



Escuela de Economía y Finanzas

# Documentos de trabajo

## Economía y Finanzas

Centro de Investigación  
Económicas y Financieras

No. 16-11  
2016

**Demanda de Internet: El sector mayorista de telecomunicaciones Colombiano**

*García, John J.; Posada, Juan P.*



# Demanda de Internet: El sector mayorista de telecomunicaciones Colombiano

John J. Garcia. \*

Juan P. Posada. †

Marzo 28, 2016

## Resumen

A raíz de la necesidad de conocer las diferentes variables que inciden en los servicios de transporte de datos, la escasez de artículos académicos que describan el comportamiento de la demanda en el sector mayorista y tomando como referencia los trabajos realizados, tanto por Madden & Coble-Neal (2004) como por Karacuka, Haucap & Heimeshoff (2011), se presenta, tanto un modelo de demanda, como un modelo de formación de precios, estimados a través de técnicas de panel de datos a nivel de firmas, con el objetivo de comprender el comportamiento de estas en el mercado Colombiano y cuyos resultados fundamentales son una elasticidad precio de la demanda de 1.1102, una elasticidad inversa de la demanda de 0.2215 y una elasticidad ingreso de 0.0569, para las firmas proveedoras del servicio de internet a usuarios finales.

*Clasificación JEL:* C59, D22, L10.

*Palabras Clave:* Desempeño de las firmas, Precios, Innovación, Internet.

---

\*Economista, Ph. D en Economía. Profesor Departamento de Economía, Universidad EAFIT, Colombia. AA3300 Medellín (Colombia). Teléfono: (+57 4) 261 9549, Fax: (+57 4) 266 4884. Correo electrónico: jgarcia@eafit.edu.co

†Economista. Auxiliar de Investigación Departamento de Economía, Universidad EAFIT, Colombia. Correo electrónico: jposad28@eafit.edu.co

## Abstract

Following the need to know the different variables that affect the data transport services, the shortage of academic papers that describe the behavior of the demand in the telecommunications wholesalers market and taking as a reference the work done by Madden & Coble-Neal (2004) and Karacuka, Haucap & Heimeshoff (2011), it's presented both a demand model, as well as a price formation model, estimated through firms-level panel data techniques, aiming to understand the behavior of those firms in the Colombian market and which main results are a demands price elasticity of 1.1102, an inverse price elasticity of 0.2215 and finally an income elasticity of 0.0569, for the firms providing the services to final client.

*JEL Classification:* C59, D22, L10.

*Key Words:* Firm performance, Prices, innovation, Internet.

# 1 Introducción

A la luz de los análisis microeconómicos, el estudio de mercados como el de los mayoristas en telecomunicaciones es de vital importancia, ya que abre la puerta para la comprensión del comportamiento de las diferentes firmas que en él participan. Es importante poder contar con estimaciones provenientes de datos a nivel de industria y no de país, ya que estos desglosan lo suficiente los datos como para poder extraer conclusiones más específicas de ellos, sin tener que preocuparse por el ruido que puede generar la aglomeración en un solo sector, Telecomunicaciones, ya que este no es el ideal, sino una proxy para los datos reales de las firmas, los cuales son de difícil acceso y deben tener una posición importante a la hora de la creación de políticas o regulaciones gubernamentales (OCDE, 2014).

El sector de las telecomunicaciones en Colombia es, como resultado de la creciente demanda de servicios, uno de los que presenta un mayor crecimiento en el país, triplicando en solo tres años la oferta del mercado y con expectativas de triplicarla nuevamente para 2018 (Telegeography, 2015; Internexa, 2012). Es un mercado con crecimientos exponenciales, con grandes oportunidades, pero que exige un monitoreo y revisión constante del portafolio ofrecido (Cusano, 2014; IQ, 2015), este crecimiento del sector trae retos muy importantes, ya que este tipo de comportamientos de la oferta resulta en una caída igual de dramática en los precios de los productos (Simona Jankowski, 2014). Solo en el último año los precios por mega bits por segundo (Mbps) en el servicio de internet (IP) han caído un 50 % y la entrada de cables submarinos de distintas firmas es una amenaza constante para la estabilidad de los precios en el mercado (Internexa, 2014).

Dentro del sector de mayoristas, en el mercado colombiano, destacan empresas como Level 3, C&W, Media Commerce, Claro, Une, Telefónica e Internexa (Internexa, 2014), las cuales se especializan en proveer servicios a las empresas que le proporcionan servicios a los usuarios finales (con la excepción de Claro, Une y Telefónica, los cuales se auto sirven). Son estas empresas las primeras en la cadena de servicios, que dan como resultado el servicio de transporte de datos que el consumidor final recibe, es por esto que los cambios en la demanda de los servicios a nivel de los mayoristas, repercute en los precios que percibe el consumidor final, de ahí la importancia de este estudio, ya que su comprensión y modelación, poco estudiado, puede dar luces a futuras investigaciones sobre los sectores minoristas.

Es de vital importancia comprender el papel que juega el proceso deter-

minador de precios en las firmas mayoristas en telecomunicaciones, para así contar con una visión holística del mercado y poder añadir a los estudios, investigaciones y regulaciones en los mercados minoristas, lo escenarios propios de un mercado comúnmente excluido.

Mediante la utilización de técnicas de panel de datos y variables instrumentales, a nivel de firmas, al igual que Karacuka et al. (2011). Se estiman tanto una función de demanda, como una función de formación de precios en el mercado mayorista, para el periodo comprendido entre Enero de 2008 y Diciembre de 2015. Dichas funciones son utilizadas como instrumento para obtener las elasticidades: precio de la demanda, ingreso (para las firmas que proporcionan el servicio a usuarios finales) e inversa de la demanda, anteriormente mencionadas.

Vale la pena resaltar el valor que tiene el estudio como proveedor de información regional sobre los precios y elasticidades del mercado Colombiano, ya que permite no solo un análisis histórico de la evolución de las tarifas y los anchos de banda, sino una presentación de los principales determinadores de la demanda con vista al futuro. Este tipo de análisis puede ser utilizado como fuente de información primaria para los entes reguladores, con el objetivo de formular mejores políticas, que incentiven a los actores para que repercuta en una mejor prestación de servicio al usuario final (OCDE, 2014), ya que en el país existe, además de un vacío institucional que repercute en una regulación insipiente en el sector (OCDE, 2014), un vacío de información esencial sobre las elasticidades en este sector.

