



Desarrollo y Sociedad

ISSN: 0120-3584

revistadesarrolloysociedad@uniandes.edu.co

Universidad de Los Andes

Colombia

Enríquez Sierra, Hernán; Barreto Nieto, Carlos; Correa Caro, Carolina; Campo Robledo, Jacobo  
Precio del suelo y regalías en Colombia: un análisis espacial para los municipios productores de petróleo

Desarrollo y Sociedad, núm. 71, 2013, pp. 193-225

Universidad de Los Andes

Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169128382006>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# Precio del suelo y regalías en Colombia: un análisis espacial para los municipios productores de petróleo<sup>1</sup>

## *Land Price and Royalties in Colombia: A Spatial Analysis for Oil Producing Municipalities*

Hernán Enríquez Sierra<sup>2</sup>  
Carlos Barreto Nieto<sup>3</sup>  
Carolina Correa Caro<sup>4</sup>  
Jacobo Campo Robledo<sup>5</sup>

DOI: 10.13043/DYS.71.6

### Resumen

Las regiones que basan su actividad económica en la extracción de recursos mineros se caracterizan por la generación de rentas excedentes que provocan efectos físicos e institucionales sobre el territorio. En este documento se analiza cómo las rentas relacionadas con los recursos de regalías tienen una incidencia en el valor del suelo de los municipios petroleros. Por medio de una aproximación hedónica, se estiman los valores del suelo utilizando una

---

1 Los autores agradecen los valiosos comentarios del evaluador anónimo y el acompañamiento de los editores Hernando Zuleta y Adriana Camacho.

2 Escuela de Economía, Grupo de Investigación en Política Económica, Universidad Sergio Arboleda. Correo electrónico: hernan.enriquez@usa.edu.co.

3 Magíster en Economía de la Universidad Nacional de Colombia. Correo electrónico: carlosbarreto79@gmail.com.

4 Economista de la Universidad Central. Correo electrónico: ccorreac@ucentral.edu.co.

5 Facultad de Economía, Grupo de Investigación Finanzas y Política Económica, Universidad Católica de Colombia. Correo electrónico: jacampo@ucatolica.edu.co.

Este artículo fue recibido el 23 de noviembre de 2012; revisado el 15 de abril de 2013 y, finalmente, aceptado el 22 de abril de 2013.

especificación econométrica con errores correlacionados espacialmente. Se encuentra evidencia de que luego de controlar por variables de localización, ingresos y atributos locales, en aquellos municipios donde se reciben regalías el precio del suelo es significativamente más bajo. Se puede concluir que las regalías afectan de manera negativa el equilibrio espacial, aun con un mayor consumo de amenidades.

*Palabras clave:* amenidades, municipios petroleros, modelos hedónicos, regalías.

*Clasificación JEL:* C21, R12, R31.

## Abstract

Regions that base their economic activity on extraction of mineral resources are characterized by generate over rents that have physical and institutional effects on the territory. This paper analyses how rents related with royalties have an impact on land values of petroleum producer municipalities. Through a hedonic approach land values are estimated using an econometric specification with spatially correlated errors. It is argued that after controlling by location, income and amenity variables, in those municipalities where royalties are perceived, land values are significantly lower. It can be concluded that the effect of royalties affects in negative way the spatial equilibrium even with a higher consumption of amenities.

*Key words:* Amenities, hedonic models, petroleum producer municipalities, royalties.

*JEL classification:* C21, R12, R31.

## Introducción

La actividad petrolera en Colombia ha cambiado de forma sustancial el panorama económico de las regiones productoras. La alta generación de rentas provenientes del sector ha creado una actividad económica ligada a la actividad extractiva y una dependencia importante de las regalías como parte de los recursos fiscales de los gobiernos locales. Esta dinámica de rentas incen-

tiva nuevos polos de desarrollo, los cuales generan una demanda creciente de empleo, vivienda, servicios públicos y de salud, entre otras, lo que cambia la escala de la estructura local económica y social.

El mercado inmobiliario no es ajeno a los cambios en las estructuras productivas locales. En la medida en que la presión sobre el suelo aumenta, producto del dinamismo del polo, es natural que el precio de las viviendas se incremente. Sin embargo, no solo el mercado local se ve alterado por su propia dinámica, sino que las localidades vecinas también recibirán efectos en sus propios mercados. Por lo tanto, la localización relativa a los municipios productores importa a la hora de beneficiarse de mejores precios del suelo (efecto de vecindad).

En este sentido, el incremento de las rentas locales y de sus vecindades está relacionado con todos los eslabones productivos que las perciben, tanto hacia atrás como hacia adelante. Esto permite a su vez generar rentas a las familias y al gobierno territorial, lo que configura un impulso a la demanda interna de suelo, así como de elementos que brindan bienestar a la comunidad, como las amenidades.

El objetivo de este trabajo es evaluar cómo reaccionan los valores del suelo en un escenario en el que las rentas petroleras pueden crear condiciones para su variación. Bajo la estructura de precios hedónicos, se analiza si los recursos de regalías influyen en las variaciones de precios del suelo, pese a que estas no se destinan directamente a su valorización. Igualmente, se discute si tales incrementos en los valores del suelo reflejan mejores condiciones locales de producción o si solo se manifiestan en una mayor dotación de amenidades en los municipios.

El aporte a la literatura radica en la posibilidad que da la aproximación de precios hedónicos presentada por Roback (1982), para relacionar, bajo un modelo de equilibrio espacial, las condiciones de producción y atributos urbanos para los municipios petroleros. Este análisis permite hacerse una idea de si las regalías contribuyen al desarrollo de los municipios o solo son utilizadas para mejorar las condiciones de vida, sin efectos en la productividad local.

El documento se divide en cuatro secciones. La primera expone los conceptos sobre los cuales se puede analizar una situación de renta petrolera y sus implicaciones a nivel local. En la segunda sección se describe el modelo de Roback

(1982). La tercera sección presenta las estimaciones de un modelo de precios hedónicos con errores correlacionados espacialmente, que se ajusta para dos áreas del país donde se ubican los municipios productores de petróleo. En la cuarta sección se plantean las conclusiones generales del documento.

## I. Las regalías petroleras y sus efectos locales

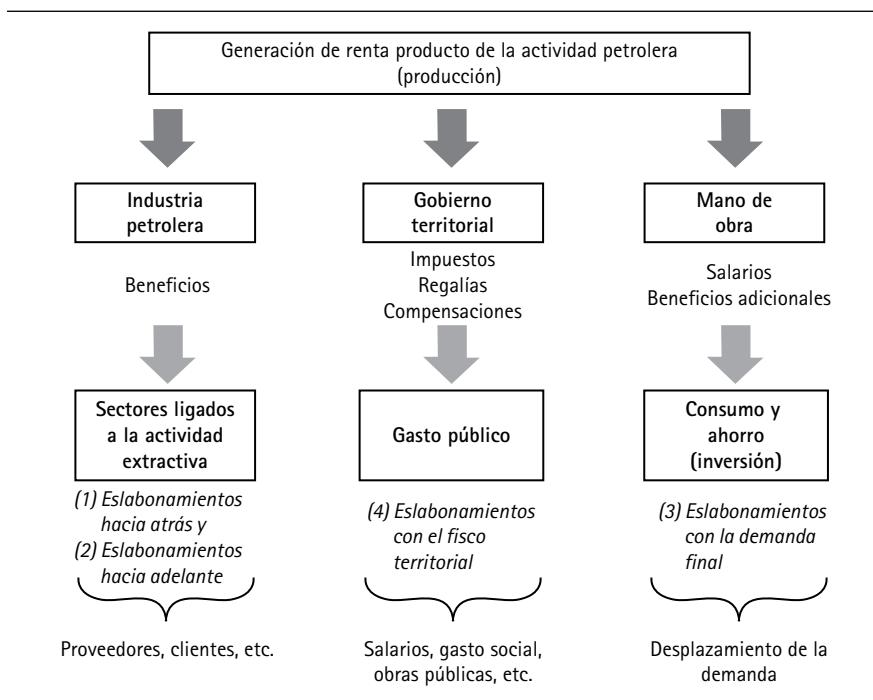
La explotación de recursos naturales como el petróleo y el carbón provee una significativa ventaja comparativa en contraste con otros sectores de la economía, pues tiene la capacidad de crear un beneficio que se encuentra por encima del retorno normal de otros factores de producción; es decir, la explotación de recursos naturales no renovables produce renta económica, tal como lo señala Ricardo (1821), en su teoría sobre la renta. A su vez, esta renta proviene del valor *in situ* del recurso natural y es definida como el beneficio de desarrollar su explotación después de compensar todos los demás factores productivos (Gunton, 2003).

