



Licencia Creative Commons Atribución- No Comercial – Compartir Igual 4.0 Internacional

*Lámpsakos* | N° 13 | pp. 62-71 | enero-junio | 2015 | ISSN: 2145-4086 | Medellín–Colombia

# Análisis de la Penetración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y su Influencia en la Reducción de la Brecha Digital en el Valle de Aburrá, Caso de Estudio sobre Internet

## Analysis of the Penetration of Information-Communication Technologies (ICT) and its Influence on Bridging the Digital Gap into the Aburrá Valley's Population, An Internet Case of Study

**Gloria Amparo Rosales-Acevedo, MSc**

Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia  
Medellín, Colombia  
[garosalesa@unal.edu.co](mailto:garosalesa@unal.edu.co)

**Sergio Botero-Botero, PhD.**

Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia  
Medellín, Colombia  
[sbotero@unal.edu.co](mailto:sbotero@unal.edu.co)

(Recibido el 30-10-2014. Aprobado el 15-12-2014)

**Resumen.** El presente artículo estudia la importancia del desarrollo de la penetración de Internet en un área geográfica. Para tal fin, se hace una descripción de cómo esta tecnología permite la disminución de la brecha digital, por medio del desarrollo económico. A partir del análisis teórico, se efectúa una revisión histórica del comportamiento de la penetración de Internet en la última década en el Valle de Aburrá (2003-2012), así como las variables de mayor influencia (de acuerdo con la literatura especializada). Con estas se desarrollan tres modelos de regresión lineal, en los cuales se identificaron las variables independientes relevantes. En el primero de los modelos, se toma como variable dependiente la penetración de conexiones de internet dedicadas; en el segundo y el tercero, se toma como variable dependiente el PIB per cápita del departamento de Antioquia y del Valle de Aburrá respectivamente.

**Palabras claves:** Brecha digital, desarrollo económico, penetración de internet dedicado.

**Abstract.** The paper shows the importance to develop Internet's penetration into a geographic area. This is achieved through a description of how such technologies aim to diminish the digital gap, by means of the economic development. Based upon theoretical analysis, there is a review of historic data on the Internet's penetration performance during the last decade (2003-2012) in the Aburrá Valley, including the most important variables (in accordance with specialized literature). Therefore, it is possible to perform three different linear regression models, making it possible to identify independent relevant variables. The first model takes into account a dependent variable related to dedicated Internet connections, whereas both second and third model define the dependent variable on the GDP per capita both in the department of Antioquia and in the Aburrá Valley.

**Keywords:** Digital Gap, Economic Development, Dedicated Internet Penetration.

**Citación de artículo, estilo IEEE:**

G.A. Rosales-Acevedo, S. Botero-Botero, "Análisis de la Penetración de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y su Influencia en la Reducción de la Brecha Digital en el Valle de Aburrá, Caso Internet", *Lámpsakos*, N° 13, pp. 62-71, 2015.

**DOI:** <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.1492>

## 1. INTRODUCCIÓN

El servicio de Internet como tecnología ha permitido desarrollar rápidamente la forma en que se ejecutan actividades sociales y económicas al acelerar el intercambio de información. Esta capacidad de descentralizar procesos facilita la optimización de actividades que generan oportunidades de eficiencia, productividad y efectividad.

A nivel mundial, existe preocupación por medir y documentar el desarrollo del Internet, dado que este es un acelerador de la economía que permite soportar diferentes actividades de tipo laboral, productivo y de entretenimiento. Por lo anterior, se ha generado un cambio en la forma de afrontar problemas de diversa índole: en el ámbito social, en la educación, la salud, el gobierno y el medio ambiente, por medio de aplicaciones electrónicas. En este orden de ideas, es importante ampliar su cobertura para la población en general (rural o urbana), en las velocidades adecuadas, para así garantizar la igualdad de accesibilidad a la información. Lo anterior constituye una motivación para asumir un trabajo de investigación que permita entender cuáles son los factores que inciden en el desarrollo de la penetración de Internet.

