



El futuro
es de todos

DNP
Departamento
Nacional de Planeación



Aproximación al impacto de la velocidad de Internet sobre el PIB per cápita

DICIEMBRE DE 2018

**Aproximación al impacto de
la velocidad de Internet
sobre el PIB per cápita****Informe final-Borrador**

Gloria Amparo Alonso Másmela
Directora General

Rafael Puyana Martínez
Subdirector General Sectorial

Diego Rafael Dorado Hernández
Subdirector General Territorial

Jenny Fabiola Páez Vargas
Secretaria General

Paola Andrea Bonilla Castaño
Directora de Desarrollo Digital

Iván Mauricio Durán Pabón
Subdirector de Prospectiva Digital

Este estudio ha contado con el apoyo de los asesores

Natalia Serrano Ferrer

Juan Camilo Mejía Castellanos

Grupo de Comunicaciones
y Relaciones Públicas

Luis Segundo Gamez Daza
Coordinador

©Departamento Nacional de
Planeación,
Calle 26 13-19 Bogotá, D. C.
PBX: 3815000
Diciembre de 2018

APROXIMACIÓN AL IMPACTO DE LA VELOCIDAD DE INTERNET SOBRE EL PIB
PER CÁPITA

Contenido

Introducción	4
Tendencias internacionales y contexto colombiano	5
Impacto del internet de banda ancha con el pib per cápita.....	16
Datos y metodología	19
Resultados.....	22
Conclusiones y recomendaciones.....	24
Referencias	27
Anexo 1 – Ecosistema digital	30
Anexo 2 – IXP	33

Introducción

En un contexto de cuarta revolución industrial en el que las economías se están digitalizando a un ritmo acelerado alrededor del mundo, el Internet juega un papel clave como habilitador de los servicios que se proveen en el ecosistema digital¹. En este sentido, el acceso a Internet constituye la primera barrera para poder gozar de los beneficios que se derivan de la masificación del ecosistema digital. Una vez se cuenta con el acceso, una segunda variable que empieza a cobrar relevancia en este contexto es la velocidad de conexión como variable que permite medir la calidad del servicio.

A nivel global se observa que antes del 2008 no existían grandes diferencias en esta variable entre economías desarrolladas y no desarrolladas, pues todos los países contaban con velocidades de Internet que no superaban los 5 megabits por segundo (Mbps). Con la masificación del servicio de Internet después del 2008 se hizo necesario aumentar capacidades de red para, por un lado, soportar una cantidad creciente de usuarios y, por el otro, proveer servicios que sólo pueden ofrecerse con velocidades superiores a 5 y 10 Mbps (como telemedicina, teleeducación y gobierno en línea, entre otros). Esto hace que después del 2008 sí se presenten grandes brechas de velocidad entre países, en donde los más desarrollados económicamente presentan las más altas velocidades promedio de descarga.

Esta relación positiva entre la calidad del servicio de Internet y el bienestar económico de los países conlleva a plantear el siguiente interrogante: ¿existe un impacto de la velocidad promedio de conexión a Internet y el PIB per cápita de los países? El presente estudio busca dar respuesta a esta pregunta, teniendo en cuenta que: 1) el Internet en su dimensión de cobertura ha sido estudiado en mayor medida que en su dimensión de calidad y; 2) dado el rol preponderante que toma esta dimensión en un contexto en el que cada día entran más usuarios al ecosistema digital demandando servicios de mayor complejidad, es necesario realizar un estudio riguroso en la materia. De encontrar un impacto en la dirección planteada, se podrían estar incrementando brechas sociales y económicas entre países y al interior del país, teniendo en cuenta que actualmente en Colombia sólo el 50% de los hogares accede a Internet (DANE, 2017).

Para determinar si el acceso a diferentes niveles de calidad del servicio de Internet puede generar brechas socioeconómicas entre países, se llevó a cabo un ejercicio econométrico que se describe en detalle en la sección 4. Se encontró que aumentar la velocidad promedio de conexión a Internet en 1Mbps genera un aumento promedio de 1,6% en el PIB per cápita. Adicionalmente, se encuentra que este impacto podría ser mayor en países de ingreso medio-alto, como Colombia, alcanzando niveles de PIB per cápita 2,3% mayores ante un aumento de 1Mbps. Este resultado indica que si el país triplicara su velocidad promedio de descarga podría aumentar su PIB per cápita en 18,4% alcanzando niveles de PIB per cápita de países como México y Brasil.

En la literatura ya se han hecho esfuerzos importantes por calcular el impacto asociado al servicio de Internet, encontrando por ejemplo que, para países de América Latina, la masificación del mismo

¹ El ecosistema digital constituye un marco de referencia para entender los diferentes eslabones que permiten la introducción de tecnologías digitales en la vida de las personas. Este marco de referencia se describe detalladamente en el anexo 1 del presente documento.

genera un incremento en el PIB de hasta 3,19%, así como aumentos en la productividad de hasta 2,61%. Así mismo, en análisis desarrollados recientemente al interior del Departamento Nacional de Planeación (DNP), se estima que en un hogar colombiano se pueden presentar ahorros de hasta 5,1% del PIB per cápita al año por concepto de compras en línea (DNP, 2017).

Ahora bien, hay una serie de condiciones que deben establecerse con el fin de aumentar el nivel de velocidad promedio de descarga en el país. Dentro de estas condiciones se encuentran el marco normativo y regulatorio, estrategias para incentivar el despliegue de infraestructura y estrategias de apropiación sobre el uso de servicios de valor agregado que se soportan en Internet, entre otras. Algunas de estas condiciones necesarias para facilitar el aumento de la velocidad en el país se encuentran contempladas en el Proyecto de Ley para la modernización del sector TIC². Este proyecto actualiza la Ley 1341 de 2009 y entre sus objetivos se encuentra el aumento de la certidumbre jurídica, mediante la asignación del espectro radioeléctrico en cabeza del Ministerio de las TIC, ampliando el periodo de permisos para uso del espectro de 10 a 30 años. Adicionalmente, se definirá una tasa única de contraprestaciones para los operadores, que equilibre las cargas, resuelva las diferencias que han mantenido estancada la inversión en el sector e incentive la competencia. Con este escenario se generan los incentivos para el despliegue de la infraestructura que nos permita contar con conexiones a Internet de mejor calidad en el futuro.

El presente estudio se divide en 5 secciones. En la presente sección se provee un breve contexto, la intuición e importancia del análisis a realizar. En la sección 2 se presentan evidencias del contexto de cuarta revolución industrial que se expone al inicio de esta sección, mostrando las tendencias internacionales en tráfico de datos, penetración y velocidad de Internet, entre otros servicios digitales que se han venido masificando. Adicionalmente, en esta sección se realiza un análisis comparativo para identificar en qué componentes Colombia se encuentra a la par de referentes internacionales y en cuáles se encuentran desafíos. En la sección 3 se definen las características y la relevancia de la masificación del servicio de Internet de banda ancha como habilitador de servicios que generan un valor agregado a la población. Las secciones 4 y 5 resumen la metodología y los resultados del análisis econométrico realizado para encontrar el impacto que tiene la velocidad de conexión a Internet sobre el PIB per cápita de los países. Finalmente, se presentan algunas conclusiones y recomendaciones para Colombia en la sección 6.

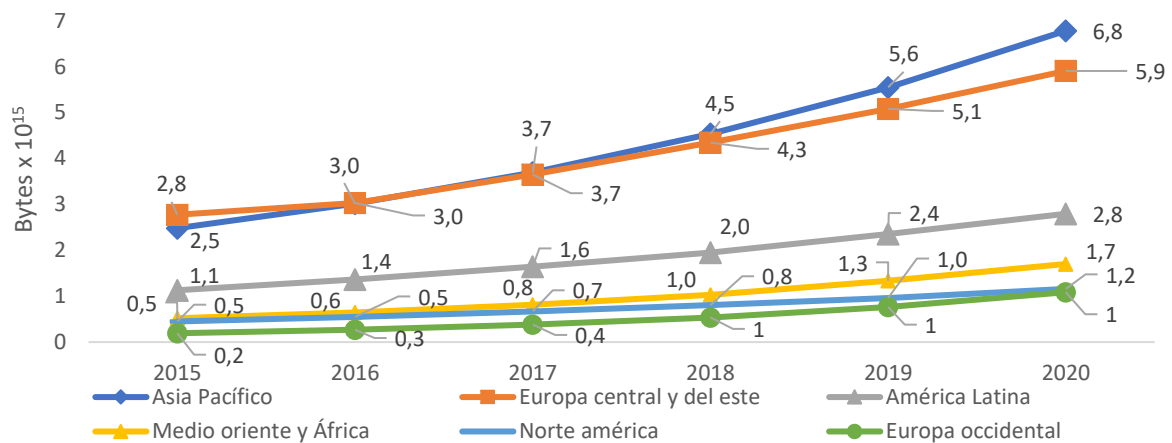
Tendencias internacionales y contexto colombiano

El uso de Internet ha crecido de manera exponencial. Cisco b (2016) estima que el tráfico mundial de Internet ha pasado de 100 Gigabytes (GB) por día en 1992 a 20.235 GB por segundo (GBps) en el 2015 y se estima que en 2020 la cifra será 61.386 GBps. Es decir, el tráfico de Internet ha crecido a una tasa³ del 100% anual desde 1992 hasta 2015. En la Ilustración 1 se evidencia el crecimiento del tráfico en cada una de las regiones del mundo y se observa que éste será exponencial con tasas promedio de crecimiento del 25%. América Latina presentará un crecimiento promedio anual del 21%.

² Recuperado de: https://www.mintic.gov.co/portal/604/articles-79360_recurso_2.pdf

³ Tasa de Crecimiento Compuesto

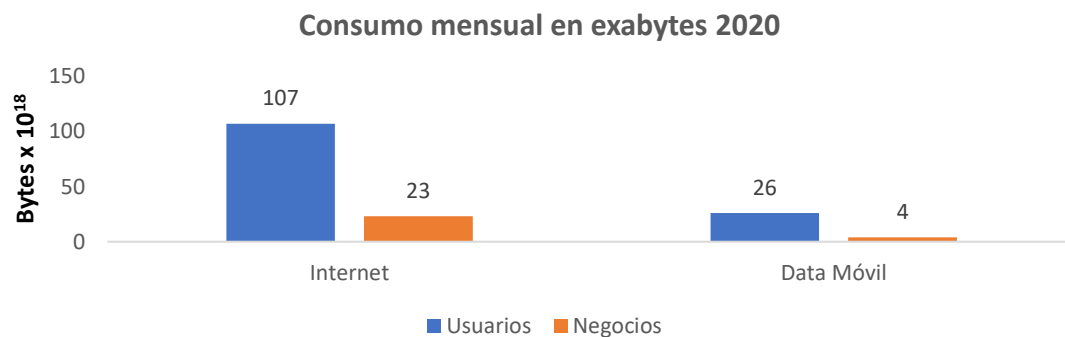
Ilustración 1. Tráfico IP Global 2015 – 2020 (PBytes/mes)



Fuente: Cisco b (2016)

De igual forma, esta tendencia global hacia los servicios en la red genera diferentes requerimientos de volumen de datos por parte de los usuarios y negocios. En la Ilustración 2 se evidencia el consumo mensual tanto de usuarios como de negocios en el 2020 en Exabytes por tipo de datos consumidos. Al respecto se observa que la tendencia es a un uso de datos de más de 4 veces por parte de los usuarios comparado con las empresas.

Ilustración 2. Consumo de Internet mensual 2020 (exabytes)

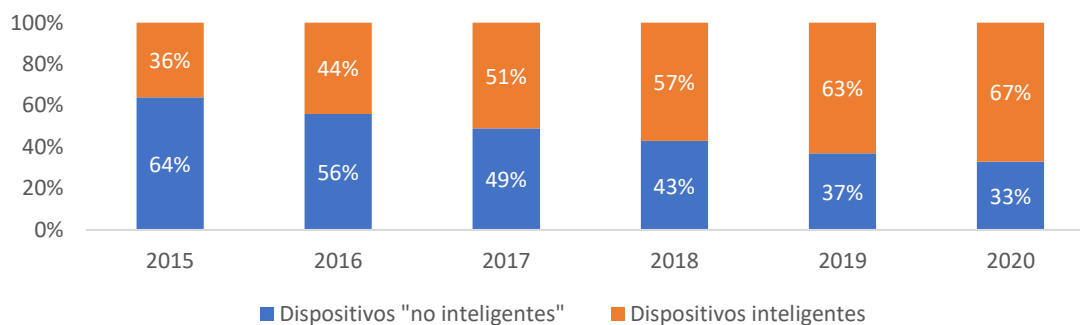


Fuente: Ciscob (2016)

Estos aumentos en los requerimientos de transmisión de grandes volúmenes de datos están soportados en los cambios de hábitos de consumo de la población mundial. Por ejemplo, el consumo de video ha crecido de manera exponencial con generadores y agregadores de contenidos como Youtube o Netflix, mientras aplicaciones como Airbnb, Uber, Facebook e Instagram, han cambiado la forma en que las personas interactúan, comparten y consumen información en el mundo.

