

Universidad de Lima

Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas

Carrera de Economía



**EL IMPACTO DE LA INFRAESTRUCTURA
DE TELECOMUNICACIONES EN EL
CRECIMIENTO ECONÓMICO DE
LATINOAMÉRICA EN EL PERIODO DE 2010
AL 2017**

Tesis para optar el Título Profesional de Economista

Guevara Vivanco Diego Rodrigo

Nalvarte Atencia Mirko Rodrigo

Código 20150629


20150934

Asesor

Ricardo Nieva Chávez

Lima – Perú

Setiembre de 2022



**THE IMPACT OF TELECOMMUNICATIONS
INFRASTRUCTURE ON LATIN AMERICA'S
ECONOMIC GROWTH FROM 2010 TO 2017**

TABLA DE CONTENIDO

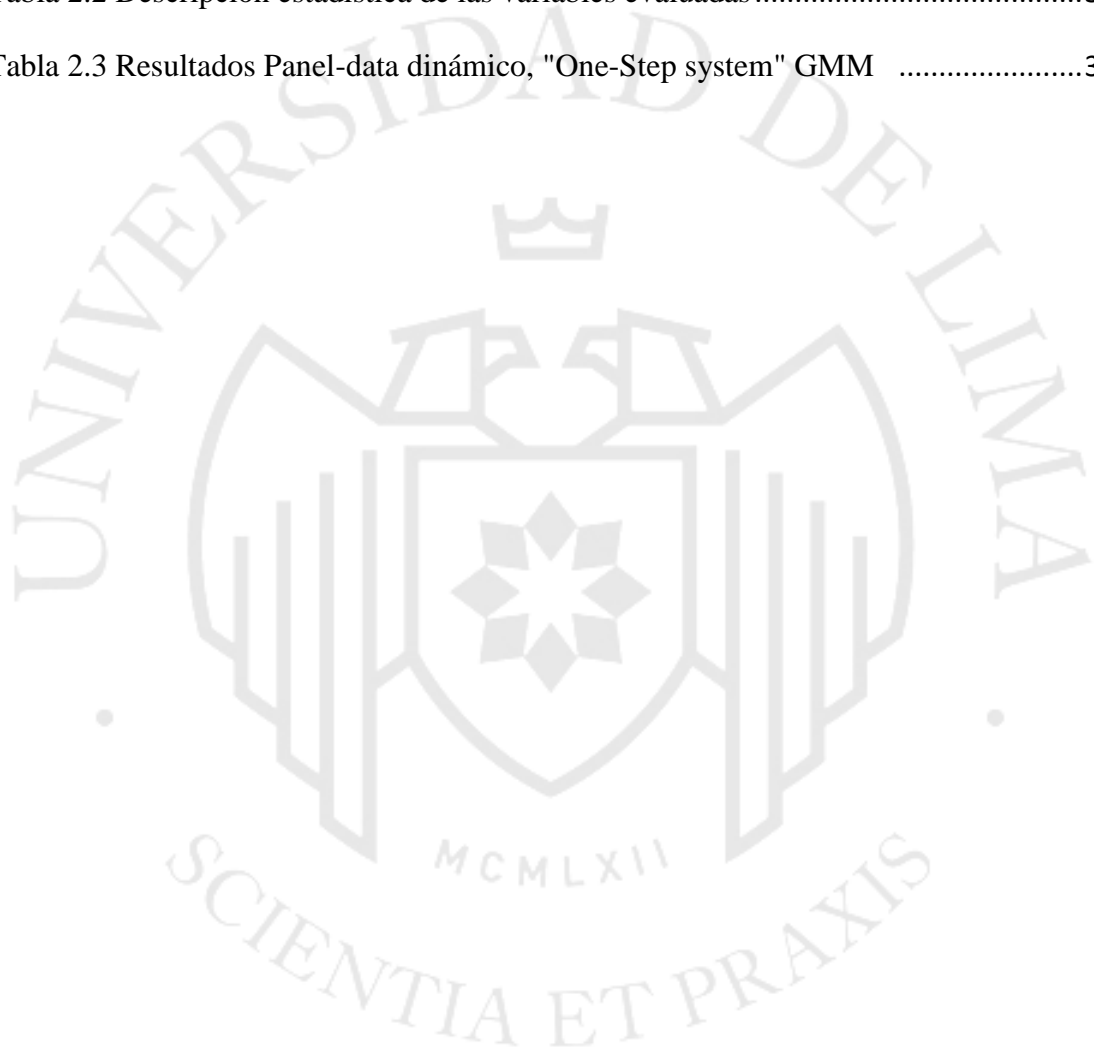
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	6
HIPÓTESIS.....	6
CAPÍTULO I.....	8
REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	8
1.1 Marco Teórico.....	8
1.2 Estado del Arte en Latinoamérica.....	21
1.3 Modelo Económico.....	27
METODOLOGÍA.....	30
1.4 Revisión de Modelos Econométricos.....	30
1.5 Modelo Econométrico.....	33
CAPÍTULO II.....	35
2.1 Descripción del Modelo Empírico y Variables.....	35
2.2 Data y Descripción Estadística.....	36
2.3 Resultados.....	38
CAPÍTULO III.....	42
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS.....	45
BIBLIOGRAFÍA	53
ANEXOS	54

Anexo 1	.....	55
Anexo 2	.....	55
Anexo 3	.....	56
Anexo 4	.....	56
Anexo 5	.....	57



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Recopilación de estudios que describen la relación causal entre TCI y Crecimiento Económico	9
Tabla 2.1 Descripción de variables	36
Tabla 2.2 Descripción estadística de las variables evaluadas	37
Tabla 2.3 Resultados Panel-data dinámico, "One-Step system" GMM	38



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Relación entre Producto y Tasa tributaria	29
Figura 2.2 Comparación de los niveles de Apertura Comercial entre Latinoamérica y África Subsahariana.....	41



RESUMEN

La presente investigación examina el impacto de la infraestructura de telecomunicaciones (IT) en el crecimiento del pbi per cápita para 10 países representativos de Latinoamérica en el periodo comprendido del 2010 al 2017. Se analizó la infraestructura de telecomunicaciones a través de 3 variables: suscripciones a líneas móviles por cada 100 personas, suscripciones a servidores de banda ancha por cada 100 personas y porcentaje de la población con acceso a internet; a fin de capturar el desenvolvimiento de la IT sobre el crecimiento económico representado por el pbi per cápita. Se propuso que la IT tiene un efecto positivo sobre el crecimiento, dado que las telecomunicaciones tienen la capacidad de incrementar los niveles de productividad sobre otros factores según la literatura previa. Para comprobar lo previamente descrito se usó un modelo econométrico panel de data dinámico de efectos fijos con una estimación GMM, el cual tiene como ventaja contabilizar los efectos separados de los países y evitar los sesgos asociados con las regresiones transversales al tener en cuenta el efecto fijo específico de cada país.

Se encontró que la variable de banda ancha tiene un efecto significativo negativo de 0.004146% por cada suscriptor a banda ancha por cada 100 personas frente al crecimiento del pbi per cápita al presentar bajos niveles de penetración en la región latinoamericana. Además, se determinó que la variable de internet tiene un efecto positivo de 0.214905% por cada aumento del 1% en la población con acceso a internet sobre el crecimiento del pbi per cápita. Finalmente, la variable líneas móviles demostró no tener relevancia sobre el crecimiento del pbi per cápita. Cabe resaltar que los resultados tuvieron similitud con la literatura previa.

Línea de investigación: 5. e1

Palabras clave: Infraestructura, telecomunicaciones, banda ancha, internet, líneas móviles, crecimiento económico, pbi per cápita, Latinoamérica, panel data dinámico, GMM.

ABSTRACT

This study examines the impact of telecommunications infrastructure (TI) on the growth of GDP per capita for 10 representative countries of Latin America in the period from 2010 to 2017. Telecommunications infrastructure was analyzed through 3 variables: subscriptions to mobile lines per 100 people, subscriptions to broadband servers per 100 people and percentage of the population with internet access; in order to capture the development of TI on economic growth represented by GDP per capita. It was proposed that TI has a positive effect on growth, given that telecommunications have the ability to increase productivity levels over other factors according to the previous literature. To verify the previously described, an econometric dynamic panel data model of fixed effects with a GMM estimation was used, which has the advantage of accounting for the separate effects of the countries and avoids the biases associated with cross-sectional regressions by taking into account the fixed effect of every specific country.

It was found that the broadband variable has a significant negative effect of 0.004146% for each broadband subscriber per 100 people against the growth of GDP per capita due to the low levels of penetration in the Latin American region. In addition, it was determined that the internet variable has a positive effect of 0.214905% for each 1% increase in the population with internet access on the growth of GDP per capita. Finally, the mobile lines variable proved to have no relevance on the growth of GDP per capita. It should be noted that the results were similar to previous literature.

Line of research: 5. e1

Key words: Infrastructure, telecommunications, broadband, internet, mobile lines, economic growth, GDP per capita, Latin America, dynamic panel data, GMM.

INTRODUCCIÓN

La infraestructura es considerada como uno de los principales mecanismos utilizados en la búsqueda del desarrollo óptimo de un país, debido a que se relaciona de forma directa con el PBI y de forma indirecta mediante el efecto spillovers, aumentando la productividad sobre otros insumos productivos, por lo que resulta imperativo el análisis de la medida de su impacto en el crecimiento de una región. Dicha importancia fue examinada por Barro (1991), el cual introdujo el gasto de gobierno en la función de producción para reafirmar la correlación entre la inversión en infraestructura y el crecimiento, demostrando su efecto positivo y dando hito a uno de los tópicos más importantes acerca del desarrollo económico. Asimismo, King et al. (1994), Oliner y Sichel (2000), Colecchia y Schreyer (2002), Daveri (2002), Datta y Mbarika (2006) y Dimelis y Papaioannou (2011) evidencian la importancia de una mayor inversión en servicios de TCI (Tecnología de Comunicación e Información) y de su contribución positiva al crecimiento económico en países desarrollados y en países en vías de desarrollo.

Por un lado, Hardy (1980), Cronin et al. (1991), Madden y Savage (1998), y Dutta (2001) fueron los primeros en comprobar la relación entre las variables Infraestructura de Telecomunicaciones (IT) y Crecimiento Económico (CE). En primera instancia, un mayor nivel de IT permitiría; mayor eficiencia y rapidez en la difusión de “información de mercado”, menores costos de coordinación y logística en los mercados, y mejora en los servicios públicos tales como salud y educación. En segunda instancia, la creciente Actividad Económica repercute en la Infraestructura de Telecomunicaciones a través de: un mayor rango de inversión destinado al IT y un incremento por la necesidad de servicios de telecomunicación más avanzados y de mejor calidad. Otro importante aporte a este tipo de estudios es lo planteado por Chakraborty y Nandi (2003), Wolde-Rufael (2007), Shiu y Lam (2008), Pradhan et al. (2015) y Castaldo et al. (2018), los cuales reafirman la existencia de la causalidad de la IT sobre el CE.

Por otro lado, Easterly y Rebelo (1993) y Canning (1999) resaltan la importancia de la disminución de la desconectividad a fin de lograr un óptimo crecimiento económico, este mecanismo se logra por medio de la implementación de mejores canales de transporte y telecomunicaciones, siendo este último mencionado el que mayor impacto positivo genera sobre el crecimiento económico. Cabe resaltar que Calderón y Servén

(2014) realizan en conjunto un análisis de la evidencia empírica en 100 países reafirmando cómo la existencia de una adecuada inversión en infraestructura pública promueve que se reduzcan los niveles de desigualdad de ingresos, pues permite que los sectores de bajos ingresos puedan optimizar sus procesos logrando acceder al mercado gracias a la reducción de costos. Del mismo modo la infraestructura pública combate la brecha de ventajas comparativas existente entre los emprendedores que pueden acceder a beneficios privados contra el sector de emprendedores más pobres; pues este último presenta límites económicos para acceder a dichos sustitutos privados. Por lo que una adecuada infraestructura pública reduciría la desigualdad de oportunidades entre potenciales emprendedores, incrementando el rendimiento de inversiones y aumentando la actividad emprendedora entre los sectores menos favorecidos de la sociedad.

En la actualidad, dicha importancia se ha visto reforzada en las investigaciones realizadas por Castaldo et al. (2018), Toader et al. (2018), Gómez-Barroso y Marbán-Flores (2020), los cuales explican que el crecimiento económico en la última década es producto de un adecuado plan de inversión en la IT, dando mayor énfasis al rol que cumplen tanto el uso de banda ancha como las líneas móviles presentes en una sociedad.

En ese sentido resulta relevante precisar la investigación realizada por Datta y Agarwal (2004), los cuales siguen el modelo de Barro (1991) evaluando el impacto de la inversión en infraestructura de telecomunicaciones como potencial factor impulsor del crecimiento económico y paulatinamente su relación a largo plazo. Para ello analizaron 22 países de la OECD recurriendo al método de estimación de datos de panel dinámicos asignando como variable endógena el crecimiento del PBI per cápita y como variable exógena el acceso a líneas de teléfono por cada 100 habitantes representando la infraestructura de telecomunicaciones; además de usar como variables de control: el PBI per cápita rezagado en un periodo, la tasa de crecimiento poblacional, el gasto de gobierno como porcentaje del PBI, la inversión del gobierno como porcentaje del PBI, la suma de importaciones y exportaciones como porcentaje del PBI y la variable de telecomunicaciones al cuadrado, a fin de analizar los rendimientos a escala que se producen. El método de este estudio ha sido extendido a través del tiempo por numerosos autores como Lee et al. (2012), Levendis y Lee (2013), Donou-Adonsou et al. (2016), Haftu (2019) y Myovella et al. (2020) utilizando distintas variables de control, las cuales permiten capturar los efectos del modelo económico.

Actualmente, según Katz y Callorda (2018) la escasa cantidad de trabajos en Latinoamérica es consecuencia de la dificultad para obtener datos estadísticos oficiales, a causa de la existencia de un gran sector informal y limitaciones presupuestarias para financiar proyectos de microdatos. Esto perjudica el desarrollo de investigaciones empíricas en relación con los determinantes de progreso económico provenientes de los niveles de infraestructura. Sin embargo, al ser un tópico de gran importancia a nivel mundial resulta imperativo enriquecer el repertorio de investigaciones en referencia al contexto latinoamericano, con el propósito de evaluar el grado de desenvolvimiento de las tecnologías de comunicación e información, además, de impulsar la integración regional, desarrollo y competitividad de esta parte del continente.

Se destacan los trabajos relevantes en relación con la región latinoamericana: Katz (2012), Mellado (2016), Alderete (2017), Katz y Callorda (2018) y Escuder (2020). En primer lugar, Katz (2012) examina el grado de digitalización de los países de América Latina a través del análisis de la relación entre banda ancha y crecimiento económico, además de exponer como una adecuada dotación del grado de IT impulsa un mayor nivel de productividad y creación de empleos, encontrando resultados positivos. En segundo lugar, Mellado (2016) realiza un estudio evaluando la penetración de telefonía fija, telefonía móvil y usuarios con acceso a internet; y su impacto en el PBI per cápita. Concluyendo que las conexiones de internet generan mayor efecto sobre el crecimiento en contraste a la telefonía fija y móvil, a la par de confirmar la correlación a largo plazo de las variables PBI per cápita y usuarios de internet. Además, el autor recomienda incorporar variables explicativas que capturen el entorno macroeconómico de los países para resultados más precisos en investigaciones futuras. En tercer lugar, Alderete (2017) analiza la variable banda ancha fija en relación con el crecimiento económico, mediante un modelo de ecuaciones simultáneas, reforzando el vínculo positivo entre ambas variables. Finalmente, tanto Katz y Callorda (2018) y Escuder (2020) estudian el entorno macroeconómico a fin de parametrizar la brecha digital presente en la región latinoamericana y establecer las condiciones de un adecuado desarrollo de IT. Por un lado, Katz y Callorda (2018) describen las características de la IT y clasifican a los países mediante el “Índice de Ecosistema Digital”, el cual explica el entorno industrial y adaptabilidad de las firmas con los servicios de infraestructura digital, con el objetivo de enfocar políticas que ayuden al desarrollo de IT de cada país según su clasificación. Por

otro lado, Escuder (2020) segrega la muestra de países de su estudio por tipo de territorio (área selvática, rural y urbana) a fin de contrastar el distinto impacto que tiene la IT según área geográfica y el nivel de acceso que se dispone de ella. Concluyendo que la existencia de la brecha digital entre sectores contribuye a la desigualdad social de estos, implicando que se presenten problemas de exclusión espacial y socioeconómica. Esta desigualdad resalta la importancia de políticas que faciliten el acceso a las TCI según las distintas características geográficas de las regiones.

