

MODELO DE CÁLCULO DE IMPACTO ECONÓMICO Y PRODUCTIVO DE LA BRECHA DIGITAL 2020

Mayo de 2020

TABLA DE CONTENIDO

Tabla de contenido	ii
Lista de gráficas.....	iv
Lista de Ilustraciones.....	iv
Lista de tablas.....	v
Abreviaturas.....	vi
Autores del estudio.....	vii
Introducción	1
Capítulo 1	7
Modelos de Impactos socioeconómico y regional: Una exploración a la literatura internacional.....	7
1.1 Impacto de la industria TIC sobre las variables macrosectoriales.....	8
1.1.1 Aspectos generales.....	8
1.1.2 Alguna evidencia sobre relaciones causa - efecto.....	10
1.2 Impacto de la banda ancha sobre el crecimiento económico.....	12
1.2.1 El caso de los países de la OCDE.....	12
1.2.2 Impacto del sector de las TIC en otros países.....	15
1.2.3 Velocidad de banda ancha y crecimiento económico.....	18
1.2.4 Impacto de la banda ancha en los ingresos.....	22
1.3 Impacto del sector TIC en la generación de empleo.....	24
1.4 Generación de externalidades de red conexos a la adopción intensiva de TIC y banda ancha.....	27
1.5 Impacto de las TIC sobre la productividad en la economía.....	29
1.6 Impacto de las TIC sobre los índices de igualdad.....	33
1.7 Impacto de las TIC en la educación.....	36
1.8 El acceso a Internet aumenta la competencia y el desarrollo de nuevos productos y procesos, crean nuevas prácticas de trabajo, fomenta actividades de emprendimiento y aumenta la productividad laboral.....	37
1.9 Conclusión. La banda ancha de alta velocidad impacta muchas de las dimensiones de una sociedad moderna.....	37
Capítulo 2	40
Modelo de impacto regional de la Brecha Digital	40
2.1 Descripción conceptual del modelo propuesto.....	41
2.1.1 El modelo conceptual de impacto propuesto.....	41
2.1.2 Variables de impacto identificadas de la investigación de la literatura académica a nivel nacional e internacional.....	44
2.2 Selección y justificación de los indicadores de impacto regional a utilizar.....	49
2.2.1 Variables de impacto económico sobre las regiones y los departamentos.....	49
2.2.1.1 Variables que impactan el crecimiento económico.....	49
2.2.1.2 Variables de impacto sobre el empleo regional y departamental.....	51
2.2.1.3 Desempleo de larga duración (Variable R19).....	51
2.2.1.4 Informalidad y subempleo (Variable R 29).....	52
2.2.2 Barreras de acceso a servicios de salud (Variable R18).....	52
2.2.3 Variables de impacto sobre el desarrollo y la productividad empresarial.....	52
2.2.3.1 El número de empresas en una región determinada como variable de impacto regional.....	53
2.2.3.2 Productividad económica como variable de impacto regional.....	54

2.2.4	Variables de impacto de orden social en las regiones.....	55
2.2.4.1	La incidencia de la pobreza multidimensional (IPM).	56
2.2.4.2	Logros en materia educativa: Analfabetismo, bajo logro educativo y el rezago escolar. 59	
2.2.4.3	Logros en calidad de la vivienda y del entorno de las familias.....	61
2.3	Análisis de variables adicionales relacionadas con el IBD	62
2.3.1	Impacto de la velocidad promedio regional de las conexiones de Internet fijo sobre las variables regionales.	63
2.3.2	Impacto de la penetración masiva del Internet sobre las regiones y departamentos.	64
Capítulo 3		65
Análisis estadístico de la relación de la Brecha Digital con el desempeño de los componentes del modelo.		65
3.1	Descripción metodológica.	65
3.1.1	Análisis de correlación	65
3.1.2	Modelo de regresión lineal simple.....	66
3.2	Información utilizada	67
3.3	Resultados obtenidos.....	68
3.4	Otras variables de interés	70
Capítulo 4		73
Análisis de resultados obtenidos.		73
4.1	Antecedentes.	73
4.2	Resultados de impacto final sobre las variables socioeconómicas regionales: Impacto del IBD. 74	
4.2.1	Dirección y fortaleza de la correlación entre el IBD y las variables de impacto.....	76
4.3	Resultados de impacto final: Impacto de las dimensiones del índice sobre las variables de pobreza y brecha social.	79
4.4	Resultados de impacto final: Impacto de las dimensiones del índice sobre educación y escolaridad.	81
4.5	Resultados de impacto final: Impacto de las dimensiones del índice sobre crecimiento, empleo y vivienda.	83
4.6	Resultados de impacto final: Impacto de las dimensiones del índice sobre la fortaleza del sector empresarial.....	84
4.7	Resultados de impacto: Impacto de los niveles de penetración y velocidad de banda ancha.	85
4.8	Resultados de impacto: Propuesta de variables a incluir en el modelo de impacto.	88
Bibliografía.....		91
ANEXO N°. 1 – Archivo digital para la estimación de impactos económicos y productivos.....		100
ANEXO N°. 2 – Instructivo para uso de archivo digital.....		100

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1-1 - Contribución de inversiones en TIC y no relacionadas con TIC al crecimiento del PIB, 2008 - 2013 - Puntos porcentuales, media anual.....	14
Gráfica 1-2 - Contribución de inversiones en TIC y no relacionadas con TIC al crecimiento del PIB, 2001 - 2007 - Puntos porcentuales, media anual.....	14
Gráfica 1-3 - PIB per cápita vs. velocidad de descarga (Mbps)	19
Gráfica 1-4 - Índice de innovación departamental para Colombia vs. velocidad de descarga.....	21
Gráfica 1-5 - Índice de innovación departamental para Colombia vs. penetración de Internet.....	21
Gráfica 1-6 – Escenarios de impacto en el crecimiento en el PIB de aumentos en la velocidad de Internet de banda ancha.....	22
Gráfica 1-7 - Contribución del sector de TIC al crecimiento de la productividad total del trabajo. 2001-13	30
Gráfica 1-8 - Relación entre pobreza y penetración de Internet a nivel departamental en Colombia	33
Gráfica 1-9 – Aumentos en la velocidad de Internet, con niveles de penetración fija en los quintiles 1 y 2 – Variación en el índice de Gini.....	34
Gráfica 1-10 – Aumento en la penetración y en la velocidad y su impacto sobre los quintiles 1 y 2	35
Gráfica 2-1 - Porcentaje de hogares que enfrentan privaciones en Colombia desglosados por categorías de privación (%) - 2018.....	59
Gráfica 4-1 – Coeficientes de correlación entre el Índice de Brecha Digital y las variables del modelo de impacto*	75
Gráfica 4-2 - Impacto de las dimensiones del IBD sobre las variables de pobreza e igualdad – Coeficientes de correlación	80
Gráfica 4-3 - Impacto de las dimensiones del IBD sobre las variables asociadas a educación – Coeficientes de correlación	82
Gráfica 4-4 - Impacto de las dimensiones del IBD sobre las variables de desempeño económico y de empleo – Coeficientes de correlación.....	84
Gráfica 4-5 - Impacto de las dimensiones del IBD sobre las variables asociadas al desempeño empresarial – Coeficientes de correlación.....	85
Gráfica 4-6 - Impacto de la penetración de Internet de banda ancha sobre las variables de impacto económico final – Coeficientes de correlación	87

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1 – Formulación del modelo de impacto del sector TIC a nivel regional.....	42
Ilustración 2-2 – Modelo de impacto – Variables identificadas	44

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1 Modelo de impacto del PIB por aumentos de conexiones de banda ancha (B.A.) – Tasas promedio de crecimiento en variables representativas	17
Tabla 1-2 - Promedio de crecimiento para el período 2007-2010 para las variables claves. Modelo Crecimiento del Ingreso real por hogar	24
Tabla 1-3- Creación de empleo por despliegue de banda ancha.....	26
Tabla 2-1 – Variables de impacto identificadas de la investigación nacional e internacional – Variables económicas.....	45
Tabla 2-2 - Variables de impacto identificadas de la investigación nacional e internacional – Variables socioeconómicas y regionales.....	46
Tabla 2-3 - Variables de impacto empresarial. Impacto sobre la productividad y la actividad económica	47
Tabla 2-4 - Variables de impacto empresarial. Impacto sobre el número de firmas y sobre el sector de educación	48
Tabla 2-5 - Porcentaje de hogares que enfrentan privaciones en Colombia desglosados por categorías de privación	58
Tabla 3-1 - Indicadores Socioeconómicos Propuestos	67
Tabla 3-2 - Correlaciones obtenidas.....	69
Tabla 3-3 - Indicadores adicionales.....	70
Tabla 3-4 - Correlaciones variables adicionales.....	71
Tabla 4-1 – Modelo de impacto de la Brecha Digital–Variables incluidas.....	89
Tabla 4-2 - Modelo de impacto de la Brecha Digital – Coeficientes de correlación y pendientes entre el IBD y las variables del modelo	90

ABREVIATURAS

DNP	Departamento Nacional de Planeación
ENCV	Encuesta Nacional de Calidad de Vida
FUTIC	Fondo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
IBD	Índice de Brecha Digital
IAPM	Índice de Incidencia Ajustada de la Pobreza Multidimensional
IPM	Incidencia de la Pobreza Multidimensional
MinTIC	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
NBI	Necesidades Básicas Insatisfechas
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
PEA	Población Económicamente Activa
TIC	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
USD	Dólares de los Estados Unidos de América

AUTORES DEL ESTUDIO

El presente estudio fue adelantado para el Ministerio – Fondo Único de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, por la Unión Temporal UT – Brechas 2019, conformada por las empresas Yanhaas S.A., Sistemas Administración e Ingeniería S.A.S. e Iteco Consultores S.A.S.

Equipo de trabajo:

Sergio Sotomayor Rodríguez	Director General
Erika Castro Buriticá	Director Técnico
Mauricio López Calderón	Co-Director
Víctor Manuel Mayorga Torrado	Consultor
Ernesto López Calderón	Consultor
Camilo Carrascal Vergel	Consultor
Isabel Cristina Fajardo Arévalo	Consultor
Alberto López Salgado	Consultor
Sergio Martínez	Análisis Estadístico

INTRODUCCIÓN

Este documento está relacionado con el impacto que tiene el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) sobre el ecosistema digital y la manera en que, desde una óptica académica, este impacta el desarrollo socioeconómico del país y sus regiones (a nivel departamental y/o municipal), la reducción de la pobreza y la eliminación de las brechas económicas y sociales y el crecimiento de la productividad empresarial.

Asimismo, esta relación entre las TIC y el desarrollo de una economía implica entender los niveles de causalidad existentes entre las variables, buscando encontrar la eficacia con la que las inversiones en el sector TIC generan círculos virtuosos de desarrollo socioeconómico y de riqueza en el país y sus regiones.

Este ejercicio se propone en la medida en que es importante comprender la dinámica de las relaciones existentes entre el sector de las TIC y las diferentes dimensiones relacionadas con el desarrollo social y económico del país, buscando utilizar, a pesar de sus limitantes, las series de información consistentes y detalladas en el tiempo con que se cuenta. Por las dificultades que existen en la calidad o la inexistencia de series lo suficientemente largas que permitan determinar con certeza la causalidad entre las variables se hace difícil establecer análisis del tipo causa y efecto. Más bien, las series existentes permiten, con una relativa mayor facilidad, establecer inferencias de las cifras con las que es posible realizar análisis de correlación entre las diferentes variables socioeconómicas y aquellas relacionadas con la inversión en el sector de las TIC y que conforman el Índice de Brecha Digital definido por parte de los Consultores.¹

¹ Los indicadores base para el análisis desarrollado en el documento provienen del Índice de Brecha Digital Regional previamente diseñado durante la presente Consultoría. Este es un índice

Es importante y conveniente acudir entonces a la literatura académica que en el contexto internacional ha abordado esta problemática, como referente conceptual para el ejercicio que se desarrolla en la presente consultoría. Este será, en efecto, el objetivo central del Capítulo 1 del documento, donde se ahondará en la manera como, tanto académicos y estudiosos del tema, como entidades de carácter multilateral han generado diversos aportes en cuanto al impacto del sector de las TIC sobre diferentes dimensiones de carácter social y económico y la trascendencia de sus inversiones en la promoción de procesos de crecimiento sostenido y continuo en el tiempo y la generación de dinámicas en variables trascendentales a nivel regional como la igualdad en el ingreso, el aumento en la productividad de las empresas, la promoción de procesos de innovación empresarial o el crecimiento económico, para mencionar tan solo algunas de las más importantes.

El Capítulo 2 presentará, de otro lado, la propuesta de la Consultoría relacionada con la adopción para el caso colombiano de un modelo de impacto regional de las TIC sobre las variables departamentales y municipales claves del país.

A continuación, el Capítulo 3 del documento estará dirigido a presentar una descripción del análisis estadístico adelantado relacionado con el impacto de los niveles de la brecha digital y sus componentes sobre las variables de desempeño del modelo de impacto macrorregional, presentando, en primer lugar, una descripción metodológica del modelo y a continuación, efectuando un recuento de la información utilizada para tal efecto.

Finalmente, el Capítulo 4 presentará, a renglón seguido, los resultados obtenidos a partir de los cálculos preliminares del modelo propuesto.

Adicionalmente, como anexos del documento se encuentran un archivo de cálculo en el cual se aplican de manera práctica la propuesta y los resultados del presente estudio y un instructivo para facilitar el uso de dicho archivo de cálculo.

multidimensional compuesto por cuatro dimensiones: motivación, habilidades digitales, acceso material y aprovechamiento.

► Documentación académica relevante

Las TIC se relacionan con desarrollos conceptuales que, desde la academia, se han realizado en materia del concepto de ecosistema digital en la medida en que se evolucionó hacia un concepto más amplio de las TIC, que implicó la extensión de la cadena de valor tradicional de redes y servicios de telecomunicaciones hacia la provisión de aplicaciones y contenidos soportados en dichas plataformas.

Autores como (Singh & Raja, 2010, pág. 95 y siguientes) han de hecho replanteado el concepto tradicional de servicio universal que se enfocaba en el simple cubrimiento del acceso a las telecomunicaciones, en su origen limitado a la telefonía bajo esquemas de monopolios, cuyas rentas se dedicaban a este cubrimiento social, al desarrollo de modelos en los cuales se propone considerar toda suerte de servicios, en especial Internet, aunados a la provisión de contenidos y aplicaciones y de procesos de apropiación para el disfrute y aprovechamiento por parte de los consumidores. Lo anterior, adicionalmente, en un ambiente de proveedores en mayores niveles de competencia que requieren, por tanto, el desarrollo de mecanismos neutrales de financiación de estos esfuerzos.

En desarrollo de estos postulados, diversas entidades desarrollaron indicadores que se centran alrededor del acceso a Internet en condiciones óptimas para la población y promueven el despliegue de redes de banda ancha con adecuado cubrimiento y suficiente velocidad a efectos de lograr una base mínima sobre la que se puedan desplegar los otros componentes del ecosistema digital que suponen las TIC. Al respecto, en el caso colombiano la Ley misma determinó que la CRC debía fijar objetivos de velocidad para internet acorde con los promedios de países de la OCDE.

Al inicio de la década pasada (2010 a 2019) se propusieron por parte de autores como (Fransman, 2010, pág. 4 y siguientes) varios retos para el desarrollo de la política pública en el sector TIC, retos que en Colombia se enmarcan en la expedición de la ley 1341 en el año 2009, proponiendo la literatura para la época los siguientes:

- i. Despliegue masivo de infraestructura para asegurar la competitividad de un país con redes de alta capacidad eficientes en costos.

- ii. Desarrollo de procesos de apropiación de las TIC para que la población en general cuente con competencias suficientes para una economía cada vez más globalizada.
- iii. Alfabetización digital de la población desde etapas tempranas de formación escolar para alcanzar una fuerza laboral productiva.
- iv. Reconocimiento de la existencia de diferencias regionales con el fin de adaptar las estrategias de inclusión a cada una de ellas. Las diferencias se debían abordar con asignaciones de recursos que consideraran los aspectos relacionados con mayores costos de provisión a determinadas zonas o regiones y menores capacidades de pago en determinados grupos de población para equilibrar el desarrollo en cada país.
- v. Desarrollo de competitividad internacional en algún componente de la cadena de valor de las TIC especializando en ello al recurso humano, siendo de especial interés en ello la industria de software.
- vi. Desarrollo de Investigación básica en temas relacionados con las TIC enfatizando en los eslabones de la cadena de valor del punto anterior.
- vii. Reconocimiento de existencia de componentes culturales diversos entre regiones enfatizando la generación y promoción de contenidos que refuercen la identidad cultural propia de cada región.
- viii. Generación de mecanismos adecuados de seguimiento, control y evaluación con el fin de focalizar adecuadamente los recursos.

Es de resaltar como durante toda la década pasada, los planteamientos que se propusieron al inicio de esta llevaron al desarrollo en varios países de planes que desplegarían integralmente el denominado ecosistema digital. Asimismo, se consideró la existencia de diferencias regionales y la necesidad de desarrollar herramientas que permitan medir y controlar el desarrollo integral de las regiones a efectos de poder hacer uso eficiente de los recursos en la aplicación de las decisiones de política pública.

Se encontró, igualmente, conciencia en la necesidad de un desarrollo integral que implicaba no focalizarse en un solo componente (vr gr., el acceso), sino en un desarrollo armónico de diversos componentes (el concepto de ecosistema), si bien se

enfaticaba en la base de un despliegue masivo de redes que permitieran adecuado acceso a costos asequibles a toda la población.

► El concepto de pobreza digital y las políticas para superarla.

El concepto de pobreza digital se relaciona con el desarrollo del concepto de la Sociedad de la Información en tanto esta última propone el acceso masivo de los ciudadanos a las TIC para su mejor aprovechamiento en todas sus actividades económicas, sociales, culturales, de aprendizaje, entre otras, con lo cual la pobreza digital aduciría a la carencia de dicho acceso y por esta vía a la imposibilidad de acceder a todos los beneficios que proveen las TIC.

Desde hace más de una década se ha abordado el concepto de pobreza digital, iniciando su análisis desde los conceptos generales de pobreza. Así, autores como (Barja & Gigler, 2007) analizaron con esta óptica la situación en países de América Latina, encontrando que, la pobreza, vista en términos generales, se explica parcialmente por factores personales como la educación, el género, la región y el tipo de ocupación, y un componente fundamental en la explicación se encuentra en factores estructurales que caracterizan a los diferentes países y que tienen estrecha relación con la desigualdad. En este mismo sentido, los autores encuentran que la pobreza digital también se explica por causas asociadas a dichos factores y a la misma desigualdad, con lo cual la política debía focalizarse en reducir los cuellos de botella que en cada región o grupo poblacional generaba dicha desigualdad en el acceso a la Sociedad de la Información.

Conforme con lo anterior, se encontró entonces que una política pública que considerara la reducción general de pobreza mediante la inclusión digital habría de incorporar los siguientes elementos: a) activos representados en las capacidades digitales de la población que incluye tanto los elementos relacionados con el acceso físicos (terminales, redes y servicio), así como una adecuada capacitación en el uso productivo de las TIC; b) la disponibilidad de información y contenidos de interés para los ciudadanos y para el aumento de su productividad, y c) la posibilidad de reducir costos de transacción en toda la sociedad mediante el uso de las TIC.

En este sentido, la problemática de pobreza digital que se relacionaría entonces con la brecha que se analizó y dimensionó en el Informe 1 de la Consultoría, considera

por parte de los autores (Barja & Gigler, 2007) cuellos de botella que consideran varias dimensiones así: (i) en materia de conectividad tales como el costo y problemas operativos para el despliegue de redes y operación de las mismas; (ii) en materia de contenido incluyendo la indisponibilidad de contenidos relevantes, la descontextualización de contenidos para grupos de población específicos y el uso de lenguaje no accesible incluido limitantes por bilingüismo; (iii) en materia de entrenamiento relacionando estas barreras con la carencia de competencias en uso de TIC y en la dificultad misma en el uso de las herramientas de software disponibles y; (iv) en materia de sostenibilidad, en especial en grupos dispersos que no consoliden una economía de escala adecuada y donde no sea fácil dar soporte por ausencia de recurso humano capacitado para ello.

Proponen los autores que dejar la totalidad del esfuerzo solo en las fuerzas del mercado limita el proceso de inclusión digital, por lo que las agendas públicas deben compensar con su política las deficiencias de capacidad de pago y acceso a soluciones integrales para grupos de población de menores ingresos.

Desde mediados de la primera década de este siglo, se estimaba que el acceso a información sería determinado por factores como la disponibilidad de servicios de telecomunicaciones, el costo relativo de los servicios respecto a la capacidad de pago y las habilidades digitales de los usuarios (Gigli, 2005). Al respecto el autor propuso un desarrollo de procesos de inclusión digital donde primeramente el usuario se sensibiliza, prueba y se adapta a las tecnologías, posteriormente empieza a utilizar este medio para la búsqueda y aprovechamiento de contenidos relevantes y pertinentes para sus necesidades y finalmente empieza a construir redes para interacción a través de las TIC (sociales, de negocios, de educación, etc.). El autor concluye que el éxito en el proceso se logra “si la población objetivo se apropia de estas herramientas, las incorpora en su vida diaria de una forma productiva y asume como propios los productos (materiales o informacionales) resultado de esa interacción”.

Capítulo 1

MODELOS DE IMPACTOS SOCIOECONÓMICO Y REGIONAL: UNA EXPLORACIÓN A LA LITERATURA INTERNACIONAL.

Este capítulo del documento está dirigido a demostrar que las inversiones realizadas en banda ancha y, en general, en el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (sector TIC) generan efectos económicos y sociales deseables y de importancia significativa para las comunidades y, más específicamente, sobre variables fundamentales de la economía de las regiones (departamentos y/o municipios, para el caso colombiano). Estos impactos deberían reflejarse, en últimas, para ser ellos eficaces, en (i) un aumento en los niveles de crecimiento regional, (ii) la generación adicional de empleo, (iii) la reducción de la pobreza, (iv) un aumento del ingreso promedio de los hogares y (v) en un incremento en, general, del bienestar de los consumidores (excedente del consumidor).

En este aparte se busca describir evidencia académica relativa a la relación entre desarrollo de las TIC y desarrollo socioeconómico; cabe destacar que, en general, esta evidencia se relaciona con la correlación entre variables, mas no necesariamente se plantea en la literatura direcciones de causalidad entre grupos de variables.

Para tal efecto, el capítulo realiza una exploración extensa de la literatura internacional sobre estudios y generación de casos relevantes dirigidos a medir el impacto de las inversiones en el sector TIC sobre las variables sociales, económicas y empresariales claves de una economía de una región. Se revisan, a este respecto, estudios y análisis de casos aplicados para diferentes países, mediante los cuales, a través de estudios académicos desarrollados por investigadores y estudiosos del sector, así como por universidades y entidades multilaterales, que pueden servir como referencia de importancia para la medición de impacto sobre las regiones del país, inducidas por proyectos e inversiones del sector TIC en las regiones.

Estos serán, en efecto, los objetivos de las siguientes secciones que se desarrollarán a continuación a lo largo del presente capítulo y que servirán como referencia, a efectos de desarrollar el Capítulo 2 del documento.

1.1 IMPACTO DE LA INDUSTRIA TIC SOBRE LAS VARIABLES MACROSECTORIALES.

1.1.1 Aspectos generales

Históricamente el trabajo académico en la primera década del presente siglo en materia de impactos de las TIC abordó con interés el análisis de las relaciones entre la mejora en el acceso a las TIC y los efectos que ello podía tener en la sociedad (véase entre otros (Katz R. , 2009), (World Bank, 2012), (World Bank, 2009), (ITU, 2010). A este respecto, se encontraron relaciones positivas relacionadas con temas como el crecimiento económico, la generación de empleo especializado y la mejora en sistemas de salud, a través del uso intensivo de información para reducción de costos, mejoramiento en procesos de aprendizaje en ambientes de educación, así como mayor efectividad en emprendimientos en pequeñas empresas.

(Katz R. , 2009) propuso la importancia de los planes de largo plazo concertados con los planes de desarrollo de los diversos gobiernos para asegurar continuidad de la política y no solo iniciativas sectoriales aisladas; se propuso que estos planes incorporaran al menos masificación de acceso de banda ancha, procesos de capacitación de todos los involucrados y, en especial, de los usuarios, incluir componentes de gobierno en línea como palanca de eficiencia estatal y como incentivo para el uso de la Internet por parte de la población.

Como elemento estratégico, autores como (Kim, Kelly, & Rajaa, 2010), en publicaciones del Banco Mundial proponen la flexibilización en materia tecnológica, la promoción de la competencia para desarrollar el mercado y estimular la demanda desde la generación de contenidos pertinentes y aplicaciones útiles.

Si bien se ha dado siempre una discusión sobre la relación causa efecto, más allá de los análisis de correlación, que si genera o no vínculos estrechos entre TIC y desarrollo, algunos autores propusieron líneas más prácticas, más allá de esta discusión, relacionadas con considerar las TIC como un medio más que como un fin

del proceso; la focalización en dar respuesta a los diversos aspectos necesarios para la apropiación de las TIC, incluyendo tanto acceso como apropiación y una adecuada regulación; la definición de políticas públicas enfocadas a usos concretos como pueden ser procesos de inclusión con banca digital o uso de telemedicina o teletrabajo; la colaboración entre Estado y operadores privados; abordar proyectos con escala suficiente para lograr eficiencias de costo; entre otros. Véase a este respecto la discusión de (Chong, 2011).

Existen varios estudios que evidencian correlaciones entre el desarrollo del sector TIC y el desarrollo económico pero que encuentran, de la misma manera, aspectos que moderan dicha relación; por ejemplo, Billon, Marco & Lera-López (2009), encuentran que las relaciones entre las TIC y las variables macroeconómicas y demográficas difieren según el nivel de desarrollo de los países, en la medida en que países más desarrollados en términos de apropiación de las TIC evidencian correlación con la riqueza y el ingreso (PIB per cápita), el desarrollo del sector servicios, el nivel de educación y la eficiencia gubernamental, mientras que en países con menor adopción de las TIC y con niveles de crecimiento y desarrollo económico inferiores la correlación es diferente, encontrándose el impacto más influenciado con respecto a la edad de la población, el nivel de urbanización de la misma y el costo de acceso a Internet.

Por su parte (Seoh, Lee, & Oh) encontraron otros efectos interesantes para la época entre las TIC y el crecimiento económico: Hallaron (i) una correlación positiva entre inversión en TIC y crecimiento económico, (ii) una mayor explicación de diferencias entre países por inversiones en sectores no TIC que en sectores TIC, (iii) una mayor inversión en TIC en economías desarrolladas y abiertas, (iv) se evidenció que países con menor productividad pueden reducir más fácilmente la brecha existente a través de la adquisición de conocimiento de países más desarrollados y (v) la inversión en TIC no tiene una fuerte interdependencia con el crecimiento económico, con lo cual puede existir un crecimiento sustancial de la economía, sin que necesariamente tenga lugar en inversiones en el sector TIC.

De la misma manera, existe un análisis interesante de (Doong & Ho, 2012-11) donde analizan diversos estudios previos en la materia y se consolida un análisis de una muestra importante de países, encontrando que, en efecto, cuando se evidencia

desarrollo en infraestructura de acceso a las TIC se encuentra, igualmente, un crecimiento de la economía y en la calidad de vida. Concluyen estos autores que hay también una relación entre la apropiación TIC y reducciones en los niveles de pobreza.

(Doong & Ho, 2012-11) analizaron datos de 136 países en el periodo de 2000 a 2008 encontrando una alta relación entre el ingreso medio de un país (PIB per cápita) y el desarrollo de las TIC; encontraron, de la misma manera, que la inversión en TIC e infraestructura de TIC se relacionan con mejoras en el bienestar de la población. Una virtud de este estudio es el de consolidar la evidencia previa existente hasta la fecha de su elaboración siendo un elemento importante en la literatura disponible sobre la evidencia temprana de estas relaciones.

1.1.2 Alguna evidencia sobre relaciones causa - efecto

A pesar de la dificultad en su comprobación empírica, existe alguna evidencia académica en materia de relaciones causa efecto entre variables relacionadas con las TIC y variables de desarrollo socio económico. A este respecto (Meng, 2002) analizaron el desarrollo de China a principios de siglo y encontraron importantes diferencias en adopción de las TIC y efectos en el desarrollo entre regiones, lo cual sugiere la necesidad de considerar diferencias en el desarrollo regional a la hora de aplicar políticas asociadas al desarrollo de las TIC.

(Lee, Gholami, & Tong, 2005) analizaron una muestra de 20 países, encontrando explicaciones parciales del crecimiento económico en países desarrollados y economías recientemente industrializadas² con la inversión en TIC, pero no lograron evidenciar este efecto en países en desarrollo³.

Para el caso específico de Finlandia, se encuentran aspectos interesantes. En efecto, (Jalava & Pohjola, 2008) encuentran para este país que el resultante de crecimiento

² Australia, Austria, Canadá, Singapur, Estados Unidos, Irlanda, Corea, Italia, Japón, España, Dinamarca, Finlandia, Francia, India y Reino Unido.

³ China, Indonesia, Malasia y Filipinas

económico por causa de la adopción de las TIC en el momento en que estas se adoptaron masivamente (1994-2004) fue tres veces superior al equivalente de la adopción del servicio de energía eléctrica (1920-1938); en el caso de las TIC se explicó hasta un 60% del factor de productividad de la economía, mientras que en el caso de la electricidad este llegó solo a un 20%.

Por otro lado, (Vu, 2011) conduce ejercicios empíricos en algunos países con series largas de indicadores analizados considerando un periodo base de alta adopción de las TIC (1996-2005) y comparándolo con las dos décadas precedentes, encontrando grandes cambios estructurales y mayor crecimiento en el periodo de interés. Como parte de su ejercicio y usando el método GMM (*Generalized Method of Moment*) para análisis de paneles de datos encuentra enlaces de causalidad entre la penetración de las TIC y el crecimiento económico. Advierte también el autor del efecto marginal decreciente a medida que la penetración de las TIC aumenta.

(Ceccobelli, Gitto, & Mancuso, 2012) analiza 14 países de la OCDE y evidencian una causalidad entre el desarrollo de las TIC y los aumentos en la productividad laboral entre los años 1995 y 2005, siendo este en todo caso condicionado a inversiones complementarias. Al respecto, el estudio generó indicios de que la sola inversión en TIC sin procesos de apropiación podía ser limitada en sus efectos y que en últimas podía ser incluso negativa si no era adecuadamente aprovechada, en tanto la de productividad si era siempre positiva respecto de la acumulación de capital agregada.

(Zuhdi, Mori, & Kamegai, 2012) por su parte encontraron diferencias en los efectos entre países al analizar impactos de adopción de TIC entre Japón e Indonesia, evidenciando importantes impactos en crecimiento en Japón, pero bajos impactos en Indonesia, lo cual sugiere que la sola inversión en TIC no sería suficiente para lograr efectos tal como lo indican así mismo (Ceccobelli, Gitto, & Mancuso, 2012).

Autores como (Maryska, Doucek, & Kunstova, 2012), advierten la necesidad de mantener una tasa adecuada de educación de profesionales expertos en TIC que debe generarse a tasas superiores a las de la natalidad a efectos de sostener los cambios en la economía hacia economías digitales y por esta vía soportar los efectos de crecimiento del PIB que genera la adopción y desarrollo de las TIC. Esta idea fue, asimismo, propuesta por (Samoilenko & Osei-Bryson, 2008).

En el mismo sentido, en Corea del Sur, (Jung, Nang, & Yoon, 2013), mediante un análisis de panel dinámico aplicado a diversas industrias en Corea encuentran un aumento significativo en productividad laboral a causa de la incorporación de las TIC y efectos indirectos asociados en productividad total de la industria.

Ahora bien, existen también estudios que analizan el efecto combinado de las TIC con complementos estructurales de las economías como el desarrollo de servicios financieros donde se han encontrado relaciones no muy claras de crecimiento de la economía por causa de las TIC, pero sí una relación muy fuerte de las TIC de catalizador de desarrollo financiero que a su vez genera desarrollo económico (Sassi & Goaid, 2013).

1.2 IMPACTO DE LA BANDA ANCHA SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO.

1.2.1 El caso de los países de la OCDE.

En el análisis del impacto de la adopción de choques de inversión de banda ancha en el crecimiento sostenido en países de la OCDE, diversos autores han encontrado niveles significativos de correlación. A este respecto, (Koutroumpis, 2009) realizó un análisis de impacto sobre 22 países de la organización, encontrando que, para el período 2002-2007, por cada punto porcentual de aumento en la penetración de banda ancha fija se produce un incremento en la tasa de crecimiento del PIB de 0,025%, existiendo en países de mayor penetración, superior al 30%, un impacto mayor del 0,027%, mientras que en países de penetración media (entre el 20% y el 30%), el efecto sobre el crecimiento del PIB es del 0,014%, en tanto que en los países de baja penetración, con tasas de penetración inferiores al 20% el impacto es del 0,008%.

(Czernich, Falck, Kretschmer, & Woesman, 2009) en un estudio para 25 países de la OCDE encontraron, de otro lado, que la penetración de banda ancha fija impactaba el crecimiento económico con niveles de significancia estadística de hasta el 2,5 por

ciento⁴. (Koutroumpis, 2018) encontró una relación significativa entre el número de conexiones y el aporte acumulado al crecimiento económico, hallando que el aumento de penetración de banda ancha generó un incremento acumulado del PIB del 4,34% para los países que se encontraban en la muestra a lo largo del período comprendido entre los años 2002 y 2016, período en el cual el promedio de penetración en los países de la OCDE creció de 3,8 conexiones por cada 100 habitantes a 31,3 conexiones por cada 100 habitantes.