En esta investigación, se busca identificar las principales variables que influyen en la penetración de Internet dedicado en el Valle de Aburrá, que abarca las áreas urbanas y rurales del área metropolitana de la ciudad de Medellín y municipios aledaños (Colombia). Primero se presenta un marco conceptual de la relación entre la penetración de Internet y el crecimiento económico, luego se expone una revisión de la literatura sobre el tema y, finalmente, se plantea el desarrollo metodológico, donde se muestran tres modelos de regresión, los cuales identifican las principales variables relacionadas con la penetración de internet y el producto interno bruto. Al final del artículo, se efectúa un análisis de resultados, con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

## 2. ANTECEDENTES DE LA RELACIÓN ENTRE LA PENETRACIÓN DE INTERNET BANDA ANCHA Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

La conectividad es el factor clave del flujo de información que define las economías modernas y es el elemento clave de la transformación en curso. Esta se entiende como el conjunto de cables de cobre, cables de fibra óptica y otros que permiten tener mu-

chos equipos conectados en red, lo cual optimiza los costos asociados, en vez de obtener la información a través de viajes físicos.

En resumen, se utiliza el término “conectividad” [1] para referirse a la totalidad de la interacción de la infraestructura de telecomunicaciones de una nación, la cual incluye: hardware, software, redes, internet banda ancha, computadores, redes avanzadas de datos corporativos y uso avanzado de servicios inalámbricos, sumando también las capacidades humanas, relacionadas con el uso de esta infraestructura.

Es ampliamente aceptado, de acuerdo a [1] que la mayoría de las economías modernas son de información y que una parte importante del crecimiento económico y de la productividad de un país desarrollado (por ejemplo: Europa, América del Norte y el Lejano Oriente Asiático) son impulsados por las tecnologías de información y las comunicaciones (TIC). Lo que es menos claro y reconocido es que en realidad todas las economías son de información; la libre circulación y disponibilidad de esta reduce las barreras a actividades económicas, estimulando el crecimiento y la productividad, incluso en las que normalmente no se consideran plenamente desarrolladas.

Al comparar los países de la OCDE con los países de América Latina y el Caribe, en 2009, los primeros alcanzaban una penetración en Internet banda ancha del 27% y los segundos del 6%. En Internet móvil llegaban al 47% y el 4% respectivamente [2]. Recuérdese que el término OCDE se refiere a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y se constituye en la más importante organización de cooperación internacional, compuesta por 34 estados, cuyo objetivo es coordinar sus políticas económicas y sociales. Fue fundada en 1960 y su sede central se encuentra en París (Francia).

El aporte al desarrollo de la masificación del Internet banda ancha radica en la oportunidad de lograr una igualdad al acceso. Este solo se logra si se mejora la calidad de las redes, el marco normativo, políticas de uso y si se hace un claro enfoque en lineamientos hacia las regiones rurales[3]. El papel de la banda ancha en el cierre de la brecha digital es grande, al ser un condicionante de la competitividad de los países y de la inclusión social [2].

El término “brecha digital” [2] se refiere a la diferencia que existe entre sectores que tienen acceso a las herramientas tecnológicas y los que no lo tienen. Se ha

demostrado que con la revolución de la información se pueden reducir las diferencias entre los diferentes sectores de la sociedad, puesto que todos los habitantes pueden tener acceso a la misma información, mejorando su educación y formación.

Si las sociedades apoyan el desarrollo de internet, pero este tiene mayor penetración en las zonas urbanas que en las rurales, o en los sectores de mayores ingresos que en los de menores ingresos, se profundiza la exclusión social. Así que se deben hacer grandes esfuerzos para reducir la brecha digital y lograr la igualdad de oportunidades ofrecida en la revolución de la información.

En Colombia, de acuerdo a la Encuesta de Calidad de Vida del año 2013 [4], se puede observar la gran diferencia entre la penetración de Internet fijo de las cabeceras municipales y del resto de población; en 2012, la diferencia es de 33 puntos y en el 2013 es de 32.

De acuerdo a [5], se considera banda ancha en Colombia a las conexiones a Internet fijo con velocidad efectiva de bajada (Downstream) mayores o iguales a 1.024 Kbps o el Internet Móvil 3G y 4G.

Del total de suscriptores de Internet en Colombia, para el final del 2012, el 86% eran Internet banda ancha. De estos, el 62% (4.038.901 servicios) eran Internet fijo dedicado; esto quiere decir que se tiene una penetración del 8,7%, si se hace un cociente con la población total del país.

Si se lograra tener a la mayoría de colombianos conectados a Internet fijo dedicado de banda ancha (el cual permite la transmisión de grandes volúmenes de datos con posibilidades de uso de aplicaciones más avanzadas), se impactaría el crecimiento económico y desarrollo social al lograr la igualdad de oportunidades.