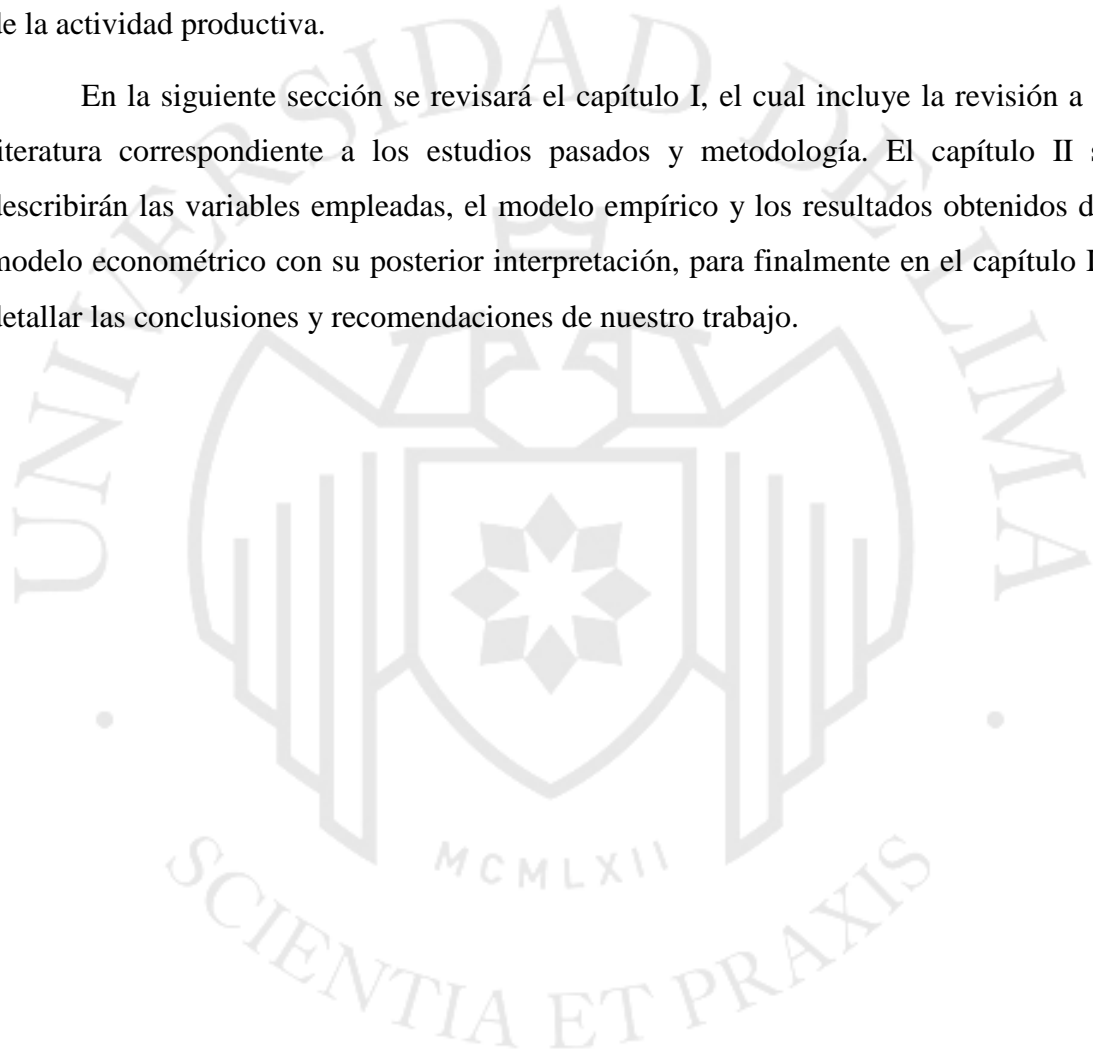
En ese sentido es relevante resaltar el aporte del presente trabajo, el cual radica en estudiar la relación del desarrollo de la infraestructura de telecomunicaciones y crecimiento económico de Latinoamérica a través del análisis de redes de telecomunicación más avanzadas como suscriptores a banda ancha fija y usuarios con acceso a internet, en contraste a la literatura, previa para el territorio latinoamericano, la cual se enfoca en redes de IT más básicas como telefonía fija y móvil. Además, se incorporarán variables de control, no incluidas en estudios previos para el territorio latinoamericano a fin de capturar las fluctuaciones del entorno macroeconómico y optimizar el margen de estimación de los resultados. Dichas variables de control reflejan los parámetros del modelo económico de Barro (1991).

Para el análisis empírico se optará por el Método Generalizado de Momentos (GMM, por sus siglas en inglés). La principal ventaja de este método es aprovechar la correlación entre los valores de crecimiento anteriores y posteriores, a la par de corregir posibles problemas de autocorrelación, heterocedasticidad y de omisión de variables, además de contabilizar los efectos separados de los países y evitar los sesgos asociados con las regresiones transversales al tener en cuenta el efecto fijo específico de cada país. Así, no solo se revelará la situación actual de las regiones, sino a la vez llamará la atención de las entidades gubernamentales y dará cabida a que se tome la iniciativa de invertir en este rubro importante para el crecimiento económico, a fin de optimizar el uso de los recursos necesarios e indirectamente mejorar la calidad de vida de personas de bajos ingresos.

En conclusión, para el análisis de la data se empleará un modelo econométrico Panel Data Dinámico de efectos fijos con una estimación GMM con las variables: suscriptores de líneas de teléfono móviles por cada 100 personas, suscriptores a banda ancha fija por cada 100 personas y usuarios con acceso a internet como porcentaje de la

población; PBI per Cápita, Formación de Capital Bruto Fijo, Apertura Comercial, Gasto del Gobierno y Tasa de Crecimiento Poblacional; enfocándonos en 10 países representativos de Latinoamérica en el periodo comprendido entre 2010 al 2017. La data será extraída de las principales fuentes de información gubernamental como el Banco Mundial (BM) y Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Cabe mencionar que la línea de investigación corresponde a Infraestructura y productividad y corresponde al análisis del conjunto de medios técnicos y servicios que permiten el eficiente desarrollo de la actividad productiva.

En la siguiente sección se revisará el capítulo I, el cual incluye la revisión a la literatura correspondiente a los estudios pasados y metodología. El capítulo II se describirán las variables empleadas, el modelo empírico y los resultados obtenidos del modelo econométrico con su posterior interpretación, para finalmente en el capítulo III detallar las conclusiones y recomendaciones de nuestro trabajo.



Objetivos

El objetivo principal de nuestra investigación se centra en estudiar y medir el rol que cumple la IT, representada por suscripciones de Líneas Móviles por cada 100 personas, suscripciones de Banda Ancha Fija por cada 100 personas y usuarios con acceso Internet como porcentaje de la población, sobre el pbi per cápita y verificar la relación que presentan las variables exógenas sobre la endógena para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.

Como objetivos específicos se planteó la elaboración de un detallado marco teórico que sustente, en base a la literatura previa, la relación entre las variables de IT sobre el crecimiento económico para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017; por lo cual se buscará:

1. Comprobar la relación significativa y negativa del Pbi per Cápita rezagado en un periodo con el crecimiento del pbi per cápita a fin de verificar la convergencia en el largo plazo para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.
2. Comprobar la relación significativa y positiva de la Formación de Capital Bruto Fijo sobre crecimiento del pbi per cápita para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.
3. Comprobar la relación significativa y positiva de la Apertura Comercial sobre crecimiento del pbi per cápita para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.
4. Comprobar la relación significativa del Gasto de Gobierno sobre crecimiento del pbi per cápita para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.
5. Comprobar la relación significativa y negativa de la Tasa de Crecimiento de la Población sobre crecimiento del pbi per cápita para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.

Hipótesis

La hipótesis principal planteada pretende que la IT, representado por las 3 variables de telecomunicaciones, líneas de teléfono móviles por cada 100 personas, suscriptores a

banda ancha fija por cada 100 personas y usuarios con acceso a internet como porcentaje de la población repercute de manera significativa y positiva en el crecimiento del pbi per cápita para las 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017. Además, las hipótesis específicas se enfocarán en distinguir relación las variables de control sobre el crecimiento del pbi per cápita, siendo que:

1. El Pbi per Cápita rezagado en un periodo tendrá un efecto significativo y negativo sobre el crecimiento del pbi per cápita, confirmando la teoría de convergencia para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.
2. La Formación de Capital Bruto Fijo tendrá un efecto positivo en el crecimiento del pbi per cápita para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.
3. La Apertura Comercial tendrá un efecto positivo en el crecimiento del pbi per cápita para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.
4. El Gasto de Gobierno tendrá significancia en el crecimiento del pbi per cápita para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.
5. La Tasa de Crecimiento de la Población tendrá un efecto negativo en el crecimiento del pbi per cápita para 10 regiones representativas del continente Latinoamericano, 2010-2017.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1 Marco Teórico

La Tecnología de Comunicación e Información (TCI) es considerada uno de los sectores que contribuye profundamente al crecimiento económico. El TCI es definido por el Departamento de Desarrollo Internacional como las tecnologías que facilitan la comunicación, procesamiento y transmisión de la información por medios electrónicos. Una de las principales características del TCI según Pradhan et al. (2014) es el impacto positivo proveniente de sus externalidades; ya que, a mayor número de usuarios, mayor es el valor derivado para otros usuarios gracias al aumento de los niveles de conectividad e información correspondiente de las actividades productivas. Cabe resaltar que dicha característica no existe para otros tipos de infraestructura ya sea de transportes y/o eléctrica.

En adición, Dutta (2001) señala que la relación entre TCI y Crecimiento Económico se da a causa de un incremento del rendimiento de los factores al incorporarse equipos de telecomunicaciones en diferentes procesos productivos mediante una mayor y más rápida difusión de la información lo que facilita los costos de coordinación en los mercados mejorando los servicios públicos como salud y educación. De la misma forma sugiere que ante el incremento de la actividad económica aumenta el nivel de inversión en infraestructura de telecomunicaciones, la demanda de servicios de telecomunicación de mayor acceso y mejor calidad.

Según Pradhan et al. (2014) existen cuatro formas para describir la relación entre TCI y crecimiento económico, estas se segmentan en referencia a la naturaleza de causalidad entre las variables. La primera hipótesis hace referencia a la uncausalidad de Infraestructura de Telecomunicaciones (IT) hacia el crecimiento económico, es decir, la IT es un prerequisite para el propio desarrollo económico de la sociedad. En contraste, la segunda hipótesis sugiere la relación opuesta de las variables, en otras palabras, aclara que la infraestructura de telecomunicaciones es una consecuencia del crecimiento económico. Por otro lado, la tercera hipótesis describe la posible dinámica bicausal entre las variables de IT y desarrollo económico, la cual explica que ambas variables se benefician mutuamente. En última instancia, la cuarta hipótesis rechaza la existencia de

causalidad entre las variables infraestructura de telecomunicaciones y crecimiento económico, tomándolas como variables completamente independientes una de la otra. En la Tabla 1.1 se presentan los distintos estudios que han reforzado las hipótesis antes comentadas.

Tabla 1.1

Recopilación de estudios que describen la relación causal entre TCI y Crecimiento Económico

Estudio	Método	Países	Periodo
Hipótesis 1			
Cieslik y Kaniewska (2004)	Función de Producción	Regiones de Polonia	1989-1998
Shiu y Lam (2008)	Panel data de Efectos Dinámicos	China	1978-2004
Mehmood y Siddiqui (2013)	Panel de Cointegración	23 países asiáticos	1990-2010
Atsu et al. (2014)	Panel de Cointegración	Ghana	1976-2007
Hipótesis 2			
Brock and Sutherland (2000)	Función de Producción Cobb Douglas	43 países	1975-1990
Beil et al. (2005)	Test de Causalidad (Granger)	Estados Unidos	1947-1996
Hipótesis 3			
Cronin et al. (1991)	Test de Causalidad (Granger)	Estados Unidos	1958-1988
Chakraborty y Nandi (2003)	Test de Causalidad (Granger)	12 países asiáticos	1975-1999
Wolde-Rufael (2007)	Test de Causalidad (Granger)	Estados Unidos	1947-1996
Lam y Shiu (2010)	Regresión Múltiple	105 países	1980-2006
Chakraborty y Nandi (2011)	Test de Causalidad (Granger)	93 países en desarrollo	1987-2007
Pradhan et al. (2014)	Panel de Cointegración	Países G-20	1991-2012
Pradhan et al. (2018)	Panel de Cointegración	Países G-20	2001-2012
Latif et al. (2018)	Panel de Cointegración	Países del BRICS	2000-2014
Bhujabal y Sethi (2019)	Panel de Cointegración	Países del SAARC	2000-2017
Hipótesis 4			
Bjorkroth (2006)	Función de Producción Ram	Finlandia, Suecia y Noruega	1970-2001
Narayan y Sun (2007)	Regresión simple	China	1952-1999

Fuente: Pradhan et al. (2014) y Gómez-Barroso et al. (2018)
Elaboración Propia

Históricamente, los modelos de crecimiento que incluyen el cambio tecnológico empezaron con Solow (1956), dicho modelo fue extendido por Barro (1990) quien

introdujo el rol del gasto del gobierno en la función de producción. Posteriormente, los primeros estudios que hacen uso del modelo Barro (1990) son Barro (1991), quien examina 98 países en el periodo de 1960 al 1985; y Levine y Renelt (1992), quienes usan la data extraída de 119 países en un periodo de 1960 a 1989. Ambos estudios analizan el crecimiento económico y su relación a distintas variables macroeconómicas, políticas e institucionales tales como inversión pública y privada, gasto de gobierno, comercio internacional y crecimiento poblacional. Los autores encuentran resultados robustos y positivos, además de evidenciar empíricamente la existencia de la teoría de convergencia propuesta por Solow (1956), es decir, los países con mayor nivel de PBI per cápita tienden a crecer a tasas menores. Finalmente, en sus conclusiones recomiendan el uso de sus trabajos como base para futuras investigaciones teóricas y empíricas.

Más adelante, Easterly y Rebelo (1993) exponen que una sólida base de inversión pública en infraestructura trae consigo una serie de beneficios en el crecimiento y desarrollo económico analizando 28 países en vías de desarrollo. En dicho estudio se asegura la significancia positiva de las variables presentadas en el modelo, las cuales hacen referencia a la inversión en rutas destinadas para el transporte e inversión en telecomunicación sobre el crecimiento económico; basándose en que la conectividad de un país es un indicador de relevancia al momento de buscar mayor rendimiento económico. De la misma forma, Canning (1999) y Esfahani y Ramírez (2003) evalúan el impacto causado por indicadores físicos de infraestructura sobre el desarrollo económico en un conjunto de países en desarrollo, resaltando la relevancia que tiene el indicador de telecomunicaciones representado por las líneas telefónicas instaladas, pues presenta una mayor productividad marginal en contraste a los otros tipos de indicadores tales como rutas de transporte y capacidad eléctrica instalada.

Por su parte, Straub (2008) nos ofrece el análisis de 30 investigaciones a nivel macroeconómico realizadas en el periodo de 1989 al 2006, las cuales miden el papel que cumple la infraestructura como variable exógena en la variación del rendimiento económico. La data de los estudios seleccionados trabaja con un rango de 8 a 121 países desarrollados y en vías de desarrollo en un periodo comprendido entre 1949 a 2003. El objetivo de la autora se centra en identificar los efectos de la infraestructura en la producción y productividad mostrando la potencial significancia negativa, nula o positiva de las variables empleadas en las investigaciones. La evidencia empírica muestra como

variable dependiente a la producción, crecimiento de la producción y a la productividad en los distintos trabajos. Por otro lado, las variables independientes son divididas en dos grupos: variables de inversión pública e indicadores físicos, entre estos transporte, telecomunicaciones, agua, saneamiento, electricidad y carreteras. En los resultados se confirma la relevancia de la infraestructura de telecomunicaciones pues tanto como a nivel de capital público y de indicador físico se obtiene significancia positiva al 89.28%, es decir, los efectos de las variables que representan el nivel de infraestructura de telecomunicaciones en 9 de cada 10 investigaciones recopiladas tienen impacto positivo en el crecimiento y son estadísticamente significativas en el modelo. Asimismo, Straub (2008) señala como a lo largo de la literatura se evidencian resultados más precisos en las distintas estimaciones al priorizar como variables independientes indicadores físicos en contraste a indicadores de inversión. Esto es explicado por la autora debido a los siguientes factores: En primer lugar, el stock de infraestructura depende en gran medida de la inversión privada siendo que para el periodo de 1996 a 2001 el financiamiento del sector privado representaba el 62.9% de la inversión total en infraestructura para Latinoamérica. En segundo lugar, el flujo de inversión no refleja efectivamente el stock de infraestructura instalado, ni el nivel de servicio que proveen. En tercer lugar, el coste de inversión pública en infraestructura está desconectado de su efecto en el rendimiento económico debido a ineficiencias gubernamentales o a debilidades institucionales. Finalmente, Straub (2008) recomienda que esta recopilación de trabajos sirva para desarrollar mejores políticas económicas en el futuro.

