre todo tendido de infraestructura urbana como red de agua, desagüe, veredas, o pavimento. Como ya se sabe, la infraestructura es un componente en la formación de los precios de la vivienda, por lo que se preveía ex ante que las acciones del programa Hábitat afectarían positivamente en los precios; lo que no se podía prever era su magnitud. Por ello la pregunta de investigación al respecto fue: ¿en qué medida las acciones del programa Hábitat modificó los valores inmobiliarios?

Los resultados de la evaluación de impacto en el valor inmobiliario de los predios son los que se presentan a este Seminario de la RII.

Palabras claves:

Programa Hábitat, Evaluación de impacto, Ciudades de México, Valuación inmobiliaria

1. Objetivo

El objetivo de este trabajo es evaluar el cambio en el valor inmobiliario de los predios dentro de los Polígonos Hábitat como consecuencia de haber sido beneficiados con obras de servicios y equipamiento urbano básicos del programa Hábitat, utilizando modelos estadísticos. El cambio se evaluará entre año base (2009) y año final de la Evaluación (2012).

Para esta Evaluación se propone utilizar tres enfoques basados en dos tipos de modelos estadísticos: diferencia-en-diferencias, DED (*difference-in-differences*), y el hedonístico de precios del suelo. Bajo el primer enfoque se utiliza de manera directa el modelo DED; el segundo y tercer enfoque son variantes del modelo hedónico.

Debido a restricciones presupuestales no se pudo valorar el precio de las viviendas influidas por las intervenciones Hábitat; lo se hizo fue valorar los terrenos sin construir que estaban en venta en el año base de la evaluación de impacto (2009) repitiendo la valuación del mismo terreno el año final de la evaluación (2012). Por ello la hipótesis se formuló de la siguiente manera: las intervenciones del programa Hábitat tienen un impacto positivo en el precio del suelo de los predios cercanos a esas intervenciones.

2. Teoría

Esta evaluación consiste en la comparación diacrónica de precios del suelo para estimar el aporte de las acciones Hábitat al cambio del precio del suelo. Elaborar un modelo estadístico de precios del suelo urbano requiere de una teoría realista que lo sustente, por ello, en este apartado presentamos sintéticamente esa teoría; como antecedente se presenta la teoría prevaleciente en la disciplina de economía urbana. Posteriormente se presenta algunas evidencias de la relación entre precios y usos del suelo.

En la literatura de estudios urbanos no existen ejemplos de modelos hedónicos de precios del suelo; estos modelos se han desarrollado, más bien, para estimar precios de las viviendas y explorar las causas de dichos precios (Des Rosiers and Thériault 2006).

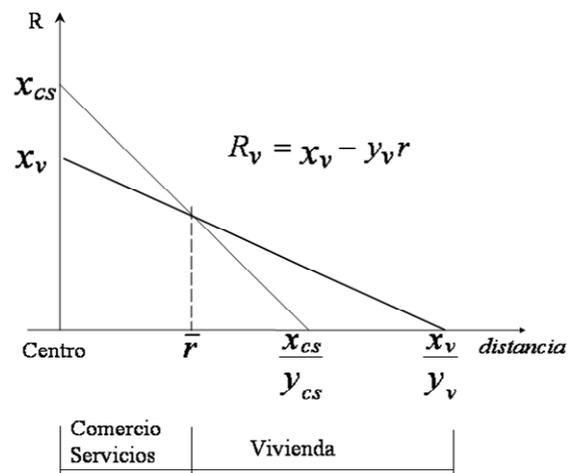
Precios del suelo

El análisis de los precios del suelo se ha basado en las teorías de la renta del suelo (O'Sullivan 2009). En estos análisis, el precio del suelo se considera como el valor presente de los servicios que brindará el suelo a lo largo de los años de su vida útil. El valor de esos servicios durante un año (o mes) es el precio de la renta del suelo en ese periodo. Como todos los terrenos son afectados por la misma tasa de descuento, el precio del suelo puede representar a (ser un indicador de) su renta.

La teoría prevaleciente de la renta del suelo está inspirada por los modelos de renta diferencial de productividad *ricardiana* y renta diferencial por accesibilidad a la von Thünen (Richardson 1978; DiPasquale and Wheaton 1996; O'Sullivan 2009). Bajo este enfoque teórico el suelo es un factor no producido, por lo que su nivel de precios en cada localización dentro de la ciudad depende de la demanda sobre cada lugar. Cada actividad o agente de la demanda tiene una particular curva de precios que está dispuesto a pagar en cada localización, la cual es decreciente desde el centro (lugar que concentra empleos) hacia la periferia de la ciudad. Esta pendiente es negativa por que se considera al centro como el lugar de máxima accesibilidad y todos los agentes urbanos valoran esa accesibilidad cuando buscan una localización. Así por ejemplo una familia que demanda suelo, al decidir donde localizar su residencia balancea lo que gastaría en transporte hacia el centro (donde están sus empleos) contra lo que pagaría por el suelo en cada lugar, construyendo una curva de indiferencia de precio del suelo con pendiente negativa desde el centro hacia la periferia. En equilibrio una familia se localiza, maximizando su utilidad, en el lugar en que el ahorro marginal en suelo (decreciente desde el centro hacia la periferia) sea igual al costo marginal en transporte (constante en cualquier localización).

Cada agente o actividad estará dispuesto a pagar por suelo el monto que le queda de sus ingresos después de pagar el resto de sus costos; ello constituye el nivel de su curva de oferta de renta. Por otra parte, cada actividad o agente urbano tiene una particular valoración de su accesibilidad al centro, y esta valoración depende del nivel potencial de utilidad que consigan a cada distancia del centro (nivel decreciente desde el centro hacia la periferia); dicha valoración constituye la pendiente de su curva de oferta de renta. Si consideramos dos actividades o agentes urbanos, como el comercio-servicios y los residentes, cada uno tendrá sus particulares nivel y pendiente en sus funciones de oferta de renta, como vemos en la siguiente gráfica:

En esta gráfica, R es el precio de la renta del suelo, y_{cs} y y_v son las pendientes de las curvas de precios ofertados por comercio-servicios y residentes, respectivamente, x_{cs} y x_v son los niveles máximos que pagarían por suelo (en el centro, a la distancia cero) los comercio-servicios y residentes, respectivamente, siendo x_{cs}/y_{cs} y x_v/y_v las distancias máximas en que pagaría por suelo ambas actividades respectivamente (más allá de estas localizaciones no obtienen utilidad).



El punto de cruce de ambas curvas, a la distancia \bar{r} desde el centro, indica del lado izquierdo el espacio donde comercio-servicios está dispuesto a pagar más que los residentes y por ende quedándose con ese suelo, mientras que los residentes se quedan con el suelo a la derecha de ese punto. La función del precio de la renta del suelo urbana resultante la forma la envolvente superior de las curvas de precios ofertados por todas las actividades urbanas: en la gráfica el precio del suelo desde el centro urbano hasta \bar{r} lo da la demanda de la actividad comercio-servicios, y desde ese punto hasta la periferia de la ciudad lo da la demanda de la actividad residencial.

Aunque las críticas a este enfoque teórico son muchas y diversas, aún no hay una teoría que pueda sustituir el argumento de que la demanda hace un balance entre distancia a empleos y precio del suelo (Anas, Arnott and Small 1998; Alegría 2009); además, este enfoque ha puesto en relieve la regularidad empírica de que el precio de un metro cuadrado de un lote urbano depende de su distancia a los empleos, es decir, de su localización relativa o accesibilidad.

Sin embargo, aunque accesibilidad es un factor explicativo principal de los precios del suelo, los autores citados concuerdan en que esos precios también son modulados por otros factores. La teoría de la renta del suelo parte del supuesto de que las familias deciden su localización en la ciudad enfrentando como variante únicamente a la distancia a los empleos, sin tomar en cuenta la heterogeneidad entre localizaciones en la accesibilidad al equipamiento y servicios, en su entorno físico localizado, en su entorno social, y en las características de los lotes (Des Rosiers and Thériault 2006). Para lograr un modelo que estime con mayor precisión los precios del suelo la teoría que lo sustente debe ser más realista y para ello se deben levantar los supuestos de homogeneidad del espacio urbano y el lote. Siendo el suelo un insumo no producido, la heterogeneidad sólo puede surgir de las externalidades y de las características del lote; ambos son factores que modifican el nivel de renta del suelo y el de su precio.

Las externalidades son las ventajas y desventajas del lote que surgen de estar localizado cerca de actividades que son preferidas o disgustan a los demandantes de suelo. Las externalidades positivas incluyen la cercanía a equipamiento urbano, en particular educación, salud y lugares de consumo. Entre las negativas, son importantes los aspectos ambientales (basura) y de inseguridad personal. Las características del lote incluyen su conexión a las redes urbanas de agua, drenaje, electricidad, etc.; su tamaño, forma física, topografía circundante, y posición en la manzana, que diferencia las posibilidades constructivas y uso productivo.

