

DIGITALIZACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN MÉXICO: UN ANÁLISIS CON MODELOS DE PANEL DINÁMICO (2015-2023)

Javier G. Rodríguez-Ruiz^a

Fecha de recepción: 21 de febrero de 2025. Fecha de aceptación: 1 de julio de 2025.

<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2025.223.70359>

Resumen. El objetivo del presente estudio es indagar la relación causal entre digitalización y crecimiento económico en México, construyendo un Índice de Economía y Sociedad Digital (IESD) a nivel estatal para el periodo 2015-2023. Los resultados indican que un incremento del 1% en el IESD impulsa el PIB total en 0.058%, efecto que se duplica en los estados con mayor progreso económico, 0.134%. También sugieren que mayor infraestructura tecnológica, cierre de brecha digital y el desarrollo de habilidades digitales son imperativos para posicionar a México entre las primeras diez economías del mundo, así como el incidir en la reducción de patrones estatales heterogéneos de digitalización a través de la implementación de políticas públicas en materia digital.

Palabras clave: modelos panel; crecimiento económico; índice de digitalización; brecha digital; México.

Clasificación JEL: C33; O33; C51; O47.

DIGITALIZATION AND ECONOMIC GROWTH IN MEXICO: AN ANALYSIS USING DYNAMIC PANEL MODELS (2015-2023)

Abstract. This study aims to investigate the causal relationship between digitalization and economic growth in Mexico by constructing a Digital Economy and Society Index (DESI) at the state level from 2015 to 2023. The results suggest that a 1% increase in the DESI boosts total GDP by 0.058%. This effect is double in states with greater economic progress, reaching 0.134%. The results also suggest that greater technological infrastructure, closing the digital divide and developing digital skills are imperative for Mexico to be among the world's top ten economies. Additionally, these factors influence the reduction of heterogeneous state patterns of digitalization through the implementation of public policies on digital matters.

Key words: panel models; economic growth; digitalization index; digital divide; Mexico.

^a Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)-Instituto de Investigaciones Económicas, México. Estancia posdoctoral realizada gracias al Programa de Becas Posdoctorales de la UNAM. Correo electrónico: javier.unesi@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El mundo digital actual permea en distintas intensidades en las sociedades y economías del mundo. Su importancia económica es innegable. En México, el valor agregado censal bruto del comercio electrónico aportó 5.9% al PIB en 2022 (INEGI, 2023a), mientras que el subsector de las telecomunicaciones creció a una tasa promedio anual de 9% entre 2015 y 2023 (INEGI, 2023e), muy por encima de la tasa de crecimiento promedio anual, cercana al 1%. A nivel global, los países desarrollados presentan mayor desempeño, pues el valor del comercio electrónico tuvo tasas de crecimiento promedio anual de entre 8 y 10%, en países como Alemania, Corea del Sur y Estados Unidos (OECD, 2024).

La literatura especializada sobre la relación entre variables de digitalización y el crecimiento económico ha crecido en los últimos lustros. Una de las investigaciones del Banco Mundial (BM) (Qiang *et al.*, 2009) encontró que las variables de telecomunicaciones tienen un impacto positivo en el crecimiento económico. El análisis de Katz (2009) validó su efecto transversal positivo para países desarrollados y de América Latina (AL) a través del empleo, la inversión, la innovación, la productividad y el desarrollo económico. Otros trabajos para países de AL permitieron validar también los efectos multiplicadores de la infraestructura tecnológica en el desempeño económico (Alderete, 2017; Katz *et al.*, 2023; Zaballos y López-Rivas, 2012). Rabanal (2024), por ejemplo, afirma que existe evidencia de la paradoja de la productividad de la tecnología (Solow, 1987), en su análisis para 12 países de AL.