### **2.1. Revisión de estudios sobre el impacto de la banda ancha de internet sobre la economía**

Varios estudios han reportado el efecto que tiene la penetración de Internet banda ancha en el desarrollo económico. En la tabla No. 1, se presentan algunas referencias relacionadas con este efecto. Dicha tabla se construye con información recopilada por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones), orga-

nismo especializado de las Naciones Unidas para las tecnologías de la información y la comunicación – TIC.

Al revisar la literatura existente, se concluye en las investigaciones que el aumento en la penetración del servicio de Internet da un positivo incremento en la economía [10]. La relación entre penetración e impacto económico no es una relación lineal [11] porque la banda ancha podrá ser adoptada inicialmente por unas personas que la ven con gran beneficio y existirán unos adoptantes tardíos que la verán para lograr un menor beneficio. Cuando aumente la infraestructura y se alcance un nivel de masa crítica en la penetración, se verá el impacto en el crecimiento económico.

### **2.2. Relación entre penetración de internet y desarrollo económico**

Según se reportó en [8], en los países del OCDE aumentó el crecimiento económico a medida que mejoraba la penetración de banda ancha.

La banda ancha es un contribuyente al crecimiento económico en varios niveles [10]. En primer lugar, el despliegue de la banda ancha a través de empresas comerciales mejora la productividad al facilitar la adopción de procesos de negocio más eficientes. En segundo lugar, el amplio despliegue de la banda ancha acelera la innovación mediante la introducción de nuevas aplicaciones y servicios de consumo. En tercer lugar, la banda ancha lleva a una implementación funcional más eficiente de las empresas, por ejemplo, mediante la maximización de su alcance a las bolsas de trabajo.

El estudio del impacto de la banda ancha en el crecimiento económico abarca numerosos aspectos que van desde el impacto agregado sobre el crecimiento del PIB y el impacto diferencial de la banda ancha sobre el sector industrial hasta el aumento de las exportaciones, los cambios de demanda intermedia y la sustitución de importaciones.

De conformidad con la información presentada en [12], es necesario estimar la demanda de tecnología de banda ancha en América Latina y cuantificar el impacto macroeconómico de la tecnología de banda ancha en el empleo y la productividad. En la Tabla 2 se hace un resumen de los trabajos relevantes sobre los factores que impactan la penetración de banda ancha en esta zona geográfica.

**Tabla 1.** Resultados de la Investigación del impacto de Banda Ancha en el Crecimiento del PIB registrado por la UIT [10]

Alcance	Autores–Institución	Datos	Efecto
Estados Unidos	[6]– Brookings Institution	48 Estados de USA entre 2003 – 2005	Sin resultados estadísticamente significativos
	[7] – Ohio University	48 Estados de USA entre 2001 – 2005	Un aumento del 10% en penetración de banda ancha se asocia con 3,6% de aumento de la eficiencia del país.
OECD	[8] – Imperial College	22 países OECD entre 2002 – 2007	Un aumento de la banda ancha en la penetración de 10%. Se obtiene 0,25% en aumento del PIB.
66 Países con altos ingresos de la economía	[9]– Banco Mundial	66 países de grandes ingresos entre 1980 – 2002	Aumento del 10% en banda ancha produjo una penetración adicional 1,21 puntos porcentuales del crecimiento del PIB.
Países con bajos y medios ingresos de la economía	[9]– Banco Mundial	El resto de países 1980 – 2002	Aumento del 10% en penetración de banda ancha produjo un crecimiento adicional del PIB en un 1,38

**Tabla 2.** Variables Utilizadas en Estudios del Impacto de la Banda Ancha sobre el Desarrollo Económico en América Latina (Fuente: Elaboración de los Autores)

Autor	Nombre	Metodología	Variables Determinantes
Katz [12]	Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America	Análisis de regresión lineal simple	Número de conexiones de banda ancha, penetración PIB de los países de la región en el 2008.
Cintel [13]	Medición de impacto del plan Vive Digital en Colombia y de la masificación de internet en la estrategia de Gobierno en Línea	El análisis realizado está basado en la construcción de modelos econométricos que permiten estimar el impacto económico de la banda ancha en Colombia en las tres áreas definidas y, posteriormente, proyectar el impacto esperado en el 2014	Conexiones Banda Ancha, Crecimiento Población, PIB
Callorda [14]	Desarrollo de banda ancha a nivel provincial en América Latina: determinantes del nivel de penetración	La metodología aplicada es el análisis econométrico de la información disponible para cada uno de los países mencionados, por separado y en conjunto.	Número de habitantes, el grado de urbanización, la magnitud del territorio y el Producto Bruto Interno (PBI) Per Cápita.
Galperin [15]	V. Las tarifas de banda ancha: benchmarking y análisis. Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe	Cálculo IDBA, modelo simple de regresión con cinco factores identificados en la literatura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PIB per cápita en dólares PPP (PBICAP)</li> <li>• Densidad de hogares por km2 (DENS-HH)</li> <li>• Porcentaje de población urbana (PO-PURB)</li> <li>• Porcentaje de la población entre 15 y 64 años (EDAD)</li> <li>• Un índice de educación (elaborado por Naciones Unidas) que captura la tasa de analfabetismo y la tasa de enrolamiento en los niveles primario, secundario y terciario (EDUC).</li> </ul>