Por otra parte, se ha encontrado que el precio promedio de vivienda varía entre ciudades lo que permite afirmar que los mercados inmobiliarios están acotados espacialmente (Ward et al. 1994). Este acotamiento sugiere que un modelo nacional de precios del suelo debe controlar por las variaciones inter-locales asociados al tamaño urbano y las diferencias interregionales.

Un modelo hedónico de precios del suelo debe entonces incluir como factores explicadores del precio a la accesibilidad (localización relativa) a los lugares que concentran empleos y actividades de consumo, a la cercanía del equipamiento urbano, a las condiciones de salubridad y seguridad del entorno, y a las características del lote. Hay que mencionar, en este punto, que los valuadores en México cuando estiman el precio de un predio utilizan "Factores de ajuste" (en el método "Enfoque Comparativo de Mercado" por ejemplo) que añaden o restan valor al predio (SFP 2009), siendo dichos Factores análogos a algunos de los factores (precios implícitos) en un modelo hedonístico.

Sobre la accesibilidad: evidencias de Tijuana

En la literatura no hay investigaciones de México sobre la relación espacial entre precios del suelo y empleos. Existe por suerte una estimación de precios del suelo para la ciudad de Tijuana con datos del año 2000, encargada por el Ayuntamiento, que se condensó en un mapa de precios por zonas homogéneas. Combinando esa información con la de censos económicos con datos del 2003 a escala de AGEB se encontró que el precio del suelo está correlacionado de manera muy fuerte con el empleo en el sector servicios, fuerte con comercio, y no con industria, como se ve en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Tijuana: Correlaciones entre empleo y precios del suelo

	Comercio	Servicios	Industria	Precio_Suelo2000
Comercio	1	.815(**)	.129(*)	.660(**)
Servicios	.815(**)	1	0.072	.754(**)
Industria	.129(*)	0.072	1	0.015
Precio_Suelo2000	.660(**)	.754(**)	0.015	1

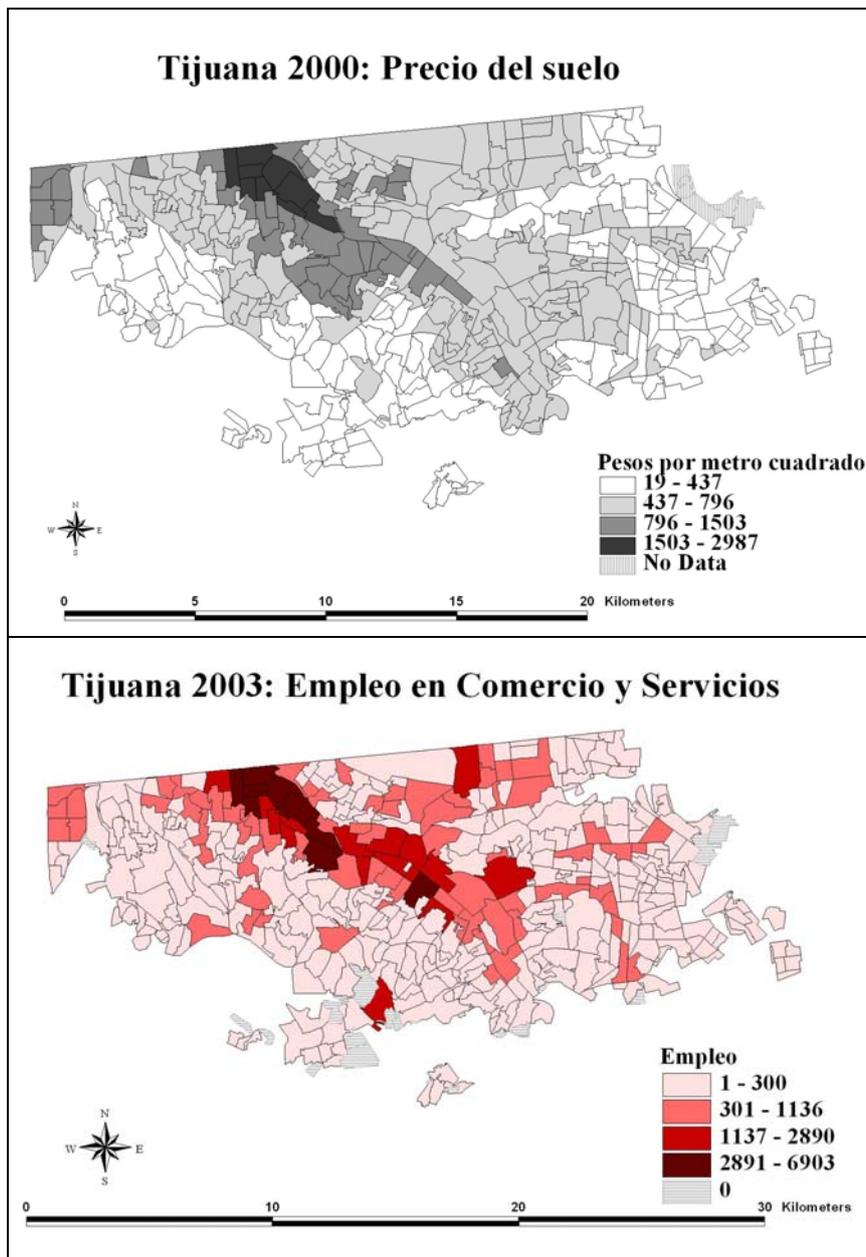
(**) Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

(*) Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Las correlaciones de precios con la cantidad de empleos de servicios y comercio nos dicen que la distribución espacial de esas actividades son principales determinantes de la distribución espacial de la función de precios del suelo. Hay más precio donde haya más empleos del sector terciario y menos precio donde haya poco de esa actividad. Si consideramos como centro principal de la ciudad al lugar donde haya más actividades terciarias, el centro debiera tener los mayores precios del suelo. Ello es lo que se puede observar de los mapas de Tijuana en la página siguiente.

Con estas evidencias podemos concluir que la accesibilidad o localización relativa, en tanto factor explicador de la distribución espacial de precios, se pudiera representar con dos indicadores:

- Distancia al centro de consumo terciario más importante de la urbe (lugar con mayor cantidad de empleos de comercio y servicios).
- Distancia promedio a todos los empleos (comercio, servicios e industria) de la urbe; distancia que se puede representar con un indicador de potencial de accesibilidad (que se muestra en el punto 5 de este capítulo).



3. Modelos

3.1. Presentación general de los modelos

Para estimar el aporte de las acciones Hábitat al cambio del precio del suelo se utilizará tres enfoques basados en dos tipos de modelos estadísticos: diferencia-en-diferencias o DED (*difference-in-differences*), y el hedonístico de precios del suelo. Bajo el primer enfoque se utiliza el modelo DED para estimar de manera directa el cambio del precio del suelo; bajo el segundo y tercer enfoque se estima el cambio del precio con variantes del modelo hedónico.

Se utilizan tres enfoques debido a la diversidad de las acciones Hábitat, la complejidad de su evaluación nacional y la restricción del número de lotes de los cuales se tendrá información.

El objetivo del primer enfoque es determinar en qué medida las acciones Hábitat en conjunto generan un cambio promedio en el precio del suelo. Este enfoque utiliza el modelo DED para estimar de manera directa el cambio del precio del suelo, obteniendo un estimador promedio general del cambio del precio debido a todas las intervenciones de Hábitat.

El segundo enfoque tiene el objetivo de determinar en qué medida cada acción Hábitat genera un cambio del precio del suelo. Basado exclusivamente en procedimientos

hedonísticos se obtiene un estimador promedio de la contribución de cada acción Hábitat al incremento del precio.

El objetivo del tercer enfoque es evaluar *ex ante* y de manera indirecta el cambio en el precio del suelo que se conseguiría de haber alguna intervención Hábitat, para cada acción tomadas ellas todas a la vez.

Bajo estos enfoques, la inversión pública no Hábitat no modifica los resultados por si misma pues se considera que esa inversión es aleatoria; solamente grandes concentraciones de ese tipo de inversión en un tipo de polígonos (de tratamiento o de control) en las ciudades podrían sesgar la estimación. En caso de hallar una alta concentración, entonces en las estimaciones del impacto debiera haber un control estadístico por la inversión pública no Hábitat con una variable dicotómica indicando cualquier tipo de esa inversión.