En lo que se refiere a México, la literatura que mide la relación causal entre variables de telecomunicaciones y crecimiento económico no es abundante. Se identifican algunos trabajos como el de Jiménez *et al.* (2014), con datos de 1991 al 2010, que encontraron un efecto positivo de las variables de usuarios de teléfonos móviles y del número de computadoras en el PIB mediante el Índice Global de Innovación (GII, por sus siglas en inglés);¹ el estudio por subsectores de Díaz *et al.* (2018) evidenció la importancia del nivel educativo, la capacitación en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la disponibilidad de infraestructura TIC de las empresas como determinantes de la productividad laboral en México; en tanto, González (2020) estimó el efecto del internet de banda en el PIB en 0.13%, para el periodo 2013-2018.

¹ Un aspecto que resalta es que, si bien su investigación se centró en el impulso de la innovación como estrategia de crecimiento, el resultado al 2023 resalta el hecho de que México retrocedió en el GII entre 2015 y 2023, al pasar del lugar 57 al 58 (OMPI, 2023).

Por lo tanto, es necesario resaltar el contexto en el que se ubica esta investigación: *i)* existe una relación positiva entre variables de digitalización y el crecimiento económico; *ii)* se constata un mayor efecto en países con alto progreso económico, ligados con variables de capital humano, exportaciones, inversión extranjera directa e inversión pública (Pradhan *et al.*, 2018); *iii)* se ha popularizado el uso de variables individuales de telecomunicaciones o índices compuestos de digitalización (CMD, 2024; ITU, 2024a; Milošević *et al.*, 2018); y *iv)* los análisis son más bien para países. En este trabajo se realiza un esfuerzo adicional, la construcción de un índice de digitalización robusto para los 32 estados de México para el periodo 2015-2023, con la inclusión de variables socioeconómicas y de activos TIC en hogares y de habilidades en el uso de las TIC, en consonancia con índices de desarrollo digital internacionales (EC, 2024; ITU, 2024b; Jyoti y Singh, 2023; Katz, 2009).

El objetivo central de la investigación es medir el impacto de un Índice de Economía y Sociedad Digital (IESD) en el crecimiento económico de México. Se corren modelos de regresión de panel dinámico y se diferencia el impacto de la digitalización según nivel económico de los estados.

El trabajo se presenta de la siguiente manera: en el segundo apartado se detallan aspectos conceptuales sobre la relación entre crecimiento económico y progreso técnico, relacionados con la digitalización. Después se discute el uso de variables e índices de digitalización en su relación con el crecimiento económico. La cuarta sección detalla aspectos metodológicos sobre el IESD y la especificación de modelos econométricos. En un quinto apartado se presentan la modelación econométrica y los resultados. Posteriormente, la discusión e implicaciones. En la parte final se presentan las conclusiones y los anexos.

2. CRECIMIENTO ECONÓMICO Y ECONOMÍA DIGITAL: ASPECTOS CONCEPTUALES

Schumpeter (1942) fue uno de los primeros en reconocer a la innovación y la inversión en conocimiento y progreso técnico como fuentes del crecimiento económico y la transformación industrial, capaces de mantener y reproducir el sistema capitalista. A su vez, en la teoría económica de la corriente neoclásica (Solow, 1956; Swan, 1956), se asume que el crecimiento económico se explica por mejoras en la productividad y la tecnología y no directamente por la acumulación de capital físico o humano. Teóricos del crecimiento endógeno (Aghion y Howitt, 1998 y 2008) argumentan que el progreso técnico es capaz de potenciar el crecimiento económico a través de la innovación y el conocimiento, superando los rendimientos decrecientes del capital.