Las secciones restantes se estructuran de la siguiente manera: La Sección dos, hace un recuento del marco teórico en el cual se desenvuelve la investigación, además de comparar los resultados obtenidos con los de otras investigaciones relevantes. La Sección tres presenta las variables utilizadas en la estimación de los modelos. En la Sección cuatro se presenta la metodología utilizada y finalmente, en las Secciones cinco y seis se presentan los resultados y se concluye.

## 2 Marco Teórico y Revisión de Literatura

Desde los años 50, Bain y Mason popularizaron el Paradigma Estructura Conducta Desempeño (E-C-D) para explicar el funcionamiento de una industria (Grether, 1970). Si bien en su origen parecía un concepto relativamente sencillo, que consideraba las condiciones básicas, donde se incluían los costos, la demanda y la tecnología; la *estructura* del mercado con variables como concentración del mercado, diferenciación del producto, barreras de entrada e integración vertical; la *conducta* explicada por las metas y las estrategias del negocio y las prácticas competitivas y, por último, el *desempeño* medido por medio de la eficiencia, los beneficios, el progreso técnico y el crecimiento. Con el transcurrir del tiempo, gracias al desarrollo de nuevas teorías y a la mejor disponibilidad de información, este enfoque no solo ha tenido acogida desde la organización industrial para explicar el funcionamiento de un mercado, sino que se ha ido perfeccionando, incluyendo otros fundamentos teóricos y metodologías para explicar variables claves del funcionamiento de una industria (Einav & Levin, 2010).

De acuerdo a Lipczynski, Wilson & Goddard (2005) en la Nueva Organización Industrial Empírica, pueden observarse los avances en el paradigma E-C-D y que pueden aplicarse para la industria objeto de estudio en esta investigación. Inicialmente para explicar el desempeño de una industria estos autores consideran las condiciones de la oferta y la demanda, explicadas por variables claves como la tecnología y la estructura de costos por el lado de la oferta y, por los gustos, las preferencias y la elasticidad precio e ingreso de la demanda, por el lado de la demanda. Respecto al tema de elasticidades vale la pena resaltar el trabajo realizado, en la década de los ochentas, por Deaton & Muellbauer (1980), quienes desarrollaron el Modelo Casi Ideal de Demanda y son el punto de partida para fijación de precios en una industria de acuerdo a las elasticidades precio, precio cruzada e ingreso de la demanda.

Además la estructura está determinada por el número y tamaño de distribuidores, compradores y vendedores, las condiciones de entrada y salida, la diferenciación de productos y la integración vertical y por conglomerados. Por su parte, para explicar la conducta consideran variables como objetivos del negocio, política de fijación de precios, diseño de productos y de marcas, publicidad y mercadeo, investigación y desarrollo y el tema de fusiones y adquisiciones. La conducta de las firmas en la industria de Internet con el objetivo de maximizar sus beneficios y permanecer en el mercado, utilizan comportamientos estratégicos claves como la inversión en innovación. Es importante anotar que estos autores van más allá comparativamente con los

lineamientos establecidos con Bain, incluyendo las políticas públicas utilizadas por el gobierno con el fin de afectar el desempeño de algunas industrias, donde para el sector de estudio se resalta la política de competencia, que ayudaría no solo a mayor eficiencia asignativa, sino también a mejorar la calidad en la prestación del servicio.

El interés por la investigación de este tema surgió como resultado de la necesidad de comprender y modelar el comportamiento de los precios en esta industria, la cual, no habiendo sido explorada a profundidad, representa una oportunidad para la investigación y la generación de conocimiento. Es un mercado bastante dinámico, el cual refleja el comportamiento de la economía global hoy en día, altamente interconectado y de una evolución veloz (Cusano, 2014; Simona Jankowski, 2014).

A raíz de la no existencia de estudios para mercados mayoristas, se hace uso de las investigaciones existentes para mercados cuyo consumidor es el usuario final del servicio (e.g telefonía fija, telefonía móvil y servicios de internet domiciliarios), especialmente Karacuka et al. (2011) y Madden & Coble-Neal (2004). Con la mira puesta en este nuevo mercado como suministro de sustento teórico a la investigación, se da inicio a la búsqueda de artículos que describan y permitan hacer uso de técnicas o soluciones a problemas específicos de investigaciones en los mercados de telecomunicaciones, que ya han sido trabajados en otros países.

Al identificar los diferentes factores que juegan un papel importante en la determinación de los precios de la demanda de internet, no se encontraron estudios que se centraran en este como variable dependiente, sino que se trataba como variable explicativa de las cantidades, ya que la mayoría de estudios se decantan por la estimación de la elasticidad precio de la demanda para mercados minoristas (Karacuka et al., 2011; Madden & Coble-Neal, 2004; Amaral, González & Jiménez, 1995; Muñoz & Amaral, 1996; Munoz, 1996; Houthakker & Taylor, 1970; Ahn & Lee, 1999; Rodini, Ward & Woroch, 2003; Parker & Röller, 1997; Grzybowski, 2008; Tishler, Ventura & Watters, 2001; Dewenter & Haucap, 2008). Este nuevo enfoque, estableciendo el precio como variable dependiente en una de las estimaciones, permite la incorporación de variables internas a la firma, con el objetivo de proporcionar información adicional sobre factores propios de la cultura de negocios, como lo son las renegociaciones, los descuentos por tiempo de contratación y los tiempos de negociaciones, permitiendo así un análisis que, sin perder generalidad, da luces importantes sobre el comportamiento del sector.

En el análisis de la literatura resalta la investigación realizada por Karacuka et al. (2011), quienes con el fin de estructurar un modelo casi ideal de demanda, hacen uso de información a nivel de firmas, esta investigación, junto a la metodología propuesta por Houthakker & Taylor (1970), quienes obtienen una función de demanda con sus respectivas elasticidades precio, de corto (-0.28) y largo plazo (-0.45), son de especial importancia, ya que establecen un marco de referencia claro, sobre el cual se permite el desenvolvimiento de la metodología propuesta por Houthakker & Taylor (1970), aplicada a esta investigación, es decir, se propone un modelo inspirado en un sistema casi ideal de demanda, pero con diferencias claves en la construcción del mismo, dada la restricción de variables, propia del sector y la oportunidad única de la obtención de información escasa. Ambas investigaciones, anteriormente descritas, además de aportar valores invaluable sobre las elasticidades obtenidas, permiten conocer un aproximado ex-ante, dando la oportunidad para comparar los distintos procesos realizados, y con estos, poder obtener conclusiones importantes sobre la diferencia en los mercados.