3.2. Modelo general

A continuación se presentan los modelos estadísticos que se usará como base de los tres enfoques de evaluación (presentados en el apartado 3.3), el modelo DED y el hedónico de precios del suelo. Dado que no existe en la literatura una formulación hedónica de precios del suelo, se presenta como antecedente el modelo hedonístico del precio de la vivienda, del cual se derivó el primero.

a) Modelo de evaluación promedio general o *difference-in-differences*

Este enfoque es el mismo que se aplicará al resto de la evaluación de las acciones Hábitat a escala de polígono. Este enfoque ha sido desarrollado recientemente y probado en otras evaluaciones en países en desarrollo (Duflo, Glennerster, Kremer 2007).

En esta evaluación este enfoque se usa con el objetivo de determinar a escala de lote si las acciones Hábitat generan un cambio en el precio del suelo.

Bajo este enfoque, de manera general, el estimador del efecto es el siguiente:

$$\hat{D}\hat{D} = [\hat{E}_i(Y_1^T|T) - \hat{E}(Y_0^C|T)] - [\hat{E}_i(Y_1^C|C) - \hat{E}(Y_0^C|C)]$$

donde Y es el precio del suelo, T representa a los casos con "tratamiento", C a los casos de "Control" (o sin "tratamiento"), E es el valor esperado, y los años son 0 para el basal y 1 para la segunda encuesta.

Por definición, los segundos miembros en cada corchete se consideran valores iguales quedando el estimador como sigue:

$$\hat{D}\hat{D} = \hat{E}_i(Y_1^T|T) - \hat{E}_i(Y_1^C|C)$$

de manera que

$$\hat{D}\hat{D} = \hat{\beta}_{OLS}$$

en la ecuación siguiente:

$$\Delta Y_1 = \alpha + \beta T_1 + e_1 \quad (1)$$

donde:

ΔY_1 = cambio del valor del suelo entre tiempo 0 y 1 de casos tratados y no tratados

T_1 = variable dicotómica de tratamiento o no tratamiento (de casos tratados o no tratados) en el año 1 (final)

b) Modelo hedonístico de precio de la vivienda

Este tipo de técnica estadística proviene del análisis económico, y tiene el objetivo de explicar precios diferentes en un mercado de un mismo tipo de bien cuando varían algunas de sus características (Berndt 1996). Aplicado al estudio de la vivienda, esta técnica permite explicar el precio de una vivienda con un análisis de regresión controlando estadísticamente por diferencias en características y calidad; usa la correlación entre precio de venta de la unidad y cada atributo de la vivienda para estimar el precio de cada atributo. Supone teóricamente que el valor presente de los servicios futuros de cada atributo (su precio implícito, estimado controlado por la presencia de otros atributos) multiplicado por el número de cada atributo (número de baños, de cuartos, etc.), contribuye al valor de la vivienda, y

supone que la suma de todas esas multiplicaciones son el valor total de la vivienda. El precio implícito es la valoración del consumidor a cada tipo de característica de las viviendas, el cual se puede estimar con la regresión hedonística.

De manera teórica el precio hedonístico de la vivienda se puede expresar en función de tres tipos de características:

Precio de la vivienda = $f(\text{localización, barrio, vivienda})$

El modelo se puede especificar de manera lineal o no lineal. El modelo lineal supone que la utilidad marginal es constante al añadirse una unidad adicional en cualquier característica; por ejemplo, la utilidad adicional que da el segundo baño en la casa es similar a la utilidad marginal de añadir el quinto baño. El modelo no lineal supone que la utilidad marginal al añadir una unidad adicional de cada característica es decreciente; por ejemplo, la utilidad adicional que da el segundo baño en la casa es mucho mayor que la utilidad marginal de añadir el quinto baño (DiPasquale and Wheaton 1996).

A continuación se presenta una especificación lineal:

$$P_1 = [PS_1 + PE_1] = \alpha + \sum \beta_{iZ1} X_{iZ1} + \sum \beta_{jV1} X_{jV1} + \sum \beta_{kC1} X_{kC1}$$

donde:

P_1 es el precio de mercado de la vivienda el año uno, que es la suma del precio del suelo [PS1] más el precio de la edificación [PE1].

X son las características (variables) correspondientes a la localización relativa (Z, $i=1 \dots n$ características), a la vivienda (V, $j=1 \dots m$ características), y al entorno social del barrio (C, $k=1 \dots r$ características).

β son los precios implícitos (coeficientes de regresión) de las características.

α es una constante de ajuste.

Las restricciones que han impedido la utilización profusa del modelo hedonístico en la estimación de precios de la vivienda son diversas; aquí mencionamos dos. Primero, es necesaria mucha información de las unidades de vivienda y de sus contextos de barrio y ciudad; y segundo, se necesitan datos del valor de la transacción (valor real, no el declarado para el pago de impuestos) o del precio de oferta.

Para la Evaluación Hábitat se consideró inicialmente utilizar este modelo hedonístico del precio de la vivienda. Sin embargo, tomando en cuenta las recomendaciones de INDAABIN relacionadas con el alto costo de valuar las viviendas y las dificultades de coleccionar sus precios de transacción, se acordó hacer la Evaluación de Hábitat utilizando precios por metro cuadrado de lotes ofertados en el mercado.

c) Modelo hedónico de precios del suelo

A continuación se presenta el modelo hedonístico que servirá para estimar los precios del suelo. En primer lugar se expone el modelo general para una ciudad y se describen los factores locales explicadores del precio; a continuación se presentan las variables que permiten generalizar el modelo al conjunto de ciudades bajo análisis.

Modelo general local

Tomando en cuenta lo mostrado en la literatura, se propone de manera teórica que el precio del suelo residencial depende principalmente de la demanda que hacen las familias por un lugar donde vivir. Cuando las familias deciden por el lugar de la ciudad donde residir, dada la restricción de sus presupuestos, toman en cuenta principalmente los siguientes criterios: a) localización relativa respecto a las zonas que concentran actividades económicas con la intención de reducir sus costos de transporte al acudir al trabajo y al lugar de compra de bienes y servicios, b) características de su entorno físico, incluyendo la infraestructura y equipamiento urbano que condicionan la habitabilidad del lugar, c) características físicas del lote que condicionan su potencial constructivo y económico, y d) el entorno social que informa de los niveles de seguridad y salubridad del lugar. Las familias valoran estas

características diferenciadamente ponderándolas de esa manera en su decisión de adquirir una propiedad. El nivel de la ponderación de cada característica es similar para las personas de similar ingreso dentro un mismo mercado del suelo, dentro de una misma ciudad. Las personas (demandan) quieren vivir cerca de donde están los empleos, los servicios y los comercios, en lugares con urbanización completa, en lotes que les brinden facilidades constructivas, y en barrios seguros y limpios.

De esta manera, el precio de un metro cuadrado de un lote urbano dependerá de en cuánto ese lote solucione las demandas de las personas. Esta teoría se puede representar con el siguiente modelo:

$$PS_1 = \alpha + \sum \beta_{iL1} X_{iL1} + \sum \beta_{jF1} X_{jF1} + \sum \beta_{kC1} X_{kC1} \quad (2)$$

donde:

PS1 es el precio de mercado de un metro cuadrado de un lote de terreno urbano el año uno.

X son las características (variables) correspondientes a la localización relativa (L, i=1...n características), al entorno físico localizado y al lote (F, j=1...m características), y al entorno social (C, k=1...r características). L y F componen las características Z del modelo de precios de la vivienda.

α es una constante de ajuste.

β son los precios implícitos (coeficientes de regresión) de las características. Bajo el enfoque hedónico los valores de estos coeficientes varían entre mercados, y los mercados están acotados espacialmente por las regiones y delimitados por tamaño de ciudad. En la literatura sobre mercados de vivienda también se considera que esos valores pueden variar por rango de ingreso de las familias (diferente elasticidad-ingreso de la demanda); en nuestro caso esta variación no se toma en cuenta por que por definición las acciones Hábitat están orientados a zonas habitadas por familias de similares bajos ingresos.

Características locales en el modelo

L) Localización relativa

Incluye las distancias que hay entre el lote y los siguientes elementos urbanos: Centro terciario principal de la urbe; Todos los empleos localizados de la ciudad: potencial de accesibilidad a todos los empleos según sector de actividad y zona (AGEB).

Estas características se modifican muy lentamente en el tiempo, por ello se consideran constantes entre el año base y el final de evaluación.

Índice de accesibilidad a empleos

La estimación del acceso promedio de cada lote a todos los empleos de la ciudad se hará con el siguiente índice:

$$P_j = \sum_i \frac{E_i}{d_{ij}^\alpha}$$

donde:

P_j = índice de accesibilidad de la manzana (lote) j a todos los empleos

E_i = empleo total en la zona i

d_{ji} = distancia lineal desde la manzana (lote) j a la zona i

Considerando las pruebas hechas en el estudio de centros terciarios de Tijuana (Alegria 2009), los valores más probable de α van de 1 a 2. Los datos de empleo provienen de los censos económicos 2009 de comercio, servicios e industria, a escala de AGEB. Las distancias serán tomadas desde el centroide de la AGEB donde esté el lote considerado hacia el centroide de cada una de todas las AGEBs.

