

Efectos espaciales en la formación de precios en mercados minoristas de Gas Natural

Vehicular

John J. García*
Carlos Mauricio Montenegro**
Hermilson Velásquez***

Resumen

El mecanismo de fijación de precio de venta en las Estaciones de Servicio (EDS's) en Colombia se asemeja al de un modelo teórico oligopolístico tipo Bertrand, en el cual se identifica una empresa líder en el mercado y otras seguidoras, precio-aceptantes. Por medio de un modelo espacial se identifican variables diferentes al coste que inciden en la fijación del precio en el mercado de GNV. La ubicación de las EDS's dan lugar a efectos espaciales, donde las empresas se comportan estratégicamente teniendo en cuenta las decisiones de sus rivales cercanos para fijar sus precios.

Palabras Claves: Gas Natural Vehicular, Mercado Minorista, Modelo Espacial.

Clasificación JEL: D43, C23

* Profesor Escuela de Economía y Finanzas, Universidad EAFIT, Colombia. AA 3300 Medellín (Colombia). Phone: (+574)2619549, Fax: (+574)2664284. E-mail: jgarcia@eafit.edu.co. por los autores en el XVI Applied Economics Meeting, en 2013 y en el quinto Seminario de Economía,

** Profesional Mercados Energéticos, Empresas Públicas de Medellín – EPM, Colombia. Phone: (574)3805558, Fax: (+574)3806766. E-mail: Carlos.Montenegro@epm.com.co

*** Profesor Escuela de Economía y Finanzas, Universidad EAFIT, Colombia. AA 3300 Medellín (Colombia). Phone: (+574)2619500 Ext 9791, Fax: (+574)2664284. E-mail: evelas@eafit.edu.co

Introducción

El servicio de Gas Natural Vehicular (GNV) se ofrece en Colombia a partir de 1997 utilizando estaciones de diferentes operadores ubicadas en las principales ciudades del país. El índice *Herfindahl-Hirschman* para el mercado analizado fue de 2908 en el año 2014, lo cual determina una alta concentración en el suministro de este combustible. El alto nivel de concentración puede ser causado por la existencia de altas barreras de entrada tales como las siguientes: i) La instalación de EDS's requiere altas inversiones y está sujeta a la aprobación de licencias por parte de los entes territoriales municipales, con todas las restricciones ambientales y legales que esto implica, y ii) Según Frontier Economics (2010) en el mercado mayorista existen barreras de información, que se constituyen también en una barrera de entrada de nuevas EDS's.

Las economías de aglomeración en una ciudad o determinada región, donde sus principales determinantes, de acuerdo a Rosenthal y Strange (2001 y 2003) desde el punto de vista microeconómico, apuntan a la presencia de externalidades positivas (spillovers) derivados del intercambio de insumos, la disminución de los costos de transporte y las ventajas naturales, cuyo caso no es ajeno a industrias minoristas de GNV, que además de las economías de escala, la localización geográfica juegan un papel importante en la fijación de precios o cómo lo consideran Strange (2005) y Comagni (2005), por medio de la economía espacial las empresas pueden sacar ventaja de las economías de aglomeración derivadas de una estructura espacialmente concentrada.

También, análisis realizados por Bernheim y Whinston (1990) permiten establecer que los agentes que participan en mercados de combustibles como la gasolina tienen mayor capacidad de obtener mercado y beneficios altos, de acuerdo con Ivaldi et al. (2003), en los mercados altamente concentrados hay posibilidad de que los agentes fijen sus precios con base en la

reacción esperada de sus competidores, dando origen a acuerdos colusivos. Sin embargo, a pesar de la alta concentración en esta industria las empresas se comportan estratégicamente y de acuerdo a la localización de las EDS's, que dependiendo de las distancias entre estas pueden presentarse guerras de precios, si el nivel de competencia es alto o por el contrario incremento en estos cuando la competencia es reducida.

Slade (1986) concluye que en casos de una colusión implícita, se registran períodos de cooperación que alternan con guerras de precios, causadas por *shocks* de demanda. Jiménez y Perdiguero (2009) analizan si las empresas que operan en el mercado de gasolina en España se comportan estratégicamente bajo colusión tácita de precios, encontrando evidencia de dicho fenómeno. Perdiguero (2010) encuentra que en los períodos de cooperación se registra una baja varianza de los precios, resultado propio de los mercados en colusión.

La revisión de literatura permite establecer que la mayoría de los estudios realizados hasta el momento en diferentes países se han concentrado en mercados similares al de GNV, como es el caso del mercado de la gasolina. Pero son muy pocos los estudios realizados para la industria del GNV, además de que no se han considerado los efectos espaciales sobre la formación del precio en industrias minoristas de GNV, lo que hace pertinente realizar investigaciones relacionadas con este tema, dado el aumento de consumo de gas natural en los últimos años, donde en el 2010 representó aproximadamente la cuarta parte de consumo energético a nivel mundial y que la producción de Gas, según información de la Agencia Internacional de Energía, se duplicará entre el 2000 y el 2030.

La fijación de precios en el mercado minorista de GNV en Colombia se asemeja a un modelo oligopolístico tipo Bertrand, donde las empresas compiten vía precio y en cuya industria se identifica una empresa líder con un alto nivel de participación en el mercado (56%) y otro grupo de empresas que son precio-aceptantes. Los principales resultados de esta investigación

permiten concluir que los efectos espaciales de las EDS's influyen en la formación del precio del mercado minorista de GNV en este país, que además de variables como las ventas, los costes y el precio de los sustitutos de este bien; existen interrelaciones espaciales entre las EDS's que influyen en la determinación del precio en este mercado. Los resultados obtenidos por medio de un modelo espacial son estadísticamente significativos para la explicación del precio del GNV.

Este artículo se estructura de la forma siguiente. Después de esta introducción contiene una breve descripción de la cadena productiva del gas natural en Colombia, seguido de una caracterización del mercado minorista de GNV, objeto de estudio en este trabajo y de los datos utilizados en la investigación. La sección 2 contiene el marco teórico y la metodología. La sección 3 se refiere al análisis de los resultados del índice de Lerner y del modelo espacial. Finalmente, se establecen unas conclusiones y recomendaciones de políticas de competencia.