A medida que se profundiza en el análisis, se encontró que el estudio realizado por Karacuka et al. (2011) difiere, en los coeficientes de las elasticidades, al realizado por Hausman (1999) quien, al utilizar los datos agregados de 30 mercados, correspondientes a diferentes estados de EE.UU, encuentra una elasticidad precio de la demanda para servicios móviles de -0.51; pero, es a la vez, bastante cercano al realizado por Ahn & Lee (1999) quienes, usando una técnica de panel de datos para 64 países, encuentran una elasticidad del -0.36 para el mercado de teléfonos celulares. Es por estas similitudes a nivel de metodología que esta investigación utiliza la metodología propuesta por Karacuka et al. (2011) y Ahn & Lee (1999) para dar respuesta sobre los determinantes de los precios en el mercado mayorista de las telecomunicaciones en Colombia. Existen, además, muchos otros análisis sobre la elasticidad precio de la demanda en los mercados minoristas, como los realizados por Rodini et al. (2003) quienes encuentran elasticidades de -0.43 en los servicios de telefonía fija; Parker & Röller (1997) quienes usando modelos estructurales estiman una elasticidad de -2.5; Grzybowski (2008) encontrando elasticidades más moderadas que van desde -0.2, hasta -0.9; Tishler et al. (2001) hallando elasticidades del orden de -0.8 y muchas más; las cuales mediante la comparación con la investigación realizada por Karacuka et al. (2011) sentaran las bases para el análisis de esta investigación.

### 3 Análisis & Descripción de Variables

El mercado de telecomunicaciones ha sufrido en los últimos años, como resultado de la naturaleza basada en tecnología de su negocio, una caída muy pronunciada en el precio de sus productos y servicios. Esto ha forzado al mercado a ser extremadamente dinámico, al punto de presentarse fusiones y adquisiciones al interior del sector como algo casi rutinario (Gruber, 1999).

Se trata en un mercado donde hay que jugar un doble juego de mantener la compañía hoy y prepararla para el futuro al mismo tiempo (Philipp Gerbert & Steinhäuser, 2015), la innovación es una variable clave para sobrevivir y las empresas con ánimo de subsistir en el tiempo están dispuestas, como se demuestra más adelante, a invertir grandes cantidades de dinero para este propósito, por esto y con la finalidad de dar claridad sobre las variables utilizadas en la modelación se presentan en el Cuadro 1, una pequeña descripción de estas.

Figura 1: Tarifa promedio, servicio IP.



Fuente: Elaboración propia a partir de Internexa, 2015.

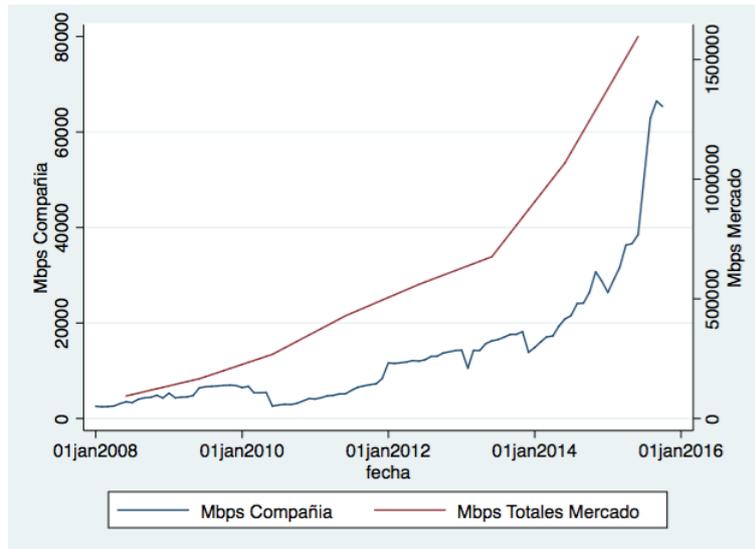
Cuadro 1: Definición de Variables

<b>Variable</b>	<b>Descripción</b>	<b>Fuente</b>
Tarifa	Pago mensual que un cliente desembolsa por su servicio de IP. Esta se presenta en USD por Mbps.	ISA-Internexa
Mbps	Ancho de banda contratado por cada cliente. Se presenta en Mbps.	ISA-Internexa
Servicios	Número de servicios contratados por cada cliente.	ISA-Internexa
Renegociaciones	Toma el valor de 1 cuando se presenta una renegociación, 0 en caso contrario.	ISA-Internexa
PIB per cápita	Expresada en USD a precios constantes de 2005.	Banco de la Republica & DANE
Demanda Global	Ancho de banda utilizado por Colombia. Expresada en Gigabytes por segundo.	Telegeography
IHH	Índice de hirschman-herfindahl normalizado.	ISA-Internexa
Inversión en TI	Proxi de la inversión en tecnología. Expresada en USD	Business Monitor International
Utilidad	Utilidad antes de impuestos. Expresada en USD	Superintendencia de Sociedades

Como se puede apreciar tanto en la Figura 1, como en el Cuadro 2, el precio promedio en el servicio de IP ha sufrido una caída bastante pronunciada desde enero de 2008, pasando de un Mbps promedio de 247.5 USD, a un nivel muy inferior en Diciembre de 2015, ubicándose en el orden de los 20.3 USD por Mbps, además de una alta variabilidad al interior de un mismo cliente, que tendría como explicación, además de las variables presentadas a continuación, a la evolución tecnológica, siendo esta un factor endógeno del mercado, así como la entrada de importantes competidores, sobre todo a partir de 2008 con la licitación pública de Vive Digital, la cual dio como ganador a Azteca Comunicaciones y lo posicionó como un importante agente en el mercado mayorista de telecomunicaciones (OCDE, 2014).

La entrada de este nuevo competidor se ve claramente reflejada en la caída abrupta que sufrieron los niveles de precios entre 2008 y 2009 y es además un determinante muy importante a la hora de analizar el mercado. Azteca Comunicaciones posee una capilaridad inigualable en el mercado colombiano, llegando a algunos de los municipios más alejados del país, 472 en total (Azteca-Comunicaciones, 1999), y es esta característica la que le ha permitido posicionarse rápidamente como uno de los principales actores del mercado.

Figura 2: Mbps en la industria.



Fuente: Elaboración propia a partir de Internexa, 2105 y Telegeography, 2015.

Por otro lado, las cantidades en el mercado reflejan la caída abrupta de los precios descrita anteriormente. El crecimiento del ancho de banda sigue una tendencia cuasi exponencial, descrita por la ley de Moore (Schaller, 1997), pero exacerbada por el dinamismo comercial del mercado en los últimos años. La entrada de cables submarinos ha sido cada vez más común y las expectativas apuntan a que Colombia, dado su ingreso a la OCDE, se asemeje cada vez más a los mercados mayoristas de estos países, donde es normal que clientes no pertenecientes al segmento de los mayoristas se auto sirvan, gracias a las facilidades de ancho de banda ofrecidas por el mercado, ya sea en forma de fibra oscura o mediante la implementación de red propia (OCDE, 2014; Internexa, 2014).