F) Entorno físico localizado y lote

Incluye las siguientes (entre otras) características de ubicación del lote y de su entorno: ubicación en esquina; número de frentes de calle; pendiente de la calle; servicios públicos y pavimento en la calle; tamaño del lote; cercanía a equipamiento de salud, educación, etc. Algunas de estas características se modifican entre el año base y el final de evaluación.

C) Entorno social

Incluye aspectos de seguridad pública y salubridad: robos y asaltos; desechos sólidos y líquidos en la calle.

Algunas de estas características se modifican entre el año base y el final de evaluación.

Características inter-locales en el modelo

U) Nivel de precios

Los mercados de suelo y vivienda están acotados espacialmente. Se considera que cada ciudad tiene su propio mercado y que es diferente al de otras ciudades. Las variaciones del nivel de precios de un mercado local de suelo y vivienda dependen en el corto plazo del ingreso (i.e. salarios) de los agentes de la demanda. Los ingresos de los agentes dependen de la estructura económica y el crecimiento del producto local. Tanto la estructura económica como el crecimiento dependen del tamaño urbano y las ventajas de la región donde se asienta la ciudad. En consecuencia el nivel de precios del suelo varía con el tamaño urbano. En la escasa literatura al respecto, se ha encontrado que en países con mercados inter urbanos más integrados (países industrializados) el tamaño urbano (controlando por otros factores) ejerce un efecto pequeño sobre el precio (Roback 1982). Por ejemplo, en Estados Unidos, un incremento de 1% del tamaño urbano produce un aumento del 0.4% en el precio (Wassmer and Baass 2006).

R) Precios implícitos

Los coeficientes β de la ecuación (2) se consideran como los precios implícitos de cada atributo asociado al lote urbano, y son indicadores de la valoración que se da en un mercado a cada atributo.

La valoración de cada atributo cambia entre regiones de acuerdo con las carencias de los objetivos de la demanda y particularidades perennes que se constituyen como patrones culturales. Por ejemplo, aunque el pavimento es valorado por todos porque impide se levante el polvo de la calle, en una región donde haya más personas que conozcan la relación entre polvo y salud se le valora más que en otra con menos de ese tipo de personas. Un indicador al respecto podría ser el nivel de alfabetismo en la región. Este indicador es eficiente además porque está asociado a otras características que hacen diferentes a las regiones, como el grado de desarrollo económico y de urbanización. Se espera, entonces, que la β real de un atributo particular tenga valores similares entre las ciudades del mismo tamaño pero diferentes entre ciudades (y regiones) del país justificando así el uso de interacciones.

Sin embargo, cabe la posibilidad de que la introducción de interacciones presente dos tipos de inconvenientes estadísticos significativos en la regresión. El primer tipo se refiere a que cualquier indicador (agregado) de ciudad podría estar poco correlacionado con la variable precios (por metro de un lote), porque el valor del precio promedio (que sale de nuestros datos) en una ciudad pudiera no ser representativo (de las zonas de bajo ingreso) para varias de ellas. Ello puede ocurrir debido a dos razones: primero, porque la cantidad de casos de lotes en venta podría ser bastante diferente entre ciudades; y segundo, porque se tendrán pocos casos (de análisis) por ciudad. El segundo tipo de inconveniente consiste en que se espera alta colinealidad entre la variable estructural hedónica y su variable interacción regional por ser dicotómicas.

Al incorporar en la ecuación (2) el control estadístico por nivel y por precios implícitos se tiene la siguiente expresión:

$$PS_1 = \alpha + \beta_{U1}U_1 + \sum \beta_{iL1}X_{iL1} + [\sum \beta_{jF1}X_{jF1} + \sum \beta_{jF1R}RX_{jF1}] + [\sum \beta_{kC1}X_{kC1} + \sum \beta_{kC1R}RX_{kC1}] \quad (3)$$

Para tener la ecuación (3) se añade variables tamaño urbano (U) y el indicador agregado por ciudad (R) en la forma de interacción con todas las variables que no son de localización. Para hacer manejable esa expresión, podemos escribir esa ecuación como sigue:

$$PS_1 = \alpha + \beta_{U1}U_1 + \sum \beta_{iL1}X_{iL1} + \sum \beta_{jF1}X_{jF1} + \sum \beta_{kC1}X_{kC1} + e_1 \quad (4)$$

donde R antes de cada sumatoria indica que se representa a las variables y sus interacciones con las regiones, y se añade la expresión del error estadístico e_1 .

Esta introducción de indicadores para controlar por Nivel de precios y por Precios implícitos, permiten corregir los errores usuales que surgen en un modelo de regresión cuando no se toma en cuenta las variaciones implícitas que surgen por pertenecer a un grupo, en las variables independientes. Por ejemplo, la sobre valoración (ponderación) de la demanda al precio de un lote por estar en esquina (vs. estar a mitad de cuadra) se considera teóricamente que no es la misma entre dos ciudades de diferente tamaño (todo lo demás siendo igual). Para resolver los problemas de este tipo que surgen cuando no se incluye variables que controlen por nivel y pendiente (precio implícito) en una regresión, algunos autores sugieren otra alternativa, aplicando técnicas de análisis multinivel o jerárquicas (Luke, 2004). Aquí no se usa esta alternativa por las complicaciones que se presentarían para estimar por separado el efecto de las intervenciones Hábitat.

3.3. Tres enfoques de Evaluación de impacto de HABITAT sobre el precio del suelo

Se propone hacer tres estimaciones. La primera evaluaría el efecto (promedio entre lotes y acciones) sobre el precio de las intervenciones de Hábitat. La segunda evaluaría el efecto de las intervenciones de Hábitat en promedio entre lotes y para cada acción. La tercera es una evaluación indirecta *ex ante* del cambio en el precio del lote en caso de que hubiera alguna intervención de Hábitat, para cada acción tomadas todas a la vez. Estas estimaciones se harían respectivamente con las ecuaciones (1), (5) y (4) presentadas a lo largo de este apartado 3.

En las ecuaciones de esta Evaluación no se incluye el efecto de inversiones públicas no Hábitat, porque en el periodo de estudio (entre año base y año de seguimiento) este tipo de inversiones no se concentró en polígonos de tratamiento o de control, por ciudad evitándose el sesgo de los valores de los coeficientes respectivos.

a) Evaluación con enfoque de intervenciones promedio (*difference-in-differences*)

En este enfoque el objetivo es estimar un valor promedio de los efectos de todas las acciones Hábitat en todas las ciudades sobre el precio del suelo. Para ello se utiliza el modelo DED, expresado en la ecuación (1), de manera que el valor de β es el estimador del promedio de los efectos (incremento en el precio) de todas las acciones Hábitat.

Esta estimación DED sólo es correcta con una muestra de panel, es decir, se deben tener los mismos lotes en el año de base y en el de evaluación. Diferentes lotes en ambos años permiten una medición de los efectos que podría ser errónea debido que esa medición estaría expresando las diferencias entre ambos *grupos* de lotes en vez de las diferencias en el *precio* de los mismo lotes.

La estimación DED es parte del modelo experimental que permite ver los efectos promedio de todas las intervenciones a escala de polígono. En este modelo el atributo de un lote de haber recibido intervención se debe a que está localizado en un polígono intervenido. En este sentido, el impacto sobre un lote representativo es detectable cuando los cambios (en el tiempo) que son producidos por todas las intervenciones Hábitat exceden a los cambios ocurridos en todos los polígonos debido a otras razones, cambios que siendo al azar, se consideran en promedio similares entre los polígonos de tratamiento y de control. En consecuencia, los lotes recibirán el atributo de intervenido si están dentro de un polígono de tratamiento, y polígono de tratamiento se define como aquel que recibió cualquier intervención Hábitat.

b) Evaluación con enfoque de intervenciones específicas

En este enfoque el objetivo es estimar un valor promedio de los efectos de cada acción Hábitat sobre el precio del suelo, utilizando como base una estimación hedónica de precios. A continuación se presenta la deducción del modelo específico de estimación a partir del modelo estructural de precios.

Por definición, la diferencia de precios ínter temporal se puede expresar de la siguiente manera:

$$\Delta PS_1 = PS_1 - PS_0$$

donde ΔPS_1 es la diferencia de precio del suelo (por metro cuadrado, para el mismo lote) entre el año 1 de evaluación PS_1 , y el año 0 correspondiente a la línea basal PS_0 .