De la misma manera, un estudio realizado en el año 2015, la OCDE encontró que:

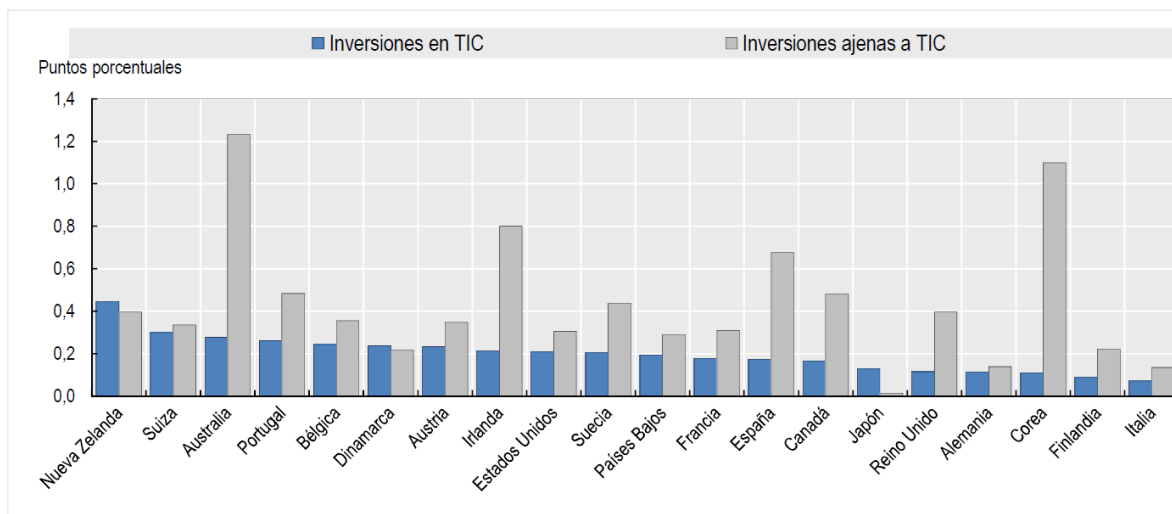
“Entre 2001 y 2013, la inversión en TIC aportó entre 0,15 y 0,52 puntos porcentuales al crecimiento anual del PIB. Sin embargo, la contribución de la inversión en TIC al crecimiento se ha desacelerado desde el comienzo de la crisis financiera en 2007. Las inversiones en TIC pasaron a representar entre 0,07 y 0,45 puntos porcentuales del crecimiento anual del PIB (Gráfica 1-1), frente a 0,22-0,59 puntos porcentuales en el período 2001-07 (Gráfica 1-2)”. (OCDE, 2015, págs. 187-189).

A este respecto, la Gráfica 1-1 y la Gráfica 1-2 muestran el impacto de inversiones en el sector TIC sobre las economías de 20 países de la OCDE en el período 2001 – 2013.

⁴ El nivel de significancia de una prueba estadística es un concepto estadístico que mide la fortaleza y bondad de un resultado determinado. Técnicamente hablando, el nivel de significancia mide la fortaleza del resultado de una prueba estadística, asociada a la verificación de una hipótesis determinada. El nivel de significancia mide la probabilidad de tomar la decisión de rechazar una hipótesis (hipótesis nula) cuando ella es verdadera (el así llamado error estadístico Tipo I. En la medida en que este error es pequeño, la fortaleza de la conclusión se consolida). (Woolridge, 2013, pág. 208)



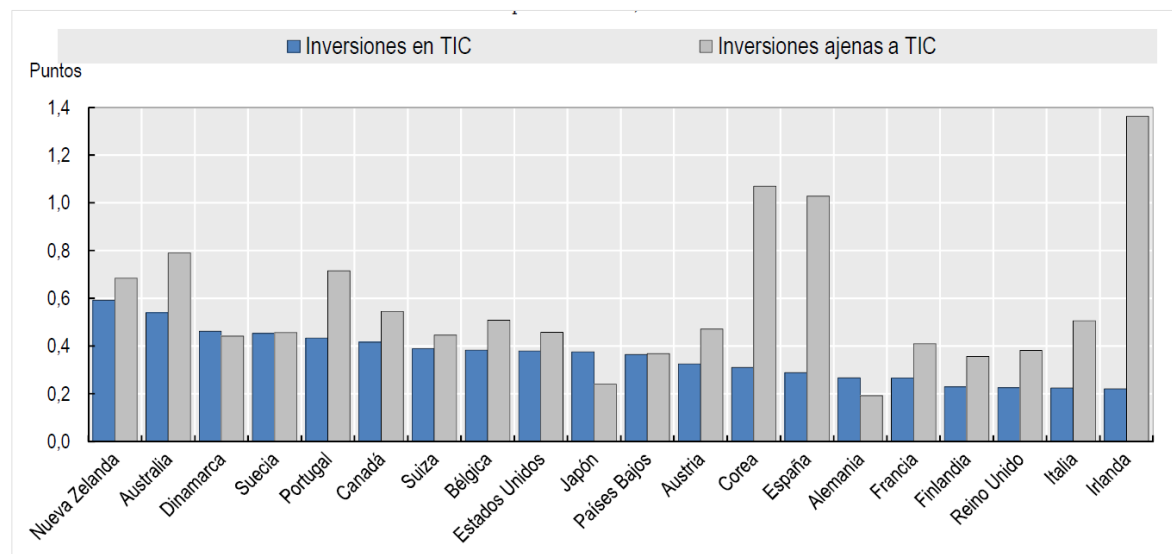
Gráfica 1-1 - Contribución de inversiones en TIC y no relacionadas con TIC al crecimiento del PIB, 2008 - 2013 - Puntos porcentuales, media anual.



Nota: Los datos de Australia y Japón corresponden al período 2008-12 y los de Portugal, a 2008-11.

Fuente: Tomado de (OCDE, 2015, pág. 185). Base de datos de productividad, febrero de 2015.

Gráfica 1-2 - Contribución de inversiones en TIC y no relacionadas con TIC al crecimiento del PIB, 2001 - 2007 - Puntos porcentuales, media anual.



Fuente: Tomado de (OCDE, 2015, pág. 185). Base de datos de productividad, febrero de 2015.

Para los países de la OCDE diversos autores encontraron que la inversión en TIC contribuyó de manera sustancial al crecimiento anual del PIB, aunque con niveles de impacto sustanciales, dependiendo del país y del período considerado.

1.2.2 Impacto del sector de las TIC en otros países.

Diversos estudios adelantados en otros países han encontrado, de igual manera, impactos de importancia de inversiones masivas tanto en banda ancha como en el sector TIC. En Colombia, el DNP encontró que el acceso a Internet acelera el crecimiento económico al facilitar la innovación en tanto: i) aumenta la competencia y el desarrollo de nuevos productos y procesos; ii) introduce nuevas prácticas de trabajo, actividades de emprendimiento y mejoras en el emparejamiento de trabajos y; iii) genera mayor transparencia de los mercados, lo que lleva a mayor productividad laboral y competencia, en la medida en que facilita una asignación eficiente de recursos. (DNP, 2018 a).

En el mismo estudio, el DNP identifica un trabajo adelantado por el Banco Mundial (2009), en el que se encuentra que un aumento del 10% en la penetración de banda ancha fija se traduce en un aumento de la tasa de crecimiento del PIB de 1,21% para países desarrollados y del 1,38% 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. (DNP, 2018 a, págs. 18-19).

En el caso de Estados Unidos, (Garbacz & Thompson, 2008) mostraron que la banda ancha impactó de manera significativa el PIB de 46 estados durante el periodo 2001-2005, hallando que un incremento de 1% en la penetración de ese servicio genera un 0,36% en la eficiencia en esas zonas de ese país.

Para el caso de Alemania, a efectos de evaluar el impacto de la Estrategia General de Banda Ancha en ese país, en un estudio de corte transversal, utilizando muestras de 424 condados, realizado entre los años 2003 y 2006, (Katz, Vaterlaus, Zenhäusern, & Suter, 2010 (a)) encontraron que incrementos en la penetración de un punto porcentual en la penetración de banda ancha genera un crecimiento del 0,026% al crecimiento nacional. Para aquellos condados con mayor penetración de banda ancha

(con un promedio del 31%) el aporte al crecimiento de un 1% de aumento en la densidad de la banda ancha en el crecimiento de las economías de esos condados era del 0,0256%, mientras que, para los condados que tenían una participación promedio inferior del 24,8%, la contribución al crecimiento del PIB era del orden del 0,0238%.

Un aumento en las conexiones de banda ancha genera un efecto positivo en el crecimiento del PIB. A este respecto, Katz encontró evidencia empírica suficiente en diferentes estudios que muestran que realizar inversiones en banda ancha y, en general, y en el sector TIC generan niveles sostenidos de crecimiento económico al interior del país donde dicha inyección de capital tiene lugar. En este sentido, en su estudio inicial para América Latina y el Caribe, (Katz R. , 2010) concluyó que un aumento de un 1% en la penetración de banda ancha contribuye en 0,016% al crecimiento del PIB de esos países. De igual manera, mostró que para el caso de los estados árabes de África del Norte y del medio oriente mostró que el coeficiente de impacto en el PIB resultante de un aumento de la penetración de banda ancha del 1% es del 0,020%, muy similar al caso latinoamericano. (Véase (Katz R. , La contribución de la banda ancha al desarrollo económico, 2010).

El principal resultado del estudio de (Katz & CINTEL, 2011 (a)) para Colombia indica que, con aumentos en las conexiones de banda ancha en un 10%, el PIB aumentaría en un 0,037% promedio anual. Este efecto es menor que el encontrado por Katz (2010a) para América Latina y el Caribe, principalmente debido a que la tasa penetración promedio departamental en Colombia es inferior al promedio de penetración de los países del estudio mencionado. (Katz & CINTEL, 2011 (a), págs. 29,42-43,45-46).

Si bien el coeficiente presentado previamente, 0,037%, puede parecer bajo, es interesante contextualizarlo con el aumento promedio de la cantidad de conexiones de banda ancha, en relación con el aumento de PIB en pesos constantes para los períodos comprendidos entre los años 2007 – 2010 y 2010 - 2014. Esta información puede verse para el período 2007 – 2010 en la Tabla 1-1, que muestra el valor medio para las variables utilizadas en el modelo econométrico desarrollado por (Katz & CINTEL, 2011 (a)) para el Ministerio TIC.

Tabla 1-1 Modelo de impacto del PIB por aumentos de conexiones de banda ancha (B.A.) – Tasas promedio de crecimiento en variables representativas

	Promedio 2007 - 2010			2010		
	Total	Baja Penetrac.	Alta Penetrac.	Total	Baja Penetrac.	Alta Penetrac.
Crecimiento del PIB (%)	4,67%	5,38%	4,00%	4,89%	6,01%	3,84%
Crecimiento Conexiones de B.A. (%)	216,05%	287,15%	149,14%	53,24%	81,80%	26,37%
Crecimiento Población (%)	1,23%	1,37%	1,10%	1,21%	1,35%	1,08%

Baja Penetrac: Departamentos con baja penetración de banda ancha.

Alta Penetrac: Departamentos con alta penetración de banda ancha.

FUENTE: Adaptado de (Katz & CINTEL, 2011 (a), pág. 42).

Del análisis de la tabla y del impacto sobre el crecimiento económico como consecuencia de un aumento de las conexiones de banda ancha del 216%, como lo plantea el mismo Katz en su informe, puede concluirse que este aumento contribuyó, en promedio, en un incremento anual del PIB de 0,80 puntos porcentuales⁵, lo que explica un 17% de lo que efectivamente creció esta variable en el período bajo estudio⁶ (Katz & CINTEL, 2011 (a)).

Esta cifra implica que el crecimiento en la producción total de bienes y servicios finales del país aumentó en cerca de un 1% anual en el período 2007 – 2010, como resultado del aumento de las conexiones de banda ancha durante ese período.

Lo anterior significa que de mantener una tasa de crecimiento anual de banda ancha superior al 40% el impacto estimado en el %PIB sería del orden del 0,15% anual. Esto implica un aumento del ingreso real promedio por hogar entre el 2010 y el 2014 del

⁵ El 0,8% se obtiene multiplicando el 0,037% del crecimiento por cada 10% de aumentos en las conexiones de banda ancha, multiplicado por el aumento del 216,5% de crecimiento de la banda ancha observado en el período.

⁶ Es decir $17,1\% = 0,8\% / 4,67\%$, cifra esta que representó el crecimiento del PIB en el período 2007 - 2010.

orden de US \$ 58,57, al pasar de USD \$9.490,31 a USD \$9.548,88. (Katz & CINTEL, 2011 (a)).

El crecimiento anual de la penetración de banda ancha del 10% a nivel nacional genera un crecimiento anual del PIB de 0,037%.

De otro lado, en un estudio de (Rodriguez, Nussbaum, & Dombrovskaja, 2012, pág. 33) evaluó el impacto y la contribución del sector TIC sobre el crecimiento del PIB y el empleo para diferentes sectores de la economía, encontrando que la inversión en sectores intensivos en TIC contribuyeron con el 1,52% y el 1,25% en el crecimiento económico para el período 1995 – 2000 y 2000 – 2004, respectivamente. La tasa de crecimiento total del PIB para esos mismos dos períodos fue del 4,16% (1995 – 2000) y del 2,75% (2000 – 2004). En consecuencia, la contribución del sector TIC ha sido mucho más relevante en este segundo subperíodo: por cada punto porcentual de crecimiento del PIB, sectores intensivos en TIC ha contribuido en 0,36 puntos porcentuales (1,52 / 4,16) durante el primer período y en 0,45 puntos porcentuales (1,25 / 2,75) durante el período 2000 - 2004.

*Por cada 1% en la inversión en sectores intensivos en TIC, la contribución en el crecimiento económico nacional aumentó del 0,36 a 0,45 puntos porcentuales.
(Rodriguez, Nussbaum, & Dombrovskaja, 2012, pág. 33)*

1.2.3 Velocidad de banda ancha y crecimiento económico.

Para el caso de los países de la OCDE, (Koutroumpis, 2018) encontró una relación significativa entre las velocidades de Internet y los niveles de impacto sobre los niveles de crecimiento económico. En la medida en que las velocidades promedio de la banda ancha sean menores, el impacto sobre el crecimiento económico es inferior. Plantea el estudio que:

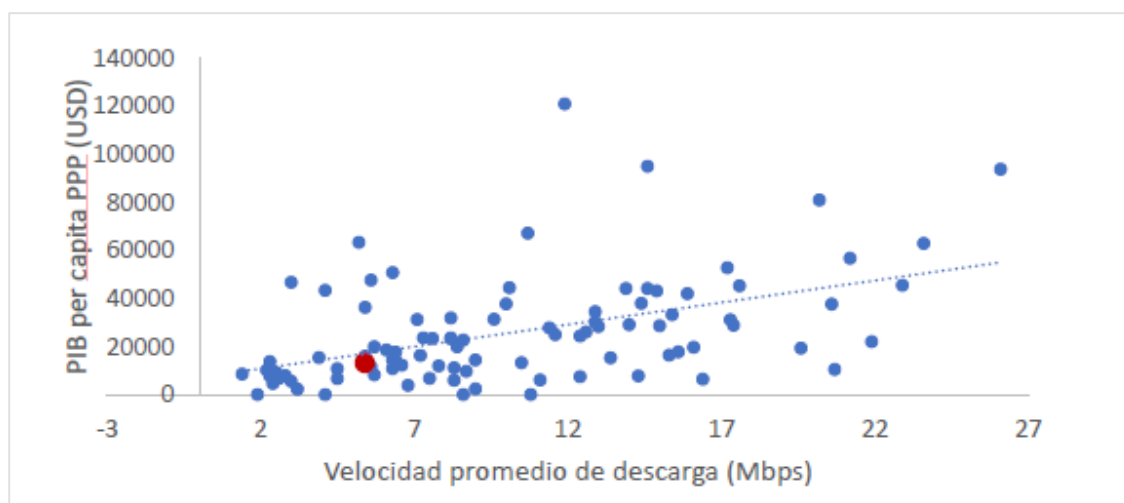
“(...) En México, con una velocidad promedio de 1,16 Mbits/s y en Turquía con 1,84 Mbits/s el impacto anual sobre el crecimiento del PIB fue del orden del 0,06% a cerca del 0,07%. En el otro extremo se encuentran Corea y Japón, seguidos muy de

cerca por Suecia, y el Reino Unido mantienen el liderazgo en términos de calidad de red y velocidades de la banda ancha (11,58 Mb/s y 7,88 Mb/s, respectivamente, lo cual ha contribuido a generar aumentos [en el crecimiento económico] de entre un 0,12% y 0,14% anual (...)).

De otro lado, (Rohman & Bohlin, 2012), de una muestra de 33 países de la OCDE hallaron que entre el 2008 y el 2010 duplicar la velocidad de banda ancha contribuirá a un crecimiento del PIB del 0,3% al año comparado con la tasa de crecimiento del año base (2008).

Adicionalmente, de un análisis de la literatura internacional el DNP (DNP, 2018 a) encontró, en primer lugar, estudios que muestran una correlación fuerte y positiva entre la velocidad promedio de conexión a Internet y el PIB per cápita. Como se muestra en la Gráfica 1-3, es clara la relación entre la velocidad promedio de los accesos de banda ancha y los niveles de crecimiento del PIB en una muestra amplia de países en los que Colombia se encuentra en un punto rojo en el extremo inferior izquierdo de la gráfica.

Gráfica 1-3 - PIB per cápita vs. velocidad de descarga (Mbps)



FUENTE: AKAMAI (Akamai, 2017) y Banco Mundial (2016).

De la misma manera el estudio del (DNP, 2018 a) antes aludido, utilizando un panel de datos con información para 89 países en un periodo comprendido entre el 2008 y

el 2016, encontró una correlación fuerte entre la calidad de las conexiones a Internet y el nivel de crecimiento económico. El estudio corrige la estimación por el problema de endogeneidad⁷, utilizando un enfoque de variables instrumentales, para calcular el impacto sobre el PIB per cápita que se atribuye exclusivamente a la velocidad, realizando una estimación en dos etapas. (DNP, 2018 a, págs. 19-23).

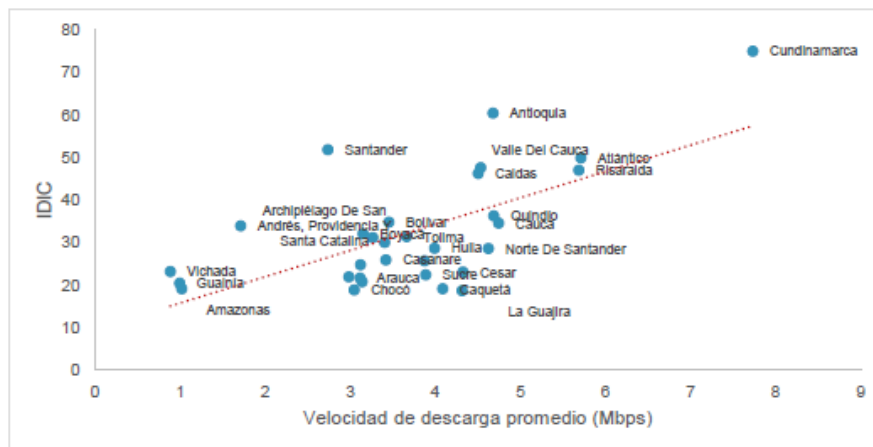
El estudio del DNP encontró que:

“(...) un aumento en un megabit por segundo (Mbps) puede generar aumentos en el PIB per cápita de hasta 1,6%. 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 (...) 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 1 Mbps en la velocidad promedio de conexión. (DNP, 2018 a, págs. 22-26).

De igual manera, el estudio del 2018 del DNP encontró que la adopción de banda ancha tiene una dimensión regional como lo muestra la correlación del índice de innovación departamental con la velocidad promedio de descarga como se muestra en la Gráfica 1-4 y la penetración de Internet (véase la Gráfica 1-5 que se muestra a continuación). (MinTIC (a), 2018, págs. 11-14).

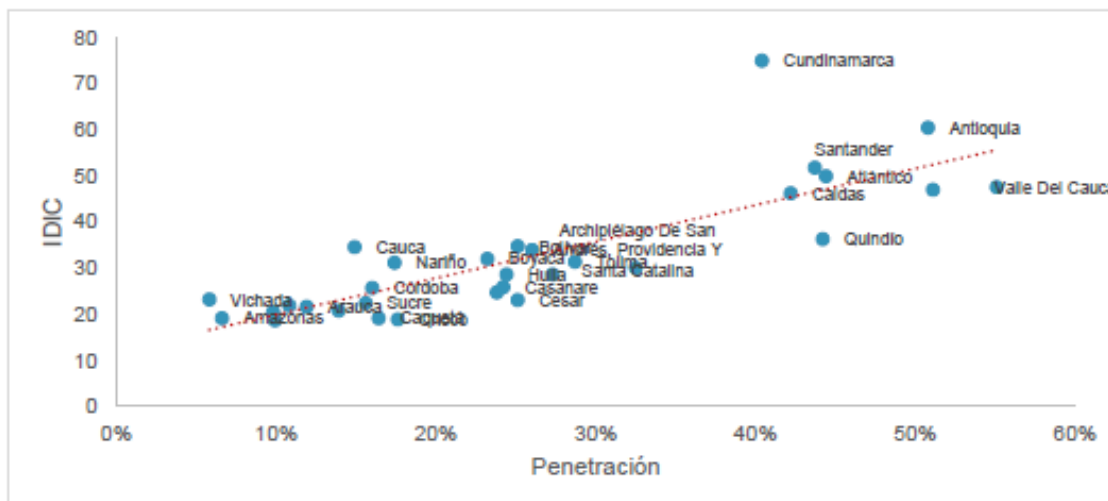
⁷ El problema de endogeneidad, que se conoce como causalidad inversa tiene que ver con el momento de calcular el impacto sobre una variable, la variable dependiente a su vez explica el crecimiento de la variable explicatoria. En el ejemplo que trabaja el DNP, si bien una mayor velocidad de conexión a Internet puede impulsar la economía, países con ingresos más altos pueden también invertir más en mejorar sus velocidades. Económicamente hablando, el problema de corregir el problema de endogeneidad se soluciona introduciendo una variable (la variable instrumental) que sirva para aislar el impacto endógeno de la variable dependiente sobre la explicatoria.

Gráfica 1-4 - Índice de innovación departamental para Colombia vs. velocidad de descarga.



Fuente: Tomado de (MinTIC (a), 2018), a partir de (DNP, 2018 a), (DNP, 2018 d) y (DNP, 2018 c).

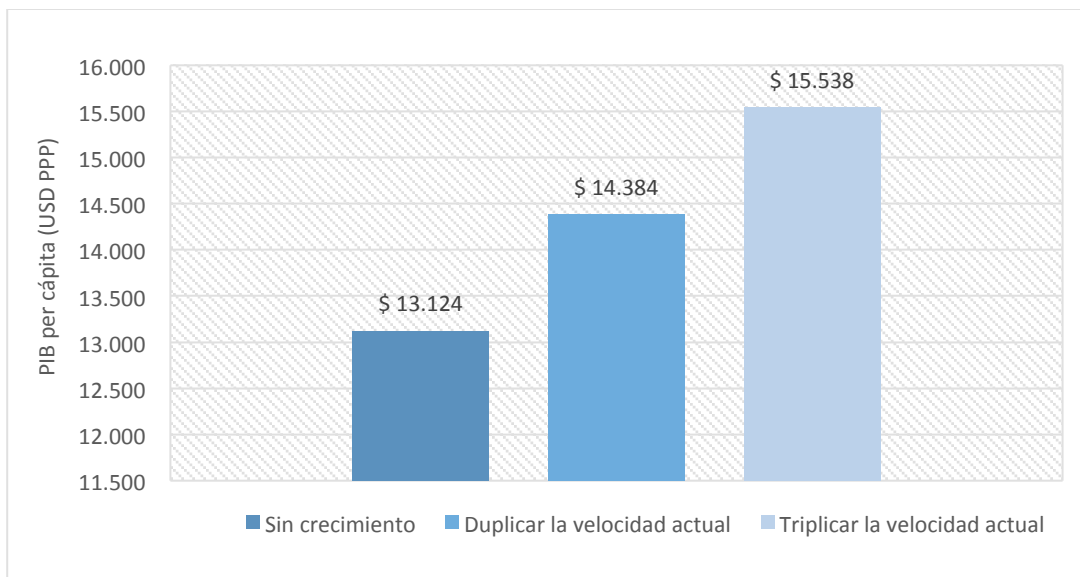
Gráfica 1-5 - Índice de innovación departamental para Colombia vs. penetración de Internet.



Fuente: Tomado de (MinTIC (a), 2018), a partir de (DNP, 2018 a), (DNP, 2018 d) y (DNP, 2018 c).

El DNP encontró que un aumento en un megabit por segundo (Mbps) puede llegar a generar aumentos en el PIB per cápita de entre un 1,6% y un 2,3% (DNP, 2018 a, pág. 22). (...) Si Colombia triplicara su velocidad promedio de conexión a Internet actual podría aumentar su PIB per cápita en un 18,4% (ver Gráfica 1-6), alcanzando niveles de PIB per cápita de países como México y Brasil. (DNP, 2018 a, pág. 23)

Gráfica 1-6 – Escenarios de impacto en el crecimiento en el PIB de aumentos en la velocidad de Internet de banda ancha



FUENTE: Tomado de (DNP, 2018 a)

1.2.4 Impacto de la banda ancha en los ingresos

La adopción de banda ancha genera impactos de mediano y largo plazo sobre los ingresos de las personas. Según un estudio adelantado por (Zhen-Wei & Rossotto, 2009):

“(...) el coeficiente del impacto de la penetración en banda ancha para países de ingresos altos fue positivo y significativo. Este resultado sugiere un dividendo sobre

el crecimiento muy robusto e importante proveniente del acceso de la banda ancha en los países desarrollados: Todo lo demás factores constantes, en una economía de ingresos altos con un promedio de 10 suscriptores de banda ancha por cada 100 personas el crecimiento del PIB habrá aumentado en unos 1,21 puntos porcentuales per cápita". (Zhen-Wei & Rossotto, 2009, págs. 44-45)

Plantean (Zhen-Wei & Rossotto, 2009) que este incremento en la tasa de crecimiento de los ingresos de una economía desarrollada es significativo, dado el hecho de que la tasa crecimiento global de estas economías fue del 2,2% en el período comprendido entre los años 1980 y 2006. En su modelo, se observa que, bajo todas las especificaciones, el efecto del crecimiento de las conexiones de banda ancha es significativo.

Para contextualizar la relación que existe entre el aumento en los accesos de banda ancha y el nivel de ingresos real de los hogares y entender, igualmente, la causalidad existente entre estas variables para el caso colombiano, se presentan a continuación a través de la Tabla 1-2, los resultados del modelo desarrollado para el Ministerio en el año 2011, mostrando el impacto promedio sobre las mismas en el período 2007-2010, así como el impacto en solamente el año 2010. (Katz & CINTEL, 2011 (a), pág. 44). Utilizando los datos base de la tabla, se tiene que el aporte de un aumento en el número de conexiones del 216,05% sobre el nivel de ingresos real de los hogares en Colombia durante el período 2007 – 2010 fue de 0,74 puntos porcentuales promedio por año⁸, hecho que explica un 34% del crecimiento del ingreso real de los hogares, como resultado de este aumento en las conexiones de banda ancha. (Katz & CINTEL, 2011 (a), pág. 45).

⁸ El 0,74% se obtiene multiplicando el 0,034% del crecimiento por cada 10% de aumentos en las conexiones de banda ancha, multiplicado por el aumento del 216,5% de crecimiento de la banda ancha observado en el período.

Tabla 1-2 - Promedio de crecimiento para el período 2007-2010 para las variables claves. Modelo Crecimiento del Ingreso real por hogar

	Promedio 2007 - 2010			2010		
	Total	Baja Penetrac.	Alta Penetrac.	Total	Baja Penetrac.	Alta Penetrac.
Crecimiento del ingreso real / hogar	2,17%	2,79%	1,58%	4,45%	5,83%	3,15%
Crecimiento Conexiones de B.A. (%)	216,05%	287,15%	149,14%	53,24%	81,80%	26,37%
Crecimiento Población (%)	1,23%	1,37%	1,10%	1,21%	1,35%	1,08%

Baja Penetrac: Departamentos con baja penetración de banda ancha.

Alta Penetrac: Departamentos con alta penetración de banda ancha.

FUENTE: Adaptado de (Katz & CINTEL, 2011 (a), pág. 44)

1.3 IMPACTO DEL SECTOR TIC EN LA GENERACIÓN DE EMPLEO.

En cuanto respecta al impacto de inversiones del sector TIC sobre los niveles de empleo se han generado diferentes estudios, con resultados diferentes en intensidad. A este respecto, el estudio de (Katz & CINTEL, 2011 (a)) estimó que un crecimiento anual de la penetración de banda ancha del 41,42% para el período 2010 – 2014 a nivel nacional generaría un crecimiento anual de la tasa de empleo de 0,0124%, lo que permite absorber el aumento de población, y además a reducir los niveles de desempleo. En términos del número de empleados, y en base a la situación en el año 2010, esto implica un aumento de algo más de 234.000 puestos laborales por año, incluyendo los empleos directos y los indirectos como resultados de los shocks anuales de inversión en acceso de banda ancha. (Katz & CINTEL, 2011 (a), págs. 35,47).

El principal resultado del modelo que desarrolló Katz en su estudio tiene que ver con el hecho de que el aumento de la penetración de banda ancha es una de las variables significativas, que contribuyó a la generación de mayores niveles de empleo en el período que contempla el estudio. En particular el coeficiente señala que, si se aumentan en un 10% las conexiones, la tasa de empleo aumentaría, para el caso colombiano, en un 0,003% (Katz & CINTEL, 2011 (a), págs. 33-35) y (Zhen-Wei & Rossotto, 2009, págs. 38-39).

En el estudio del 2011, realizado para el MinTIC, (Katz & CINTEL, 2011 (a)), los autores plantean que en la construcción de un modelo de impacto sobre el empleo originados en el aumento de la banda ancha existen tres tipos de efectos en la creación de empleo (i) el despliegue de redes requiere la creación de empleos directos para instalar dichas redes, (ii) la creación de empleos directos tiene un impacto en puestos de trabajo indirecto (sectores que proveen insumos a las industrias de telecomunicaciones que proveen la banda ancha y (iii) el mayor gasto de los hogares resultante de empleos directos e indirectos conlleva la creación de empleo inducido generado sobre los diferentes sectores de la economía. Plantea Katz que “(...) el empleo directo, indirecto e inducido resultante de la construcción de redes de banda ancha puede ser calculado (...) mediante el uso de matrices de insumo-producto. La interrelación de estos tres efectos es medida en base a multiplicadores, los que estiman el cambio total en el empleo en la economía como resultado del aumento de una unidad por el lado del insumo” (Katz & CINTEL, 2011 (a), págs. 17-18).

Katz presenta los resultados de seis estudios que estiman el impacto de la construcción de redes de banda ancha en el empleo y cuyos resultados se presentan en la Tabla 1-3, en la que se muestran para el caso de cuatro países desarrollados el impacto de la adopción de planes intensivos de banda ancha sobre la creación de empleos directos, indirectos e inducidos como consecuencia de dichos planes.

Tabla 1-3- Creación de empleo por despliegue de banda ancha

País	Autores	Objetivo	Resultado
E.E.U.U.	Crandall et al. (2003)	Estimar el impacto en empleo del despliegue de banda ancha que aumente la adopción de 60% a 95% de hogares requiriendo una inversión de \$63.6 billones.	• Generación de 140,000 nuevos empleos por año. • Total de empleos: 1.2 millones (incluyendo 546,000 por construcción y 665,000 indirectos)
	Katz et al. (2009 a)	Estimar el impacto en empleo de la inversión de \$ 6.3 billones contemplada en el programa de estímulo del gobierno estadounidense.	• Total de empleos: 128.000, incluyendo 37,000 directos, 31,000 indirectos y 60,000 inducidos.
	Atkinson et al. (2009)	Estimar el impacto de una inversión de \$ 10 billones en despliegue de banda ancha	• Total de empleos: 180,000, incluyendo 64,000 directos y 116,000 indirectos e inducidos.
Suiza	Katz et al. (2008)	Estimar el impacto de despliegue de una red nacional de fibra óptica requiriendo una inversión de CHF 13 Billones	• Total de empleos: 114,000 (incluyendo 83,000 directos y 31,000 indirectos)
Alemania	Katz et al. (2010a)	Estimar el impacto de la inversión de \$47 billones requerida para implantar el Plan Nacional de Banda Ancha	• Total de empleos: 542,000, incluyendo 281,000 directos, 126,000 indirectos y 135,000 inducidos.
Reino Unido	Liebenau et al. (2009)	Estimar el impacto de la inversión de \$7,5 billones implícita en el plan "Digital Britain".	• Total de empleos: 211,000, incluyendo 76,500 directos y 134,500 indirectos e inducidos.

FUENTE: Tomado y adaptado de (Katz & CINETEL, 2011 (a), págs. 17-18).

De otro lado, para el caso de los países de la OCDE, el impacto del sector TIC sobre los niveles de empleo en la economía ha sido positivo, aunque no ha sido consistente en el tiempo. El estudio de la OCDE (OCDE, 2015) encontró que, en momentos de contracción económica, las pérdidas en puestos de trabajo obedecen en un 23% en 2001 y un 46% en 2002 a los recortes de puestos de trabajo en los sectores de la información y las telecomunicaciones. Su contribución fue positiva, pero limitada (un 5% anual de media) en el período de 2005 – 2008, siendo negativa nuevamente en la recesión profunda del período 2009-2010), explicando la caída experimentada en el sector de la información y las telecomunicaciones un 6% anual de la caída del empleo total. Pese a lo anterior, el sector de TIC explica el 4% del crecimiento total en los niveles de empleo en los países de la OCDE entre los años 2011 y 2012, así como un 22% en 2013. (OCDE, 2015, pág. 186).

Asimismo, un estudio del 2006 (Gillett, Lehr, & Osorio, 2006) encontró que la banda ancha en los Estados Unidos agregó entre 1,0 y 1,4 puntos porcentuales a la tasa de crecimiento en el número de empleos durante el período comprendido entre los años 1998 y 2002.