La generación extraordinaria de rentas impulsa el crecimiento económico a través de su efecto multiplicador sobre los demás sectores de la economía, lo cual va sumado al estímulo producido por la inversión directa en la extracción del bien primario. Esta generación de rentas puede ser dividida en cuatro categorías (véase figura 1): 1) eslabonamientos hacia adelante relacionados con el proceso previo a la exportación del bien primario, 2) eslabonamientos hacia atrás asociados a la producción de insumos para la industria extractiva, tales como transporte, maquinaria, etc., 3) eslabonamientos con la demanda final, la cual produce y brinda todos los bienes servicios que consumen aquellos que están empleados en la industria productora del bien primario y 4) eslabonamientos con el fisco territorial, que aumenta su recaudo por la vía de los estabilizadores automáticos a través de unos mayores impuestos y unas mayores regalías (Gunton, 2003, p. 68). Esta fuente extraordinaria de renta se convierte en un factor que atrae población, no solo en el municipio productor sino también a su alrededor, lo cual, sin lugar a dudas, afecta los precios del suelo.

Los efectos derivados de la presencia de rentas en un territorio marcan la dinámica de su desarrollo. No solo se tienen impactos por causa de la productividad y la utilidad de los individuos, sino que también se alteran las decisiones de localización e interacción espacial que se presentan a nivel regional. En un

escenario de equilibrio parcial, estos efectos se verán reflejados en los salarios y el costo del suelo de cada localización (Partridge y Rickman, 2012).

**Figura 1.** Distribución local de la renta proveniente de la actividad de producción de petróleo



Fuente: elaboración propia, con base en Gunton (2003) y Watkins (1963).

La generación de rentas a su vez se convierte en un factor determinante para la creación de amenidades, las cuales se pueden dividir en aquellas de impacto macro, tales como una mejor infraestructura vial, hospitalaria, educativa; las amenidades micro, como parques y demás mobiliario urbano; y las de escala predial, por las características o atributos físicos de las viviendas que se construyan. Al ser internalizadas, las amenidades van a permitir una mejora en la calidad de vida de los habitantes, lo que hace más atractivo el territorio para asentamientos poblacionales (Partridge y Rickman, 2012).

Para el caso de este trabajo, Perry y Olivera (2010) sostienen que los departamentos y municipios productores de hidrocarburos presentan una mayor cobertura en salud, comparados con otras regiones con el mismo nivel de

ingreso per cápita. Esto también sucede en otros contextos, como aquellos en donde se explota el carbón. De igual manera, se señala que los departamentos y municipios petroleros y carboníferos tienen una mejor infraestructura vial que el resto de localidades que no participan en la actividad. Esta inversión en infraestructura permite una mejora en las condiciones de vida.

La creación de estas amenidades tiene consecuencias observables en los distintos ámbitos locales, especialmente cuando se convierten en un atributo que explica el comportamiento económico de otros mercados que operan localmente, como el laboral y el inmobiliario. De esta manera se puede esperar que diferenciales en la dotación de amenidades afecten las condiciones de estos mercados (Boxall, Chan y McMillan, 2005; Roback, 1982).

No obstante, como lo señalan Boxall *et al.* (2005), además de los efectos positivos asociados con algunas de las amenidades, también existen factores negativos vinculados a la extracción de un recurso natural, tales como la contaminación, la migración descontrolada o fenómenos como la violencia. En realidad, este análisis costo-beneficio es ponderado cuando un agente o una familia toma la decisión de migrar a la región productora, lo cual, por supuesto, influye en la estructura económica local y la formación de precios.

En contextos donde las instituciones formales e informales no ejercen control sobre la asignación de los recursos, se puede presentar una lucha entre diferentes actores por su uso. Según Morales (2011) y Hajkowics, Heyenga y Moffat (2011), la abundancia de recursos naturales y su extracción desmedida producen desigualdades, debilitan la capacidad estatal y conducen a aumentos en los niveles de corrupción. Los autores señalan que la principal causa de este tipo de problemáticas es la presencia de una baja calidad institucional. En ese orden de ideas, el mercado del suelo refleja esta problemática cuando presiones de ese tipo incorporan distorsiones en su correcta asignación.

## II. Amenidades y rentas en una visión hedónica

Para el análisis presentado, se parte de las especificaciones sobre precios hedónicos realizadas por Rosen (1974) y Roback (1982). En este tipo de modelación, se asume que tanto salarios como rentas se deben ajustar para igualar la utilidad de los individuos entre localizaciones. Por su parte, las firmas deben

mover su capital entre las localizaciones más productivas y donde puedan explotar a su favor las amenidades que se ubican en estas.

Desde la perspectiva de esta concepción, las amenidades cumplen un papel clave, ya que si bien pueden existir atributos propios en cada uno de los municipios, pueden a su vez crearse otros para el disfrute de la población o la utilidad de las empresas. En este último caso se tendría que una vez el ingreso en la localización comienza a incrementarse debido al crecimiento de la productividad local, los habitantes de dicho lugar van a aumentar la disponibilidad a pagar por amenidades de más alto valor, que a su vez atraerán personas de otros lugares que quieran mejorar su utilidad consumiendo estos atributos (Glaeser, Gyourko y Saks, 2005).

Bajo la condición de equilibrio espacial, controlando por la oferta de local de amenidades, los salarios y rentas deberán ajustarse de tal manera que la utilidad y los costos se igualen entre localizaciones, por lo cual existe una relación negativa entre salarios y rentas en cada localización<sup>6</sup>. Siguiendo a Roback (1982), el cambio de salarios y rentas ante variaciones de niveles de amenidades puede formularse con las siguientes ecuaciones:

$$\frac{dw}{ds} = \frac{1}{\Delta} (-V_s C_r + V_r C_s) \quad (1)$$

$$\frac{dr}{ds} = \frac{1}{\Delta} (-V_w C_s + V_s C_w) \quad (2)$$

$$\text{con } \Delta = V_w C_r - V_r C_w$$

donde  $V$  y  $C$  representan la función de utilidad indirecta de los individuos y la función de costos de las empresas, respectivamente. Los subíndices indican la derivada parcial de cada una de las funciones respecto al nivel de salarios  $w$ , la renta  $r$  y el nivel de amenidades  $s$ . Para las empresas los costos son crecientes.

<sup>6</sup> En este punto se entendería que un mayor nivel de amenidades permite fijar un menor salario que compense esa oferta, pero de igual manera, cuantos más atributos locales se tenga, mayor será la renta que se pagaría. El equilibrio se alcanza cuando salarios y rentas se fijan de tal manera que trabajadores y empresas están dispuestos a estar en cada localización, ajustándose al nivel de amenidades existente.

tes en el nivel de amenidades, lo que determina que sea negativo el signo del cambio esperado en los salarios por aumento del *stock* de estos atributos.

El segundo término de la ecuación (2) establece una suma de efectos contrapuestos. Por un lado, el efecto productividad, la cual determina mayores salarios. A mayor productividad, menor uso de amenidades y una menor renta por pagar. Por otro lado, se encuentra el efecto amenidad, el cual determina la importancia de los factores inmóviles en la producción. A mayor nivel de este tipo de insumos necesarios, mayor será la renta para pagar.

En resumen, según la aproximación teórica de Roback (1982), en localizaciones donde existe una amplia oferta de amenidades, las rentas serán altas a cualquier nivel de salarios para que el efecto compensación por menos ingresos permita alcanzar el equilibrio espacial. De igual manera, si el nivel de amenidades no es útil en la producción, los salarios se determinarán por la función de costos de las empresas y las rentas capturarán el valor de las amenidades (p. 1262).

### **III. Evidencia empírica de los efectos de las regalías sobre el valor del suelo de los municipios petroleros**

Para explicar los cambios en los precios del suelo en los municipios productores de petróleo y las áreas cercanas a estos, se estima un modelo econométrico para el avalúo urbano residencial municipal en la forma de precios hedónicos. Este tipo de especificaciones permite estimar las variaciones en los precios relacionadas con sus determinantes y con los atributos por localización que pueden afectarlos. De esta manera será posible incluir las regalías petroleras como un atributo adicional de las localizaciones y evaluar, por medio del signo del coeficiente, si estas ejercen un efecto de productividad (negativo) o un efecto de amenidad (positivo) en la formación del precio.

#### **A. Valor del suelo y regalías**

En Colombia las regiones donde se explota el petróleo se han convertido en polos de desarrollo regional. Esto ha conducido a patrones de migración importantes, que impactan sin duda la estructura social y económica local. El

cuadro 1 muestra los cambios en población y el índice de necesidades básicas insatisfechas (NBI) para los mayores receptores de regalías por producción de petróleo en el año 2005.

**Cuadro 1.** Cambios en población y necesidades básicas insatisfechas: mayores receptores de regalías por producción de petróleo en 2006

Municipio	Regalías 2006 <sup>a</sup>		Población		NBI (porcentaje)		Variación NBI 1993–2005 (porcentaje)
	Totales	Per cápita	1993	2005	1993	2005	
Acacías	18.846,06	0,34	35.046	54.753	34,10	22,64	-11,46
Aguazul	13.555,17	0,49	12.756	27.443	42,90	26,69	-16,21
Aipe	30.408,83	1,53	10.762	19.928	48,30	38,00	-10,30
Arauca	16.526,13	0,24	39.796	68.222	43,30	33,62	-9,68
Barrancabermeja	33.210,35	0,18	157.433	187.311	29,50	22,24	-7,26
Neiva	10.221,59	0,03	250.838	315.332	26,20	17,70	-8,50
Orocué	19.359,47	2,64	4.784	7.324	75,20	62,83	-12,37
Puerto Boyacá	10.796,78	0,22	28.552	49.912	39,30	39,30	0,00
Puerto Gaitán	21.127,06	1,37	15.016	15.475	73,30	65,47	-7,83
Tauramena	15.542,24	0,98	5.882	15.896	52,40	33,73	-18,67
Uribia	22.737,70	0,19	55.685	116.674	99,40	96,05	-3,35
Villavicencio	22.760,68	0,06	253.780	384.131	25,30	17,07	-8,23
Yopal	58.452,89	0,56	44.761	103.754	40,10	24,47	-15,63

<sup>a</sup> En millones de pesos de 2006.