De las tendencias en el uso de dispositivos se observa una migración cada vez más fuerte hacia el uso de dispositivos móviles. La tecnología está irrumpiendo en el diario vivir de las personas alrededor del mundo. Actualmente, la herramienta más común y eficiente para cualquier persona es su celular, donde puede realizar cualquier tipo de consulta en línea, ver contenido en vivo y conectarse con otras partes del mundo, entre otras múltiples actividades que necesitan de mayores velocidades para proveer servicios cada vez más eficientes, optimizando la experiencia del usuario. En la Ilustración 3 se evidencia la importancia que tendrán dispositivos como este en los próximos años.

Ilustración 3. Crecimiento global de conexiones de dispositivos inteligentes 2015 - 2020



Fuente: Cisco b (2016)

En comparación con otras tecnologías, la tecnología 4G pasará del 14 al 40.5% del total de las conexiones de 2015 a 2020. Mientras 2G pasará de tener la mayoría del mercado (52%) a menos de un sexto de él (13.5%) **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Lo anterior supone una migración importante que responde a las tendencias ya expuestas. El Ministerio de las TIC plasma el comportamiento de estas tecnologías en los últimos años para Colombia a través la publicación de boletines trimestrales que muestran que el país no ha sido ajeno a estas tendencias.

En el estado del arte actual, se debe contar con velocidades de descarga superiores a 10Mbps para el correcto funcionamiento de servicios como telemedicina, tele salud, educación en línea y e-gobierno. Adicionalmente, permite realizar actividades como ver videos en tiempo real, realizar videoconferencias e, incluso, poder llevar a cabo estas y otras actividades a la vez sin que la experiencia del usuario caiga en términos de percepción de calidad. La provisión de servicios como estos adquiere mayor importancia dentro del contexto de economía digital, ya que al masificar el ecosistema digital más usuarios demandan un mayor número de servicios que, para proveerse satisfactoriamente, requieren mayores anchos de banda.

Se concluye entonces que la banda ancha se convertirá en la herramienta efectiva con la que los ciudadanos, las empresas o el gobierno podrán hacer que la tecnología mejore la calidad de vida, la productividad o la ejecución de políticas públicas. Las tendencias expuestas evidencian la transformación de la sociedad hacia una economía cada día más digital. Cada vez hay más conexiones, más horas de vídeo, más dispositivos inteligentes, y estos fenómenos necesitan, a la vez, una mejor conectividad.

Los gobiernos deben trabajar en favor de una reducción de costos que permita a toda la población acceder a nuevas tecnologías⁴. De igual forma, será esencial desarrollar campañas de apropiación, pues gran parte de los hogares colombianos aún no cuentan con acceso a Internet por considerarlo un servicio costoso o innecesario, particularmente el 49,7% y el 30,2% de los hogares que no tienen Internet, respectivamente (DANE, 2017).

Reconociendo la necesidad de mejorar las velocidades de conexión a Internet, en 2010 la UIT y la UNESCO decidieron crear una Comisión de Banda Ancha, que tuviera como fin promover políticas y prácticas efectivas e inclusivas en materia de banda ancha. Según esta comisión, en 2014 el 22% de los países (de una muestra de 195) no tenían un plan nacional de desarrollo de banda ancha y tan sólo 7% lo tenían planeado, pero no establecido (UIT, 2014). Es decir, no existía un consenso global de cómo debería un país determinar su plan de desarrollo de banda ancha. En la actualidad el porcentaje de países que no tienen un plan nacional de desarrollo de banda ancha cayó a 18%, lo que equivale a un grupo de 8 países que entre 2014 y 2016 decidieron adoptar un plan y quedando un restante de 35 países rezagados en materia de banda ancha (UIT, 2017).

Sin embargo, existen países y zonas en el mundo con velocidades bastante más altas que la definida por la UIT (Conexión a velocidad de bajada mínima de 256 Kbps). Por ejemplo, uno de los objetivos que tiene la Agenda Digital Europea en cuanto a velocidades, es lograr que el 100% de la cobertura de banda ancha permita velocidades mayores de 30 Mbps y que el 50% de los suscriptores contrate velocidades de más de 100 Mbps, más aún, el promedio mundial de las velocidades de conexión se encuentra en 24.7 Mbps y se espera que en 2020 sea de 47.7 (Cisco b, 2016). Ahora bien, existen países con definiciones regulatorias más conservadoras lo que confirma la característica de variabilidad de esta definición pues, como se mencionó anteriormente, se determina la velocidad de banda ancha a partir de las necesidades y del nivel de desarrollo tecnológico de cada país.

De 75 países considerados en un estudio que llevó a cabo Facebook (2015), el 94% tiene conexiones 2G, que impiden a la población realizar múltiples actividades en línea o tener una experiencia de calidad en el uso de servicios en línea. Por esta razón, los autores del estudio consideran que la mayoría de las personas se encuentran sub-conectadas. Adicionalmente, como se evidencia en la Tabla 1, con los requerimientos actuales de velocidad y tráfico de datos ya se necesitan anchos de banda altos para las diferentes actividades en el uso cotidiano de la tecnología. A futuro, estos requerimientos aumentarán de manera significativa para soportar las nuevas tecnologías y el uso en masa de dispositivos de Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) y comunicación entre máquinas (M2M)⁵.

⁴ Smartphones, wearables, etc.

⁵ Los dispositivos IoT hacen referencia a dispositivos de computación que en carencia de interacciones entre humanos o entre un humano y una computadora tienen la capacidad de recoger y transferir información valiéndose de Internet. Mientras el concepto M2M se limita a la comunicación entre máquinas, los dispositivos IoT pueden proveer un bien y/o servicio a un usuario mediante la transferencia de información a través de una red,

Tabla 1. Velocidades requeridas para uso de servicios tecnológicos

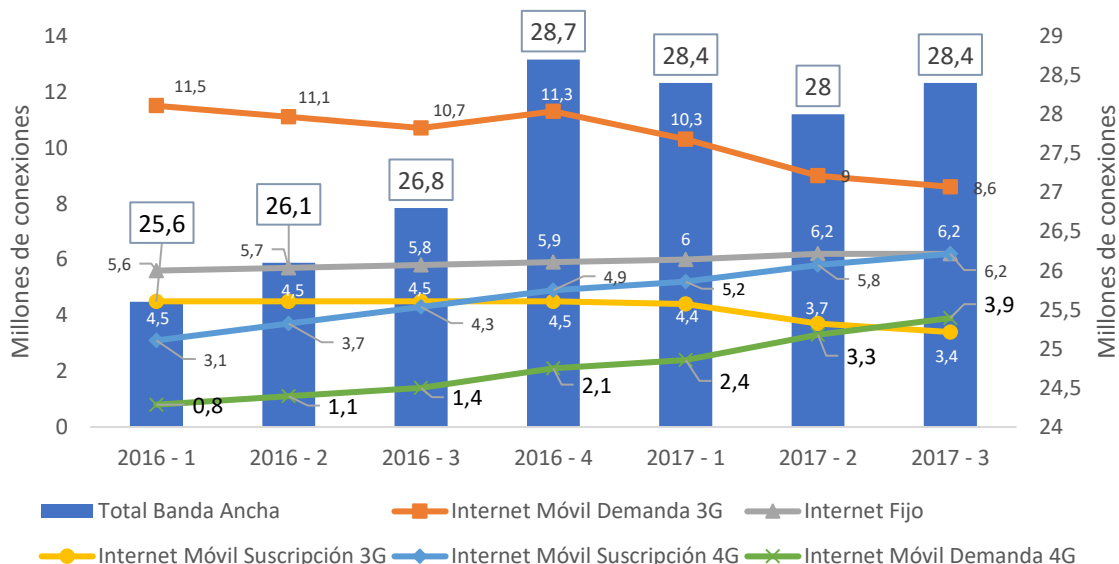
Uso	Ancho de banda requerido
Manufactura avanzada	Entre 38 y 74
Preparación para emergencias y seguridad	Entre 6 y 18
Educación y capacitación	Entre 38 y 74
Tecnologías de la salud	Entre 38 y 74
Redes limpias de energía y transporte	Entre 2 y 3
Monitoreo de clima y aviones	Entre 38 y 74
Uso de video interactivo en 3D	Entre 77 y 148

Fuente: CEPAL c, 2016

Una vez esclarecido el comportamiento internacional que han presentado diferentes componentes sobre el acceso y el uso de Internet, es pertinente identificar cómo se encuentra el país respecto a las tendencias globales, así como a nivel interno, para realizar recomendaciones de política enfocadas en mejorar los aspectos que suponen los mayores retos para el país.

Existen diferentes componentes en que Colombia ha seguido las tendencias internacionales ya presentadas, mostrándose competitiva a nivel internacional. El primero de ellos es el consumo de video, componente en el que Colombia se ha destacado, teniendo en cuenta que en 2014 fueron los colombianos quienes dedicaron más minutos diarios a ver videos en smartphones en todo el mundo (Millward Brown, 2014). Adicionalmente, en los últimos boletines trimestrales de las TIC que ha publicado el Ministerio de las TIC, se evidencia una migración de las conexiones 3G hacia las 4G (Ilustración 4). Este comportamiento va en línea con la tendencia de migración global. Además, se cuenta con un total de 765 municipios que cuentan con cobertura de 4G (MinTIC, 2016).

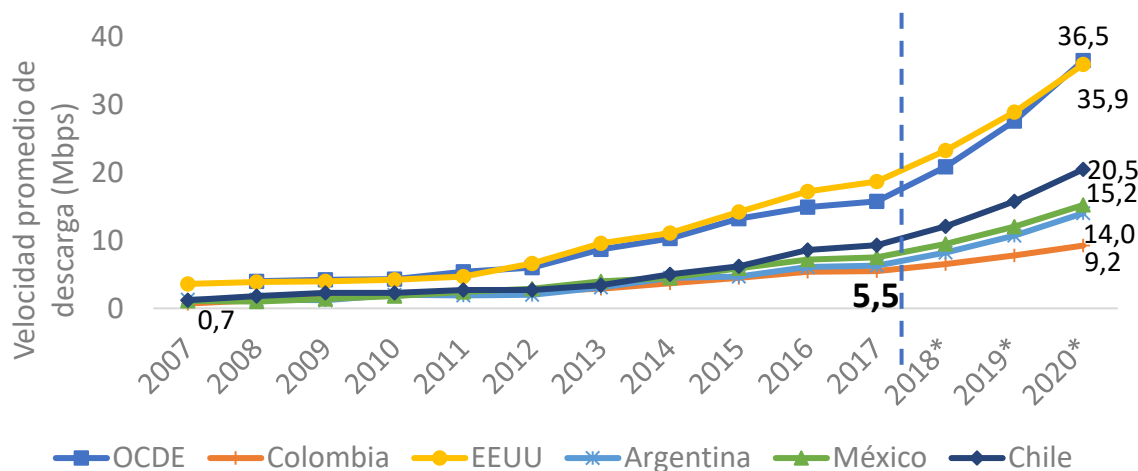
Ilustración 4. Conexiones a Internet de banda ancha por tipo de acceso en Colombia



Fuente: MinTIC (2017)

En la actualidad las perspectivas de crecimiento de tráfico, conexiones y dispositivos conectados en Colombia están despegando y con un gran potencial de crecimiento llegarán a valores significativos en 2020. Las tendencias son muy similares a las internacionales. A nivel global se observa que antes del 2008 no existían grandes diferencias en esta variable entre economías desarrolladas y no desarrolladas, pues todos los países contaban con velocidades de Internet que no superaban los 5 megabits por segundo (Mbps). Además, las variaciones anuales eran casi nulas (ver Ilustración 5). Con la masificación del Internet se empiezan a presentar brechas en esta variable entre los diferentes países y se encuentra que, si Colombia no desarrolla una estrategia para la masificación del Internet de alta velocidad, quedará rezagada respecto a los países más desarrollados.