1. Descripción del mercado minorista de GNV en Colombia y datos

1.1. Descripción del mercado de Gas Natural

La distribución del gas a vehículos tiene algunas características particulares que deben considerarse para el análisis. Tiene economías de escala y exige conexiones por ductos, lo cual limita el número de EDS's y su distribución geográfica. Además la demanda es elástica cuando el precio se acerca al de los combustibles sustitutos, tales como gas licuado de petróleo (GLP), combustibles líquidos derivados del petróleo, electricidad o carbón.

El marco legal de la cadena productiva del gas natural en Colombia está determinado por el plan de masificación del año 1991 (Documento CONPES 2571), la Ley 142 de 1994 (Ley de Servicios Públicos), las Resoluciones de la Comisión de Regulación de Energía y Gas -CREG y el Plan Nacional de Desarrollo 2006, donde se incentiva la masificación del consumo de

gas, se promociona la inversión privada y se busca consolidar la industria del GN de manera sostenible y eficiente.

La comercialización de GNV está relacionada con la compra, venta, medición, facturación y cobro de GN. Los comercializadores participan en subastas para compra de GN para abastecer su demanda. Tienen la posibilidad de comprar o vender faltantes o excedentes en el mercado secundario de GN (ajustes de corto plazo). La demanda comprende usuarios tanto regulados como no regulados.

- Usuarios no regulados: Conformado por clientes con consumo superior a 100.000 pies cúbicos diarios (pcd)¹ y pueden negociar libremente el precio del GN con sus proveedores (comercializadores o productores). A este segmento pertenecen los distribuidores de GNV, pero a diferencia de los demás usuarios no regulados que consumen directamente el GN, **las EDS's lo distribuyen entre los usuarios (vehículos a gas), formándose un mercado minorista en el cual se concentra este estudio.**
- Usuarios regulados: Consumidores finales que demandan menos de 100.000 pcd. Son precio-aceptantes y pagan el gas natural según las tarifas reguladas (usuarios residenciales, comerciales, pequeña y mediana industria).

Dada la cadena productiva para esta industria, el coste de producción de gas que resulta de las subastas representa un porcentaje importante en el coste total de gas natural por parte de los propietarios de las EDS's, aproximadamente del 40%. No obstante, hasta el año 2011 todos los propietarios de EDS's del mercado analizado compraban el gas directamente al comercializador local a un precio similar mediante contratos de largo plazo. Para ese periodo, la regulación no permitía que un cliente no regulado (como es el caso de los propietarios de las EDS's) comprara el gas natural directamente a un productor, como sucede en la

¹ Fuente CREG (2011). 1 pie cúbico produce 1.040 BTU y equivale a 0,0283 metros cúbicos (m3).

actualidad. Por tanto, el comercializador compraba gas en las subastas y transfería el coste a sus clientes.

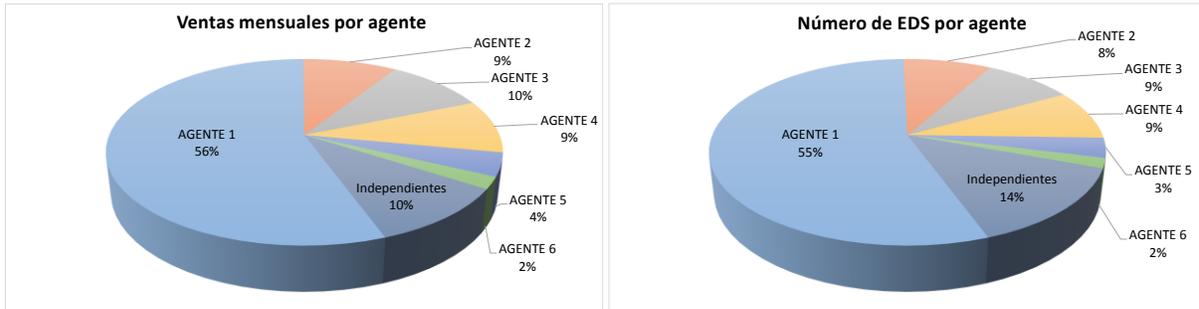
1.2. Caracterización del mercado minorista de GNV

Las EDS's toman el gas natural de la red del distribuidor local y lo comprimen para poderlo cargar en los vehículos y deben existir suficientes talleres de reconversión de vehículos a GNV para que este mercado funcione. La cantidad de GN que cada EDS toma de la red se paga al valor pactado libremente con el comercializador, valor que debe remunerar los costes de producción, transporte, distribución y comercialización del GN. El precio de venta se fija libremente (Resolución Ministerio de Minas y Energía 80296, 2001) y debe permitir recuperar además de la inversión inicial de las EDS's, los costes fijos y variables y garantizar un margen de rentabilidad que remunere a los inversionistas y que cubra sus riesgos.

La demanda es limitada para algunas ciudades, ya que la ubicación de una EDS depende de la disponibilidad de la red de gas natural; no en todas las ciudades del país se tiene una red con cobertura total de gas natural. Adicionalmente existe distorsión en los precios de los sustitutos (subvención o impuestos).

Con respecto al nivel de participación de los agentes en el mercado minorista de GNV analizado, por número de EDS's que pertenecen a un mismo grupo económico o por el nivel de ventas, pueden apreciarse niveles de participación muy similares, donde la empresa más grande (el agente 1) controla el 56% de las EDS's (ver gráfico 1). Los agentes independientes, que tienen una sola EDS en el mercado y que no pertenecen a un grupo económico del sector, representan un 10% del mercado en 2014.

Gráfico 1. Índices de participación en el mercado minorista de GNV

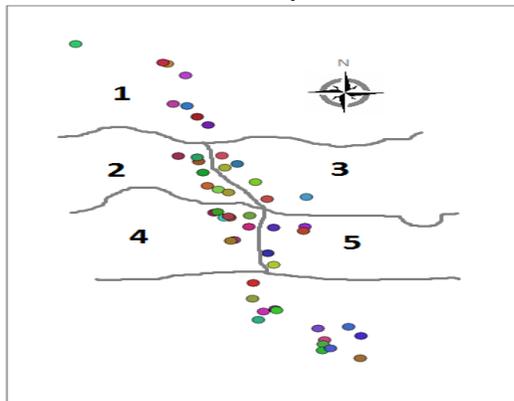


Fuente: Elaboración propia con base en información suministrada por el proveedor del servicio.

Por el lado de la oferta del mercado, de 46 EDS's que existían en junio de 2009 se pasó a 58 en diciembre de 2014. Es importante resaltar que el mercado analizado no existía antes del año 2000 y que a pesar de haber aumentado la competencia, este mercado sigue siendo concentrado.