Fuente: elaboración propia con datos del Departamento Nacional de Planeación (DNP), la Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y el DANE.

En resumen, gran parte de los municipios productores de petróleo han presentado un flujo migratorio importante en el período 1993–2005 e incluso han llegado a doblar la población en un lapso de trece años. Sin embargo, a pesar de la presión poblacional por vivienda, servicios públicos y educación, entre otros, en la mayoría de estos municipios el índice de NBI<sup>7</sup> ha presentado una mejora notoria para el mismo período, lo cual puede sugerir que las rentas generadas de forma local han suplido por lo menos el acceso a estos servicios básicos.

7 Las necesidades básicas incluidas en el índice son: acceso a la vivienda, acceso a servicios sanitarios, acceso a educación, capacidad económica.

Por otra parte, la importante cantidad de recursos provenientes del petróleo se ha convertido en una fuente dinamizadora de la economía local, lo cual, en sitios con una gran actividad extractiva, puede llegar a ser el motor económico principal al incorporar gran parte de los factores de producción disponibles. Esta dependencia de la actividad petrolera puede verse en la estructura de ingresos fiscales de municipios receptores de regalías petroleras, los cuales han sufrido una transformación importante en su estructura fiscal como consecuencia del aumento en la renta económica<sup>8</sup>.

En el año 2010 los principales municipios productores de petróleo en Colombia habían aumentado en forma importante el rubro de ingresos de capital, en donde se incluyen las regalías, los recursos del sistema general de participaciones (SGP), la cofinanciación y otros, lo que genera un cambio fiscal orientado a la captura de recursos del nuevo sector energético (véase cuadro 2). En comparación con el resto de los municipios que no reciben importantes recursos por regalías, los grandes municipios petroleros ahora dependen en menor cuantía de las transferencias de la Nación a través del SGP y de los recursos propios. Lo que diferencia a estos municipios no es contar con regalías (como las pueden tener los municipios que explotan níquel, sal o las canteras), sino el tamaño descomunal del nuevo ingreso en comparación con sus demás rentas.

Esta fuerte dependencia, asociada con una alta varianza del precio internacional del petróleo, genera una fuerte volatilidad en la generación de rentas, lo cual provoca una gran incertidumbre y puede afectar la formación de precios en todos los mercados de la economía local (Perry y Olivera, 2010).

Los municipios que recibieron importantes recursos de regalías en el período considerado, como es el caso de los petroleros, debían orientar estos recursos según lo indicado por las leyes 141 de 1994 y 756 de 2002 (DNP, 2010). Este marco legal (modificado por el acto legislativo 5 del 18 de julio de 2011) obligaba a invertir el dinero de las regalías en solucionar la cobertura de servicios básicos como salud, educación, acueducto y alcantarillado y reducir la tasa de mortalidad infantil. Después de lograr dicha cobertura, los municipios podían

---

8 El contexto de explotación de carbón es diferente al de petróleo. En el primero los eslabonamientos son más fuertes, sobre todo en la generación de empleo (Gunton, 2004). La producción y el transporte de petróleo no generan tantos empleos como la refinación y el uso en la petroquímica, lo cual se presenta solo en pocas ciudades de Colombia. Esto es importante si se considera la cantidad de actores que participan en la demanda de suelo urbanizable en cada uno de los contextos descritos anteriormente.

usar estos recursos en lo contemplado en sus planes de inversión municipal. Es decir, la creación de amenidades con los recursos de las regalías tiene una destinación específica, lo que hace inflexible las posibilidades de inversión.

**Cuadro 2.** Comparación de la participación por rubros en el ingreso municipal 1987–2010: mayores receptores de regalías por producción de petróleo

Municipio	Ingresos totales <sup>a</sup>		Porcentaje ingresos corrientes				Porcentaje ingresos de capital			
	1987	2010	Porcentaje tributarios		Porcentaje no tributarios		Porcentaje transferencias		1987	2010
			1987	2010	1987	2010	1987	2010		
Acacías	184,20	69.466,27	16,00	30,34	12,50	1,08	71,40	1,41	-	67,17
Aguazul	54,00	39.189,33	35,20	11,96	25,90	2,10	37,00	2,19	1,90	83,75
Aipe	694,10	68.688,77	0,70	15,38	0,50	2,16	54,00	1,97	44,80	80,49
Arauca	2.891,90	319.321,88	5,30	54,52	0,50	1,26	94,10	0,00	0,00	44,23
Barrancabermeja	1.250,00	312.421,78	57,60	20,76	3,20	2,03	34,40	0,00	4,80	77,21
Neiva	1.166,30	41.035,20	32,20	13,22	6,00	0,75	61,80	2,39	-	83,64
Orocué	43,00	75.410,17	11,60	19,75	7,00	3,76	81,40	1,26	-	75,23
Puerto Boyacá	209,00	138.235,12	20,30	21,96	27,50	0,67	52,20	0,81	-	76,56
Puerto Gaitán	28,80	64.975,29	25,70	19,36	10,10	2,62	64,20	1,14	-	76,88
Tauramena	29,00	122.660,12	13,80	5,11	6,90	1,49	79,30	1,90	-	91,51
Uribia	26,80	304.865,42	1,50	28,36	0,40	3,89	98,10	0,58	-	67,18
Villavicencio	1.165,30	162.632,34	44,90	19,37	9,80	2,44	45,30	0,39	-	77,80
Yopal	190,90	83.272,94	23,30	15,37	13,50	0,98	61,50	0,75	1,70	82,90

<sup>a</sup> Millones de pesos corrientes.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP, ANH y DANE.

Como sostienen Gyurko y Tracy (1991), las diferencias de las condiciones fiscales de cada una de las localizaciones tienen repercusiones en la composición resultante del equilibrio entre el mercado de vivienda y el mercado de trabajo. Por este motivo, es importante establecer en la modelación una medida del esfuerzo fiscal municipal, que actúe en dos vías: en la primera, que sirva como una aproximación al componente de ingresos de los municipios, de tal manera que pueda ser incluida en la especificación; y en la segunda, una medida que sea útil para comparar la posibilidad de mejoras locales que tienen un impacto directo sobre la calidad de vida de los habitantes de cada municipio. Esto puede relacionarse directamente con las amenidades presentes en cada lugar y con las posibilidades que tiene cada gobierno local para aumentar el número y calidad de estos atributos espaciales.

Al existir una mayor demanda por suelo e infraestructura para vivir, como ya se mencionó, se pueden generar cambios en la formación de precios locales. Por ejemplo, en el caso del sector inmobiliario es muy probable que desde la creación de la legislación sobre regalías, los precios del sector inmobiliario no solo hayan aumentado en los municipios beneficiarios, sino que lo han hecho de forma sistemáticamente mayor que en el resto del país.

Lo anterior se puede evidenciar al analizar el comportamiento para 2005 del avalúo catastral total en las áreas objeto de este estudio. En general, se observa una dinámica espacial clara sobre los avalúos: aquellos municipios que presentan cifras altas están rodeados de municipios con avalúos que también se encuentran por encima del promedio del área. A su vez, a medida que un municipio está más lejos de la localización con mayor avalúo, presenta menor valor del suelo.