Ilustración 5. Velocidad promedio de descarga por países



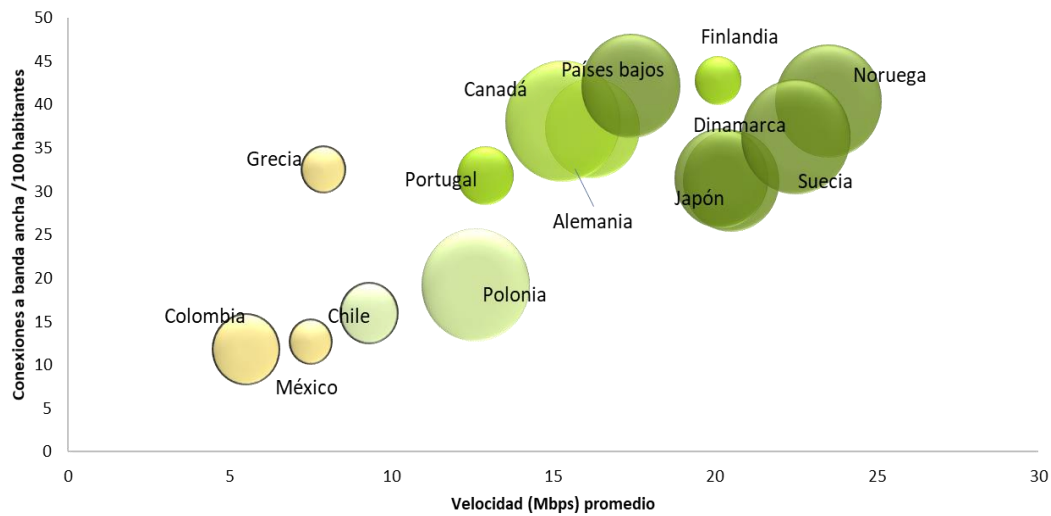
Fuente: Akamai

En la Ilustración 6 se muestra la relación entre la velocidad y las conexiones de banda ancha, incluyendo además el Índice de Disposición a la Conectividad⁶ (NRI por sus siglas en inglés⁷). El número de conexiones a banda ancha por cada 100 habitantes puede emplearse como una aproximación de la infraestructura de banda ancha con la que cuenta el país. Dicha infraestructura está directamente relacionada con la velocidad, pues para proveer un servicio de Internet de calidad a los usuarios es necesario aumentar las capacidades de red, lo cual es posible ampliando la infraestructura de banda ancha. La relación positiva entre estas dos variables y el NRI indica que en países con mejores condiciones de acceso y calidad del Internet se cuenta con un entorno más favorable para la introducción de las TIC a diferentes ámbitos de la vida de las personas y para explotar las oportunidades que la apropiación de estas tecnologías ofrece. Se observa una relación positiva que evidencia un círculo virtuoso entre estos tres componentes.

⁶ Datos más recientes disponibles - 2016 -.

⁷ Indicador que se enfoca en 4 componentes principales: ambiente (regulación e instituciones), preparación (infraestructura, costos y habilidades), uso (ciudadanos, empresas y gobierno) e impacto económico y social. Tiene el objetivo de determinar qué tan listo está un país para explotar las oportunidades ofrecidas por las TIC.

Ilustración 6. Velocidad vs. conexiones a banda ancha vs. NRI



Fuente: UIT, Banco Mundial, NRI (2016)

Actualmente, Colombia ocupa el puesto 68 entre 139 economías⁸ en el NRI, pero su desempeño en los diferentes subíndices es muy diferente. En particular, se encuentra que el subíndice en el que el país tiene mayores retos es el de *ambiente* y, particularmente, en variables que determinan el entorno político y regulatorio. En este subíndice Colombia ocupa el puesto 102. Pese a esto, el país presenta un desempeño importante en los subíndices de *uso* y de *impacto*. Esto se debe principalmente a que es uno de los gobiernos que más promueve políticas de mejora de productividad y de bienestar a través de las TIC. Igualmente, se trata de uno de los gobiernos que más servicios en línea provee ocupando el puesto 17, superado solo por dos países de la región (Uruguay y Chile, que ocupan los puestos 14 y 16, respectivamente).

En particular, el indicador en el que más se destaca Colombia de todos los que contempla el NRI se encuentra dentro del subíndice de *impacto* y se conoce como Índice de Participación Electrónica⁹ (*e-participation index* en su idioma original¹⁰). Este indicador mide la calidad, relevancia y utilidad de las páginas de Internet del gobierno en la disponibilidad de la información, de servicios y de herramientas que facilitan la participación política de los ciudadanos. Colombia ocupa el puesto número 11 en el mundo en este indicador y se encuentra entre los mejores de la región (de nuevo, superado por Uruguay y Chile, que ocupan los puestos 3 y 7, respectivamente).

Finalmente, Colombia es uno de los 36 países que cuenta con una cobertura de red móvil de 100%, es decir, que toda la población colombiana cuenta con señal de red móvil¹¹. Además, está entre los

⁸ NRI (2016). Datos disponibles en el siguiente enlace: <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/networked-readiness-index/>

⁹ Datos más recientes disponibles - 2014 -.

¹⁰ Estimado por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (UNDESA, por sus siglas en inglés). Datos disponibles en el siguiente enlace: <http://unpan3.un.org/egovkb/en-us/>

¹¹ Ranking disponible en: <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2016/networked-readiness-index/#indicatorId=MOBILENETWORKCOVERAGE>

63 países que tienen el puntaje máximo en el índice de competitividad en los sectores de telefonía e Internet¹². Esto muestra que el país tiene fortalezas en la preparación de una sociedad que haga un buen uso de una infraestructura TIC que sea accesible a toda la población en términos físicos y económicos. Si bien se presentan desafíos para el país en áreas como la capacitación y formación que permita a las personas obtener un valor agregado que derive de utilizar las TIC, también se presentan avances importantes en materia de accesibilidad económica.

Según la Alianza para un Internet Asequible (A4AI, por sus siglas en inglés) Colombia es líder mundial en impulsores de asequibilidad económica de Internet. Para un grupo de 58 economías alrededor del mundo, esta alianza calcula un índice que se conoce como el Índice de Impulsores de Asequibilidad (ADI, por sus siglas en inglés) y que evalúa dos aspectos: i) la medida en que los gobiernos han desplegado infraestructura y adecuado su marco político para incentivar la expansión de ésta en el futuro y; ii) las tasas de adopción de banda ancha y el marco político existente que posibilite un acceso equitativo (A4AI, 2017). Con un puntaje de 72,87 sobre 100, muy por encima del 52,53 que constituye el promedio de los países en vía de desarrollo, Colombia presenta el puntaje más alto en este indicador a nivel internacional y regional.

Lo anterior no implica que el servicio de Internet sea más asequible en Colombia. El hecho de ser primero en el ranking posiciona al país como el que más acciones realizó para hacer del Internet un servicio más asequible, y así masificarlo a toda la población. Pese a lo anterior, la tenencia de bienes TIC es aún muy baja. Según el más reciente boletín del DANE sobre la información de tenencia y uso de TIC que se recoge en la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ENCV) aún hay un 55,7% de los hogares que no cuentan con un computador (computador de escritorio, portátil o tableta), y un 50% de ellos sin acceso a Internet (DANE, 2017). De este grupo de personas la principal razón para no tener computador ni conexión a Internet es que lo consideran muy costoso (48,9% y 49,7% de los hogares, respectivamente).

Llama la atención que, contando con precios bajos y múltiples iniciativas para disminuir los precios de acceso al servicio de Internet, los colombianos sigan percibiendo un alto costo en adquirir el servicio. Esto puede ocurrir por razones que involucran desde temas de apropiación, hasta temas de baja calidad del servicio, que impiden la materialización de beneficios derivados de las TIC en la vida diaria de las personas. Por lo anterior, será necesario que además de seguir desarrollando políticas para hacer del Internet un servicio más asequible, se realicen estrategias y políticas de apropiación que permitan a las personas visualizar los impactos positivos derivados del acceso y uso de Internet.

La percepción de un servicio costoso no es ajena al resto de países de la región. En efecto, un reciente estudio realizado por la OECD, en cooperación con el BID (2016) concluye que la asequibilidad constituye uno de los frenos a la expansión de servicios de banda ancha en países de América Latina y el Caribe. Al respecto, se recomienda promover un servicio de banda ancha más

¹² Calculado por WEF con base en información de la UIT. Mide el nivel de competencia en servicios de Internet, servicios internacionales de larga distancia, y servicios de telefonía móvil en una escala de 0 a 2.

accesible y asequible a sectores desfavorecidos y personas que viven en zonas rurales y/o remotas con el fin de cerrar brechas sociales y económicas.

Como una alternativa para solucionar este problema, muchos países están optando por el despliegue de puntos de intercambio de Internet (IXP, por sus siglas en inglés) para mejorar las prestaciones del servicio de Internet, en términos de calidad y asequibilidad¹³. Esto también trae consigo beneficios para los usuarios. Sobre este punto están países como Brasil o Argentina¹⁴ que tienen la capacidad de alojar contenidos nacionales e internacionales y así asegurar a sus usuarios costos de transporte lo suficientemente asequibles para mantener las tendencias de consumo. Según CAF (2014), gracias al despliegue de los IXP en Argentina se duplicó la velocidad de descarga y se redujeron los precios al usuario final en un 15,5% de la tarifa residencial como efecto de un 50% de reducción en los costos de transporte. En Brasil el efecto fue similar, experimentando una reducción a las tarifas residenciales de 11,8% gracias a una reducción del 20% en costos de transporte. Por otro lado, Colombia cuenta con tan sólo un IXP, lo que puede estar derivando en una pérdida de oportunidad para la reducción de los costos de transporte y almacenamiento de los contenidos, como se evidencia en los casos de Argentina y Brasil. Con lo anterior en mente, se emite la recomendación de promover más IXPs por fuera de Bogotá, para fomentar el alojamiento de datos a nivel local (DNP, 2017).

Ahora bien, teniendo en cuenta que el Internet constituye la puerta de entrada a las TIC, el país debe concentrar esfuerzos en calidad y acceso paralelamente. Un informe¹⁵ que llama la atención sobre los grandes retos que aún tienen algunos países en materia de TIC es el que desarrolla la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Desde el 2007, la UIT publica un reporte anual en donde se estudia el estado del sector TIC para 164¹⁶ economías alrededor del mundo. El estudio permite identificar cuál ha sido el desempeño de los países en materia de TIC y, a su vez, define las áreas particulares en que deben mejorar. Lo anterior se realiza través del cálculo de un índice llamado Índice de Desarrollo TIC (IDI, por sus siglas en inglés¹⁷). Este índice está compuesto por 11 variables que miden el estado de las economías en acceso, uso y habilidades TIC. El último reporte muestra que el desempeño de los países ha mejorado más en uso de TIC que en acceso. Lo anterior se refleja en que entre el 20% y el 40% de la población en los países de ingresos más bajos aún no tiene teléfono celular, y en que la brecha de género en tenencia de celular sigue aumentando.

Con lo anterior en mente, Colombia tiene un reto importante en términos de cobertura, conexiones a banda ancha por cada 100 habitantes, entorno político y regulatorio que impulse el acceso, uso y apropiación de las TIC, habilidades y velocidad de conexión a Internet respecto de otras economías del mundo. La mejora en estos componentes es una tendencia global a la cual Colombia no puede

¹³ Los IXP constituyen un punto físico a través del cual se gestiona el tráfico de Internet, permitiendo un menor recorrido de la señal y una disminución en costos cuando se evita que la señal recorra el área internacional a través de la instalación de un IXP. Se sugiere consultar el anexo 2 para obtener mayor detalle sobre esta infraestructura.

¹⁴ Brasil 27, Argentina 13 IXP. Fuente: Packet Clearing House.

¹⁵ *Measuring the Information Society Report*

¹⁶ El número de economías evaluadas puede variar de año a año, por lo que se cita el número promedio. No obstante, este número viene ascendiendo y en el último reporte (2016) se tienen en cuenta 175 países.

¹⁷ *ICT Development Index*

ser ajena y sobre la cual debe trabajar siguiendo el ejemplo de países que ya están reevaluando sus políticas para asegurar las condiciones necesarias en la evolución digital que se está presentando.

Además de las condiciones de infraestructura, previamente analizadas, existe un conjunto amplio de iniciativas para generar un entorno favorable desde la oferta y la demanda de un Internet de alta velocidad. Por el lado de la oferta será necesario establecer un esquema de incentivos en donde estrategias como subsidios y revisión de cargas económicas incentiven la inversión en la infraestructura que permita ampliar capacidades de red a unos niveles que soporten las velocidades de conexión deseadas. Ahora bien, desde el lado de la demanda, políticas y estrategias de apropiación (como capacitaciones en el uso productivo de las TIC) constituyen iniciativas que estimularían la demanda del servicio de Internet de banda ancha. Iniciativas como estas ayudarían a que los ciudadanos generen procesos de innovación ahorrando tiempo y dinero por realizar compras en línea, encontrar soluciones tecnológicas que faciliten las labores diarias, etc., y les permitiría aumentar sus niveles de ingreso y bienestar, mejorando así su calidad de vida.