El precio en el año 1 PS_1 tiene su representación hedónica con la ecuación estructural (4). El precio en el año 0 PS_0 tiene su representación hedónica con una ecuación estructural similar a la ecuación (4). Al implementar la resta de ambas ecuaciones, y arreglando los términos, tenemos restas de una variable en dos tiempos multiplicada por el β correspondiente a cada tiempo (año). Para ser didácticos, a continuación se muestra un ejemplo simplificado de una de esas restas entre año 1 y año 0 de una misma variable:

$$(\beta_1 X_1 - \beta_0 X_0)$$

Tanto los valores de las dos β como aquellos de las dos X podrían ser diferentes o similares entre el año 1 y el año 0. Al respecto consideremos una variable directa (no interacción); los valores de sus β podrían ser los mismos si la valoración del atributo (variable) X que hace la gente (la demanda) no varía entre año 0 y año 1. Ello podría ocurrir si hubiera pocos cambios en la composición de la población de cada ciudad, y si las inercias culturales fueran fuertes. Entre el año 0 y el 1 es probable que estas condiciones se cumplan y entonces las β sean las mismas en ambos años:

$$(\beta_1 = \beta_0)$$

de manera que:

$$(\beta_1 X_1 - \beta_0 X_0) = \beta_{1,0} (X_1 - X_0)$$

Tomando en cuenta que las variables hedónicas del modelo son dicotómicas indicando presencia (1) o ausencia (0) del atributo, los valores que tomaría la diferencia ($X_1 - X_0$) para cada lote serían las presentadas en el siguiente cuadro:

Polígono	Manzana	X_0	X_1	$(X_1 - X_0)$
Tratamiento	Tratamiento	0	1	1
	No-Tratamiento	1	1	0
Control	No-Tratamiento	0	0	0
	No-Tratamiento	1	1	0

Cada específica intervención de Hábitat se hace en polígonos de Tratamiento, pero su efecto será especificado de manera dicotómica a escala de manzana. Las manzanas que reciban el efecto de la intervención serán las manzanas de tratamiento en este modelo. En este cuadro de diferencias la única opción que toma valor 1 es cuando en las manzanas de tratamiento hubo un cambio en el atributo, es decir, cuando hubo una intervención Hábitat. En el resto de opciones no hubo intervención Hábitat y el resultado es 0.

De la misma manera que con las variables directas, las variables de interacción o de particular valoración de los atributos en ciudades (y regiones), se restan entre ambos años. Aquí se mantiene el supuesto de que la valoración del atributo no varía en el tiempo, aunque si varía en el espacio.

Adicionalmente, en la resta entre los modelos estructurales del año 1 y año 0, las variables no hedónicas se anulan si son variables de localización relativa dentro de la ciudad pues sus valores son los mismos en ambos años (la estructura urbana cambia muy lentamente).

Esa resta no anula la variable tamaño de ciudad, pues algunas añaden más de 50 mil personas cada año.

Tomando en cuenta estas consideraciones, la resta de la ecuación estructural (4) para el año 1 menos aquella del año 0 se puede especificar de la siguiente manera

$$\Delta PS_1 = \alpha + \beta_U (U_1 - U_0) + \sum \beta_m X_m + \sum \beta_{Rm} (R_r X_m) + e_1 \quad (5)$$

Donde ΔPS_1 es la diferencia de precios por metro cuadrado de cada lote entre año de evaluación 1 y el de base 0; las U son las poblaciones en año 1 y año 0; X_m son las diferencias entre año de evaluación 1 y el de base 0 de las variables hedónicas (dicotómicas) de intervención de Hábitat de cualquier tipo a escala de manzana; $R_r X_m$ son las diferencias entre año de evaluación 1 y el de base 0 de la interacción de las variables hedónicas con el indicador de región (ciudad); β es el valor promedio del cambio de precios debido a una intervención: el impacto de cada intervención.

Para cada lote se indica su pertenencia regional con variables dicotómicas con valor uno si pertenece a la región y cero si es que no pertenece. Tomando en cuenta también que las variables de intervención de Hábitat son dicotómicas, se puede estimar el efecto de cada intervención (m) sobre el cambio del precio –controlando por tamaño urbano- de la siguiente manera:

$$I_m = \beta_m + \beta_{Rm}$$

donde I_m es el impacto de la intervención m.

Debido a que las variables y sus interacciones tienen sólo dos valores (dicotómicas) se espera que haya alta colinealidad entre una variable y su interacción; si así ocurriera, el valor del impacto se estimaría sólo con la variable directa.

Los lotes en esta estimación serán también los mismos 480 estimados en 2009, que incluye lotes en polígonos de tratamiento y de control .

Si consideramos el conjunto de variables directas y sus interacciones que ingresarían al cálculo estadístico, cabe la posibilidad de que no se tuviera el suficiente número de casos que permitiera generalizar los resultados de esta evaluación. Las variables directas serán los indicadores de las 10 categorías listadas, más abajo, en el apartado 4. Las interacciones se estimarían con cuatro variables indicando región. Ello nos da un total de 50 variables, sumando las directas y las interacciones. Además, si incluimos en la ecuación las dos opciones de cada intervención (nueva construcción y sólo-mejora) el total de variables se elevaría a 100.

En la literatura no hay un acuerdo sobre el número mínimo de casos necesarios para que los estimadores tengan un poder estadístico aceptable, pero para estimaciones con variables dicotómicas la cantidad generalmente aceptada es 10 por cada variable independiente (Domínguez y Aldana 2001, Mandeville 2006), por lo que el total de casos necesarios sería 1000.

Como nuestra muestra tiene 480 casos (lotes), debemos reducir el número de variables para tener estimadores aceptables. La estrategia a seguir, al respecto, incluye reducir el número de variables agrupándolas, y el número de regiones.

c) Evaluación con enfoque *ex ante* de todas las intervenciones

El objetivo de este enfoque es evaluar de manera indirecta el cambio en el precio del suelo como si fuera a haber alguna intervención de Hábitat, para cada acción tomadas todas a la vez.

Consiste en estimar la ecuación estructural (4) con datos del año base, cuyos coeficientes serán los valores del aporte de cada tipo de característica al precio del suelo. El aporte promedio al precio del suelo que cada intervención de Hábitat hace es equivalente al valor del coeficiente correspondiente a la intervención. Por ejemplo, si en la ecuación (4) el

coeficiente de la variable “tiene pavimento” es 220, la intervención de Hábitat para dotar de pavimento a una calle incrementará en 220 pesos el valor del metro cuadrado de cada lote en esa calle, independientemente del barrio o ciudad donde se encuentre.

Al llevar a cabo este enfoque se debe tener en consideración dos restricciones. Primero, la deducción que se hace del aporte de la intervención de Hábitat se basa en el supuesto de que los coeficientes (β de regresión) no varían entre el año de evaluación 1 y el de base 0; como ya se comentó, este supuesto es válido debido a que tanto los patrones culturales como la jerarquía de población entre ciudades, que modifican la valoración de los atributos (coeficiente β) y el nivel de la demanda, respectivamente, cambian lentamente en el tiempo.

Segundo, se espera alta colinealidad entre las variables hedónicas, particularmente entre aquellas asociadas en el espacio debido a que al construirse regularmente se hacen juntas en una misma calle, por ejemplo: pavimento y banqueta, agua y drenaje. De confirmarse esta alta colinealidad, se tendría que estimar modelos reducidos de la ecuación estructural (4). Una estrategia de este tipo debe basarse en la teoría de los determinantes del precio del suelo. Bajo esta premisa se pueden implementar modelos reducidos con dos condiciones: primero, entre las variables independientes debe haber al menos una por cada tipo de determinante del precio (localización, características del lote, entorno físico y el social), y segundo, se añaden variables adicionales cuidando que el indicador de colinealidad (VIF) sea menor de 2.

4. Muestra, bases de datos y cálculos de poder estadístico

Por restricciones de presupuesto por parte de SEDESOL, se decidió que la evaluación de impacto del programa Hábitat sobre el valor de la propiedad se haría con los mismos lotes calificados del año de base que habían sido valuados (estimados) por INDAABIN.

Los lotes calificados son aquellos resultantes de la depuración de información de los lotes que INDAABIN había valuado y entregado correspondientes al año base. La depuración de información consistió en seleccionar los lotes que estuvieran dentro de los polígonos Hábitat, que no estuvieran repetidos, y que tuvieran su información completa.

El conjunto de lotes entregados por INDAABIN se agrupaban en los así llamados Estimados y Comparables. Los primeros traían, además del precio del suelo, varias características que los hacía susceptibles de ser incluidos en una estimación hedónica. Los lotes Comparables, en cambio, no traían esa información sobre sus características; para poder incluirlos en una estimación hedónica se les atribuyó características provenientes de las bases de datos por manzana y por vivienda que esta evaluación realizó en el año base.