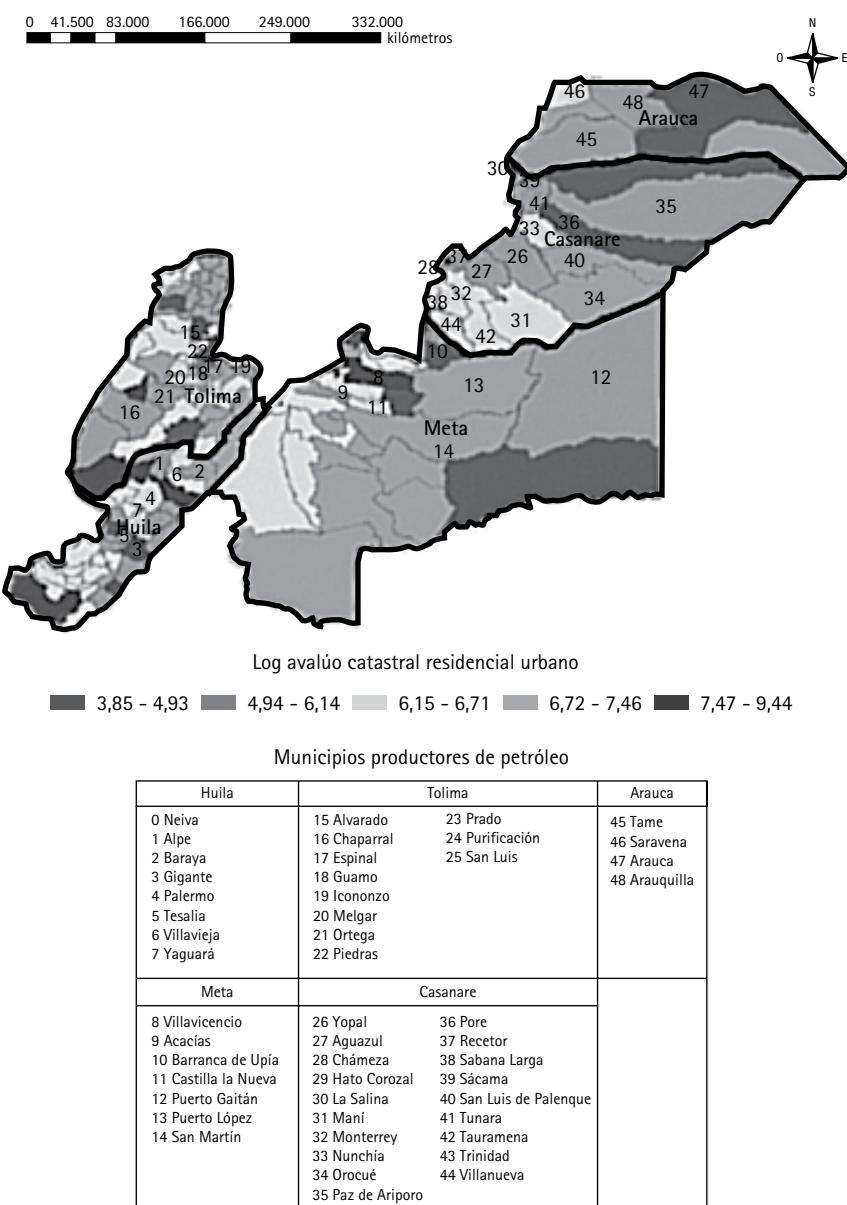
En el caso específico de la zona de los Llanos Orientales (Meta, Casanare, Arauca y Vichada), Tolima y Huila, se presenta el fenómeno anteriormente descrito de manera más recurrente que en la zona del Magdalena Medio, Cesar y Norte de Santander (véanse mapas 1 y 2). En esta última localización, los avalúos más altos se concentran en los departamentos de Antioquia y Bolívar y los menores, en los territorios más alejados de la zona del Magdalena Medio.

Finalmente, una posible consecuencia de este aumento de precios en forma relativa es la afectación directa de aquellos habitantes de la zona que perciben ingresos de la industria extractiva, lo que genera una agudización en las cifras de pobreza y desigualdad (Hajkowicz *et al.*, 2011).

## B. Especificación econométrica del modelo

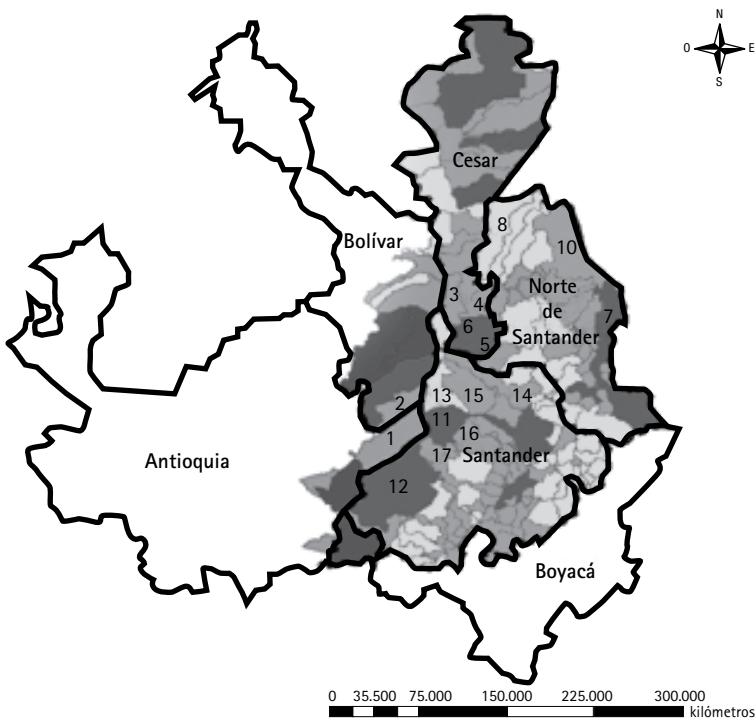
La naturaleza del fenómeno observada en la sección anterior requiere la incorporación de la dependencia espacial, debido a la existencia de un posible patrón de vecindad para los avalúos y a que, dadas las marcadas diferencias regionales en cuanto al monto recibido de regalías y los sectores predominantes de producción, se pueden encontrar efectos distintos para cada una de ellas. El primer fenómeno se conoce como dependencia espacial, que en este caso puede afectar los precios del suelo de un municipio respecto a las características propias de su localización y la de sus vecinos. El segundo es entendido como heterogeneidad espacial, bajo la cual los coeficientes estimados pueden variar espacialmente.

Mapa 1. Avalúo catastral residencial urbano zona 1



Fuente: construcción propia con datos del IGAC y DANE, 2005.

Mapa 2. Avalúo catastral residencial urbano zona 2



Log avalúo catastral residencial urbano

■ 4,02 - 4,79 ■ 4,80 - 6,22 ■ 6,23 - 6,67 ■ 6,68 - 7,03 ■ 7,04 - 8,10

Municipios productores de petróleo

	Magdalena Medio	Norte de Santander	Santander
Antioquia	0 Puerto Triunfo 1 Yondó	7 San José de Cúcuta 8 El Carmen 9 La Esperanza 10 Tibú	11 Barrancabermeja 12 Cimitarra 13 Puerto Wilches 14 Río Negro 15 Sabana de Torres 16 San Vicente de Chucurí 17 Simacota
Bolívar	2 Cantagallo		
Cesar	3 Aguachica 4 Río de Oro 5 San Alberto 6 San Martín		

Fuente: construcción propia con datos del IGAC y DANE, 2005.

Por este motivo, la verificación empírica de los postulados de Roback (1982) se realiza mediante las técnicas de econometría espacial, las cuales buscan controlar la dependencia espacial dentro del proceso de estimación; mientras

que para evitar la inconsistencia de los resultados derivada de la heterogeneidad, el ejercicio econométrico se realiza separadamente para las dos regiones de análisis. La bondad del método radica en poder observar relaciones entre las unidades espaciales y obtener efectos en una localización derivados de su propia dinámica y la de sus vecinos (Anselin, 1988).

La especificación de corte transversal para explicar los precios municipales del suelo, según los planteamientos de Roback (1982), se describe en las ecuaciones (3) y (4) de un modelo autocorrelacionado espacialmente (SAC, por sus siglas en inglés) (LeSage y Pace, 2008):

$$y = \rho W_1 y + X\beta + u \quad (3)$$

$$u = \lambda W_2 u + \varepsilon \quad (4)$$

$$\varepsilon \sim N(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

La variable dependiente se explica por medio de un rezago espacial  $W_1 y$ , por un conjunto de variables independientes  $X y$  un término de error  $u$ . Este último sigue una estructura de autocorrelación espacial  $W_2 u$  más una variable aleatoria que se distribuye normal con media cero y varianza  $\sigma_\varepsilon^2$ .

$W_i$ ,  $i = 1, 2$  son matrices de pesos espaciales, las cuales permiten controlar la interdependencia entre ubicaciones y sus vecinos. En general, para alcanzar consistencia en la estimación, las matrices deben ser estandarizadas de tal forma que la suma de cada una de sus filas sea igual a la unidad. Los subíndices indican el uso de matrices distintas dependiendo del orden de vecindad de cada una de las unidades espaciales. En otras palabras, el primer orden ( $i = 1$ ) indica que la matriz pondera por las vecindades de cada ubicación, mientras que el segundo orden ( $i = 2$ ) pondera a los vecinos de los vecinos de una ubicación (Anselin, 1988).

El parámetro  $\rho$  mide el nivel promedio de las relaciones de dependencia espacial, en este caso del precio del suelo, que están presentes en las observaciones del análisis. Por su parte, el parámetro  $\lambda$  mide la intensidad de la dependencia espacial relacionada con factores no observados que inciden sobre la variable de interés. Además,  $\beta$  es un vector de parámetros que pueden interpretarse como en una regresión convencional, siempre que  $\rho$  sea igual a cero. En caso

contrario, debe realizarse una descomposición de los coeficientes con el fin de capturar los efectos directos e indirectos que explican los cambios de la variable dependiente originados en la propia ubicación y en sus vecindades.

De la especificación general se desprenden dos familias de modelos que pueden estimarse. El primero, un modelo espacial autorregresivo que se deriva de la ecuación (3), asumiendo que el parámetro  $\lambda$  es cero y el segundo, un modelo de error espacial que asume que  $\rho$  es nulo y guarda la estructura de la ecuación (4)<sup>9</sup>.