El gráfico 2 muestra la ubicación de las EDS's en las diferentes zonas para el área de estudio, observando que el grupo económico líder tiene EDS's en todas las zonas del área y la distancia entre las diferentes EDS's es relativamente corta, además de estar concentradas en las zonas de mayor flujo vehicular, que de acuerdo con las economías de aglomeración, lo ponen en ventaja respecto a los demás agentes económicos. La zona 6 contiene el mayor número de EDS's.

Gráfico 2. Ubicación de las EDS's de mayor nivel de ventas por zonas del área



Nota: La numeración corresponde a cada zona.

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 1 resume las principales características de cada zona.

Cuadro 1. Principales características de las zonas geográficas del área metropolitana

Zona	Descripción
1	Zona industrial, comercial y con predominio de residencias de estratos 1 a 4 ² . Vías principales hacia otros centros urbanos del país y puertos marítimos.
2	Zona primordialmente residencial y en menor medida comercial. Comprende población de estratos medios (3 y 4) y la salida hacia municipios vecinos.
3	Centro urbano de la ciudad con alta actividad comercial.
4	Zona caracterizada por ser residencial, predominan estratos medios y altos, contiene áreas comerciales.
5	Zona que contiene los principales centros de negocios de la ciudad, hoteles, bancos y zona residencial con estratos altos (5 y 6).
6	Sector residencial de la ciudad, centros industriales, sector comercial de municipios vecinos y vías principales hacia otras ciudades del país.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro 2 se observa que un mismo agente puede establecer precios distintos en cada zona del área, lo que se puede explicar principalmente porque el valor de la tierra puede variar en cada una o porque la oportunidad de ventas en cada zona es diferente. No obstante, se guarda cierta consistencia en el precio por grupo económico; por ejemplo, la empresa líder (Agente 1) se destaca por tener los precios más altos en la mayoría de las zonas del área; los menores precios corresponden al agente 4 o los fijan los agentes independientes.

² La Ley 142 de 1993 clasifica la población del país en 6 estratos socio-económicos, siendo el estrato 1 el que corresponde a la población de menores recursos económicos y el estrato 6 el de la población más favorecida.

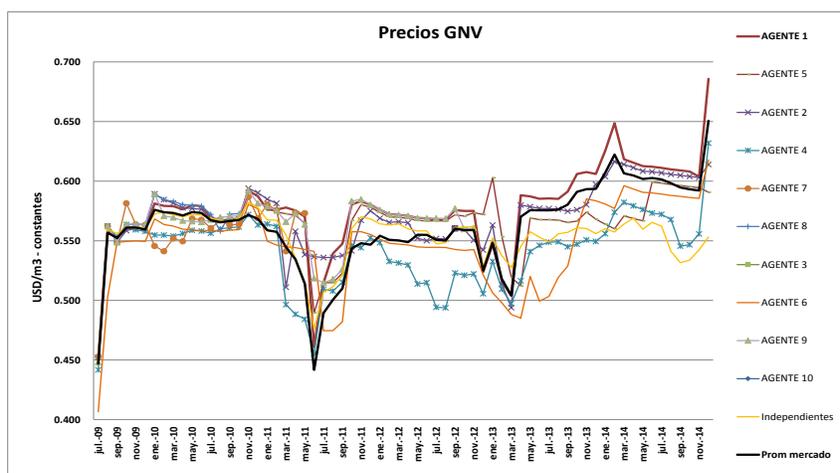
Cuadro 2. Precio promedio del GNV por agente y por zona geográfica (US\$/m3)

Datos en USD/m3	Zonas						TOTAL
	1	2	3	4	5	6	
Agente 1	0.599	0.594	0.595	0.597	0.598	0.594	0.596
Agente 2	0.580	0.586	-	0.590	0.587	0.592	0.588
Agente 3	-	-	0.602	0.582	-	0.588	0.587
Agente 4	0.561	0.590	-	-	0.558	0.555	0.561
Agente 5	0.585	-	-	-	0.581	-	0.583
Agente 6	-	-	-	0.567	-	-	0.567
Agente 7	-	0.587	-	-	0.587	-	0.587
Agente 8	-	0.600	-	-	-	-	0.600
Agente 9	-	-	-	0.595	-	-	0.595
Agente 10	-	-	-	-	-	0.603	0.603
Independientes	0.594	0.589	0.575	0.590	0.570	0.580	0.581
Total general	0.584	0.593	0.590	0.592	0.580	0.585	0.588

Fuente: Elaboración propia.

En este mercado hay dos formas de competencia, i) por valor agregado, como es el caso del Agente 1 o ii) por precio, tal como lo hace el Agente 4 que no invierte en planes de fidelización sino que ofrece precios bajos. El Agente 4 y el Agente 6, que son los de menores precios en la mayor parte del periodo analizado, luego de un tiempo toman la señal del precio promedio del mercado, debido a la disminución de sus beneficios.

Gráfico 3. Precios medios del GNV por grupo económico



Fuente: Elaboración propia.

Existen períodos de mayor uniformidad de precios, como en el segundo semestre de 2009 y de mayo a octubre de 2010. En julio de 2009 se presenta una caída del precio causada por intentos de la industria para impulsar la demanda del mercado de GNV. Todos los agentes de la cadena productiva de gas natural se pusieron de acuerdo, con apoyo del gobierno, para incentivar la demanda de GNV. Por ejemplo, en este periodo los productores, los transportadores y los distribuidores de gas natural, subvencionaron a los nuevos usuarios la reconversión de vehículos de combustibles líquidos a gas natural.

También se presentó una disminución puntual del precio en junio de 2011, la cual puede explicarse por una guerra temporal de precios, dado que el líder ofreció un *bono de reconversión* de vehículos a GNV³ más un *bono de tanqueo*⁴. Esto hizo que las empresas seguidoras bajaran el precio del GNV en sus EDS's (en aproximadamente 15%) para disminuir la pérdida y después todos los agentes volvieron a tomar el precio del líder, fenómeno que se repite con menor intensidad en otros periodos de tiempo, como en agosto de 2011. A finales del año 2014 se observa un incremento en el precio explicado principalmente por la devaluación del peso frente al dólar, lo cual incrementa el costo de la producción y transporte de gas natural, cuyos contratos tienen precios en dólares.

1.3. Datos

El período de estudio utiliza información mensual de 46 EDS's entre junio de 2009 y marzo de 2014. Las variables, su definición y descripción figuran en el cuadro 3.