En particular, se encuentra que los mecanismos a través de los cuales una mayor velocidad promedio de conexión a Internet puede impactar el PIB per cápita consisten en que a partir de velocidades entre 5 y 10 Mbps, se pueden ofrecer servicios como telemedicina, teleeducación y gobierno en línea, entre otros. Estos servicios permiten la generación de capacidades en la población, en la medida en la que las personas pueden educarse en línea y reemplazar tareas automatizables por tareas productivas. Adicionalmente, aumenta la productividad en la medida en que se pueden realizar múltiples tareas a la vez y desde diferentes espacios como ocurre con el teletrabajo, todo lo anterior generando ahorros en tiempos. Adicionalmente, con el comercio electrónico se reducen barreras de entrada lo que aumenta la competencia y la transparencia de los mercados, en la medida en la que se reducen los costos de la difusión de la información (Czernich *et al.*, 2011). Los anteriores constituyen mecanismos a través de los cuales la velocidad del Internet, como medida de calidad del servicio, puede impactar el nivel económico de los países.

Un ejemplo de iniciativa hacia la generación de un entorno favorable para la masificación del acceso a Internet de calidad es la definición regulatoria de banda ancha. En Colombia, las velocidades establecidas en la regulación antes de 2017 eran de 1.024 Kbps para descarga y 512 Kbps para carga, adicionalmente 1.024/256 Kbps respectivamente para descarga y carga en conexiones satelitales¹⁸. Estas velocidades evidenciaban retos importantes, dado que el promedio de carga de América Latina es de 2,92 Mbps¹⁹ y para los países avanzados es de 13,41Mbps. Por su parte, la velocidad promedio de descarga en la región es de 7,26 Mbps²⁰ y el promedio de países desarrollados es de 32,20 Mbps (CEPAL b, 2015). Al comparar las velocidades de Colombia con referentes como EEUU, el Reino Unido e incluso Chile, se encuentra que la brecha que se ha creado y ampliado en los últimos años. Esta situación se plasmó en el Plan Nacional de Desarrollo 2014 – 2018, en donde se identificó que Colombia presentaba velocidades por debajo de lo requerido para aplicaciones (tele-medicina, educación virtual, tele-justicia, Internet de las cosas, aplicaciones basadas en geo-referenciación y demás aplicaciones que se desarrollen en el futuro), puesto que menos del 3% de la conexiones

¹⁸ Resolución CRC 2352 de 2010

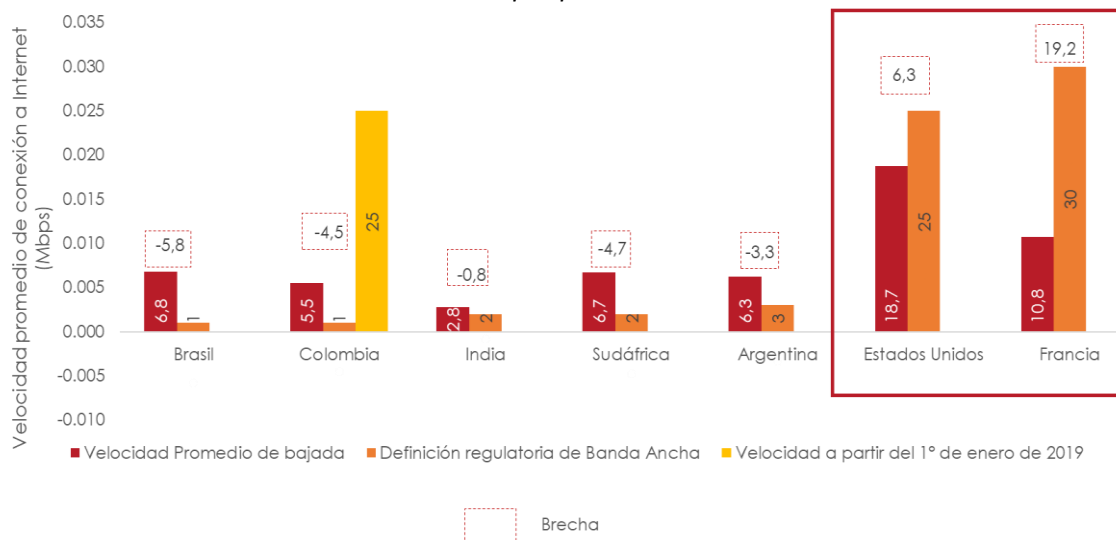
¹⁹ Uruguay (5,9 Mbps), México (5,67 Mbps) y Brasil (4,23 Mbps)

²⁰ Uruguay (22,58 Mbps), Brasil (12,83 Mbps), Chile (14,96 Mbps)

estaban por encima de 10 Mbps, mientras que en países desarrollados más del 50% de las conexiones tenían anchos de banda superiores a los 10 Mbps²¹.

Con el fin de seguir las prácticas de países desarrollados, la Comisión de Regulación de Comunicaciones (CRC) expidió en 2017 una resolución²² que redefine las velocidades de banda ancha como aquellas que se encuentran por encima de 25Mbps para descarga y 5Mbps para carga, comenzando a partir del 1° de enero del 2019. Esta nueva definición constituye un mensaje que pretende impulsar al país a invertir en alcanzar mejores velocidades, como respuesta a un proceso de digitalización de la economía en el que cada vez se ven involucradas más personas. EEUU atravesó un episodio similar a finales de 2014 cuando su definición regulatoria de banda ancha pasó de 4Mbps para descarga, a 25Mbps. A partir de este momento la velocidad de Internet en este país ha venido creciendo a una tasa más acelerada que en años previos y lo que se espera es que Colombia presente el mismo comportamiento. La evidencia muestra que en países con velocidades más altas su velocidad regulatoria se encuentra por encima de la observada, mientras se evidencia el comportamiento contrario en países con velocidades de Internet más bajas (ver Ilustración 7).

Ilustración 7. Definición regulatoria de banda ancha y velocidad promedio de conexión a Internet por países



Fuente: Akamai

Es necesario entender la importancia que representa el aumento de la velocidad en aspectos que influyen directamente sobre el bienestar de las personas, como su poder adquisitivo. En la medida en que las personas perciben beneficios por el uso de las TIC y/o conocen sus potenciales beneficios, aumentará la demanda por el servicio y empezará a verse como uno beneficioso. La necesidad de evidenciar estos beneficios motiva este estudio, pues encontrar este impacto permite incentivar las acciones requeridas (desde la oferta y la demanda) para que el país mejore su velocidad.

²¹ Ley 1753 de 2015 por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, pg.125, tomo 1

²² Resolución CRC 5161 de 2017

Impacto del Internet de alta velocidad sobre el PIB per cápita

En la literatura reciente se ha discutido que los cambios tecnológicos aceleran el crecimiento de la economía. En particular, la teoría de crecimiento endógeno (Romer, 1990) sostiene que el capital humano, la innovación y el conocimiento contribuyen en la aceleración del crecimiento económico. Siguiendo esta línea, el acceso a una alta velocidad de Internet debería entonces acelerar el crecimiento económico, pues facilita el desarrollo y la adopción de modelos de innovación en tanto: i) aumenta la competencia y el desarrollo de nuevos productos/procesos; ii) se introducen nuevas prácticas de trabajo, actividades de emprendimiento y mejoras en el emparejamiento de trabajos²³ y; iii) hay mayor transparencia de los mercados, lo que genera mayor productividad laboral y competencia. Adicionalmente, se argumenta que el acceso a mayor información puede traducirse en mayores capacidades lo que permite mejoras de procesos en empresas, especialización en actividades intensivas en conocimiento e innovación (Fornfeld *et al.*, 2008). Todo lo anterior impulsa el crecimiento económico.

Según Atkinson *et al.* (2009), los beneficios de una mayor velocidad de Internet consisten en que: i) permite una transferencia de archivos (tanto el envío, como la recepción) más rápida; ii) habilita el funcionamiento de aplicaciones de transmisión de video/*video streaming*; iii) permite una comunicación en tiempo real de alta calidad y; iv) permite a los usuarios utilizar múltiples aplicaciones al mismo tiempo. Con lo anterior, el acceso a una alta velocidad de Internet facilita la generación y distribución de ideas, en un escenario en el que los mercados que utilizan información como insumo se hacen cada vez más importantes (Czernich *et al.*, 2011).

La contribución de la banda ancha al desarrollo de las naciones se ha evaluado desde la óptica económica y social a través de su impacto en diferentes variables, como la generación de empleo, el crecimiento del PIB, la inclusión social y el mejoramiento de calidad de vida, entre otros. Esta amplia gama de impactos se debe al carácter transversal que tiene el servicio de Internet de banda ancha sobre los sistemas productivos y sobre la sociedad en general. En la actualidad el acceso y la calidad de las conexiones a Internet son indispensables para el óptimo funcionamiento del sistema productivo y para la competitividad en los diferentes mercados. Constituyen, a la vez, un elemento clave en el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos.

Según la CEPAL (2013) los impactos de la banda ancha se pueden distribuir en dos grandes grupos:

El primero, relacionado con los impactos en la economía agregada de un país, contempla: i) el crecimiento del PIB; ii) la generación de empleos y; iii) el aumento en el ingreso de las familias. Este efecto se deriva de la construcción y despliegue de redes, proceso que genera empleos e impulsa la demanda agregada, además de ser la base para el desarrollo tecnológico en un país. Sin este

²³ En el mercado laboral un número de trabajadores con determinadas características demanda trabajo, mientras un número de empresas y/o empleadores buscan trabajadores que tengan, igualmente, unas características determinadas. El *emparejamiento de trabajos* hace referencia a la generación de empleo a través del encuentro entre el empleado y la vacante que ofrece el empleador. Este proceso se ha visto favorecido por servicios de búsqueda de trabajo y publicación de ofertas laborales en línea, por lo que una alta velocidad de conexión a Internet puede agilizar este tipo de procesos y, en efecto, contribuir a un mayor número de emparejamientos en el mercado laboral.

elemento es imposible conectar a todos los ciudadanos y más aún mostrar evidencia de la importancia de la tecnología en su diario vivir.

El segundo, relacionado con la utilización de la banda ancha por la población y los impactos que esto puede generar, contempla: i) el acceso a aplicaciones, servicios y contenidos que traen beneficios positivos en la construcción de conocimiento y; ii) el bienestar en una sociedad. Ericsson (2013) afirma que en los países de la OECD un incremento de 4 Mbps en la velocidad aumenta el ingreso por hogar en 2.100 USD un año después. En los países BIC²⁴, un aumento de 0,5 Mbps podría aumentar el ingreso del hogar en valores cercanos a los 800 USD. Adicional a esto, al hacer cambios estructurales en las velocidades ofrecidas, por ejemplo, pasar de 0.5 Mbps a 4 Mbps en los países de la OECD, aumenta el ingreso per cápita en alrededor de 322 USD al mes, mientras en los países BIC este cambio aumentaría el ingreso per cápita en 45 USD al mes. Este segundo efecto, sobre individuos y hogares, se refiere a las externalidades positivas (efecto “derrame”) que genera la banda ancha en la ciudadanía. El uso de la banda ancha desemboca en un aumento de productividad generalizable a todos los procesos productivos.

En lo que respecta a empleo, Katz (2011) estima que un incremento de 10% en la penetración de la banda ancha puede tener impactos positivos en el desempleo de Colombia, disminuyéndolo en 0,033%. Al invertir en banda ancha en una de dos ciudades adyacentes en Estados Unidos, la ciudad en la que no se invierte atrae solo 9 nuevas compañías, mientras la ciudad en la que sí atrae 140, lo que genera 4.250 empleos adicionales (Katz, 2008). Por su parte, en Perú se ha encontrado que quienes adoptan el uso del Internet²⁵ tienen un crecimiento de sus ingresos laborales de un 19% mayor a quienes no (De los Ríos, 2010). A la hora de pensar en diferencias entre población rural y urbana, en este país, luego de adoptar el Internet, el cambio en ingresos laborales (en términos relativos) es de 13% para los hogares urbanos, frente a un 20 % de los hogares rurales (De los Ríos, 2010). Diferencias como esta presentan una gran oportunidad para que los esfuerzos por conectar al 100% de la población a un servicio de Internet de calidad, alcanzando el cierre de la brecha digital, conlleven a un cierre de brechas económicas y sociales y a una disminución de la desigualdad.

Finalmente, un estudio²⁶ publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en 2012 reconoce la garantía del acceso y uso universal de la banda ancha como reto principal de los países latinoamericanos. Este estudio encuentra que en países de América Latina y el Caribe un aumento de 10 puntos porcentuales en la penetración de Internet de banda ancha aumenta en 3,19% el PIB y en 2,61% la productividad. Así mismo, se encuentra que lo anterior contribuye a una generación de 67 mil nuevos empleos.