La estrategia de estimación consiste en obtener los parámetros estimados del modelo general (SAC), del modelo espacial autorregresivo (SAR) y del modelo de errores espaciales (SEM) y, mediante el test de radio de verosimilitud, determinar cuál de las especificaciones es la indicada para evitar sesgo e inconsistencia, heteroscedasticidad o ambas situaciones (LeSage y Pace, 2008). Como en los trabajos relacionados con la estimación de precios hedónicos (por ejemplo, Can, 1992; Diewert, 2003; Rosen, 1974), se acude a una especificación logarítmica de la ecuación (3)<sup>10</sup>.

### C. Descripción de las variables

Para las estimaciones realizadas se usaron datos municipales para el año 2005. Entre otras, las principales fuentes de información usadas fueron las estadísticas de la Federación Colombiana de Municipios (FCM), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Se agruparon las unidades municipales en dos subáreas, definidas por proximidad espacial. La primera involucra los departamentos de Arauca, Casanare, Huila, Meta y Tolima; la segunda, contiene a los municipios

---

9 La motivación de los modelos espaciales autorregresivos (SAR) y de los modelos de errores espaciales (SEM) se encuentra en LeSage y Pace (2008). Por la limitación de espacio no se describe la extensión de dichos modelos conocidos como mixtos o especificaciones espaciales tipo Durbin.

10 Este modelo ha sido especificado para los municipios como unidades de análisis, como en Bischoff (2012) y Jeanty, Partridge e Irwin (2010). Se pueden tener como unidades a los barrios, como en Baltagi y Bresson (2011). Sin embargo, la unidad que más se utiliza en la literatura son las viviendas. Esta última definición permite caracterizar no solo por condiciones físicas de cada unidad residencial, sino también por su accesibilidad a atributos urbanos de interés. Ejemplos recientes se pueden ver en Gouriéroux y Laferrère (2009) y Liao y Wang (2012), entre otros.

del Norte de Santander, Santander, Cesar y aquellos que pertenecen a Bolívar, Antioquia y Boyacá que se sitúan en la zona del Magdalena Medio.

Como una variable *proxy* de los precios del suelo se utiliza el avalúo catastral de los predios residenciales urbanos de cada uno de los municipios. No se incluyen los avalúos rurales porque estos se forman con una naturaleza distinta a la que se quiere explicar en este trabajo. Para mantener consistencia con la idea de equilibrio de Roback (1982), esta variable se maneja como logaritmo. La matriz de variables explicativas se divide en dos grupos: en el primero se incluyen variables que desde la economía espacial explican los precios y en el segundo, las asociadas a los atributos de las localidades estudiadas<sup>11</sup>.

La primera variable del primer grupo es el logaritmo de la densidad de la población urbana, la cual indica la concentración espacial del mercado interno. De aquí se tiene que una mayor densidad ejerce presión sobre el suelo que se puede consumir, lo que lleva a un incremento en los precios de este (Capozza y Helsley, 1989; Glaeser, 2008). La segunda variable es el logaritmo del ingreso tributario municipal per cápita y funciona como *proxy* de los ingresos medios de los pobladores de cada municipio y actúa como indicador de atracción de migrantes y de capacidad de pago por amenidades. Como se indica en Glaeser *et al.* (2005), ante mayores disposiciones a pagar por amenidades, mayores presiones sobre aquellos predios que pueden producir o estar más cerca a dichas amenidades, lo que se verá reflejado en un aumento en el precio del suelo.

La variable que completa el grupo de la economía espacial es la distancia de cada centro urbano a la capital del departamento o a la ciudad de influencia económica más cercana. Esta variable indica la intensidad del uso del suelo a partir de la extensión necesaria para las actividades económicas que generan excedentes para proveer a la ciudad más importante o que se transportan a esta para ser comercializados en otras regiones. Como se espera en los modelos estándar de uso del suelo, cuanto más lejos se ubique del centro (capital), menor será el valor del suelo.

El segundo grupo de variables se asocia con las amenidades o los atributos de la localización que mejoran la utilidad de los habitantes o que son necesarios

---

11 Para mayor información sobre las variables, véase el anexo 2, donde se presentan descripciones y estadísticas de cada una de las variables empleadas.

(directa o indirectamente) para la producción de bienes y servicios. Como en los trabajos de Sasser (2010) y Jeanty *et al.* (2010), se incluye el logaritmo del número de personas jóvenes (menores a 14 años) y ancianos (mayores a 65 años). Dependiendo del segmento de la población, existen incentivos a migrar ante un mayor número de estas personas, lo que afectará positivamente los precios del suelo. Para el lado de la producción, el efecto puede considerarse ambiguo para el número de personas de mayor edad (Roback, 1982).

Se incluye una medida de producción de amenidades, como es el caso del logaritmo del número de instituciones educativas oficiales en cada municipio. Además, se incluye la cobertura en el nivel educativo de primaria, con el fin de controlar la acumulación de capital humano en cada localización. En cuanto a las amenidades diferenciadas, se controla por características climáticas propias de cada municipio, incluyendo una variable *dummy* que indica si la localidad está en un piso térmico frío.

Para controlar el efecto de las economías de renta como un factor de atracción de actividad económica y de producción o mejoramiento de amenidades, se usa una variable de regalías municipales per cápita. Se espera que en los municipios que reciben regalías los precios del suelo se incrementen debido a la mayor capacidad de pago, la destinación de esos recursos, la capacidad de producción de amenidades y la atracción de actividades comerciales y de servicios. Como en la muestra de cada una de las áreas se tienen municipios que no recibieron regalías en el período de estudio, es necesario estandarizar la variable para evitar la sobredispersión.

Con el fin de controlar por características de las viviendas como es estándar en los modelos hedónicos, se incluye el índice de calidad de la vivienda urbana que construye el IGAC. Cuanto mayor sea el índice, se tienen mejores condiciones físicas de vivienda a nivel local. La utilidad de este índice es que permite comparar diferentes condiciones físicas de las viviendas de los municipios y resume lo que se esperaría cuando cada uno de sus factores se incluye separadamente en la relación, es decir, a mejor condición física de los inmuebles, mayor el precio de ellos.

Por último, en este segundo grupo de variables se incluye un control de las actividades violentas que se presentan en los departamentos con producción petrolera. Se incluye como variable *proxy* el número de personas expulsadas

en cada municipio por situaciones de conflicto. El efecto esperado sobre los precios es un descenso, debido a las condiciones fuera del mercado en las que se realizarían las transacciones inmobiliarias cuando media esta situación.

Finalmente, para cada una de las áreas de análisis mencionadas inicialmente se construye una matriz de contigüidad espacial de primer orden, tipo reina. Esta matriz estandarizada asigna el mismo peso a cada una de las ubicaciones que tienen un límite común con cada unidad espacial de análisis. No se utiliza una matriz de pesos con el inverso de la distancia, debido a que esta última suele calcularse en versión lineal y no refleja una distancia real por cuenta de las cadenas montañosas presentes en las áreas de estudio.

## D. Resultados

Teniendo en cuenta las pruebas de Moran realizadas para los residuales de la regresión por mínimos cuadrados y la posterior selección de especificaciones (véanse los anexos), se elige el modelo SEM para el área de los Santanderes, Boyacá, Cesar y el Magdalena Medio, que se estima por el método de máxima verosimilitud. Para el caso de los municipios del llano, Tolima y Huila, se mantiene la regresión por mínimos cuadrados al no reflejarse dependencia espacial. Los resultados se describen en los cuadros 3A y 3B<sup>12</sup>.

Para el caso del área comprendida por los departamentos de Arauca, Casanare, Meta, Tolima y Huila (cuadro 3A), se encuentra que cuando aumentan las regalías, los avalúos del suelo residencial urbano en promedio disminuyen. El cambio es de cerca de 18,2% por cada cien unidades de aumento de la variable estandarizada (aproximadamente un millón seiscientos mil pesos de 2005 por habitante).

El ingreso resulta ser una fuente importante para el aumento de los avalúos, aunque los precios no reaccionan de modo sensible a dichos cambios. Este resultado puede deberse a que no es la única fuente de variación en forma directa del precio del suelo, sino que esta a su vez depende de otros elementos indirectos tales como la cantidad de amenidades presentes en el territorio,

---

12 En el anexo 3 se describen los resultados de un modelo SEM cuya variable dependiente es el logaritmo del avalúo por metro cuadrado. Los resultados se mantienen con lo que se describe en esta sección, con la excepción de que las regalías no resultan significativas para ninguna de las áreas analizadas.

las cuales generan un entorno apropiado para un aumento de la demanda en el mercado inmobiliario local. Este resultado es consistente con la evidencia en los trabajos de Ridker y Henning (1967), Peiser (1987), Figueroa y Lever (1992) y Sagner (2011).