³ Los diferentes agentes de la cadena productiva de gas natural tienen un fondo común para ofrecer bonos de reconversión de vehículos a GNV, que les permita a los usuarios cubrir total o parcialmente estos costos. De esta forma, la misma industria incentiva el crecimiento de este sector. En esta ocasión la Empresa 8 ofreció un bono de reconversión adicional al que ofrece el resto de la industria.

⁴ Tanqueo es el término utilizado para referirse a la carga de combustible en los vehículos en Colombia.

Cuadro 3. Descripción de las variables

Variable	Definición	Descripción
<i>PGNV</i>	Precio de GNV en la EDS <i>i</i> en el mes <i>t</i>	Precio del Gas Natural Vehicular – GNV. (La variable en niveles se expresa en dólares por metro cúbico US\$/m3).
<i>Ventas</i>	Ventas de la estación <i>i</i> en el mes <i>t</i>	Ventas en miles de metros cúbicos (miles de m3) de la estación <i>i</i> en el mes <i>t</i> .
<i>AGASO</i>	Ahorro frente a la gasolina en la estación <i>i</i> en el mes <i>t</i>	Ahorro que representa el uso de GNV frente al precio de la gasolina corriente expresado en porcentaje %.
<i>Coste^{GNV}</i>	Coste de compra del Gas natural en el mes <i>t</i>	Coste estimado del Gas Natural al que comprarían las EDS's en dólares por metro cúbico (US\$/m3) en el mes <i>t</i> . Considera costes de producción, transporte y distribución de Gas Natural.

Fuente: Elaboración propia.

El cuadro 4 contiene la estadística descriptiva de las principales variables utilizadas. Como se aprecia para el periodo de tiempo analizado, el precio promedio de GNV es de 0.72 US\$/m3, con una desviación estándar pequeña (0.05 US\$/m3). Asimismo, el precio promedio de la gasolina de 4.5 US\$/galón, que equivale a 1.41 US\$/m3, casi duplica el precio promedio del GNV⁵.

Cuadro 4. Estadística descriptiva de las variables consideradas en el análisis (datos en US\$)

	Unidades	Media	Desv. Estándar	Máx	Mín
<i>PGNV</i>	\$/m3	1,417	85	1,678	992
<i>CostesGNV</i>	\$/m3	789	138	1,466	600
<i>Ventas</i>	m3	90,476	39,957	362,306	4,700
<i>AGASO</i>	%	49%	4%	66%	37%

Nota: la muestra incluye 4096 observaciones por variable

Fuente: Elaboración propia

Es importante anotar que el precio de la gasolina es una referencia importante en la fijación del precio del GNV, se ha buscado un nivel de ahorro con el GNV cercano al 50%.

⁵ Sin considerar los costes de la reconversión de los vehículos a GNV, que oscilan alrededor de los US\$2,200, puede variar dependiendo del tipo y modelo del vehículo.

2. Marco teórico y metodología

2.1. Marco teórico

Esta investigación utiliza un modelo oligopolístico tipo Bertrand, de competencia en precios, para analizar el comportamiento en la fijación de precios de los distribuidores de GNV, donde hay una empresa líder en el mercado que da señales de precio a otras empresas seguidoras con menor participación (Belleflamme y Peitz, 2010). Se asume una competencia en precio debido a que no existen restricciones importantes en el suministro de gas para las EDS's. Estas toman la cantidad de gas necesaria de la red de distribución de gas natural y pueden abastecer a sus usuarios sin mayores restricciones. La ventaja competitiva de la firma líder resulta fundamentalmente del alto volumen de ventas, lo cual le permite aprovechar las economías de escala y a su vez, tener costes marginales menores comparativamente con los seguidores.

No obstante, desde la organización industrial como lo establecen Lipczyhski, Wilson y Goddard (2005), en este tipo de industrias es posible que se presenten guerras de precios cuando el mercado es muy competido o cómo lo consideran Strange (2005) y Comagni (2005), por medio de la economía espacial las empresas pueden sacar ventaja de las economías de aglomeración derivadas de una estructura espacialmente concentrada.

El principio de la aglomeración en una ciudad o determinada región surge de la mayor eficiencia de un modelo concentrado, justificado por las economías de escala, donde sus principales determinantes según Rosenthal y Strange (2001) y (2003) desde el punto de vista microeconómico, apuntan a la presencia de externalidades positivas (spillovers) derivados del intercambio de insumos, la disminución de los costos de transporte y las ventajas naturales, cuyo caso no es ajeno a la industria minorista de GNV, que además de las economías de

escala, la localización geográfica por donde se encuentra el mayor flujo vehicular, es un determinante del precio en esta industria.

En la industria de GNV puede presentarse dos tipos de economías de aglomeración: las economías de localización externas a la empresa, pero internas a la industria y aunque no ha sido muy estudiado, vale la pena hablar de un segundo tipo como aquella ventaja que disfruta una población o grupo, y por supuesto cada uno de los individuos, con la realización del consumo (Comagni, 2005; Jacobs, 1969; Van Oort y Atzema, 2004). Existe una articulación entre las economías de escala y las economías de localización que pueden generar mayor eficiencia conjunta de la producción y disminución de los costos de transición, reflejada en la curva de demanda espacial de industria (Hotelling, 1929).

El problema de optimización asociado con la empresa líder se plantea en la ecuación (1), donde el beneficio económico, Π_L , es la diferencia entre los ingresos totales, IT_L y los costes totales, CT_L , que dependen de la cantidad vendida por la empresa, Q_L , que es la diferencia entre la cantidad total demandada en el mercado, Q_T , y la ofertada por la franja precio-aceptante, Q_p :

$$\text{Max}_p \Pi_L(p) = p[Q_T^d(p) - Q_p^s(p)] - CT_L(Q_T^d(p) - Q_p^s(p)) \quad (1)$$

donde $Q_T = Q_T^d(p)$ representa la curva de demanda total del mercado y $Q_p = Q_p^s(p)$ representa la curva de oferta de la franja competitiva. Las condiciones de primer orden para este problema de optimización son:

$$\frac{\partial \Pi_L(p)}{\partial p} = [Q_T^d(p) - Q_p^s(p)] + p \left[\frac{\partial Q_T^d(p)}{\partial p} - \frac{\partial Q_p^s(p)}{\partial p} \right] - \frac{\partial CT_L}{\partial Q_L} \left[\frac{\partial Q_T^d(p)}{\partial p} - \frac{\partial Q_p^s(p)}{\partial p} \right] = 0$$

Luego de un poco de álgebra y agrupando términos se obtiene el índice de Lerner o *mark-up* de beneficios representado por la ecuación (3).

$$\frac{p - CMg_L}{p} = \frac{\alpha_L}{-\varepsilon_T^d + \varepsilon_p^s \alpha_p} \quad (2)$$

donde, CMg_L es el coste Marginal de la empresa líder, $\alpha_L = \frac{Q_L}{Q_T}$ es la participación de la empresa líder en la producción total, $\alpha_p = \frac{Q_p}{Q_T}$ es la participación de las empresas seguidoras en la producción total, ε_T^d es la elasticidad precio de la demanda para la empresa líder y ε_p^s es la elasticidad precio de la oferta de la franja cuasi-competitiva (seguidores).