En los trabajos de Katz y Koutroumpis (2013)² y de Pradhan *et al.* (2014) se asume que las variables de infraestructura tecnológica o de telecomunicaciones materializan el progreso técnico, generando rendimientos crecientes a escala. El progreso tecnológico, la digitalización y el internet se materializan en un sinnúmero de actividades comerciales, agilizan servicios gubernamentales, conectan oferentes con demandantes de bienes y servicios. Tapscott (1996) define la economía digital como una combinación de redes, conocimiento, inteligencia y creatividad para la creación de riqueza y desarrollo social. Para Kling y Lamb (2000, p. 17): “se enfoca en los bienes y servicios cuyo desarrollo, producción, venta o provisión es críticamente dependiente de las tecnologías digitales [...]”. Mientras que para la OECDE (2020) involucra el uso de tecnologías, infraestructura digital, servicios digitales y los datos, utilizados por tres agentes principales: productores, consumidores y gobierno. Por su parte, Bukht y Heeks (2017) hablaron de un ecosistema de la economía digital que permite conectar individuos, negocios, dispositivos y sociedad en su conjunto.

Por lo tanto, el concepto de economía digital engloba aspectos de infraestructura tecnológica, de mercado y organizacionales. Sin embargo, vale la pena mencionar que durante muchos años fue complicada su medición. Solow (1987, p. 2) acuñó la frase de: “La era de la informática se puede ver en todas partes, excepto en las estadísticas de productividad”, ya que las inversiones en computadoras, telefonía y dispositivos tecnológicos no se reflejaban en las estadísticas de productividad e ingreso.

Es por ello que en la mayoría de la literatura existente se miden relaciones causales entre variables de telecomunicaciones o índices de digitalización para relacionarlos con el desempeño económico, recurriendo en mayor medida a estadísticas oficiales del BM, el Foro Económico Mundial, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (International Telecommunication Union, ITU, por sus siglas en inglés) o la Comisión Europea (EC). En menor número de casos se trabaja con datos nacionales (Chen y Kimura, 2019; Hanafizadeh *et al.*, 2009; Jyoti y Singh, 2023). Bajo esta premisa, se revisaron trabajos que analizan la relación entre variables de digitalización y crecimiento económico.

² Katz y Koutroumpis (2013) usaron el concepto de *digitization* como sinónimo de digitalización y de progreso tecnológico, sin embargo, el primero se relaciona con un proceso eminentemente técnico, la conversión a formato digital de documentos o información física (papel o imágenes, por ejemplo) o en formato analógico, sin alterar el contenido original, mientras que el segundo se refiere al uso de tecnologías digitales en procesos, modelos de negocio, automatización, robótica o, en definitiva, en el uso de la Inteligencia Artificial (IA) en procesos productivos, educativos o de gestión gubernamental, por mencionar algunos.

3. REVISIÓN DE LA LITERATURA SOBRE LA RELACIÓN ENTRE DIGITALIZACIÓN Y CRECIMIENTO ECONÓMICO

A nivel global se documentan modelos con el uso de variables individuales de digitalización y el crecimiento económico: *i)* el número de líneas de telefonía fija o teledensidad (Datta y Agarwal, 2004; Norton, 1992); *ii)* Jacobsen (2003) y Minges (2000) tomaron el número de computadoras personales y el número de teléfonos, resaltando el ingreso, el nivel educativo, el empleo y la ubicación geográfica como factores clave en la sociedad y en la economía; *iii)* el BM (Qiang *et al.*, 2009) utilizó la conexión a internet de banda ancha, el uso del teléfono móvil y la conectividad a internet móvil, respectivamente; *iv)* Fernández-Portillo *et al.* (2020) usaron variables de uso de internet y actividades mediadas por las TIC (lectura de periódicos digitales, comercio electrónico y uso del e-Gobierno).

Los índices de digitalización se construyen para medir desigualdades o brechas, con una visión de tránsito hacia la construcción de sociedades de información (Tello, 2008). El índice de desarrollo digital de la ITU (2024b), muestra a México por encima del promedio mundial (80.7 contra 74.8). El índice de economía y sociedad digital de Europa (EC, 2022)³ evidencia el liderazgo de países nórdicos y del Reino Unido.