De la misma forma, Gómez-Barroso y Marbán-Flores (2020) realizan una recopilación de 84 trabajos que se centran en la relevancia de la digitalización de las sociedades y su impacto que tienen en el rendimiento económico e inclusión en la economía global. La compilación de los autores se segmenta en dos partes; las investigaciones comprendidas en el periodo de 2000 al 2008 y del 2009 al 2018. El primer periodo muestra como el número de investigaciones sobre la importancia de estudiar las telecomunicaciones fue en aumento, logrando situar algunos trabajos como pioneros en tratar temas sobre la repercusión de la variable de IT en el desarrollo económico y sirviendo como motivación para ser usados como referentes en trabajos futuros. En contraste, el segundo período explica el análisis del impacto de una avanzada red de telecomunicaciones representada por líneas móviles, usuarios con acceso a internet y

banda ancha instalada en la economía, señalando cómo una red de telefonía fija pasa a ser considerada una condición básica para la actividad económica en vez de una ventaja comparativa y pierde relevancia en comparación de las nuevas tecnologías y redes conexión de mayor eficiencia y calidad.

La literatura previa que analiza la dinámica entre el desarrollo de la IT y crecimiento económico fue realizada por Hardy (1980), Cronin et al. (1993), Greenstein y Spiller (1995) y Madden y Savage (1998, 2000), los cuales confirmaron la existencia de efectos positivos de la infraestructura en telecomunicaciones a favor del desarrollo económico. En primera instancia, el artículo seminal de Hardy (1980) evaluó las líneas de teléfono fijas per cápita y su impacto en el PBI en 60 países en el periodo de 1960 a 1970 demostrando su significancia positiva; en consecuencia, un número creciente de estudios han identificado las telecomunicaciones como un componente esencial de la infraestructura económica. Además, Cronin et al. (1993) investigan la relación entre la inversión en IT y la productividad de los factores en la economía estadounidense en el intervalo de 1958 a 1990 encontrando contribuciones significativas y positivas de la inversión en IT hacia la productividad sectorial y agregada. Igualmente, Greenstein y Spiller (1995) explican como la modernización de la red de telecomunicaciones tiene una influencia económicamente importante en el desarrollo de las actividades productivas del sector financiero, seguros, inmobiliario y manufacturero de Estados Unidos en el periodo de 1986 a 1993. Finalmente, Madden y Savage (1998, 2000) incorporaron el uso de variables macroeconómicas como la inversión bruta, transporte y el consumo de energía con el fin de aislar el efecto de la infraestructura de telecomunicaciones en el crecimiento económico de 43 países en el periodo de 1975 a 1990, encontrando efectos positivos incluso cuando se usa medidas alternativas de capital de telecomunicaciones. Cabe resaltar que tanto Greenstein y Spiller (1995) como Madden y Savage (2000) resaltan la importancia de promover la búsqueda de modernización en las redes de telecomunicación pues tienen una alta influencia en la cantidad de actividades administrativas de una región.

Es primordial para el estudio de este tópico mencionar el caso del trabajo catalogado como fundacional presentado por Roller y Waverman (2001). Los autores detallan la relación entre la inversión en infraestructura de telecomunicaciones y el rendimiento económico medido como el producto agregado, evaluando 21 países de la

OECD en un periodo de 1970 a 1990, empleando un modelo de oferta y demanda en una función de producción agregada. Asimismo, encuentran en sus resultados significancia positiva en la variable exógena de telecomunicaciones. Además, señalan la existencia de “network externalities”, lo cual sugiere que en países desarrollados los efectos positivos de la infraestructura de telecomunicaciones son mayores en contraste a países en vías de desarrollo. Esto es explicado por Yilmaz y Dinc (2002), los cuales señalan que las diferencias de los retornos de la IT en los países existen debido a la ineficiente utilización de las telecomunicaciones como factor de producción.

Siguiendo la metodología de Roller y Waverman (2001), Torero et al. (2002) tras confirmar la relación causal positiva entre la inversión de IT y crecimiento económico para 113 países en un periodo comprendido por 1980 al 2000, encuentran evidencia para catalogar la difusión de servicios móviles de telecomunicación como un impulsor importante del crecimiento económico, resaltando que las TCI han experimentado un enorme aumento de la tasa de penetración de la telefonía móvil. De hecho, en el caso de los países de bajos ingresos, la tasa de penetración celular ha superado a la de las líneas fijas, confirmando la correlación positiva entre la tasa de penetración de la telefonía celular y el PIB per cápita.

Posteriormente, Datta y Agarwal (2004) utilizan el modelo empleado por Barro (1991) y Levine y Renelt (1992), a fin de explicar la importancia de la variable de infraestructura de telecomunicaciones en el crecimiento económico. Para esto analizaron 22 países de la OECD en un periodo de 1980 a 1992. Sus resultados comprueban la correlación positiva entre la IT y el crecimiento económico, además de señalar efectos de escala decrecientes, es decir, mayores niveles de IT tendrán como consecuencia menores retornos en el tiempo. Los autores añaden a la literatura previa mejoras metodológicas introduciendo las ventajas del uso de datos de panel dinámicos con efectos fijos, pues corrige los efectos de posibles variables omitidas en la regresión y permiten corresponder por los efectos individuales de cada país en la función de producción agregada. Además, dicho trabajo gracias a la importancia y la calidad en sus aproximaciones para la época ha sido extendido por numerosos autores tales como Lee et al. (2012), Levendis y Lee (2013), Donou-Adonsou et al. (2016), Haftu (2019) y Myovella et al. (2020).

Siguiendo la literatura, Waverman et al. (2005) extienden el trabajo propuesto por Roller y Waverman (2001), evaluando la data extraída para 38 países y extendiendo el

periodo de estudio de 1996 a 2003, examinando el impacto que tiene la expansión de la telefonía móvil en el crecimiento de las economías en desarrollo. Concluyen que la telefonía móvil sustituye a la telefonía fija en economías de bajos ingresos, mientras que, en economías desarrolladas, los recursos de telefonía móvil complementan los servicios de telefonía fija. Adicionalmente, recalcan a la IT como un prerequisite determinante para la participación en la economía mundial. Luego, Yang y Olfman (2006) reafirman lo estudiado por Waverman et al. (2005) al analizar 78 países y medir el rendimiento de los factores de líneas fijas y líneas inalámbricas sobre el PBI per cápita, a la par de segmentar su estudio en periodos bianuales. Sus resultados muestran cómo a medida que pasa el tiempo las líneas fijas dejan de tener relevancia y significancia sobre el crecimiento económico, mientras que ese efecto e impacto positivo es capturado por las líneas móviles a través del tiempo. Los autores explican que dicha transición es consecuencia de la alfabetización de la población en utilizar servicios de telefonía móvil para fines más productivos, tales como optimizar los tiempos destinados a la coordinación de operaciones fuera de la oficina.

La búsqueda del desarrollo del sector industrial y del sector agrícola ha sido catalogada como la mejor herramienta para impulsar el crecimiento económico de un país; sin embargo, Zahra et al. (2008) estudia la relevancia de las líneas fijas y móviles mediante el análisis de un panel data de efectos fijos en 24 países en el periodo de 1998 al 2006, explica que con el paso del tiempo ese pensamiento ha cambiado y ha obligado a que el mundo le de mayor prioridad al rol que cumple el sector de telecomunicaciones. En base a sus resultados, concluye y añade a la literatura previa que el modelo muestra convergencia en el tiempo, además de evidenciar la correlación positiva y significativa entre la IT y el crecimiento económico. Los autores señalan que los beneficios obtenidos por un adecuado nivel de IT significaron la entrada a nuevos mecanismos de mercado, menores costos de producción para firmas industriales, aumento del precio de los productos agrícolas en países en desarrollo, entre otros. En ese sentido, resulta imperativo mencionar el estudio propuesto por Ding et al. (2008), quienes siguen la metodología del modelo Barro (1991) y analizan la IT, representada por líneas de teléfono per cápita, en las regiones de China en el periodo de 1986 al 2002. Tras emplear modelos GMM y OLS Ding et al. (2008) encuentran resultados robustos en sus estimaciones y una relación positiva de la variable de IT con el crecimiento económico. Además, resaltan en su

literatura los problemas de endogeneidad en los trabajos e investigaciones previas con respecto a la IT. Estos mencionan que al incurrir en este problema los estimados o coeficientes obtenidos son muy grandes para reflejar la realidad y para su corrección se opta por utilizar estimaciones GMM, en contraste de la OLS.

Cabe resaltar que las últimas investigaciones que consideraron a profundidad el análisis de las líneas de teléfono tanto fijas como móviles son los trabajos expuestos por Levendis y Lee (2013) y Lee et al. (2012). Ambos estudios siguen la metodología de Datta y Agarwal (2004) empleando un modelo dinámico data panel con efectos fijos y una estimación GMM. Siendo que Levendis y Lee (2013) estudian el desenvolvimiento de la variable de líneas telefónicas mediante el análisis de 29 países de Asia y Oceanía en el periodo de 1981 al 2006 y sus resultados muestran coeficientes positivos y significativos de acuerdo con la literatura previa. Asimismo, dan énfasis a la endogeneidad de la variable de telecomunicaciones, siendo que los autores comprueban que mientras exista mayor presencia de infraestructura de telecomunicaciones mayor será el efecto de esta. Dicha endogeneidad es lo opuesto que postulan Datta y Agarwal (2004) y es explicado por la diferencia en los periodos de la data evaluada ya que a comienzo del siglo 21 hubo mayor presencia de la IT en actividades productivas que repercutieron en mayor medida en el crecimiento económico. Además, recomiendan una mayor extensión de la variable de telecomunicaciones a fin de capturar resultados más precisos. A raíz de ello, Lee et al. (2012) incorporan a la variable de telecomunicaciones el indicador de telefonía móvil y el efecto interacción entre las variables de telefonía fija y móvil. En sus resultados muestran coeficientes positivos de la variable de IT sobre el crecimiento económico, y adicionalmente la existencia de la interacción entre las variables de la IT con un coeficiente negativo, lo que señala que mientras menos líneas fijas estén presentes, mayor será el efecto capturado por las líneas móviles.

Tras el término de la primera década del siglo 21 la importancia de la IT para el desarrollo económico se podría considerar, desde un punto de vista académico, como extensamente estudiada. Como se ha descrito previamente, las telecomunicaciones eran entendidas como líneas de acceso tradicionales, tanto de servicios fijos y móviles, pero el hecho de tener una red telefónica nacional pasó a ser considerada como una condición básica para la actividad económica que ya no daba ventajas competitivas. Es por ello por lo que desde el 2009 el interés por probar el impacto del despliegue y uso de redes

avanzadas se volvió primordial. Dicho eso se considera de relevancia el trabajo de Koutroumpis (2009) quien realiza una investigación que incluye banda ancha y su impacto en el crecimiento económico siguiendo la metodología de Roller y Waverman (2001), describe que la penetración de banda ancha proporciona el marco para la prestación de diferentes servicios que van desde la telefonía y sus variantes hasta el acceso a internet de alta velocidad y servicios multimedia diversos. La velocidad de conexión garantiza el suministro de información y reduce los tiempos de búsqueda y transacción, por lo que este tipo de tecnología mejora las capacidades de la fuerza laboral y los medios de comunicación entre las empresas, además el autor resalta como el uso de esta infraestructura se extiende a otras industrias y contribuye con sus beneficios afectando el crecimiento global de un país y rescata la amplitud de las actividades que pueden ser soportadas por aplicaciones de software de alto nivel, tanto para procesos críticos como para empresas de entretenimiento y e-learning. Koutroumpis (2009) demuestra empíricamente lo previamente descrito analizando 22 países de la OECD en el periodo de 2002 al 2007, con lo que concluye resultados robustos y positivos de la variable de infraestructura de banda ancha sobre el crecimiento económico.

Asimismo, Czernich et al. (2011) justifican la importancia que tiene la integración de banda ancha en la infraestructura de un país para la primera década del siglo XXI. Los autores estiman los efectos de la infraestructura de banda ancha representada por suscriptores a banda ancha por cada 100 personas para 25 países de la OECD en el periodo de 1996 a 2007 usando un modelo de variables instrumentales. Czernich et al. (2011) optan por usar este modelo dado que en el periodo de estudio la banda ancha recién era introducida al mercado mostrando alta dependencia por la demanda del público lo que afectaría los estimadores si se usara un modelo OLS. En la estimación econométrica se utilizó como variables instrumentales el acceso a líneas de telecomunicación y suscriptores a televisión por cable, afín de aislar el efecto de la infraestructura de banda ancha. Finalmente, Czernich et al. (2011) encuentran resultados robustos siendo que al incrementar en 10% la penetración de la infraestructura de banda ancha se produjo un crecimiento anual de PBI per cápita de 0.9% a 1.5%.

Del mismo modo es preciso mencionar las investigaciones de Rohman y Bohlin (2012) y Gruber et al. (2014), los cuales siguiendo la metodología de Koutroumpis (2009) explican el rol de la variable banda ancha a través del tiempo. Por un lado, Rohman y

Bohlin (2012) evalúan la velocidad de banda ancha medida en bits de descarga por segundo y su impacto en el crecimiento económico para una muestra de 33 países de la OECD en el periodo comprendido del 2008 al 2010. En sus conclusiones señalan la importancia y significancia de la banda ancha bajo dos aspectos: el coeficiente (beta) de la velocidad de la banda ancha y el crecimiento económico individual de cada país. Por otro lado, Gruber et al (2014) comprueban el beneficio neto de la implementación de infraestructura de banda ancha representada por líneas de banda ancha, penetración de banda ancha, costo de instalación de banda ancha y utilidad por uso de banda ancha para una muestra de 24 países de la Unión Europea dentro del periodo de 2005 al 2011. En sus resultados detallan que los beneficios económicos de un mayor despliegue de redes de banda ancha generan un superávit en contraste a los costos por la implementación de estas en el crecimiento económico. En ambos trabajos, los autores manifiestan el impacto existente en el desarrollo económico de un país cuando se pasa de una banda ancha básica a otra más avanzada que permita mayor velocidad de conexión, como nota final añaden que el impacto de dicha infraestructura de banda ancha tendrá mayor efecto en países de menores ingresos con lo que reafirman las conclusiones propuestas por Koutroumpis (2009).

En adición, a nivel regional Whitacre et al. (2014) segmentan la data correspondiente a hogares de ingresos altos y bajos de acuerdo con 4 características: adopción de banda ancha, porcentaje de la población en la región con acceso a banda ancha, número de proveedores de banda ancha y promedio de velocidad de internet; para obtener una aproximación de los efectos de la banda ancha sobre el crecimiento económico y el desempleo en áreas rurales. Tras analizar las regiones de Estados Unidos en un periodo de 2001 al 2010, los autores encuentran resultados robustos y significantes señalando que un mayor acceso y disponibilidad de los servicios de banda ancha ayudan al crecimiento, resaltando que el crecimiento es mayor en las zonas rurales de bajos ingresos gracias a que permite elevar el nivel de competitividad fomentando las actividades comerciales y de producción a la vez de disminuir los niveles de desempleo. Otro estudio que revela dichos beneficios de la banda ancha es el postulado por Ivus y Boland (2015), quienes en su investigación se enfocan en el despliegue de redes de banda ancha medidas como suscriptores a líneas digitales, conexiones de internet cableadas y servicios de internet inalámbricos para las regiones de Canadá en el periodo de 1997 al

2011. Whitacre et al. (2014) concluyen que la presencia de redes de banda ancha promueve el desarrollo de las regiones rurales en mayor proporción que las urbanas, siendo que la banda ancha funciona como un impulsor que reduce la desigualdad económica, con lo que extienden la literatura previa al obtener resultados similares a lo postulado por Whitacre et al. (2014).