**Cuadro 3A.** Resultados de la estimación del modelo espacial de errores (SEM) sobre el logaritmo del avalúo catastral residencial urbano zona 1

Zona 1. Llanos Orientales, Tolima y Huila			
Variable dependiente: log avalúo catastral residencial urbano			
Variable independiente	Coeficiente	Variable independiente	Coeficiente
Intercepción	5,434*** (0,746)	Log población joven	0,217 (0,294)
Regalías per cápita 2005	-0,182*** (0,048)	Log población mayor	-0,419* (0,244)
Log ingreso per cápita	0,395* (0,221)	Log instituciones educativas	1,448*** (0,179)
Densidad urbana	-0,374* (0,153)	Calidad vivienda urbana	0,068* (0,026)
Distancia	-0,022 (0,048)	Cobertura primaria	-0,002 (0,003)
Clima	-0,068 (0,111)	Log personas expulsadas	0,176 (0,102)

Número de observaciones: 139

R<sup>2</sup> = 0,621

Error estándar residuales = 0,588

F<sub>(11,127)</sub> = 18,88\*\*\*

Significancia: \*\*\*0,1%; \*\*1%; \*5%; \*10%

*Nota:* el error estándar de cada uno de los parámetros estimados aparece en paréntesis. Los coeficientes de corrección por datos atípicos no se muestran en el cuadro.

*Fuente:* cálculos propios con datos de FCM, DANE, IGAC, para el año 2005.

Los coeficientes relacionados con la densidad de población y la distancia a un centro económico presentan una particularidad en el análisis respecto a la teoría, debido al signo contrario encontrado para la primera. En este sentido, se espera que en aquellos municipios con mayor densidad los precios del suelo urbano tiendan a disminuir, lo que indicaría un posible déficit de amenidades y demás condiciones urbanas que no permiten un escenario de crecimiento de precios por la vía de un desarrollo urbano ordenado.

Por su parte, a mayor distancia al centro económico principal, menores serán los precios. Aunque el coeficiente no resulta significativo, lo anterior se puede explicar por el hecho de que los municipios productores de petróleo son los

que atraen la actividad económica, y aunque esta dinámica puede reflejarse en la capital del departamento, el vector de precios del suelo puede no originarse en la capital sino en el municipio que genera más ingresos y atrae actividades (Potepan, 1994; Ridker y Henning, 1967).

**Cuadro 3B.** Resultados de la estimación del modelo espacial de errores (SEM) sobre el logaritmo del avalúo catastral residencial urbano zona 2

Zona 2. Costa Atlántica, Magdalena Medio y Santanderes			
Variable dependiente: log avalúo catastral residencial urbano			
Variable independiente	Coeficiente	Variable independiente	Coeficiente
Intercepción	4,905*** (0,328)	Log población joven	0,228* (0,089)
Regalías per cápita 2005	-0,051** (0,019)	Log población mayor	-0,286** (0,076)
Log ingreso per cápita	0,477*** (0,090)	Log instituciones educativas	0,177** (0,068)
Densidad urbana	-0,031 (0,059)	Calidad vivienda urbana	0,097*** (0,014)
Distancia	0,018 (0,019)	Cobertura primaria	-0,001 (0,0008)
Clima	0,071* (0,038)	Log personas expulsadas	-0,006 (0,032)
Número de observaciones: 165		Estadístico de Wald = 10,127***	
Lambda ( $\lambda$ ): 0,324**		Log Verosimilitud = 22,956	
LR = 5,724*		Error estándar residuales de MV = 0,043	
		AIC= -3,913	

Significancia: \*\*\*0,1%; \*\*1%; \*5; \*10%

Nota: el error estándar de cada uno de los parámetros estimados aparece en paréntesis. Los coeficientes de corrección por datos atípicos no se muestran en el cuadro.

Fuente: cálculos propios con datos de FCM, DANE, IGAC, para el año 2005.

Este fenómeno muestra que la actividad petrolera genera una dinámica productiva que no depende de su distancia a la capital del departamento, sino de todos aquellos factores de infraestructura que permitan el desarrollo de la actividad extractiva, como el transporte o almacenamiento. Esto genera una fuerte dependencia de la actividad económica en relación con la explotación petrolera. Un caso de esta hipótesis se encuentra en los municipios como Puerto Gaitán (Meta) o Yondó (Antioquia), los cuales tienen una dinámica económica que depende en forma exclusiva de la extracción petrolera y no de su cercanía con la ciudad comercial.

Con respecto a las amenidades, los resultados indican en primer lugar que, contrastando con las tierras bajas, los predios ubicados en el piso térmico frío presentan un menor valor del suelo. Potepan (1994) encuentra que a mayor temperatura, mayor precio de las casas. En segundo lugar, el efecto sobre los precios, derivado de los aumentos de la población joven, es positivo, aunque no significativo, el cual es contrarrestado con facilidad por el efecto a la baja que ejerce el aumento de la población vieja.

El resultado más importante en este componente es el fuerte efecto que ejerce sobre los precios del suelo el número de instituciones educativas. Este resultado es acorde con lo que sostienen Perry y Olivera (2010) y habla del constante efecto de atracción de la población que busca educación y cómo este fenómeno lleva a aumentos significativos del precio de la vivienda: 1,4% de aumento por cada punto porcentual que aumente la infraestructura educativa. El contraste de este resultado lo determina la cobertura, la cual indica un efecto aproximadamente nulo sobre los precios (el coeficiente es pequeño y no significativo).

En cuanto a las condiciones de las viviendas, se registran los efectos esperados, aunque, comparando con los coeficientes asociados a las amenidades que aumentan los precios, su magnitud es pequeña. Esto muestra que las condiciones físicas no son el aspecto más importante en la formación de los precios en el mercado inmobiliario local.

En cuanto a la variable de conflicto, como en el trabajo de Galvis (2002) para explicar la migración, su efecto no resulta significativo para la variación de los precios de los predios en los municipios evaluados. Otros trabajos, como los de Dubin y Goodman (1982) y Troy y Grove (2008), incluyen tasas de crimen para explicar la reducción del precio de las viviendas, que resultan acordes con la intuición general pero que no se pueden incluir aquí por falta de información.

Para el caso de los municipios que forman parte de la segunda área de estudio (cuadro 3B), los resultados son similares a los ya descritos para la primera área, en cuanto a la dirección estimada de los cambios en el avalúo predial por cuenta de las variaciones en los determinantes incluidos en la regresión, a excepción de la variable *dummy* de clima. Sin embargo, resulta de interés la comparación de las magnitudes de los coeficientes asociados a las regalías

y al ingreso. Respecto a la primera variable, la caída de los precios del suelo en esta área es de alrededor del 28% de la encontrada para la primera área de análisis. Así mismo, el efecto incremental de los precios por la vía de los aumentos en el ingreso es aproximadamente 20% más que en el área de los Llanos, Tolima y Huila.

En términos comparativos, los efectos de cada una de estas variables resultan ser considerablemente distintos a los estimados para la primera región, lo que puede dar evidencias de heterogeneidad espacial entre las dos regiones de análisis, como se explica en Anselin (1988).

A diferencia de los resultados que se muestran en el cuadro 3A, para la región de los Llanos Orientales, Tolima y Huila los predios ubicados en un piso térmico frío resulta positivo y significativo al 10%. Además, la distancia a la ciudad principal tampoco resulta significativa.

Por último, en lo que se relaciona con la calidad de las viviendas en los municipios del área, se observa la misma relación que en los municipios de los Llanos, Tolima y Huila. Aunque existe un mayor efecto en esta área, sigue siendo relativamente pequeño comparado con los efectos asociados con las amenidades.

#### IV. Conclusiones

El recurso generado por la actividad petrolera es de naturaleza transitoria. La extracción de recursos naturales no renovables presenta una dinámica económica que declina con el tiempo y que debe ser remplazada paulatinamente por otro activo que produzca desarrollo económico y social en el largo plazo. Esta transformación solo es posible a través de la generación de cambios regionales asociados a la interacción económica con el resto del país, para lo cual es necesario identificar las ventajas comparativas locales en cuanto a producción y empleo. Este cambio permitiría que ante la declinación de la actividad extractiva, los precios y la creación de suelo urbano no se conviertan en un fenómeno pasajero.

El resultado más importante del trabajo está relacionado con el efecto negativo que las regalías tienen sobre el valor del suelo. De esto se desprende que las

alteraciones del equilibrio espacial entre localizaciones originadas por rentas extraordinarias asociadas a las regalías resultan ser perversas para los municipios en el período de análisis. Por un lado, las regalías no resultan ser fuentes creadoras de amenidades ni generan facilidades para el bienestar de la comunidad, pero por otro lado, incentivan la migración y aumentan la presión sobre la demanda de suelo urbanizable (Gunton, 2003; Roback, 1982).

La naturaleza misma de la obtención de los recursos, los pocos encadenamientos que se generan y el exceso de liquidez producto de las rentas de la exportación de petróleo no han provocado un exceso de producción de atributos físicos que mejore la utilidad de los individuos o atraiga capital humano que mejore las condiciones para la producción. Es decir, no existe un efecto considerable sobre los municipios que influya en las condiciones de los mercados laboral o inmobiliario y de allí que los precios de las viviendas disminuyan y que existan efectos notoriamente grandes en su variación cuando se incluyen las amenidades locales, especialmente de infraestructura.