Para el cálculo de la ecuación (1) se utilizará los mismos lotes valuados por INDAABIN en el año de base. Para la estimación de la ecuación (4) se utilizará los lotes de la base de datos depurada, los precios del suelo valuados por INDAABIN, y la información levantada a nivel de manzana y vivienda. Para el cálculo de la ecuación (5) se utilizará los precios del suelo de los 480 lotes valuados por INDAABIN, y la información por manzana de la influencia de las acciones Hábitat tanto por nueva obra como por mejoramiento, información que será proveída por SEDESOL.

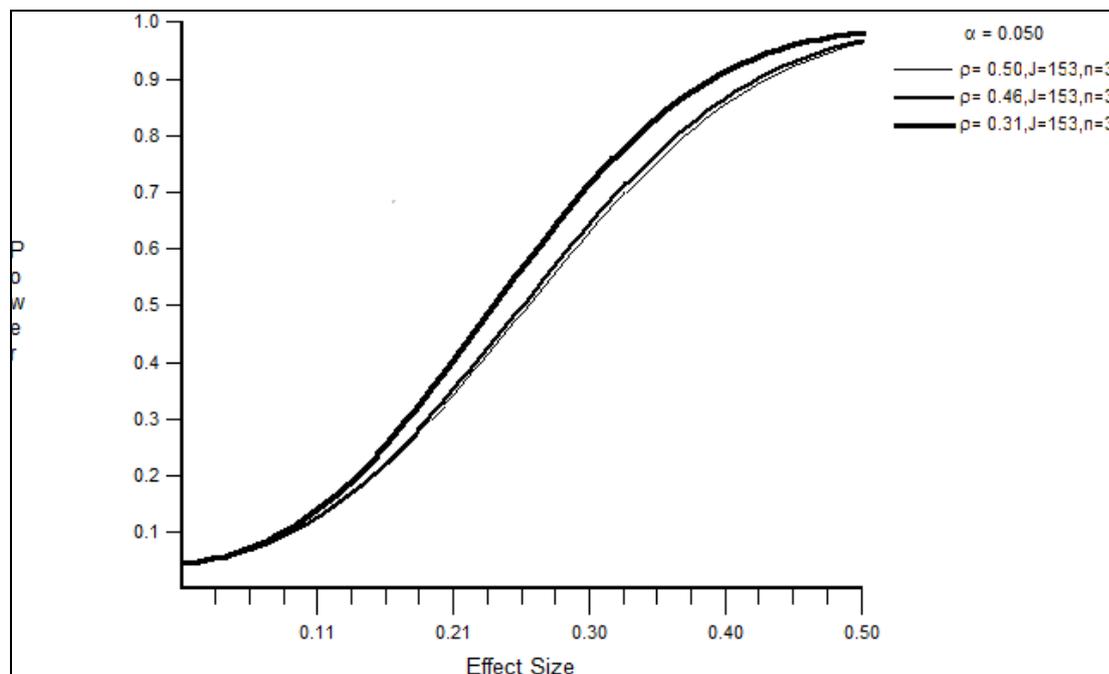
Cálculo de poder estadístico referente a la muestra de lotes a valorar por polígono

En el planteamiento metodológico anterior se propuso que el INDAABIN debía valorar una muestra al azar de 3,457 lotes. Este tamaño de muestra habría permitido proporcionar una estimación directa, y con poder estadístico, del impacto del programa en un lote representativo. Esta propuesta, sin embargo, ha sido desechada por ser demasiado cara. Considerando las restricciones presupuestales, se planteó como alternativa la valuación de 480 lotes encontrados durante la encuesta basal en 2009.

Aunque, como se abundará más adelante, es factible llevar a cabo la evaluación de impacto comprometida en los Términos de Referencia, es importante dejar en claro dos problemas

que se derivan del cambio de estrategia: primero, los 480 lotes no se localizan en todos los polígonos, sino sólo en 154 de los 370 polígonos que forman la muestra del estudio (aproximadamente 40% del total). Dado que el poder del experimento viene principalmente del número de polígonos en estudio, esta condición reduce de forma sustancial el poder de la estimación resultante. Segundo, los lotes que estaban en venta en la línea basal no es una muestra al azar de todos los lotes en un polígono, lo cual no permite obtener una estimación simple del impacto del programa en el lote promedio.

En estas condiciones, resulta crucial para proporcionar cualquier tipo de impactos directos en los precios del suelo, que se valúen en 2012 los mismos lotes de 2009. Esto requeriría que el INDAABIN vuelva a proporcionar nuevas valuaciones de los mismos 480 lotes para los cuales tenemos precios en el año basal. ¿Cuál sería el poder de la estimación resultante? Rehaciendo los cálculos de poder, tomando los 154 polígonos en los que se distribuyó la muestra basal de lotes, los aproximadamente 3 lotes por polígono observados, usando las correlaciones intra-cluster que se han usado en nuestras predicciones previas (un escenario "optimista" de .31, un escenario de rango medio de .46, y un escenario pesimista de .5), y aplicando el poder estándar de .8, el efecto detectable mínimo bajo el anterior escenario de rango medio ha subido de aproximadamente .2 a .37. Puesto de manera simple, esto significa que bajo el viejo escenario se habría podido detectar un 20% de incremento en los precios, y ahora el aumento tendría que estar en el orden de 40% para que podamos detectarlo.



En síntesis, para que sea posible hacer una estimación simple de impacto a través del método de Diferencia-en-diferencias en este estudio, es imprescindible tener datos tipo panel de los mismos lotes en el año de base y en el de evaluación. Sin esta información es posible proporcionar información sobre el cambio en el precio promedio de un lote de tratamiento y de control, pero no podríamos proporcionar una estimación correcta del impacto sobre un lote dado de una manera simple, a menos que se cuente con datos tipo panel que tomen los mismos lotes en el tiempo.

Bajo este escenario, las estimaciones que se obtendrán son representativas de la muestra analizada, de manera que el efecto estimado es uno válido localmente, indicando el tamaño del impacto de Hábitat sobre particulares polígonos de intervención. Sin embargo el efecto estimado no es generalizable al conjunto del programa a menos que las acciones Hábitat haya producido un notoriamente alto cambio real del precio promedio de los lotes (40%).

Las restricciones de presupuesto hacen que no sea posible estimar un impacto mínimo detectable con significancia estadística para toda la población.

Acciones Hábitat que se incluyen en la evaluación

Las acciones Hábitat son de diverso tipo, pero en la evaluación de su impacto sobre los precios del suelo se incluyen sólo aquellas que son evidentes y que están en sintonía con la teoría de precios del suelo presentada más arriba. En esa teoría, el nivel de precios está determinado por el lado de la demanda. Los agentes urbanos cuando buscan una localización toman en cuenta diversas características de los terrenos, su entorno y localización, para decidir el nivel de precios que están dispuestos a ofrecer por cada lote. Para que estas características entren en las decisiones de los agentes de la demanda, esas características deben ser susceptibles a la observación. Por ello se han seleccionado las acciones Hábitat cuya presencia es evidente por sí mismas.

Las acciones Hábitat seleccionadas se han agrupado en 10 categorías; cada categoría incluye las acciones de mejoramiento y nueva construcción para cada característica. Por ejemplo, la categoría Agua incluye la mejora de la infraestructura de provisión pública de agua por cañería tanto como la instalación de nueva infraestructura. A continuación se presenta la lista de las 10 categorías consideradas:

Código	Descripción
1	Agua
2	Alumbrado
3	Pavimentación (incluye Construcción de accesos viales, Construcción de calles y Vialidades)
4	Drenaje
5	Electrificación
6	Guarniciones y banquetas
7	Mitigación de riesgos
8	Sistema integral de recolección de basura
9	Inmuebles (incluye Centros de Desarrollo Comunitario y Centros de Atención a Víctimas de la Violencia)
10	Otros (limpieza de barrancas, jardines, canchas)

5. Resultados

Se presenta a continuación, primero, el modo en que construyeron los datos, y segundo los resultados para el primer enfoque de evaluación de Diferencia-en-diferencias. Los resultados de las evaluaciones hedónicas están aun en proceso.

Una primera objeción a resolver fue sobre la certeza de los precios debido conflictos sobre los derechos de propiedad de los lotes, debido a que el tener déficit en algún o algunos servicios públicos nos hace suponer que habían iniciado como lotes en asentamiento irregular. La restricción impuesta por Hábitat de no intervenir en barrios o colonias que estén sujetos a conflictos de tenencia de la tierra sugiere que, por ausencia de esas perturbaciones en el mercado inmobiliario, las mejoras se verían reflejadas en los precios de venta de los lotes.