Finalmente, un estudio adelantado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en 2012 encontró que en países de América Latina y el Caribe un aumento de 10 puntos porcentuales en la penetración de Internet de banda ancha aumentó en un 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 en la región.

La banda ancha agregó 1,0-1,4 puntos porcentuales a la tasa de crecimiento en el número de empleos durante 1998 y 2002 (Gillett, Lehr, & Osorio, 2006). Asimismo, el sector de TIC explica el 4% del crecimiento total en los niveles de empleo en los países de la OCDE. Katz plantea, de igual manera, que la generación de empleo que promueve el sector TIC se explica en su capacidad de generar empleos tanto directo, como indirecto e inducido.

1.4 GENERACIÓN DE EXTERNALIDADES DE RED CONEXOS A LA ADOPCIÓN INTENSIVA DE TIC Y BANDA ANCHA.

Adicionalmente al impacto que la banda ancha tiene sobre los niveles de crecimiento y de empleo, diversos estudios hacen referencia al impacto de externalidades (“externalidades de red”) que generan los planes intensivos en TIC y en aumentos de las velocidades y penetraciones de la banda ancha. Los anteriores estudios plantean, a este respecto, que la adopción de banda ancha ha generado impactos adicionales asociados con:

- Desarrollo de comercio electrónico y de plataformas masivas de ventas virtuales. (Atkinson, Castro, & Ezell, 2009).
- Creación de formas dinámicas como el teletrabajo, con el ahorro que el mismo introduce en los costos de transporte y el ahorro de recursos para las empresas. (Atkinson, Castro, & Ezell, 2009).

- La introducción de nuevas aplicaciones que se montan sobre la plataforma que proporciona Internet, telegobierno, teleagricultura, telemedicina, teleducación, por citar tan solo algunas de ellas. (Atkinson, Castro, & Ezell, 2009)
- Consolidación de la banca electrónica (Atkinson et al., 2009)
- Adaptación de productos a medios virtuales (Atkinson et al., 2009).
- Extensión de cobertura de mercados. (Varian, Litan, Elder, & Shutter, 2002); (Gillett, Lehr, & Osorio, 2006).
- Crecimiento de industrias en el sector de servicios (Crandall, Lehr, & Litan, 2007).
- Impacto en la composición y despliegue de cadenas de valor industriales como la tercerización y el despliegue de centros de atención a clientes virtuales.

Finalmente, es interesante anotar que existen otras externalidades de red que genera el tendido y adopción de la banda ancha a nivel regional, asociadas al crecimiento en el número de usuarios del ecosistema digital, que a su vez se traduce en una mayor demanda de ingenieros, analistas de redes, economistas y expertos en la industria y 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. (DNP, 2018 a, págs. 22-26).

Diversos estudios demuestran la generación de externalidades de red asociados a planes intensivos en TIC, en aumentos en las velocidades y en los niveles de penetración de la banda ancha, tales como la introducción de nuevas aplicaciones que se montan sobre la plataforma que proporciona Internet, (telegobierno, teleagricultura, telemedicina, teleducación), el desarrollo de comercio electrónico y prácticas intensivas de teletrabajo, la consolidación de la banca electrónica, como ejemplo de efectos positivos que se generan paralelamente como consecuencia de las inversiones en industrias intensivas en TIC

1.5 IMPACTO DE LAS TIC SOBRE LA PRODUCTIVIDAD EN LA ECONOMÍA.

En su estudio del año 2015, la OCDE encontró que la productividad de la mano de obra en el 2013 había crecido significativamente más en los sectores TIC y de las telecomunicaciones que en los restantes sectores de la economía en general, tal y como lo plantea en su documento y como se muestra en la Gráfica 1-7 que se presenta a continuación:

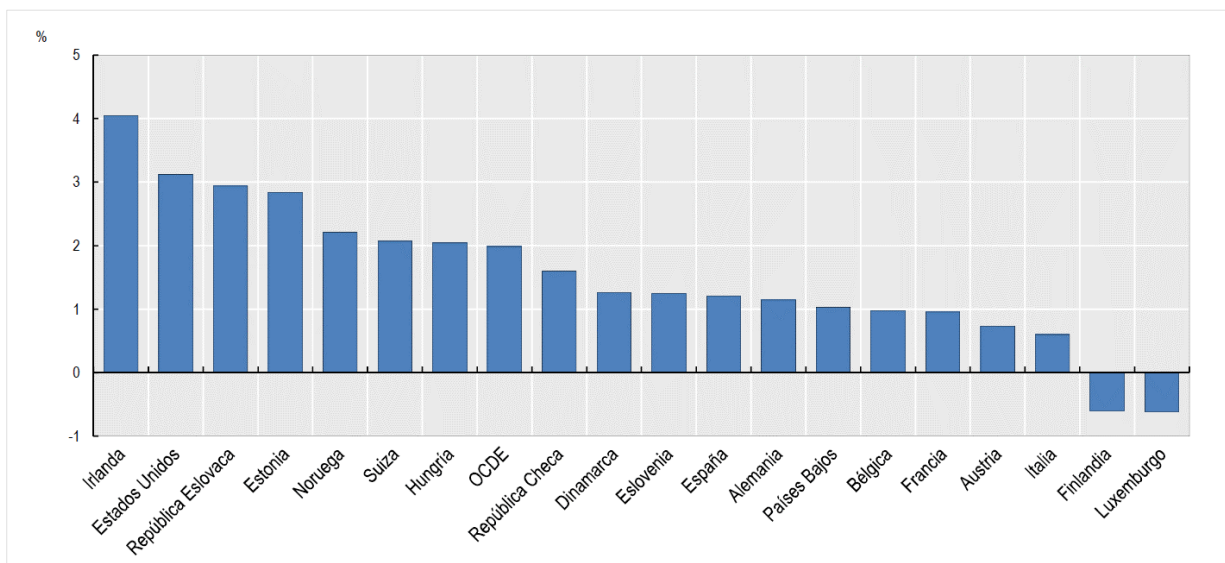
“(...) la productividad del trabajo en el sector de TIC de la OCDE fue de 162.000 USD PPP (es decir, un 79% mayor que en los demás sectores económicos). La productividad del trabajo creció especialmente en los servicios de telecomunicaciones (160% más que en la economía en general) y en la fabricación de ordenadores (138%), en tanto que fue menor, pero aún considerable, en edición de software (103%) y servicios de TI (21%)”. (OCDE, 2015, pág. 186).

Nótese de la Gráfica 1-7 la manera en que, mientras que la productividad promedio de la mano de obra de los países de la OCDE alcanzó en el año 2013 niveles del orden de los USD \$90.000 PPP, la productividad del sector TIC era cercano a los USD \$162.000. una diferencia de más de USD \$79.000 al año.

Como se muestra en la Gráfica 1-7, en el período 2001-13, el aporte del sector TIC al crecimiento de la productividad total del trabajo fue significativo en la mayoría de los países de la OCDE. El sector TIC hizo aumentar la productividad laboral total en un 4% en Irlanda, aproximadamente un 3% en Estonia, República Eslovaca y Estados Unidos, y más de un 2% en Hungría, Noruega y Suiza. La ralentización del crecimiento de la productividad en el sector de TIC parece también haber ocasionado un fuerte descenso de la productividad total del trabajo en Finlandia y Luxemburgo (-0,6%). (OCDE, 2015, pág. 186).



Gráfica 1-7 - Contribución del sector de TIC al crecimiento de la productividad total del trabajo. 2001-13



Nota: Los datos relativos a Francia, Alemania, Irlanda, Polonia, España y Suiza corresponden a 2012.

Fuente: Tomado por la Consultoría de (OCDE, 2015, pág. 187). OCDE, Base de datos de cuentas nacionales, ISIC Rev.4 y fuentes nacionales, mayo de 2015.

En países europeos el sector de TIC hizo aumentar la productividad laboral total en un 4% en Irlanda, en un 3% en Estonia, Eslovaquia y Estados Unidos, y algo más de un 2% en Hungría, Noruega y Suiza. (OCDE, 2015, págs. 187-189). La ralentización del crecimiento de la productividad en el sector de TIC parece también haber ocasionado un fuerte descenso de la productividad total del trabajo en Finlandia y Luxemburgo (-0,6%).

Confirmando los hallazgos de la OCDE, el estudio del 2018 del MinTIC distingue dos mecanismos a través los cuales las TIC pueden incrementar la productividad: i) cuando se utilizan como insumo en el proceso productivo de otros sectores, al aumentar la eficiencia e intensidad con que se utilizan tanto el capital como el trabajo; ii) cuando el sector TIC gana peso dentro de la economía. Esto se debe a que dicho sector tiene una mayor productividad, contribuyendo a aumentar la productividad total. (MinTIC (a), 2018, págs. 11-14).

MinTIC encontró que las TIC pueden incrementar la productividad: i) cuando son usadas como insumo en el proceso productivo de otros sectores al aumentar la eficiencia e intensidad con que se utilizan tanto el capital como el trabajo; ii) cuando el sector TIC gana peso dentro de la economía. (MinTIC (a), 2018, págs. 11-14).

De otro lado, diversos autores han adelantado estudios dirigidos a establecer un vínculo cuantitativo entre el despliegue de la banda ancha y los niveles de productividad de una Economía. En especial, (Atrostic & Nguyen, 2002) utilizando análisis de regresión y recolectando información de más de 25,000 plantas de producción en los Estados Unidos en el sector manufacturero, demuestran que mediante la utilización de sistemas de computación la Productividad Total de los factores aumenta en un 5%; demuestran que este resultado es robusto y significativo estadísticamente. Adicionalmente, prueban los autores que se provocan reducción en los costos de transacción para las partes, transparencia en los precios y una disminución en los precios de los productos a través de prácticas de comercio electrónico y venta virtual de bienes y servicios.

Usando dos metodologías diferentes, Atrostic y Nguyen encontraron, con un buen nivel de significancia, correlaciones entre el 3,85% y 6,07% en la productividad laboral y el mejor y más intenso uso del e-business a nivel de las firmas.

Con una metodología muy similar, (Rincon, Robinson, & Vecchi, 2005) del Instituto Nacional de Economía e Investigación Social en Londres comprobaron que el impacto del comercio electrónico en la productividad en el sector de servicios en el Reino Unido es cerca del doble que aquella que se observa para el sector manufacturero. De igual manera, (Fornfeld, Gilles, & Dieter, 2018, pág. 78) llegan a una conclusión similar.

En promedio, 90% de las firmas del sector servicios aumentan su productividad en un 9,8% cuando utilizan e-commerce. (Rincon, Robinson, & Vecchi, The productivity impact of E-commerce in the UK, 2001: Evidence from microdata, 2005). National Institute of Economics and Social Research (London)

De otro lado, (Zhen-Wei & Rossotto, 2009, págs. 38-39) plantean que “(...) el despliegue de redes Comunitarias de Competitividad de banda ancha a niveles municipales y de comunidades se ha constituido en un factor que ha permitido que las firmas de nivel local florezcan y permanezcan competitivas en sus mercados (...)”.

De igual manera, un estudio del año 2005 de MIT plantea que las comunidades que en los EEUU donde se desplegaron de manera temprana desde diciembre de 1999 redes masivas de banda ancha experimentaron crecimiento más acelerado en empleo, el número de firmas y negocios en los sectores intensivos en TIC, al igual que mayores precios de arrendamientos de viviendas que aquellas comunidades que adoptaron dichas tecnologías más adelante en el tiempo (...)” (Gillett, Lehr, & Osorio, 2006, pág. Tabla 3).

La banda ancha generó aumentos entre el 0,5% y el 1,2% en la tasa de crecimiento en el número de firmas durante 1998-2002. Además, demuestran que las comunidades que desplegaron de manera temprana y de manera masiva banda ancha crecieron más rápidamente en términos de empleo, crecimiento en el número de firmas y en su actividad inmobiliaria que otras comunidades que lo hicieron más tarde en el tiempo. (Gillett, Lehr, & Osorio, 2006)

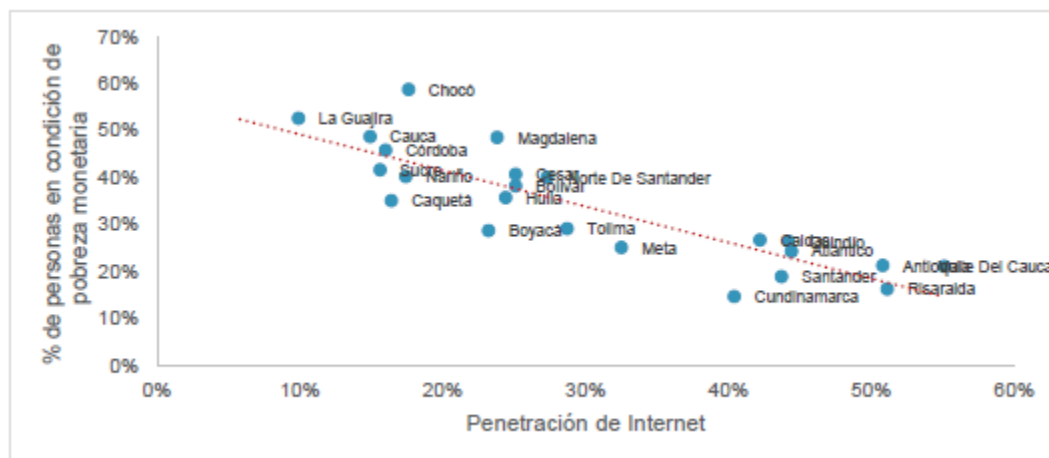
De otro lado, (Gillett, Lehr, & Osorio, 2006) muestran también que la banda ancha impacta significativamente el crecimiento en la productividad y en el desarrollo de las compañías, agregando entre el 0,3% y el 0,6% a la creación de nuevas firmas y sectores intensivos en TIC, mientras que, entre 1998 y 2002, redujo la participación de pequeñas empresas (menores de 10 empleados) entre 1,3 y 1,6 puntos porcentuales, mientras que aumentó el número de empresas de tamaño mediano.

La banda ancha agregó en el período 1998 - 2002 entre el 1% y el 1,4% en la tasa de crecimiento de empleos, entre 0,5% y 1,2 % en el número de firmas, entre 0,3 y 0,6 puntos porcentuales a la creación de negocios en sectores intensivos en TI en el mismo período y redujo la participación de pequeñas empresas (menores de 10 empleados) en 1,3 y 1,6 puntos porcentuales, aumentó el número de empresas de tamaño mediano. (Gillett, Lehr, & Osorio, 2006)

1.6 IMPACTO DE LAS TIC SOBRE LOS ÍNDICES DE IGUALDAD

El estudio (DNP, 2018 b) demuestra que, a nivel departamental en Colombia, se encuentra una correlación entre la penetración a Internet y el nivel de pobreza como se muestra en la Gráfica 1-8. De la misma manera el estudio de (DNP, 2018a) muestra que existe una relación entre velocidad y la pobreza monetaria como se muestra a continuación.

Gráfica 1-8 - Relación entre pobreza y penetración de Internet a nivel departamental en Colombia

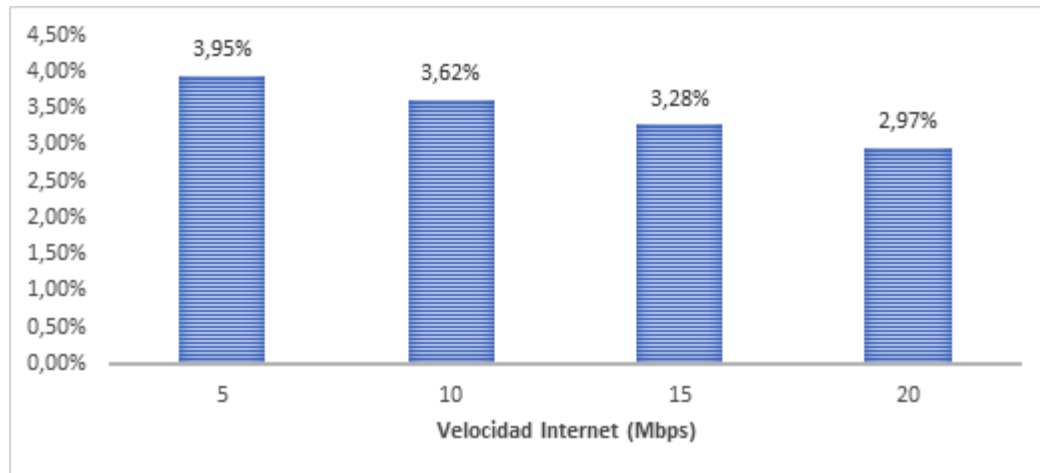


FUENTE: Tomado de (MinTIC, 2018) a partir de (DNP, 2018 a), (DNP, 2018 b)

Como se puede apreciar en la Gráfica 1-9, el estudio de (DNP, 2018 c) muestra que incrementos de velocidad, sin que se produzcan simultáneamente aumentos en los

índices de penetración en los estratos más bajos (quintiles 1 y 2), aumentan la desigualdad a nivel de ingresos, medida a través del índice de Gini entre un 3% y un 4%.

Gráfica 1-9 – Aumentos en la velocidad de Internet, con niveles de penetración fija en los quintiles 1 y 2 – Variación en el índice de Gini



FUENTE: (DNP, 2018 b, pág. 27).

De otro lado, el estudio del (DNP, 2018 b), entra a desarrollar un ejercicio más práctico desde el punto de vista de la política económica relacionando el impacto de aumentos en (i) la penetración de la banda ancha en los quintiles 1 y 2, junto con (ii) aumentos simultáneos en las velocidades del servicio de Internet.

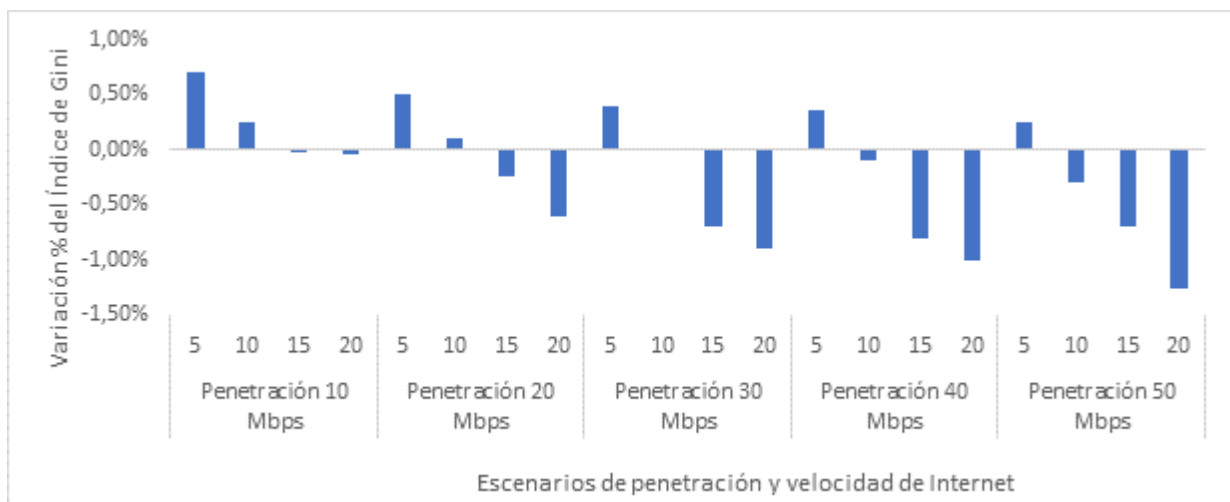
A este respecto, el estudio encuentra que:

“(...) la penetración del servicio de Internet es a todas luces el factor más importante para explicar los cambios en la distribución del ingreso. No obstante, cuando se tiene el máximo escenario de penetración de Internet, es decir un incremento de 50 puntos porcentuales (...) en los quintiles de ingresos más bajos, se puede apreciar la importancia de ofrecer una adecuada velocidad, dado que un incremento de 5 MBps en la velocidad de descarga, inferior a la que ofrece el mercado en los quintiles más altos, se incrementa la desigualdad por ingresos en los hogares (ver Gráfica 1-10). En tanto, en un escenario de 50 puntos porcentuales en la penetración con un incremento de la velocidad de 20 Mbps, la cual se encuentra por encima de la que

incrementa el mercado (11Mbps), se aprecia que el indicador Gini disminuye en 1,26%". (DNP, 2018 b, págs. 27-29).

Plantea también el estudio del DNP que "(...) la desigualdad por ingresos en Colombia disminuye o presenta una mejora con incrementos en la penetración en los quintiles o estratos de ingresos más bajos. Esto es, ante cambios en 10 puntos porcentuales de Internet en los quintiles 1 y 2 se puede disminuir en 0,06% el Índice de Gini. Este resultado se puede mejorar (...) si se incrementa paulatinamente la cobertura hasta llegar a niveles de 50 puntos porcentuales adicionales, disminuyendo el valor del Gini en 0,34% si se realiza por quintiles de ingreso y de 0,47%, si se realiza por estratos". (DNP, 2018 c, págs. 24-26). (Véase a este respecto la siguiente gráfica).

Gráfica 1-10 – Aumento en la penetración y en la velocidad y su impacto sobre los quintiles 1 y 2



Fuente: (DNP, 2018 c).

Con base en los dos estudios del DNP, el MinTIC en su formulación del Plan TIC cuatrienal manifiesta la existencia de una fuerte correlación entre la penetración de Internet y la disminución en los niveles de pobreza. Plantea el Ministerio que:

"(...) A nivel departamental, se encuentra una correlación entre la penetración a Internet y el nivel de pobreza [...]. Esta relación está sustentada por estudios que muestran una relación entre penetración a Internet y crecimiento del PIB, así como

entre el PIB y la velocidad de descarga. En este último caso, se estima que un aumento de 1 Mbps llevaría a un crecimiento de 1,6 % en el PIB per cápita, dejando todo lo demás constante (DNP, 2018 a). (...). (MinTIC, 2018, pág. 13)

A nivel departamental, se encuentra una correlación entre la penetración a Internet y el nivel de pobreza monetaria. Un aumento de 1 Mbps llevaría a un crecimiento de 1,6 % en el PIB per cápita (DNP, 2018a) y (MinTIC (a), 2018, pág. 13). Se requieren, sin embargo, aumentos significativos en la penetración de banda ancha en los quintiles 1 y 2.

1.7 IMPACTO DE LAS TIC EN LA EDUCACIÓN

Un estudio de (Belo, Ferreira, & Telang, 2010, pág. 22) muestran la endogeneidad de la relación entre el desempeño académico y banda ancha que, una vez se corrige, sugieren que ésta tiene un impacto significativo en la primera. De otro lado, (Aristovnik, 2012, págs. 5-6) calculan correlaciones parciales que permiten determinar una relación positiva, aunque no estadísticamente significativa.

(Shittu & Shittu, 2015, págs. 2511, 2513) encontraron implicaciones significativas entre el uso de herramientas TIC en la enseñanza y en el aprendizaje en los colegios. Encontraron también que cuando dichas herramientas incluyen en los modelos incentivos como entrenamiento, integración de currículos y niveles pedagógicos los índices se vuelven más significativos. Pese a lo anterior, plantean que los gobiernos y los diseñadores de política deben tener en cuenta que la introducción de tecnología en las instituciones educativas no es una garantía de eficacia, sino que requieren que los maestros y los estudiantes usen la tecnología efectivamente para garantizar los resultados educacionales. (Shittu & Shittu, 2015, págs. 2511, 2513)

1.8 EL ACCESO A INTERNET AUMENTA LA COMPETENCIA Y EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS Y PROCESOS, CREAN NUEVAS PRÁCTICAS DE TRABAJO, FOMENTA ACTIVIDADES DE EMPRENDIMIENTO Y AUMENTA LA PRODUCTIVIDAD LABORAL.

El acceso a Internet y los aumentos de velocidad de la banda ancha aumentan la competencia y el desarrollo de nuevos productos y procesos, crean nuevas prácticas de trabajo, fomenta actividades de emprendimiento y aumenta la productividad laboral. Asimismo, el acceso a internet introduce nuevas prácticas de trabajo, fomenta actividades de emprendimiento y mejoras en el emparejamiento de trabajos. Igualmente, el acceso a Internet aumenta la competencia y el desarrollo de nuevos productos y el provoca el mejoramiento en la eficiencia de procesos empresariales, generando mayor transparencia en los mercados. (DNP, 2018 a). Véase a este respecto el impacto de plataformas como Colombia Compra Eficiente.

1.9 CONCLUSIÓN. LA BANDA ANCHA DE ALTA VELOCIDAD IMPACTA MUCHAS DE LAS DIMENSIONES DE UNA SOCIEDAD MODERNA.

Este capítulo estuvo dirigido a analizar el impacto que tiene el sector de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) sobre el ecosistema digital y la manera en que, desde una exploración extensa de los estudios académicos a nivel internacional, el sector impacta variables como el crecimiento y el desarrollo socioeconómico del país y sus regiones (a nivel departamental y/o municipal), la reducción de la pobreza y la eliminación de las brechas económicas y sociales y el fortalecimiento del sector empresarial en sus diferentes dimensiones, los niveles de productividad empresarial y el número de empresas.

Asimismo, esta relación entre las TIC y el desarrollo de una economía implica entender los niveles de causalidad existentes entre las variables, buscando encontrar la eficacia con la que las inversiones en el sector TIC generan círculos virtuosos de desarrollo socioeconómico y de riqueza en el país y sus regiones.

A este respecto, el capítulo encontró relaciones muy fuertes entre diferentes variables que hacen parte del Índice de Brecha Digital (y, en últimas, el Índice de Brecha Digital

mismo) y variables claves en el desarrollo económico y social, no solo a nivel macrosectorial, sino a nivel regional. Entre las principales se llegó a los siguientes hallazgos:

- Aumentos en la penetración de Internet generan impactos directos, indirectos y derivados que permean, no solo sobre los sectores relacionados con las TIC (efectos directos), sino sobre industrias conexas a las TIC (software, hardware, insumos, mano de obra, entre otras), los que llama efectos indirectos, efectos derivados sobre los restantes sectores de la economía.
- Crecimientos en la velocidad de la banda ancha genera crecimiento económico y aumentos en el número de empresas y en la productividad empresarial.
- Sin embargo, para que los aumentos en la calidad del Internet redunden en el cierre de las brechas de desigualdad en las regiones, debe estar acompañado de aumentos en los niveles de penetración en los grupos de menores ingresos, especialmente en los quintiles de ingresos 1 y 2. De otro modo, dichos aumentos en la velocidad solo generarán mayores niveles de concentración de los ingresos en los estratos de mayores ingresos. Aumentos masivos en la penetración en los estratos más bajos, acompañados con incrementos en la velocidad y anchos de banda de las comunicaciones, reduce la desigualdad y los niveles de brecha en los segmentos más pobres de la población.
- Concluyen, entonces, los estudios que aumentos en la infraestructura de acceso a las TIC conllevan aumentos en el crecimiento de la economía, incrementos en la calidad de vida y en reducciones en los niveles de pobreza.
- Los estudios también plantean que los aumentos en la productividad del trabajo son superiores en el sector de TIC que en los demás sectores económicos y que inducen aumentos en la productividad de otros sectores de la economía de los países.
- De otro lado, los estudios investigados concluyeron que aumentos en la infraestructura de acceso y la velocidad y penetración de Internet traen consigo aumentos en el empleo productivo y la creación de puestos de trabajo en diferentes sectores de la economía y reducciones en los niveles de desempleo.

- Finalmente, los estudios encontraron que el número de empresas creció y que se presentó un aumento en la importancia relativa en el número de empresas medianas en la economía.

Capítulo 2

MODELO DE IMPACTO REGIONAL DE LA BRECHA DIGITAL

Este capítulo del documento está dirigido a definir y presentar el modelo conceptual a través del cual se busca evaluar los impactos asociados con el diseño de un modelo de cálculo que permita (i) medir el impacto económico y productivo asociado a variaciones en el nivel de la brecha digital a nivel regional y (ii) que permita hacer estimaciones de los impactos económicos y productivos ante cambios en los componentes del Índice de Brecha Digital en Colombia.

De igual manera, el capítulo incluye dos variables cercanas a los indicadores que componen el IBD, que en la literatura analizada se utilizan ampliamente para evaluar su impacto en la economía. Tienen que ver con el impacto de los niveles de penetración de Internet fijo y la velocidad de acceso, tanto a nivel global para la totalidad de los estratos socioeconómicos donde se ubican los accesos a Internet, como sobre los estratos 1 y 2. Se pretende indagar, de manera individual para estas dos variables, su impacto sobre las variables socioeconómicas regionales, además, como es obvio, del impacto respectivo del IBD y de los subíndices que lo componen sobre el entorno departamental y regional del país.

Este tipo de análisis, como se pudo describir y analizar en la sección 1.2 del Capítulo 1 del documento, son objeto de modelaje especial en los documentos (DNP, 2018 a) y (DNP, 2018 b) a que se hizo mención en ese capítulo del informe. En este estudio se busca extender el análisis del DNP al modelo de impacto regional y departamental para corroborar los hallazgos encontrados por esa entidad.

Con base en este objetivo general, el capítulo se dividirá en tres secciones fundamentales. En primer lugar, se describirá el modelo conceptual general a través del cual se lograrán los principales dos propósitos del capítulo, enlazando la investigación de la literatura académica y presentando las principales variables de

impacto que se han utilizado no solo a nivel internacional, sino también por parte de entidades nacionales, como el DNP (dos estudios de impacto macro sectorial, (DNP, 2018 a) y (DNP, 2018 b)) y el mismo Ministerio (el estudio del año 2011 (Katz & CINTEL, 2011 (a))).

En segundo lugar, en la sección 2.2 se presentará la selección, descripción y justificación de los indicadores y variables de impacto regional y económico propuestos por parte de la Consultoría y, finalmente, se presentarán las variables adicionales utilizadas para corroborar los resultados de impacto obtenidos por otros estudios.

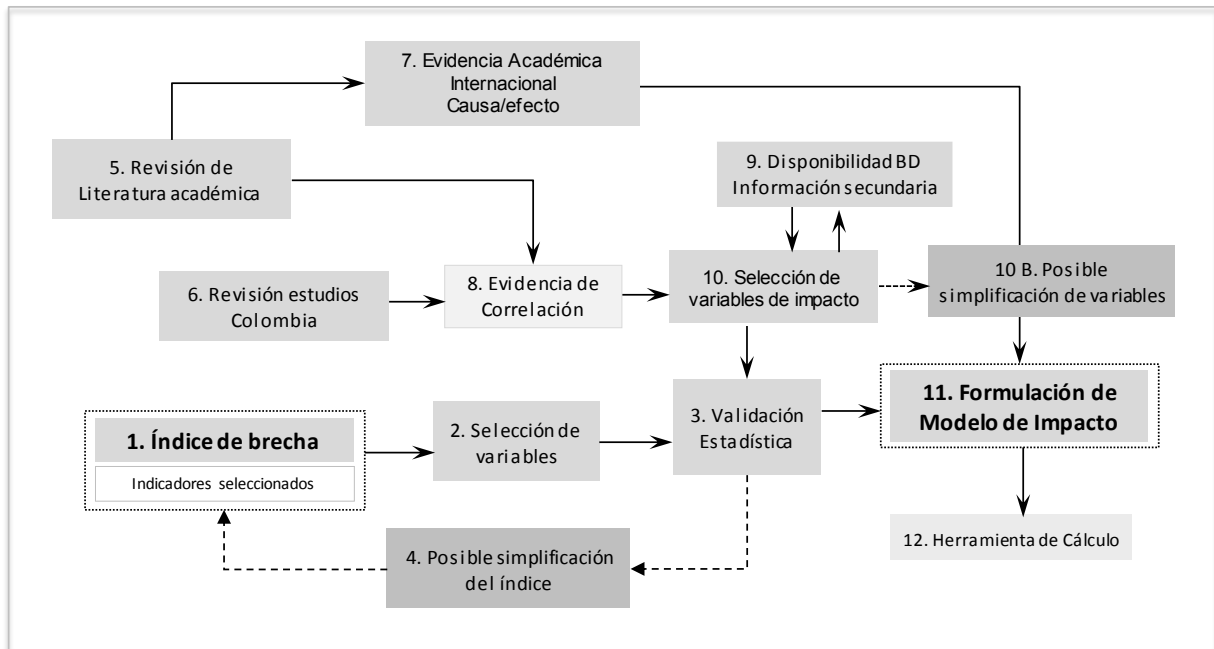
2.1 DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL DEL MODELO PROPUESTO

Esta primera sección del documento está dedicada, de un lado, a describir el modelo de impacto del sector TIC a nivel regional propuesto por la Consultoría. A continuación, se llevará a cabo la selección de las variables relevantes de impacto que se identificaron de la investigación de la literatura académica que se llevó a cabo a nivel nacional e internacional en el Capítulo 1 del documento.

2.1.1 El modelo conceptual de impacto propuesto.

Teniendo en cuenta lo anterior, la Ilustración 2-1 que se presenta a continuación describe el modelo de impacto del sector TIC a nivel regional. Como se puede apreciar, el modelo parte de la definición del índice de brecha que se diseñó en el informe anterior de la Consultoría (véanse los numerales 1 al 4 de la ilustración), que implicó la selección y validación estadística de las variables y parámetros que conformaban el índice, habiéndose generado una simplificación en el número de las variables involucradas.

Ilustración 2-1 – Formulación del modelo de impacto del sector TIC a nivel regional



FUENTE: Elaboración propia.

A continuación, el siguiente paso en el diseño de la metodología de impacto tuvo que ver con la investigación de la literatura académica (pasos 5 y 6 de la Ilustración 2-1), relacionada con los estudios que se han llevado tanto a nivel nacional como internacional y que han buscado aproximar el impacto del sector TIC y de despliegues masivos de banda ancha en diferentes países. Se busca con ello identificar estudios en que se haya cuantificado el impacto de la industria TIC, generando incidencias a nivel de causa y efecto entre las variables o mediciones de los niveles de correlación entre las variables (paso 7 en la anterior ilustración).