Teniendo en cuenta lo descrito arriba, resulta preocupante el considerar los escenarios futuros de los municipios petroleros, cuando la producción no sea suficiente para sostener las disposiciones a pagar por factores fijos municipales. Siguiendo a Roback (1982), el factor migratorio influirá tanto que, sin posibilidades de actividades complementarias, los municipios se verán enfrentados a un descenso progresivo del valor del suelo, la salida de trabajadores y la pérdida de riqueza local.

Otros resultados importantes se relacionan con la dinámica del valor del suelo, acorde con los postulados de la economía espacial al interior de la ciudad, pero no para el establecimiento de un vector de precios decreciente en la distancia a la capital del departamento. Esta puede ser una evidencia preliminar de la idea de los polos de desarrollo como actores independientes de las localizaciones tradicionales de producción y comercio en las áreas evaluadas.

La agenda de investigación en este campo se enfoca en el análisis de los precios en términos dinámicos y en el efecto de la nueva política de redistribución de los recursos de regalías. Así mismo, se deja para futuras investigaciones un análisis más profundo de los efectos del conflicto armado en la variación del valor del suelo.

## Referencias

1. ANSELIN, L. (1988). *Spatial econometrics: Methods and models*. Boston, Kluwer Academic.
2. Baltagi, B. H. y BRESSON, G. (2011). "Maximum likelihood estimation and Lagrange multiplier test for panel seemingly unrelated regressions with spatial lag and spatial errors: An application to hedonic prices in Paris", *Journal of Urban Economics*, 69(1):24-42.
3. BISCHOFF, O. (2012). "Explaining regional variation in equilibrium real estate prices and income", *Journal of Housing Economic*, 21(1):1-15.
4. BOXALL, P. C., CHAN, W. H. y McMILLAN, M. L. (2005). "The impact of oil and natural gas facilities on rural residential property values: A spatial hedonic analysis", *Resource and Energy Economics*, 27(3):248-269.
5. CAN, A. (1992). "Specification and estimation of hedonic housing price models", *Regional Science and Urban Economics*, 22(3):453-474.
6. CAPOZZA, D. R. y HELSLEY, R. W. (1989). "The fundamentals of land prices and urban growth", *Journal of Urban Economics*, 26(3):295-306.
7. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (2010). *Bases para la gestión del sistema presupuestal territorial 2010*. DNP, Dirección de Desarrollo Territorial.
8. DIEWERT, W. E. (2003). "Hedonic regressions: A consumer theory approach", en R. C. Feenstra y M. D. Shapiro (Eds.), *Scanner data and price indexes* (pp. 317-348). Chicago, University of Chicago Press. Disponible en <http://www.nber.org/books/feen03-1>.
9. DUBIN, R. A. y GOODMAN, A. C. (1982). "Valuation of education and crime neighborhood characteristics through hedonic prices", *Population and Environment*, 5(3):166-181.

10. FIGUEROA, E. y LEVER, G. (1992). "Determinantes del precio de mercado de los terrenos en el área urbana de Santiago", *Cuadernos de Economía*, (29):99-113.
11. GALVIS, L. A. (2002). Determinantes de la migración interdepartamental en Colombia, 1988-1993 (Documentos de Trabajo sobre Economía Regional 29). Banco de la República, Cartagena.
12. GLAESER, E. L. (2008). *Cities, agglomeration and spatial equilibrium*. Oxford, Oxford University Press.
13. GLAESER, E. L., GYOURKO, J. y SAKS, R. E. (2005). "Why have housing prices gone up?", *The American Economic Review*, 95(2):329-333.
14. GOURIÉROUX, C. y LAFERRÈRE, A. (2009). "Managing hedonic housing price indexes: The French experience", *Journal of Housing Economics*, 18(3):206-213.
15. GUNTON, T. (2003). "Natural resources and regional development: An assessment of dependency and comparative advantage paradigms", *Economic Geography*, 79(1):67-94.
16. GUNTON, T. (2004). "Energy rent and public policy: An analysis of the Canadian coal industry", *Energy Policy*, 32:151-163.
17. GYOURKO, J. y TRACY, J. (1991). "The structure of local public finance and the quality of life", *Journal of Political Economy*, 99(4):774-806.
18. HAJKOWICZ, S. A., HEYENGA, S. y MOFFAT, K. (2011). "The relationship between mining and socio-economic well-being in Australia's regions", *Resources Policy*, 36(1):30-38.
19. JEANTY, P. W., PARTRIDGE, M. e IRWIN, E. (2010). "Estimation of a spatial simultaneous equation model of population migration and housing price dynamics", *Regional Science and Urban Economics*, 40(5):343-352.
20. LESAGE, J. y PACE, K. (2008). "Spatial econometric modeling of origin-destination flows", *Journal of Regional Science*, 48(5):941-967.

21. LIAO, W. y WANG, X. (2012). "Hedonic house prices and spatial quantile regression", *Journal of Housing Economics*, 21(1):16-27.
22. MORALES, C. (2011). "Variedades de recursos naturales y crecimiento económico", *Desarrollo y Sociedad*, No. 68, pp. 7 – 45.
23. PARTRIDGE, M. D. y RICKMAN, D. S. (2012). Integrating regional economic development analysis and land use economics (Munich Personal RePEC Archive Paper 38291). University Library of Munich.
24. PEISER, R. (1987). "The determinants of nonresidential urban land values", *Journal of Urban Economic*, 22(3):340-360.
25. PERRY, G. y OLIVERA, M. (2010). El impacto del petróleo y la minería en el desarrollo regional y local en Colombia (Working Paper 51). Fedesarrollo.
26. POTEPLAN, M. J. (1994). "Intermetropolitan migration and housing prices: Simultaneously determined?", *Journal of Housing Economics*, 3(2):77-91.
27. RICARDO, D. (1821). *On the principles of political economy and taxation*. Londres, John Murray.
28. RIDKER, R. G. y HENNIG, J. A. (1967). "The determinants of residential property values with special reference to air pollution", *Review of Economics and Statistics*, 49(2):246-257.
29. ROBACK, J. (1982). "Wages, rents and the quality of life", *Journal of Political Economy*, 90(6):1257-1278.
30. ROSEN, S. (1974). "Hedonic prices and implicit markets: Product differentiation in pure competition", *Journal of Political Economy*, 82(1):34-55.
31. SAGNER, A. (2011). Determinantes del precio de viviendas en Chile (Working Paper 549). Central Bank of Chile.

32. SASSER, A. C. (2010). "Voting with their feet: Relative economic conditions and state migration patterns", *Regional Science and Urban Economics*, 40(2-3):122-135.
33. TROY, A. y GROVE, J. M. (2008). "Property values, parks, and crime: A hedonic analysis in Baltimore, MD", *Landscape and Urban Planning*, 87:233-245.
34. WATKINS, M. H. (1963). "A staple theory of economic growth", *Canadian Journal of Economics and Political Science*, 29(2):141-158.

## Anexos

### Anexo 1.

Cuadro A1.1. Descripción de las variables usadas

Variable	Descripción	Tipo	Unidad	Fuente
log (avalúo urbano/unidades censales vivienda)	Logaritmo del avalúo catastral urbano sobre el número de unidades censales clasificadas como vivienda	Cuantitativa	Pesos	IGAC-DANE
Densidad urbana	Logaritmo de la densidad demográfica sobre el total de la población urbana	Cuantitativa	Personas/km <sup>2</sup>	DANE
Log ingreso per cápita	Logaritmo del ingreso tributario municipal per cápita	Cuantitativa	Millones de pesos corrientes	DANE
Log instituciones educativas oficiales	Logaritmo del número de instituciones educativas oficiales	Cuantitativa	Número de instituciones	Ministerio de Educación Nacional
Log población mayor	Logaritmo de la sumatoria de la población censada entre 60 y 79 años	Cuantitativa	Habitantes	DANE
Log personas expulsadas	Logaritmo del número de personas expulsadas (desplazamiento forzoso)	Cuantitativa	Número de personas	Agencia Presidencial para la Acción Social
Log población joven	Logaritmo de la sumatoria de la población censada entre 0 y 14 años	Cuantitativa	Habitantes	DANE
Regalías per cápita 2005	Monto de regalías per cápita en millones de pesos para el año 2005	Cuantitativa		DNP
Clima	Variable dicótoma para condiciones del clima en el municipio. Se construye a partir de la siguiente definición:  $\text{clima} = \begin{cases} 1, \text{ cálido} = i \\ 0, \text{ otro clima} \neq i \end{cases}$ donde $i = \{1, 2, \dots, 5\}$ corresponde a los códigos del clima señalados anteriormente	Cualitativa		IGAC
Distancia	Distancia euclídea entre la cabecera municipal y la capital del departamento. La distancia se estandariza por medio de una matriz de pesos espaciales para evitar una variación excesiva, que evite un buen control	Cuantitativa	Distancia	Construcción propia en el software R
Calidad vivienda urbana	Calidad de la vivienda urbana en función de la calidad de pisos y paredes	Cuantitativa	Puntaje	IGAC (SIGOT)
Cobertura educación primaria	Cobertura en educación primaria	Cuantitativa	Porcentaje	Ministerio de Educación Nacional

Fuente: elaboración propia.