A medida que α_p tiende a cero y α_L tiende a 1, el índice de Lerner corresponde a la elasticidad de un monopolio (la empresa líder). Además cuando la participación de los seguidores, α_p , aumenta, el poder de mercado se reduce.

2.2. Metodología

Para analizar los determinantes del precio en el mercado minorista de GNV en Colombia, inicialmente se halla el índice de Lerner⁶ definido por la ecuación (2) por el margen precio-coste medio, lo que permite hallar el *mark-up* de beneficios. El precio es el observado en el mercado y el coste marginal se aproxima por el coste medio calculado a partir de la suma de los principales costes variables que remuneran la cadena productiva de gas natural, más los costes de las EDS's.⁷

Para el cálculo del coste medio se tienen en cuenta:

⁶ Para ampliar sobre estas técnicas, ver por ejemplo Carlton y Perloff (2004).

⁷ Como es bien sabido, el coste medio es una buena aproximación del coste marginal en presencia de rendimientos constantes a escala.

- Coste de entrega del gas natural en las EDS's: Está constituido por el coste de producción, que toma como referencia el precio regulado del pozo Guajira⁸, el coste de transporte, los costes asociados al cargo de distribución y un coste por el cargo de comercialización, que cobra la empresa prestadora del servicio a las EDS's (2% de la suma de los otros costes). Exceptuando el cargo de comercialización, que es definido libremente por parte del proveedor de gas natural, los demás componentes están regulados y remuneran los costes de inversión más los de Administración, Operación y Mantenimiento (AO&M) correspondientes a cada una de las etapas de la cadena productiva de gas natural. El promedio del coste del gas natural en el período analizado se estima cercano a los 0.39 US\$/m³.
- Coste de compresión de gas natural en la EDS: Para tomar el gas natural de la red y poderlo inyectar en los vehículos, se debe comprimir el gas natural en la EDS. Este proceso consume energía eléctrica, en promedio 0.28 KWh/m³, que valorados a una tarifa promedio de electricidad de 0.15 US\$/KWh (tarifa promedio en el nivel de tensión 2), equivalen a un coste promedio de compresión de 0.04 US\$/m³.
- Costes de AO&M de la EDS: Consideran salarios, mano de obra y repuestos para mantenimiento. Se estiman como un 2% de la suma de los costes antes mencionados, en promedio 0.01 US\$/m³ de gas vendido.

Además se analiza el efecto espacial sobre la formación del precio de GNV por medio de un modelo espacial. A partir de los planteamientos de Ivaldi et al. (2003) o Bernheim y Whinston (1990), junto con variables representativas comportamiento de la oferta, la demanda y los costes medios, se consideran otras variables que pueden afectar la fijación del precio, como es

⁸ Este precio regulado se toma como una referencia nacional de negociación y se tiene información de que en la mayoría de transacciones este valor es mayor que los precios negociados libremente con otros campos de producción no regulados. Por tanto, el *mark-up* puede ser mayor para algunos agentes.

el precio de bienes sustitutos (la gasolina) con base en la reacción esperada de los competidores y las relaciones intermercados; además de incluir los efectos espaciales en la modelación.

El modelo utilizado está asociado a los llamados modelos de datos de panel espacial, el cual considera el espacio como un elemento fundamental para la explicación de muchos fenómenos y, por tanto, su información puede ser recogida en una matriz cuadrada denominada de contigüidad espacial y que tradicionalmente se representa por W (Elhorst, 2014).

Se utilizan cuatro modelos: el SAR, modelo con rezago espacial en la variable dependiente. El SEM, el cual tiene el rezago espacial en el término del error y cuya relación espacial se da por medio del denominado contagio, donde los choques exógenos se propagan entre las unidades vecinas. El SARAR, este modelo contiene rezago espacial en la variable dependiente y en el término del error y la relación espacial se presenta por dos mecanismos, el primero se da por medio de la relación directa entre la variable endógena y su rezago espacial y el segundo por choques aleatorios en las unidades vecinas, los cuales tienen un efecto contagio sobre la unidad i .

Finalmente se utiliza el modelo de Durbin, que contiene rezago espacial en la variable dependiente y en las explicativas. Este modelo, a diferencia del SARAR, plantea que sí existe una relación espacial con las características individuales de cada una de las unidades vecinas. Sin embargo, no plantea relación espacial en el término del error. Según este enfoque los choques espaciales se propagan y generan a través de intervenciones sobre las variables explicativas de interés.

Además se hallan los respectivos estadísticos para cada uno de los cuatro modelos anteriores llegando a la conclusión, que los resultados más robustos se obtienen con el modelo Durbin, para el cual la especificación utilizada aparece en la ecuación (3):

$$\begin{aligned}
 PGNV_{it} = & \beta_0 + \rho W_i PGNV_{it} + \beta_1 Ventas_{it} + \delta_1 W_i Ventas_{it} + \beta_2 Costes_{it} + \delta_2 W_i Costes_{it} \\
 & + \beta_4 AGASO_{it} + \delta_3 W_i AGASO_{it} + \beta_5 DESEMP_{it} + \delta_4 W_i DESEMP_{it} \\
 & + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}
 \tag{3}$$

De acuerdo al modelo teórico, en caso de existir comportamientos estratégicos relacionados con variables de oferta, demanda y economía espacial, se espera:

- Un signo negativo en el coeficiente que acompaña la variable *Ventas*, se explica porque si el nivel de ventas baja, los agentes tratan de mantener su nivel de ingresos y por tanto suben el precio en las EDS's. En el sentido contrario, puede darse el caso cuando las ventas del mercado son lo suficientemente altas, que permiten un nivel de ingresos elevado para los agentes, quienes estarían en disposición de bajar el precio en alguna proporción para atraer nuevos clientes.
- El coeficiente del precio de los sustitutos (*AGASO*) es el ahorro que representa el GNV frente a su principal sustituto, la gasolina corriente. Se espera que cuando sube el precio del GNV baja el ahorro con respecto al sustituto.
- El coste de compra (*Costes*) del gas natural debe tener un coeficiente positivo, porque si el coste sube (baja) para las EDS's, se debería obtener un incremento (disminución) en el precio de GNV.