Obtener la medida del cambio de los valores de las propiedades, sin embargo, presenta varios desafíos empíricos. En primer lugar, el aumento de la inversión privada; por ejemplo, la instalación de pisos de concreto o baños con agua corriente, puede confundir el aumento del valor de la propiedad atribuible a la inversión pública. En segundo lugar, los estudios empíricos recientes sugieren que los hogares mexicanos urbanos suelen sobreestimar el valor de venta de sus propiedades (Gonzales-Navarro y Quintana, 2009). Para superar la primera de estas cuestiones, la valuación de los inmuebles en la línea basal se llevó a cabo sólo en terrenos baldíos que no tenían ninguna construcción, por lo cual nuestra estimación del precio por metro cuadrado no está contaminada por los cambios ocurridos en la naturaleza del parque de viviendas por inversiones privadas. Para obtener una estimación

de alta calidad de los precios de venta en tanto no hay registro regular de estos precios, se utilizaron a peritos valuadores profesionales registrados ante el (INDAABIN).

Estos valuadores estimaron el valor de 464 lotes no construidos que estaban a la venta en los polígonos de tratamiento y control al inicio del estudio en 2009; en 2012 regresaron a los mismos lotes y se llevaron a cabo nuevas estimaciones de su valor de venta en ese momento. Habría que señalar que estos 464 lotes son exactamente los mismos en ambos años, lo cual se logró debido a que se instruyó al INDAABIN que debía valorar como lotes en 2012 aun aquellos terrenos que hubieran recibido construcción durante el período de estudio. También es importante mencionar que las personas que llevaron a cabo este trabajo de campo no tuvieron conocimiento del diseño de la evaluación de impacto, es decir, no sabían si estaban proporcionando estimaciones en polígonos de tratamiento o control con lo que se garantizó eliminar el sesgo inducido.

El procedimiento de valuación utilizado por el INDAABIN es el conocido como enfoque comparativo de mercado (SFP, 2009)¹, que es esencialmente una interpolación ponderada de precios. El supuesto que justifica el empleo de este método se basa en que un comprador potencial no pagará más por una propiedad que lo que estaría dispuesto a pagar por una propiedad similar, de utilidad comparable y disponible en el mercado. Se empieza con la selección de hasta cinco lotes en venta (llamados comparables) localizados en la vecindad inmediata o mediata, y cuyas características son semejantes a las del lote valuado (sujeto) para estimar el precio ponderado (o ajustado) de este último. Al precio de venta, de cada uno de los cinco comparables, se le pondera con factores de ajuste, que son valores menores, iguales o mayores a la unidad de acuerdo a si el lote valuado es considerado (por el valuador) peor, igual o mejor que el lote comparable en cinco características (o factores):

1. Negociación. Observando operaciones de contado en el mercado, se ajusta el precio de la oferta (comparable). Por ejemplo, si la oferta tiene mayor rapidez de venta y menor cantidad disponible, el factor debe ser menor a la unidad.
2. Ubicación. Se califica la localización física de la oferta contra el inmueble valuado; con terrenos con el mismo uso del suelo se califica el número de frentes.
3. Forma. Califica la irregularidad de la oferta respecto al inmueble valuado.
4. Uso de suelo. Califica el uso de suelo de la oferta contra el uso permitido al inmueble valuado.
5. Zona. Califica el entorno de la oferta contra el inmueble valuado. Este es el único factor que pueden modificar las intervenciones Hábitat.

Para calificar el factor zona se compara el registro de la característica síntesis servicios públicos del lote comparable (registro que regularmente se especifica como completo o incompleto) con las características correspondientes del sujeto que se refieren a la infraestructura urbana como agua potable, drenaje, energía eléctrica, alcantarillado, pavimento, banquetas con guarniciones, red de gas, red de teléfono, vialidades. Según este enfoque para calificar la zona se debiera tomar en cuenta también la característica síntesis equipamiento y mobiliario (hospitales, escuelas, mercados, centros comerciales, parques deportivos, estacionamientos, paraderos de transporte público, enunciando sus distancias al predio) pero en esta valuación no se registró esta característica para los comparables.

Los rangos de los factores de ajuste son variables entre comparables, no pudiendo ser sus valores menores a 0.5 ni mayores a 1.5. Estos factores de ajuste se multiplican entre sí y el resultado se multiplica a la vez por el precio de oferta (por metro cuadrado) del comparable correspondiente. Así, ponderados cada uno de esos cinco valores, con ellos se estima un valor promedio llamado valor homologado sin factor de superficie (VH_S_FS).

¹ Secretaría de la Función Pública (2009),. "Procedimiento Técnico PT-TU para la elaboración de trabajos valuatorios que permitan dictaminar el valor comercial y/o el valor de realización ordenada de terrenos urbanos", publicado en el Diario Oficial de la Federación, jueves 29 de enero, en http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5078871&fecha=29/01/2009

El último paso consiste en estimar el VH_C_FS , factor que atribuye un ajuste al precio debido a diferencias entre la superficie de cada comparable con la del sujeto. En los ejemplos que aparecen en SFP (2009), el precio por metro cuadrado disminuye cuando aumenta el área del lote. Para ello, primero se ordenan los comparables de mayor a menor área; luego se estima una raíz aritmética para cada comparable excepto el último. Esta raíz es una elasticidad que mide las veces más que cambia el precio respecto al cambio del área (estando precio y área en logaritmos de base 10).

La moda de esta raíz (o el promedio si no hubiera moda) se usa como exponente de cinco divisiones correspondientes: área de un comparable entre área del sujeto. Cada uno de estos cinco resultados se multiplica por el precio ya ajustado (con los cinco factores arriba mencionados) de su comparable respectivo, y el promedio de esos resultados es el precio final estimado (valor homologado con factor de superficie).

Con la información recabada por INDAABIN se construyó una base de datos de panel. Para aplicar el método DED y medir el efecto en el valor real del metro cuadrado de los predios se procedió a deflactar el precio de los terrenos aplicando el componente de vivienda del índice nacional de precios al consumidor (INPC) específico de cada ciudad al momento de los levantamientos en 2009, con lo cual se actualizaron los precios a valores de 2012.

De los 342 polígonos utilizados en el análisis de impacto, un poco más de 40 por ciento tenían lotes baldíos a la venta en la línea basal. En los polígonos con baldíos en venta había 3.17 lotes a la venta en promedio y un máximo de 23. Quitando los lotes localizados en los 28 polígonos que fueron eliminados de la evaluación, la muestra queda en 437 lotes ubicados en 138 polígonos, de los cuales 249 lotes (57 %) se localizan en 77 polígonos de control y 188 (43 %) en 61 de tratamiento. En el cuadro 2 se muestra la distribución de frecuencias de los polígonos según el número de lotes valuados en ellos.

Cuadro 2. Frecuencia de polígonos según rangos de lotes valuados que fueron utilizados para el análisis de impacto

Rangos de lotes	No. Polígonos de control	No. Polígonos de tratamiento	Polígonos totales
<i>Totales</i>	77	61	138
1-5	67	51	118
6-10	6	6	12
Más de 11	4	4	8
Promedio	3.2	3.1	3.2

Fuente: Base de panel de lotes valuados por INDAABIN.

Debe aclararse que la submuestra de polígonos resultante no es representativa de la muestra completa. Como se aprecia en el cuadro 3, estos polígonos tenían en la línea basal condiciones de disponibilidad de infraestructura menos favorables y eran de mayor tamaño en comparación con los promedios generales de la muestra total. No obstante, en el mismo cuadro se puede observar que la submuestra está equilibrada entre el tratamiento y el control, lo que significa que en la línea de base los precios promedio por metro cuadrado son comparables a nivel de polígono. Por lo tanto, no hay signos evidentes de que los resultados de la inferencia experimental de la submuestra no serán válidos; por el contrario, su análisis proporciona un efecto preciso y de fácil interpretación del cambio en los valores del precio del suelo.

Cuadro 3. Pruebas de balance de la submuestra de polígonos con lotes valuados.

	<u>Pérdida de observaciones</u>	<u>Balance en la línea basal (pesos por m2)</u>	
	Polígonos con lotes en venta	Simple DED	Incluyendo efectos fijos a nivel municipal
Tratamiento	-0.0986 (0.06)	31.61 (194.60)	42.07 (140.60)
Índice de disponibilidad de servicios	0.0556 (0.081)		
Índice de disponibilidad de infraestructura	-0.0786** (0.035)		
Total de hogares	6.07e-05*** (0.000)		
Constante	0.474** (0.20)	1,130*** (110.70)	580.8*** (52.80)
Observaciones	342	138	138
R-cuadrada	0.216	0.001	0.788

Asteriscos indican significancia a * 90%, ** 95%, and *** 99%.