Posteriormente, en relación con los estudios que consideran el uso y acceso de internet, resalta el trabajo de Donou-Adonsou et al. (2016), el cual extiende el trabajo de Datta y Agarwal (2004) y basa su investigación en 47 países de África Subsahariana (SSA) en el periodo de 1993 a 2012 empleando un panel de data con una estimación GMM. Su aporte radica en la ampliación de la variable de IT al evaluar a los usuarios de internet y usuarios de telefonía móvil por cada 100 personas, con el propósito de comprobar su efecto e impacto sobre el crecimiento económico. En sus estimaciones encuentra coeficientes robustos y positivos, similares a los Datta y Agarwal (2004), además de indicar que el aumento de 1% en usuarios de internet y telefonía móvil repercutiría en un incremento del crecimiento económico de 0.12% y 0.03%, respectivamente. Finalmente, considera importante que las autoridades gubernamentales inviertan en políticas que promuevan la infraestructura de telecomunicaciones, en particular el acceso a Internet. De la misma forma, destaca el trabajo de Albiman y Sulong (2016), los cuales emplean un panel data con una estimación GMM en 45 países de la SSA en el periodo de 1990 al 2014. Sus principales contribuciones catalogan como importantes conductores del crecimiento económico a las líneas de teléfono móvil e internet, sustentando que los indicadores de TCI contribuyen al crecimiento económico a través del incremento de la productividad, reducción de costos de producción y aceleración de los procesos productivos. Además, en base a los resultados positivos y significativos encontrados concluyen que, con el fin de asegurar un ambiente económico sostenible se debe facilitar mayor oportunidad de inversión a los canales de TCI y paulatinamente recomiendan a las autoridades pertenecientes a las regiones estudiadas que actualicen y adopten políticas que fomenten la liberación en el sector de las TCI garantizando mayor privatización, para atraer mayor nivel de inversión extranjera y así aumentar la competencia leal. Asimismo, Sezer y Abasiz (2016) y Harb (2017) evalúan mediante un panel data 34 países de la OECD en el periodo de 1968 a los 2013 y 93 países en el periodo de 1995 al 2014, respectivamente, confirmando lo expuesto por

Albiman y Sulong (2016), resaltando la influencia y efecto positivo que tiene el acceso a internet sobre el crecimiento del pbi per cápita.

Cronológicamente se destacan las investigaciones realizadas por Castaldo et al. (2018), Toader et al. (2018) y Bahrini y Qaffas (2019). Por un lado, Castaldo et al. (2018) estudia el impacto que ha generado el desarrollo de infraestructura de tecnologías fijas y móviles, tales como penetración de red de banda ancha fija, red de banda ancha móvil y red de cableado sobre el crecimiento económico empleando una función de producción agregada mediante un panel data dinámico con estimación GMM en 23 países de la OECD para el periodo comprendido de 1996 al 2010. En sus resultados se comprueba la correlación positiva entre la variable de banda ancha y crecimiento económico, además de verificar empíricamente la importancia de actualizar las redes de banda ancha a fin de satisfacer la demanda por infraestructura de mayor calidad relacionada con la transición de redes de cableado de cobre a redes de cableado de fibra óptica; dado que, para ampliar los beneficios que se obtienen al trabajar con internet de alta velocidad es necesario contar con la instalación de una red de banda ancha avanzada. Por otro lado, Toader et al. (2018) evalúan el desarrollo acelerado de las TCI, medido como suscriptores de líneas móviles, porcentaje de usuarios con acceso a internet y suscriptores de banda ancha, y su impacto sobre el crecimiento económico, mediante la aplicación de un panel data de efectos fijos con una estimación GMM en los países de la Unión Europea en el periodo comprendido de 2000 al 2017. En sus resultados se evidencia el efecto altamente significativo e impacto positivo de las variables de TCI sobre PBI per cápita. Sus hallazgos refuerzan la extensa literatura previa y además de sugerir que la infraestructura de telecomunicaciones, junto con otros factores macroeconómicos, significan un importante motor del crecimiento económico en los países de la UE. En última instancia, Bahrini y Qaffas (2019) siguen la metodología de Albiman y Sulong (2016) y analizan 45 países del Medio Oriente, África del Norte y de la SSA empleando un panel data con estimación GMM en el periodo de 2007 al 2016. En sus resultados refuerzan lo anteriormente postulado por Castaldo et al. (2018) y Toader et al. (2018) al comprobar empíricamente que las TCI, conformada por indicadores de telefonía móvil, uso de Internet y la adopción de la banda ancha son los principales motores del crecimiento económico, excluyendo a las redes de telefonía fija debido a la escasa significancia que tienen para el impulso del desarrollo económico en los modelos empleados en la actualidad. Esto reafirma que la

red de telefonía fija va perdiendo relevancia en el tiempo y pasa a ser una condición de infraestructura básica, más no una ventaja competitiva. Finalmente, los autores hacen hincapié al fomento de reformas de desarrollo para los sectores de telecomunicación y financiero, a fin de proporcionar una regulación más conveniente para que las economías logren beneficiarse de los factores que impulsan la implementación de TCI, refiriéndose a que se debería optar por priorizar una mejor asignación de recursos para el desarrollo de dicha infraestructura.

Dando una perspectiva actual de la literatura que se enfoca en analizar el rol que juega la innovación tecnológica sobre el crecimiento económico se destacan los trabajos de Haftu (2019) y Myovella et al. (2020). Ambos estudios hacen un seguimiento y extensión de la investigación presentada por Datta y Agarwal (2004) y desarrollan modelos data panel con una estimación GMM. En primera instancia, Haftu (2019) analizó empíricamente el impacto de la telefonía móvil y la penetración de internet en 40 países de la SSA para el período 2006 a 2015. Encontrando que la penetración de telefonía móvil ha contribuido significativamente al PBI per cápita de la región; sin embargo, la variable de internet no mostro significancia frente al PBI per cápita durante el período de estudio. Haftu (2019) explica que el impacto insignificante de internet podría deberse a la baja penetración de las TCI en la mayor parte de la región y a la falta de conocimiento operativo por parte de la población para el uso de las TCI. En segunda instancia, Myovella et al. (2020) segmentan la muestra del estudio para su análisis en dos grupos, en 33 países de la OECD y 41 países de la SSA en el periodo de 2006 al 2016, con el propósito de comparar las estimaciones de los países desarrollados en contraste a los países en vías de desarrollo. En primer lugar, los autores encuentran en sus resultados que la variable de IT, representada por suscriptores de líneas móviles, suscriptores de banda ancha y usuarios de internet; tiene correlación positiva y significativa con el crecimiento económico en ambos modelos. En segundo lugar, comprueban que el efecto de la banda ancha tiene mayor impacto positivo en los países de la OECD en contraste de los países de la SSA, mientras que el efecto de las líneas móviles es mayor en los países de la SSA en comparación a los países desarrollados de la OECD. Myovella et al. (2020) señalan que estos resultados son consecuencia de que las TCI menos avanzadas, como las líneas móviles, generan mayor impacto en países menos desarrollados debido a que existe mayor oportunidad de mejora en los factores productivos. Como nota final, tras encontrar

que la teoría empleada y los resultados de ambos estudios guardan similitud con la literatura previa, Haftu (2019) y Myovella et al. (2020) recomiendan a los gobiernos que le den mayor importancia al desarrollo de políticas que no solo fomenten el acceso y expansión de redes más avanzadas de TCI, sino también brindar la capacitación y facilidad necesaria para el uso eficiente de la infraestructura de telecomunicaciones, a fin de impulsar el crecimiento sostenible de las economías a nivel mundial.

1.2 Estado del Arte en Latinoamérica

En la última década, las investigaciones referentes a la medida del impacto de las TCI en Latinoamérica son escasas pues la problemática principal de realizar trabajos en economías emergentes es la falta de data estadística que muestre información detallada de las fluctuaciones económicas, lo que explica el limitado repertorio de estudios enfocados en explicar la evolución de las variables en el tiempo.

En ese sentido, la primera investigación que analizó el grado de penetración de las redes de banda ancha para Latinoamérica fue la de Katz (2009, 2010), llegando a resultados similares a los de Koutroumpis (2009). Debido a la calidad de la data, el autor no pudo hacer uso de un modelo panel data por lo que recurrió a un modelo OLS para el periodo de 2004 al 2009. En sus resultados muestra como la variable de banda ancha presenta correlación positiva con el crecimiento del pbi per cápita, detallando que el incremento de 1% en banda ancha significaría un crecimiento de 0.0158% del PBI per cápita. Posteriormente, Katz (2012) explica los beneficios económicos que se generan producto de un mayor despliegue de redes de banda ancha. En primer lugar, el autor detalla que un mayor grado de penetración de los niveles de banda ancha repercutirá en mayores niveles de crecimiento del PBI, citando su trabajo en 2009 y 2010. En segundo lugar, Katz (2012) evidencia el aumento en la productividad en las firmas, además de la creación de nuevos empleos y posibilidades de outsourcing o tercerización como consecuencia de una mayor accesibilidad de la población a nuevos sectores del mercado online. Adicionalmente, Katz (2012) expone que en base a sus investigaciones pasadas muestra la correlación positiva y significativa entre la penetración de la banda ancha y el crecimiento del ingreso promedio de los hogares, demostrando el beneficio social que tiene la provisión adecuada de redes avanzadas de IT. Más adelante, Katz et al. (2013) realizan una colaboración para desarrollar el “Índice de Digitalización”, el cual indica el grado de transformación social medido como la adopción de tecnologías digitales para

generar, procesar o compartir información. Este enfoque es aplicado a todas las naciones del mundo, segmentando los países en 4 categorías: Contraído, Emergente, Transicional y Avanzado. En ese sentido, Katz et al. (2013) recalcan como la mayoría de los países de Latinoamérica residen en la categoría Emergente; producto de su IT poco desarrollada, bajo porcentaje de inversión en el sector de telecomunicaciones y bajos niveles de calidad de banda ancha. Así se recalca de forma empírica la necesidad de los países de América Latina de generar políticas que fomenten y faciliten el desarrollo de la infraestructura en telecomunicaciones, a fin de generar una nación y población más competitiva a nivel global.

En línea con la literatura, Mellado (2016) evalúa las conexiones de telefonía fija y telefonía móviles por cada 100 personas y el acceso a internet por cada 100 personas; y su relación con el crecimiento económico medido como el PBI per cápita para 143 países en vías de desarrollo de América Latina y África segmentándolos en países de ingresos bajos, medios y altos para el periodo comprendido del 2000 al 2013 usando el modelo de Barro (1990) y para el análisis empírico empleo un modelo data panel en conjunto con el test de Causalidad de Granger a fin de determinar la dirección de causalidad entre el acceso a internet y el pbi per cápita. En base a sus resultados el autor concluye que las conexiones de internet es la variable con mayor efecto sobre el PBI per cápita, en contraste a la telefonía fija y móvil; asimismo, el test de Causalidad de Granger demuestra la dirección de causalidad desde el internet hacia el pbi per cápita. Además, acorde a la literatura previa, Mellado (2016) señala que el efecto de la variable de internet es mayor en los países de menor ingreso dado que el acceso a internet potencia los factores de crecimiento en economías menos desarrolladas en mayor proporción que las economías más desarrolladas, ya que permite mejorar el grado de innovación de capital humano y progreso tecnológico homogeneizando el conocimiento mundial. Finalmente, Mellado (2016) recomienda que para estudios futuros se incorporen variables que capturen las fluctuaciones del entorno macroeconómico a fin de tener parámetros más precisos en los modelos empleados.

Posteriormente, Alderete (2017) analiza el efecto de la banda ancha fija en el crecimiento económico de América Latina para el periodo de 2010 al 2014, siguiendo el modelo de ecuaciones simultáneas propuesto por Koutroumpis (2009) y basándose en la literatura previa de Katz (2009, 2010, 2012). El modelo de crecimiento mide la oferta,

demanda y producción a través de número de suscripciones a banda ancha, banda ancha más barata en el mercado, consumo final de los hogares, formación de capital bruto, población urbana y población económicamente activa con educación secundaria. La principal contribución de este documento fue demostrar la correlación y efecto positivo entre las variables estudiadas, pues los coeficientes reflejan que al incrementar en 1% la penetración de banda ancha fija se generaría un aumento en 0.087% del crecimiento de pbi, además de definir la importancia de un adecuado marco macroeconómico que impulse la competitividad del sector ya que la autora concluye que los elevados precios de la banda ancha en el mercado desincentivan la demanda y resulta en menor penetración de la IT. Finalmente, Alderete (2017) recalca que para futuras investigaciones del mismo rubro sería interesante que se añada una variable que controle el impacto de la penetración banda ancha móvil; por ejemplo, suscriptores a líneas de teléfono móviles, para complementar el efecto generado por la adopción de banda ancha fija.

En años recientes, Katz y Callorda (2018) hacen una extensión a su trabajo previo Katz et al. (2013), planteando que además de examinar el estado de la digitalización de los países, es necesario un análisis del entorno macroeconómico que permita un adecuado desarrollo y penetración de la IT. Los autores actualizan las variables que componen el “Índice de Ecosistema Digital”, siendo que ahora el índice está compuesto de factores que consideran el entorno industrial y adaptabilidad de las firmas con los servicios de infraestructura digital como; por ejemplo: Infraestructura de Servicios Digitales, Grado de Conectividad de los Servicios Digitales, Digitalización de los hogares, Digitalización de la Producción, Desarrollo de Industrias Digitales e Intensidad de la Competitividad Digital; considerando finalmente el marco de las políticas públicas que regulan dicho entorno. En ese sentido, Latinoamérica muestra países con calificación alta (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica y México), intermedia (Perú y Ecuador) y baja (Bolivia y Paraguay).

De esa forma, Katz y Callorda (2018) recalcan las distintas características y desafíos que presentan los países según cada calificación y las políticas que se deben implementar para enfrentar dichas problemáticas. En primer lugar, los países avanzados en términos de IT poseen buen nivel de cobertura de redes de telecomunicaciones (oferta de IT), a la par de gran nivel de adopción y penetración de dichas redes (demanda de IT), por lo que la coyuntura a la que se enfrentan es más centrada al desarrollo de una IT más

avanzada que se equipare a la de los países de la OECD. En segundo lugar, los países intermedios se encuentran con una red de cobertura de IT adecuada; sin embargo, la demanda tiende a tener niveles deficientes en términos de accesibilidad y eficiencia de uso; por lo que la problemática principal en estos países es la brecha de demanda. En tercer lugar, los países con baja calificación presentan una limitada gama de los niveles de cobertura, adopción y penetración de las IT, presentando problemas tanto en la oferta y demanda de los servicios de telecomunicaciones. En consecuencia, Katz y Callorda (2018) recomiendan que los países avanzados deberían concentrarse en seguir con la continua mejora de la calidad de sus redes de IT a través de una mayor inversión en redes de fibra óptica por todo su territorio. En relación con los países intermedios señalan que se deben aplicar políticas tributarias para que las firmas puedan reducir los costos operativos y ofrecer precios más accesibles a los consumidores de servicios de IT y paulatinamente complementar dicha reducción de costos con subsidios en servicios de telecomunicación destinados a los sectores más vulnerables como hogares de bajos ingresos y zonas rurales con el propósito de cerrar la brecha de demanda. Asimismo, los autores recalcan que para el adecuado desarrollo de la IT en los países con baja calificación es imperativo estimular el crecimiento de la inversión en infraestructura y cobertura de servicios de telecomunicación, además de mejorar los mecanismos de comercialización y accesibilidad para el público. Como nota final, Katz et al. (2013), Alderete (2017) y Katz y Callorda (2018) fomentan la implementación de variables que capturen de forma empírica el impacto de nuevas tecnologías de IT y su efecto en el crecimiento económico

Siguiendo con la literatura es importante destacar el trabajo realizado por Escuder (2020), el cual tuvo como objetivo resaltar la brecha digital de la región Latinoamericana mediante el análisis de componentes principales (ACP) para 21 países en el periodo comprendido de 2013 al 2016. El autor demuestra que es importante considerar las características geográficas de los distintos territorios; sin embargo, el principal determinante es el rol que cumple el estado al promover políticas que faciliten el acceso a las TCI. Adicionalmente, Escuder (2020) concluye que los espacios más remotos a la capital son más dependientes a las políticas sociales en cuanto al acceso a las TCI debido a que la presencia de entidades privadas no es tan pronunciada en dichas zonas. Finalmente, Escuder (2020) indica que los lugares donde hay mayor presencia de

“exclusión digital” coincide con los lugares más alejados y de menor desarrollo en las regiones lo que enfatiza la importancia de un adecuado plan de políticas y estrategias que impulsen el acceso de las TCI a fin de fomentar los niveles de conectividad y reducir la brecha digital en los territorios.