**Cuadro A1.2.** Estadísticas descriptivas de las variables seleccionadas para el modelo espacial de precios hedónicos

Zona 1: Llanos Orientales, Tolima y Huila					
Municipios	Unidades	Media	Desviación estandar	Asimetría	Curtosis
Avalúo catastral residencial urbano	Millones de pesos ctes.	1.028,519	1.309,018	5,7220	46,891
Ingresa tributario per cápita	Millones de pesos ctes.	75,072	68,521	6,5080	46,959
Densidad demográfica	Personas/km <sup>2</sup>	41,271	59,155	1,6820	5,756
Población joven (0-14 años)	Habitantes	17.558,880	104.887,900	3,2220	14,448
Población adulta (60-79)	Habitantes	3.610,165	26.268,860	11,4090	133,001
Personas expulsadas <sup>a</sup>	Personas	277,511	497,582	11,5440	135,151
Regalías per cápita 2005	Millones de pesos ctes.	3,937	1,608	6,0126	42,354
Instituciones educativas oficiales	Número de instituciones	5,158	7,373	4,315	24,690
Calidad de la vivienda urbana	Puntaje	9,450	1,310	-0,410	3,060
Número de observaciones: 139					
Zona 2: Costa Atlántica, Magdalena Medio y Santanderes					
Municipios	Unidades	Media	Desviación estandar	Asimetría	Curtosis
Avalúo catastral residencial urbano	Millones de pesos ctes.	881,6217	352,252	2,008	15,274
Ingresa tributario per cápita	Millones de pesos ctes.	51,879	52,500	4,753	38,531
Densidad demográfica	Personas/km <sup>2</sup>	95,581	350,869	7,744	66,266
Población joven (0-14 años)	Habitantes	9.858,960	14.967,190	3,275	14,158
Población adulta (60-79)	Habitantes	2.709,423	6.115,673	4,746	26,762
Personas expulsadas <sup>a</sup>	Personas	214,080	442,909	3,687	17,858
Regalías per cápita 2005	Millones de pesos ctes.	0,510	0,215	7,660	71,531
Instituciones educativas oficiales	Número de instituciones	4,362	6,367	5,446	39,362
Calidad de la vivienda urbana	Puntaje	9,558	1,419	-0,195	2,608
Número de observaciones: 149					

<sup>a</sup> Por el conflicto armado.

Fuente: elaboración propia con datos de FCM, DANE e IGAC.

## Anexo 2.

Cuadro A2.1. Estimaciones para el logaritmo del avalúo catastral residencial urbano zona 1

Variable independiente	Estimación			
	MCO	SAR	SEM	SAC
Intercepto	5,434*** (0,746)	5,016*** (0,896)	5,424*** (0,718)	4,976*** (1,083)
Regalías per cápita 2005	-0,182*** (0,048)	-0,179*** (0,047)	-0,184*** (0,047)	-0,178*** (0,047)
Log ingreso per cápita	0,395* (0,221)	0,384* (0,211)	0,390* (0,214)	0,385* (0,209)
Densidad urbana	-0,374* (0,153)	-0,386** (0,008)	-0,379** (0,147)	-0,385** (0,147)
Distancia	-0,022 (0,048)	-0,022 (0,046)	-0,024 (0,046)	-0,022 (0,046)
Clima	-0,068 (0,111)	-0,070 (0,106)	-0,071 (0,107)	-0,069 (0,105)
Log población joven	0,217 (0,294)	0,219 (0,281)	0,228 (0,281)	0,214 (0,281)
Log población mayor	-0,419* (0,244)	-0,426* (0,233)	-0,425* (0,233)	-0,423* (0,232)
Log instituciones educativas oficiales	1,448*** (0,179)	1,425*** (0,171)	1,430*** (0,172)	1,430*** (0,171)
Calidad vivienda urbana	0,068* (0,026)	0,069** (0,002)	0,068** (0,025)	0,069** (0,025)
Cobertura educación primaria	-0,002 (0,003)	-0,002 (0,003)	-0,002 (0,003)	-0,002 (0,003)
Log personas expulsadas	0,176 (0,102)	0,191* (0,097)	0,184* (0,098)	0,189* (0,098)
R <sup>2</sup>	0,621	-	-	-
Error estándar residuales	0,588	-	-	-
F(11,127)	18,880***	-	-	-
Rho ( $\rho$ )	-	0,072	-	0,080
Lambda ( $\lambda$ )	-	-	0,042	-0,021
LR	-	0,048	0,080	0,497
Estadístico de Wald	-	0,605	0,112	-
Log verosimilitud	-	-99,354	-99,556	-99,347
Error estándar residuales de MV	-	0,244	0,245	0,244
AIC	-	226,710	227,110	228,690

Significancia: \*\*\*0,1%; \*\*1%; \*5%; \*10%

Nota: el error estándar de cada uno de los parámetros estimados aparece en paréntesis. Los coeficientes de corrección por datos atípicos no se muestran en el cuadro. MCO: mínimos cuadrados ordinarios; SAR: modelo espacial autorregresivo; SEM: modelo de errores espaciales; SAC: modelo espacial general.

Fuente: cálculos propios con datos de FCM, DANE e IGAC, para el año 2005.

Cuadro A2.2. Estimaciones para el logaritmo del avalúo catastral residencial urbano zona 2

Zona 2: Costa Atlántica, Magdalena Medio y Santanderes

Variable dependiente: log avalúo catastral residencial urbano

Número de observaciones: 165

Variable independiente	Estimación			
	MCO	SAR	SEM	SAC
Intercepción	5,134*** (0,372)	5,027*** (0,590)	4,905*** (0,328)	6,287*** (0,783)
Regalías	-0,037* (0,0218)	-0,037* (0,022)	-0,051** (0,019)	-0,052** (0,018)
Log ingreso per cápita	0,395*** (0,101)	0,399*** (0,095)	0,477*** (0,090)	0,464*** (0,087)
Densidad urbana	-0,071 (0,064)	-0,070 (0,060)	-0,031 (0,059)	-0,017 (0,056)
Distancia	0,014 (0,021)	0,014 (0,019)	0,018 (0,019)	0,019 (0,018)
Clima	0,062 (0,041)	0,062 (0,039)	0,071* (0,038)	0,073* (0,036)
Log población joven	0,266** (0,099)	0,266** (0,093)	0,228* (0,089)	0,204* (0,085)
Log población mayor	-0,302*** (0,084)	-0,303*** (0,079)	-0,286** (0,076)	-0,265*** (0,073)
Log instituciones educativas oficiales	0,150* (0,076)	0,150* (0,072)	0,177** (0,068)	0,179** (0,065)
Calidad vivienda urbana	0,092*** (0,015)	0,092*** (0,014)	0,097*** (0,014)	0,096*** (0,013)
Cobertura educación primaria	-0,001 (0,0009)	-0,001 (0,0009)	-0,001 (0,0008)	-0,001 (0,0008)
Log personas expulsadas	-0,002 (0,034)	-0,001 (0,032)	-0,006 (0,032)	-0,012 (0,031)
R <sup>2</sup>	0,813	-	-	-
Error estándar residuales	0,228	-	-	-
F(18,146)	34,650***	-	-	-
Rho ( $\rho$ )	-	0,015	-	-0,202
Lambda ( $\lambda$ )	-	-	0,324	0,516***
LR	-	0,045	5,724	9,614**
Estadístico de Wald	-	0,045	10,127***	-
Log verosimilitud	-	20,117	22,956	24,902
Error estándar residuales de MV	-	0,046	0,043	0,041
AIC	-	1,766	-3,913	-5,803

Significancia: \*\*\*0,1%; \*\*1%; \*5%; \*10%

Nota: el error estándar de cada uno de los parámetros estimados aparece en paréntesis. Los coeficientes de corrección por datos atípicos no se muestran en el cuadro. MCO: mínimos cuadrados ordinarios; SAR: modelo espacial autorregresivo; SEM: modelo de errores espaciales; SAC: modelo espacial general.

Fuente: cálculos propios con datos de FCM, DANE e IGAC, para el año 2005.

**Cuadro A2.3.** Diagnóstico de dependencia espacial sobre los residuos de la estimación OLS (multiplicador de Lagrange)

Diagnóstico multiplicador de Lagrange	Zona 1		Zona 2	
	Valor	p-valor	Valor	p-valor
Dependencia espacial sobre los errores (LMerr)	0,059	0,808	3,619	0,057
Dependencia espacial sobre los errores-estadístico robusto (RLMerr)	0,129	0,719	4,844	0,028
Dependencia espacial sobre los rezagos (LMLag)	0,401	0,526	0,446	0,830
Dependencia espacial sobre los rezagos-estadístico robusto (RLMLag)	0,471	0,492	1,271	0,259

Zona 1: Llanos Orientales, Tolima y Huila.

Zona 2: Costa Atlántica, Magdalena Medio y Santanderes.

Fuente: cálculos propios con datos de FCM, DANE, IGAC, para el año 2005.