Una variable que recoge información completa sobre la situación económica de un país es el PIB per cápita. Si bien el crecimiento económico no puede entenderse como sinónimo de desarrollo, pues aumentos en el PIB no implican de forma directa la mejora en componentes de desarrollo como la desigualdad y la pobreza, estos componentes (el crecimiento económico y el desarrollo) tienen una

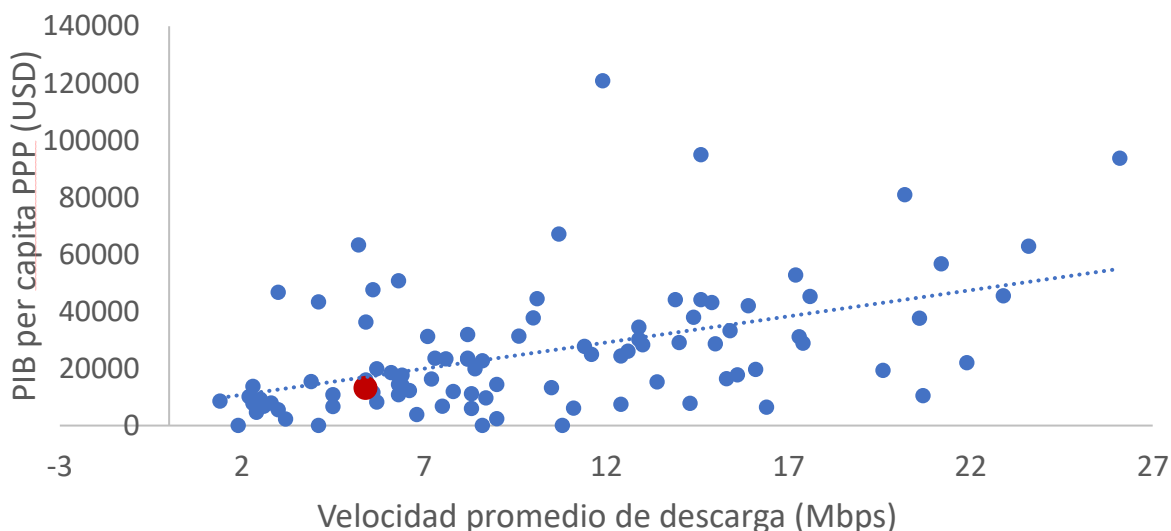
²⁴ Brasil, India, China

²⁵ No necesariamente a Internet con banda ancha

²⁶ Socioeconomic Impact of Broadband in Latin American and Caribbean Countries. Por Antonio García Zaballos & Rubén López-Rivas. Nota Técnica No. 471. Instituciones para el Desarrollo (IFD). Recuperado de: <http://www20.iadb.org/intal/catalogo/PE/2013/11427.pdf>

relación positiva a lo largo de las economías. En un primer ejercicio para llevar a cabo el presente análisis se determinó la forma en que se relaciona la banda ancha con la situación económica de los países. Se encuentra una correlación fuerte y positiva entre la velocidad promedio de conexión a Internet y el PIB per cápita (ver Ilustración 8 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), por lo que, para el desarrollo del presente análisis se tomó la decisión de ahondar en esta relación.

Ilustración 8. PIB per cápita vs. velocidad de descarga (Mbps)



Fuente: Akamai y Banco Mundial, 2016

Al realizar una revisión de la literatura en donde se han hecho esfuerzos por calcular el impacto que tiene la banda ancha sobre diferentes variables socioeconómicas, se encuentra que la mayoría de los estudios se han enfocado en el acceso, más que en el uso y la calidad del servicio. Lo anterior se evidencia en que la mayoría de los estudios han encontrado el impacto económico y social que tiene la penetración de la banda ancha²⁷ y no la velocidad de Internet. Es necesario estimar el impacto económico de la velocidad porque permitirá evidenciar de forma cuantitativa si la capacidad de ofertar más servicios y de mayor calidad tiene un efecto positivo sobre la economía. Al encontrar un impacto positivo, se evidencia la importancia que ha cobrado la calidad del Internet con la masificación del ecosistema digital, y se identifican acciones que permitan a la industria y al gobierno promover el acceso a un Internet de velocidades altas al ciento por ciento de la población.

Uno de estos estudios fue desarrollado por el Banco Mundial (2009) y encuentra que un incremento de 10 puntos porcentuales (pp) en la penetración de banda ancha fija se traduce en un aumento de la tasa de crecimiento del PIB de 1,21pp para países desarrollados, y de 1,38pp para países en vía de desarrollo. En este estudio se lleva a cabo un análisis de corte transversal para 120 países con datos de crecimiento entre 1980 y 2006. Se utiliza el promedio de la penetración en países de ingresos bajos y altos como variables explicativas.

²⁷ Esta variable se mide como el número de suscriptores a banda ancha fija por cada 100 habitantes.

Otro estudio destacado en esta misma línea fue el desarrollado por Czernich *et al.* (2011), en el cual los autores utilizan un panel de datos con información para 25 países de la OECD y encuentran que un incremento de 10pp en la penetración de banda ancha acelera el crecimiento anual per cápita en 0,9 a 1,5 pp. Otro resultado que se presenta en este estudio consiste en que el PIB per cápita es, en promedio, 2,7 a 3,9% más alto cuando se introduce el servicio de Internet de banda ancha.

Finalmente, un esfuerzo por calcular el impacto económico de la velocidad de Internet es el presentado por Rohman y Bohlin en 2012. En este estudio los autores cuentan con una muestra de 33 países de la OECD, y calculan que duplicar la velocidad de banda ancha contribuirá a un crecimiento de 0,3% al año comparado con la tasa de crecimiento del año base (2008). En particular, se encuentra que éste es el efecto de la velocidad en 2010, sobre la tasa de crecimiento promedio entre 2008 y 2010.

El presente análisis constituye un aporte a la literatura sobre los beneficios del servicio de Internet de banda ancha, desarrollando un análisis tanto descriptivo como empírico de éste. Por una parte, las tendencias internacionales presentadas en secciones anteriores ilustran el proceso antes discutido sobre la digitalización de las economías en la actualidad. No obstante, este ejercicio comparativo no permite saber si los países más ricos lo son, en parte, gracias a que cuentan con un Internet de calidad. Para determinarlo, se desarrolla un ejercicio que permite estimar el impacto que tiene la calidad del servicio sobre el PIB per cápita.

Datos y metodología

Para llevar a cabo el ejercicio, se utilizó un panel de datos con información para 89 países alrededor del mundo en un periodo de tiempo entre 2008 y 2016. A la hora de calcular este impacto ocurre que, si bien una mayor velocidad de conexión a Internet puede impulsar la economía, países con ingresos más altos pueden también invertir más en mejorar sus velocidades. Lo anterior se conoce como causalidad inversa y deriva en un problema de endogeneidad. Para resolver este problema, se utilizó un enfoque de variables instrumentales²⁸ para calcular el impacto sobre el PIB per cápita que se atribuye exclusivamente a la velocidad, realizando una estimación en dos etapas como se muestra a continuación:

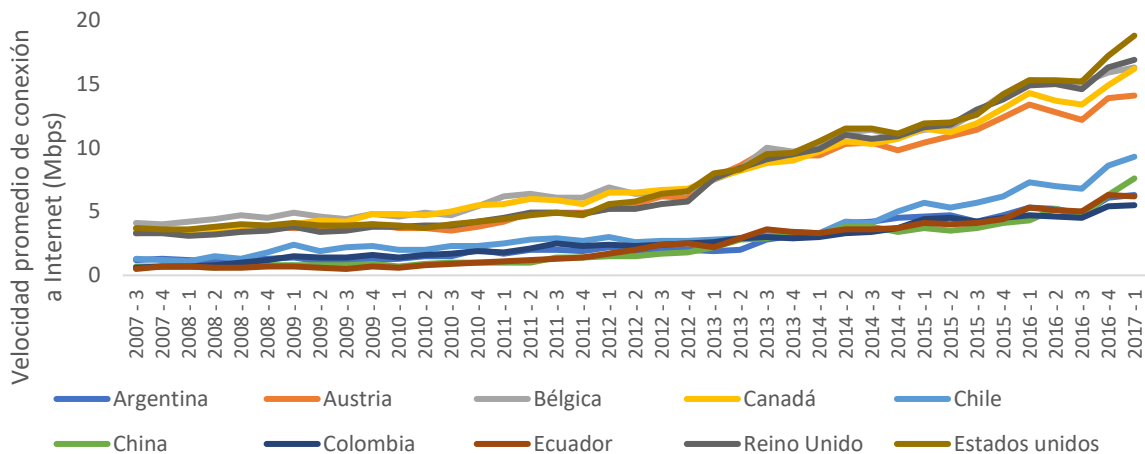
$$Vel_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 tel_{i,96} + Controles_{i,t} + \tau_t + \delta_{it} \quad (1)$$

$$\ln(\text{PIB per cápita}_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 \widehat{Vel}_{i,t} + Controles_{i,t} + u_i + \tau_t + \mu_{it} \quad (2)$$

²⁸ El desarrollo completo del ejercicio con la explicación de la metodología empleada y pruebas de robustez se presenta en el estudio “Impacto económico del servicio de Internet de banda ancha”, disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Impacto%20econ%C3%B3mico%20del%20Servicio%20de%20Internet%20Banda%20Ancha.pdf>

Donde $Vel_{i,t}$ corresponde a la velocidad promedio de conexión a Internet (en Mbps)²⁹ del país i en el periodo t , $tel_{i,96}$ corresponde a la penetración de telefonía fija³⁰ en 1996 del país i y $Ln(PIBper\ cápita_{i,t})$ corresponde al PIB per cápita en su forma logarítmica³¹ ajustado por la paridad de poder adquisitivo (PPP) y a precios constantes de 2011³² del país i en el periodo t . Como variable instrumental se empleó la infraestructura de telecomunicaciones tradicionales, medida a través de la penetración de telefonía fija en 1996. Se emplea este año teniendo en cuenta que en 1997 llegó por primera vez el servicio de Internet de banda ancha a un país (Canadá).

Ilustración 9. Velocidad 2007 - 2017 (trimestral) por países en Mbps



Fuente: Akamai

Las redes de Internet de alta velocidad se desplegaron sobre estas redes de telecomunicaciones tradicionales de modo que fue más fácil la masificación del Internet de banda ancha en aquellos países que contaban con mayor penetración de telefonía fija en 1996. Esta infraestructura no se implementó como respuesta a una demanda por mayores velocidades de conexión a Internet, pues las velocidades eran muy similares entre países y los cambios en el tiempo casi nulos (ver Ilustración 9). Adicionalmente, el servicio de telefonía fija se ha estancado, e incluso, ha presentado caídas en economías desarrolladas, por lo que se cree que este servicio ya no constituye un acelerador de la economía (ver Ilustración 10). En este sentido, la variable instrumental propuesta cumple con las dos condiciones para ser válido. Es relevante porque explica la velocidad actual (ver etapa 1 en Tabla 2) y es exógeno porque no tiene un efecto directo sobre el PIB per cápita actual.

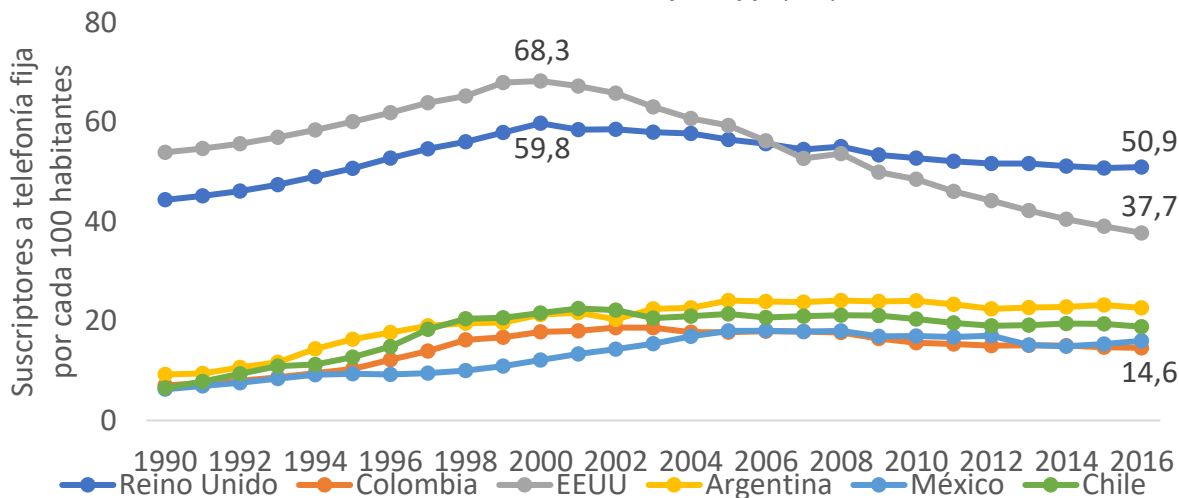
²⁹ Datos tomados de Akamai.

³⁰ Se utiliza como proxy de la infraestructura de telecomunicaciones tradicionales en 1996 y consiste en el número de suscripciones a telefonía fija por cada 100 habitantes en ese año. Datos tomados del Banco Mundial.

³¹ Se decide utilizar la variable dependiente en su forma logarítmica por practicidad a la hora de interpretar el resultado obtenido.