Fuentes: Base de panel de vivienda de 2009 y 2012 y Base de panel para medir el impacto en el valor inmobiliario

De una observación general a la base de datos generada para medir impacto en el valor inmobiliario se obtienen las características descriptivas de los precios de los lotes según estén en polígonos de tratamiento o control, como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Características descriptivas de los precios por grupo de polígonos: Precio por m2 del 2012 y del 2009 en pesos del 2012

	Grupo de casos						
	Todos		Tratamiento		Control		
Año	2012	2009	2012	2009	2012	2009	
Número de polígonos	138	138	61	61	77	77	
Precios (pesos del 2012)	Mínimo	112	100	178	149	112	100
	Máximo	3217	3203	3217	3203	2162	2183
	Media	1058	980	1176	1051	964	925
Diferencia de precios promedio 2012-2009	77		125		40		

Fuente: Base de panel para medir el impacto en el valor inmobiliario.

Lo primero que debe resaltarse en este cuadro es que la diferencia de precios promedio entre 2012 y 2009 es mayor para los polígonos de tratamiento (125) que los de control (40). Este es un primer indicio de que las acciones Hábitat tienen un efecto positivo en la valoración de la propiedad.

Un segundo aspecto a resaltar es que los polígonos de control también tuvieron un incremento de su precio real (por sobre la inflación), aunque en un monto menor. Este incremento puede tener varias interpretaciones, pero una de ellas puede ser que los precios del suelo se incrementan por sobre el nivel de la inflación debido al crecimiento de las ciudades.

Resultados de la estimación de impacto

Para implementar la medición del impacto con el enfoque de DED se llevó a cabo la estimación de los parámetros de la ecuación (1). Este enfoque se mide el impacto promedio general de todas las acciones Hábitat, en todas las ciudades de la muestra de esta evaluación, sobre el valor de los precios del suelo en los polígonos Hábitat seleccionados. Puesto de manera sintética, lo que se obtiene de esta medición es el cambio del precio del suelo atribuible a todas las acciones del programa Hábitat. El procedimiento DED aquí utilizado proporciona la cantidad promedio de pesos que los lotes en polígonos de

tratamiento acumularon por sobre los lotes en polígonos de control, además del monto atribuible a la inflación, entre 2009 y 2012.

De acuerdo con los resultados del análisis DED, los efectos inducidos por el tratamiento en el precio del metro cuadrado de los terrenos son sustanciales. Como se observa en el cuadro 5, mientras que el metro cuadrado de terreno tuvo una apreciación de su precio real en el grupo de control de 27.7 pesos entre el segundo semestre de 2009 y el primer semestre de 2012, el impacto en el grupo de tratamiento resultó en 75.5 pesos adicionales por metro cuadrado, es decir, 3.7 veces más de la tasa real de apreciación en el grupo de control.

Cuadro 5. Análisis de impacto a nivel polígono en el valor inmobiliario de los predios.
Variable dependiente: cambio en el precio del metro cuadrado de los lotes (valores a pesos reales de 2012)

	Simple DED	Ponderando por el número de viviendas por polígono	Incluyendo efectos fijos a nivel municipal
Efecto en el Tratamiento	85.59*** (30.30)	107.5** (49.71)	75.52** (37.68)
Constante	39.59* (20.14)	27.66 (31.10)	-403.5*** (70.54)
Observaciones	138	138	138
R-cuadrada	0.055	0.080	0.637

Asteriscos indican significancia a * 90%, ** 95%, and *** 99%.

Fuente: Base de panel para medir el impacto en el valor inmobiliario

Quizá la manera más significativa para poner esta última cifra en contexto, sea a través de un análisis costo-beneficio que permita relacionar el efecto de las inversiones de Hábitat sobre la plusvalía de los terrenos (cuadro 6). Para llevar a cabo esta estimación primeramente se debe considerar que los polígonos de tratamiento contienen 118 491 inmuebles habitados con un promedio de 218 metros cuadrados de terreno cada uno, lo cual arroja un total de 25.9 millones de metros cuadrados de suelo habitado. Si se aplica el efecto marginal estimado con efectos fijos a nivel municipal (75.52 pesos) a todos los inmuebles habitados en los polígonos de tratamiento, el aumento resultante en la plusvalía total de los terrenos es de 1.9 mil millones de pesos, que representa casi tres veces los 704 millones invertidos por los tres niveles de gobierno y los propios beneficiarios en el programa en proyectos de mejoramiento del entorno urbano. Lo anterior quiere decir que por cada peso invertido a través de Hábitat en servicios, infraestructura y equipamiento se obtuvieron 2.8 pesos de mejora en el valor del metro cuadrado de los terrenos con viviendas habitadas, lo que para un propietario de una vivienda con un lote promedio de 218 m² en los polígonos intervenidos, este efecto le significó una apreciación de 16 463 pesos en el valor de su propiedad durante el período en estudio.

Cuadro 6. Análisis costo beneficio de la inversiones de Hábitat sobre el valor inmobiliario de los predios

Metros cuadrados totales en los inmuebles habitados en los polígonos de tratamiento en la línea basal	25,900,000
Plusvalía total de los terrenos aplicando el efecto estimado (75.52 pesos)	1,955,968,000
Inversiones totales de Hábitat en proyectos de Mejoramiento del Entorno Urbano entre 2009 y 2011 (pesos)	704,328,229
Relación costo-beneficio	2.8

Los terrenos a los cuales se estimaron sus precios están en barrios con reducidas distorsiones en sus mercados inmobiliarios, por ello los cambios en sus valores debieran estar expresando las mejoras directas (servicios básicos e infraestructura complementaria) e indirectas (mejoras en la vivienda, tiempo de transporte y satisfacción con el barrio) que

recibieron entre 2009 y 2011. En los polígonos de tratamiento la mayoría de esas mejoras se debió a las intervenciones Hábitat, siendo esas mejoras factores que coadyuvan a una mejor calidad de vida, el programa Hábitat está cumpliendo con uno de sus principales objetivos; adicionalmente, ese cumplimiento se ve reflejado en la plusvalía capitalizada por los hogares residentes en los polígonos de intervención del programa.

Bibliografía

- ALEGRÍA, Tito (2009). Metrópolis transfronteriza. Revisión de la hipótesis y evidencias de Tijuana, México y San Diego, Estados Unidos. Editorial Miguel Ángel Porrúa y El COLEF.
- ANAS, Alex, Richard ARNOTT and Kenneth SMALL (1998). "Urban Spatial Structure". *Journal of Economics Literature*, Vol. 36, # 3.
- BERNDT, Ernst (1996). The Practice of Econometrics. Addison-Wesley Pub. Co. U.S.A.
- DES ROSIERS, François and Marius THÉRIAULT (2006). "Mass Appraisal, Hedonic Price Modelling and Urban Externalities: Understanding Property Value Shaping Processes". Discussion Paper presented at the *Advances in Mass Appraisal Methods Seminar*, Delft University of Technology, The Netherlands.
- DIPASQUALE, Denise and William WHEATON (1996). Urban Economics and Real Estate Markets. Prentice Hall, New Jersey.
- DOMÍNGUEZ, Emma y Deysi ALDANA (2001). "Regresión logística. Un ejemplo de su uso en Endocrinología". *Revista Cubana de Endocrinología*, Vol. 12, #1.
- DUFLO, E., R. GLENNERSTER, M. KREMER (2007). "Using randomization in development economics research: A toolkit". Discussion Paper No. 6059. Centre for Economic Policy Research. UK.
- GONZÁLEZ-NAVARRO, Marco y Climent QUINTANA-DOMEQUE (2009), "The reliability of self-reported home values in a developing country context". *Journal of Housing Economics*, Vol. 18, Núm. 4, pp. 311-324.
- LUKE, Douglas (2004). Multilevel Modeling. Sage university papers series: Quantitative Applications in the Social Sciences, # 143. USA.
- MANDEVILLE, Peter B. (2006). "Tema 10: Tamaño de la muestra V", *Ciencia UANL*, VOL. IX, No. 1, Enero-Marzo.
- O'SULLIVAN, Arthur (2009). Urban Economics. McGraw-Hill/Irwin. USA.
- RICHARDSON, H.W. (1978). Urban economics. The Driden Press; Illinois.
- SFP (Secretaría de la Función Pública) (2009). "Procedimiento Técnico PT-TU para la elaboración de trabajos valuatorios que permitan dictaminar el valor comercial y/o el valor de realización ordenada de terrenos urbanos". Publicado por DIARIO OFICIAL, jueves 29 de enero.
- SIRMANS, G. Stacy & Lynn MACDONALD & David A. MACPHERSON & Emily Norman ZIETZ (2006). "The Value of Housing Characteristics: A Meta Analysis". *Journal of Real Estate Finance and Economics*, 33: 215–240.
- WARD, P., E. JIMÉNEZ, G. JONES (1994). "Measuring residential land-price changes and affordability". En Gareth Jones and Peter Ward (editors), Methodology for land and housing market analysis. University College Press. UK.
- WASSMER, Robert and Michelle C. BAASS (2006). "Does a More Centralized Urban Form Raise Housing Prices?". *Journal of Policy Analysis and Management*, Vol. 25, No. 2, 439–462.