Estas actividades que llevó a cabo la consultoría se desplegaron en el Capítulo 1 del documento y se sintetizan en la sección 2.1.2 A continuación, se busca identificar las variables de impacto más relevantes que han evaluado dichos estudios y en donde se evidencian niveles de correlación o de causa y efecto significativas (véase el paso número 8 en la Ilustración 2-1).

Con base en la información secundaria disponible (proveniente, principalmente, del DANE, el Banco de la República y el mismo MinTIC) a la que se hace alusión en el numeral 9 de la Ilustración 2-1, el modelo define una serie de variables de impacto relevantes que pretenden evaluar el impacto a nivel departamental o regional de políticas orientadas a la disminución de la Brecha Digital. Como se muestra en el segmento derecho de la Ilustración 2-1, se presenta inicialmente un abanico de alternativas que se depurará con la discusión que tenga lugar con el Ministerio (Considérese para este efecto el cajón número 10 y 10B de la ilustración anterior).

A continuación, las variables de impacto propuestas se someten a depuración estadística, fundamentalmente con base en la bondad de su correlación con los componentes del Índice de Brecha Digital (dirección correcta de la correlación) y al nivel de significancia estadística de la misma, como se muestra en la caja 3 de la Ilustración 2-1. A este respecto, la sección 2.2 del presente capítulo describirá las variables seleccionadas, no solo por su relevancia estadística sino por su pertinencia socioeconómica a nivel regional.

Las variables que estadísticamente son significativas pasan a formar parte de las variables que son candidatas para hacer parte del modelo. Estas variables hacen parte de la herramienta de cálculo que generará la Consultoría. Las variables que finalmente se escogerán dependerán de varios criterios entre los cuales cabe mencionar los que se destacan a continuación:

- Representatividad de los indicadores: Los indicadores a escoger deben recoger las características de las dimensiones que se desea evaluar y que evalúen el impacto sobre las regiones en términos de crecimiento y bienestar económico, igualdad y eliminación de las barreras de acceso a la educación, a la salud y a la vivienda y el crecimiento de las empresas y de la productividad laboral.
- Existencia de colinealidad en los indicadores: Para los indicadores que tiendan a explicar características similares de una dimensión de impacto se escogerá el más representativo de ellos. Es claro a este respecto que existen indicadores que explican una caracterización de una dimensión pero que pueden no reflejar la realidad general de la misma. Se escogerá entre estos indicadores con alta colinealidad el más representativo y general de los mismos.

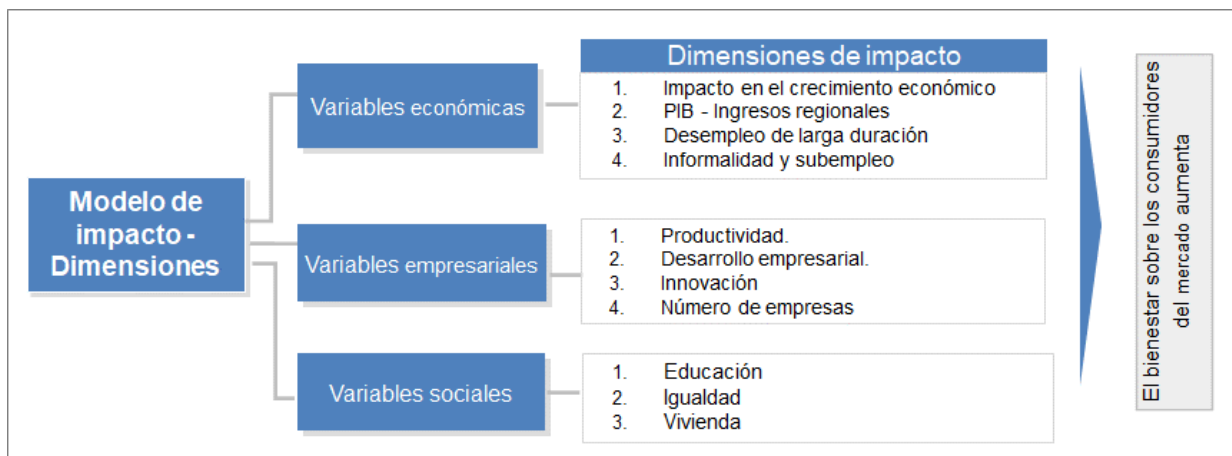
- **Nivel de significancia de los indicadores:** Se escogerán aquellos indicadores que tengan los niveles de significancia más elevados, eliminando aquellos que no lo sean.

2.1.2 Variables de impacto identificadas de la investigación de la literatura académica a nivel nacional e internacional.

El Capítulo 1 presentó el resultado de la investigación de la literatura académica a nivel internacional relacionada con el impacto tanto de la inversión en la industria TIC, como del despliegue masivo de banda ancha en una economía sobre los indicadores macroeconómicos, sociales y regionales de dicha economía. Se presentaron, de igual forma, las principales variables de impacto que se han utilizado en dichos estudios a nivel no solo internacional, sino también por parte de entidades nacionales, como el DNP y el mismo Ministerio TIC.

A este respecto, la Ilustración 2-2 que se presenta a continuación presenta un resumen de las principales variables de impacto identificadas.

Ilustración 2-2 – Modelo de impacto – Variables identificadas



FUENTE: Elaboración propia, a partir de la investigación de la literatura nacional e internacional que se presentó en el Capítulo 1 del presente documento.

A este respecto, las siguientes tablas presentan una descripción un poco más detallada de cada una de las dimensiones de impacto macrosectorial, regional y social que se describieron a lo largo del Capítulo 1 del documento.

► Variables de tipo económico

Como se pudo apreciar a lo largo del Capítulo 1 del documento, buena parte de los impactos identificados tienen que ver con impactos del cierre de la brecha digital, relacionados con variables económicas. Igualmente, se puede apreciar en la Tabla 2-1 que se presenta a continuación, los estudios académicos y de entidades multilaterales, incluyendo al MinTIC y al DNP, que tienen que ver con el impacto de aumentos en la inversión TIC y despliegues intensos de banda ancha sobre el crecimiento económico y sobre el aumento de los ingresos per cápita. La tabla detalla algunos de los estudios que se presentaron en el capítulo anteriormente reseñado.

Tabla 2-1 – Variables de impacto identificadas de la investigación nacional e internacional – Variables económicas

Tipo de impacto	Autor / Entidad	Tipo de impacto
1. Impacto sobre crecimiento del PIB	▪ (OECD, 2015, págs. 187-189)	• Entre 2001 y 2013, la inversión en TIC aportó entre 0,15 y 0,52 puntos porcentuales al crecimiento anual del PIB.
	▪ (Katz & CINETEL, 2011 (a)).	• El crecimiento anual de la penetración de banda ancha del 10% a nivel nacional genera un crecimiento anual del PIB de 0,037%.
	▪ (Rodríguez, Nussbaum, & Dombrovskaja, 2012, pág. 33).	• Por cada 1% en la creación de empleo, la contribución de los sectores intensivos en TIC se incrementó de 0,20 a 0,25.
	▪ (Zhen-Wei & Rossotto, 2009, págs. 44-45).	• Una economía de ingresos altos con penetración de banda ancha del 10% personas aumentará 1,21% en el crecimiento del PIB per cápita.
2. Impacto de velocidad banda ancha sobre variables regionales	▪ Koutroumpis, 2009	• Un aumento de 1% en banda ancha incrementa PIB en: ▪ Impacto promedio en países 0,025% ▪ Países de penetración > al 30%, impacto del 0,023% ▪ Países de penetración media (20% - 30%), impacto del 0,014% ▪ Países de baja penetración, < 20%, el impacto es del 0,008%
	▪ Estudio (DNP (a), 2018, págs. 22-26).	• Un aumento en un megabit por segundo (Mbps) puede generar aumentos en el PIB per cápita entre el 1,6% - 2,3%.
3. Impacto sobre el ingreso	▪ (Katz (a), 2011, págs. 29,44)	• El crecimiento de la penetración de banda ancha en un 10% el número de conexiones, genera un aumento del ingreso real del hogar en el 0,034%.

FUENTE: Elaboración propia, a partir de la investigación de la literatura nacional e internacional que se presentó en el Capítulo 1 del presente documento.

► Variables de tipo socioeconómico y regional.

De otro lado, la Tabla 2-2 presenta las variables de tipo socioeconómico y regional que se reseñan de la investigación nacional e internacional académica. Un segmento importante de los estudios, como el de (DNP, 2018 b), se concentran en cuantificar el impacto de crecimientos en los niveles de penetración de manera masiva y en los niveles de velocidad en los estratos socioeconómicos más bajos⁹ y el impacto que se observa sobre la disminución de los niveles de desigualdad, medidos en los niveles de ingresos que mide el índice de Gini y en el Índice de Pobreza Monetaria Multidimensional (IPM). El estudio del DNP, por ejemplo, plantea de manera muy interesante, la manera como aumentos independientes en la velocidad de los accesos solamente llevan a disminuciones en los índices de igualdad y aumentos en el IPM. Para que una medida de política impacte los niveles de pobreza debe acompañar a la velocidad de los accesos con aumentos masivos en los índices de penetración de Internet en los grupos de menores ingresos.

Tabla 2-2 - Variables de impacto identificadas de la investigación nacional e internacional – Variables socioeconómicas y regionales

Dimensión de impacto	Autor / Entidad	Tipo de impacto
Tipos de impacto 4. Índices de Igualdad. 5. Disminución de desempleo 6. Impacto regional	▪ Estudio (DNP, 2018 b, págs. 27-29).	• La penetración del servicio de Internet es el factor más importante para explicar los cambios en la distribución del ingreso • Para generar aumentos en crecimiento y disminuciones en la desigualdad se requiere aumentos en la penetración y en la velocidad en Estratos 1 y 2. • A nivel departamental, se encuentra una correlación entre la penetración a Internet y el nivel de pobreza monetaria
	▪ (Gillett, Lehr, & Osorio, 2006)	• La banda ancha agregó 1,0-1,4 puntos porcentuales a la tasa de crecimiento del número de empleos durante 1998 y 2002.
	▪ (MinTIC (a), 2018, págs. 11-14)	• La adopción de banda ancha tiene una dimensión regional como lo muestra la correlación del índice de innovación departamental con la velocidad promedio de descarga y penetración de internet.

FUENTE: Elaboración propia, a partir de la investigación de la literatura nacional e internacional que se presentó en el Capítulo 1 del presente documento.

⁹ El estudio del DNP se concentra, en efecto, en los quintiles de ingreso 1 y 2.

La otra variable importante que se destaca en los estudios internacionales es el impacto que tiene lugar sobre los niveles de empleo producto de aumentos en la penetración y en la velocidad de Internet. Adicionalmente, como se presenta en la Tabla 2-2, el MinTIC y el mismo DNP hacen mención en los profundos encadenamientos que tienen estas variables en las cifras y estadísticas macrorregionales.

► Variables de impacto sobre la productividad y la actividad económica.

De otro lado, la Tabla 2-3 está dirigida a mostrar la manera como los estudios recabados a nivel internacional resaltan el impacto de la banda ancha y las inversiones TIC sobre los índices de productividad de la economía. Resaltan los estudios, no solo como los niveles de productividad de la industria son superiores a los de otros sectores, sino la forma en que inversiones TIC aumentan la productividad de otros sectores.

Tabla 2-3 - Variables de impacto empresarial. Impacto sobre la productividad y la actividad económica

Tipo de impacto		Autor / Entidad	Tipo de impacto
Tipos de impacto	7. Impacto sobre productividad	▪ (MinTIC (a), 2018, págs. 11-14).	• Las TIC incrementa la productividad: i) cuando son insumo en el proceso productivo de otros sectores ii) cuando el sector TIC gana peso dentro de la economía.
		▪ (OECD, 2015, págs. 187-189).	• La productividad del trabajo creció en los servicios de telecomunicaciones un 160% más que en la economía en general y en la fabricación de ordenadores (138%), en producción de software (103%) y servicios de TI (21%).
	8. Impacto sobre las actividades: teletrabajo, e-business, telesalud, e-commerce	▪ (OECD, 2015, págs. 187-189).	• En países europeos el sector de TIC hizo aumentar la productividad laboral total en un 4% en Irlanda, en un 3% en Estonia, Eslovaquia y Estados Unidos, y algo más de un 2% en Hungría, Noruega y Suiza. • La ralentización del crecimiento del sector TIC ocasionó un fuerte descenso de la productividad en Finlandia y Luxemburgo (-0,6%).
		▪ (Atrostic, 2012) y (Nguyen, 2104)	• Usando dos metodologías diferentes, encontraron, con un buen nivel de significancia, correlaciones entre el 3,85% y 6,07% en la productividad laboral y el mejor y más intenso uso del e-business.

FUENTE: Elaboración propia, a partir de la investigación de la literatura nacional e internacional que se presentó en el Capítulo 1 del presente documento.

► Variables de impacto empresarial.

De igual forma, como se muestra en la Tabla 2-4, los estudios internacionales hacen énfasis en la generación de actividades que tienen como plataforma base a la Internet y al desarrollo de software y aplicativos que se desarrollan sobre la misma. Destacan la aparición y consolidación de nuevas actividades productivas como el teletrabajo, la telemedicina, el comercio electrónico y los negocios electrónicos (e-business).

Adicionalmente, destacan los estudios que se investigaron el hecho de que se encontró evidencia sólida de que aumentos en la penetración y la velocidad de la banda ancha aumenta el número de empresas y el número de Pymes en una región determinada que haya emprendido inversiones dirigidas a aumentar la penetración de la banda ancha en su territorio.

Tabla 2-4 - Variables de impacto empresarial. Impacto sobre el número de firmas y sobre el sector de educación

Dimensión de impacto	Autor / Entidad	Tipo de impacto
Tipos de impacto 10. Crecimiento, productividad y desarrollo de las firmas	(Gillett, Lehr, & Osorio, 2006)	- La banda ancha agregó 0,5-1,2% en la tasa de crecimiento en el número de firmas en 1998-2002. - La banda ancha agregó 0,3-0,6 puntos porcentuales a la creación de negocios en sectores intensivos en TI entre 1998-2002. - La banda ancha redujo la participación de pequeñas empresas (menores de 10 empleados) en 1,3-1,6 puntos porcentuales entre 1998-2002 y aumentó la de empresas de tamaño mediano
	(Rincon, Robinson, & Vecchi, 2005)	En promedio, 90% de las firmas del sector servicios aumentan su productividad en un 9,8% cuando utilizan e-commerce
	(MinTIC (a), 2018, págs. 11-14)	La adopción de banda ancha tiene una dimensión regional como lo muestra la correlación del índice de innovación departamental con la velocidad promedio de descarga y penetración de internet.
9. Impacto de las TIC en la educación	(Aristovnik, 2012, págs. 5-6)	El impacto del número de usuarios a internet es fuerte y positivo ya que el coeficiente parcial varía entre 0,53 a 0,71. Una variable importante de las TIC que también influye en los resultados PISA es TIC (per cápita) ya que el coeficiente alcanza el 0,53.
	(Shittu & Shittu, 2015, págs. 2511, 2513)	

FUENTE: Elaboración propia, a partir de la investigación de la literatura nacional e internacional que se presentó en el Capítulo 1 del presente documento.

Finalmente, los estudios encontraron impactos de importancia sobre sectores como el de la educación, de gobierno y la agricultura, donde la inversión en banda ancha,

software y aplicativos aumentaron la productividad y eficiencia de esos sectores estratégicos en la vitalidad económica nacional.

2.2 SELECCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DE LOS INDICADORES DE IMPACTO REGIONAL A UTILIZAR.

Teniendo en cuenta las secciones anteriores del capítulo y considerando los resultados de la investigación del Capítulo 1 que se compilaron en la sección 2.1.2 del presente capítulo, esta sección del documento está dirigida a definir y justificar, según su relevancia y grado de significancia a nivel estadístico en el impacto a nivel departamental y regional, los parámetros que se proponen por parte de la Consultoría para conformar las variables a incluir en el modelo de impacto, como resultado de la adopción de medidas de política dirigidas a generar el cierre de la brecha digital, así como el impacto de los indicadores que se propusieron en el informe anterior que conforman el Índice de Brecha Digital propuesto.

Con este propósito en mente se clasificarán las variables de acuerdo con la dimensión socioeconómica de impacto regional y/o departamental que se pretende evaluar y que, por construcción, coincide con las categorías que se consideraron en la sección 2.1.2 y en especial en la Tabla 2-1 a la Tabla 2-4.

2.2.1 Variables de impacto económico sobre las regiones y los departamentos

De acuerdo con las principales variables de impacto identificadas en el análisis de la literatura nacional e internacional y que se resumieron en la Ilustración 2-2, a nivel económico se plantean las variables de impacto que se ilustran en las secciones que se presentan a continuación:

2.2.1.1 Variables que impactan el crecimiento económico.

Las primeras variables, que en el modelo estadístico de impacto que construyó la consultoría y que se presentan en el Capítulo 3 corresponden a las variables números R32_2 a R32_8, las cuales se relacionan con el impacto sobre el crecimiento económico que tiene el cierre de la Brecha Digital (vr. gr., el Índice de Brecha Digital)

y sus indicadores que lo conforman. A este respecto, el crecimiento económico es una de las variables sine qua non para que un proceso de consolidación regional y departamental tenga lugar. Se define el crecimiento económico de una región como la variación porcentual del PIB de dicha región durante dos períodos de tiempo determinados (por ejemplo, dos años consecutivos, caso en el cual el crecimiento será anual, o dos trimestres consecutivos, en cuyo caso el crecimiento será trimestral).

A este respecto, es fundamental afirmar, a efectos de destacar la importancia y relevancia de los indicadores que se desea explorar, que no es posible llegar a alcanzar desarrollo económico si el aparato productivo y la economía regional misma no experimentan niveles elevados de crecimiento, superiores a las tasas de crecimiento poblacional. Esta es una de las variables que debe incluirse en un análisis de impacto regional o departamental.

La bondad asociada a la variable radica, además, no solo en su relevancia económica, sino que, adicionalmente, cuenta con evidencia estadística muy robusta. El DANE produce desde el año 2005 información del PIB desde los escenarios departamental y municipal. Se cuenta con información abundante de PIB regional, no solo a nivel consolidado sino con desagregación por sectores económicos en que se presentan las cuentas nacionales. (DANE, 2020). Eventualmente, el analista puede generar análisis de crecimiento económico de una región específica, no solo a nivel consolidado sino por sectores económicos individuales.

Con este fin, se utilizaron diferentes formas funcionales para medir el impacto del IBD sobre las variables económicas. Dentro de las mismas, se sensibilizaron a los niveles de significancia estadística y robustez de los indicadores de variables como el PIB, en términos de niveles, tasas de crecimiento o expresados en promedios per cápita o variaciones per cápita.

Finalmente, se optó por escoger variables que expresan el PIB en términos logarítmicos que matemáticamente equivalen a variaciones porcentuales de la expresión principal. Adicionalmente, como se verá más adelante en el Capítulo 4 del documento, esta expresión de la variable de impacto genera, desde el punto de vista

estadístico, un indicador más robusto que arroja niveles de significancia más elevados.

De la misma manera, se optó por desechar variables en niveles, convirtiéndola, además de su expresión logarítmica, en promedios de la población nacional o regional.

2.2.1.2 Variables de impacto sobre el empleo regional y departamental.

El tercer elemento de política, que se destaca del Capítulo 1 y del análisis de Gráfica 2-1 está relacionado con la baja calidad del empleo y los altos niveles de desempleo y subempleo existentes de manera estructural en Colombia. Estos elementos hacen parte del IPM, pero, dada su importancia central se proponen como indicadores adicionales del modelo de impacto del presente documento.

Como se puede apreciar en la Gráfica 2-1, los altos niveles de informalidad y el significativo nivel de la tasa de desempleo de larga duración existente en Colombia se constituyen en un factor que para el cual deben generarse estrategias y acciones de política pública, muchas de ellas en el campo de las TIC, para impulsar crecimientos en el empleo formal, lo cual propenderán por aumentos en la demanda de servicios de banda ancha de alta velocidad.

A este respecto, se incluyen dos variables específicas:

- Desempleo de larga duración
- Informalidad y subempleo

2.2.1.3 Desempleo de larga duración (Variable R19).

El desempleo de larga duración corresponde a aquella variable en la que al menos una persona del hogar que está desempleada lleva más de 12 meses buscando trabajo. Dadas las características de la economía colombiana, esta variable es fundamental en el análisis de impacto. El diseñador de política pública se encuentra interesado en que la inversión en las TIC redunde en beneficios para la población,

como lograr disminuir las tasas de desempleo estructurales que castigan a las economías regionales y departamentales del país.

2.2.1.4 Informalidad y subempleo (Variable R 29).

De igual manera, se ha incluido en el modelo de impacto la tasa de informalidad, definida esta como aquella en la que una o más personas de la población económicamente activa, PEA, del hogar no está afiliada al sistema general de pensiones.

2.2.2 Barreras de acceso a servicios de salud (Variable R18).

La salud es, sin lugar a duda un tema neurálgico en la estructura social y económica colombiana. Pese a los esfuerzos de los pasados años para aumentar la cobertura, el 17,1% de la población en el año 2013 y el 11,0% en el 2018 no contaba con servicios de salud. Asimismo, existían barreras de acceso a la salud, en 2018 llegaba al 6,2% de la población total del país.

La cobertura de la población con servicios de salud de mayor calidad es una necesidad que caracteriza la realidad nacional actual y que requiere el despliegue de servicios de banda ancha que le permitan a grupos poblacionales que no cuentan con servicios de salud o que, de contar con ellos, no disfrutaban de servicios de salud de calidad en la actualidad.

2.2.3 Variables de impacto sobre el desarrollo y la productividad empresarial.

Es común acuerdo entre las escuelas de pensamiento económico que, en el largo plazo, el crecimiento económico se garantiza con crecimientos en la productividad¹⁰. El estándar de vida de una nación depende de su capacidad de producir bienes y servicios, hecho que tiene lugar en la medida en que los niveles de productividad de

¹⁰ La productividad se define como la cantidad de bienes y servicios producidos por cada unidad de insumos (trabajo, capital). (Mankiw, 2012, págs. 536-537).

la economía crezcan en el tiempo, “(...) alentando la rápida acumulación de factores de la producción y asegurando que esos factores se empleen en una forma tan eficaz como sea posible (...)”. (Mankiw, 2012, pág. 552).

Es por esta razón que, para que el cierre de la brecha digital alcance connotaciones de crecimiento económico de largo plazo, se deben generar impactos de significancia sobre las variables claves asociadas al crecimiento y desarrollo del sector empresarial del país y a los niveles de productividad con los que opera.

En este sentido, el modelo de impacto incluye variables de impacto asociadas al desarrollo y crecimiento del sector empresarial de las regiones y sobre los niveles de productividad de las empresas. A este respecto, se consideran en la creación del índice las siguientes variables:

2.2.3.1 El número de empresas en una región determinada como variable de impacto regional.

La creación de un entorno digital, el aumento en la penetración de la banda ancha y la generación de aplicaciones que faciliten las actividades de las firmas debe generar, en el mediano y largo plazo, un crecimiento en el número de empresas en una región determinada que se ve impactada por los mayores niveles de conectividad y por los aumentos en la calidad de la banda ancha. Esta fue una de las evidencias que se destacaron del análisis de la literatura internacional en tal sentido, que se presentaron en el Capítulo 1 del documento y que se resumieron en la sección 2.1.2 del presente capítulo.

A este respecto, el Directorio Estadístico de Empresas que publica periódicamente el DANE “(...) contiene información sobre la identificación y ubicación de todas las empresas (...) en el territorio nacional, de acuerdo a la actualización continua realizada mediante los registros administrativos obtenidos de las Entidades tanto públicas como privadas, las investigaciones DANE y los diferentes operativos de actualización (web, telefónicos, correo electrónico, recolección en terreno, etc.) (sic) (...)”. (DANE, 2020 a).

2.2.3.2 Productividad económica como variable de impacto regional.

Como se mencionó anteriormente, la productividad de las empresas es una variable fundamental que explica el crecimiento de una economía en el largo plazo. Esta es, por tanto, una variable a incluir en el análisis de impacto regional.

En este sentido, el DANE publica periódicamente las dos variables que se requieren para encontrar la productividad a nivel regional:

- Producción: El DANE publica periódicamente el Producto Interno Bruto por departamento, el cual se encuentra en este momento con base 2015. (DANE, 2020 b).
- Mercado laboral: De igual manera, el DANE publica la totalidad de la información laboral a nivel departamental en su página WEB, incluyendo el número de empleados, la fuerza laboral, el número de desempleados, entre otros. (DANE, 2020 c).
- Innovación: Una variable interesante que se recogió de la literatura internacional fue la manera como los procesos de masificación de Internet y de aumento en la calidad de la banda ancha tenía que ver con la generación en los aumentos en la innovación y generación de nuevos aplicativos que promuevan la consolidación de las empresas, la creación de nuevas firmas y los aumentos de la productividad regional.

Este, aunque es un tema muy importante y debe ser una consecuencia de un proceso de cierre de la brecha digital, y en aras de mantener un número de razonable de variables en el modelo de impacto, ya se encuentra recogido, en buena medida, en las dos variables anteriores, en la medida que los procesos de innovación deben generar aumentos en el número de empresas y, adicionalmente, deberían provocar aumentos en los niveles de productividad de las compañías y de sus empleados.

2.2.4 Variables de impacto de orden social en las regiones.

Esta sección del capítulo se dedica a analizar la segunda de las dimensiones de impacto en una economía o en una región, relacionada con la medición del impacto de las inversiones realizadas en el sector TIC y en banda ancha y que tiene que ver con el impacto de las mismas en las condiciones sociales asociadas a variables de pobreza, desigualdad, acceso a la vivienda y desarrollo humano.

A este respecto, el DANE produce una gran variedad de información proveniente desde diferentes fuentes, entre ellas, la Encuesta Nacional de Calidad de Vida, las cifras provenientes de los índices de Necesidades Básicas Insatisfechas, NBI, entre otras. De esta gran cantidad de información se han investigado una serie de variables y de indicadores que podrían, eventualmente, hacer parte del modelo de impacto objeto de la presente consultoría.

Con esta perspectiva en mente, se consideran algunas de las variables que fluyen de esta información, para hacer parte de esta dimensión del modelo de impacto, entre las cuales cabe enumerar las siguientes:

- Incidencia de la pobreza multidimensional, IPM.
- El porcentaje de privaciones de personas en pobreza monetaria multidimensional.
- La proporción de personas en miseria.
- Hacinamiento crítico.
- Inadecuada eliminación de excretas.
- Material inadecuado de paredes exteriores.
- Material inadecuado de pisos.
- Componente de vivienda.
- Logros en materia educativa.

Como se ilustra más adelante, en la Gráfica 2-1 y en la Tabla 2-5, el estudio consultó diferentes variables que publica periódicamente el DANE y que pueden ser representativas y significativas para hacer parte del modelo de impacto regional y

departamental propuesto. A lo largo del documento, se seleccionan y depuran las variables, de manera que se excluyen variables redundantes (por su alta multicolinealidad) o variables que miden problemáticas demasiado particulares asociadas a un fenómeno de pobreza determinado. En el Capítulo 4 del documento, se define una lista de variables más depurada, práctica y representativa de la problemática regional, que hará parte del modelo de impacto objeto del presente informe.

Dado lo anterior, a continuación, se analizan las diferentes tipologías de variables de orden social identificadas, con el propósito de determinar las candidatas a formar parte del modelo de impacto regional y departamental.

2.2.4.1 La incidencia de la pobreza multidimensional (IPM).

La metodología de la pobreza multidimensional para Colombia fue diseñada inicialmente por el DNP, con base en la metodología propuesta por (Alkire & Foster, 2007, 2008), siendo desde el año 2012 el DANE el encargado de realizar la medición con base en la información proveniente de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida.

La base de medición del número de pobres es un listado de 15 condiciones agrupadas en cinco dimensiones: educación, salud, primera infancia, empleo y servicios básicos. Un hogar se define como pobre multidimensional cuando incumple el 33% o más de estas condiciones, teniendo en cuenta la ponderación que se define para cada criterio.

A este respecto, es necesario tener en cuenta que, si un hogar presenta privación en un indicador, automáticamente todos los miembros del hogar son considerados como privados en ese indicador.

Con base en lo anterior, la tasa de incidencia de la pobreza multidimensional (IPM) mide el número de personas pobres (de manera multidimensional) sobre el total de la población, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$IPM = \frac{\text{Número de Pobres}}{\text{Población Total}}$$

Buscando profundizar el anterior indicador, un segundo índice lo constituye la tasa de incidencia ajustada de la pobreza multidimensional (IAPM), la cual tiene en cuenta tanto la incidencia como el porcentaje de las privaciones de las 15 variables que se presentan en la Tabla 2-5 a continuación. Para este efecto, este segundo indicador se calcula de la siguiente manera:

$$IAPM = IPM * \% Privaciones$$

Donde:

% Privaciones = Promedio de la proporción de las privaciones que tienen las personas que son consideradas como pobres multidimensionales.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone evaluar para el modelo de impacto, en primer lugar, la tasa de IPM que, siendo el promedio de 15 variables que conforman el índice, recoge las dimensiones fundamentales de las variables relacionadas con la desigualdad y la pobreza en el país. Para ilustrarle al lector la manera como la IPM recoge el efecto de múltiples dimensiones representadas en 15 variables diferentes que aproximan desde cada perspectiva, los niveles de la pobreza y la desigualdad, para las cuales las inversiones TIC y el despliegue de banda ancha de alta velocidad deben servir como plataforma para que, junto con otras variables de política contribuyan a atender el problema.

A este respecto, y para destacar la relevancia del índice en la evaluación del modelo de impacto, la Tabla 2-5 presenta, para el período comprendido entre los años 2010 y 2018, el resultado de las mediciones de las variables que publica el DANE que permiten visualizar cómo los componentes del índice contribuyen a profundizar el análisis multidimensional de la pobreza en el país.

De estos 15 indicadores, el modelo de impacto podría desplegar algunos de los componentes más relevantes como se explica a continuación en las siguientes secciones y con el sustento que proporcionan la Tabla 2-5 y la Gráfica 2-1.

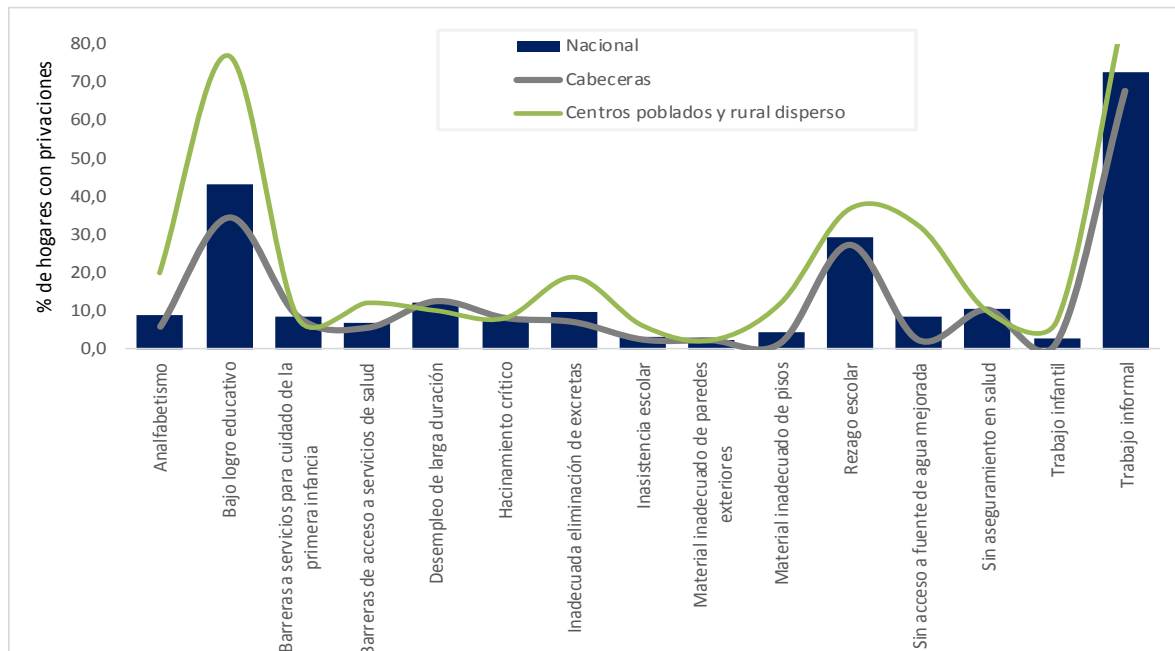
**Tabla 2-5 - Porcentaje de hogares que enfrentan privaciones en Colombia
desglosados por categorías de privación**

Variable	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2018
Analfabetismo	13,2	12,0	12,1	11,7	10,7	10,2	9,7	9,5
Bajo logro educativo	55,4	54,6	53,1	51,6	50,7	48,2	46,4	43,8
Barreras a servicios para cuidado de la primera infancia	11,8	10,8	9,4	9,7	9,4	9,1	8,7	9,3
Barreras de acceso a servicios de salud	6,9	8,2	6,6	7,2	6,3	6,5	4,4	6,2
Desempleo de larga duración	9,9	9,1	10,0	9,7	10,4	10,2	10,8	11,8
Hacinamiento crítico	15,1	14,2	13,1	12,4	10,8	10,6	9,5	9,2
Inadecuada eliminación de excretas	12,0	14,5	12,1	11,8	10,5	10,1	9,6	12,0
Inasistencia escolar	4,6	4,8	4,1	3,8	3,3	3,0	2,9	3,3
Material inadecuado de paredes exteriores	3,0	3,2	2,2	2,1	1,8	1,7	1,9	2,9
Material inadecuado de pisos	6,3	6,3	5,9	5,8	5,2	4,6	4,5	6,1
Rezago escolar	35,1	34,1	33,3	31,7	32,0	29,5	28,6	28,6
Sin acceso a fuente de agua mejorada	11,6	12,0	12,3	11,2	11,5	9,8	9,8	11,7
Sin aseguramiento en salud	21,0	19,0	17,9	17,1	12,2	11,2	9,6	11,0
Trabajo infantil	4,6	4,5	3,7	3,6	3,4	3,2	2,6	2,1
Trabajo informal	80,9	80,4	80,0	78,1	76,8	74,5	73,6	72,3

FUENTE: DANE. Pobreza. Indicadores de Pobreza Monetaria. Véase la siguiente página web: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad> (Última visita: Mayo 15 de 2020). Para el 2017 no se dispone de información para los centros poblados y rural disperso.