³² Datos en dólares (USD) tomados del Banco Mundial.

Ilustración 10. Penetración de telefonía fija por países



Fuente: Banco mundial

Como fuente de información para la velocidad promedio de conexión a Internet se utilizó la reportada por Akamai³³. En un reciente reporte publicado por la OECD se reconocen tres entes principales que calculan estas velocidades: i) Measurement Lab (M-Lab); ii) Speedtest.net, que constituye una herramienta desarrollada por Ookla y; iii) Akamai. La razón por la cual difieren los valores entre fuentes de información es que las metodologías para recoger la información son diferentes. Mientras Akamai evalúa la velocidad trimestralmente valiéndose de servidores instalados para tal fin alrededor del mundo, la base M-Lab y Ookla se nutre de evaluaciones voluntarias realizadas por los usuarios. Esto constituye una debilidad y, en la actualidad, se discute la posibilidad de estandarizar las metodologías para alcanzar información más confiable y comparable respecto a las velocidades promedio de conexión a Internet (OECD, 2014).

³³ Empresa líder a nivel mundial en servicios de redes de distribución de contenidos (CDN, por sus siglas en inglés).

Resultados

Se encontró que un aumento en un megabit por segundo (Mbps) puede generar aumentos en el PIB per cápita de hasta 1,6% (ver Tabla 2). Adicionalmente, se realizó un ejercicio en el que se dividió la muestra de países según su nivel de ingresos, siguiendo la clasificación que realiza el Banco Mundial. Los resultados se presentan en la Tabla 3 y muestran que para países de ingreso medio-alto (grupo de países en el que se ubica Colombia) el impacto podría ser aún mayor, generándose un incremento de 2,3% en el PIB per cápita ante un aumento de 1Mbps en la velocidad promedio de conexión.

Tabla 2. Resultado principal (Variables instrumentales)

Metodología empleada	MCO ³⁴		Variables Instrumentales	
	Sin controles	Con controles	(Etapa 1)	(Etapa 2)
Variables	Ln(PIB per cápita)	Ln(PIB per cápita)	Velocidad	Ln(PIB per cápita)
Tel96			0.116*** (0.019)	
Velocidad	0.0825*** (0.0053)	0.0662*** (0.007)		0.0159*** (0.002)
Controles		x	x	x
Efectos fijos (Año)			x	x
Efectos fijos (País)			x	x
Observaciones	790	655	663	661
R-cuadrado	0.219	0.664	0.551	
Países	89	89	89	89

Errores estándar entre paréntesis³⁵

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

³⁴ Los resultados de estas columnas equivalen a utilizar la ecuación (2) sin haber llevado a cabo el proceso que se encuentra en la (1) primero. De este modo, la velocidad que aparece como variable explicativa en el lado derecho de la ecuación ($\widehat{Vel}_{i,t}$) no va a ser una velocidad estimada, sino que se emplea el dato observado de velocidad como si esta constituyese una variable exógena.

³⁵ Se emplean errores estándar robustos para evitar problemas de heteroscedasticidad. Aun cuando se utilizan estos errores en la estimación, los resultados se mantienen.

Tabla 3. Resultados países por nivel de ingresos

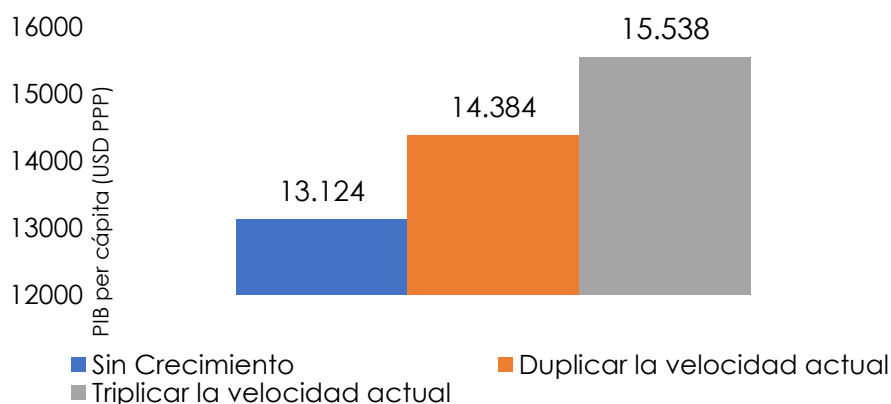
Grupo	ALTO		MEDIO-ALTO		BAJO	
	MCO	VI	MCO	VI	MCO	VI
Metodología Empleada						
VARIABLES	Ln(PIB per cápita)	Ln(PIB per cápita)	Ln(PIB per cápita)	Ln(PIB per cápita)	Ln(PIB per cápita)	Ln(PIB per cápita)
velocidad	0.0065*** (0.001)	0.008*** (0.001)	0.0213*** (0.0022)	0.023*** (0.003)	0.0171*** (0.00372)	0.01*** (0.002)
Controles	x	x	x	x	x	x
Constante	10.62*** (0.327)	10.56*** (0.319)	6.543*** (0.413)	6.88*** (0.415)	6.205*** (0.422)	7.151*** (0.439)
Efectos fijos (Año)	x	x	x	x	x	x
Efectos fijos (País)	x	x	x	x	x	x
Observaciones	321	321	199	199	135	135
Países	43	43	26	26	20	20

Errores estándar entre paréntesis

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Teniendo en cuenta el PIB per cápita colombiano actual, se realizó una proyección de 3 posibles escenarios, uno en el que Colombia sigue creciendo a la tasa a la que lo ha venido haciendo en los últimos 4 años, otro en el que hace esfuerzos por duplicar su velocidad y otro en el que logra triplicarla. Lo que se encuentra es que, si Colombia triplicara su velocidad promedio de conexión a Internet actual, podría aumentar su PIB per cápita en un 18,4% (ver Ilustración 11), alcanzando niveles de PIB per cápita de países como México y Brasil.

Ilustración 11. Escenarios aumento en PIB per cápita por aumento en velocidad



Fuente: DNP

Conclusiones y recomendaciones

Las tendencias internacionales muestran claramente cómo las personas están utilizando cada vez más el servicio de Internet para gozar de los beneficios que ofrece el entorno digital y que conducen al mejoramiento de la calidad de vida. Se evidencia también que estas tendencias, aunque globales, tienen diferencias regionales en el mundo por el ritmo desigual al que el ecosistema digital se masifica hacia el ciento por ciento de la población.

Dentro del conjunto de beneficios atribuibles al uso y apropiación de las TIC se encuentran los aumentos en productividad, en el número de empleos, y en el nivel de ingreso de los hogares. El incremento en el número de usuarios del *ecosistema digital* deriva en una mayor demanda de elementos como las aplicaciones, videos de alta definición, redes sociales y computación en la nube que, a su vez, demandan mayores capacidades en las redes del servicio de Internet.

Colombia no es la excepción a estas tendencias. Se evidencia en el país un crecimiento en el mismo sentido, evidenciado en un tráfico en Internet cada vez mayor y en una migración hacia tecnologías de 4G, entre otros, que exigen mayores capacidades en las redes del servicio para mejorar las condiciones de calidad. Estas condiciones, medidas a través de la velocidad de conexión a Internet, adquieren gran importancia cuando, a través de las TIC, se desea prestar servicios más complejos y generar mayor valor agregado en la economía. Las soluciones digitales, como la telemedicina, teleeducación, tele justicia, e-gobierno, Internet de las cosas, aplicaciones basadas en geo-referenciación y demás que se desarrollen en el futuro, requieren un ancho de banda superior al actual. Colombia presenta velocidades por debajo de lo requerido para estas aplicaciones (según el último reporte de Akamai³⁶, el país tiene una velocidad promedio -de descarga- de conexión a Internet de 5,5 Mbps), lo que podría limitar su ritmo de avance en el desarrollo y potencialización de una economía cada vez más digital.

Para que esto no ocurra, el país deberá concentrar esfuerzos en garantizar mayores velocidades de Internet. En este estudio se calcula el impacto que podría tener esta estrategia sobre las condiciones del país, mejorando el bienestar de los colombianos y acelerando el crecimiento económico, todo lo anterior derivando en un desarrollo acelerado para Colombia. En particular, se encuentra que aumentar la velocidad en 1Mbps puede generar aumentos en el PIB per cápita de hasta 1,6%. El impacto encontrado es el efecto *promedio* dentro de la muestra de países que se está analizando. Algunos países podrían presentar un efecto menor o mayor, dependiendo de cómo otras variables del contexto particular de cada uno puedan condicionar el efecto de la velocidad de Internet sobre el PIB per cápita.

En este sentido, una interesante agenda de trabajo que surge de este estudio puede abarcar, en principio, dos temáticas relevantes. La primera, referente a analizar si existen condicionantes (como la educación, las principales ramas económicas de un país y su nivel de apropiación de las TIC, entre otros) que modifiquen la magnitud del impacto, haciendo que los esfuerzos por aumentar la velocidad de Internet se traduzcan en un aumento mayor o menor del PIB per cápita. En efecto, es

³⁶ State of the Internet Connectivity Report 2017Q1. Publicado en febrero de 2017. Disponible en: <https://www.akamai.com/fr/fr/multimedia/documents/state-of-the-internet/q1-2017-state-of-the-internet-connectivity-report.pdf>

posible que factores culturales influyan sobre la decisión de un individuo de acceder al ecosistema digital adquiriendo el servicio de Internet, condición previa para contar con un servicio de calidad. En los diferentes indicadores analizados a lo largo de este estudio se encuentra que existe una correlación entre los niveles de educación, el entorno político y regulatorio, la innovación, el acceso y uso de TIC y el nivel de desarrollo económico de los países. Considerando lo anterior, es importante seguir realizando estudios que permitan identificar relaciones de causalidad entre estas variables, para saber qué aspectos podrían potenciar el impacto de un servicio de Internet de calidad.

Solucionar el problema del acceso a Internet garantizando la cobertura de todo el territorio nacional, no garantiza que los hogares de ingresos bajos usen este servicio. La disposición a pagar por contar con Internet puede estar determinada por una serie de concepciones y percepciones que los hogares tengan sobre este servicio. Con el fin de garantizar el uso de Internet en un hogar, una vez solventado el desafío de la cobertura, será necesario identificar los factores condicionantes del comportamiento en estos hogares, de tal forma que se puedan desarrollar iniciativas que incluyan elementos que promuevan el uso provechoso del servicio en los hogares. La identificación de estos condicionantes constituirá un insumo para generar las políticas y estrategias que permitan masificar el ecosistema digital, y cerrar la brecha digital, además de las sociales y económicas.

La segunda posible línea de investigación corresponde a realizar un estudio de caso para Colombia utilizando datos de departamentos o municipios como unidad de análisis para encontrar qué factores pueden estar condicionando el efecto de la velocidad de Internet sobre el PIB al interior del país. De esta forma, se podrían elaborar recomendaciones de política pública más precisas que potencien el aprovechamiento de los beneficios económicos y sociales que supone el acceso a altas velocidades de conexión a Internet por parte de todos los colombianos y que, en consecuencia, cumplan con el objetivo de impulsar el desarrollo del país.

Ahora bien, para que el aumento en la velocidad pueda traducirse en mejoras económicas, la digitalización de la economía colombiana deberá estar acompañada de políticas y estrategias de conectividad y apropiación que aseguren la provisión efectiva del Internet al ciento por ciento de la población, así como el acceso a todos los modelos de valor agregado que se soportan en éste. Ante la evidencia de impacto positivo significativo que tiene el servicio de Internet de calidad sobre la economía, surgen múltiples retos para suplir las actuales y futuras necesidades de conectividad que mejoren las condiciones de calidad del servicio y masifiquen sus beneficios a toda la población.

En síntesis, será necesario realizar un trabajo articulado entre la administración pública y la industria de TIC en la consolidación de las condiciones que permitan el acceso al servicio de Internet de calidad a todos los colombianos, así como en el desarrollo de estrategias del lado de la oferta (inversión en infraestructura) y de la demanda (apropiación de las TIC para solventar las necesidades y desafíos de todos los colombianos).

Según el BID y la OECD (2016) para que en Colombia toda la población cuente con acceso a Internet, aún se debe conectar a 23,2 millones de personas. Por esto, para poder garantizar la calidad del servicio de Internet, se debe solventar primero el reto de acceder al mismo. Es importante generar las condiciones mínimas habilitantes para lograr el desarrollo de la banda ancha en el país y conectar al 100% de la población, entendiendo banda ancha como un concepto que evoluciona permanentemente con el incremento de la demanda de bienes y servicios en la economía digital.

En Colombia se está dando el fenómeno de digitalización de la economía, siguiendo tendencias internacionales (aumento de tráfico, migración tecnológica) que le permitirán seguir haciendo parte de este proceso en el corto plazo. La gran pregunta es a qué ritmo dicho fenómeno se dará en nuestro país en el mediano y largo plazo. Es en la definición del ritmo al que se dará de este cambio, donde se determinará qué tan rápido se verá impulsada la innovación, la productividad, la competitividad, el crecimiento económico y la reducción de la desigualdad en el país.