Cuadro 2: Descripción variables

Variable		Media	D.E	Min	Max	Observaciones
Tarifa	General	162.07	108.16	0.134	475	N=5254
	Entre sí		108.23	9.27	475	n=183
	Dentro de sí		64.95	-87.11	544.35	T-bar=28.71
Mbps	General	230.72	1125.571	1	35005	N=5254
	Entre sí		613.1	1	6155.05	n=183
	Dentro de sí		893.0049	-5923.324	29080.68	T-bar=28.71
Servicios	General	6.299962	14.18459	1	155	N=5254
	Entre sí		10.43735	1	101.1613	n=183
	Dentro de sí		7.576285	-60.86133	66.67496	T-bar=28.71
Utilidad	General	41.38395	162.2075	-275.8305	872.5424	N=1306
	Entre sí		166.8393	-127.4842	829.8642	n=37
	Dentro de sí		53.39952	-316.6008	288.4729	T-bar=35.2973
PIB per cápita		1273.046	145.92	894.2344	1454.275	96
TRM		2053.882	315.3028	1732.286	3066.408	96
Demanda Global		699.6088	436.9664	94	1596	96
IHH		0.2746546	0.0189481	0.2482015	0.3011414	96
Inversión en TI		59.78498	16.80395	0.2829117	78.1	96

Fuente: Elaboracion propia a partir de Internexa, Banco de la Republica, DANE, Telegeography y Bussiness Monitor International.

La Figura 2 nos permite apreciar, no solo el comportamiento exponencial, anteriormente descrito, sino también la correlación existente entre la evolución del IP ofrecido por Internexa y el ancho de banda total colocado en el mercado Colombiano, presentando un Coeficiente de Correlación de

Pearson de 0.962 (Goviden, 1985), lo cual nos permite asumir a Internexa como un agente representativo del mercado, detalle para nada despreciable, ya que esto significa que los resultados obtenidos mediante el análisis cuantitativo se pueden hacer extensivos al mercado y no hacen parte exclusiva del análisis de la firma. Con lo anterior, se pretende que el análisis aquí constatado, al igual que el propuesto por Karacuka et al. (2011) construya un modelo que permita hacer un análisis inductivo para generar conclusiones a nivel de mercado, estudiando a la firma como agente económico fundamental.

Dado lo anteriormente expuesto, se torna interesante observar las capacidades, tal y como se muestran en el Cuadro 2, ya que se puede ver que estas van desde un Mbps hasta poco más de tres gigas y media, pero esta gran variedad es aún mayor cuando se analiza la variación entre clientes. Se puede observar una gran dispersión, con un máximo de 6155 Mbps, lo que deja clara la gran heterogeneidad en los consumidores, también se aprecian unas variaciones enormes, al interior de un mismo cliente, que nos muestra el gran dinamismo de la industria.<sup>1</sup>

Como respuesta a la necesidad de un análisis más a profundidad, en el comportamiento del ancho de banda al interior del mercado, se hace necesario el estudio de los agentes involucrados en este sector, es decir, quienes son los responsables de la colocación de las cantidades. Este proceso, de entrada significa un reto en el acceso a datos, ya que cada firma dificulta enormemente el acceso a estos. Como solución, se propone la utilización de un Índice de Herfindahl e Hirschman, normalizado, como proxy, para el comportamiento de las firmas al interior del mercado (Rhoades, 1993), calculado como lo indica la Ecuación 1<sup>2</sup>.

índice de hirschman-herfindahl

$$HN = \frac{\sum_{i=1}^N s_i^2}{10000} - \frac{1}{N} \quad (1)$$

---

<sup>1</sup>Vale la pena resaltar que la construcción de la variable "Mbps Compañía" no es más que la suma de los servicios contratados por los clientes en cada periodo de tiempo, por lo que su papel como variable explicativa del precio será diferente, ya que se utiliza, no agregada, como es utilizada en este escenario, sino asociada a cada cliente.

<sup>2</sup>Donde: S es la participación porcentual de la firma en el mercado y N es el numero total de firmas

Como lo hace evidente la figura 3, el mercado ha sido altamente dinámico en los últimos años, volviéndose menos concentrado con la entrada de nuevos competidores, como Azteca Comunicaciones en 2008 y concentrándose de nuevo con operaciones, como la adquisición de Lazus por parte de Columbus Networks en 2012. Como estas hay muchas más operaciones a nivel local que afectan la magnitud del índice, pero lo verdaderamente interesante es conocer los efectos que tiene la concentración o desagregación del mercado de telecomunicaciones en el de mayoristas.

Figura 3: IHH de la industria.



Fuente: Elaboración propia a partir de Internexa, 2015.

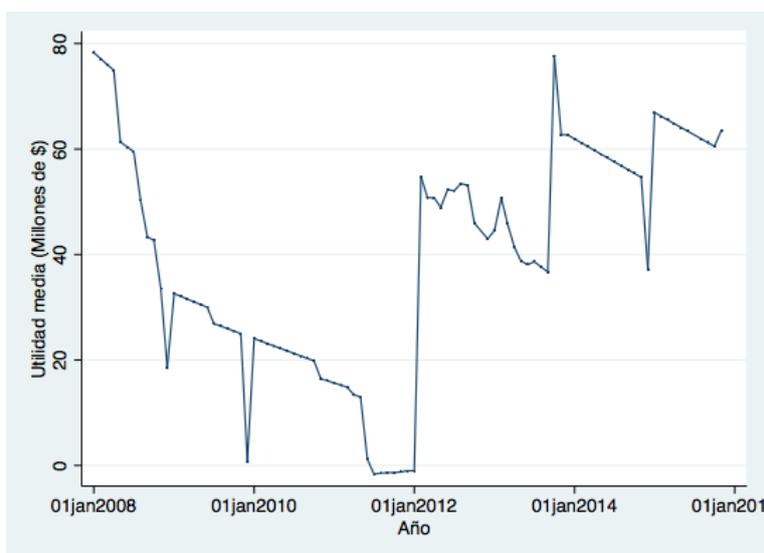
Desde el punto de vista teórico, los mayoristas prefieren ubicarse en mercados poco competidos, es decir, su ideal está en un mercado con IHH alto, ya que esto les permite obtener beneficios extraordinarios (Alvarado, 2015). Esta situación, característica de este tipo de mercados se ha hecho evidente, en parte, gracias a informes como OCDE (2014) y a un trabajo incipiente, en la labor de control y regulación por parte de la Comisión de Regulación en Comunicaciones (CRC).