De la misma forma, Jordá-Borrell (2020) aplicaron un análisis factorial en conjunto con regresiones OLS a una muestra de 90 países en vías de desarrollo a fin de estudiar los factores macroeconómicos que contribuyen al impacto de las TCI (líneas de telefonía fija por cada 100 habitantes y suscripciones de telefonía móvil por cada 100 habitantes) sobre el crecimiento económico reflejado como PBI per cápita. En su estudio demuestran que las variables macroeconómicas tales como nivel de infraestructura, magnitud del mercado financiero, flujo de capital extranjero, grado de globalización y estándares de educación, entre otros; impulsan el efecto de las TCI sobre el crecimiento económico. Concluyendo que los factores con mayor efecto sobre las TCI son infraestructura de telecomunicación, nivel de mercado financiero, grado de exportaciones y porcentaje del sector universitario. Además, Jordá-Borrell (2020) evidencian la necesidad de contribuir con la continua mejora de los procesos que engloban estos factores para que a su vez se logre contribuir positivamente el crecimiento del PBI per cápita de los países en vías de desarrollo.

En síntesis, el escaso repertorio de trabajos existentes referentes al territorio latinoamericano se refleja como consecuencia de la dificultad de acceso a información de calidad de las variables económicas y de IT. Es preciso mencionar que a raíz de esta problemática las investigaciones que buscan examinar el grado de infraestructura de telecomunicaciones y su efecto en el desarrollo económico optan por usar indicadores cualitativos (Katz et al. (2013) y Katz y Callorda (2018)) y/o modelos econométricos alternativos (OLS, ACP y modelo ecuaciones simultaneas). Por lo que resulta imperativo resaltar el enfoque y aporte del presente trabajo.

En primer lugar, el estudio contribuye con la evaluación del despliegue y alcance de las redes de telecomunicación en 10 países representativos de Latinoamérica a través de un modelo econométrico Panel Data Dinámico de efectos fijos con una estimación GMM para el periodo de 2010 al 2017 siguiendo el modelo económico de Barro (1991), cabe resaltar que ningún otro estudio previo ha hecho este enfoque metodológico. En segundo lugar, la investigación se enfoca en el impacto de indicadores de redes avanzadas

de IT tales como usuarios de banda ancha y porcentaje de personas con acceso a internet, en contraste a la literatura anterior, la cual se basó en el análisis del efecto de redes más básicas como líneas fijas y móviles sobre el pbi per cápita. Finalmente, otro importante punto a resaltar es el análisis al territorio latinoamericano siendo que la literatura previa está orientada al territorio occidental asiático-europeo, dentro de un nuevo periodo de estudio.



1.3 Modelo Económico

Las fuentes de crecimiento económico endógeno han sido de los tópicos más estudiados entre economistas dada su relevancia en lograr una óptima mejora social e industrial en la sociedad. Debido a esto se examinan los factores que conllevan al desarrollo económico a través de modelos que buscan explicar las causas de dicho crecimiento. Ante esto, Barro (1991) y Levine y Renelt (1992) en su investigación desarrollan un modelo de crecimiento endógeno, el cual incluye el papel del gobierno en el desarrollo económico mediante una función de producción Cobb-Douglas.

$$(1) \quad Y_t = AK_t^\alpha G_t^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1$$

Donde, Y_t corresponde al Producto Bruto Interno (PBI) en el periodo t ; A es el nivel de tecnología o progreso tecnológico, K_t es determinado por el capital y G_t es el gasto productivo del gobierno representado por el equilibrio presupuestario:

$$(2) \quad G_t = \tau Y_t$$

Siendo que G_t se encuentra financiado por la tasa de impuesto a la renta (τ). Así la función de acumulación del capital agregado de la economía es¹:

$$(3) \quad K_t^* = s(1 - \tau)AK_t^\alpha G_t^{1-\alpha} - \delta K_t$$

Donde δ es la tasa de depreciación del capital. Luego, para obtener la ecuación fundamental de crecimiento se procede a dividir la ecuación (3) entre la población (L_t) resultando en²:

$$(4) \quad k_t^* = s(1 - \tau)Ak_t^\alpha g_t^{1-\alpha} - (n + \delta)k_t$$

La distinción entre las especificaciones de la ecuación (3) y la (4), es que las variables de la función (4) se muestran en términos per cápita. Así son expuestos los efectos causados por el gasto público productivo y la tasa de impuesto en la acumulación de capital per cápita. Entendiendo que un aumento del gasto público generaría mayor crecimiento económico mientras que un incremento de la tasa de impuestos significaría una reducción del ahorro e inversión y por lo tanto menos crecimiento. Así al dividir por

¹ La derivación de la ecuación (3) se encuentra en el Anexo 1.

² La derivación de la ecuación (4) se encuentra en el Anexo 2.

el capital per cápita a ambos lados de la ecuación (4) se deriva la función que incluye el ratio de gasto público/capital $\left(\frac{g_t}{k_t}\right)$ en³:

$$(5) \quad \frac{k_t^*}{k_t} = s(1 - \tau)A \left(\frac{g_t}{k_t}\right)^{1-\alpha} - (n + \delta)$$

Entonces para analizar de que depende la tasa de crecimiento del capital per cápita se considera el equilibrio presupuestario (2) para determinar el crecimiento estable a lo largo del tiempo, lo que resulta en⁴:

$$(6) \quad Y_k^* = \frac{k_t^*}{k_t} = s(1 - \tau)A^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n + \delta)$$

Con lo que se puede apreciar que al incorporarse el gasto público a la función de producción se han eliminado los efectos negativos de los rendimientos decrecientes de capital, ya que no hay ninguna variable que muestre que a lo largo del tiempo el crecimiento será decreciente. Además, la ecuación (6) confirma el efecto positivo del ahorro y la tecnología; el efecto negativo de la tasa de crecimiento poblacional y los efectos de los impuestos representados por τ , los cuales dependerán como fue mencionado anteriormente del impacto positivo del gasto público productivo sobre la producción y del impacto negativo que resulta del financiamiento de dicho gasto público que reducen el ahorro y paulatinamente la inversión privada.

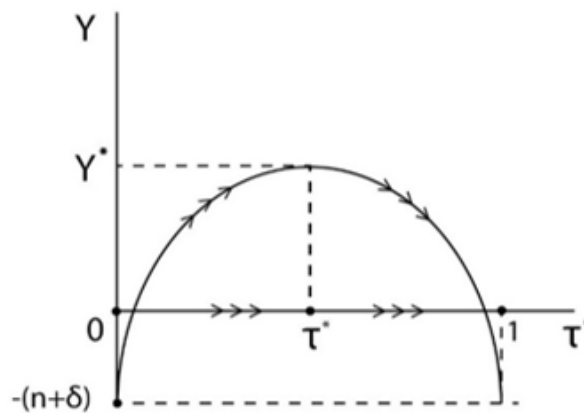
Por lo que la tasa de recaudación del estado debería aumentar hasta un punto óptimo donde se maximice el crecimiento económico; sin embargo, pasado ese punto un incremento de la tasa de impuestos repercutiría en una reducción del ahorro e inversión y por lo tanto se generaría menor crecimiento. Dicha dinámica se explica en la Figura 1.1:

³ La derivación de la ecuación (5) se encuentra en el Anexo 3.

⁴ La derivación de la ecuación (6) se encuentra en el Anexo 4.

Figura 1.1

Relación entre Producto y Tasa tributaria



Fuente: Barro (1991) y Levine y Renelt (1992)

Elaboración Propia

A fin de alcanzar la tasa de impuestos óptima se opta por derivar la ecuación (6) en términos de τ e igualar 0 para maximizar dicha especificación, lo que resulta en⁵:

$$(7) \quad \tau = (1 - \alpha)$$

Entonces el valor que maximiza el valor de τ es determinado por $(1 - \alpha)$. En adición, se puede observar que el peso que tiene el sector público en la función de producción (1) también es $(1 - \alpha)$, por lo que τ no vendría a significar otra cosa que la importancia que debe tener el sector público en dicha economía confirmado también por la ecuación (2) reordenada:

$$\tau = \frac{G_t}{Y_t} \rightarrow (1 - \alpha)$$

Por lo que al G_t estar condicionado por la función de producción por $(1 - \alpha)$, esa debe ser la tasa de impuesto que maximiza la función.

⁵ La derivación de la ecuación (7) se encuentra en el Anexo 5.

METODOLOGÍA

1.4 Revisión de Modelos Econométricos

La metodología usada en este estudio es similar a la de Datta y Agarwal (2004), los cuales analizan 22 países de OECD en el periodo de 1980 a 1992. Además, los autores emplean el modelo de crecimiento endógeno empleado por Barro (1991) y Levine y Renelt (1992) explicando, según Islam (1995), la importancia del uso de un modelo panel data de efectos fijos, gracias a que este modelo toma en cuenta la correlación de las observaciones entre periodos anteriores y posteriores, además de considerar los efectos individuales de cada país. Caso contrario de utilizar los efectos fijos se incurre en una situación donde los coeficientes de los indicadores de telecomunicaciones se ven sobreestimados en contraste a la realidad. Entonces, Datta y Agarwal (2004) extienden el modelo propuesto por Barro (1991) al incluir los efectos de la infraestructura de telecomunicaciones obteniendo:

$$GRTH_{it} = a_i + \beta_1 GRTH_{i,t-1} + \beta_2 GDP_{it-1} + \beta_3 POP_{it} + \beta_4 G_{it} + \beta_5 I_{it} + \beta_6 OPEN_{it} + \beta_7 TEL_{it} + \beta_8 TELSQ_{it} + v_i + \varepsilon_{it}$$

Donde i representa los países y t , el periodo; a_i es el efecto fijo específico de cada país; v_i refleja los efectos en el tiempo no observados y ε_{it} es el término de error. $GRTH$ es la tasa de crecimiento del PBI per cápita; $GRTH_{t-1}$ es el crecimiento del PBI per cápita rezagado en un periodo, cabe mencionar que la variable dependiente rezagada captura el comportamiento autorregresivo en corto plazo de sí misma; GDP_{t-1} es el PBI per cápita rezagado en un periodo⁶. POP es la tasa de crecimiento de la población; G es el gasto del gobierno como porcentaje del PBI, I es la inversión medida como porcentaje del PBI, $OPEN$ mide el grado de importaciones y exportaciones como porcentaje del PBI. Finalmente, TEL es la variable de la infraestructura en telecomunicaciones medido como el acceso a líneas de teléfono fijas por cada 100 habitantes y finalmente, $TELSQ$ es el cuadrado de la variable de infraestructura a fin de calcular los retornos de escala⁷. Datta

⁶ Este término refleja la tendencia de los países que convergen a un estado estacionario. Si el signo de este término es negativo significaría que los países con mayor pbi per cápita crecerían a tasas menores.

⁷ Un coeficiente negativo de la variable $TELSQ$ reflejaría retornos de escala decrecientes, es decir, a medida que exista mayor presencia de la variable TEL , el impacto sobre el crecimiento irá disminuyendo. Caso

y Agarwal (2004) encuentran coeficientes positivos y significantes de las variables de control, excepto para el gasto de gobierno, esto es debido según Barro (1991) a que el gasto productivo de gobierno está por encima de su punto de equilibrio lo que ocasiona menor ahorro y subsecuentemente menor crecimiento; después POP es negativo, esto va de acuerdo a la teoría ya que, a mayor nivel de población, menor nivel de PBI per cápita. Finalmente, la variable de *TEL* resulta positiva y significativa, mientras que la variable *TELSQ* resulta negativa, indicando retornos de escala decrecientes. En los párrafos siguientes se explicarán las extensiones de este modelo a través del tiempo presentadas por: Lee et al. (2012), Levendis y Lee (2013), Donou-Adonsou et al. (2016), Haftu (2019) y Myovella et al. (2020), además de detallar el aporte de cada trabajo.

En primera instancia, Lee et al. (2012) evalúan 44 países de África Subsahariana (SSA) en el periodo de 1975 al 2006, usando las mismas variables presentadas en Datta y Agarwal (2004) además de complementar como variable de telecomunicaciones a las líneas de telefonía móviles y el efecto interacción entre las variables de líneas teléfono fijas y móviles; este último se refiere al efecto que tiene una variable independiente sobre otra, capturando el termino marginal de la variable de “líneas móviles” en relación a las “líneas fijas”. Los autores encuentran resultados similares a los de Datta y Agarwal (2004) resaltando el efecto de interacción negativo en la dinámica de las variables de telecomunicación. Siendo que Lee et al. (2012) hallan que en economías donde hay menor penetración de líneas fijas hay mayor efecto de las líneas móviles en el crecimiento.

$$\begin{aligned}
 GRTH_{it} = & a_i + \beta_1 GRTH_{i,t-1} + \beta_2 GDP_{it-1} + \beta_3 POP_{it} + \beta_4 G_{it} + \beta_5 I_{it} + \beta_6 OPEN_{it} \\
 & + \beta_7 LINEASFIJAS_{it} + \beta_8 LINEASMÓVILES_{it} \\
 & + \beta_9 (LINEASFIJAS * LINEASMÓVILES)_{it} + v_i
 \end{aligned}$$

En segunda instancia, Levendis y Lee (2013) estudiaron el rendimiento de las líneas fijas sobre el crecimiento económico representado por la variación del pbi per cápita mediante el análisis de 29 países de Asia y Oceanía en el periodo de 1981 al 2006. Usan un modelo igual al de Datta y Agarwal (2004) llegando a resultados similares, excepto en la variable *TELSQ*, la cual encuentran con coeficiente positivo, es decir,

contrario, si resultará un coeficiente positivo indicaría un aumento del efecto de los rendimientos sobre el crecimiento o rendimientos de escala crecientes.

comprueban rendimientos de escala crecientes. Los autores mencionan que los retornos crecientes son producto de las externalidades generadas por las líneas de teléfono fijas sobre la productividad de los factores.

$$GRTH_{it} = a_i + \beta_1 GDP_{it-1} + \beta_2 POP_{it} + \beta_3 G_{it} + \beta_4 I_{it} + \beta_5 OPEN_{it} + \beta_6 TEL_{it} + \beta_7 TELS_{it} + v_i$$

En tercera instancia, Donou-Adonsou et al. (2016) examinó 47 países en el periodo de 1993 al 2012 utilizando el modelo panel data de efectos fijos propuesto por Datta y Agarwal (2004):

$$GRTH_{it} = a_i + \beta_1 GRTH_{i,t-1} + \beta_2 GDP_{it-1} + \beta_3 G_{it} + \beta_4 I_{it} + \beta_6 OPEN_{it} + \beta_7 inf_{it} + \beta_8 INTERNET_{it} + \beta_9 LINEASMOVILES_{it} + v_i + \varepsilon_{it}$$

Los autores denotan las mismas variables de Datta y Agarwal (2004) con tres importantes distinciones. En primer lugar, excluyen la variable de crecimiento poblacional, a la par de incluir la variable de inflación (*inf*) en las variables de control. En segundo lugar, la variable I_{it} representa a la inversión como la formación de capital bruto como porcentaje del PBI en vez de la inversión como porcentaje del PBI y finalmente, explican a la variable de telecomunicaciones a través del número de usuarios con acceso a internet por cada 100 personas y el número de suscriptores a líneas móviles por cada 100 personas. De esa forma, Donou-Adonsou et al. (2016) concluyen resultados robustos para las variables de control y resaltando coeficientes positivos y significantes en las variables que representan a la IT.

En cuarta instancia, Haftu (2019) analiza el impacto de la telefonía móvil y la penetración de internet en 40 países de la SSA para el período 2006-2015, además de usar el mismo modelo de Datta y Agarwal (2004) tomando como referencia las variables de Donou-Adonsou (2016), con dos diferencias. La primera está en que usa como variable endógena el logaritmo del pbi per cápita en vez del crecimiento del pbi per cápita, mientras que la segunda considera a las variables GDP , G , I y $OPEN$ en logaritmos. Haftu (2019) encuentra resultados similares a los de Donou-Adonsou et al. (2016) reforzando la significancia positiva para ambas variables de IT.

$$\ln GDPPC_{it} = a_i + \beta_1 \ln GDPPC_{it-1} + \beta_2 \ln G_{it} + \beta_3 \ln I_{it} + \beta_4 \ln OPEN_{it} + \beta_5 POP_{it} + \beta_6 INTERNET_{it} + \beta_7 LINEASMOVILES_{it} + v_i + \varepsilon_{it}$$

Finalmente, Myovella et al. (2020) hace una extensión al modelo de Datta y Agarwal (2004) segmentando la muestra del estudio para su análisis en dos grupos, 33 países de la OECD y 41 países de la SSA en el periodo de 2006 al 2016. Considerando las variables de control en niveles y además definiendo las variables de telecomunicación en suscriptores de líneas móviles, porcentaje de la población que usa internet y suscripciones a banda ancha fija. En sus resultados muestran coeficientes robustos para las variables de control y correlación positiva entre las variables de IT y crecimiento económico para ambos grupos.

$$\begin{aligned}
 GRTH_{it} = & \alpha_i + \beta_1 GRTH_{i,t-1} + \beta_2 POP_{it} + \beta_3 G_{it} + \beta_4 I_{it} + \beta_5 OPEN_{it} \\
 & + \beta_6 LINEASMOVILES_{it} + \beta_7 INTERNET_{it} \\
 & + \beta_7 BANDA ANCHA FIJA_{it} + v_i + \varepsilon_{it}
 \end{aligned}$$

1.5 Modelo Econométrico

La metodología de Datos de Panel es una de las más usadas en los últimos tiempos en el ámbito de la economía y los negocios. Su importancia reside en que permite trabajar simultáneamente varios periodos de tiempo y los efectos individuales, y al mismo tiempo, tratar el problema de la endogeneidad de variables. Se define como Datos Panel aquel conjunto de datos que combina una dimensión temporal (series de tiempo) y otra transversal (individuos) según Labra y Torrecillas (2014).