El aumento de la difusión de Internet y de las tecnologías de la información y las comunicaciones mejora el proceso de conectividad, permitiendo el desarrollo económico, no solo en las grandes economías, sino en las que se encuentran en desarrollo, como América Latina.

Mientras que el número total de líneas de acceso de banda ancha en América Latina es de 26,8 millones y ha aumentado un 38% en los últimos años, la región aún tiene que crecer el número de líneas en un 41% (sumando 11 millones de líneas) para responder a las necesidades de la economía. Si eso llegara a ser alcanzado, se estima que el despliegue podría dar lugar al menos a 378.000 nuevos puestos de trabajo.

El análisis realizado en [13] está basado en la construcción de modelos econométricos que permiten estimar el impacto económico en Colombia y posteriormente proyectar el impacto esperado en el 2014. El resultado del estudio es que el crecimiento de las conexiones de banda ancha es la única variable independiente que logra explicar significativamente el crecimiento del PIB en todas las situaciones analizadas (tanto para los departamentos con alta como con baja penetración).

Por su parte, el estudio presentado en [14] permite relacionar los determinantes de las tasas de penetración de banda ancha a nivel provincial en América Latina. Para tal fin, se utilizan los datos trimestrales de Argentina (INDEC), Chile (SUBTEL) y de Colombia (MINTIC), entre el año 2008 y 2011.

En estos casos cabe aplicar el principio de subsidiaridad para que la intervención estatal fomente el crecimiento del número de conexiones de banda ancha. El autor [14] (para el caso de Colombia) estudia los departamentos con menor conectividad en Colombia (Guaviare, Guainía, Vaupés y Vichada), los cuales tienen un nivel de penetración menor al 1% entre sus habitantes. Asimismo, se efectúan observaciones en los departamentos colombianos con alta conectividad de internet (Bogotá -Distrito Capital-, Antioquia, Risaralda, Santander). Con dicha información ha sido posible ejecutar un modelo econométrico para diferentes departamentos de Colombia con los siguientes resultados:

1. Al aumentar en mil personas la cantidad de habitantes en el departamento, la cantidad de conexiones cada 100 personas mejora en un 0.0026; así también, al aumentar en un 1% la cantidad

de habitantes en zonas urbanas, la cantidad de conexiones cada 100 hogares aumenta en 0.2493. Ambos resultados hace evidente que el principal determinante del nivel de conectividad en Colombia son las causas sociodemográficas.

2. El nivel de PIB per cápita, como la superficie de los departamentos, parece no tener incidencia en el nivel de inclusión en el mundo digital.

Similares análisis se efectúan en [15], donde se aplican modelos econométricos en países latinoamericanos: Argentina, Belice, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Guyana, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Surinam, Trinidad y Tobago, Uruguay y Venezuela, donde se validan las siguientes hipótesis:

- A mayor ingreso, mayor es la penetración de banda ancha –  $\alpha_1 > 0$
- A mayor densidad, mayor es la penetración de banda ancha –  $\alpha_2 > 0$
- A mayor porcentaje de población urbana, mayor es la penetración de banda ancha –  $\alpha_3 > 0$ .
- A mayor porcentaje de población entre 15 y 64 años, mayor es la penetración de banda ancha –  $\alpha_4 > 0$ .
- A mayor educación, mayor es la penetración de banda ancha –  $\alpha_5 > 0$

En general, los modelos econométricos revisados tienen en cuenta las siguientes variables:

- PIB per cápita en dólares PPP (PBICAP)
- Densidad de hogares por km<sup>2</sup> (DENS HH)
- Porcentaje de población urbana (POPURB)
- Porcentaje de la población entre 15 y 64 años (EDAD)
- Un índice de educación (elaborado por Naciones Unidas) que captura la tasa de analfabetismo y la tasa de enrolamiento en los niveles primario, secundario y terciario (EDUC).