Aunque muy importantes, la demanda del mercado y las cantidades, no son los únicos determinantes externos utilizados para modelar los precios en el sector. El poder adquisitivo de los individuos y las firmas juega un papel

fundamental en el proceso de formación de los precios de los servicios a nivel de los mayoristas, gracias a que son estos, quienes actúan como usuarios finales de los servicios comercializados por estos, por lo que un incremento en la demanda y en consecuencia en el precio, a este nivel, repercute en un incremento en el precio a nivel mayorista (Madden & Coble-Neal, 2004).

Para analizar el poder de compra de los consumidores, vale la pena reconsiderar la capacidad que tienen las firmas que proveen los servicios de transporte de datos, es decir, las empresas que son consumidoras de los servicios provistos por los mayoristas. Para esto, se presenta, en la Figura 4, una serie construida a partir de las medias de las utilidades de las empresas consumidoras de Internexa.

Figura 4: Utilidad media de los clientes.



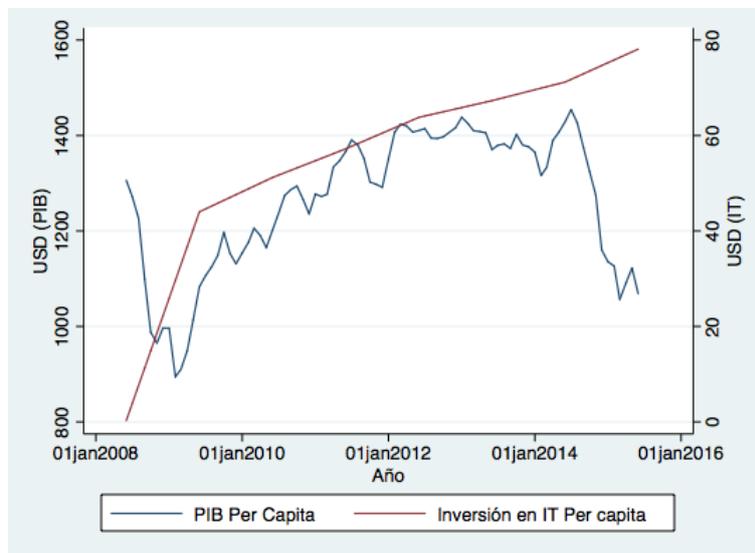
Fuente: Elaboración propia a partir de Superintendencia de Sociedades, 2015.

La Figura 4 permite apreciar como el sector minorista de las telecomunicaciones resultó muy golpeado, entre otras cosas, por la crisis de 2008 y solo hasta el 2012 pudo recuperarse. Esta situación no es ajena, como veremos posteriormente, al sector mayorista, ya que una baja en el ingreso de sus clientes repercute en sus propios ingresos.

Desde el punto de vista de los consumidores podríamos decir que teóricamente, se esperaría un efecto positivo del PIB en el precio. Con el objetivo de estimar esta relación, se establece como proxy del nivel adquisitivo de los

consumidores, el PIB per cápita, que hasta el primer trimestre de 2014, venía con un incremento constante y cayó abruptamente, debido a la importante devaluación del Peso Colombiano frente al Dólar, fruto de la caída internacional de los precios del petróleo, afectando así los términos de intercambio de los colombianos (Semana, 2015).

Figura 5: PIB e Inversión en TI per cápita.



Fuente: Elaboración propia a partir de Banco de la República, 2015, DANE, 2015 y Bussiness Monitor International, 2015.

Por último, se presenta La inversión en TI per cápita, como proxy de la inversión en el sector, cumpliendo la función, no solo de controlar por la innovación tecnológica, sino también de calcular el impacto que esta tiene sobre la tarifa. Como se puede apreciar en la Figura 5, la relación entre la inversión en TI y el PIB per cápita es muy estrecha, pero la diferencia radica en el comportamiento frente a la crisis internacional de los precios del petróleo (Madden & Coble-Neal, 2004).

Las telecomunicaciones, como un sector ampliamente dependiente de la tecnología, requiere de altas inversiones para permanecer en el mercado y atraer nuevos clientes (Simona Jankowski, 2014; OCDE, 2014), no basta solo con existir, para crecer y permanecer en la industria, se requiere de un incremento en el valor agregado que se ofrece a los clientes para ser competitivos.

## 4 Metodología

Se plantea la realización de un modelo por panel de datos, con el objetivo de encontrar los determinantes más importantes del precio y la demanda del servicio de IP en el mercado mayorista de telecomunicaciones. Dicho panel, cuenta con un periodo de 8 años, con periodicidad mensual, para 96 periodos.

El planteamiento del modelo fue basado en el trabajo realizado por Karacuka et al. (2011), se prefirió este trabajo por encima de autores como Madden & Coble-Neal (2004) o Hausman (1999), no porque su modelo teórico fuera mejor o más convincente, sino por el hecho de que trabajaba a nivel de firmas, al igual que este trabajo, y se encontraban soluciones a diversos problemas a los que se enfrentó esta investigación. Por supuesto, también se integraron los trabajos de Madden & Coble-Neal (2004) y Hausman (1999) para complementar y argumentar la especificación del modelo en esta investigación.

### 4.1 Regresores & Regresando

Como resultado de la convergencia en la metodología de varios autores, especialmente los anteriormente mencionados, se llega al planteamiento de dos modelos, estimados por separado, ya que representan procesos distintos dentro del mercado. Por un lado el modelo de demanda permite establecer las variables que inciden en el comportamiento y crecimiento del mercado, además de permitir la estimación de las elasticidades mencionadas, mientras que por otra parte, el modelo de formación de precios permite obtener información sobre el proceso generador de precios al interior de la industria. Si bien ambos modelos comparten la idea sobre la explicación del mercado, lo hacen de manera muy diferente, lo que conlleva a que sean estimados con variables distintas, que a excepción del PIB per cápita y por supuesto los precios y las cantidades, no tendrían sentido de ser incluidos en la otra estimación.

El primero, un modelo de formación de precios, ilustrado en la Ecuación 2, donde el logaritmo natural de la tarifa de cada cliente, dada en Mbps por USD, hace las veces de variable dependiente, explicada por las siguientes variables:

1. El logaritmo natural de los Mbps contratados por cada cliente en cada periodo de tiempo (Mbps).
2. El logaritmo natural de PIB per cápita (PIB).