- La variable *DESEMP* es una buena proxy del comportamiento de la actividad económica en un país, cuando el desempleo disminuye implica mayor capacidad económica por parte de los consumidores y el precio del GNV tiende a aumentar.
- La matriz *W* considera el espacio como un elemento fundamental para la explicación de muchos fenómenos. Para efectos de este estudio se definió de la siguiente forma:

$$W_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si la EDS } i \text{ está en la misma zona de la EDS } j \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Mediante el análisis espacial se busca encontrar la relación del precio de una EDS con sus competidoras en la misma zona (efectos directos). Asimismo, permite evaluar la influencia de las EDS's ubicadas en otras zonas de la ciudad (efectos indirectos).

3. Análisis de resultados

3.1. Índice de Lerner (*Mark-up* de beneficios)

El *mark-up* de beneficios, que se muestra en el cuadro 5 para todas las empresas durante el periodo de análisis, es del 42%. Es de anotar que el agente líder es uno de los que tiene mayor *mark-up*, 41% y el agente 3 registra el menor *mark-up*, debido a que sus precios son los menores del mercado. Estos resultados son similares a los encontrados por Eckert y West (2003) para Vancouver y Ottawa y por Meerbeeck (2003) para Bélgica, quienes al analizar el comportamiento del precio minorista de la gasolina encuentran un *mark-up* alto.

Cuadro 5. *Mark-up* de beneficios por grupo económico

AGENTE 1	AGENTE 2	AGENTE 3	AGENTE 4	AGENTE 5	AGENTE 6	AGENTE 7	AGENTE 8	AGENTE 9	Independientes	TOTAL
41%	39%	39%	34%	42%	35%	40%	40%	41%	34%	42%

Fuente: Elaboración propia con base en la información de precios de las EDS's y la estimación del coste marginal

En el gráfico 4 se presentan los *mark-up* de beneficios durante el periodo de estudio para cada una las empresas y en el gráfico 5 el del líder y el promedio de las otras empresas. Como se puede observar, el *mark-up* de beneficios de la empresa líder tiene el mayor valor.

Gráfico 4.

Mark up de beneficios por empresa

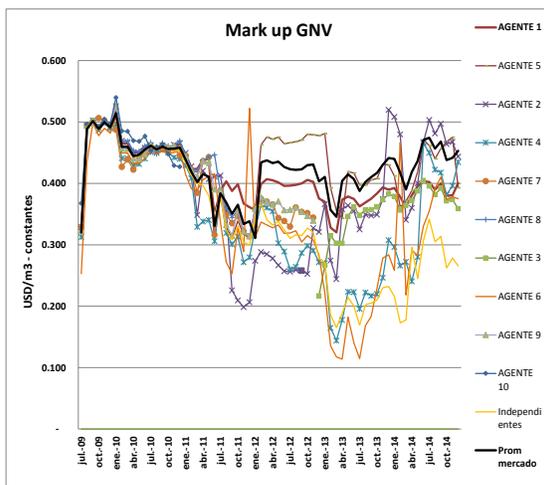
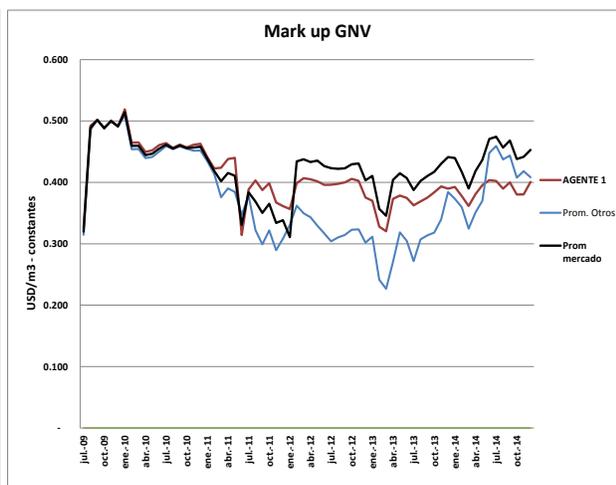


Gráfico 5.

Mark up de beneficios para el líder y el resto



Fuente: Elaboración propia.

A partir del año 2012 se permitió a los comercializadores negociar precios con los productores libremente, por lo cual agentes como el Líder, con mayor volumen de ventas, lograron aumentar sus márgenes. Se observa que las empresas con un mark up alto, como es el caso del Líder, ofrecen mayor valor agregado y campañas publicitarias de fidelización que las otras empresas que optan por un precio bajo para poder competir. Los precios de los seguidores no son del mismo nivel del Líder pero sí siguen la misma tendencia.

Por tanto, al igual que las investigaciones realizadas por Eckert y West (2003), Meerbeek (2003) y Perdiguero (2010) para la industria de la gasolina en Estados Unidos, Canadá Bélgica y España, este estudio para la industria del GNV encuentra evidencia de un *mark-up* alto.

3.2. Modelo econométrico

El tratamiento de los datos puede dar lugar a efectos espaciales, bien sea debido a la heterogeneidad espacial o a la dependencia de patrones o dependencia o autocorrelación espacial. Como se mencionó en el marco teórico existen argumentos teóricos que apuntan a una cierta dependencia espacial para la fijación del precio del GNV. Esta dependencia

espacial podría venir determinada por la localización de las EDS's, haciendo que mientras haya mayor aglomeración, el precio del GNV pueda disminuir, o derivados de la interacción espacial entre las EDS's mediante los comportamientos estratégicos haciendo que cada EDS aproveche la información de sus competidores para fijar su precio, obligando a sus rivales a hacer lo mismo y a incluir en el análisis el retardo espacial de la variable endógena y de algunas variables explicativas.

Los resultados de las estimaciones del modelo econométrico, cuya especificación aparece en la ecuación (3), se presentan en el cuadro 6. Los resultados encontrados permiten concluir que los signos de cada uno de los coeficientes están acorde con los propuestos en el análisis teórico a priori y, además, las variables resultan estadísticamente significativas.