Referencias

A4AI (2017) 2017 Affordability Report. Recuperado de: <http://1e8q3q16vyc81g8l3h3md6q5f5e.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2017/02/A4AI-2017-Affordability-Report.pdf>

Akamai (2017) State of the Internet report Q1. Vol. 10 No. 1. Publicado el 19 de febrero de 2017. Recuperado de: <https://www.akamai.com/fr/fr/multimedia/documents/state-of-the-internet/q1-2017-state-of-the-internet-connectivity-report.pdf>

Banco Mundial (2016) Nuevas clasificaciones de los países por nivel de ingreso. Publicado el 7 de mayo de 2016. Recuperado de: <https://blogs.worldbank.org/opendata/es/nuevas-clasificaciones-de-los-paises-por-nivel-de-ingreso>

BID & OCDE (2016) Políticas de Banda Ancha para América Latina y el Caribe, un manual para la Economía Digital. Publicado en París. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8249/Políticas-de-banda-ancha-para-América-Latina-y-el-Caribe-un-manual-para-la-economía-digital.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

BID (2012) Socioeconomic Impact of Broadband in Latin American and Caribbean Countries. Por Antonio García Zaballos & Rubén López-Rivas. Nota Técnica No. 471. Instituciones para el Desarrollo (IFD). Recuperado de: <http://www20.iadb.org/intal/catalogo/PE/2013/11427.pdf>

CAF (2014) Expansión de infraestructura regional para la interconexión de tráfico de Internet en América Latina. Recuperado de: http://publicaciones.caf.com/media/41097/expansion_infraestructura_internet_america_latina.pdf

CEPAL a (2013) Economía digital para el cambio estructural y la igualdad. Recuperado de: https://www.cepal.org/ilpes/noticias/paginas/3/54303/economia_digital_para_cambio.pdf

CEPAL b (2015) Estado de la Banda Ancha en América Latina y el Caribe 2016. Naciones Unidas. Recuperado de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38605/S1500568_es.pdf

CEPAL c (2016) Estado de la Banda Ancha en América Latina y el Caribe 2016. Naciones Unidas con el apoyo de la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ). Recuperado de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40528/6/S1601049_es.pdf

Cisco a (2013) Desmitificando IPv6. Publicado el 13 de diciembre de 2013. Por Mark Townsley. Recuperado de: <https://gblogs.cisco.com/la/desmitificando-ipv6/>

Cisco b (2016) Visual Networking Index de Cisco predice el triple del tráfico IP para 2020. Publicado el 5 de Julio de 2016. Recuperado de: https://gblogs.cisco.com/cansac/visual-networking-index-de-cisco-predice-el-triple-del-trafico-ip-para-2020/?doing_wp_cron=1507514544.4132699966430664062500

Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T. & Woessmann, L. (2011) Broadband Infrastructure and Economic Growth. Publicado en Mayo de 2011 en The Economic Journal 2011 Royal Economic Society. Editorial Blackwell Publishing, Reino Unido.

DANE (2017) Indicadores básicos de tenencia y uso de Tecnologías de la información y la comunicación – TIC en hogares y personas. Resultados módulo TIC ECV 2016. Publicado el 7 de abril de 2017. Recuperado de : https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/prese_tic_hogares_2016.pdf

De los Ríos (2010) Impacto del Uso del Internet en el Bienestar de los Hogares Peruanos. DIRSI. Instituto de Estudios Peruanos. Diálogo Regional sobre la Sociedad de la Información. IDRC.

DNP (2015) Índice Departamental de Innovación para Colombia (IDIC), 2015. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/%C3%8Dndice%20de%20Innovaci%C3%B3n%20Departamental%20para%20Colombia.pdf>

Ericsson (2013) Measuring the impact of broadband on income. En colaboración con Chalmers y Arthur D. Little. Recuperado de : <http://mb.cision.com/Public/15448/2245698/be001c2543ce4e62.pdf>

Facebook (2015) State of Connectivity 2015 A report on Global Internet Access. Recuperado de: <https://fbnewsroomus.files.wordpress.com/2016/02/state-of-connectivity-2015-2016-02-21-final.pdf>

Fornfeld, M., Delaunay, G. & Elixmann, D. (2008) The impact of Broadband on Growth and Productivity. A study on behalf of the European Commission (DG Information society and Media. Management Consulting GmbH.

Johnson, B. C., Manyika, J. M. & Yee, L. A. (2005) Análisis para la Universidad de Berkeley, 2006. Publicado en 2009 Information and Communications for Development: Extending Reach and Increasing Impact, Banco Mundial, 2009. Recuperado de : <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2636>

Katz, R. (2008) The economic and social impact of telecommunications output: Empirical Evidence in the U.S. and Europe. ETNO regulatory economics task forcé. Publicado el 30 de abril de 2008. Bruselas.

Katz, R. & Avila, J. (2011) El impacto económico de la banda ancha y desafíos para superar la brecha digital. Seminario sobre los aspectos económicos y financieros de las telecomunicaciones. Sesión 10. Columbia Business School. Publicado el 15-16 de febrero de 2011. San Salvador, El Salvador.

Millward Brown (2014) AdReaction 2014. Recuperado de: <http://www.millwardbrown.com/adreaction/2014/#/main-content>

MinTIC (2017) Boletín Trimestral de las TIC Cifras Tercer Trimestre de 2017. Recuperado de: http://colombiatic.mintic.gov.co/602/articles-62299_archivo_pdf.pdf

OECD (2014) Access Network Speed Tests. OECD Digital Economy Papers No. 237, OECD Publishing, Paris.

Qiang, C. Z-W, Rossotto C. & Kimura K. (2009) Economic Impacts of Broadband. Publicado en Information and Communications for Development, Washington D. C.: Banco Mundial.

Rohman, I. K. & Bohlin, E. (2012) Does broadband speed really matter for driving economic growth? Investigating OECD countries. División de Tecnología y Sociedad del Departamento de Administración Tecnológica y de Economía de la Universidad de Tecnología de Chalmers, Suecia. Recuperado de: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/local_159056.pdf

Romer, P. (1990) Endogenous Technological Change. Publicado en Journal of Political Economy. Vol. 98 No. 5 Pt. 2. Recuperado de : <http://pages.stern.nyu.edu/~promer/Endogenous.pdf>

UIT a (2014) The State of Broadband 2014. A report by the Broadband Commission. UIT con el apoyo de la UNESCO. Recuperado de : <http://www.broadbandcommission.org/Documents/reports/bb-annualreport2014.pdf>

UIT b (2016) Measuring the Information Society Report

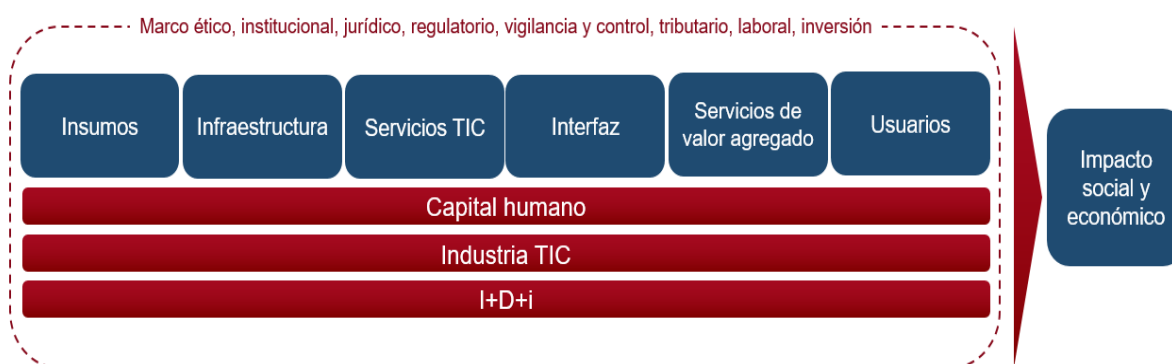
UIT c (2017) The State of Broadband : Broadband catalyzing sustainable development. UIT con el apoyo de la UNESCO. Recuperado de: https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/pol/S-POL-BROADBAND.18-2017-PDF-E.pdf

WEF (2016) The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. Publicado el 14 de Enero de 2016. Recuperado de: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

Anexo 1 – Ecosistema digital

En el contexto de la economía digital, el concepto de *ecosistema digital*³⁷ ha evolucionado de una estructura compuesta exclusivamente por infraestructura y servicios de telecomunicaciones hacia una más compleja y extensa, donde cobran relevancia elementos como la forma en que se relacionan el humano o las máquinas con los servicios, convirtiéndose en una especie de sujeto digital (vr.gr., teléfonos inteligentes, computadores, tabletas, data centers, elementos de Internet de las Cosas o IoT³⁸ por sus siglas en inglés, etc.), los servicios de valor agregado que se pueden ofrecer (vr.gr., aplicaciones y contenidos digitales, gobierno electrónico, Big Data, etc.), la capacidad de los usuarios para explotar estos servicios obteniendo valor agregado e, incluso, los beneficios e impactos (sociales, ambientales, económicos) obtenidos con esta explotación. Adicionalmente, se encuentran componentes transversales³⁹, necesarios en cada eslabón del ecosistema, así como los marcos ético y regulatorio, entre otros, que facilitan la organización del Estado para que éste propenda por la adecuada administración y masificación de este ecosistema.

Ilustración 12. Ecosistema digital



Fuente: DNP

En *insumos* se encuentran todos los elementos necesarios para construir y proveer redes, dispositivos y servicios de telecomunicaciones, como los cables de cobre, fibra óptica, antenas, etc., y un recurso natural limitado que es el espectro radioeléctrico.

La *infraestructura* de telecomunicaciones es la base de cualquier proceso de transformación digital y se genera a partir de la combinación de un gran número de insumos. Sin ésta no se podría disponer de una llamada de un teléfono móvil o de un acceso a Internet. Dado que existe una demanda de servicios digitales por parte de los usuarios, en respuesta debe existir una oferta que satisfaga esta demanda. La infraestructura es la base para que exista dicha oferta, en tanto garantiza la cobertura

³⁷ Marco de referencia que permite analizar las herramientas requeridas para llevar a cabo un proceso de transformación digital.

³⁸ *Internet of Things*

³⁹ Entre ellos se encuentran: i) el talento digital (profesionales con capacidad para desarrollar bienes o servicios en cualquier parte del ecosistema); ii) la Investigación, Desarrollo e innovación (I+D+i) y; iii) la industria digital.

y disponibilidad del servicio de Internet, aspectos que suponen la primera barrera para que el acceso y la experiencia de los usuarios en la economía digital sean los más óptimos.

Como tercer elemento se encuentran los *servicios TIC*, que representan el primer componente con el cual las personas pueden hacer uso del ecosistema digital. Dentro de este elemento se incluyen los servicios de voz (fijo y móvil), mensajes de texto (SMS), la televisión, la radio y el Internet (fijo y móvil). Con la masificación del Internet, las personas han podido ampliar el abanico de posibilidades en cuanto a las actividades desarrolladas al interior del ecosistema digital. Estas actividades involucran desde publicar y descargar información hasta realizar compras o acceder a programas educativos completos.

La masificación de la provisión de cualquier servicio o actividad en Internet ha sido consecuencia de la masificación del servicio de Internet, y de su arquitectura abierta con bajas barreras al acceso. Esta proliferación de actividades y servicios en línea ha dado gran relevancia al cuarto y quinto componente del ecosistema digital. El cuarto (*interfaz*) hace referencia a la relación máquina-humano-ecosistema e incluye todos aquellos dispositivos con los que una persona (o máquina) puede hacer uso de este ecosistema (principalmente de los servicios). En este componente se encuentran los teléfonos inteligentes, computadores, *IoT*, etc. Por su parte, el quinto componente (*servicios de valor agregado*), incluye todos los desarrollos digitales que pueden proveerse principalmente a través de Internet (aplicaciones web, contenidos digitales -audio, vídeo, texto, multimedia-, teleservicios⁴⁰, Big Data, inteligencia artificial, etc.) y que se constituyen como el dinamizador de los procesos de transformación digital. Este componente es el que permite hacer una conexión entre las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) y todos los sectores de la economía, dando vida al concepto de economía digital.

Finalmente, y puesto que el uso del ecosistema digital se destina a transformar las economías y no únicamente al desarrollo de actividades básicas para el ser humano, cobran relevancia el sexto y el séptimo componentes descritos en la Ilustración 12. El sexto hace referencia a los *usuarios* que son quienes realmente explotan los componentes que le preceden y los cuales deben tener las habilidades y capacidades requeridas para ello. Finalmente, el séptimo componente (*Impacto social y económico*) evidencia el objetivo máximo en el uso del ecosistema digital que es la generación de beneficios para la sociedad a través de la transformación de las economías hacia un entorno digital.