Por un lado, los efectos individuales (α_i) pueden ser tratados como aleatorios o fijos, entendidos como la heterogeneidad inobservada que permanece en la muestra estudiada. Para poder llevar a cabo esta estimación, se asume que los coeficientes (i) son constantes a lo largo del tiempo. El modelo que presenta efectos fijos implica menos suposiciones acerca de cómo se comportan los residuos, es decir, es el más consistente y elemental, además de considerar los efectos individuales por cada muestra. En este caso el error de la muestra se separa en dos partes, una que es constante para cada individuo y otra aleatoria. Las ventajas presentes en este tipo de estimación es que permite un análisis más específico de los efectos y evita una sobrevaloración de los coeficientes de los parámetros. Sin embargo, se genera un riesgo de omisión de información al realizarla. El modelo se representa de la siguiente manera:

$$\gamma_{it} = a_i + bx_{it} + e_{it}$$

Donde:

- γ_{it} es la variable dependiente del individuo i en el tiempo t .
- x_{it} contiene “ x ” variables independientes del individuo i en el tiempo t .
- a_i recoge la heterogeneidad de los efectos individuales.
- b es un coeficiente que contiene parámetros de interés.
- i es el índice que representa los individuos (se recomienda tener un i mayor a 100).
- t es el índice que representa el tiempo (se recomienda tener un t menor a 15 años).
- e_{it} contiene las perturbaciones de todos los individuos i en los tiempos t .

Dada la naturaleza de la data empleada en este estudio el uso de los métodos tradicionales de estimación podría producir parámetros ineficientes, por lo que Arellano y Bond (1991) propone el uso del Método Generalizado de Momentos (GMM) para estimar los coeficientes de las variables introducidas en el modelo. Las ventajas principales de este tipo de estimación destacan por erradicar potenciales problemas de heterocedasticidad, autocorrelación y endogeneidad, además de corregir los efectos individuales específicos de cada observación.

El sistema GMM combina ecuaciones en primeras diferencias con las ecuaciones en niveles usando instrumentos rezagados en las ecuaciones en diferencias. En el siguiente paso, se obtienen los coeficientes mediante el “one-step system estimator” del modelo con errores robustos. Asimismo, para comprobar la validez del modelo recurrimos a tres pruebas: el test de Wald, el test Arellano-Bond AR(2) y el test de Sargan. En primer lugar, el test de Wald permite medir la capacidad explicativa de las variables exógenas sobre la variable endógena y su hipótesis nula señala que los coeficientes obtenidos en la regresión son igual a 0. Por lo que se busca rechazar la H_0 , con p-valor menor a 0.05. En segundo lugar, el test Arellano-Bond AR(2) evalúa la consistencia de las estimaciones y requerirá que los términos de error de segundo orden no estén correlacionados entre sí, esto se reflejará en un p-valor mayor a 0.05 del test Arellano-Bond AR(2) (Batuo, 2015). Finalmente, el test de Sargan examina si las restricciones de sobreidentificación son validez, es decir, si los instrumentos empleados en el modelo cumplen con la capacidad para explicar adecuadamente a las variables exógenas. Por lo que se busca aceptar la hipótesis nula con p-valor mayor a 0.05 (Labra y Torrecillas, 2014)

CAPÍTULO II

2.1 Descripción del Modelo Empírico y Variables

Seguimos el modelo cross-country propuesto por Datta y Agarwal (2004) tomando como referencia los trabajos de Haftu (2019) y Myovella et al. (2020), por lo que se empleará un panel data dinámico de efectos fijos con una estimación GMM con la siguiente estructura:

$$GRTH_{it} = \alpha_i + \beta_1 \lg GDP_{it-1} + \beta X'_{it} + v_i + \varepsilon_{it}$$
$$X'_{it} = POP_{it} + G_{it} + FCB_{it} + OPEN_{it} + LINEASMOVILES_{it} + BANDAANCHA_{it} + INTERNET_{it}$$

Donde, $GRTH$ representa la tasa de crecimiento del pbi per cápita en el tiempo t . $\lg GDP_{t-1}$ es logaritmo del pbi per cápita en un periodo rezagado, el cual mide las condiciones económicas iniciales para corroborar la convergencia en la tasa de crecimiento⁸. POP representa la tasa de crecimiento poblacional y se espera que sea negativa ya que menores tasas de crecimiento poblacional están relacionadas a mayores niveles de pbi per cápita (Datta y Agarwal, 2004). G refleja el gasto de consumo final del gobierno como porcentaje del PBI, en la literatura tiene resultados mixtos por lo que se determinara su efecto en los resultados. FCB es la inversión medida como formación bruta de capital como porcentaje del PBI, se espera que este término sea positivo de acuerdo al modelo económico y a la literatura previa. $OPEN$ representa al grado de apertura al comercio internacional medido por la suma de importaciones y exportaciones como porcentaje del PBI. La apertura comercial afecta el crecimiento al incrementar los niveles de productividad y competitividad según Myovella et al. (2020) por lo que se espera un signo positivo para este coeficiente. Finalmente, las variables que representan a la IT son: $LINEASMOVILES$ representadas por suscripciones a líneas móviles por cada 100 personas. $BANDAANCHA$ representada por los suscriptores de banda ancha fija por

⁸ Cabe mencionar que el logaritmo cumple la función de acotar el rango de la variable, a fin de reducir la sensibilidad de las estimaciones ante casos extremos o outliers y además facilita la interpretación de los resultados al considerarlos como porcentajes. Sin embargo, optamos por no usar logaritmos en las variables medidas en porcentaje, pues podría incurrirse en estimadores inconsistentes según Levendis & Lee (2013).

cada 100 personas e *INTERNET* representada por el porcentaje de la población con acceso a internet.

2.2 Data y Descripción Estadística

Se obtuvo los datos de las variables PBI per cápita, tasa de crecimiento de la población, exportaciones como porcentaje del PBI, importaciones como porcentaje del PBI, formación de capital bruto, gasto de gobierno, suscriptores a líneas móviles por cada 100 personas, suscriptores de banda ancha por cada 100 personas y usuarios con acceso a internet como porcentaje de la población; de la base de datos de los “Indicadores de Desarrollo Mundial” del Banco Mundial y Unión Internacional de Telecomunicaciones para 10 países representativos de Latinoamérica (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Paraguay, Perú y Uruguay). Tomando en cuenta los datos disponibles de los países evaluados, el estudio considerará el periodo del año 2010 al 2017, puesto que a partir del siglo 21 comenzó a ser de mayor relevancia el análisis del rol que posee la infraestructura de telecomunicaciones en el desarrollo y crecimiento económico.

Tabla 2.1

Descripción de variables

Variables	Definición
PBI per cápita	Es el producto bruto interno dividido entre la población
Tasa de crecimiento poblacional	Es el aumento de la tasa de crecimiento de la población en el periodo t en comparación al periodo t-1
Gasto de gobierno	Incluye todos los gastos de consumo de bienes y servicios incurridos por el gobierno
Inversión	Representa la formación de Capital Bruto Fijo como porcentaje del PBI
Apertura Comercial	Es la suma de exportaciones e importaciones de bienes y servicios como porcentaje del PBI
Líneas Móviles	Suscripciones a líneas móviles por cada 100 personas
Banda Ancha Fija	Suscripciones de banda ancha fija por cada 100 personas
Internet	Usuarios con acceso a internet como porcentaje de la población

Fuente: World Bank Open Data (2022)

Elaboración Propia

Además, la Tabla 2.2 muestra la descripción estadística de las variables evaluadas. En la muestra seleccionada se evidencia como el crecimiento del producto per cápita es de 2.45% anual en promedio en Latinoamérica y de la misma forma, la población

latinoamericana ha ido creciendo a una tasa de 1.137% en promedio. Asimismo, otro factor importante que resalta es el número de suscriptores a líneas móviles (114 personas por cada 100) ya que una persona puede tener más de una suscripción a red móvil, en contraste al bajo porcentaje de las personas con acceso a internet (49.32%) y al número de suscriptores a banda ancha (9.98 por cada 100 personas) en toda la región.

Tabla 2.2

Descripción estadística de las variables evaluadas

Variables	Obs	Media	Desv. Std	Min	Max
GRTH	80	0.02450	0.02759	-0.04351	0.09649
lgGDP	80	8.88911	0.56135	7.55438	9.60084
POP	80	0.01137	0.00377	0.00286	0.01769
G	80	0.14032	0.02603	0.08801	0.20379
FCB	80	0.21084	0.03081	0.14272	0.27554
OPEN	80	0.51826	0.17678	0.22486	0.85264
LINEASMOVILES	80	114.68750	22.31761	71.44577	161.65850
BANDAANCHA	80	9.80596	6.21072	0.72009	27.73874
INTERNET	80	0.49325	0.13595	0.19800	0.83559

Fuente: World Bank Open Data (2022)
Elaboración Propia

2.3 Resultados

En esta sección se analizará e interpretará los resultados del modelo panel data dinámico de efectos fijos con estimación GMM. La estimación GMM incorpora variables rezagadas de la variable dependiente con el propósito de corregir posibles problemas de endogeneidad, además de examinar el efecto que tienen las variables exógenas sobre la variable endógena, el cual es capturado por medio de los coeficientes presentados en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3

Resultados Panel-data dinámico, "One-Step system" GMM

Variable dependiente: GRTH				
Variab	Coef.	Std. Err.	z	P > |z|
LINEASMOVILES	0.000721	0.0004724	1.53	0.127
BANDAANCHA	-0.004146	0.0015278	-2.71	0.007***
INTERNET	0.214905	0.1055413	2.04	0.042**
lgGDP L1	-0.1105813	0.0420216	-2.63	0.009***
POP	-10.13434	2.718393	-3.73	0.000***
G	-0.5612422	0.1948253	-2.88	0.004***
FCB	0.4395913	0.1617169	2.72	0.007***
OPEN	-0.0663512	0.0399417	-1.66	0.09*
_cons	0.9872217	0.3470967	2.84	0.004
Wald	Chi ² (8) = 66.36		Prob > Chi ² = 0.000	
Arellano-Bond test for AR (1):	z = -3.07		Pr > z = 0.002	
Arellano-Bond test for AR (2):	z = 1.75		Pr > z = 0.080	
Sargan test of overid. restrictions:	Chi ² (14) = 15.14		Prob > Chi ² = 0.369	
Número de observaciones	70			
Número de grupos	10			
Número de instrumentos	23			

Nota: Las variables con ***, ** y * son significantes al p < 10%, p < 5%, y p < 1% respectivamente.

Fuente: World Bank Open Data (2022)
Elaboración Propia

Al examinar los resultados concluimos que el modelo cumple con las condiciones para ser adecuado mediante el coeficiente de Wald, el test Arellano-Bond de orden 2 (AR(2)) y el test de Sargan. En primera instancia, el coeficiente de Wald presentar un p-valor de 0.000, confirman la validez de los parámetros establecidos en relación a la variable dependiente. En segunda instancia, el test Arellano-Bond (AR(2)) tiene un p-valor de 0.08, corroborando la ausencia de autocorrelación serial de orden 2 entre los errores, por lo que los rezagos empleados como instrumentos en el modelo son correctos para brindar consistencia en los parámetros. En última instancia, los resultados del test de Sargan muestran un p-valor de 0.369, demostrando evidencia de que las restricciones de sobreidentificación son válidas y los instrumentos utilizados son apropiados.

Tras confirmar que las condiciones del modelo son cumplidas satisfactoriamente se procede a examinar la significancia de las variables, con el fin de verificar cuáles tienen efecto sobre la variable endógena. En la Tabla 4 se observa que las variables BANDAANCHA, INTERNET, \lgGDP_{t-1} , POP, G, FCB y OPEN son altamente significativas. En contraste, el coeficiente de la variable LÍNEASMOVILES resulta ser insignificante. Dicha insignificancia podría deberse a que las líneas móviles están dejando de tener la misma relevancia que tenían en años anteriores. Esto es explicado por el acceso a mejores canales de comunicación que brindan las nuevas tecnologías como consecuencia de la digitalización de las sociedades, por lo que la capacidad productiva de las líneas móviles estaría siendo desplazada.

En primer lugar, BANDAANCHA muestra un coeficiente de -0.0041464, lo que significa que un aumento de un suscriptor a banda ancha por cada 100 personas repercutirá en una disminución del crecimiento del producto per cápita de 0.415%, esto coincide con el estudio de Myovella et al. (2020) aplicado a los países de OECD y SSA, donde explica que el coeficiente negativo es producto de los bajos niveles de penetración de banda ancha en la región, como ocurre en Latinoamérica. Además, Alderete (2017) señala que la baja penetración de los niveles de banda ancha es consecuencia de los altos precios de las redes de banda ancha instaladas, ya que desincentiva el consumo y suscripción de la demanda a dicho tipo de infraestructura. En segundo lugar, la variable INTERNET posee un coeficiente de 0.214905, lo que indica que un aumento del 1% en la población con acceso a internet resultará en un incremento de 0.2149% en la tasa de crecimiento del PBI per cápita manteniendo las demás variables constantes. Cabe

mencionar que dicho coeficiente muestra un alto impacto positivo, demostrando que el uso de internet en actividades productivas está creciendo en Latinoamérica. Esto va de acuerdo con la teoría y los resultados de Myovella et al. (2020), los cuales resaltan que mientras más desarrollado sea un país el uso de internet pasa de cumplir un papel básico de comunicación, a desempeñar un rol productivo con mayor presencia en todos los sectores de la economía.

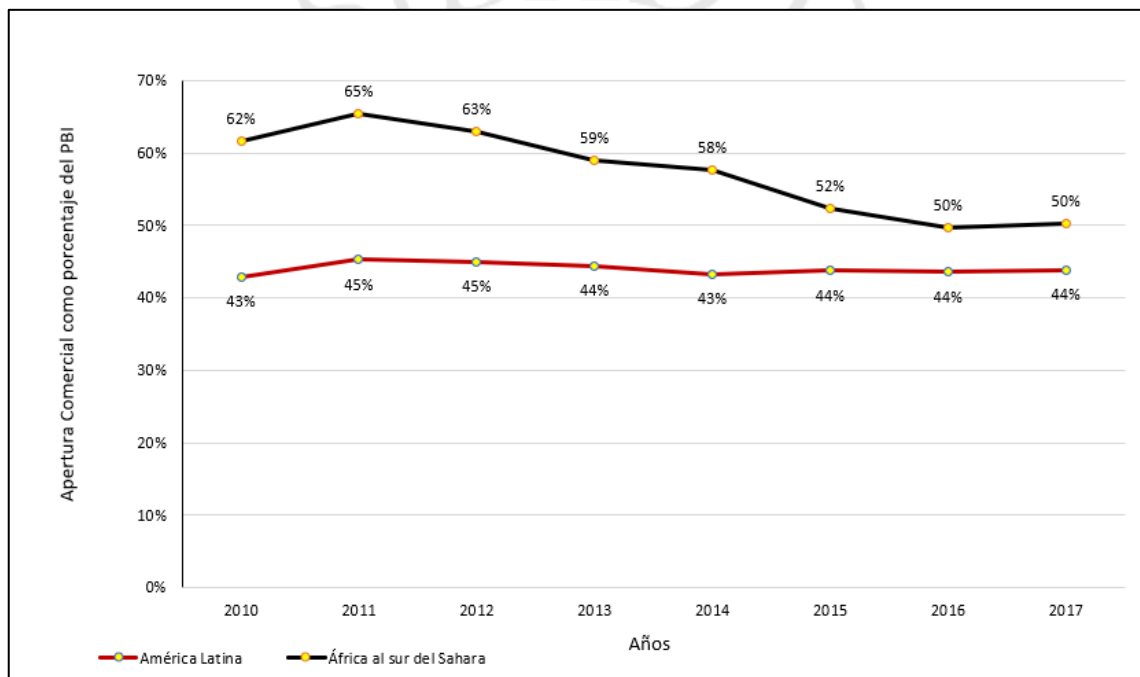
En relación a las variables de control es preciso mencionar que el logaritmo de la variable de PBI per cápita rezagado en un periodo tiene un coeficiente de -0.1105813 , lo que señala que un aumento de una unidad del PBI per cápita rezagado en un periodo repercutirá en una disminución de la tasa crecimiento del PBI per cápita del -0.11058% manteniendo las demás variables constantes, esto reafirma la teoría de convergencia descrita a lo largo de la literatura previa. De la misma forma, POP resulta con un coeficiente de -10.13434 al 1% de confianza, lo que significa que, ante un incremento de la tasa de crecimiento de la población, la tasa de crecimiento del PBI per cápita se vería reducida. Esto va de acuerdo a la teoría señalada, pues se comprueba que el aumento del tamaño de la población repercute negativamente en la prosperidad económica al incrementar la necesidad de recursos. Continuando con el análisis, el gasto de consumo final de gobierno como porcentaje del PBI mostró un beta de -0.561242 lo que implica que un aumento del 1% de esta variable tendría como efecto una disminución del crecimiento del PBI per cápita en 0.5612% . Esto es descrito a través de un nivel excesivo de impuestos, lo cual disminuye el ahorro y a su vez el crecimiento del producto según el modelo Barro (1990). El FCB denota un coeficiente de 0.439591 lo que señala un impacto positivo del 0.439591% en el crecimiento del pbi per cápita, dicho efecto es similar a lo postulado por Myovella et al. (2020), Haftu (2019), Bahrini y Qaffas (2019) y Donou-Adonsou et al. (2016) puesto que según la teoría mayores niveles de inversión tienen como resultado un mayor incremento del producto.