El segundo índice que se propone incluir en el modelo de impacto lo constituye la tasa de incidencia ajustada de la pobreza multidimensional (IAPM), tasa que se construye, al igual que la IPM, a partir de la misma Tabla 2-5. La IAPM tiene en cuenta tanto el número de pobres existente en el país como el porcentaje relativo de privaciones que enfrentan los hogares colombianos.

Gráfica 2-1 - Porcentaje de hogares que enfrentan privaciones en Colombia desglosados por categorías de privación (%) - 2018



FUENTE: DANE. Pobreza. Indicadores de Pobreza Monetaria. Véase la siguiente página web: <http://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/pobreza-y-desigualdad> (Última visita: Abril 25 de 2019).

2.2.4.2 Logros en materia educativa: Analfabetismo, bajo logro educativo y el rezago escolar.

De la lectura de la anterior tabla y de la observación de la Gráfica 2-1 se pueden inferir elementos fundamentales en los temas que orientarán la política pública en materia social y económica para los próximos años y el papel, que en tal sentido juegan algunos de los indicadores del IPM, como se muestra a continuación:

Índice de bajo logro educativo (variable R16 en el modelo de impacto): El índice de bajo logro en materia educativa tiene lugar cuando el promedio educativo para las personas del hogar de 15 o más años de edad es inferior a 9 años de escolaridad. Véase a este respecto la excelente discusión del tema de (Lora & Prada, 2016, págs. 28-37). Este índice tiene una ponderación en el

cálculo del porcentaje de hogares que enfrentan privaciones en Colombia del 10%.

- Índice de analfabetismo (variable R15 en el modelo de impacto): Se define como el caso en que en un hogar existan una o más personas con 15 o más años de edad, que no saben leer y escribir. Esta variable que compone el IPM se incluye como una de las variables candidatas a hacer parte del modelo en la dimensión del nivel de escolaridad de una región, junto con la de Rezago Escolar y la de “Bajo Logro Educativo”.
- Índice de rezago escolar (variable R25 en el modelo de impacto): El rezago escolar se define como la diferencia entre los años normativos estipulados por Ministerio de Educación y los años de escolaridad aprobados del estudiante.

Nótese que en materia educativa las brechas tienen lugar con mayor intensidad en los centros poblados rurales y, muy seguramente, en las zonas periféricas de las ciudades grandes e intermedias. Es allí donde la política pública deberá focalizarse.

La necesidad de disminuir los bajos logros educativos y el alto rezago escolar es, de emprenderse decisiones de política audaces y eficaces, un elemento significativo en la política de Estado en Colombia, que además podría impulsar la demanda de servicios móviles y fijos de banda ancha y la consecuente demanda de espectro radioeléctrico.

Como se mencionó anteriormente los anteriores tres índices hacen parte del IPM y le permiten a un analista de una región profundizar aún más la naturaleza de los niveles de pobreza y el impacto que una política de banda ancha podría tener en una región o departamento.

A este respecto, es conveniente mencionar que la política pública busca que las inversiones en el sector TIC y los aumentos en la penetración y velocidad de la banda ancha impacten los índices de escolaridad, aumentando la calidad de la educación en el país.

Como se presenta en el Capítulo 3 el índice de pobreza monetaria multidimensional reúne en su conjunto los 15 indicadores que lo conforman y a los cuales se hizo mención anteriormente, siendo, por tanto, uno de los indicadores que se incluyen en el modelo de impacto, a través de las variables R3 y R30.

2.2.4.3 Logros en calidad de la vivienda y del entorno de las familias.

Los temas asociados en la calidad del entorno que rodea a las familias incluyen, asimismo, variables a considerar en el modelo de impacto. A este respecto, es importante reflejar en dicho modelo algunas de las siguientes variables asociadas a este tema fundamental:

En este sentido, la metodología de Necesidades Básicas Insatisfechas, NBI, busca determinar, con ayuda de algunos indicadores simples, si las necesidades básicas de la población se encuentran cubiertas, clasificando como pobres los grupos que no alcancen un umbral mínimo fijado.

Los indicadores simples seleccionados en la metodología son: Viviendas inadecuadas, Viviendas con hacinamiento crítico, Viviendas con servicios inadecuados, Viviendas con alta dependencia económica, Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela.

Dado lo anterior, la metodología considera cinco componentes fundamentales:

- Componente vivienda
- Componente Servicios
- Componente Hacinamiento
- Componente Inasistencia¹¹
- Componente dependencia económica

¹¹ Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela.

El componente de inasistencia escolar ya ha quedado cubierto en la sección 2.2.4.2 anteriormente presentada, donde se incluyeron las variables de Analfabetismo, bajo logro educativo y el rezago escolar.

Quedan, por tanto, los componentes de vivienda, servicios, hacinamiento y dependencia económica, los cuales generan diferentes variables relacionadas todas ellas con la calidad de vida del entorno que rodea a las familias. La inclusión de alguna o algunas de estas variables se desarrollará a lo largo de los capítulos 3 y 4, buscando definir la que mejor aproxime el impacto que se desea evaluar.

A esta altura del desarrollo del documento se podría plantear que los primeros tres componentes tenderían a estar altamente relacionados y colineales, por lo que se escogerá uno de ellos con base a la robustez de su relación con el IBD y con la significancia práctica sobre lo que ella representa a nivel del bienestar de las regiones.

Pendiente de dicho análisis estadístico, el Componente de Vivienda de la metodología de NBI, no solo representa el componente donde el mayor porcentaje de familias colombianas tiene privaciones (el 5,31% de las familias no alcanzan un umbral mínimo fijado a este respecto y se clasifican como pobres), sino que engloba algunas de las características de las restantes variables.

Se descarta el componente de Dependencia Económica teniendo en cuenta que se encuentra cubierto, en alguna medida, por los componentes de la tasa de Incidencia Ajustada de la Pobreza Multidimensional antes considerada.

2.3 ANÁLISIS DE VARIABLES ADICIONALES RELACIONADAS CON EL IBD

Como se mencionó previamente, en esta sección se presentan variables utilizadas en otros estudios sobre las cuales se ha encontrado y calculado su impacto en la economía. Concretamente, se trata de la penetración y la velocidad de Internet fijo, variables que fueron ampliamente referidas en el Capítulo 1 donde se expusieron los efectos de crecimiento que ellas pueden generar en la economía.

Estas variables son cercanas al IBD diseñado por la Consultoría, pues la velocidad promedio de acceso a Internet fijo y el porcentaje de hogares con conexión a Internet

forman parte del subíndice de acceso material del IBD, lo que en cierta medida permitiría inferir que las relaciones y efectos en la economía demostrados en otros estudios para estas variables podrían extenderse al IBD, considerado de manera integral.

Para tal efecto, se han tomado estas variables de velocidad de los accesos de banda ancha, así como la penetración de Internet, para intentar explicar crecimientos en las principales variables de impacto regional. Se busca mostrar que los niveles de profundización de la penetración de Internet a los diferentes estratos sociales, acompañados de aumentos de la velocidad y calidad de los accesos son importantes en el impacto sobre las variables regionales y departamentales.

2.3.1 Impacto de la velocidad promedio regional de las conexiones de Internet fijo sobre las variables regionales.

El estudio del DNP al que se hizo referencia en el numeral 1.2.3 del Capítulo 1 demostró como un aumento en un megabit por segundo (Mbps) puede llegar a generar aumentos en el PIB per cápita de entre un 1,6% y un 2,3% (DNP, 2018 a, pág. 22). Plantea el estudio que si Colombia triplicara su velocidad promedio de conexión a Internet actual podría aumentar su PIB per cápita en un 18,4%), alcanzando niveles de PIB per cápita de países como México y Brasil. (DNP, 2018 a, pág. 23). La velocidad de los accesos de banda ancha del Internet puede, por tanto, generar crecimientos en la actividad económica, en la medida que sobre dicha plataforma de accesos de banda ancha se superponen actividades como teletrabajo, telemedicina, teleeducación, comercio electrónico, que dinamizan la actividad económica de las regiones.

Es, en consecuencia, relevante, como lo hizo el DNP en su estudio del 2018, que se incluya en el análisis la manera como la velocidad de Internet genera efectos sobre los niveles de crecimiento regional y departamental. El Capítulo 3 la incluye, en efecto, como las variables R36, “Velocidad de los accesos de internet fijo” y R37 “Velocidad de los accesos de internet fijo – E1 y E2”. Como se mencionó anteriormente, se desea extender el análisis del DNP al modelo de impacto regional y departamental para corroborar los hallazgos encontrados por esa entidad.

2.3.2 Impacto de la penetración masiva del Internet sobre las regiones y departamentos.

El estudio (DNP, 2018 b) insiste, de otro lado, en su interés de promover no solo crecimiento económico, sino en generar para los departamentos colombianos mayores y mejores índices de equidad y de igualdad en las regiones. El estudio plantea que incrementos de velocidad, sin que se produzcan simultáneamente aumentos en los índices de penetración en los estratos más bajos (quintiles 1 y 2) aumentan la desigualdad medida a través del índice de Gini entre un 3% y un 4%. El estudio plantea que “(...) la penetración del servicio de Internet es a todas luces el factor más importante para explicar los cambios en la distribución del ingreso”, destacando que dichos aumentos masivos en los índices de penetración deberían estar acompañados de una adecuada velocidad. El estudio concluye que un escenario en el que aumenta la penetración de Internet (propone un escenario de penetración del 50% de los hogares) con un incremento de la velocidad (del orden de los 20 Mbps) en los quintiles 1 y 2 trae como consecuencia una disminución en el índice de Gini del 1,26%”. (DNP, 2018 b, págs. 27-29).

Mediante este análisis se propone, en consecuencia, medir el impacto de una política que combine aumentos en los índices de penetración de Internet y la velocidad de los accesos de Internet sobre los indicadores socioeconómicos y regionales que se plantean en este capítulo. Se propone incluir esas dos variables, las que van de la R34 a la R37, medidas a nivel tanto de una región o departamento de manera agregada, como a nivel de los estratos de población más bajos (estratos 1 y 2), como variables explicativas sobre las cuales interesa medir los impactos generados.

Capítulo 3

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RELACIÓN DE LA BRECHA DIGITAL CON EL DESEMPEÑO DE LOS COMPONENTES DEL MODELO.

En este capítulo se describe la metodología y las herramientas estadísticas empleadas para identificar la correlación entre los subíndices que conforman el Índice de Brecha Digital, así como entre el Índice en sí mismo, y los indicadores identificados en la sección 2.2 del documento. Asimismo, se describe la metodología utilizada para determinar la tasa de cambio que puede generarse en los indicadores socioeconómicos ante variaciones en la brecha digital.

3.1 DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA.

El análisis estadístico parte de un análisis para determinar el grado de correlación existente entre los indicadores que componen el Índice de Brecha Digital y los indicadores de desempeño económico y calidad de vida seleccionados. Posteriormente, se aplica un modelo de regresión lineal simple mediante el cual se busca establecer una medida del efecto sobre dichos indicadores de desempeño económico y calidad de vida.

3.1.1 Análisis de correlación

Para este análisis se realizó el cálculo de las correlaciones entre todos los indicadores resultantes del ejercicio de medición de la Brecha Digital y los indicadores económicos y sociales seleccionados. Se empleó para ello, el método de cálculo de los coeficientes de correlación lineal de Pearson, que puede expresarse matemáticamente como:

$$\rho_{xy} = \frac{s_{xy}}{s_x s_y},$$

donde:

S_{xy} es la covarianza entre el indicador x y el indicador y

S_x es la desviación estándar del indicador x

S_y es la desviación estándar del indicador y

El coeficiente toma valores entre -1 y +1, en donde valores cercanos a -1 indican una relación lineal negativa fuerte (inversamente proporcional), mientras que valores cercanos a +1 indican una relación lineal positiva fuerte (directamente proporcional), y valores cercanos a 0 indican que no hay una relación lineal entre las variables.

3.1.2 Modelo de regresión lineal simple

Para la estimación de los cambios en las variables socioeconómicas a impactar debido a cambios en los índices de brecha, se emplean modelos de regresión lineal simple entre los indicadores de la brecha digital y los indicadores socioeconómicos del análisis de impacto.

Un modelo de regresión lineal simple busca explicar la relación que existe entre una variable dependiente (y) y una independiente (x). Su expresión es la siguiente (Agresti, 2015):

$$y = \beta_0 + \beta_1 x,$$

con:

$$\beta_1 = \frac{S_{xy}}{S_x^2} \text{ y } \beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \bar{x},$$

donde:

β_0 es el intercepto en el origen

β_1 es la pendiente de la recta (tasa de cambio)

y es el indicador dependiente o variable respuesta

x es el indicador independiente o variable explicativa

$\bar{x}$ es el promedio del indicador x

$\bar{y}$ es el promedio del indicador y

S_{xy} es la covarianza entre el indicador x y el indicador y

S_x^2 es la varianza del indicador x

El interés principal es la interpretación de la estimación del parámetro β_1 (pendiente o tasa de cambio) que corresponde al cambio esperado en la variable respuesta por cada unidad de cambio en la variable explicativa.

3.2 INFORMACIÓN UTILIZADA

Para el análisis de impacto, se consideran los indicadores identificados mediante los análisis descritos en el Capítulo 2 .

Tabla 3-1 - Indicadores Socioeconómicos Propuestos

Código interno	Indicadores socioeconómicos	Fuente de los datos
R3	Índice de Pobreza Multidimensional 2018	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE
R4	Proporción de privaciones entre las personas en situación de pobreza multidimensional	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE
R8	Proporción de Personas en NBI (%)	Necesidades básicas insatisfechas (NBI) censo nacional de población y vivienda 2018 DANE
R9	Proporción de Personas en miseria	Necesidades básicas insatisfechas (NBI) censo nacional de población y vivienda 2018 DANE
R10	Componente vivienda	Necesidades básicas insatisfechas (NBI) censo nacional de población y vivienda 2018 DANE
R11	Componente Servicios	Necesidades básicas insatisfechas (NBI) censo nacional de población y vivienda 2018 DANE
R12	Componente Hacinamiento	Necesidades básicas insatisfechas (NBI) censo nacional de población y vivienda 2018 DANE
R13	Componente Inasistencia	Necesidades básicas insatisfechas (NBI) censo nacional de población y vivienda 2018 DANE
R14	Componente dependencia económica	Necesidades básicas insatisfechas (NBI) censo nacional de población y vivienda 2018 DANE
R15	Analfabetismo	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE
R16	Bajo logro educativo	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE
R18	Barreras de acceso a servicios de salud	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE
R19	Desempleo de larga duración	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE
R25	Rezago escolar	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE
R29	Trabajo informal	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE
R30	Incidencia ajustada de la pobreza multidimensional	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE
R31	Número de empresas normalizado	Directorio estadístico de empresas 2018 DANE, Encuesta nacional de calidad de vida ECV 2018 DANE.

Código interno	Indicadores socioeconómicos	Fuente de los datos
R32_2	Logaritmo del producto interno Bruto 2018 a Precios constantes	Producto Interno Bruto por departamento base 2015 DANE.
R32_3	PIB per cápita 2018	Producto Interno Bruto por departamento base 2015 DANE. Proyecciones población 2013 a 2017 censo general 2005 DANE.
R32_4	Logaritmo PIB per cápita 2018	Producto Interno Bruto por departamento base 2015 DANE. Proyecciones población 2013 a 2017 censo general 2005 DANE.
R32_5	Promedio del logaritmo del PIB 2013 a 2018	Producto Interno Bruto por departamento base 2015 DANE.
R32_6	Promedio del logaritmo del PIB per cápita 2013 a 2018	Producto Interno Bruto por departamento base 2015 DANE. Proyecciones población 2013 a 2017 censo general 2005 DANE.
R32_7	Variación promedio del PIB a precios constantes 2013 a 2018	Producto Interno Bruto por departamento base 2015 DANE.
R32_8	Crecimiento económico promedio PIB per cápita 2013 a 2018	Producto Interno Bruto por departamento base 2015 DANE. Proyecciones población 2013 a 2017 censo general 2005 DANE.
R33	Productividad Laboral	Producto Interno Bruto por departamento base 2015 DANE, Encuesta nacional de calidad de vida ECV 2018 DANE.

FUENTE: Elaboración propia

El indicador de productividad laboral (R33) fue construido con el PIB del 2018 dividido entre el total de personas con empleo según la Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2018.

3.3 RESULTADOS OBTENIDOS

En la siguiente tabla se presentan los resultados del cálculo de correlaciones entre los indicadores socioeconómicos seleccionados para el análisis de impacto y los subíndices e índice final que se construyeron para la medición de la Brecha Digital. En la primera columna se presenta el indicador a impactar y su código respectivo entre paréntesis rectangulares y, en las columnas restantes, los resultados del cálculo de correlación y las estimaciones de las pendientes de cambio; las pendientes se muestran entre llaves.

Para el cálculo de las pendientes de cambio se utilizaron como variables explicativas los subíndices de brecha y el Índice de Brecha Digital; como variables respuesta cada uno de los indicadores socioeconómicos seleccionados para el análisis de impacto. Las estimaciones obtenidas para la pendiente o tasa de cambio representan el cambio esperado en la variable respuesta por cada unidad de cambio en la variable explicativa, por ejemplo, en la Tabla 3-2 se puede observar que la tasa de cambio

entre el indicador de pobreza multidimensional y el subíndice de brecha de acceso material es de 1,465. Este coeficiente indica que por cada unidad que aumente el subíndice de acceso a material, se espera que el índice de pobreza multidimensional aumente en promedio 1,465.

Tabla 3-2 - Correlaciones obtenidas

Indicadores socioeconómicos	Subíndice Brecha Acceso Material	Subíndice Brecha Aprovechamiento	Subíndice Brecha Habilidades Digitales	Subíndice Brecha Motivación	Índice de Brecha Digital
Índice de Pobreza Multidimensional 2018 [R3]	0,853{1,465}	0,854{2,235}	0,85{1,656}	0,601{3,181}	0,853{2,066}
Proporción de privaciones entre las personas en situación de pobreza multidimensional [R4]	0,733{0,225}	0,703{0,328}	0,736{0,256}	0,463{0,437}	0,721{0,312}
Proporción de Personas en NBI (%) [R8]	0,833{1,786}	0,781{2,551}	0,773{1,877}	0,671{4,434}	0,81{2,451}
Proporción de Personas en miseria [R9]	0,727{1,05}	0,668{1,47}	0,677{1,107}	0,508{2,262}	0,697{1,419}
Componente vivienda [R10]	0,702{1,036}	0,652{1,466}	0,696{1,165}	0,479{2,18}	0,687{1,43}
Componente Servicios [R11]	0,701{1,263}	0,625{1,715}	0,59{1,204}	0,571{3,17}	0,656{1,666}
Componente Hacinamiento [R12]	0,727{0,723}	0,671{1,017}	0,673{0,759}	0,524{1,606}	0,698{0,979}
Componente Inasistencia [R13]	0,673{0,163}	0,62{0,229}	0,633{0,174}	0,446{0,334}	0,645{0,221}
Componente dependencia económica [R14]	0,756{0,351}	0,76{0,537}	0,777{0,408}	0,558{0,797}	0,767{0,501}
Analfabetismo [R15]	0,685{0,536}	0,71{0,846}	0,708{0,628}	0,451{1,087}	0,695{0,767}
Bajo logro educativo [R16]	0,871{1,175}	0,918{1,887}	0,917{1,403}	0,681{2,834}	0,904{1,721}
Barreras de acceso a servicios de salud [R18]					
Desempleo de larga duración [R19]	0,456{0,465}	0,407{0,632}	0,353{0,408}		0,405{0,583}
Rezago escolar [R25]	0,815{0,582}	0,82{0,893}	0,82{0,664}	0,555{1,223}	0,816{0,822}
Trabajo informal [R29]	0,803{0,975}	0,864{1,598}	0,861{1,184}	0,591{2,211}	0,839{1,436}
Incidencia ajustada de la pobreza multidimensional [R30]	0,832{0,697}	0,826{1,054}	0,824{0,782}	0,574{1,484}	0,827{0,978}
Número de empresas normalizado [R31]	-0,603{-0,088}	-0,688{-0,154}	-0,72{-0,12}	-0,42{-0,189}	-0,66{-0,136}
Logaritmo del producto interno Bruto 2018 a Precios constantes [R32_2]	-0,824{-15,699}	-0,744{-21,592}	-0,745{-16,091}	-0,786{-46,149}	-0,801{-21,527}
PIB per cápita 2018 [R32_3]	-0,649{-0,054}	-0,691{-0,088}	-0,658{-0,062}	-0,524{-0,135}	-0,669{-0,079}
Logaritmo PIB per cápita 2018 [R32_4]	-0,845{-0,618}	-0,793{-0,884}	-0,773{-0,641}	-0,757{-1,708}	-0,827{-0,853}

Indicadores socioeconómicos	Subíndice Brecha Acceso Material	Subíndice Brecha Aprovechamiento	Subíndice Brecha Habilidades Digitales	Subíndice Brecha Motivación	Índice de Brecha Digital
Promedio del logaritmo del PIB 2013 a 2018 [R32_5]	-0,819{-15,549}	-0,739{-21,37}	-0,74{-15,921}	-0,777{-45,509}	-0,795{-21,302}
Promedio del logaritmo del PIB per cápita 2013 a 2018 [R32_6]	-0,835{-0,612}	-0,783{-0,875}	-0,762{-0,633}	-0,743{-1,678}	-0,816{-0,843}
Variación promedio del PIB a precios constantes 2013 a 2018 [R32_7]	-0,64{-9605,154}	-0,621{-14212,108}	-0,699{-11894,055}	-0,537{-24867,14}	-0,663{-14042,334}
Crecimiento económico promedio PIB per cápita 2013 a 2018 [R32_8]	-0,389{-0,077}	-0,374{-0,113}	-0,418{-0,094}	-0,436{-0,266}	-0,411{-0,115}
Productividad Laboral [R33]	-0,458{-0,087}	-0,525{-0,152}	-0,478{-0,103}	-0,406{-0,237}	-0,489{-0,131}

FUENTE: Elaboración propia

Las celdas en blanco en la Tabla 3-2 corresponden a estimaciones que en la tasa de cambio no resultan estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%.

3.4 OTRAS VARIABLES DE INTERÉS

Adicionalmente, con el fin de corroborar los hallazgos de otros estudios, tal como se mencionó en el capítulo anterior, se consideran como variables independientes de interés los indicadores de penetración de internet fijo (R34), penetración de internet fijo para los estratos 1 y 2 (R35), velocidad promedio de los accesos fijos (R36) y velocidad promedio de los accesos fijos en los estratos 1 y 2 (R37). En la siguiente tabla se presenta la fuente de datos utilizada para sus cálculos.

Tabla 3-3 - Indicadores adicionales

Código interno	Indicadores socioeconómicos	Fuente de los datos
R34	Índice de penetración de internet fijo	Reporte trimestral MinTic, Censo nacional de población y vivienda 2018 DANE.
R35	Índice de penetración de internet fijo - E1 y E2	Reporte trimestral MinTic, Encuesta nacional de calidad de vida ENCV 2018 DANE.
R36	Velocidad de los accesos de internet fijo	Reporte trimestral MinTic
R37	Velocidad de los accesos de internet fijo - E1 y E2	Reporte trimestral MinTic

FUENTE: Elaboración propia

Para los anteriores indicadores se calculan sus correlaciones y pendientes de cambio con los indicadores socioeconómicos seleccionados para el análisis de impacto. Los resultados se presentan a continuación. De nuevo, las celdas en blanco corresponden a estimaciones que no resultan estadísticamente significativas a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 3-4 - Correlaciones variables adicionales

Indicadores socioeconómicos	Indicador de penetración de internet fijo	Indicador de penetración de internet fijo - E1 y E2	Velocidad de los accesos de internet fijo	Velocidad de los accesos de internet fijo - E1 y E2
Índice de Pobreza Multidimensional 2018 [R3]	-0,768{-0,627}	-0,642{-0,795}	-0,641{-0,035}	-0,64{-0,05}
Proporción de privaciones entre las personas en situación de pobreza multidimensional [R4]	-0,665{-0,097}	-0,57{-0,126}	-0,574{-0,006}	-0,604{-0,008}
Proporción de Personas en NBI (%) [R8]	-0,753{-0,768}	-0,628{-0,97}	-0,717{-0,049}	-0,729{-0,071}
Proporción de Personas en miseria [R9]	-0,624{-0,429}	-0,514{-0,534}	-0,667{-0,031}	-0,729{-0,047}
Componente vivienda [R10]	-0,63{-0,442}	-0,532{-0,566}	-0,606{-0,029}	-0,637{-0,042}
Componente Servicios [R11]	-0,617{-0,528}	-0,522{-0,677}	-0,668{-0,039}	-0,731{-0,059}
Componente Hacinamiento [R12]	-0,629{-0,297}	-0,506{-0,363}	-0,676{-0,022}	-0,719{-0,032}
Componente Inasistencia [R13]	-0,567{-0,066}	-0,49{-0,086}	-0,617{-0,005}	-0,701{-0,008}
Componente dependencia económica [R14]	-0,649{-0,143}	-0,51{-0,171}	-0,565{-0,008}	-0,53{-0,011}
Analfabetismo [R15]	-0,614{-0,229}	-0,493{-0,278}	-0,381{-0,01}	
Bajo logro educativo [R16]	-0,803{-0,515}	-0,732{-0,712}	-0,617{-0,027}	-0,5{-0,03}
Barreras de acceso a servicios de salud [R18]				
Desempleo de larga duración [R19]	-0,36{-0,174}		-0,526{-0,017}	-0,696{-0,032}
Rezago escolar [R25]	-0,748{-0,254}	-0,616{-0,317}	-0,574{-0,013}	-0,553{-0,018}
Trabajo informal [R29]	-0,746{-0,431}	-0,673{-0,589}	-0,443{-0,017}	
Incidencia ajustada de la pobreza multidimensional [R30]	-0,745{-0,297}	-0,618{-0,373}	-0,639{-0,017}	-0,652{-0,025}
Número de empresas [R31]	0,539{0,038}	0,557{0,059}		
Logaritmo del producto interno Bruto 2018 a Precios constantes [R32_2]	0,824{7,464}	0,746{10,233}	0,912{0,559}	0,873{0,75}
PIB per cápita 2018 [R32_3]	0,563{0,022}	0,538{0,032}	0,485{0,001}	0,433{0,002}
Logaritmo PIB per cápita 2018 [R32_4]	0,803{0,28}	0,728{0,384}	0,847{0,02}	0,826{0,027}
Promedio del logaritmo del PIB 2013 a 2018 [R32_5]	0,819{7,397}	0,743{10,171}	0,91{0,556}	0,874{0,749}
Promedio del logaritmo del PIB per cápita 2013 a 2018 [R32_6]	0,794{0,277}	0,724{0,382}	0,843{0,02}	0,827{0,027}

Indicadores socioeconómicos	Indicador de penetración de internet fijo	Indicador de penetración de internet fijo - E1 y E2	Velocidad de los accesos de internet fijo	Velocidad de los accesos de internet fijo - E1 y E2
Variación promedio del PIB a precios constantes 2013 a 2018 [R32_7]	0,689{4923,549}	0,696{7527,532}	0,593{286,222}	0,468{317,159}
Crecimiento económico promedio PIB per cápita 2013 a 2018 [R32_8]	0,364{0,034}			
Productividad Laboral [R33]	0,374{0,034}	0,352{0,048}		

FUENTE: Elaboración propia

Capítulo 4

ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS.

Con base en los desarrollos de los anteriores dos capítulos del documento, este capítulo está dirigido a presentar y analizar los resultados preliminares que se observan de la aplicación de los índices de brecha digital sobre las variables de impacto que se identificaron en el Capítulo 2 del documento. A este respecto, el análisis se desarrollará alrededor de las cuatro dimensiones que conforman el Índice de Brecha Digital propuesto por la Consultoría: (i) Subíndice de Brecha de Acceso material, (ii) Subíndice de Brecha de Habilidades digitales, (iii) Subíndice de Brecha de Motivación, (iv) Subíndice de Brecha de Aprovechamiento y, finalmente, (v) el Índice de Brecha Digital (IBD), considerado en su conjunto, como la sumatoria ponderada de las anteriores dimensiones. Estas serán, en efecto, las secciones fundamentales que se presentan a continuación a lo largo del presente capítulo.

4.1 ANTECEDENTES.

Recuérdese de la sección 3.1.1 del Capítulo 3 que el coeficiente de correlación, ρ_{xy} , es una medida paramétrica de relación o asociación entre las variables x e y , tanto en términos de dirección y fuerza y que se expresa matemáticamente como:

$$\rho_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

donde:

- S_{xy} es la covarianza entre el indicador x y el indicador y
- S_x es la desviación estándar del indicador x
- S_y es la desviación estándar del indicador y

El coeficiente toma valores entre -1 y +1, en donde valores cercanos a -1 indican una relación lineal negativa fuerte (inversamente proporcional), mientras que valores cercanos a +1 indican una relación lineal positiva fuerte (directamente proporcional), mientras que valores cercanos a 0 indican que tendería a no existir una relación lineal entre las dos variables.

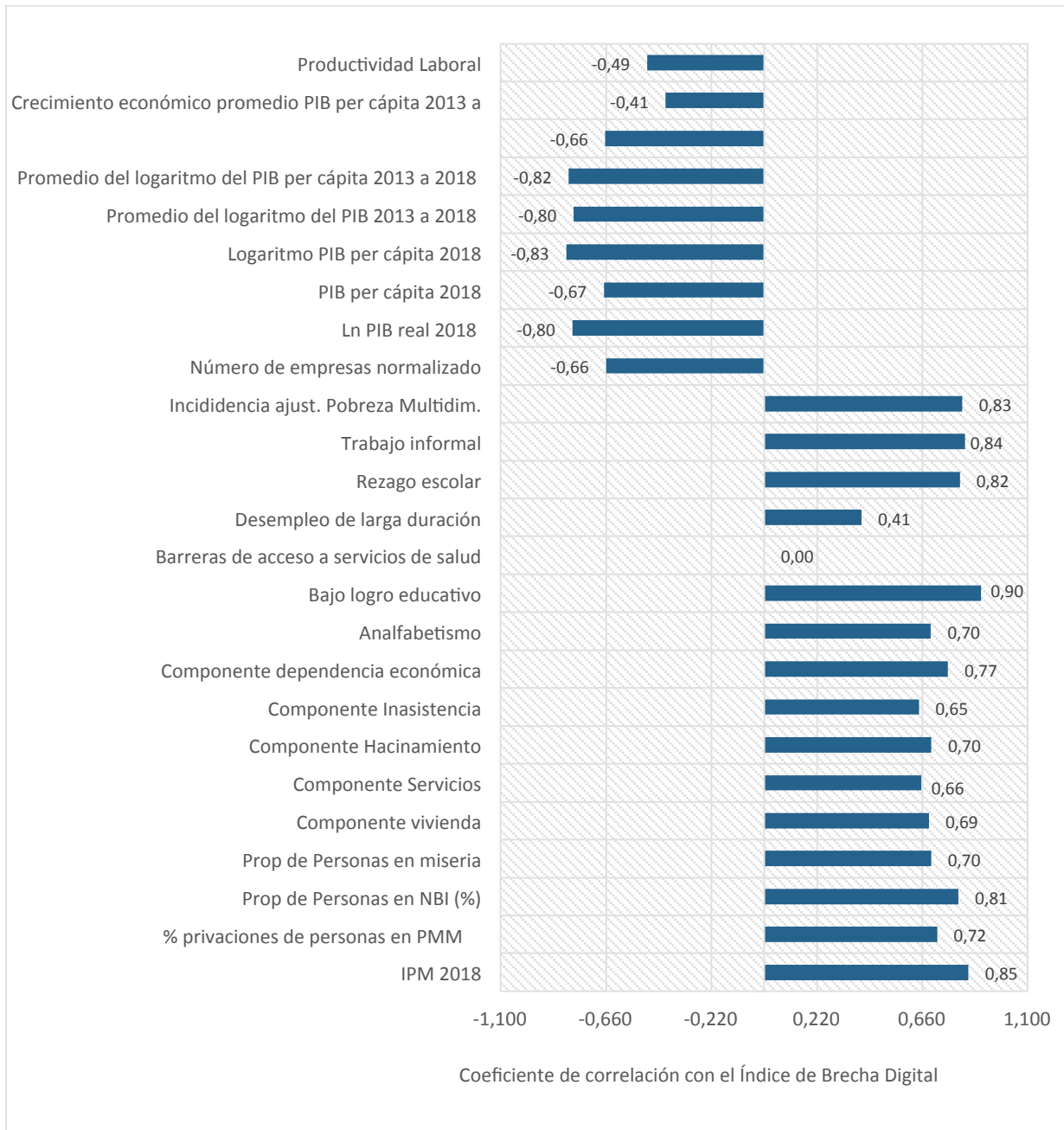
Es conveniente recordar al lector a esta altura del documento, como se mencionó en la sección 3.1.1 del Capítulo 3 del documento, la diferencia existente entre una relación de causalidad y una de correlación. La primera implica la existencia de una variable independiente que explica la magnitud o nivel de una segunda variable, la variable dependiente. De otro lado, el análisis de correlación permite, a su turno, establecer que existe una relación entre las dos variables, pero sin poder establecer cuál de la dos determina la magnitud o nivel de la segunda. En este sentido, a través de un análisis de correlación no es posible establecer el sentido de la causalidad, ni cuál de las dos variables explica a la otra.