3. El logaritmo natural de la demanda total del país por servicios de banda ancha internacional (Demanda).
4. El logaritmo natural de la inversión en TI per cápita, como proxy de la inversión del sector en tecnología (TI).
5. El número de servicios por cliente en cada periodo de tiempo, como variable control para los clientes con múltiples servicios (Ser).
6. Una variable dummy de renegociaciones, la cual toma el valor de 1 cuando un servicio se ha renegociado (Rene).

$$P = \beta_0 + \beta_1 Mbps + \beta_2 PIB + \beta_3 Demanda + \beta_4 TI + \beta_5 Ser + \beta_6 Rene + \mu \quad (2)$$

El segundo, un modelo de demanda, descrito en la Ecuación 3, donde el logaritmo de las cantidades hace las veces de variable dependiente con los siguientes regresandos:

1. El logaritmo natural del precio, asociado a cada capacidad, dado en Mbps por USD (P).
2. El logaritmo del IHH, construido a partir de las participaciones de los diversos agentes del mercado (IHH).
3. El logaritmo del PIB, al igual que en el modelo de formación de precios, siendo este el único regresando presente en ambas regresiones (PIB).
4. Un índice de zona de prestación de servicio como variable control (Zona).
5. El logaritmo natural de la utilidad antes de impuestos de las firmas que juegan el papel de consumidores (Utilidad).

$$Mbps = \beta_0 + \beta_1 P + \beta_2 IHH + \beta_3 PIB + \beta_4 Zona + \beta_5 Utilidad + \mu \quad (3)$$

Algunas de las series presentadas anteriormente, comprendían un problema

mencionado con anterioridad, estas no presentaban una periodicidad mensual. Entre las series con este problema se encontraban <sup>3</sup>

1. El logaritmo natural de PIB per cápita, construido a partir de las series trimestrales del PIB y la población.
2. El logaritmo natural de la demanda total del país por servicios de banda ancha internacional.
3. El logaritmo natural de la inversión en TI per cápita, como proxy de la inversión del sector en tecnología.
4. El logaritmo natural del IHH.
5. El logaritmo natural de las utilidades antes de impuestos.

---

<sup>3</sup>De estas, el PIB per cápita no representaba un problema de tanta relevancia, ya que las series tenían una periodicidad trimestral, pero las demás series presentaban una periodicidad anual. Para solucionar este problema se utilizó técnicas de interpolación para obtener datos estimados de los periodos faltantes y poder proceder con la estimación del modelo.

## 5 Resultados

Una vez definidos tanto los regresores como el regresando, se realizaron pruebas de multicolinealidad, haciendo uso del Factor de Inflación de Varianza para controlar por este problema. Se hallaron valores bajos del VIF (ver cuadro 5 y 6), tanto para el modelo de formación de precios como para el modelo de demanda, con un VIF promedio de 1.52 y 1.32, por lo que podemos concluir que no existen problemas de varianza inflada que sesguen los betas (Stine, 1995; Greene, 2003).

Se procedió a realizar pruebas para la especificación del modelo. La primera de las cuales fue un test de Breusch-Pagan, el cual arrojó una significancia por encima del 1% para ambos modelos (ver cuadros 7 y 8), lo que permite establecer que estos acarrearán algún efecto, sea fijo o aleatorio (Greene, 2003) y no deben ser estimados por técnicas de pool en panel de datos. Gracias a este resultado se utilizó el test de especificación de Hausman, con el objetivo de determinar la naturaleza de los efectos presentes (Greene, 2003), dicho test arrojó una diferencia muy pequeña en los betas, sugiriendo la presencia de efectos fijos (ver cuadros 9 y 10)

Con el objetivo de controlar por la endogeneidad entre los precios y las cantidades, presente en ambos modelos, se propone la utilización tanto de los precios como de las cantidades rezagados, como instrumento, haciendo uso del tiempo de retraso natural en los contratos del mercado mayorista.

### 5.1 Regresión Principal

Los principales resultados provenientes del modelo de demanda, son sin lugar a dudas, los  $\beta$  asociados a el logMbps y logUtilidad, ya que estos nos entregan las elasticidades que se pretendían estimar, dando como resultado una elasticidad precio de la demanda de 1.06 y una elasticidad ingreso, para las firmas proveedoras de servicios a los usuarios finales, de 0.06.

Cuadro 3: Regresiones modelo Demanda.

	$\log Tarifa_t$	$\log Tarifa_{t-1}$	$\log Tarifa_{t-2}$
Constante	4.020751*** (1.829926)	2.787046* (1.90077)	2.891253* (1.937354)
logTarifa	-1.110248*** (0.0391154)	-1.06179*** (0.0428657)	-1.062488*** (0.0450397)
logIHH	0.7990172*** (0.3303756)	0.5939182** (0.3409152)	0.6234582** (0.3440681)
logPIB	0.8983251*** (.1932784)	0.9978984*** (0.1987288)	0.9772288*** (0.2015731)
Zona	-0.0182325*** (0.0012172)	-0.0188214*** (0.0012515)	-0.0188355*** (0.0012669)
logUtilidad	0.0569096*** (0.0223839)	0.0613837*** (0.0228901)	0.0683256*** (0.0232017)
$R^2$	0.4895	0.4717	0.4734

\* Estadísticamente significativo a un nivel del 15 %

\*\*Estadísticamente significativo a un nivel del 10 %

\*\*\*Estadísticamente significativo a un nivel del 5 %

Si comparamos esta elasticidad precio de la demanda, frente a la encontrada por Karacuka et al. (2011) podríamos concluir que es un poco alta, pero hay que considerar que la elasticidad encontrada en esta investigación, corresponde a mercados industriales, donde tradicionalmente este tipo de elasticidades son mayores. Además no parece descabellada pues se asemeja bastante a las encontradas por Grzybowski (2008) y Tishler et al. (2001).

Dichas elasticidades representan coeficientes bastante consecuentes con la teoría económica, y permiten establecer al servicio de IP como un bien normal (necesario), dada la elasticidad ingreso de 0.06 y casi con una elasticidad unitaria en términos de la elasticidad precio.

En lo correspondiente al PIB per cápita, se obtiene un resultado esperado, ya que las cantidades reaccionan positivamente al incremento de este, resultado fácilmente explicable desde la teoría microeconómica como un aumento en el ingreso que deriva en un aumento del consumo.

se presenta también, coeficiente estimado sobre el IHH, el cual es de bastante importancia, ya que describe como reacciona el mercado frente a cambios o movimientos al interior del mismo. Este coeficiente nos muestra que a diferencia de muchos mercados industriales, el de mayoristas en telecomunicaciones colombiano reacciona de una manera positiva a la concentración del mercado, obteniendo beneficios cuando este es más concentrado.