Como resultado se puede comprobar que los signos de los coeficientes de los determinantes son los esperados y resultan significativos al 5%, a excepción de la variable edad.

Con los resultados anteriores, se procede a calcular el índice de desempeño en banda ancha (IDBA) [14], [15], el cual busca capturar esta dimensión que escapa a las comparaciones basadas en las tasas de penetración. El IDBA se presenta en la ecuación (2). Por ello, este indicador no se propone como alternativa, sino como complemento a los indicadores tradicionales de penetración.

La diferencia entre la penetración real y la predicha se define en este artículo, según las ecuaciones (1), (2)

$$PENET_i - PENET_{Pi} = \epsilon_i \quad (1)$$

$$PENET_i = \alpha_0 + \alpha_1 PBICAP_i + \alpha_2 DENS_{HH}_i + \alpha_3 POPUR_{Bi} + \alpha_4 EDAD_i + \alpha_5 EDUC_i + \epsilon_i$$

$$PENET_{Pi} = \alpha_0 + \alpha_1 PBICAP_i + \alpha_2 DENS_{HH}_i + \alpha_3 POPUR_{Bi} + \alpha_4 EDAD_i + \alpha_5 EDUC_i$$

$\epsilon_i$  es el estimador de  $\epsilon_i$ .

Para facilitar la interpretación de los resultados, se define al IDBA como:

$$IDBA = \epsilon_i / \max\{|\epsilon_i|\}. \quad (2)$$

Con este procedimiento, se obtienen valores del IDBA entre -1 y +1, donde los valores positivos indican un desempeño por encima de lo esperado, mientras que valores negativos apuntan a un desempeño por debajo de las expectativas. Un valor cercano a 0 indica que el país en cuestión tiene el desempeño esperable en función de su dotación de recursos económicos y sus características demográficas.

Para el Caso de Colombia el indicador IDBA es de -0,10 para el 2010, lo que significa que se encuentra por debajo de su potencial de desarrollo de sus características económicas y demográficas. Al hacer comparación con otros países de América Latina, se ven países como Nicaragua y Guatemala con baja penetración de Internet, pero con 0,05 como índice de banda ancha, lo que significa que tiene un adecuado nivel de penetración de acuerdo a sus condiciones económicas y demográficas. Por su parte,

Chile, país que lidera los rankings de penetración, también se encuentra por debajo de su nivel esperado, con un índice de -0,13.

### 3. DESARROLLO METODOLÓGICO: MODELOS DE REGRESIÓN Y SELECCIÓN DE VARIABLES

Este estudio está basado en las variables que afectan el incremento de la penetración de Internet fijo dedicado como primera opción de conectividad hacia la banda ancha. El espacio geográfico del presente estudio es el Valle de Aburrá, en el Departamento de Antioquia, Colombia. Dicha región incluye los municipios de Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y Caldas.

Se limita la investigación a las observaciones de 10 años de penetración de Internet dedicado, ya que antes del 2003, las cifras que se llevaban por parte del Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en Colombia, MINTIC, son sobre utilización de Internet y no sobre conexiones fijas [16].

Se hizo una recopilación de datos con las posibles variables que, de acuerdo a la literatura revisada, podrían tener relación con los objetivos del presente estudio. Para identificar esta relación, se buscaron diferentes modelos de regresión; como resultado, se obtuvieron tres modelos, los cuales son descritos a continuación:

#### 3.1. Modelo de regresión 1

En una primera instancia de la investigación, se propuso un modelo de regresión lineal que contemple la Penetración de Internet Fijo Dedicado (Y) durante 10 años, desde el 2003 hasta el 2012, en el Valle de Aburrá, como variable que dependía de:

1. Producto Interno Bruto de Antioquia (PIB)
2. Densidad de hogares por KM<sup>2</sup> en el Valle de Aburrá (Dens)
3. Tasa de población urbana en el Valle de Aburrá (Pobl)
4. Proporción de la población del Valle de Aburrá entre 15 y 64 años (Edad)

**Tabla 3.** Coeficientes – Variable dependiente Penetración General Valle de Aburrá (Fuente: Los Autores)

Modelo	B	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	1,597	,097	-,416	3,610
Densidad_Hogares_ValleAburra	,001	,017	,000	,003
Porc Pob 15 a 64 General- VA	-,037	,057	-,075	,002
Matriculados Media	-,007	,023	-,013	-,001
Matriculados Superior	,006	,027	,001	,011