En este sentido, el estudio permitirá establecer que la política pública en materia TIC y las variables socioeconómicas finales de impacto se encuentran atadas y correlacionadas entre sí, así como la intensidad o fortaleza de dicho impacto. A manera de ejemplo, se comprobará que existe una relación intensa entre la disminución de la brecha digital y el crecimiento económico nacional o en la disminución de la pobreza y la desigualdad social.

4.2 RESULTADOS DE IMPACTO FINAL SOBRE LAS VARIABLES SOCIOECONÓMICAS REGIONALES: IMPACTO DEL IBD.

Teniendo en cuenta lo anterior, la Gráfica 4-1 presenta los coeficientes de correlación que se definieron en el Capítulo 3 del documento entre las variables de impacto preseleccionadas y el Índice de Brecha Digital (IBD), medido de manera consolidada.

Gráfica 4-1 – Coeficientes de correlación entre el Índice de Brecha Digital y las variables del modelo de impacto*



FUENTE: Elaboración propia de los consultores, con base en cifras del DANE e Informe 1. índice de Brecha Digital Regional.

4.2.1 Dirección y fortaleza de la correlación entre el IBD y las variables de impacto.

A este respecto, los signos de la correlación existente entre el IBD y las variables de impacto son todos correctos, recogiendo ellos, cuando menos, la dirección apropiada de la correlación existente entre las variables. Por ejemplo, la correlación entre el IBD y el número de empresas asciende a -0,66. El signo negativo indica que una disminución en el IBD implica que la brecha se está cerrando, lo cual trae como consecuencia un aumento en el número de empresas en una región o departamento determinado. La dirección es la correcta, en la medida en que la mejora en los componentes del índice debería reflejarse en una economía digital más sólida que incentive el aumento y consolidación de empresas en una región, en un departamento o a nivel consolidado nacional.

De la misma manera, la intensidad de la correlación entre las dos variables es relativamente fuerte, hecho que implica que existe una correlación significativa entre el número de empresas y el IBD, lo que significa que las acciones tendientes a disminuir la brecha digital favorecen la creación de empresas y explican, en alguna medida, el número de firmas existente a nivel nacional, regional o departamental.

Para el caso de la productividad laboral la dirección de la correlación es asimismo inversa, aunque menos fuerte. El coeficiente de correlación es, como se presenta en la Gráfica 4-1, negativo e igual a 0,49. Este hecho implica que el cierre de la brecha digital (el índice se aleja de 1) conducen a aumentos de la productividad laboral de las empresas. Recuérdese que la productividad laboral se define como el volumen de producción por trabajador o por unidad de trabajo en el tiempo, una medida de eficiencia laboral.

De igual forma, la dirección del índice para el caso de las restantes variables de impacto final que se presentan en la Gráfica 4-1, positivas, como en el caso tanto de la Incidencia de la Pobreza Multidimensional (IPM), como para la Incidencia Ajustada de la Pobreza Multidimensional (IAPM). Para los dos casos, el índice de correlación es positivo, indicando que la relación entre las dos variables y el IBD es directa: La relación entre el Índice de Brecha Digital y el IPM y la incidencia ajustada de la Pobreza Multidimensional es directa. Los valores de los índices de pobreza

multidimensional son del orden de +0,85 y +0,83, respectivamente. Dado que los dos índices se mueven de manera muy similar, existiendo, por tanto, alto grado de colinealidad entre estas dos variables explicativas, la Consultoría propone mantener solamente una de las dos.

A este respecto, dada la facilidad de interpretación del índice, se sugiere utilizar la Incidencia Ajustada de la Pobreza Multidimensional (IAPM), que mide, como se planteó en el Capítulo 2 del documento tanto el porcentaje de pobres en el país sobre la población total (la incidencia de la pobreza monetaria), como las privaciones que presentan las personas. Mientras que la incidencia de la pobreza multidimensional (IPM) representa el porcentaje de personas pobres sobre la población $IPM = \frac{\text{No. de pobres}}{\text{Población}}$, la tasa de incidencia ajustada combina la incidencia con el promedio de la proporción de las privaciones que tienen las personas que son consideradas como pobres multidimensionales. Así, por ejemplo, en el año 2015 la incidencia de la pobreza multidimensional para el total nacional fue de 20,2% mientras que el promedio de carencias de las personas en pobreza multidimensional fue del 41,2%, lo cual implica una incidencia ajustada del 8,3%.

Asimismo, el estudio encontró, conforme a los hallazgos del análisis de los estudios a nivel internacional, que el cierre de la brecha digital genera efectos fuertes sobre el crecimiento económico nacional. Como se puede apreciar de la Gráfica 4-1, el coeficiente de correlación entre el IBD y el logaritmo natural del PIB real y el logaritmo natural del PIB per cápita es de -0,80 y de -0,83, en ese orden, no solamente tiene el signo correcto, sino que es una correlación muy robusta.

Igualmente, del análisis estadístico es conveniente resaltar la incidencia del cierre de la brecha digital en número de empresas en el país. El índice de correlación entre las dos variables es del 0,66.

De la misma manera, el análisis estadístico demostró que la correlación entre la disminución en la brecha digital a través de la inversión del Estado en la industria TIC y la disminución de los niveles de pobreza no solamente es positiva sino robusta, con un nivel de significancia elevado.

Asimismo, las variables relacionadas con la “Proporción de personas con necesidades básicas insatisfechas”, NBI, el “Porcentaje de privaciones de personas en pobreza monetaria multidimensional” y la “Proporción de personas en miseria”, están generando correlaciones positivas con el IBD y muy cercanas una y la otra: Mientras que la primera es +0,81, la segunda arroja el 0,72, en tanto que la tercera es de +0,70.

Estas variables, aunque explican diferentes características del fenómeno social de pobreza y desigualdad, se encuentran las tres muy correlacionadas con la Incidencia ajustada de la Pobreza Multidimensional (IAPM). Por esta razón, se sugiere considerar solamente esta última variable como indicador de pobreza y desigualdad.

De otro lado, los factores de desempleo de larga duración y el de trabajo informal también arrojaron los signos correctos, con índices de correlación del 0,41 y 0,83. Es interesante evaluar las razones por las cuales la correlación entre la tasa de desempleo de larga duración y el IBD es menos robusta que la tasa de trabajo informal. Nótese la diferencia entre los dos índices. El planteamiento al respecto tiene que ver con el hecho de que la generación de plataformas digitales tiende a formalizar a la población laboral, al aumentar el número de empresas formales que demandan mayores cantidades de mano de obra. Se alcanzan umbrales en que dicho empleo requiere que los trabajadores se afilien a los sistemas de seguridad social, tendiéndose a reducir los volúmenes de personal con características informales.

A este respecto, cabe mencionar que el empleo informal se encuentra asociado a mayores volúmenes de trabajadores altamente improductivos y sin cobertura pensional y de salud básicos. La generación de plataformas educativas y de formación técnica puede ayudarle a dichos trabajadores a capacitarse para así aspirar a mejores oportunidades laborales.

La disminución de la tasa de desempleo requiere, de otro lado, mayores inversiones de largo plazo que garanticen que trabajadores que actualmente se encuentran sin empleo logren reengancharse en la población empleada. Para ese segmento de trabajadores las inversiones son más elevadas en la medida en que, a pesar de que ya pueden estar capacitados, la economía no logra generar los empleos para ocuparlos. Este es el caso muy frecuente de profesionales jóvenes o de trabajadores

de más de 40 años, quienes no logran conseguir empleos acordes con su capacitación y/o experiencia.

Desde la perspectiva de las variables relacionadas con el nivel de educación formal de la población, se encontró una correlación muy fuerte entre el cierre de la brecha digital y la disminución de los niveles de analfabetismo, rezago escolar y bajo desempeño educativo. Los coeficientes de correlación entre estas tres variables son positivos y bastante robustos: 0,70, 0,82 y 0,90.

Al respecto, se puede anotar que un alto nivel de correlación era previsible en este aspecto teniendo en cuenta que en la dimensión de habilidades digitales del IBD están presentes indicadores de años promedio de escolarización y tasas de inscripción en educación secundaria y terciaria. Sin embargo, las correlaciones de las variables educativas con las dimensiones de acceso material y aprovechamiento del IBD, vistas de manera independiente, siguen siendo robustas, como se aprecia en la **Gráfica 4-3**.

El análisis independiente de estas dimensiones resulta valioso, especialmente cuando el impacto de la brecha digital en la educación ha quedado en completa evidencia durante la coyuntura actual, que ha obligado al aislamiento social y a la virtualización de la educación, resaltando las desventajas de quienes no cuentan con acceso a Internet, o lo tienen de muy baja calidad, con respecto a quienes cuentan con un acceso de buena calidad.

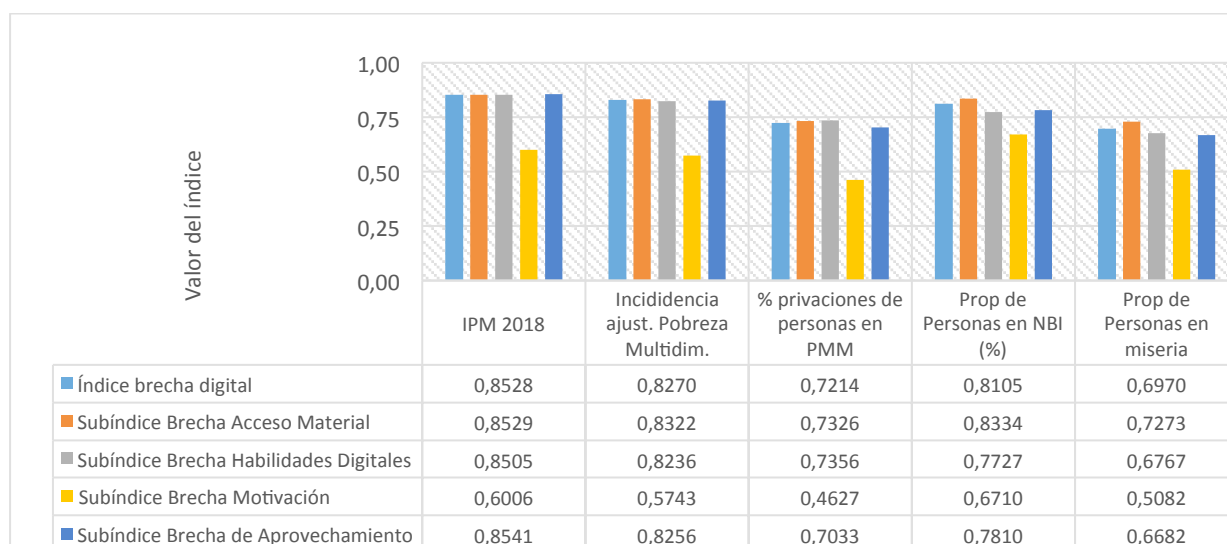
Adicionalmente, es claro que los niveles de rezago escolar y el bajo desempeño educativo se ven disminuidos con la presencia en las comunidades de bibliotecas virtuales, sistemas de teleeducación y sistemas de capacitación técnico y educativo bajo plataformas virtuales. El impacto sobre el nivel de analfabetismo es menor, aunque significativo.

4.3 RESULTADOS DE IMPACTO FINAL: IMPACTO DE LAS DIMENSIONES DEL ÍNDICE SOBRE LAS VARIABLES DE POBREZA Y BRECHA SOCIAL.

Teniendo en cuenta el análisis que de la sección anterior y el análisis estadístico realizado por la consultoría que se presentó en el Capítulo 2 del documento, la

Gráfica 4-2 presenta los coeficientes de correlación que miden el impacto de los principales componentes del IBD sobre las variables de impacto que tienen que ver con las dimensiones socioeconómica relacionadas con temas de pobreza y brecha social. Se incluyen en dicha gráfica la Incidencia de Pobreza Multidimensional (IPM), la Incidencia ajustada de Pobreza Multidimensional (IAPM), la proporción de personas en situación de pobreza monetaria, la proporción de personas con necesidades básicas insatisfechas y la proporción de personas en situación de miseria.

Gráfica 4-2 - Impacto de las dimensiones del IBD sobre las variables de pobreza e igualdad – Coeficientes de correlación



FUENTE: Elaboración propia de los consultores, con base en cifras del DANE e Informe 1. Cálculo de la brecha digital.

Del análisis de la gráfica se encuentra que existe una correlación muy estrecha entre los componentes del IBD y las variables de pobreza y en la brecha social en el país. La dirección directa de la correlación es la correcta: Un aumento en la brecha de los diferentes componentes del IBD incrementan las variables de impacto a este nivel. Nótese que todos los coeficientes de correlación son positivos y robustos, encontrándose (en valores absolutos) muy por encima de 0,60; en efecto, la mayor parte de ellos son superiores a 0,70.

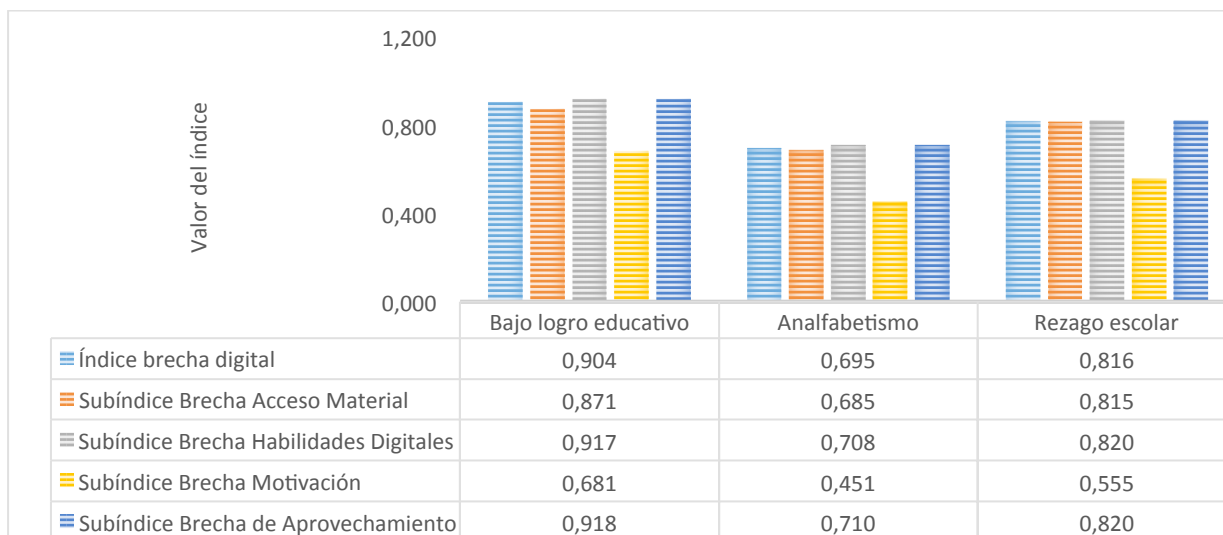
El IDB consolidado, por su misma naturaleza y definición, tiene un coeficiente de correlación positivo, teniendo la dirección correcta de la correlación entre las variables: El cierre de la brecha digital (un movimiento en la dirección contrario a 1 en el coeficiente) genera una disminución en los indicadores de pobreza y de brecha social.

De la misma manera en que se propuso en la sección anterior, a pesar de medir ellos diferentes características de los temas de pobreza y brecha social, los cinco índices de impacto tienden a recoger impactos similares de la misma magnitud y en la misma dirección, razón por la cual la Consultoría propone condensarlos en un único índice, incluyendo entonces solo el índice de incidencia ajustada de la pobreza monetaria multidimensional. Como se mencionó anteriormente, el índice es de una más fácil lectura, comprensión y aplicación, además de contener en su estructura una serie de indicadores que le permiten al analista profundizar mucho más su entendimiento de la problemática social y económica de una región.

4.4 RESULTADOS DE IMPACTO FINAL: IMPACTO DE LAS DIMENSIONES DEL ÍNDICE SOBRE EDUCACIÓN Y ESCOLARIDAD.

De otro lado, la Gráfica 4-3 presenta los coeficientes de correlación que miden el impacto de los principales componentes del Índice de Brecha Digital, IDB, sobre las variables de impacto que tienen que ver con las dimensiones asociadas con temas de educación y escolaridad.

Gráfica 4-3 - Impacto de las dimensiones del IBD sobre las variables asociadas a educación – Coeficientes de correlación



FUENTE: Elaboración propia de los consultores, con base en cifras del DANE e Informe 1. Cálculo de la brecha digital.

Las tres variables se correlacionan de manera apropiada con las dimensiones del Índice de Brecha Digital (IBD):

- Las direcciones de las correlaciones son las correctas, directas y positivas para las cuatro dimensiones del índice, y asimismo directas para el índice consolidado mismo.
- Adicionalmente, las correlaciones entre las dimensiones del IBD y las variables de impacto en el tema de escolaridad son robustas. Casi todos ellos, con dos excepciones, son superiores a 0,7, estando muchas de las correlaciones en niveles del 0,80 y del 0,90.

De la evaluación de los anteriores tres índices, se encuentra que tienden a generar niveles de colinealidad entre ellos y a reflejar impactos similares en magnitud y en dirección, a pesar de que miden dimensiones diferentes de un tema muy amplio como el de la educación. Por este motivo, los consultores proponen utilizar un único indicador de impacto de la dimensión. Dados sus fuertes niveles de correlación se le propone al Ministerio utilizar la variable “Bajo logro educativo” como la variable que mida el impacto de las inversiones TIC y de banda ancha sobre el sector educativo a nivel nacional, regional y departamental en el país.

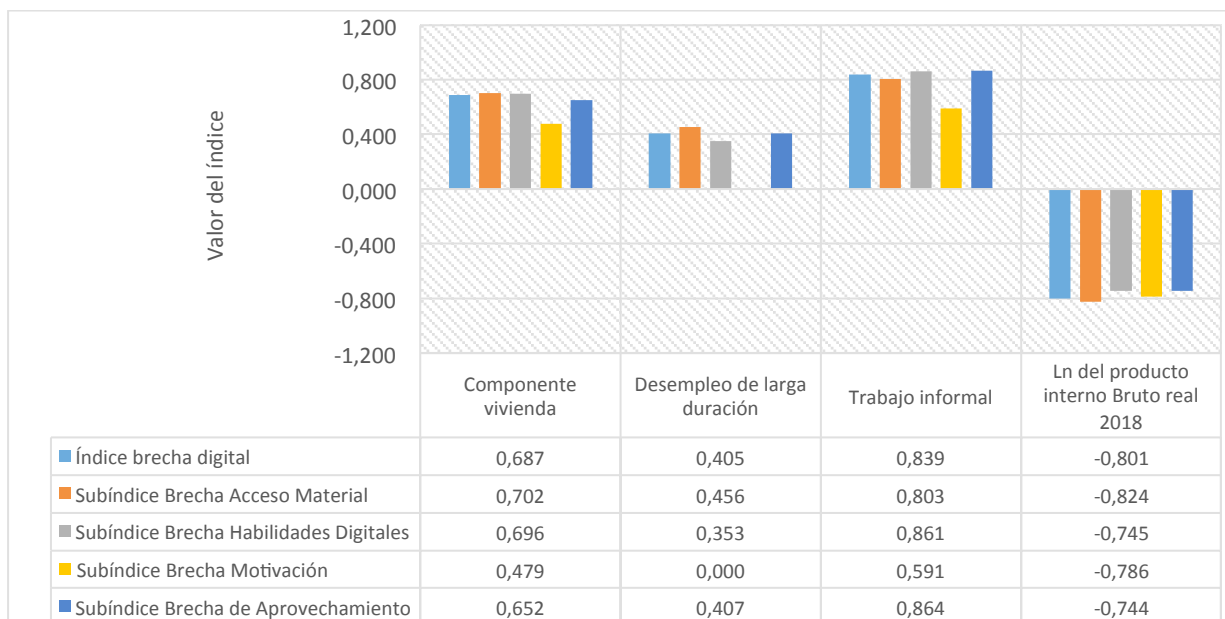
4.5 RESULTADOS DE IMPACTO FINAL: IMPACTO DE LAS DIMENSIONES DEL ÍNDICE SOBRE CRECIMIENTO, EMPLEO Y VIVIENDA.

Un segmento importante del modelo de impacto generado por los principales componentes de del Índice de Brecha Digital, IBD, lo constituyen las variables asociadas a los temas económicos y de empleo. A este respecto, la **Gráfica 4-4** presenta las cuatro variables propuestas: (i) el componente de vivienda, (ii) los niveles de desempleo de larga duración, (iii) el trabajo de tipo informal en la economía y (iv) las tasas de crecimiento económico.

Sobre el tema se encontró que, como en los anteriores casos, la dirección de las correlaciones presentan el signo correcto. Para el caso del IBD, el signo de la correlación también es consistente (correlación directa), indicando una correlación positiva. Pese a lo anterior, con la excepción de la variable de trabajo informal, la fortaleza de la correlación no fue tan robusta como resultó serlo en los casos anteriores. Para el trabajo informal, la relación es significativa y representativa, al igual que para los niveles de crecimiento, para los cuales la correlación entre el cierre de la brecha digital y el logaritmo natural del PIB es significativa y robusta.

Además de lo mencionado en la sección 2.2.4.3, se encuentra que el “Componente Vivienda” presenta niveles de correlación cercanas a los del “Componente Hacinamiento” y superiores a los del “Componente Servicios”, explicando condiciones similares a estas, razones por las cuales la Consultoría encuentra que la variable “Componente Vivienda” es la variable apropiada para incluir en el modelo con base en la robustez de su relación con el IBD, con la significancia práctica sobre lo que ella representa a nivel del bienestar de las regiones, absorbiendo, en alguna medida, el efecto de las restantes variables por el alto nivel de colinealidad entre las mismas.

Gráfica 4-4 - Impacto de las dimensiones del IBD sobre las variables de desempeño económico y de empleo – Coeficientes de correlación



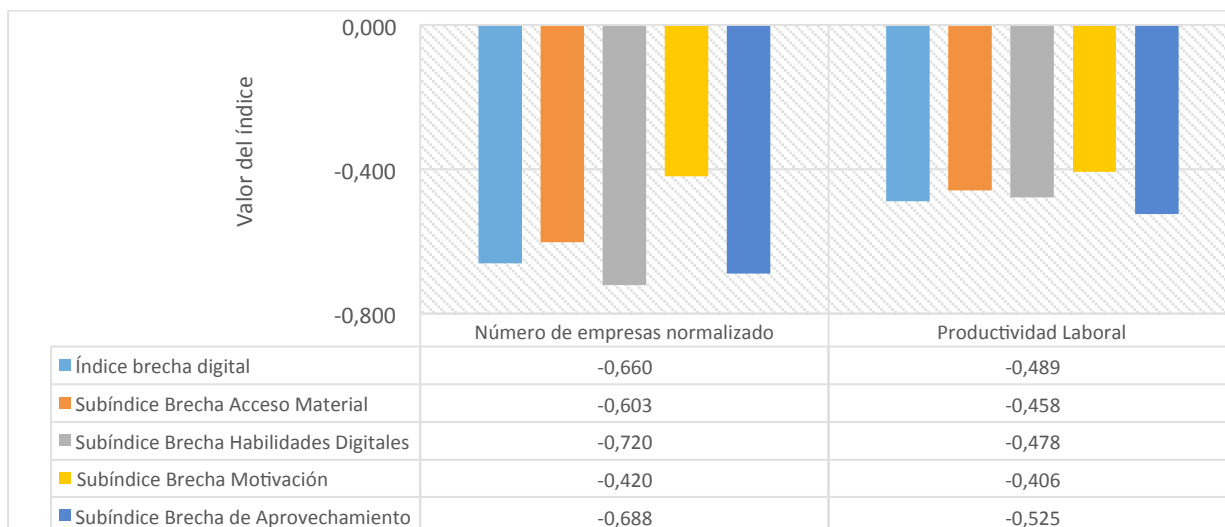
FUENTE: Elaboración propia de los consultores, con base en cifras del DANE e Informe 1. Cálculo de la brecha digital.

4.6 RESULTADOS DE IMPACTO FINAL: IMPACTO DE LAS DIMENSIONES DEL ÍNDICE SOBRE LA FORTALEZA DEL SECTOR EMPRESARIAL

La Gráfica 4-5 presenta, de otro lado, el impacto positivo que tiene el cierre de la brecha digital sobre las variables asociados al sector empresarial. A este respecto, se encontró, por ejemplo, que el cierre de la brecha promovía la creación de empresas. En la gráfica se muestra, de una parte, que el signo de la correlación entre el IBD y de sus subíndices es no solamente el correcto, sino que, lo más importante, es significativamente robusta.

Igual sucede con el IBD y sus subíndices y la productividad laboral que se observa en las empresas del país. Las correlaciones de las variables no solamente muestran las direcciones esperadas, sino que son, desde la perspectiva estadística, significativas y robustas, como se muestra a continuación en el segundo de los bloques de la Gráfica 4-5.

Gráfica 4-5 - Impacto de las dimensiones del IBD sobre las variables asociadas al desempeño empresarial – Coeficientes de correlación



FUENTE: Elaboración propia de los consultores, con base en cifras del DANE e Informe 1. Cálculo de la brecha digital.

4.7 RESULTADOS DE IMPACTO: IMPACTO DE LOS NIVELES DE PENETRACIÓN Y VELOCIDAD DE BANDA ANCHA.

Finalmente, se quiso considerar algunas variables individuales para evaluar su impacto sobre las variables socioeconómicas finales. Con este propósito, se incluyeron las variables de penetración del Internet de banda ancha, tanto a nivel consolidado, como para la densidad en los estratos 1 y 2. Al respecto, como se mencionó en el Capítulo 1 del documento, en los dos estudios del DNP se concluye que las variables relacionadas con la penetración y la velocidad del Internet en los estratos 1 y 2 de manera masiva aumenta el crecimiento económico y fomenta la igualdad social. Se desea a este respecto, verificar en el presente informe, con la metodología propuesta por la Consultoría, los resultados obtenidos por el estudio del DNP.

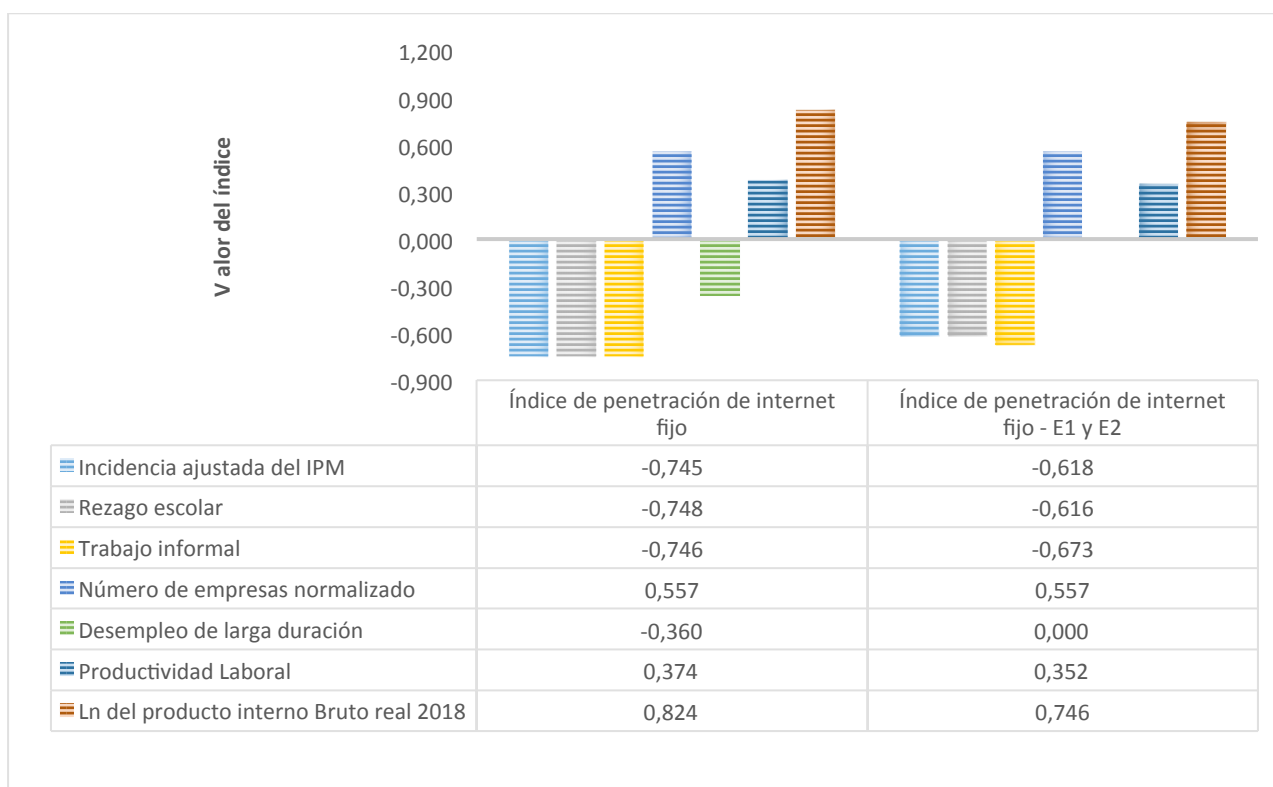
En este sentido, la Gráfica 4-6 presenta las correlaciones que se encontraron a partir del estudio estadístico que adelantó la Consultoría entre las penetraciones de mercado de la banda ancha y las variables de impacto que considera la Consultoría

pueden incluirse para conformar el modelo con el que se propone evaluar el impacto de las inversiones TIC sobre las economías regionales y departamentales.

En el caso de la penetración agregada de banda ancha se encontró que los índices de impacto tienen los signos correctos y son relativamente robustos, con la excepción de la tasa de desempleo de larga duración y de la productividad laboral. Para el caso de la tasa de desempleo de larga duración, la correlación entre los aumentos de la tasa de penetración de Internet en el consolidado de los estratos y la tasa de desempleo es del -0,36, hecho que implica que aumentos en la penetración de Internet generan disminuciones en la tasa de desempleo, siendo la dirección de la correlación la correcta, aunque no muestran correlaciones superiores al 0,5. Para el caso de los estratos 1 y 2 la correlación no es significativa.

Nótese nuevamente que las correlaciones son mucho más robustas y siempre significativas para las variables de trabajo informal y de penetración de Internet, no solo a nivel general, sino también para el caso de los estratos 1 y 2.

Gráfica 4-6 - Impacto de la penetración de Internet de banda ancha sobre las variables de impacto económico final – Coeficientes de correlación



FUENTE: Elaboración propia de los consultores, con base en cifras del DANE.

Para el caso de los índices de penetración en estratos 1 y 2, la correlación con el desempleo de larga duración deja de ser significativo, mientras que las restantes variables muestran niveles de correlación moderados. Este hecho indicaría que políticas de aumento en la penetración no son suficientes, debiendo acompañarse de otros programas que afecten variables que componen, a diferentes niveles, los subíndices del IBD.

Nótese de los resultados que se muestran en la **Gráfica 4-6**, en los componentes que relacionan la penetración de Internet fijo con la Incidencia Ajustada de la Pobreza Multidimensional y con el logaritmo del PIB real, que los coeficientes son fuertes y

significativos (-0,745 y 0,824), y aún significativos para la correlación entre esas mismas variables con la penetración de Internet fijo en los estratos 1 y 2 (coeficientes de correlación de -0,618 y 0,746). Este resultado se encuentra en línea con los resultados obtenidos por los dos estudios del DNP que se refirieron en la sección 1.2 del Capítulo 1 del documento, en los que se concluye que aumentos en la penetración de Internet generan efectos significativos en el crecimiento económico y, además, que si se profundiza alcanzando los dos quintiles más bajos (o, en su defecto los estratos socioeconómicos 1 y 2) genera mejoras de importancia en los índices de igualdad. Como en el estudio del DNP existe una correlación robusta entre la penetración de Internet y el crecimiento económico, mejorando, simultáneamente los índices de desigualdad.

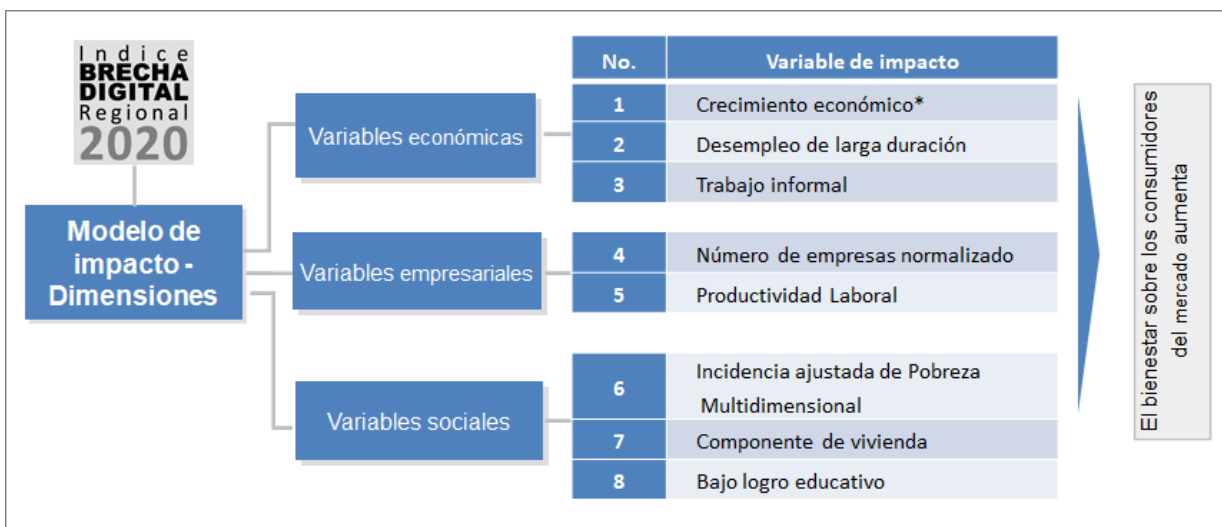
4.8 RESULTADOS DE IMPACTO: PROPUESTA DE VARIABLES A INCLUIR EN EL MODELO DE IMPACTO.