Finalmente, se observa que el beta de la variable OPEN es -0.0663512 , lo que indica que un aumento del 1% en el nivel de apertura comercial tendrá como resultado una disminución del crecimiento del producto per cápita del 0.06635% . Esto va de acuerdo a la literatura de Myovella et al. (2020), los cuales encontraron un coeficiente negativo en el modelo que estudia los países de la SSA en contraste a los de la OECD, concluyendo que, en países con economías emergentes, las barreras comerciales generan

un mayor costo de transacción y puede resultar contraproducente para el crecimiento de la tasa del pbi per cápita. Cabe resaltar que el nivel de apertura comercial en los países de la SSA es superior en comparación al de Latinoamérica, por lo que en la región latinoamericana también puede verse ese efecto adverso por parte de la variable OPEN, como se muestra en la Figura 2.1.

Figura 2.1

Comparación de los niveles de Apertura Comercial entre Latinoamérica y África Subsahariana



Fuente: World Bank Open Data (2022)

Elaboración Propia

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES

Esta investigación examina empíricamente el impacto de las tecnologías de comunicación e información sobre el crecimiento del pbi per cápita a través del análisis de 10 países representativos de Latinoamérica para el periodo de 2010 al 2017 mediante un modelo panel data dinámico de efectos fijos con una estimación GMM. La hipótesis principal de este estudio fue comprobada satisfactoriamente tras evidenciar el efecto significativo y positivo de las redes avanzadas de telecomunicación sobre el crecimiento, a la par de considerar un enfoque metodológico nuevo para el territorio latinoamericano.

Asimismo, el aporte de la presente investigación es reforzado al comprobar que la integración de redes más avanzadas de telecomunicación en el modelo mejora la calidad y exactitud de los resultados obtenidos. Por un lado, la variable BANDAANCHA disminuye el crecimiento del pbi per cápita en 0.004146% por cada suscriptor a banda ancha por cada 100 personas, ya que se presentan bajos niveles de penetración en el territorio latinoamericano. Lo antes mencionado se encuentra en línea con los estudios de Alderete (2017) y Myovella et al. (2020), los cuales explican que los países en vías de desarrollo no aprovechan eficientemente los recursos de infraestructura de banda ancha en sectores productivos de la economía dado los bajos niveles de alfabetización de la región. Por otro lado, la variable INTERNET repercute de manera positiva sobre el crecimiento del pbi per cápita en 0.214905% por cada aumento del 1% en la población con acceso a internet. Los resultados mencionados mantienen relación con la literatura previa, ya que el uso del internet tiene gran influencia sobre actividades comerciales, productivas y educativas. Finalmente, la variable LINEASMOVILES muestra un coeficiente no significativo, es decir no presenta relación con el crecimiento del pbi per cápita. Esto es explicado por Waverman et al. (2005) y Yang y Olfman (2006), a través de como las líneas básicas pasan a tener menor relevancia frente a redes más avanzadas.

Dentro de nuestras hipótesis específicas se demostró: en primer lugar, la convergencia propuesta por Solow (1956) y numerosos autores a través del tiempo, debido a que un aumento de una unidad del logaritmo de la variable del pbi per cápita rezagado en un periodo produce una disminución del crecimiento del pbi per capita de 0.1105813%. En segundo lugar, se verificó el efecto positivo de la variable de Formación

de Capital Bruto Fijo en el crecimiento del pbi per cápita, siendo que por cada unidad adicional de FCB el crecimiento del pbi per cápita aumentará en 0.439591%. En tercer lugar, la variable Apertura Comercial reveló significancia; sin embargo, el efecto no fue el esperado pues impacta negativamente en 0.0663512% sobre el crecimiento del pbi per cápita, esto es detallado por Myovella et al. (2020). En cuarto lugar, se señaló que la Tasa de Crecimiento de la Población mostró un efecto negativo de 10.13434% sobre el crecimiento del pbi per cápita. En quinto lugar, la variable Gasto de Gobierno presentó un efecto negativo de 0.561242% sobre el crecimiento del pbi per cápita. Dichos resultados fueron los esperados y guardan relación con la teoría presentada en la literatura previa, a excepción de la tercera hipótesis específica.

Cabe resaltar que la principal problemática que se presenta en este estudio radica en la falta de información representativa que revele el verdadero estado de las economías, lo que dificulta la obtención de parámetros de calidad, incurriendo en la presencia de distorsión estadística de los resultados estimados. Esto impide que se realice un adecuado empleo de modelos económicos y econométricos, sin embargo, el modelo de estimación empleado en esta investigación permite corregir posibles problemas de autocorrelación, heterocedasticidad y de omisión de variables, con lo que se reduce el margen de error estadístico.

Como nota final, se sugiere a las entidades gubernamentales le den mayor énfasis al estudio de este importante tópico de desarrollo económico, pues la evidencia empírica para los diferentes tipos de economías alrededor del mundo muestra que la infraestructura de telecomunicaciones tiene el potencial de mejorar los factores y procesos productivos en grandes dimensiones.

RECOMENDACIONES

Acorde con la literatura previa, lo más recomendable es adecuar el marco de políticas económicas según el grado de penetración digital que presenten los países. En ese caso, los gobiernos de países con un avanzado nivel de IT (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Uruguay) deberían centrarse en establecer políticas que fomenten la actualización de redes de mayor cobertura y velocidad; por ejemplo, proyectos de despliegue e instalación de redes de última generación tales como fibra óptica, 5G, Big Data, inteligencia artificial, entre otros.

Para los países con un grado intermedio de IT (Perú y Ecuador) donde existe una IT adecuada con bajo alcance a la población, se recomienda instituir políticas que busquen estimular el consumo de los servicios de IT mediante el incremento de la accesibilidad y reducción de costos de las tecnologías de comunicación e información. Además, a fin de contribuir con la integración social se podrían ofrecer subsidios de equipos de telecomunicación hacia los sectores más vulnerables de la sociedad.

En relación con el grupo de países con un limitado desarrollo de IT (Bolivia y Paraguay) debido a los bajos niveles de oferta y demanda por servicios de IT que presentan. Se recomienda una combinación de políticas que busquen impulsar la inversión pública y privada a través de iniciativas que fomenten la comercialización y cobertura de redes tecnológicas con el propósito de estimular la accesibilidad de los servicios, además de promover el crecimiento de la demanda con mecanismos similares a los países con nivel intermedio de digitalización. Logrando un equilibrio de la oferta y demanda por servicios de telecomunicaciones.

Finalmente, debido a la naturaleza de rápida innovación que presentan los indicadores de tecnología y comunicaciones, es recomendable implementar nuevas variables que capturen el desarrollo de la IT, con el propósito de mejorar los estimadores y brindar evidencia empírica relevante. En ese sentido, sería interesante analizar el impacto de la penetración de celulares inteligentes, servicios web y medios sociales, pues dichas variables tienen precedentes de ser los nuevos canales mejorados de telecomunicación.

REFERENCIAS

- Albiman, M. M., & Sulong, Z. (2016). The role of ICT use to the economic growth in Sub Saharan African region (SSA). *Journal of Science and Technology Policy Management*.
- Alderete, M. V. (2017). An approach to the broadband effect on Latin American growth: a structural model. *Cuadernos de Economía*, 36(71), 549-569.
- Atsu, F., Agyei, C. D., & Adjei-Mensah, S. (2014). The impact of telecommunication revenue on economic growth: Evidence from Ghana. *African Journal of Economic and Management Studies*.
- Bahrini, R., & Qaffas, A. A. (2019). Impact of information and communication technology on economic growth: Evidence from developing countries. *Economies*, 7(1), 21.
- Barro, R. J. (1990). Government spending in a simple model of endogeneous growth. *Journal of political economy*, 98(5, Part 2), S103-S125.
- Barro, R. J. (1991). Economic growth in a cross section of countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407-443.
- Batuo, E. (2015). The role of telecommunications infrastructure in the regional economic growth of Africa. *The Journal of Developing Areas*, 313-330.
- Beil, R. O., Ford, G. S., & Jackson, J. D. (2005). On the relationship between telecommunications investment and economic growth in the United States. *International Economic Journal*, 19(1), 3-9.
- Bhujabal, P., & Sethi, N. (2019). Foreign direct investment, information and communication technology, trade, and economic growth in the South Asian Association for Regional Cooperation countries: An empirical insight. *Journal of Public Affairs*, 20(1), e2010.
- Björkroth, T. (2006). Investment by Telecommunications Operators and Economic Growth—A Fenno-Scandinavian Perspective. *In Governance of Communication Networks*, pp. 379-402.

- Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of econometrics*, 87(1), 115-143.
- Brock, G. J., & Sutherland, E. (2000). Telecommunications and economic growth in the former USSR. *East European Quarterly*, 34(3).
- Calderón, C., & Servén, L. (2014). *Infrastructure, growth, and inequality: an overview*. Washington DC: The World Bank.
- Canning, D. (1999). Infrastructure's contribution to aggregate output. *The World Bank*.
- Castaldo, A., Fiorini, A., & Maggi, B. (2018). Measuring (in a time of crisis) the impact of broadband connections on economic growth: an OECD panel analysis. *Applied Economics*, 50(8), 838-854.
- Chakraborty, C., & Nandi, B. (2003). Privatization, telecommunications and growth in developing countries: An econometric analysis. *Communications and Strategies*, 52(4), 31-47.
- Chakraborty, C., & Nandi, B. (2011). Mainline' telecommunications infrastructure, levels of development and economic growth: Evidence from a panel of developing countries. *Telecommunications Policy*, 35(5), 441-449.
- Cieślik, A., & Kaniewska, M. (2004). Telecommunications infrastructure and regional economic development: The case of Poland. *The case of Poland. Regional Studies*, 38(6), 713-725.
- Colecchia, A., & Schreyer, P. (2002). ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case?: A Comparative Study of Nine OECD Countries. *Review of Economic Dynamics*, 5(2), 408-442.
- Cronin, F. J., Parker, E. B., Colleran, E. K., & Gold, M. A. (1991). Telecommunications infrastructure and economic growth: An analysis of causality. *Telecommunications Policy*, 15(6), 529-535.
- Cronin, F. J., Parker, E. B., Colleran, E. K., & Gold, M. A. (1993). *Telecommunications infrastructure investment and economic development*. Telecommunications Policy, 17(6), 415-430.
- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessmann, L. (2011). Broadband infrastructure and economic growth. *The Economic Journal*, 121(552), 505-532.

- Datta, A., & Agarwal, S. (2004). Telecommunications and economic growth: a panel data approach. *Applied Economics*, 36(15), 1649-1654.
- Datta, P., & Mbarika, V. (2005). A Global Investigation of Granger Causality between Information Infrastructure Investment and Service-Sector Growth. *The Information Society*, 22(3), 149-163.
- Daveri, F. (2002). The New Economy in Europe, 1992–2001. *Oxford Review of Economic Policy*, 18(3), 345-362.
- Dimelis, S., & Papaioannou, S. (2011). ICT growth effects at the industry level: A comparison between the US and the EU. *Information Economics Policy*, 23(1), 37-50.
- Ding, L., Haynes, K. E., & Liu, Y. (2008). Telecommunications infrastructure and regional income convergence in China: panel data approaches. *The annals of regional science*, 42(4), 843-861.
- Donou-Adonsou, F., Lim, S., & Mathey, S. (2016). Technological progress and economic growth in Sub-Saharan Africa: Evidence from telecommunications infrastructure. *International Advances in Economic Research*, 22(1), 65-75.
- Dutta, A. (2001). Telecommunications and economic: An analysis of Granger causality. *Journal of Management Information Systems*, 17(4), 71-95.
- Easterly, W., & Rebelo, S. (1993). Fiscal policy and economic growth: An empirical investigation. *Journal of Monetary Economics*, 32(3), 417-458.
- El Khoury, A., & Savvides, A. (2006). Openness in services trade and economic growth. *Economics Letters*, 92(2), 277-283.
- Escuder, S. (2020). Regionalization of the digital gap. Development of ICT infrastructure in Latin America and Uruguay. *PAAKAT: Revisa de Tecnología y Sociedad*.
- Esfahani, H. S., & Ramírez, M. T. (2003). Institutions, infrastructure, and economic growth. *Journal of development Economics*, 70(2), 443-477.
- Estache, A., Manacorda, M., & Valletti, T. M. (2002). Telecommunication reforms, access regulation, and Internet adoption in Latin America. *The World Bank*.

- Frankel, J. A., & Romer, D. H. (1999). Does trade cause growth? *American economic review*, 89(3), 379-399.
- Gómez-Barroso, J. L., & Marbán-Flores, R. (2020). Telecommunications and economic development – The 21st century: Making the evidence stronger. *Telecommunications Policy*, 44(2), 101905.
- Greenstein, S. M., & Spiller, P. T. (1995). *Modern telecommunications infrastructure and economic activity: An empirical investigation*. *Industrial and Corporate Change*, 4(4), 647-665.
- Gruber, H., Hätönen, J., & Koutroumpis, P. (2014). Broadband access in the EU: An assessment of future economic benefits. *Telecommunications Policy*, 38(11), 1046-1058.
- Haftu, G. G. (2019). Information communications technology and economic growth in Sub-Saharan Africa: A panel data approach. *Telecommunications Policy*, 43(1), 88-99.
- Harb, G. (2017). The economic impact of the Internet penetration rate and telecom investments in Arab and Middle Eastern countries. *Economic Analysis and Policy*, 56, 148-162.
- Hardy, A. P. (1980). *The role of the telephone in economic development*. *Telecommunications policy*, 4(4), 278-286.
- Iamsiraroj, S., & Ulubasoglu, M. (2015). Foreign direct investment and economic growth: A real relationship or wishful thinking? *Economic Modelling*, 51, 200-213.
- Islam, N. (1995). Growth empirics: a panel data approach. *The quarterly journal of economics*, 110(4), 1127-1170.
- Ivus, O., & Boland, M. (2015). The employment and wage impact of broadband deployment in Canada. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique*, 48(5), 1803-1830.
- Jordá-Borrel, R., & López-Otero, J. (2020). Factores de crecimiento económico en los países en desarrollo: el papel de las TICs. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 86.