- 5. Tasa de Analfabetismo Antioquia (Analfabetismo)
- 6. Tasa bruta de personas matriculadas en educación primaria en Antioquia (EdPrim)
- 7. Tasa bruta de personas matriculadas en educación media en Antioquia (EdMed)
- 8. Tasa bruta de personas matriculadas en educación superior en Antioquia (EdSup)

Como resultado de la regresión, se obtuvo el siguiente modelo, con un coeficiente de correlación, R2, ajustado de 0.991:

$$(Y) \text{ Penetración de Internet dedicado fijo Valle de Aburrá} = 1.597 + 0.001 * \text{Dens} - 0.037 * \text{Edad} - 0.007 * \text{EdMed} + 0.006 * \text{EdSup} \quad (3)$$

Se pudo inferir que las variables estadísticamente significativas son: Dens, Edad, EdMed, EdSup, de acuerdo a la Tabla 3.

El modelo de regresión en (3) indica que:

- A. A medida que la densidad de hogares en el Valle de Aburrá aumenta en una unidad (un hogar por km2), se espera que la penetración de Internet dedicado fijo del Valle de Aburrá aumente en 0.001 unidades; esto siempre y cuando las demás variables permanezcan constantes.
- B. A medida que la proporción de edad entre 15 y 64 años del Valle de Aburrá aumenta en una unidad (1%), se espera que la penetración de Internet

dedicado fijo del Valle de Aburrá disminuya 0.037 unidades, mientras las demás variables permanecen constantes.

- C. A medida que la tasa bruta de matriculados en educación media de Antioquia aumenta en una unidad (1%), y si las demás variables en el modelo permanecen constantes, se espera que la penetración de Internet dedicado fijo en el Valle de Aburrá disminuya en 0.007 unidades.
- D. A medida que la tasa bruta de matriculados en educación superior de Antioquia aumenta en una unidad (1%), se espera que la penetración de Internet dedicado fijo del Valle de Aburrá aumente en 0.006 unidades, mientras las demás variables en el modelo permanecen constantes.

Cabe destacar que, inicialmente, la proporción de población entre 15-64 años presentó una significancia de 0.057 (no significativo al 5%, pero sí, por ejemplo, al 6%). Dicha variable se deja en el modelo debido a que su nivel de significancia está muy cerca al 5% tradicional (significancia de borde), por tener un valor-p dentro del rango [0.05-0.08], lo cual indica que de tener un tamaño de muestra mayor, podría resultar estadísticamente significativo.

### 3.2. Modelo de regresión 2

Según [10], en los casos de estudio presentados, también se puede tomar como variable dependiente el PIB per cápita.

**Tabla 4.** Coeficientes Variable Dependiente PIB Antioquia (Fuente: Elaboración Propia)

Modelo	B	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
			Límite inferior	Límite superior
1	(Constante)	,000	9038003,732	10496763,015
	Num usuarios General	,090	-,457	4,956
	Densidad+Tasa+Edad	,000	1205585,324	2454729,373

Por esta razón, en una segunda instancia de la investigación, se propuso observar si la penetración de internet fijo dedicado y las demás variables observadas influían significativamente en el desarrollo económico tanto del departamento de Antioquia como del Valle de Aburrá en sí, para lo cual se corrieron dos modelos de regresión lineal, teniendo como variable respuesta el PIB del Valle de Aburrá y el PIB de Antioquia.

Revisando las correlaciones entre las variables estudiadas, puede observarse una colinealidad casi perfecta (muy cercana a 1) entre algunas de las variables, por tanto, las variables densidad de hogares, tasa de población urbana y edad, se agrupan mediante componentes principales. El porcentaje de varianza explicada por la primera componente para la unión de estas variables es del 99.45%, es decir, se conserva gran parte de la información de las variables originales; a esta variable se le asignó el nombre de “Aspectos poblacionales”.

Usando el PIB de Antioquia (en pesos) y la cantidad de personas que acceden a Internet, junto con la variable unida de componentes principales (Aspectos poblacionales), se obtuvo el siguiente modelo ajustado, con un R2 ajustado igual a 0.992:

$$\text{PIB Antioquia} = 9'767.383,373 + 2,249 * \text{Num usuarios} + 1'830.157,349 * \text{Aspectos poblacionales} \quad (4)$$

Se obtienen los coeficientes reportados en la Tabla 4, indicando las siguientes conclusiones en el modelo (4):

1. En la medida en que la cantidad de usuarios con acceso a Internet en el Valle de Aburrá aumenta en una unidad, se espera que el PIB de Antioquia aumente en 2,249 pesos, mientras las demás variables permanecen constantes.
2. A medida que aumentan los aspectos poblacionales del Valle de Aburrá en un 1%, se espera que el PIB de Antioquia aumente en 1'830.157,349 pesos, mientras las demás variables permanecen constantes.