El coeficiente de las *Ventas* es negativo: a medida que disminuye el nivel de demanda en la industria en el período t-1 se espera que las empresas aumenten su precio en el período t para mantener su nivel de ingresos. El precio del mercado es ajustado por los agentes como reacción a la variación en el nivel de ventas. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los usuarios realizaron una inversión considerablemente alta en la reconversión de su vehículo, aproximadamente de US\$2.200, que les impide dejar de consumir GNV aunque se incremente el precio, siempre que esté por debajo del sustituto directo (gasolina).

El signo del coeficiente para la gasolina (*AGASO*) es positivo, pues representa el ahorro de GNV frente a su principal sustituto, la gasolina corriente, así que cuando sube el precio del sustituto aumenta el ahorro y por tanto hay más posibilidad de subir el precio de GNV.

El coste del GNV (*Coste*) tiene un coeficiente positivo: El precio de compra de gas se pacta con el distribuidor con una anticipación de 1 a 5 años mediante un contrato bilateral, pero el precio se actualiza mensualmente según el comportamiento de la TRM y anualmente según las condiciones de indexación pactadas en cada contrato.

El coeficiente para la proxy de la actividad económica medida a través de la tasa de desempleo (*DESEMP*) presenta un signo negativo, en la medida que el desempleo aumenta, señal de deficiencia económica, el precio del GNV tendería disminuir para recuperar las ventas.

Además los coeficientes para las W_i permiten establecer cómo los efectos espaciales influyen en la fijación del precio de las empresas vía los comportamientos estratégicos de las empresas.

Cuadro 6. Resultados de la estimación del modelo de datos de panel espacial⁹

Variable	Coefficiente/ Error Standar
<i>Ventas</i>	-0.0000621*** (0.0000264)
<i>Costes</i>	0.3551108*** (0.0213814)
<i>AGASO</i>	1304.728*** (40.96338)
<i>DESEMP</i>	-2444.5*** (160.0438)
<i>W*Ventas</i>	-0.0000535*** (9.49e-06)
<i>W*Costes</i>	0.0098793*** (0.0018822)
<i>W* AGASO</i>	32.8881*** (4.379628)
<i>W* DESEMP</i>	96.64902*** (0.0018188)

Errores estándar robustos entre paréntesis. ***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1.

Fuente: Elaboración propia

En síntesis, el análisis econométrico reporta que existen variables adicionales al coste de gas natural y a las variables fundamentales del mercado, que influyen en la formación del precio del GNV. Los resultados de las elasticidades recogen el efecto de uniformidad del precio en este mercado durante un período de tiempo largo, donde los agentes buscaban estabilidad de ingresos con precios relativamente altos impuestos por la empresa líder. Abrantes-Metz et al. (2006) concluyen que las empresas involucradas en alguna forma de poder de mercado cumplen estas características, mantienen precios altos y tienen uniformidad de precios

⁹ En este escrito solo se presentan los resultados del modelo Durbin. Sin embargo se realizaron las estimaciones para los otros modelos que se mencionan en la metodología y los test para establecer cual modelo es más robusto estadísticamente.

(reducen la varianza). No obstante, a partir de los resultados también se percibe la dependencia espacial que tienen las EDS's en la industria, haciendo que las empresas se comporten estratégicamente para fijar precios dependiendo de las decisiones que toman sus rivales. En los últimos meses se observa que algunas empresas enfocan su estrategia en precios altos y un portafolio de fidelización con alta componente de valor agregado (financiación de conversiones a GNV, publicidad, etc.) mientras que otro grupo simplemente compiten ofreciendo precios bastante bajos, sin embargo, siguen la misma tendencia del Líder del mercado.

Conclusiones

Algunos mercados de combustibles líquidos como la gasolina han sido objeto de estudio en diferentes países, específicamente en Canadá, Bélgica y España. En estas investigaciones se ha encontrado evidencia de poder de mercado. Dada la importancia de este tipo de mercados y el crecimiento de la demanda de Gas Natural, es relevante el estudio de este mercado no solo por la posibilidad de sustitución con otros combustibles, sino para analizar el efecto espacial en la formación del precio del GNV, el cual se convierte en el objetivo de esta investigación.

Por medio de modelo de datos de panel espacial, con información mensual de 46 EDS's entre junio de 2009 y marzo 2014, esta investigación confirma la hipótesis de la existencia de altos *mark-up* y que existe una competencia oligopolística tipo Bertrand con un agente líder, que tiene una participación cercana al 50% del mercado, el cual emite señales de precio para un grupo de agentes seguidores.

Asimismo los resultados del modelo econométrico confirman el comportamiento estratégico de las empresas a través de variables de carácter espacial que influyen en el precio de GNV, a través de la interdependencia de las empresas, haciendo que estas tengan en cuenta las decisiones de sus rivales para la fijación de precios.

Las EDS's que pertenecen al líder registran sistemáticamente precios superiores al promedio del mercado y las demás empresas ofrecen precios inferiores pero siguiendo la tendencia marcada por el Líder.

Las características encontradas en el mercado analizado pueden ser similares a otros países. Por tanto, se presentan algunas recomendaciones para promover la competencia en este tipo de mercados.

A pesar de las políticas que incentivan el uso del GNV, el diferencial de precios que existe entre la Gasolina, el Aceite combustible para motor (ACPM o diesel) y el GNV y a la masificación del diesel del parque automotor de transporte pesado, se ha venido observando en los últimos años en una recomposición de la participación en el mercado de estos tres combustibles, sugiriendo de tal manera que puede existir sustitución entre ellos. Sin embargo, dadas las rentas monopólicas que el estado percibe de la gasolina y el diésel no hay los incentivos suficientes para que el GNV se masifique totalmente, además que no todas las regiones cuentan con disponibilidad de redes para llevar este combustible.

Por tanto una medida que puede incentivar el incremento de la demanda y por tanto generar mayores incentivos para los inversionistas interesados en la distribución minorista de GNV (mayor competencia), es formular políticas de gobierno que fomenten una mayor cobertura de este servicio. Actualmente las EDS's que incluyen GNV dentro de su canasta de combustibles están concentradas en los grandes centros urbanos del país. Esto reduce la autonomía de los vehículos que trabajan con este combustible y desestimula la reconversión de nuevos usuarios. Se concluye que, en la medida que se eliminen en buena parte las barreras de entrada, habrá mayor número de agentes en este segmento de mercado, haciendo que el precio tienda al de un mercado más competitivo.