Finalmente, en relación a la zona de prestación del servicio de IP, se encuentra evidencia de un fenómeno bastante predecible en Colombia, el cual describe una marcada tendencia a que se presten mayor cantidad de servicios de internet en las zonas urbanas.

Habiendo descrito el modelo de demanda en su totalidad, se procede ahora a analizar el modelo de formación de precios. En este se encuentra una elasticidad inversa de la demanda de 0.2215

En relación a la inversión en tecnología, se puede ver que esta es una forma de incrementar la tarifa, pues esta presenta un coeficiente de 0.0668713, lo que significa un incremento de un poco más de medio punto porcentual en el precio cuando se invierte un 1 % más. Este coeficiente es de gran importancia ya que es una forma endógena de elevar las tarifas sin tener que acudir a la alteración de las cantidades en el mercado y cobra vital importancia en un mercado donde existe una marcada tendencia a la baja de los precios.

Cuadro 4: Regresiones modelo Formación de precios.

	$\log Mbps_t$	$\log Mbps_{t-1}$	$\log Mbps_{t-2}$
Constante	4.524074*** (0.3305405)	4.776372 *** (0.3162219)	4.831962*** (0.3141791)
$\log Mbps$	-0.2215718*** (0.0068666)	-0.2312378*** (0.0071867)	-0.237973*** (0.0076345)
$\log PIB$	0.4984017*** (0.0474808)	0.4774089*** (0.0454573 )	0.4760633*** (0.0451139)
$\log Dem$	-0.4624514*** (0.0130364 )	-.4719925*** (0.0126382 )	-0.4714661*** (0.0127767)
$\log Tech$	0.0675594*** (0.0112486)	0.0685517*** (0.0106557)	0.0625347*** (0.0108888)
Servicios	0.0070238*** (0.0006165 )	0.0068215*** (0.0005868)	0.0067508*** (0.000578)
Rene	-0.0817604*** (0.0416299)	-0.0860605*** (0.0396546)	-0.0865705*** (0.0393027)
$R^2$	0.6060	0.6281	0.6385

\* Estadísticamente significativo a un nivel del 15 %

\*\* Estadísticamente significativo a un nivel del 10 %

\*\*\* Estadísticamente significativo a un nivel del 5 %

Al analizar los resultados obtenidos para la cantidad de Gbps puestos en el mercado, se obtiene un resultado bastante acorde a lo que se esperaría según la teoría económica. Un  $\beta = -0,458147$  explica una relación inversa

entre las cantidades totales en el mercado y el precio de estos servicios. Resalta la magnitud, que describe con increíble precisión la volatilidad que ha tenido el mercado en los últimos años, con caídas anuales del orden del 30 %.

Con respecto a los servicios, se obtiene un resultado que a primera vista podría parecer contra intuitivo, pero que se explica como una transmisión mayor de valor, al entregar una capacidad en diferentes lugares. Un coeficiente positivo de magnitud 0.0069973, explica que cada servicio adicional que un cliente adquiera eleva su tarifa por mega en un 0.699 %, respuesta que, aunque presente una magnitud baja, captura un efecto que vale la pena resaltar en el mercado Colombiano.

Adicionalmente, el resultado obtenido para la variable dicotómica de las renegociaciones, nos muestra una reducción de poco más del 8 % cuando se presenta una renegociación de un contrato. Este resultado es muy interesante pues nos habla, no solo de la cultura de la negociación en Colombia, la cual valdría la pena investigar a fondo, sino también de la posibilidad de prever estos cambios y generar políticas enfocadas a mitigar las caídas de precios generadas por estas negociaciones.

## 6 Conclusiones

En conclusión, podemos ver como el proceso de formación de precios en el mercado de mayoristas en telecomunicaciones, está determinado, principalmente, por variables como: El ancho de banda contratado, la capacidad de compra de los consumidores finales (PIB per cápita), la inversión realizada en tecnología (Inversión en TI), la cantidad total de Gigabytes en el mercado, el número de servicios contratados por un cliente y las renegociaciones que se hagan del contrato. Variables descritas, en su mayoría, por autores como Karacuka et al. (2011) y Madden & Coble-Neal (2004).

Mientras que las cantidades, por otro lado, están descritas por variables como la tarifa de los servicios, el comportamiento de la industria, medido en el IHH, el poder de compra de los consumidores, medido en el PIB per cápita, la zona de prestación del servicio y los ingresos de las compañías, medido en su utilidad antes de impuestos.

Mediante la utilización de un modelo de demanda, inspirados en el utilizado por Hausman (1999) para estimar una función de demanda, se encontró que todas las variables anteriormente descritas juegan un papel importante en la determinación de los precios y las cantidades en un mercado altamente dinámico y poco regulado como es el Colombiano (OCDE, 2014).

Dichos procesos de formación tanto de precios como de cantidades a colocar en el mercado, probaron que el mercado mayorista de telecomunicaciones colombiano, esta altamente ligado al minorista, tanto así, que la elasticidad precio de la demanda es comparable con algunas encontradas en estos mercados y prueba que los mercados industriales deberían tener mayor estudio, no solo para tener un mejor entendimiento de los mercados a los que acceden los consumidores finales, sino también para poder crear mejores políticas públicas con el fin de tener una mejor regulación en el sector de las telecomunicaciones.

Este trabajo se enfocó en encontrar los determinantes de la demanda en un sector bastante marginado por la investigación científica, sea por la falta de interés o por el difícil acceso a los datos. Pero se espera que tanto los hallazgos como el análisis del sector sean de utilidad no solo para futuras investigaciones del sector, sino también para los entes reguladores como la CRC, ya que se presentan herramientas cuantitativas, las cuales pueden ser de gran utilidad para la mejora de la competitividad del mercado.

## 7 Anexos

### 7.1 Pruebas de multicolinealidad

Cuadro 5: Test de multicolinealidad, modelo de formación de precios.

Variable	VIF	SQRT VIF	Tolerancia	R <sup>2</sup>
logMbps	1.33	1.15	0.7547	0.2453
logPIB	1.25	1.12	0.8022	0.1978
logDem	2.30	1.52	0.4352	0.5648
logTech	1.92	1.39	0.52	0.4800
Servicios	1.29	1.14	0.7725	0.2275
Rene	1.01	1	0.99	0.0088

Cuadro 6: Test de multicolinealidad, modelo de demanda.