### 3.3. Modelo de regresión 3

Usando el PIB del Valle de Aburrá (en pesos) y la cantidad de personas que acceden a Internet, junto con la variable unida de componentes principales (aspectos poblacionales), se obtiene el siguiente modelo, con un R2 ajustado de 0.992:

$$\text{PIB Valle de Aburrá} = 6'573.449,011 + 1,514 * \text{Num usuarios} + 1'231.695,896 * \text{Aspectos poblacionales} \quad (5)$$

Se obtienen los coeficientes reportados en la Tabla 5, de donde se puede deducir el siguiente análisis del modelo (5):

1. A medida que la cantidad de usuarios que acceden a Internet en el Valle de Aburrá aumenta en una unidad, se espera que el PIB del Valle de Aburrá aumente en 1.514 pesos, mientras las demás variables permanecen constantes.



**Tabla 5.** Coeficientes Variable Dependiente PIB Valle de Aburrá (Fuente: Elaboración Propia)

Modelo	B	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	6573449,011	,000	6082576,513	7064321,510
1 Num usuarios General	1,514	,090	-,308	3,335
Densidad+Tasa+Edad	1231695,896	,000	811358,924	1652032,869

2. A medida que aumentan los aspectos poblacionales del Valle de Aburrá en un 1%, se espera que el PIB Valle de Aburrá aumente en 1'231.695,896 pesos, mientras las demás variables permanecen constantes.

Es importante aclarar que aunque la variable número de usuarios de Internet tiene una significancia de 0,09, no alcanza a estar dentro del rango de significancia de borde, por no tener un valor-p dentro del rango [0.05 – 0.08]; sin embargo, se deja dentro del modelo, pues por la cercanía con el límite, con un tamaño de muestra mayor, podría resultar estadísticamente significativo.

#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

*Esta investigación encuentra que para el Valle de Aburrá, el principal determinante del aumento del nivel de penetración de Internet fijo dedicado es la tasa bruta de matriculados en educación superior de Antioquia, seguida de la densidad de hogares por Km2; lo anterior refuerza el estudio [14] porque, de acuerdo a sus conclusiones, el principal determinante del nivel de penetración en Colombia son variables sociodemográficas como el nivel de habitantes, los cuales necesitan de acciones gubernamentales para mejorar la brecha digital.*

Se recomienda retomar el trabajo [17], en donde se identifican barreras claras para América Latina, como la accesibilidad; para esto, se deben revisar políticas frente a la competencia que bajen los precios de acceso. Otra herramienta para aumentar la demanda y reducir barreras económicas es la reducción de

impuestos asociados a los planes básicos de conectividad en hogares con bajos ingresos. También se podría impulsar el Internet móvil a través de la telefonía celular con bajos precios; para esta opción se requiere un papel muy proactivo del Gobierno en la estructura de oferta de banda ancha móvil.

Al revisar los modelos de regresión, en los cuales el PIB per cápita de Antioquia y el PIB per cápita del Valle de Aburrá son las variables dependientes, se puede concluir para ambos casos que el principal determinante para el crecimiento económico son las variables sociodemográficas definidas en este estudio, como aspectos poblacionales del Valle de Aburrá; la segunda variable es el nivel de usuarios de internet fijo dedicado en la misma zona.

Para trabajos futuros, como posibles profundizaciones de esta investigación, se propone:

Generar un estudio de la penetración de Internet móvil banda ancha como herramienta de interconexión de poblaciones sin conexión de fibra óptica.

Desarrollar un sistema de medición del Plan Vive Digital para las poblaciones rurales y municipales del departamento de Antioquia.

De acuerdo a esta investigación, para mejorar las limitaciones de significancia estadística en las variables que la literatura explica como determinantes en la penetración de Internet, se debe realizar una homologación en el tiempo de los datos históricos (desde el 2003) del Valle de Aburrá, de las variables de educación (Analfabetismo, tasa neta de escolaridad en la educación primaria, tasa neta de escolaridad en la educación media, tasa neta de escolaridad en

la educación superior), y de la cantidad de hogares y viviendas rurales y urbanas por municipio. Se recomienda utilizar metodología propuesta por [18].