Políticas de gobierno como la propuesta en el Decreto 2100 de 2011, que promueven mayor transparencia sobre la información relacionada con la disponibilidad futura del mercado mayorista de gas natural, reducen la incertidumbre para las inversiones de los distribuidores. Al mismo tiempo, es necesario exigir la publicación periódica de los precios minoristas de GNV y de otros combustibles en todas las EDS's del país, en una base de datos centralizada, a la cual tengan acceso los organismos de regulación, control y todo el público en general, como se hace en Canadá (Eckert y West, 2003).

Además se deben desarrollar mecanismos de mercado que permitan balancear la oferta y la demanda, acorde con el crecimiento de los centros urbanos, buscando que las zonas de mayor aglomeración de vehículos en una urbe tenga mayor concentración de EDS, es decir, buscando equilibrios de oferta y demanda espaciales, para que el precio sea competitivo en las diferentes zonas o se creen incentivos a movilizar el parque automotor a diferentes centros urbanos con el fin de minimizar congestiones de tráfico. A nivel general, en el país, se deben definir reglas claras y estables para la operación de los mercados minoristas de combustibles, reduciendo la incertidumbre para los inversionistas y aumentando los niveles de competencia en el mercado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abrantes-Metz R.M., Froeb L.M., Geweke J.F. y Taylor C.T., (2006): "A Variance Screen for Collusion", *International Journal of Industrial Organization*, vol. 24, págs. 467-486.

Belleflamme P. y Peitz M. (2010): *Industrial Organization: Markets and Strategies*, Cambridge University Press.

Bernheim D. y Whinston M. (1990): "Multimarket Contact and Collusive Behavior", *Rand Journal of Economics*, vol. 21, págs. 1-26.

Borenstein S. (1991): "Selling Costs and Switching Costs: Explaining Retail Gasoline Margins", *RAND Journal of Economics*, vol. 22, págs. 354-369.

- Borenstein S. y Shepard A. (1996): “Dynamic Pricing in Retail Gasoline Markets”, *The RAND Journal of Economics*, vol. 27, n.º 3 (Autumn, 1996), págs. 429-451.
- Carlton D. y Perloff J. (2004): *Modern Industrial Organization*, 3rd ed., Addison-Wesley.
- Comagni, R. (2005): *Economía urbana*. Barcelona: Antoni Bosch Editores.
- Congreso de la República (1994): “Ley de Servicios Públicos”, Ley 142 de 1994. Colombia.
- CREG (1996): Resolución CREG 057 de 1996, Bogotá: Comisión de Regulación de Energía y Gas.
- CREG (2007): Resolución CREG 112 de 2007, Bogotá: Comisión de Regulación de Energía y Gas.
- Eckert A. y West D. (2003): “A Tale of Two Cities: Price Uniformity and Price Volatility in Gasoline Retailing”, Department of Economics, University of Alberta, Edmonton, Alberta.
- Eckert A. y West D. (2005): “Rationalization of Retail Gasoline Station Networks in Canada”, Department of Economics, University of Alberta, Edmonton, Alberta.
- Elhorst, J. (2014): *Spatial Econometrics: From Cross-sectional Data to Spatial Panels*. Springer: Berlin New York Dordrecht London.
- Frontier Economics (2010): “Diagnóstico Fallas del Mercado de Gas Natural de Colombia”, Estudio para la Asociación Colombiana de Ingenieros Eléctricos, Mecánicos y Afines (ACIEM).
- Gobierno Nacional (1991): “Documento del Consejo de Política Económica y Social de 1991 CONPES 2571”, Bogotá: DNP.
- Gobierno Nacional (2006): “Plan Nacional de Desarrollo 2006 – 2010”, Bogotá.
- Hotelling, H. (1929): “Stability in competition”. *Economic Journal*, vol. 39, págs. 41-57.
- Ivaldi M., Jullien B. Rey P. Seabright P. y Tirole J. (2003): “The Economics of Tacit Collusion”, *IDEI Working Paper*, n.º 186, Final Report for DG Competition, European Commission.
- Jacobs, J. (1969): *The Economy of Cities*. New York: Random House.
- Jiménez J. y Perdiguero J. (2009): “(No) Competition in the Spanish Retailing Gasoline Market: A Variance Filter Approach”, *Xarxa de Referència en Economia Aplicada*, XREAP2009-5.
- Lipczyhski, J., J. Wilson y J. Goddard (2005) *Industrial Organization. Competition, strategy, policy*. Prentice Hall, London.
- Meerbeek W. (2003): *Competition and Local Market Conditions on the Belgian Retail Gasoline Market*, Kluwer Academic Publishers.

Ministerio de Minas y Energía (2001): Resolución 80296 del 5 de marzo de 2001, Artículo 1, por medio del cual se establece la libertad de precios del gas natural comprimido vehicular para los usuarios finales, Bogotá: Ministerio de Minas y Energía.

Perdiguerro J. (2010): "Dynamic Pricing in the Spanish Gasoline Market: A Tacit Collusion Equilibrium", *Energy Policy*, vol. 38(4), págs. 1931-1937.

Pindyck R. S. y Rubinfeld, D. L. (2000): *Microeconomics*, 5th ed., Prentice Hall.

Shepard A. (1991): "Price Discrimination and Retail Configuration," *Journal of Political Economy*, vol. 99(1), págs. 30-53.

Rosenthal, S. and Strange, W. (2001): "The Determinants of Agglomeration". *Journal of Urban Economics*, vol. 50, págs. 191-229.

Rosenthal, S. y Strange, W. (2003): *Evidence of the Nature and Sources of Agglomeration Economies*. J. V. Henderson and J.-F. Thisse (Eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*, vol. 4.

Strange, W. C. (2005): *Urban Agglomeration*. New Palgrave Dictionary of Economics, 2nd Edition, Macmillan.

Stuart A. y Rosenthal, S. (2013): "Urbanization, agglomeration economies, and access to mortgage credit". *Regional Science and Urban Economics*, vol. 43, págs. 42-50.

Van Oort, G. y Atzema, C. (2004): "On the conceptualization of agglomeration economies: The case of new firm formation in the Dutch ICT sector". *The Annals of Regional Science*, vol. 38 págs. 263-290.

Slade, M. (1986): "Conjectures, Firm Characteristics, and Market Structure", *International Journal of Industrial Organization*. vol. 4, págs. 347-369.