Teniendo en cuenta los anteriores resultados, se encuentra en el listado inicial de 20 variables que conformaban el modelo preliminar de impacto regional, que algunas muestran niveles elevados de colinealidad entre ellas. Esto significa que se comportan de manera muy similar y que tienden a explicar efectos similares. Lo anterior a pesar de que cada una de ellas explican aspectos particulares de las dimensiones de que hacen parte.

Este fue el caso, por ejemplo, del IPM, la proporción de personas en miseria, la proporción de personas con necesidades básicas insatisfechas y la incidencia ajustada de la pobreza multidimensional, variables que tenderían a recoger tendencias muy cercanas en los indicadores socioeconómicos que se pretende impactar con la política TIC.

Por tal razón, la Consultoría considera que, teniendo en cuenta los hallazgos asociados a la recolección y la evaluación estadística y conceptual de las variables propuestas inicialmente, las siguientes son las variables referentes relevantes que se incluyen en el modelo de impacto de los componentes del Índice de Brecha Digital propuesto.

Tabla 4-1 – Modelo de impacto de la Brecha Digital–Variables incluidas



Nota: La variable crecimiento económico se mide estadísticamente como el logaritmo natural del PIB anual a precios constantes.

FUENTE: Elaboración propia.

A continuación, como cierre del documento, la Tabla 4-2 presenta los coeficientes de correlación y las pendientes entre el IBD y las variables seleccionadas para el modelo impacto.

Tabla 4-2 - Modelo de impacto de la Brecha Digital – Coeficientes de correlación y pendientes entre el IBD y las variables del modelo

	No.	Variable de Impacto	Correlación	Pendiente
Variables económicas	1	Crecimiento económico	-0,801	-21,527
	2	Desempleo de larga duración	0,405	0,583
	3	Trabajo informal	0,839	1,436
Variables empresariales	4	Número de empresas normalizado	-0,660	-0,136
	5	Productividad laboral	-0,489	-0,131
Variables sociales	6	Incidencia Ajustada de Pobreza Multidimensional	0,827	0,978
	7	Componente de vivienda	0,687	1,430
	8	Bajo logro educativo	0,904	1,721

FUENTE: Elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

- Afianza. (2011). *Informes de Asesoría - Promoción en Inversiones en Conectividad Internacional y en Infraestructura de CDN y Hosting en Colombia*. . Desarrollado para ACAC y MinTIC - 2011-2012.
- Agresti, A. (2015). *Foundations of linear and generalized linear models*. Hoboken, New Jersey.: John Wiley & Sons, Inc.
- Akamai. (19 de Febrero de 2017). *State of the Internet report, Q1. Vol. 10(1)*. Obtenido de <https://www.akamai.com/fr/fr/multimedia/documents/state-of-the-internet/q1-2017-state-of-the-internet-connectivity-report.pdf>
- Alkire, S., & Foster, J. (2007, 2008). Recuento y medición multidimensional de la pobreza. *Oxford Poverty & Human Development Initiative*. University of Oxford. Working Paper No. 7.
- Anttiroiko, A.-V. (2013). U-cities reshaping our future: Reflections on ubiquitous infrastructure as an enabler of smart urban development. *AI & Soc, 25th Anniversary Volume*.
- Aristovnik, A. (2012). *The impact of ITC on educational performance and its efficiency in selected EU and OECD countries; A non parametric analysis*.
- Atkinson, R., Castro, D., & Ezell, S. (2009). The Digital Road to Recovery: A Stimulus Plan to Create Jobs, Boost Productivity and Revitalize America, Washington, D.C. *The Information Technology and Innovation Foundation*.
- Atrostic, B., & Nguyen. (2002). *The Economic Impact of ICT Measurement, Evidence and Implications*.
<https://books.google.com.co/books?id=4rLVAgAAQBAJ&pg=PA245&lpg=PA245&dq=Atrostic+and+Nguyen&source=bl&ots=ZOKExobcVE&sig=ACfU3U0FTph2xOZla6lpRoB7kYIMshRKig&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiS6r3Ns8LoAhUKVN8KHahIADYQ6AEwA3oECACQAQ#v=onepage&q=Atrostic%20and%20Nguyen&:> US Bureau of the Census.

- Barja, C., & Gigler, B.-J. (2007). The Concept of Information Poverty and How to Measure it in the Latin American Context. *Universidad Católica Boliviana. London School of Economics*.
- Belo, R., Ferreira, P., & Telang, R. (2010). *The effects of broadband in school: Evidence from Portugal*.
- Billon, M. M.-L. (2009). Disparities in ICT adoption: A multidimensional approach to study the cross-country digital divide. *Telecommunications Policy* - 33, 33, 596–610.
- Ceccobelli, M., Gitto, S., & Mancuso, P. (2012). ICT capital and labour productivity growth: A non-parametric analysis of 14 OECD countries. *Telecommunications Policy* 36(32), 282–292.
- Chong, A. (2011). *Conexiones del Desarrollo – Impacto de las nuevas tecnologías de la Información*. BID – Banco Interamericano de Desarrollo.
- Comisión Europea. (2002, julio 11). *Commission Guidelines on market analysis and the assessment of significant market power under the Commission regulatory framework for electronic communications networks and services*.
- Crandall, R., Lehr, W., & Litan, R. (2007). The Effects of broadband deployment on output and employment: a cross-sectional analysis of U.S. data. *Issues in Economic Policy*, 6.
- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessman, L. (December de 2009). Broadband Infrastructure and Economic Growth. *Working Paper No. 2861*.
- DANE. (15 de 07 de 2020 a). *Dane.gov.co*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/servicios-informacion/directorio-estadistico/directorio-estadistico-de-empresas>
- DANE. (16 de julio de 2020 b). Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>

- DANE. (12 de 07 de 2020 c). *dane.gov.co*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral>
- DANE. (20 de 04 de 2020). *dane.co.co*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>
- Delo, C. (19 de September de 2011). *Adage.com Your Guide to Who Measures What in the Online Space*. Recuperado el 18 de octubre de 2013, de <http://adage.com/article/media/guide-measures-online-space/229858/>
- DNP. (2018 a). *Aproximación al impacto de la velocidad de internet sobre el PIB per cápita*.
- DNP. (2018 b). *Aproximación al impacto de las TIC en la desigualdad de ingresos en Colombia*. Bogotá: DNP.
- DNP. (2018 c). *Aproximación al impacto de las TIC en la desigualdad de ingresos en Colombia*. Bogotá: DNP.
- DNP. (2018 d). *DNP*. Recuperado el 19 de 02 de 2020, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/IndiceDepartamentalInnovacionColombia2018.pdf>
- Doong, S., & Ho, S. (2012-11). The impact of ICT development on the global digital divide. *Electronic Commerce Research and Applications*, 518–533.
- European Commission. (2001). *Commission Working Document on Proposed New Regulatory Framework for Electronic Communications Networks and Services. Draft guidelines on market analysis and the calculation of significant market power*.
- Eurostat. (13 de Diciembre de 2012). Recuperado el 30 de octubre de 2015, de http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-12-050/EN/KS-SF-12-050-EN.PDF

- Eurostat. (11 de December de 2012 b). European Commision. *ICT usage in enterprises in 2012*:. Recuperado el 17 de October de 2013, de http://europa.eu/rapid/press-release_STAT-12-177_en.htm
- Faulhaber, G., & Panzar, J. (1977). *Optimal Two Part Tariffs with Self-Selection*. New Jersey: Bell Laboratories.
- Fornefeld, M., Gilles, D., & Dieter, E. (2018). *The impact of broadband on growth and productivity*.
- Fransman, M. (2010). The New ICT Ecosystem. Implications for Policy and Regulation. *Cambridge University Press*.
- Garbacz, C., & Thompson, H. (2008). Broadband Impacts on State GDP: Direct and Indirect Impacts. Canada.
- Gigli, J. (2005). *Hacia un modelo de apropiación de Tecnologías de la Información y la Comunicación en ámbitos rurales*. julio.
- Gillett, S. E., Lehr, W. H., & Osorio, C. A. (2006). *Measuring broadband's economic Impact*. Washington, DC.
- ITU. (24 de November de 2010 b). ITU-D WTIM - 8th World Telecommunication/ICT Indicators Meeting (WTIM). . Obtenido de <http://www.itu.int/md/D10-WTIM8-C-0019/en>
- ITU. (2010). *Measuring the Information Society*.
- ITU. (9 de August de 2012 b). Partnership on Measuring. Recuperado el 22 de October de 2013, de http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/intlcoop/partnership/Brochure_partnership_2012.pdf
- ITU. (2012). International Telecommunication Union. *Measuring the Information Society*. Recuperado el 18 de October de 2013, de http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2012/MIS2012_without_Annex_4.pdf

- ITU. (s.f.). International Telecommunication Union. *Measuring the Information Society*. Recuperado el 19 de October de 2013, de http://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/mis2013/MIS2013_without_Annex_4.pdf
- Jalava, J., & Pohjola, M. (2008). The roles of electricity and ICT in economic growth: Case Finland. *Explorations in Economic History* 45(45), 270–287.
- Jung, H.-Y., Nang, K.-Y., & Yoon, C.-H. (2013). The role of ICT in Korea's economic growth: Productivity changes across industries since the 1990s. *Telecommunications Policy* 37, 292–310.
- Katz, R. (2009). *Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America*.
- Katz, R. (2010). La contribución de la banda ancha al desarrollo económico. En V. Jordán, H. Galperin, W. L. Peres, & W. P. V. Jordán (Ed.), *Acelerando la revolución digital: Banda ancha para América Latina y el Caribe* ((eds.), Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe. ed., págs. 51-78). CEPAL, DIRSI. Recuperado el 25 de 06 de 2020, de <http://www.cepal.org/Socinfo>.
- Katz, R. (2011). *The impact of broadband on the economy: Research to date and policy issues*. Geneva.
- Katz, R. L. (2012). *Banda ancha digitalizacion y desarrollo*.
- Katz, R. L., & CINTEL. (22 de Julio de 2011 (a)). Medición de impacto del Plan Vive Digital en Colombia y de la masificación de Internet en la estrategia de Gobierno en Línea. *Adicion n° 1 del Convenio Interadministrativo de Cooperacion N° 308 de 2011*. .
- Katz, R., Vaterlaus, S., Zenhäusern, P., & Suter, S. (January-February de 2010 (a)). The impact of broadband in jobs and the German economy. *Intereconomics*, 45(11, 26-34).

- Kim, Y., Kelly, T., & Rajaa, S. (2010). (2010). *Building Broadband: Strategies and Policies for the Developing World*. Recuperado el 2 de October de 2013,, de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2469>
- Kolko, J. (2010). *Does broadband boost local economic development?*
- Koutroumpis, P. (2018). *The economic impact broadband: Evidence from OECD countries*.
- Lee, S.-Y., Gholami, R., & Tong, T. (2005). Time series analysis in the assessment of ICT impact at the aggregate level – lessons and implications for the new economy. *Information & Management* 42, 1009–1022.
- Liebenau, J., Atkinson, R., Kärrberg, P., Castro, D., & Ezell, S. (Abril de 29 de 2009). *The UK's Digital Road to Recovery*. Obtenido de <http://ssrn.com/abstract=1396687>
- Lin, J. (2012 - Q3). Geography, History, Economies of Density, and the Location of Cities. *Business Review*, 23.
- Lora, E., & Prada, S. (2016). *Técnicas de Medición Económica, Metodología y Aplicaciones en Colombia [en línea]*. (Quinta Edición. ed.). Universidad Icesi. Recuperado el 10 de Abril de 2020, de <http://www.icesi.edu.co/medicion-economica-Colombia-Eduardo-Lora-Sergio-Prada>
- Mankiw, N. (2012). *Principios de Economía*. Ciudad de México: Cengage Learning. Sexta Edición.
- Maryska, M., Doucek, P., & Kunstova, R. (2012). The Importance of ICT Sector and ICT University Education for the Economic Development. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 55, 1060 – 1068.
- Meng, Q. &. (2002). New Economy and ICT development in China. *Information Economics and Policy* 14, 275–295.
- MinTIC (a). (2018). *Plan TIC 2018-2022*.

MinTIC. (2018). Plan TIC. “El Futuro Digital es de Todos” .

OCDE. (2015). Perspectivas de la OCDE sobre la economía. ISBN 9789264259256 (PDF). Recuperado el 15 de febrero de 2020, de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264259256-es>

OCDE, & BID. (2016). *Políticas de la banda ancha para América Latina y el Caribe*.

Rincon, A., Robinson, C., & Vecchi, M. (2005). The Economic Impact of e-commerce on the UK, 2001. en *Catalyzing Development through ICT Adoption: The Developing World Experience*. Editado por Harleen Kaur, Ewa Lechman, Adam Marszk.

Rincon, A., Robinson, C., & Vecchi, M. (2005). *The productivity impact of E-commerce in the UK, 2001: Evidence from microdata*.

Rodriguez, J., & Martinez, D. (2007). *The rol of ICT in the economic growth and productivity of Andalusia*.

Rodriguez, P., Nussbaum, M., & Dombrovskaja, L. (2012). *ICT for education: A conceptual framework for the sustainable adoption of technology-enhanced learning enviroments in schools*.

Rohman, I. K., & Bohlin, E. (2012). *Does broadband speed really matter for driving economic growth ? Investigating OECD countries*. Obtenido de Universidad de Tecnología Tecnología de Chalmers, Suecia.: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/local_159056.pdf

Samoilenko, S., & Osei-Bryson, K.-M. (2008). An exploration of the effects of the interaction between ICT and labor force on economic growth in transition economies. *Int. J. Production Economics* 115, 471–481.

Sassi, S., & Goaied, M. (2013). Financial development, ICT diffusion and economic growth: Lessons from MENA region. *Telecommunications Policy* 37, 252–261.

Seoh, H.-J., Lee, Y., & Oh, J. (s.f.). Does ICT investment widen the growth gap? *Telecommunications Policy* 33 (2009). 422–431.

- Sharafat, A., & Lehr, W. (2017). *ICT- centric economic growth, innovation and job creation*.
- Shittu, A., & Shittu, A. J. (2015). *ICT impact assessment in education* .
- Singh, R., & Raja, S. (2010). The World Bank. *Convergence in Information and Communication Technology*. ISBN 978-0-8213-8169-4.
- Stephen, P. (2002). *Building a nationwide broadband network: Speeding jod growth*.
- Tomte, E., & Catherine. (2013). *Educating teachers for the new millenium?*
- Van Ark, B., Melka, J., Nanno, M., Timmer, M., & Ypma, G. (2002). *ICT investments and growth accounts for the European Union*.
- Varian, H., Litan, R., Elder, A., & Shutter, J. (2002). *The net impact study: the projected economic benefits*.
- Vu, K. (2011). ICT as a source of economic growth in the information age: Empirical evidence from the 1996–2005 period. *Telecommunications Policy* 35, 357–372.
- Woolridge, J. M. (2013). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. Mason, OH: Cengage Learning, , Fifth Edition.
- World Bank. (2009). *Information and Communication for Development: Extending reach and increasing impact*.
- World Bank. (2012). *Construyendo puentes, creando oportunidades: La banda ancha como catalizador del desarrollo económico y social en los países de América Latina y el Caribe*.
- Zhen-Wei Quiand, C., & Pitt, A. (2003). *Contribution of information and communication technologies to growth*.
- Zhen-Wei, C., & Rossotto, C. M. (2009). *Economic impacts of broadband*.

Zuhdi, U., Mori, S., & Kamegai, K. (2012). Analyzing the role of ICT sector to the national economic structural changes by decomposition analysis: The case of Indonesia and Japan. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 65, 749 – 754.

ANEXO N°. 1 – ARCHIVO DIGITAL PARA LA ESTIMACIÓN DE IMPACTOS ECONÓMICOS Y PRODUCTIVOS

El archivo digital para la estimación de impactos económicos y productivos se anexa a este informe con el nombre “Anexo No. 1 - Cálculo Índice Brecha Digital Regional y Estimación Impacto Variables_v1.3.xlsx”.

ANEXO N°. 2 – INSTRUCTIVO PARA USO DE ARCHIVO DIGITAL

Consideraciones iniciales

La estimación de impactos económicos y productivos requiere información proveniente del archivo digital para el cálculo del Índice de Brecha Digital, así que se optó por crearlo como una ampliación de la funcionalidad de dicho archivo y, por tanto, está implementado en la herramienta Microsoft Excel, por ahora con la versión 2010 para buscar que sea ampliamente compatible.

Se ha adoptado la convención de dejar en fondo azul los campos que pueden modificarse. El archivo entregado tiene las celdas marcadas con el atributo de bloqueo con excepción de las modificables; si se protegen las hojas del archivo actuaría este atributo para sólo permitir la modificación de los campos no bloqueados.

El archivo está compuesto de las siguientes hojas adicionales¹².

¹² Este instructivo sólo cubre la funcionalidad agregada sobre el archivo digital para la estimación de impactos económicos y productivos. El instructivo correspondiente al cálculo del índice de brecha digital se encuentra en el anexo 2 del informe sobre Índice de Brecha Digital Regional preparado por esta consultoría.

Históricos

Esta hoja contiene la tabla de información anual de los departamentos. En la tabla hay una fila para cada año y departamento para el cual se tengan datos.

Año ▼	Departament ▼	Poblacio ▼	A55_1 ▼	A56_1 ▼	AF_1 ▼	AU_1 ▼
2018	5	6407102	4.3376989	6.611006	3.469966	2.4264961
2018	8	2535517	4.3303469	6.619828	3.353834	2.3467385
2018	11	7412566	5.3476714	6.803806	6.201504	3.3353986
2018	13	2070110	3.3620289	6.244559	2.893805	1.7377085
2018	15	1217376	3.5882368	6.562208	3.160904	1.737417
2018	17	998255	3.9807271	6.598518	3.221692	1.8556816
2018	18	401849	2.6999196	6.271898	2.149217	1.2580952
2018	19	1464488	2.9313471	6.248738	2.661893	1.439311
2018	20	1200574	3.7751231	6.519728	2.833698	1.6775954
2018	23	1784783	3.0221771	6.437731	2.766816	1.5894488
2018	25	2919060	4.2176706	6.652176	3.171963	2.1130097
2018	27	534826	2.3547364	6.122988	2.554937	1.1464597

La hoja es común con el archivo del cálculo del índice de brecha digital, pero contiene información adicional que se requiere para la estimación de impacto. La información que debe tener la tabla corresponde a la población del departamento, los valores de los indicadores usados para el cálculo del índice de brecha digital y los valores de las variables utilizadas para el análisis de impacto. La tabla tiene espacio para todos los indicadores que se evaluaron al construir el índice y todas las variables que se consideraron para el análisis de impacto, pero solo los que se estén utilizando actualmente son necesarios¹³.

Esta es una tabla estándar de Excel, así que cuando se quiera agregar otro año para el cual ya se calcularon los valores de los indicadores y de las variables, basta con

¹³ Ver las descripciones de la hoja **ParametrosIndice** (en el instructivo del archivo digital para el cálculo del índice de brecha digital), que contiene la configuración de los indicadores utilizados para el cálculo del índice, y de la hoja **ParametrosImpacto** (en este instructivo), que contiene la configuración de las variables usadas para la estimación de impacto.

insertar tantas líneas como departamentos hay (33), dar valor a las columnas de año y departamento y copiar los valores de población, de los indicadores y de las variables del año y departamento en las columnas correspondientes.

AñoCálculo

En esta hoja se selecciona el año para el cual se van a hacer las estimaciones de impacto.

Año de cálculo	2018
----------------	------

iBD nacional	0.456
--------------	-------

El año para el cual se va a calcular se digita en la celda correspondiente (fondo azul). Bajo ella se muestra el valor del índice nacional para verificar. Si se elige un año para el cual no hay datos, en lugar del valor del índice se muestra un texto de error.

Año de cálculo	2020
----------------	------

iBD nacional	Sin datos
--------------	-----------

Los datos provienen de la tabla en la pestaña **Históricos**. No se debe elegir un año para el cual no haya información en dicha tabla.

Para facilitar la navegación por la herramienta, la hoja cuenta con unos vínculos para ir a las hojas de resultados.

Año de cálculo	2018
----------------	------

iBD Departamento	iBD Región
----------------------------------	----------------------------

Impacto departamento	Impacto región	Impacto nación
--------------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

iBD nacional	0.456
--------------	-------

Si se oprime el botón del ratón sobre el vínculo Impacto departamento salta a la hoja **Impacto x Departamento**, si se oprime el vínculo Impacto región salta a la hoja **Impacto x Región** y si se oprime el vínculo Impacto nación salta a la hoja **Impacto Nación**. En esas hojas hay vínculos adicionales para ayudar con la navegación.

ListaVariables

Esta hoja tiene el diccionario de variables económicas, productivas y de calidad de vida con que se hizo el análisis de relaciones. No todas las variables se utilizan, pero todas las que fueron consideradas en el análisis están en este diccionario.

idPregunta	etqPregunta	fuelle	seleccionExperto	Abreviado
R1	Población 2018 DANE	Censo nacional de población y vivienda 2018 DANE	0	Población
R2	Número de hogares 2018 DANE	Censo nacional de población y vivienda 2018 DANE	0	Hogares
R3	Índice de Pobreza Multidimensional 2018	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE	1	Pobreza multidimensional
R4	Proporción de privaciones entre las personas en situación de pobreza multidimensional	Pobreza monetaria y multidimensional en Colombia 2018 DANE	1	Privaciones personas en pobreza
R5	Producto interno Bruto 2018 a Precios constantes	Producto Interno Bruto por departamento base 2015 DANE.	0	PIB precios constantes
R6	Total Usuarios energía 2018	Superintendencia de servicios públicos domiciliarios	0	Usuarios energía
R7	Total viviendas energía 2018	Superintendencia de servicios públicos domiciliarios	0	Viviendas energía
R8	Prop de Personas en NBI (%)	Necesidades básicas insatisfechas (NBI) censo nacional de población y vivienda 2018 DANE	1	Personas en NBI
R9	Prop de Personas en miseria	Necesidades básicas insatisfechas (NBI) censo nacional de población y vivienda 2018 DANE	1	Personas en miseria

Los campos de la tabla del diccionario son los siguientes:

- idPregunta: este es el código que se utiliza para identificar la variable.
- etqPregunta: esta es la descripción detallada de la variable.
- fuente: fuente de donde se obtuvo los valores de la variable. Si la variable es construida puede haber más de una fuente.
- seleccionExperto: este es un campo utilizado durante el análisis y está relacionado con el proceso de selección de las variables a utilizar.
- Abreviado: descripción abreviada de la variable para incluir en la tabla de valores de las variables, ya que la descripción completa en varios casos es muy larga para ser utilizada en la matriz de valores.

Esta hoja está actualmente disponible para su revisión, pero se ocultará y quedará completamente protegida cuando se libere el archivo para uso común.

ValoresVariables

Esta hoja contiene los valores de las variables utilizadas para el análisis. Aunque se encuentran todas las variables susceptibles de ser consideradas, las que efectivamente se están utilizando se encuentran en las columnas con fondo verde, así que para hacer estimados sobre una base determinada solo es necesario actualizar aquellos valores con dicho fondo¹⁴.

Año	2018	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Departamento		Población	Hogares	Pobreza multidimensional	Privaciones personas en pobreza	PIB precios constantes	Usuarios energía
Divipola	Nombre	4	5	6	7	8	9
5	Antioquia	6407102	1983566	0.171	0.408	125472.4603	2217257
8	Atlántico	2535517	625123	0.201	0.41	37650.39175	565722
11	Bogotá D.C	7412566	2514482	0.044	0.377	221111.9563	2095535
13	Bolívar	2070110	542694	0.324	0.438	30793.55886	466830
15	Boyacá	1217376	381868	0.166	0.395	23127.0766	484209
17	Caldas	998255	309680	0.153	0.39	13461.09655	303121
18	Caquetá	401849	116166	0.287	0.401	3418.994354	100169
19	Cauca	1464488	432493	0.287	0.415	15244.61192	385072
20	Cesar	1200574	316717	0.332	0.437	15934.99804	274409
23	Córdoba	1784783	466615	0.367	0.429	14225.87171	383867
25	Cundinamarca	2919060	945586	0.115	0.392	51644.64501	952176
27	Chocó	534826	133687	0.451	0.446	3245.624014	155436
41	Huila	1100386	319750	0.192	0.398	13021.77532	355641
44	La Guajira	880560	227367	0.514	0.474	8909.820039	117041

La primera tabla de esta hoja es la matriz de variables económicas, de desempeño y de calidad de vida a nivel departamental. Las filas corresponden a los departamentos y las columnas a las variables. En el encabezado muestra el año para el cual se está

¹⁴ Los valores se toman de la tabla en la hoja **Históricos**, para el año seleccionado.

haciendo la estimación y tiene una fila con el código de la variable (con el cual se puede consultar la información de la variable en el diccionario), otra fila con la descripción abreviada de la variable y una tercera fila con la posición de la variable en el diccionario.

La segunda tabla de esta hoja es la matriz de variables económicas, de desempeño y de calidad de vida a nivel regional, la cual se calcula a partir de los datos departamentales ingresados.

No.	Region	R1	R2	R3	R4	R5	R6
1	Antioquia	6407102	1983566	0.171	0.408	125472.4603	2217257
2	Caribe	10718153	2762374	0.332493191	0.432848348	21757.46799	382444.6678
3	Bogotá	7412566	2514482	0.044	0.377	221111.9563	2095535
4	Oriental	8852684	2677155	0.163984048	0.397043812	39582.03592	662701.5498
5	Central	5313982	1621112	0.187678714	0.401645594	13160.72077	322465.124
6	Pacífica	3629906	1015455	0.332725669	0.42585645	12345.92174	393940.5584
7	Valle del cauca	4475886	1267039	0.136	0.403	83915.03077	1247130
8	Orinoquía - amazonía	1386935	385686	0.303070946	0.417804444	5834.294724	74355.16938
9	San Andrés	61280	16354	0.089	0.407	1357.720734	21854

Las filas corresponden a las regiones y las columnas a las variables. Las regiones que se utilizan son las definidas para el cálculo del Índice de Brecha Digital regional.

La tercera tabla de esta hoja es la matriz de variables económicas, de desempeño y de calidad de vida a nivel nacional, la cual se calcula a partir de los datos departamentales ingresados.

Nacional	R1	R2	R3	R4	R5	R6
Nación	48258494	14243223	0.200519675	0.40720749	73045.1393	1005735.672

La tabla solo tiene una fila, que corresponde a los valores de las variables a nivel nacional, pero calculados como una prorrata de los valores departamentales.

ParametrosImpacto

En esta hoja se parametriza el modelo de estimación de impacto, especificando las variables para las cuales se pueden hacer estimados y las tasas de cambio con respecto a las entradas consideradas en el análisis hecho para construir el modelo de impacto. Esas tasas se calcularon durante el análisis a partir de las correlaciones

determinadas entre los índices y las variables económicas, de desempeño y de calidad de vida evaluadas.

Las tablas en esta hoja no se deben modificar a menos que se haga una recalibración del modelo que resulte en un ajuste de las tasas de cambio a utilizar en las estimaciones.

La hoja contiene dos tablas. La tabla inferior es la lista de variables disponibles tomada del diccionario de variables.

Id	Descripción
codDpto	Codigo DANE departamento
departamento	Nombre Departamento
region	Region DANE
R1	Población 2018 DANE
R2	Número de hogares 2018 DANE
R3	Índice de Pobreza Multidimensional 2018
R4	Proporción de privaciones entre las personas en situación de pobreza multidimensional
R5	Producto interno Bruto 2018 a Precios constantes
R6	Total Usuarios energia 2018
R7	Total viviendas energia 2018
R8	Prop de Personas en NBI (%)
R9	Prop de Personas en miseria
R10	Componente vivienda
R11	Componente Servicios

Se observa que la lista tiene tanto el código de la variable como la descripción completa de esta. Esta lista se utiliza como tabla de validación y selección para la tabla superior de tasas de cambio.

En la tabla superior se registran las variables a utilizar para las estimaciones y las tasas de cambio correspondientes con respecto a variaciones en los índices. La selección de las variables se hace de la lista de variables disponibles, la formulación de la tabla trae la descripción de esa variable y en las columnas de tasas de cambio se coloca el valor que corresponde a cada uno de los índices.

Variables (calidad de vida, productividad, económicas)		Tasas de cambio (pendiente en modelo lineal)				Índice
Id	Descripción	iBrecha Habilidades digitales	iBrecha Motivación	iBrecha Aprovechamiento	iBrecha Acceso material	
R32_2	Logaritmo del producto interno Bruto 2018 a Precios constantes	-16.0907	-46.1493	-21.5924	-15.6995	-21.5270
R19	Desempleo de larga duración	0.4079		0.6318	0.4645	0.5829
R29	Trabajo informal	1.1840	2.2106	1.5983	0.9747	1.4363
R31	Número de empresas normalizado	-0.1196	-0.1895	-0.1536	-0.0883	-0.1364
R33	Productividad Laboral	-0.1026	-0.2374	-0.1516	-0.0868	-0.1308
R30	Incidencia ajustada de la pobreza multidimensional	0.7824	1.4838	1.0542	0.6974	0.9778
R10	Componente vivienda	1.1650	2.1804	1.4662	1.0363	1.4302
R16	Bajo logro educativo	1.4028	2.8342	1.8866	1.1752	1.7209
-						
R3	Índice de Pobreza Multidimensional 2018	1.6559	3.1806	2.2354	1.4650	2.0664
R4	Proporción de privaciones entre las personas en situación de pobreza multidimensional	0.2555	0.4372	0.3284	0.2245	0.3119
R8	Prop de Personas en NBI (%)	1.8772	4.4341	2.5505	1.7862	2.4505
R9	Prop de Personas en miseria	1.1072	2.2617	1.4697	1.0499	1.4193
R11	Componente Servicios	1.2041	3.1699	1.7152	1.2631	1.6663
R12	Componente Hacinamiento	0.7586	1.6058	1.0168	0.7233	0.9793
R13	Componente Inasistencia	0.1740	0.3338	0.2293	0.1634	0.2208
R14	Componente dependencia económica	0.4084	0.7971	0.5370	0.3506	0.5014
R15	Analfabetismo	0.6278	1.0872	0.8455	0.5358	0.7672
R25	Rezago escolar	0.6639	1.2229	0.8927	0.5817	0.8223
R32_4	Logaritmo PIB per cápita 2018	-0.6411	-1.7080	-0.8845	-0.6183	-0.8533

Durante el análisis para la construcción del modelo se determinó que una aproximación lineal daba resultados adecuados para las estimaciones, así que la tabla solo necesita contener la pendiente de la recta (tasa de cambio de la variable con respecto al índice).

Si para una variable y un índice no hay correlación, esta no es significativa o la relación no tiene una buena aproximación lineal, el valor de tasa de cambio se deja en blanco y esa celda se muestra con fondo negro para indicarlo¹⁵.

En las primeras filas de la tabla se configuraron las 8 variables que el estudio determinó de mayor interés, luego se deja una línea sin utilizar y luego se configuran las otras variables que se determinaron con relación significativa.

Impacto x Departamento

¹⁵ El formato de la celda es condicional y responde al valor de la misma, no se debe modificar manualmente.

En esta hoja se encuentra la calculadora para estimar el impacto de variaciones en los índices (de brecha por dimensión y de brecha digital) sobre las variables económicas, de desempeño y de calidad de vida evaluadas, a nivel departamental.

La calculadora está construida para que se seleccione el departamento sobre el cual se quiere hacer el ejercicio de estimación.

No.	Divipola	Departamento
17	52	Nariño

Para la selección se proporciona una lista desplegable de los departamentos y la formulación de la hoja determina el código del departamento y su posición dentro de la lista de departamentos para poder referenciarlo en todas las otras tablas por departamento del archivo digital.

Para dar mayor flexibilidad a la calculadora y hacerla más cercana a los puntos sobre los cuales se puede actuar para disminuir la brecha digital, para hacer las estimaciones no se parte directamente de variaciones en los índices sino de variaciones en los indicadores que componen cada uno de los índices.

En consecuencia, hay 4 tablas para registrar variaciones, una por cada dimensión que compone el índice.

Estas tablas se encuentran en la parte inferior de la hoja.

Para la dimensión de **habilidades digitales** tenemos:

Habilidades digitales				
No.	Id	Indicador	Valor	Variación
29	H12_1	Años promedio de escolarización	6.513517	
30	H13_1	Tasa de inscripción bruta en educación secundaria	0.637589	5.0%
31	H14_1	Tasa de inscripción bruta en educación terciaria	0.24236964	
32	HB_1	Número promedio de habilidades básicas	0.9948649	10.0%
33	HI_1	Número promedio de habilidades intermedias	0.6369282	
34	HA_1	% de personas que consideran tener buenas habilidades en dispositivos electrónicos para escribir un programa informático en un lenguaje de programación especializado (programación, apps, web)	0.02652967	

Cambio
0
0.019033289
0
0.068470646
0
0

Los indicadores por considerar son tomados directamente de la hoja **ParametrosIndice**, en donde se configuran. La formulación determina la columna que corresponde a ese indicador en la matriz de valores de los indicadores y de esa columna toma el valor actual del indicador correspondiente para el departamento seleccionado. En la columna **Variación** se indica la variación porcentual que se estima conseguir sobre el indicador y en la columna **Cambio** se muestra el efecto de esa variación sobre el índice de la dimensión, antes de ajustar el rango.

En el ejemplo de la ilustración se supuso una mejora de 5% en la tasa de inscripción bruta en educación superior y una mejora de 10% en el número promedio de habilidades básicas. La calculadora determina el cambio que se daría en el índice de la dimensión de habilidades digitales ante estos cambios en los indicadores que lo componen.