Determinar adecuadamente los indicadores de educación de acuerdo a [17]. Esto ayudaría a afrontar la barrera de la habilidad, ya que se deben revisar las estructuras de los sistemas de educación existentes.

## REFERENCIAS

- [1] L. Waverman, N. Brooks, "Connectivity Scorecard 2009", 2009. Disponible: <http://www.connectivityscorecard.org/>.
- [2] CEPAL, "Las TIC para el crecimiento y la igualdad : Renovando las estrategias de la sociedad de la información," p. 113, 2010. Disponible: <http://www.cepal.org/cgi-bin/getProd.asp?xml=/socinfo/noticias/documentosdetrabajo/6/41716/P41716.xml&xsl=/socinfo/tpl/p38f.xsl&base=/elac2015/tpl/top-bottom.xsl> .
- [3] J. Benavides, F. Castro, "Impacto de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el desarrollo y la competitividad del país", p. 225, 2011. Disponible: <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/180>:
- [4] DANE, "Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2014," 2015, Disponible: [http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones\\_vida/calidad\\_vida/Presentacion\\_ECV\\_2014.pdf](http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/condiciones_vida/calidad_vida/Presentacion_ECV_2014.pdf).
- [5] MINTIC, "Boletín trimestral de las TICs—Cifras cuarto semestre del 2012," 2013. Disponible: [http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articulos-5550\\_archivo\\_pdf.pdf](http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articulos-5550_archivo_pdf.pdf)
- [6] R. W. Crandall, "Broadband communications," Capítulo de Libro *The Handbook of Telecommunications Economics*. Editado por M. E. Cave, S. K. Majumdar, I. Vogelsang, vol. II, North-Holland, 2003. Disponible: <http://www.brookings.edu/~media/research/files/papers/2003/5/telecommunications-crandall/200305.pdf>
- [7] H. G. Thompson, "Broadband impacts on state GDP : Direct and indirect impacts," pp. 1–17. Disponible: [http://www.itu.int/wsis/stocktaking/docs/activities/1287145862/Ohio\\_University.pdf](http://www.itu.int/wsis/stocktaking/docs/activities/1287145862/Ohio_University.pdf)
- [8] P. Koutroumpis, "The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach," *Telecomm. Policy*, vol. 33, no. 9, pp. 471–485, 2009.
- [9] C. Qiang, "Economic impacts of broadband," *Increasing Impact*, pp. 35–50, 2009.
- [10] R. Katz, "The Impact of Broadband on the Economy: Research to date and Policy Issues. International telecommunication Union, The impact of Broadband on the Economy Broadband Series," *Telecommunication Dev. Sect.*, 2012.
- [11] M. A. Gillett, S., Lehr, W., and Osorio, C., & Sirbu, "Measuring Broadband's Economic Impact. Technical Report 99-07-13829, National Technical Assistance, Training, Research, and Evaluation Project.," pp. 1–53, 2006.
- [12] R. Katz, "Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America," *Proc. 3rd ACORN-REDECOM ...*, pp. 1–20, 2009.
- [13] CINTEL, "Medición de impacto del Plan Vive Digital en Colombia y de la masificación de internet en la estrategia de Gobierno En Línea Adición N° 1 del Convenio Interadministrativo De Cooperación, no. 308 de 2011 Coordinación," pp. 1–59, 2011.
- [14] F. Callorda, "Desarrollo de banda ancha a nivel provincial en América Latina: Determinantes del nivel de penetración," *acorn-redecom.org*, pp. 17–18, 2012.
- [15] Ruzzier Galperin, "V. Las tarifas de banda ancha: *benchmarking y análisis. Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*," no. 2009, pp. 143-182, 2013.
- [16] CRT, "Las telecomunicaciones en Colombia," pp. 11–26, 2000. Disponible: [https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/cap01\\_las\\_telecomunicaciones\\_en\\_Colombia.pdf](https://www.crcm.gov.co/uploads/images/files/cap01_las_telecomunicaciones_en_Colombia.pdf)
- [17] Katz & Galperin, "*II. La brecha de demanda: determinantes y políticas públicas; Banda Ancha en América Latina: más allá de la conectividad*," *Nac. Unidas*, 2013.
- [18] R. Barro and J. Lee, "A new data set of educational attainment in the world, 1950-2010," *J. Dev. Econ.*, 2012. Disponible en: <http://www.nber.org/papers/w15902>.