Variable	VIF	SQRT VIF	Tolerancia	R <sup>2</sup>
logTarifa	1.26	1.12	0.7909	0.2091
logIHH	1.49	1.22	0.6697	0.3303
logPIB	1.59	1.26	0.6299	0.3701
Zona	1.16	1.07	0.8658	0.1342
logUtilidad	1.09	1.04	0.9213	0.0787

### 7.2 Pruebas de especificación

Cuadro 7: Test de Breusch-Pagan, modelo de formación de precios

Test de Breusch-Pagan	Var	SD
logTarifa	0.5968603	0.7725673
Cliente	0.1032434	0.3213152
Cliente, Tiempo	0.1887113	0.4344091

$$P > \chi^2 = 0,0000$$

Cuadro 8: Test de Breusch-Pagan, modelo de demanda.

<b>Test de Breusch-Pagan</b>	<b>Var</b>	<b>SD</b>
<b>logMbps</b>	4.795587	2.189883
<b>Cliente</b>	0.2077562	0.4558028
<b>Cliente, Tiempo</b>	1.205961	1.098163

$$P > \chi^2 = 0,0000$$

Cuadro 9: Test de Hausman, modelo de formación de precios.

<b>Variable</b>	<b>Diferencia</b>	<b>SE</b>
<b>logMbps</b>	-0.0014064	0.0026072
<b>logPIB</b>	-0.0065838	0.0050946
<b>logDem</b>	0.0043044	0.0032751
<b>logTech</b>	-0.0006881	0.0015057
<b>Servicios</b>	-0.0000264	0.0001105
<b>Rene</b>	-0.0008573	0.0016582

$$P > \chi^2 = 0,6562$$

Cuadro 10: Test de Hausman, modelo de demanda.

<b>Variable</b>	<b>Diferencia</b>	<b>SE</b>
<b>logTarifa</b>	0.0169055	0.0026072
<b>logIHH</b>	-0.1127621	0.0050946
<b>logPIB</b>	0.0556802	0.0032751
<b>Zona</b>	-0.000363	0.0015057
<b>logUtilidad</b>	0.0121413	0.0001105

$$P > \chi^2 = 0,6562$$

## Referencias

- Ahn, H. & Lee, M.-H. (1999). An econometric analysis of the demand for access to mobile telephone networks. *Information Economics and Policy*, 11(3), 297–305.
- Alvarado, E. E. (2015). Ict in developing countries of latin america: Any increased competition from telecommunications service providers influences decrease the digital divide?
- Amaral, T. P., González, F. A., & Jiménez, B. M. (1995). Business telephone traffic demand in spain: 1980–1991, an econometric approach. *Information economics and policy*, 7(2), 115–134.
- Azteca-Comunicaciones (1999). Red nacional de fibra optica. [urlhttp://aztecacomunicaciones.com//ash](http://aztecacomunicaciones.com//ash).
- Cusano, J. (2014). The connected insurer—part two: How can carriers benefit from the internet of things?
- Deaton, A. & Muellbauer, J. (1980). An almost ideal demand system. *The American economic review*, 70(3), 312–326.
- Dewenter, R. & Haucap, J. (2008). Demand elasticities for mobile telecommunications in austria. *Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik*, 49–63.
- Einav, L. & Levin, J. D. (2010). Empirical industrial organization: A progress report. Technical report, National Bureau of Economic Research.
- Goviden, L. (1985). *Introducción a la Estadística*. McGraw Hill.
- Greene, W. H. (2003). *Econometric Analysis* (5. ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Grether, E. T. (1970). Industrial organization: past history and future problems. *The American Economic Review*, 60(2), 83–89.
- Gruber, H. (1999). An investment view of mobile telecommunications in the european union. *Telecommunications Policy*, 23(7), 521–538.
- Grzybowski, L. (2008). The competitiveness of mobile telephony across the european union. *International Journal of the Economics of Business*, 15(1), 99–115.

- Hausman, J. (1999). Cellular telephone, new products, and the cpi. *Journal of business & economic statistics*, 17(2), 188–194.
- Houthakker, H. S. & Taylor, L. D. (1970). Consumer demand in the united states.
- Internexa (2012). International internet bandwidth by country 2003-2012.
- Internexa (2014). Analisis competitivo operacion colombia.
- IQ, G. D. (2015). Lessons from gigital leaders 10 attributes driving stronger performance.
- Karacuka, M., Haucap, J., & Heimeshoff, U. (2011). Competition in turkish mobile telecommunications markets: Price elasticities and network substitution. *Telecommunications Policy*, 35(2), 202–210.
- Lipczynski, J., Wilson, J. O., & Goddard, J. A. (2005). *Industrial organization: Competition, strategy, policy*. Pearson Education.
- Madden, G. & Coble-Neal, G. (2004). Economic determinants of global mobile telephony growth. *Information Economics and Policy*, 16(4), 519–534.
- Munoz, T. G. (1996). Demand for national telephone traffic in spain from 1985–1989: An econometric study using provincial panel data. *Information Economics and Policy*, 8(1), 51–73.
- Muñoz, T. G. & Amaral, T. P. (1996). Demand for international telephone traffic in spain: An econometric study using provincial panel data. *Information Economics and Policy*, 8(4), 289–315.
- OCDE (2014). Estudio de la ocde sobre politicas y regulacion de telecomunicaciones en colombia.
- Parker, P. M. & Röller, L.-H. (1997). Collusive conduct in duopolies: multi-market contact and cross-ownership in the mobile telephone industry. *The RAND Journal of Economics*, 304–322.
- Philipp Gerbert, C. G. & Steinhäuser, S. (2015). The double game of digital strategy.
- Rhoades, S. A. (1993). Herfindahl-hirschman index, the. *Fed. Res. Bull.*, 79, 188.

- Rodini, M., Ward, M. R., & Woroch, G. A. (2003). Going mobile: substitutability between fixed and mobile access. *Telecommunications Policy*, 27(5), 457–476.
- Schaller, R. R. (1997). Moore's law: past, present and future. *Spectrum, IEEE*, 34(6), 52–59.
- Semana, R. (2015). Colombianos: ¿empobrecidos por el dólar!
- Simona Jankowski, James Covello, J. R. D. C. (2014). The internet of things: Making sense of the next mega-trend.
- Stine, R. A. (1995). Graphical interpretation of variance inflation factors. *The American Statistician*, 49(1), 53–56.
- Telegeography (2015). Global bandwidth forecast.
- Tishler, A., Ventura, R., & Watters, J. (2001). Cellular telephones in the israeli market: the demand, the choice of provider and potential revenues. *Applied Economics*, 33(11), 1479–1492.