Así mismo para la dimensión de **motivación** tenemos:

Motivación						
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	Cambio	
58	M12_1	% de personas que no utiliza Internet porque es muy costoso	0.06590122		0	
59	M13_1	% de personas que no utiliza Internet porque no lo considera necesario	0.1126717		0	
62	M16_1	% de personas que no utiliza Internet por razones de seguridad o privacidad	0.00110886		0	
63	M18_1	%de hogares que no tienen computador porque no están interesados	0.15824773		0	
65	M20_1	Costo medio de acceso a internet fijo por MBps de velocidad (como % de SMMV, PIB/cápita o PIB/hogar)	0.005968893	-10.0%	-0.020523521	
66	M21_1	Valor del plan de internet fijo más económico disponible (como % de SMMV, PIB/cápita o PIB/hogar)	0.005132767		0	
69	H15_1	%de hogares que no tienen computador porque no saben como usarlo	0.12161683		0	

Para la dimensión de **aprovechamiento** tenemos:

Aprovechamiento						
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	Cambio	
18	AF_1	Frecuencia media uso de computadores y similares	2.631095		0	
19	AU_1	Número promedio de usos del internet	1.5279862	10.0%	0.064115243	
16	A55_1	Frecuencia de utilización de Internet	2.7865902		0	
17	A56_1	Frecuencia de utilización de celular	6.137512		0	

Finalmente, para la dimensión de **acceso material** tenemos:

Acceso material					Cambio
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	
38	C11_1	% de personas que accede a Internet en el hogar	0.33363163		0
39	C12_1	% de personas que accede a Internet en el trabajo	0.09221539		0
40	C13_1	% de personas que accede a Internet en la institución educativa	0.13703862		0
41	C14_1	% de personas que accede a Internet en centros de acceso público gratis	0.05489244		0
46	C19_1	% hogares con computador	0.2148289	10.0%	0.023597576
36	C25_1	% de hogares con conexión a internet	0.156167629		0
52	C26_1	% de personas con internet móvil	0.283671525	20.0%	0.056334006
35	C27_1	Velocidad promedio de acceso a internet fijo	6.663859		0
57	C34_1	% población cubierta por redes móviles al menos 4G	0.4032126		0

En este último caso, para el ejemplo se supuso una mejora del 10% en la penetración de internet fijo y una mejora de 20% en la velocidad de internet fijo.

En la tabla superior se tienen los valores de los índices, tanto actuales como estimados.

Nariño	Subíndice por dimensión (2018)				Índice Brecha Digital Departamental
No.	1	2	3	4	
Dimensión	iBrecha Habilidades digitales	iBrecha Motivación	iBrecha Aprovechamiento	iBrecha Acceso material	
Valor	0.747	0.056	0.449	0.807	
Cambio	-0.007	-0.001	-0.004	-0.008	
Nuevo	0.740	0.055	0.444	0.799	

Para cada índice se presentan tres valores:

- Valor: es el valor actual del índice de acuerdo con los datos ingresados en la herramienta de cálculo del índice.
- Cambio: corresponde al efecto sobre cada índice de las variaciones supuestas sobre los indicadores de cada dimensión.
- Nuevo: es el valor con que quedaría el índice al lograr las variaciones.

Los valores presentados corresponden al departamento seleccionado y se presentan tanto los correspondientes al subíndice de brecha de cada dimensión que compone el índice como los que corresponden al Índice de Brecha Digital.

Con el cambio calculado para cada índice se hace la estimación de impacto sobre cada una de las variables económicas, de desempeño y de calidad de vida evaluadas.

Esas estimaciones se presentan en la tabla correspondiente de **Impacto estimado por variable**, que se encuentra bajo la tabla de índices.

Impacto estimado por variable						
Id	Variable	íBrecha Habilidades digitales	íBrecha Motivación	íBrecha Aprovechamiento	íBrecha Acceso material	Índice BDR
R32_2	Logaritmo del producto interno Bruto 2018 a Precios constantes	1.3%	0.4%	0.9%	1.3%	1.2%
R19	Desempleo de larga duración	-3.8%		-3.2%	-4.7%	-3.9%
R29	Trabajo informal	-1.0%	-0.2%	-0.7%	-0.9%	-0.8%
R31	Número de empresas normalizado	5.0%	0.8%	3.5%	4.0%	4.0%
R33	Productividad Laboral	4.2%	1.0%	3.4%	3.9%	3.8%
R30	Incidencia ajustada de la pobreza multidimensional	-4.0%	-0.8%	-3.0%	-3.9%	-3.5%
R10	Componente vivienda	-26.0%	-5.1%	-18.0%	-25.2%	-22.6%
R16	Bajo logro educativo	-1.6%	-0.3%	-1.2%	-1.5%	-1.4%
0 -						
R3	Índice de Pobreza Multidimensional 2018	-3.6%	-0.7%	-2.7%	-3.5%	-3.2%
R4	Proporción de privaciones entre las personas en situación de pobreza multidimensional	-0.4%	-0.1%	-0.3%	-0.4%	-0.4%
R8	Prop de Personas en NBI (%)	-6.4%	-1.6%	-4.8%	-6.7%	-5.9%
R9	Prop de Personas en miseria	-18.6%	-4.0%	-13.6%	-19.2%	-16.8%
R11	Componente Servicios	-8.8%	-2.4%	-6.9%	-10.1%	-8.6%
R12	Componente Hacinamiento	-9.0%	-2.0%	-6.6%	-9.4%	-8.2%
R13	Componente Inasistencia	-6.8%	-1.4%	-5.0%	-7.0%	-6.1%
R14	Componente dependencia económica	-5.4%	-1.1%	-3.9%	-5.1%	-4.7%
R15	Analfabetismo	-2.8%	-0.5%	-2.1%	-2.6%	-2.5%
R25	Rezago escolar	-1.5%	-0.3%	-1.1%	-1.4%	-1.3%
R32_4	Logaritmo PIB per cápita 2018	0.7%	0.2%	0.5%	0.8%	0.7%

En dicha tabla se muestra la variación en cada una de las variables si estas mantuvieran la relación que el modelo determinó entre las variaciones en los índices y las variaciones en las variables.

Las variaciones se presentan en una matriz que tiene una fila por cada variable y una columna por cada uno de los índices: 4 columnas para los subíndices de brecha por dimensión y una para el Índice de Brecha Digital.

Como se observa en la figura, las variaciones están presentadas en forma de porcentaje, calculado sobre el valor actual de la variable en el departamento, tal como se encuentra en la matriz de valores de las variables de la hoja **ValoresVariables**.

La presentación en forma de porcentaje se hace para hacer comparaciones relativas del efecto sobre las diferentes variables a pesar de que las unidades de medida difieren entre una y otra.

Cuando el valor de una variación es 0.0% la celda correspondiente se presenta con fondo negro para indicar que no se debe tener en cuenta. Estas situaciones se dan porque no hay correlación, esta no es significativa o la relación no tiene una buena aproximación lineal. También se da si no se tienen valores de base para la variable.

Para ver las variables en sus valores reales, a la derecha de la tabla de variaciones se presenta otra tabla que muestra el valor base de cada variable y el valor estimado por variable tras el impacto, para cada uno de los índices: 4 columnas para subíndices de brecha por dimensión y una para el Índice de Brecha Digital.

Valor base	Valor estimado por variable (tras impacto)				Indice BDR
	iBrecha Habilidades digitales	iBrecha Motivación	iBrecha Aprovechamiento	iBrecha Acceso material	
9.44249701	9.561163289	9.478234156	9.530159569	9.568723746	9.55486725
0.079	0.075992051	0.079	0.076435147	0.075265232	0.07595746
0.89	0.881268516	0.888288142	0.883510997	0.882163547	0.88250247
0.0176202	0.018502303	0.01776692	0.018243769	0.018329759	0.01833225
0.01800985	0.01876677	0.0181937	0.018625167	0.018707903	0.01869247
0.144	0.138230044	0.142850942	0.139719904	0.138392565	0.13889606
0.03303063	0.02443924	0.031342191	0.02707797	0.02469896	0.02556495
0.641	0.630654956	0.638805283	0.633340529	0.631551206	0.63201711
0.335	0.322787729	0.332537013	0.325924555	0.323220916	0.32421331
0.429	0.427115472	0.428661454	0.427666684	0.427194795	0.42737204
0.21586749	0.20202346	0.212433814	0.205512684	0.201505923	0.20307578
0.04398807	0.035822392	0.042236629	0.03802141	0.035546927	0.03657957
0.1009734	0.092093069	0.098518689	0.094009927	0.090817784	0.09227531
0.06214368	0.056549248	0.06090016	0.058015713	0.056328574	0.05703192
0.01879711	0.017513969	0.018538646	0.017866107	0.017483442	0.01764444
0.05573023	0.052718579	0.055112987	0.053550194	0.052911578	0.05311311
0.163	0.158369733	0.1621581	0.1595673	0.158691789	0.15899517
0.335	0.330103869	0.334052998	0.331375606	0.330323378	0.33070776
0.655349	0.660077036	0.65667165	0.658939805	0.660320539	0.65980302

La hoja tiene también unos vínculos, ubicados en la parte alta, a la derecha de la tabla de valores de los índices, para ayudar en la navegación por el archivo.

Región
Nación
Selección
año

Estos vínculos llevan a las hojas de las calculadoras de estimación de impacto regional y nacional y a la hoja de selección del año para el cual se hace la estimación.

Impacto x Region

En esta hoja se encuentra la calculadora para estimar el impacto de variaciones en los índices (de brecha por dimensión y de brecha digital) sobre las variables económicas, de desempeño y de calidad de vida evaluadas, a nivel regional.

La calculadora está construida para que se seleccione la región sobre la cual se quiere hacer el ejercicio de estimación. Las regiones utilizadas son las mismas que se hayan configurado para el cálculo del Índice de Brecha Digital regional.

No.	Región
5	Central

Para la selección se proporciona una lista desplegable de las regiones y la formulación de la hoja determina su posición dentro de la lista de regiones para poder referenciarla en todas las otras tablas por región del archivo digital.

Para dar mayor flexibilidad a la calculadora y hacerla más cercana a los puntos sobre los cuales se puede actuar para disminuir la brecha digital, para hacer las estimaciones no se parte directamente de variaciones en los índices sino de variaciones en los indicadores que componen cada uno de los índices.

Por tratarse de la calculadora regional, se trabaja con los indicadores regionales, que se calculan de forma ponderada por población, para lo cual se agregó una tabla en la parte baja de la hoja **ValoresIndicadores**:

No.	Region	A42_1	A43_1	A44_1	A45_1	A46_1	A47_1
1	Antioquia	0.39402483	0.383229645	0.563187418	0.089855067	0.091146865	0.216328737
2	Caribe	0.304815134	0.251349679	0.445020907	0.032799374	0.03942013	0.200145499
3	Bogotá	0.509752647	0.56860377	0.676666266	0.187989037	0.165567019	0.274541251
4	Oriental	0.37503667	0.32079352	0.508307115	0.053893041	0.05857311	0.207956617
5	Central	0.3527151	0.281462235	0.503457422	0.050241203	0.054443189	0.207027388
6	Pacífica	0.281386885	0.193673878	0.372476631	0.024676305	0.024105502	0.20354608
7	Valle del cauca	0.458844726	0.413264766	0.629886044	0.11017352	0.09663999	0.253294955
8	Orinoquía - amazonía	0.252904619	0.172231921	0.343778467	0.0224406	0.024019602	0.152100032
9	San Andrés	0.320663947	0.317613912	0.606125712	0.10298348	0.140798561	0.205600038

Esta tabla calcula los valores de los indicadores por región y es consultada por esta calculadora.

Al igual que en la calculadora departamental, hay 4 tablas para registrar variaciones, una por cada dimensión que compone el índice.

Estas tablas se encuentran en la parte inferior de la hoja.

Para la dimensión de **habilidades digitales** tenemos:

Habilidades digitales					Cambio
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	
29	H12_1	Años promedio de escolarización	7.778161279		0
30	H13_1	Tasa de inscripción bruta en educación secundaria	0.796858163	5.0%	0.023787788
31	H14_1	Tasa de inscripción bruta en educación terciaria	0.471944987		0
32	HB_1	Número promedio de habilidades básicas	1.249553535	10.0%	0.085999354
33	HI_1	Número promedio de habilidades intermedias	0.895085522		0
34	HA_1	% de personas que consideran tener buenas habilidades en dispositivos electrónicos para escribir un programa informático en un lenguaje de programación especializado (programación, apps, web)	0.048967194		0

Los indicadores por considerar son tomados directamente de la hoja **ParametrosIndice**, en donde se configuran. La formulación determina la columna que corresponde a ese indicador en la matriz de valores de los indicadores y de esa columna toma el valor actual del indicador correspondiente para la región seleccionada. En la columna **Variación** se indica la variación porcentual que se estima conseguir sobre el indicador y en la columna **Cambio** se muestra el efecto de esa variación sobre el índice de la dimensión, antes de ajustar el rango.

En el ejemplo de la ilustración se supuso una mejora de 5% en la tasa de inscripción bruta en educación superior y una mejora de 10% en el número promedio de habilidades básicas. La calculadora determina el cambio que se daría en el índice de la dimensión de habilidades digitales ante estos cambios en los indicadores que lo componen.

Así mismo, para la dimensión de **motivación** tenemos:

Motivación					
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	Cambio
58	M12_1	% de personas que no utiliza Internet porque es muy costoso	0.063588701		0
59	M13_1	% de personas que no utiliza Internet porque no lo considera necesario	0.100754159		0
62	M16_1	% de personas que no utiliza Internet por razones de seguridad o privacidad	0.00125396		0
63	M18_1	%de hogares que no tienen computador porque no están interesados	0.200460396		0
65	M20_1	Costo medio de acceso a internet fijo por MBps de velocidad (como % de SMMV, PIB/cápita o PIB/hogar)	0.008038552	-10.0%	-0.027639865
66	M21_1	Valor del plan de internet fijo más económico disponible (como % de SMMV, PIB/cápita o PIB/hogar)	0.005686603		0
69	H15_1	%de hogares que no tienen computador porque no saben como usarlo	0.105195477		0

Para la dimensión de **aprovechamiento** tenemos:

Aprovechamiento					
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	Cambio
18	AF_1	Frecuencia media uso de computadores y similares	3.355940146		0
19	AU_1	Número promedio de usos del internet	2.008572024	10.0%	0.08428092
16	A55_1	Frecuencia de utilización de Internet	3.897655073		0
17	A56_1	Frecuencia de utilización de celular	6.53121071		0

Y para la dimensión de **acceso material** tenemos:

Acceso material					Cambio
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	
38	C11_1	% de personas que accede a Internet en el hogar	0.501557933		0
39	C12_1	% de personas que accede a Internet en el trabajo	0.16819954		0
40	C13_1	% de personas que accede a Internet en la institución educativa	0.123227052		0
41	C14_1	% de personas que accede a Internet en centros de acceso público gratis	0.059309208		0
46	C19_1	% hogares con computador	0.360796014	7.5%	0.029723345
36	C25_1	% de hogares con conexión a internet	0.341758035		0
52	C26_1	% de personas con internet móvil	0.310960459	15.0%	0.046314963
35	C27_1	Velocidad promedio de acceso a internet fijo	7.179161749		0
57	C34_1	% población cubierta por redes móviles al menos 4G	0.66133041		0

En este último caso, para el ejemplo se supuso una mejora del 7.5% en la penetración de internet fijo y una mejora de 15% en la velocidad de internet fijo.

En la tabla superior se tienen los valores de los índices, tanto actuales como estimados.

Central		Subíndice por dimensión (2018)				Índice Brecha Digital Regional
No.		1	2	3	4	
Dimensión		iBrecha Habilidades digitales	iBrecha Motivación	iBrecha Aprovechamiento	iBrecha Acceso material	
Valor		0.668	0.058	0.379	0.728	0.473
Cambio		-0.009	-0.001	-0.005	-0.008	-0.006
Nuevo		0.659	0.057	0.374	0.720	0.467

Para cada índice se presentan tres valores:

- Valor: es el valor actual del índice de acuerdo con los datos ingresados en la herramienta de cálculo del índice.
- Cambio: corresponde al efecto sobre cada índice de las variaciones supuestas sobre los indicadores de cada dimensión.
- Nuevo: es el valor con que quedaría el índice al lograr las variaciones.

Los valores presentados corresponden a la región seleccionada y se presentan tanto los correspondientes al subíndice de brecha de cada dimensión que compone el índice, como los que corresponden al Índice de Brecha Digital.

Con el cambio calculado para cada índice se hace la estimación de impacto sobre cada una de las variables económicas, de desempeño y de calidad de vida evaluadas.

Esas estimaciones se presentan en la tabla correspondiente de **Impacto estimado por variable**, que se encuentra bajo la tabla de índices.

En dicha tabla se muestra la variación en cada una de las variables si estas mantuvieran la relación que el modelo determinó entre las variaciones en los índices y las variaciones en las variables.

Las variaciones se presentan en una matriz que tiene una fila por cada variable y una columna por cada uno de los índices: 4 columnas para los subíndices de brecha por dimensión y una columna para el Índice de Brecha Digital.

Como se observa en la figura, las variaciones están presentadas en forma de porcentaje, calculado sobre el valor actual de la variable en la región, tal como se encuentra en la matriz de valores de las variables por región, de la hoja **ValoresVariables**.

Impacto estimado por variable						
Id	Variable	iBrecha Habilidades digitales	iBrecha Motivación	iBrecha Aprovechamiento	iBrecha Acceso material	Índice BDR
R32_2	Logaritmo del producto interno Bruto 2018 a Precios constantes	1.6%	0.5%	1.2%	1.3%	1.4%
R19	Desempleo de larga duración	-2.7%		-2.4%	-2.6%	-2.5%
R29	Trabajo informal	-1.4%	-0.3%	-1.1%	-1.0%	-1.1%
R31	Número de empresas normalizado	3.9%	0.7%	2.9%	2.4%	2.9%
R33	Productividad Laboral	2.9%	0.7%	2.4%	2.0%	2.4%
R30	Incidencia ajustada de la pobreza multidimensional	-9.6%	-2.0%	-7.4%	-7.1%	-7.7%
R10	Componente vivienda	-35.9%	-7.6%	-26.1%	-26.4%	-28.5%
R16	Bajo logro educativo	-2.5%	-0.6%	-1.9%	-1.7%	-2.0%
0 -						
R3	Índice de Pobreza Multidimensional 2018	-8.2%	-1.8%	-6.4%	-6.0%	-6.6%
R4	Proporción de privaciones entre las personas en situación de pobreza multidimensional	-0.6%	-0.1%	-0.4%	-0.4%	-0.5%
R8	Prop de Personas en NBI (%)	-15.5%	-4.1%	-12.1%	-12.2%	-13.1%
R9	Prop de Personas en miseria	-49.8%	-11.5%	-38.1%	-39.0%	-41.3%
R11	Componente Servicios	-63.7%	-18.9%	-52.3%	-55.2%	-57.0%
R12	Componente Hacinamiento	-26.0%	-6.2%	-20.1%	-20.5%	-21.7%
R13	Componente Inasistencia	-9.7%	-2.1%	-7.4%	-7.6%	-8.0%
R14	Componente dependencia económica	-8.1%	-1.8%	-6.1%	-5.7%	-6.4%
R15	Analfabetismo	-6.2%	-1.2%	-4.8%	-4.4%	-4.9%
R25	Rezago escolar	-2.1%	-0.4%	-1.6%	-1.5%	-1.7%
R32_4	Logaritmo PIB per cápita 2018	0.9%	0.3%	0.7%	0.7%	0.8%

La presentación en forma de porcentaje se hace para poder hacer comparaciones relativas del efecto sobre las diferentes variables a pesar de que las unidades de medida difieren entre una y otra.

Cuando el valor de una variación es 0.0% la celda correspondiente se presenta con fondo negro para indicar que no se debe tener en cuenta. Estas situaciones se dan porque no hay correlación, esta no es significativa o la relación no tiene una buena aproximación lineal. También se da si no se tienen valores de base para la variable.

Para ver las variables en sus valores reales, a la derecha de la tabla de variaciones se presenta otra tabla que muestra el valor base de cada variable y el valor estimado por variable tras el impacto, para cada uno de los índices: 4 columnas de valores para los subíndices de brecha por dimensión y una columna para el Índice de Brecha Digital.

Valor base	Valor estimado por variable (tras impacto)				Índice BDR
	iBrecha Habilidades digitales	iBrecha Motivación	iBrecha Aprovechamiento	iBrecha Acceso material	
9.410486534	9.559371621	9.4586152	9.525720923	9.530565067	9.53933509
0.13862076	0.134846825	0.13862076	0.135249203	0.135067903	0.13513205
0.764649178	0.753694189	0.76234375	0.756119239	0.75719442	0.75605219
0.028409655	0.029516391	0.02860725	0.029229353	0.029084654	0.02922613
0.033071299	0.034020968	0.03331889	0.033880142	0.033735349	0.03385402
0.075644332	0.068405035	0.07409685	0.07001805	0.070310022	0.06979194
0.030005377	0.019226162	0.02773149	0.022180477	0.022079526	0.02144491
0.523961485	0.510982036	0.52100577	0.513892938	0.514972918	0.51366132
0.187678714	0.172356543	0.18436171	0.175748839	0.17647336	0.17531023
0.401645594	0.399281164	0.40118966	0.39989292	0.399928317	0.3997789
0.112225274	0.094855815	0.10760101	0.098613656	0.098563228	0.09755775
0.020591923	0.010346827	0.01823319	0.012748617	0.01256193	0.01209702
0.017504358	0.006362618	0.0141985	0.008350718	0.007843398	0.00753076
0.027035274	0.020016197	0.02536057	0.021608968	0.021503406	0.02117391
0.016535656	0.014925761	0.01618757	0.015311833	0.015285975	0.01521396
0.046734376	0.042955795	0.04590311	0.043868668	0.044053012	0.04373347
0.093480946	0.087671565	0.09234713	0.088968585	0.089382578	0.08888884
0.29420014	0.28805719	0.29292477	0.289435793	0.289751305	0.28927848
0.680371545	0.686303594	0.68215281	0.68509174	0.685100933	0.68547872

La hoja tiene también unos vínculos, ubicados en la parte alta, a la derecha de la tabla de valores de los índices, para ayudar en la navegación por el archivo.

Departamento
Nación
Selección año

Estos vínculos llevan a las hojas de las calculadoras de estimación de impacto departamental y nacional y a la hoja de selección del año para el cual se hace la estimación.

Impacto Nación

En esta hoja se encuentra la calculadora para estimar el impacto de variaciones en los índices (de brecha por dimensión y de brecha digital) sobre las variables económicas, de desempeño y de calidad de vida evaluadas, a nivel nacional.

Para dar mayor flexibilidad a la calculadora y hacerla más cercana a los puntos sobre los cuales se puede actuar para disminuir la brecha digital, para hacer las estimaciones no se parte directamente de variaciones en los índices sino de variaciones en los indicadores que componen cada uno de los índices.

Por tratarse de la calculadora nacional, se trabaja con los indicadores nacionales, que se calculan de forma ponderada por población, para lo cual se agregó una tabla en la parte baja de la hoja **ValoresIndicadores**:

Nacional	A42_1	A43_1	A44_1	A45_1	A46_1	A47_1
Nación	0.379509317	0.345538889	0.526121434	0.078129002	0.076109702	0.2206729

Esta tabla calcula los valores de los indicadores para todo el país y es consultada por esta calculadora.

Al igual que en las otras calculadoras, hay 4 tablas para registrar variaciones, una por cada dimensión que compone el índice.

Estas tablas se encuentran en la parte inferior de la hoja.

Para la dimensión de **habilidades digitales** tenemos:

Habilidades digitales						
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	Cambio	
29	H12_1	Años promedio de escolarización	8.245421746		0	
30	H13_1	Tasa de inscripción bruta en educación secundaria	0.809849675	5.0%	0.02417561	
31	H14_1	Tasa de inscripción bruta en educación terciaria	0.537271159		0	
32	HB_1	Número promedio de habilidades básicas	1.349334936	10.0%	0.092866715	
33	HI_1	Número promedio de habilidades intermedias	0.955795968		0	
34	HA_1	% de personas que consideran tener buenas habilidades en dispositivos electrónicos para escribir un programa informático en un lenguaje de programación especializado (programación, apps, web)	0.060100398		0	

Los indicadores por considerar son tomados directamente de la hoja **ParametrosIndice**, en donde se configuran. La formulación determina la columna que corresponde a ese indicador en la matriz de valores de los indicadores y de esa columna toma el valor actual del indicador correspondiente para el país. En la columna **Variación** se indica la variación porcentual que se estima conseguir sobre el indicador y en la columna **Cambio** se muestra el efecto de esa variación sobre el índice de la dimensión, antes de ajustar el rango.

En el ejemplo de la ilustración se supuso una mejora de 5% en la tasa de inscripción bruta en educación superior y una mejora de 10% en el número promedio de habilidades básicas. La calculadora determina el cambio que se daría en el índice de la dimensión de habilidades digitales ante estos cambios en los indicadores que lo componen.

Así mismo, para la dimensión de **motivación** tenemos:

Motivación					
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	Cambio
58	M12_1	% de personas que no utiliza Internet porque es muy costoso	0.06458993		0
59	M13_1	% de personas que no utiliza Internet porque no lo considera necesario	0.088091365		0
62	M16_1	% de personas que no utiliza Internet por razones de seguridad o privacidad	0.002472789		0
63	M18_1	%de hogares que no tienen computador porque no están interesados	0.181843647		0
65	M20_1	Costo medio de acceso a internet fijo por MBps de velocidad (como % de SMMV, PIB/cápita o PIB/hogar)	0.008318336	-10.0%	-0.028601878
66	M21_1	Valor del plan de internet fijo más económico disponible (como % de SMMV, PIB/cápita o PIB/hogar)	0.008799877		0
69	H15_1	%de hogares que no tienen computador porque no saben como usarlo	0.089566567		0

Para la dimensión de **aprovechamiento** tenemos:

Aprovechamiento					
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	Cambio
18	AF_1	Frecuencia media uso de computadores y similares	3.664467056		0
19	AU_1	Número promedio de usos del internet	2.21585444	10.0%	0.092978618
16	A55_1	Frecuencia de utilización de Internet	4.081271888		0
17	A56_1	Frecuencia de utilización de celular	6.549934188		0

Y para la dimensión de **acceso material** tenemos:

Acceso material					
No.	Id	Indicador	Valor	Variación	Cambio
38	C11_1	% de personas que accede a Internet en el hogar	0.53325009		0
39	C12_1	% de personas que accede a Internet en el trabajo	0.19598073		0
40	C13_1	% de personas que accede a Internet en la institución educativa	0.137359194		0
41	C14_1	% de personas que accede a Internet en centros de acceso público gratis	0.059484074		0
46	C19_1	% hogares con computador	0.385855337	7.5%	0.0317878
36	C25_1	% de hogares con conexión a internet	0.392283689		0
52	C26_1	% de personas con internet móvil	0.290712764	10.0%	0.028866159
35	C27_1	Velocidad promedio de acceso a internet fijo	8.422360753		0
57	C34_1	% población cubierta por redes móviles al menos 4G	0.702052775		0

En este último caso, para el ejemplo se supuso una mejora del 7.5% en la penetración de internet fijo y una mejora de 10% en la velocidad de internet fijo.

En la tabla superior se tienen los valores de los índices, tanto actuales como estimados.

Nacional		Subíndice por dimensión (2018)				Índice Brecha Digital Regional
No.	Dimensión	1	2	3	4	
		iBrecha Habilidades digitales	iBrecha Motivación	iBrecha Aprovechamiento	iBrecha Acceso material	
	Valor	0.644	0.054	0.365	0.705	0.456
	Cambio	-0.010	-0.001	-0.006	-0.006	-0.006
	Nuevo	0.634	0.053	0.359	0.699	0.450

Para cada índice se presentan tres valores:

- Valor: es el valor actual del índice de acuerdo con los datos ingresados en la herramienta de cálculo del índice.
- Cambio: corresponde al efecto sobre cada índice de las variaciones supuestas sobre los indicadores de cada dimensión.
- Nuevo: es el valor con que quedaría el índice al lograr las variaciones.

Los valores presentados corresponden al país y se presentan tanto los correspondientes al subíndice de brecha de cada dimensión del índice como los que corresponden al Índice de Brecha Digital.

Con el cambio calculado para cada índice se hace la estimación de impacto sobre cada una de las variables económicas, de desempeño y de calidad de vida evaluadas.

Esas estimaciones se presentan en la tabla correspondiente de **Impacto estimado por variable**, que se encuentra bajo la tabla de índices.

En dicha tabla se muestra la variación en cada una de las variables si estas mantuvieran la relación que el modelo determinó entre las variaciones en los índices y las variaciones en las variables.

Las variaciones se presentan en una matriz que tiene una fila por cada variable y una columna por cada uno de los índices: 4 columnas con valores para los subíndices de brecha por dimensión y una columna para el Índice de Brecha Digital.

Como se observa en la figura, las variaciones están presentadas en forma de porcentaje, calculado sobre el valor actual de la variable en el país, tal como se

encuentra en la matriz de valores de las variables en el país, de la hoja **ValoresVariables**.

Impacto estimado por variable						
Id	Variable	iBrecha Habilidades digitales	iBrecha Motivación	iBrecha Aprovechamiento	iBrecha Acceso material	Índice BDR
R32_2	Logaritmo del producto interno Bruto 2018 a Precios constantes	1.5%	0.5%	1.2%	0.9%	1.2%
R19	Desempleo de larga duración	-3.4%		-3.2%	-2.4%	-2.9%
R29	Trabajo informal	-1.6%	-0.3%	-1.3%	-0.8%	-1.1%
R31	Número de empresas normalizado	3.0%	0.5%	2.3%	1.4%	2.0%
R33	Productividad Laboral	2.3%	0.6%	2.0%	1.2%	1.8%
R30	Incidencia ajustada de la pobreza multidimensional	-9.2%	-1.9%	-7.4%	-5.1%	-6.8%
R10	Componente vivienda	-21.3%	-4.4%	-16.0%	-11.7%	-15.6%
R16	Bajo logro educativo	-3.1%	-0.7%	-2.5%	-1.6%	-2.2%
0 -						
R3	Índice de Pobreza Multidimensional 2018	-8.1%	-1.7%	-6.6%	-4.5%	-6.1%
R4	Proporción de privaciones entre las personas en situación de pobreza multidimensional	-0.6%	-0.1%	-0.5%	-0.3%	-0.5%
R8	Prop de Personas en NBI (%)	-12.9%	-3.3%	-10.5%	-7.6%	-10.1%
R9	Prop de Personas en miseria	-28.6%	-6.4%	-22.7%	-16.8%	-21.9%
R11	Componente Servicios	-31.9%	-9.2%	-27.2%	-20.7%	-26.4%
R12	Componente Hacinamiento	-18.2%	-4.2%	-14.6%	-10.8%	-14.0%
R13	Componente Inasistencia	-8.9%	-1.9%	-7.0%	-5.2%	-6.7%
R14	Componente dependencia económica	-9.1%	-1.9%	-7.2%	-4.8%	-6.7%
R15	Analfabetismo	-6.1%	-1.2%	-4.9%	-3.2%	-4.5%
R25	Rezago escolar	-2.2%	-0.5%	-1.8%	-1.2%	-1.7%
R32_4	Logaritmo PIB per cápita 2018	0.9%	0.3%	0.7%	0.5%	0.7%

La presentación en forma de porcentaje se hace para poder hacer comparaciones relativas del efecto sobre las diferentes variables a pesar de que las unidades de medida difieren entre una y otra.

Cuando el valor de una variación es 0,0% la celda correspondiente se presenta con fondo negro para indicar que no se debe tener en cuenta. Estas situaciones se dan porque no hay correlación, esta no es significativa o la relación no tiene una buena aproximación lineal. También se da si no se tienen valores de base para la variable.

Para ver las variables en sus valores reales, a la derecha de la tabla de variaciones se presenta otra tabla que muestra el valor base de cada variable y el valor estimado por variable tras el impacto, para cada uno de los índices: 4 columnas con valores para los subíndices de brecha por dimensión y una columna para el Índice de Brecha Digital.

Valor base	Valor estimado por variable (tras impacto)				Índice BDR
	iBrecha Habilidades digitales	iBrecha Motivación	iBrecha Aprovechamiento	iBrecha Acceso material	
10.58187542	10.74059945	10.6316792	10.70900187	10.67765923	10.708544
0.117374087	0.113350756	0.11737409	0.11365459	0.114540058	0.1139444
0.736437538	0.724758598	0.73405187	0.727027319	0.730491054	0.727986
0.039429914	0.040609787	0.03963439	0.040334204	0.039968345	0.04023257
0.043673356	0.044685783	0.04392957	0.044565671	0.044203053	0.04444283
0.084104509	0.07638681	0.08250317	0.077897601	0.079849457	0.07835113
0.053900653	0.042409103	0.05154762	0.045268232	0.047578389	0.04548502
0.450310352	0.436473169	0.44725176	0.439202743	0.443140386	0.44018445
0.200519675	0.184184952	0.19708722	0.187358649	0.191581429	0.18836046
0.40720749	0.404686808	0.40673569	0.405273942	0.405837658	0.40537238
0.143332717	0.124815413	0.1385475	0.128316395	0.132434827	0.12891336
0.038164793	0.027242658	0.03572396	0.029512066	0.031759457	0.02981361
0.037188177	0.025310144	0.03376726	0.02708989	0.029481857	0.02738332
0.041033903	0.033550976	0.03930091	0.035047608	0.036621263	0.03527171
0.019259707	0.017543423	0.01889951	0.017909587	0.018262866	0.01796037
0.044130987	0.040102702	0.04327079	0.040969541	0.041992127	0.04118086
0.100876468	0.094683179	0.09970318	0.095898436	0.097607297	0.09636205
0.292119999	0.285571098	0.29080024	0.286863977	0.288571269	0.2872816
0.715768187	0.722092251	0.71761145	0.720975501	0.719540708	0.72078895

La hoja tiene también unos vínculos, ubicados en la parte alta, a la derecha de la tabla de valores de los índices, para ayudar en la navegación por el archivo.

Departamento
Región
Selección año

Estos vínculos llevan a las hojas de las calculadoras de estimación de impacto departamental y regional y a la hoja de selección del año para el cual se hace la estimación.