Por otra parte, el primer elemento transversal es el *capital humano*, el cual incluye toda la oferta de profesionales con capacidad para desarrollar cada uno de los componentes del ecosistema digital. El segundo, la *industria TIC* o digital, abarca todas las empresas que ofrecen bienes y servicios digitales, ya sea para el sector TIC en sí mismo (vg.gr., proveedor de Internet o telefonía móvil) o para cualquier otro sector de la economía. Finalmente, se encuentra la I+D+i⁴¹ que hace referencia al entorno y mecanismos que permiten llevar a cabo actividades de ciencia y de innovación para encontrar nuevos descubrimientos tecnológicos.

⁴⁰ Servicios como salud, educación, justicia, etc., que pueden ser prestados a través de un servicio de telecomunicaciones. Hoy en día los teleservicios se prestan a través de una aplicación desarrollada para la red de Internet.

⁴¹ *Investigación, Desarrollo e Innovación*

Por último, se encuentran los elementos de entorno del ecosistema, que son los marcos ético, normativo, regulatorio, de vigilancia y control, institucional, de seguridad, de inversión, laboral y de financiación. Estos incluyen todos los lineamientos para la organización del Estado en torno a la administración y masificación del ecosistema digital al ciento por ciento de la población, así como a la maximización de los beneficios de su explotación.

La calidad de un componente depende directamente de la calidad de los elementos que lo preceden (Ilustración 12), lo que hace igual de relevante a cada eslabón del ecosistema. No obstante, a partir del tercer elemento (*servicios TIC*) un elemento fundamental es el Internet en sus dimensiones de acceso, cobertura y calidad. Sin Internet, los usuarios no pueden acceder a los componentes que se encuentran después de los *servicios TIC* y no se alcanza el objetivo máximo del ecosistema digital de generar impactos sociales y económicos que beneficien a la población. Teniendo en cuenta que el servicio de Internet, en sus dimensiones de acceso y cobertura ya ha sido estudiado y diagnosticado tanto a nivel nacional como internacional, el presente estudio se enfoca en la velocidad de conexión a Internet, ya que ésta constituye una variable clave para que el usuario tenga una experiencia de calidad del servicio.

Anexo 2 – IXP

La calidad del servicio de Internet se puede medir de diversas formas, dependiendo de la metodología que se emplee. No obstante, criterios técnicos como la velocidad de transferencia en la descarga y carga de información, y el retardo en la red, representan sin ambigüedades técnicas la calidad de la conexión con la que cuenta un usuario. La velocidad hace referencia a cuántos bits, por unidad de tiempo, pueden ser recibidos o enviados en la conexión del usuario y se mide generalmente en bits por segundo (bps). Por su parte, el retardo, también conocido como latencia, hace referencia al tiempo en que una señal se propaga del emisor al receptor, y está directamente relacionado con la distancia recorrida y la calidad del medio de transmisión.

La calidad del servicio de Internet, en términos de velocidad y latencia, adquiere una gran relevancia, cuando se considera que el ecosistema digital es la base la transformación digital de las economías, en la que se requieren más aplicaciones, de mayor valor agregado y mayor complejidad. Por tanto, es claro que la disponibilidad de un servicio de Internet que permita una alta prestación de servicios se constituye como la primera barrera que podría limitar el disfrute de los beneficios sociales, ambientales y económicos que genera el entorno digital.

El servicio de Internet más frecuente hoy en día es el denominado “Internet de banda ancha” o “acceso de banda ancha” que, en sentido estricto, la UIT en su recomendación I.113 define como “acceso a RDSI⁴² capaz de contener al menos un canal que puede soportar una velocidad superior a la velocidad primaria o una velocidad de transferencia de información equivalente”. En términos numéricos, esta definición equivale a una velocidad de transferencia entre 1,5 Mbps y 2 Mbps. Otra definición expuesta por el mismo ente se encuentra en un reporte del 2006⁴³ en el que la UIT definía la banda ancha como cualquier red con una capacidad conjunta de 256 kbps. No obstante, esta definición puede variar según el marco normativo y regulatorio en cada país.

Lo realmente importante en la definición de banda ancha es lo que en la práctica un usuario pueda realizar sobre ésta (vr.gr., comunicación de voz, visualización de un vídeo, juegos, teleservicios, etc.). Esto hace que la definición regulatoria sea un concepto dinámico que varía entre países, dependiendo del nivel de desarrollo de la economía digital que tiene cada uno.

Para lograr el desarrollo y potencialización de la economía digital en un país, es necesario comprender los diferentes eslabones para el despliegue del Internet. La red de Internet es una “red de redes” independientes que se comunican y conectan entre sí por medio del protocolo de Control de Transmisión o Protocolo de Internet (TCP/IP por sus siglas en inglés). En cada área geográfica cierto número de redes son agrupadas dentro de un Proveedor de Servicios de Internet (ISP por sus siglas en inglés⁴⁴), quien se encarga de interconectarse con sus pares, a nivel nacional e internacional, para brindar una conectividad con alcance global a cada usuario. Para ello, esta interconexión se realiza mediante una infraestructura física de Puntos de Intercambio de Internet (IXP por sus siglas en inglés⁴⁵) o a través de redes de terceros, que constituyen un modelo similar al

⁴² Red Digital de Servicios Integrados

⁴³ Trends in Telecommunication Reform 2006, UIT

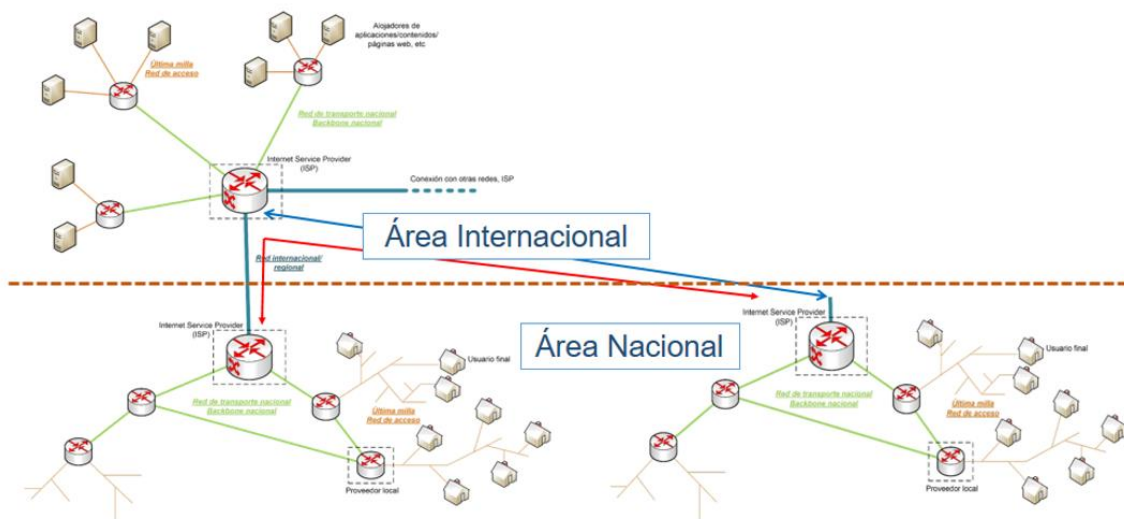
⁴⁴ Internet Services Provider

⁴⁵ Internet Exchange Point

IXP. Así, cuando un usuario (origen) desea establecer una conexión a un servidor (vr.gr., una red social o un disco virtual de almacenamiento), la señal debe pasar por un IXP o red de tercero antes de llegar al servidor destino, tal y como se muestra en la Ilustración 13. En el caso de Colombia, esta interconexión normalmente se lleva a cabo por fuera del país. Se discute sobre este aspecto más adelante.

Es importante señalar que, en términos generales, el costo de los servicios de telecomunicaciones, incluido el de Internet, es directamente proporcional, entre otros, a la distancia recorrida por la señal. Así mismo, una mayor distancia recorrida implica, además, una mayor latencia, lo que impacta en la calidad del servicio y, por tanto, en la experiencia del usuario.

Ilustración 13. Interconexión de redes para Internet



Fuente: DNP, 2017

En términos comerciales, la red de Internet está compuesta por una multiplicidad de ISPs mundiales, regionales y locales, los cuales se interconectan básicamente de dos formas. En la primera de éstas, los ISPs venden servicios de tránsito a otros operadores por el tráfico que pasa a través de sus redes. La segunda se presenta cuando tienen una posición y tamaño similar en el mercado (pueden intercambiar cantidades de tráfico del mismo orden de magnitud), y consiste en la celebración de acuerdos de *peering* o interconexión voluntaria. Estas dos opciones pueden tomar lugar directamente entre dos, o más, redes o por medio de un IXP como ya se ha comentado. En este último caso, el IXP puede funcionar como un centro de confluencia, haciendo que el tráfico local de cualquier red transite por una única conexión hasta el punto de intercambio, lo que contribuye a la disminución de costos. En caso de no llevarse a cabo la interconexión mediante un IXP, los costos asociados a la gestión del tráfico, y al usuario aumentan, como resultado de tener que transitar un mayor número de puntos (o nodos) desde una red origen a una de destino. Así mismo, esto también impacta negativamente la velocidad de carga o descarga (bps) y aumenta la latencia de la señal.

A nivel nacional, se ha optado por el despliegue de IXP para el intercambio de tráfico local, con el ánimo de mejorar la capacidad de las redes, de apropiar la infraestructura de transporte, de reducir los costos de interconexión y de reducir los costos de las tarifas del servicio de Internet al usuario final, y para incentivar el desarrollo e ingreso de proveedores de contenidos y de almacenamiento local. Esto se evidencia claramente en la **Ilustración 14** **Internet - IXP**



. En caso de contar con IXP nacionales, la señal recorre menos distancia, permitiendo así, con un modelo de negocio adecuado, reducir los costos de los servicios, reducir significativamente la latencia y aumentar la utilización de las redes nacionales, tanto las desplegadas por la industria como las financiadas con recursos públicos.

Ilustración 14. Internet - IXP



Fuente: DNP, 2017

En términos generales, la estructura de conexión de Internet vista desde el usuario final, se puede resumir como se muestra en la Ilustración 15. La primera parte de dicha estructura corresponde a la red internacional, que es seguida por la red nacional, la última milla y, finalmente, la red interna

en un hogar o empresa. Estas cuatro constituyen, de manera general, las fases de conectividad que hacen realidad la experiencia de un usuario con este servicio.

Ilustración 15. Fases de conectividad



Fuente: DNP

La red internacional es la que permite conectar al país con el resto del mundo. Es decir, es el eslabón que asegura que el país tenga acceso a la economía digital global, mientras la red nacional es aquella que se encarga de que el contenido se distribuya a lo largo del país y llegue a cada una de las cabeceras municipales. Para garantizar la conexión de cada uno de los hogares en el país, se hace necesario el despliegue de la red de última milla, que es aquella que va de la cabecera de un municipio a la puerta del hogar. Este aspecto se convierte en uno de los retos actuales a ser solventados en Colombia, bien sea por el propio mercado o a través de soluciones de política pública. Finalmente, se encuentra la red interna, la cual abarca los componentes que permiten conectarse al servicio de Internet dentro de un hogar o empresa a través de un terminal con capacidad para ello. La consolidación de cada uno de los eslabones de esta red es de gran relevancia a la hora de pensar en el despliegue efectivo de banda ancha y debe pensarse como un sistema interdependiente que garantiza la adecuada prestación del servicio.

Según la CEPAL (2013), la infraestructura de redes de banda ancha es un componente clave de la economía digital y sus elementos básicos son la conectividad nacional e internacional, las redes de acceso local, los puntos de acceso público y la asequibilidad. El país cuenta con cifras importantes en estos aspectos. Actualmente, existen 10 cables submarinos que pueden verse como una respuesta al aumento de la demanda de servicios de telecomunicaciones y que han mejorado significativamente las condiciones de conectividad internacional. Adicionalmente, en cuanto a la red nacional, el cubrimiento con conexión de fibra óptica es del 96% y el 4% restante está cubierto a través de la red de microondas de alta velocidad⁴⁶, además de la infraestructura propia que la industria ha desplegado. Así mismo, en cuanto a la expansión de infraestructura nacional para la interconexión de tráfico, el país cuenta con un IXP para el intercambio del tráfico nacional. En materia de última milla se requiere realizar un levantamiento de información riguroso que refleje con precisión el diagnóstico del país en esta fase de conectividad.

⁴⁶ Plan Nacional de Fibra Óptica (PNFO) y la iniciativa complementaria para cubrir las regiones Amazonía, Orinoquía y Pacífico con soluciones de sistemas inalámbricos (microondas terrestres y satélites). Ambas iniciativas se encuentran dentro del Proyecto Nacional de Conectividad de Alta Velocidad (PNCVAV)