- Katz, R. L. (2009). Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America. *Proc. 3rd ACORN-REDECOM*, 1-20.
- Katz, R. L. (2010). La contribución de la banda ancha al desarrollo económico. *En: Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe. Santiago: CEPAL, 2010*, p. 51-83. LC/R. 2167.
- Katz, R. L. (2012). Banda ancha, digitalización y desarrollo en América Latina. *En: Conectados a la banda ancha: tecnología, políticas e impacto en América Latina y España. Santiago: CEPAL, 2012. LC/W. , 495. p. 5-24.*
- Katz, R., & Callorda, F. (2018). Accelerating the development of Latin American digital ecosystem and implications for broadband policy. *Telecommunications Policy*, 42(9), 661-681.
- Katz, R., Koutroumpis, P., & Callorda, F. (2013). The Latin American path towards digitization. *Info-The journal of policy, regulation and strategy for telecommunications*, 15(3), 6-24.
- King, J., Gurbaxani, V., Kraemer, K., McFarlan, F., Raman, K., & Yap, C. (1994). Institutional Factors in Information Technology Innovation. *Information Systems Research*, 139-169.
- Koutroumpis, P. (2009). The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. *Telecommunications policy*, 33(9), 471-485.
- Labra, R., & Torrecillas, C. (2014). Guía CERO para datos de panel. Un enfoque práctico. *UAM-Accenture Working Papers*, 16(1), 57.
- Lam, P. L., & Shiu, A. (2010). Economic growth, telecommunications development and productivity growth of the telecommunications sector: Evidence around the world. *Telecommunications Policy*, 34(4), 185-199.
- Latif, Z., Latif, S., Ximei, L., Pathan, Z. H., Salam, S., & Jianqiu, Z. (2018). The dynamics of ICT, foreign direct investment, globalization and economic growth: Panel estimation robust to heterogeneity anformation and Communication Technology Infrastructure on Economic Growth: An Empirical Assessment for the EU Countries. *Telematics and Informatics*, 35(2), 318-328.

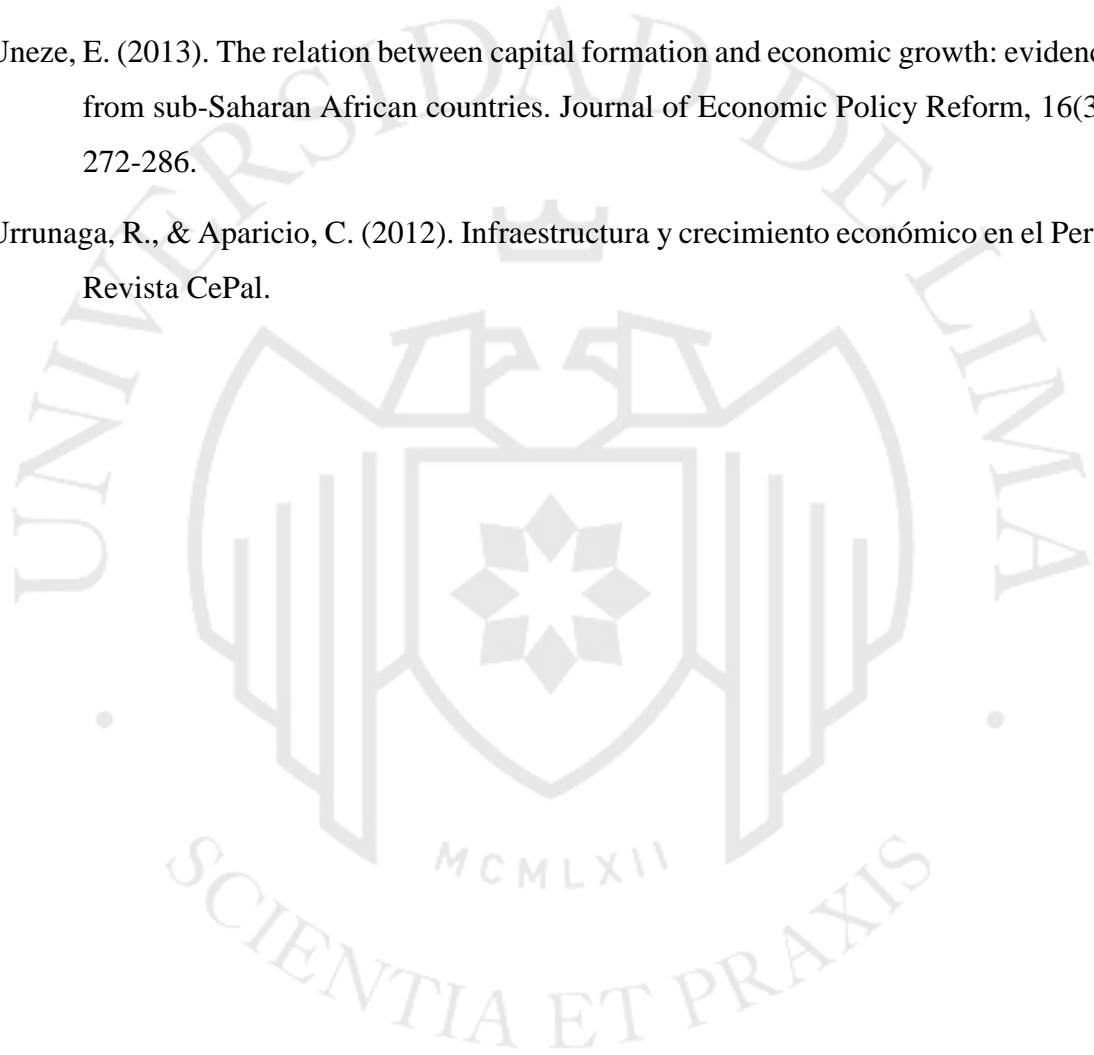
- Lee, S., Levendis, J., & Gutierrez, L. (2012). Telecommunications and economic growth: an empirical analysis of sub-Saharan Africa. *Applied Economics*, 44(4), 461-469.
- Levendis, J., & Lee, S. (2013). On the endogeneity of telecommunications and economic growth: evidence from Asia. *Information Technology for Development*, 19(1), 62-85.
- Levine, R., & Renelt, D. (1992). A sensitivity analysis of cross-country growth regressions. *The American economic review*, 942-963.
- Madden, G., & Savage, S. J. (1998). CEE telecommunications investment and economic growth. *Information Economics and Policy*, 10(2), 173-195.
- Madden, G., & Savage, S. J. (2000). Telecommunications and economic growth. *International Journal of Social Economics*.
- Mehmood, B., & Siddiqui, W. (2013). *What Causes What? Panel Cointegration Approach on Investment in Telecommunication and Economic Growth: Case of Asian Countries*. Romanian Economic Journal, 16(47).
- Mellado, A. (2016). *La infraestructura de telecomunicaciones y el desarrollo economico de los paises*. Lima: Universidad del Pacifico Escuela de Posgrado.
- Menyah, K., Nazlioglu, S., & Wolde-Rufael, Y. (2014). Financial development, trade openness and economic growth in African countries: New insights from a panel causality approach. *Economic Modelling*, 37, 386-394.
- Myovella, G., Karacuka, M., & Haucap, J. (2020). Digitalization and economic growth: A comparative analysis of Sub-Saharan Africa and OECD economies. *Telecommunications Policy*, 44(2), 101856.
- Narayan, P. K., & Sun, G. Z. (2007). The division of labor, capital, communication technology and economic growth: The case of China 1952–99. *Review of Development Economics*, 11(4), 645-664.
- Oliner, S., & Sichel, D. (2000). The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), 3-22.

- Perkins, R., & Neumayer, E. (2011). Is the internet really new after all? The determinants of telecommunications diffusion in historical perspective. *The Professional Geographer*, 63(1), 55-72.
- Pradhan, R., Arvin, M., Nair, M., Jay, M., & Norman, N. (2018). Telecommunications infrastructure and usage and the FDI-growth nexus: evidence from Asian-21 countries. *Information Technology for Development*, 23(2), 235-260.
- Pradhan, R., Arvin, M., Norman, N., & Bele, S. (2014). Economic growth and the development of telecommunications infrastructure in the G-20 countries: A panel-VAR approach. *Telecommunications Policy*, 38(7), 634-649.
- Rohman, I. K., & Bohlin, E. (2012). Does broadband speed really matter as a driver of economic growth? Investigating OECD countries. *International Journal of Management and Network Economics*, 5, 2(4), 336-356.
- Roller, L. H., & Waverman, L. (2001). Telecommunications infrastructure and economic development: A simultaneous approach. *American economic review*, 91(4), 909-923.
- Sezer, S., & Abasiz, T. (2016). The effect of information and communication technologies on economic growth in OECD countries. *Annals-Economy Series*, 6, 31-36.
- Shiu, A., & Lam, P. L. (2008). Causal relationship between telecommunications and economic growth in China and its regions. *Regional Studies*, 42(5), 705-718.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94.
- Straub, S. (2008). Infrastructure and Growth in Developing Countries. *World Bank policy research working paper*.
- Straub, S. (2011). Infrastructure and development: A critical appraisal of the macro-level literature. *The Journal of Development Studies*, 47(5), 683-708.
- Tekin, R. (2012). Economic growth, exports and foreign direct investment in Least Developed Countries: A panel Granger causality analysis. *Economic Modelling*, 29(3), 868-878.

- Toader, E., Firtescu, B., & Roman Angela, A. S. (2018). Impact of Information and Communication Technology Infrastructure on Economic Growth: An Empirical Assessment for the EU Countries. *Sustainability*, 10(10), 3750.
- Torero, M., Chowdhury, S., & Bedi, A. S. (2006). Telecommunications infrastructure and economic growth: a cross-country analysis. *Information and communication technologies for development and poverty reduction*, 21-63.
- Waverman, L., Meschi, M., & Fuss, M. (2005). The impact of telecoms on economic growth in developing countries. *The Vodafone policy paper series*, 2(03), 10-24.
- Whitacre, B., Gallardo, R., & Strover, S. (2014). Broadband's contribution to economic growth in rural areas: Moving towards a causal relationship. *Telecommunications Policy*, 38(11), 1011-1023.
- Wolde-Rufael, Y. (2007). Another look at the relationship between telecommunications investment and economic activity in the United States. *International Economic Journal*, 21(2), 199-205.
- Yang, S. C., & Olfman, L. (2006). The effects of international telecommunication investment: Wireline and wireless technologies, 1993–1998. *Telecommunications Policy*, 30(5-6), 278-296.
- Yilmaz, S., & Dinc, M. (2002). Telecommunications and regional development: Evidence from the US States. *Economic Development Quarterly*, 16(3), 211-228.
- Zahra, K., Azim, P., & Mahmood, A. (2008). Telecommunication infrastructure development and economic growth: A panel data approach. *The Pakistan Development Review*, 711-726.

BIBLIOGRAFÍA

- Machado, R. (2017). Crecimiento económico e infraestructura de transportes y comunicaciones en el Perú. *Economía*, 40(79), 9-46.
- Perrotti, D. E., & Sánchez, R. (2011). La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe.
- Uneze, E. (2013). The relation between capital formation and economic growth: evidence from sub-Saharan African countries. *Journal of Economic Policy Reform*, 16(3), 272-286.
- Urrunaga, R., & Aparicio, C. (2012). Infraestructura y crecimiento económico en el Perú. *Revista CePal*.





ANEXOS

Anexo 1:

Teniendo la función de producción y el gasto público:

$$Y_t = AK_t^\alpha G_t^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1$$

Donde el equilibrio presupuestario es definido por:

$$G_t = \tau Y_t$$

Se asumen las condiciones:

$$Y_t = C_t + I_t, \quad Y_t = C_t + S_t, \quad I_t = K_t^* + \delta K_t, \quad S_t = s(1 - \tau)Y_t$$

Donde la producción o renta (Y_t) está conformada por un lado el consumo C_t e inversión I_t y por otro lado como el consumo y el ahorro S_t . Por su parte, la inversión es la acumulación de capital K_t^* y la reposición del capital (K_t) que se deprecia a una tasa δ . De la misma forma, el ahorro es una fracción (s) de la renta luego de ser aplicados los impuestos (τ).

Se igualan las 2 primeras expresiones para obtener,

$$I_t = S_t$$

O expresado en términos de las otras ecuaciones y poder despejar K_t^* ,

$$K_t^* + \delta K_t = s(1 - \tau)Y_t$$

$$K_t^* = s(1 - \tau)Y_t - \delta K_t$$

Y se reemplaza la renta por la función de producción (1)

Así se obtiene la función de acumulación del capital agregado de la economía:

$$K_t^* = s(1 - \tau)AK_t^\alpha G_t^{1-\alpha} - \delta K_t$$

Y obtenemos la función de acumulación del capital agregado de la economía.

Anexo 2

Ahora se divide la función de acumulación del capital agregado entre la población (L_t) para tener la ecuación en términos per cápita.

$$\frac{K_t^*}{L_t} = s(1 - \tau) \frac{AK_t^\alpha G_t^{1-\alpha}}{L_t^\alpha L^{1-\alpha}} - \delta \frac{K_t}{L_t}$$

Cabe mencionar que k_t^* depende a su vez de:

$$\frac{K_t^*}{L_t} = k_t^* + nk_t,$$

Donde del capital per cápita (k_t^*) y del crecimiento poblacional (n) del capital per cápita.

Entonces se obtiene la ecuación fundamental de crecimiento:

$$k_t^* + nk_t = s(1 - \tau)Ak_t^\alpha g_t^{1-\alpha} - \delta k_t$$

$$k_t^* = s(1 - \tau)Ak_t^\alpha g_t^{1-\alpha} - (n + \delta)k_t$$

Anexo 3

Se divide la ecuación fundamental del crecimiento entre capital per cápita (k_t):

$$\frac{k_t^*}{k_t} = s(1 - \tau) \frac{Ak_t^\alpha g_t^{1-\alpha}}{k_t} - (n + \delta)$$

$$\frac{k_t^*}{k_t} = s(1 - \tau)A \frac{g_t^{1-\alpha}}{k_t^{1-\alpha}} - (n + \delta)$$

Finalmente, se obtiene:

$$\frac{k_t^*}{k_t} = s(1 - \tau)A \left(\frac{g_t}{k_t}\right)^{1-\alpha} - (n + \delta)$$

Anexo 4

Se parte del equilibrio presupuestario y se divide por la población (L_t) para obtener el equilibrio en términos per cápita:

$$\frac{G_t}{L_t} = \tau \frac{Y_t}{L_t}$$

$$g_t = \tau y_t$$

Reemplazando la producción en términos per cápita antes hallada:

$$g_t = \tau Ak_t^\alpha g_t^{1-\alpha}$$

$$\frac{g_t}{g_t^{1-\alpha}} = \tau Ak_t^\alpha$$

$$g_t^\alpha = \tau Ak_t^\alpha$$

$$\frac{g_t^\alpha}{k_t^\alpha} = \tau A$$

$$\left(\frac{g_t}{k_t}\right)^\alpha = \tau A$$

$$\frac{g_t}{k_t} = (\tau A)^{\frac{1}{\alpha}}$$

Se sustituye el ratio de gasto capital privado en:

$$\frac{k_t^*}{k_t} = s(1 - \tau)A((\tau A)^{\frac{1}{\alpha}})^{1-\alpha} - (n + \delta)$$

$$\frac{k_t^*}{k_t} = s(1 - \tau)A(\tau A)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n + \delta)$$

$$\frac{k_t^*}{k_t} = s(1 - \tau)A^{1+\frac{1-\alpha}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n + \delta)$$

$$\frac{k_t^*}{k_t} = s(1 - \tau)A^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n + \delta)$$

Finalmente se define el estado estacionario del crecimiento del capital per cápita:

$$Y_k^* = \frac{k_t^*}{k_t} = s(1 - \tau)A^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n + \delta)$$

Anexo 5

Se deriva la ecuación del estado estacionario en términos de τ y se iguala a 0:

$$\frac{\partial Y_k^*}{\partial \tau} = 0$$

$$\frac{\partial Y_k^*}{\partial \tau} = (-1)sA^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} + \frac{1-\alpha}{\alpha} \tau^{\left(\frac{1-\alpha}{\alpha}-1\right)} s(1-\tau)A^{\frac{1}{\alpha}} = 0$$

Al reordenar la ecuación se obtiene:

$$\frac{\partial Y_k^*}{\partial \tau} = sA^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \left(-1 + \frac{(1-\alpha)(1-\tau)}{\alpha \tau} \right) = 0$$

Ahora para que dicha multiplicación sea igual a 0,

$$a) sA^{\frac{1}{\alpha}} \tau^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} = 0 \quad \text{o} \quad b) \left(-1 + \frac{(1-\alpha)(1-\tau)}{\alpha \tau} \right) = 0$$

En condiciones normal a) no podría ser 0 debido a que la tasa de ahorro, ni la tasa de impuestos podría ser 0. Por lo que:

$$\left(-1 + \frac{(1 - \alpha)(1 - \tau)}{\alpha \tau}\right) = 0$$

Al reordenar la ecuación b), se obtiene:

$$(1 - \alpha)(1 - \tau) = \alpha\tau$$

$$1 - \alpha - \tau + \alpha\tau = \alpha\tau$$

Y obtenemos la tasa óptima de impuestos:

$$\tau = 1 - \alpha$$