Igualmente, para países de AL algunos estudios validan el efecto positivo de la digitalización en el crecimiento económico, Alderete (2017) encuentra que un 1% de aumento en el número de conexiones de internet de banda ancha aumentaría el PIB promedio en 0.184%; Zaballos y López-Rivas (2012), para países de América Latina y el Caribe (ALYC), con datos del periodo 2003-2009, un 1% de incremento en la penetración de banda ancha fija aumentaba el PIB 0.32%. Brenes-González (2023) para Nicaragua, periodo 2000-2020, un 1% de incremento en hogares conectados a internet incrementaba la productividad en un 0.04%. Sólo Quiroga-Parra *et al.* (2017) validaron la asociación negativa entre baja penetración tecnológica y rezago económico.

El estudio de Farhadi *et al.* (2013), para el periodo 1995-2009, utilizó un índice de digitalización compuesto de las TIC en países desarrollados; los resultados fueron un aumento del PIB de 0.15% por cada incremento de 1%

³ La EC elabora el Índice de la Sociedad y la Economía Digital o DESI desde 2014, considerando cuatro categorías en 31 indicadores: capital humano (7), conectividad (8), integración de la tecnología digital (11) y digitalización de servicios públicos (5), con la finalidad de aprender de mejor manera el fenómeno de la digitalización, avances y rezago de los países europeos a través del tiempo y orientar políticas y estrategias que impulsen la transformación digital y económica de la región.

en el índice. Usando también un índice de digitalización, Katz y Koutroumpis (2013), en una muestra de 184 países para el periodo 2004-2010, encontraron un aumento de 0.06% en el PIB por cada punto porcentual del índice. Hanafizadeh *et al.* (2009), mediante un índice compuesto de digitalización TIC para 150 países, agrupándolos por nivel de desarrollo TIC, validaron el liderazgo de países nórdicos y el rezago de países africanos. Mientras que el índice de Gerpott y Ahmadi (2015) encontraron un mayor efecto de las variables de banda ancha y telefonía móvil en el producto agregado y en el desarrollo.

En el caso de México, predominan trabajos de corte transversal y sobre temas de brecha digital (Escobar y Sámano, 2018; Martínez-Domínguez y Mora-Rivera, 2020; Rodríguez, 2019; Rodríguez *et al.*, 2024) en un contexto regional heterogéneo (CMD, 2024); la persistencia del avance de estados del centro y norte del país (Ciudad de México, Nuevo León y Baja California) y un atraso de estados del sur y sureste (Chiapas, Guerrero y Oaxaca). Esto último se evidencia en el IESD calculado para México (véanse anexos 1, 2 y 3), un rezago digital estructural del sureste mexicano.

Estas investigaciones se vinculan con este trabajo por las unidades de análisis seleccionadas –hogares o usuarios de las TIC–, la muestra y el relacionar crecimiento económico con variables de digitalización.

Con base en lo anterior, la propuesta de este trabajo se basa en: *i*) el IESD elaborado por la EC (2022), centrado en la medición del avance digital de sus países miembros y orientar políticas y estrategias de transformación digital y crecimiento económico; *ii*) el índice de desarrollo digital de la ITU (2024b); y el índice de Farhadi *et al.* (2013), quien usa dicho índice como *proxy* del desarrollo de las TIC en la modelación econométrica. Para México, la propuesta del IESD devela la evolución digital de los 32 estados, posiciona la relevancia del tema del nivel de digitalización –económica y social– a nivel estatal y en la política pública en materia digital.

Aquí se definirá digitalización como el nivel de desarrollo de las TIC, aproximado por el nivel socioeconómico de los hogares, la dotación de activos TIC y habilidades digitales en el uso especializado del internet. La inclusión de variables socioeconómicas se justifica por la existencia de desigualdades económicas y sociales entre los estados, como pobreza, informalidad laboral o bajo nivel educativo, entre otros. A continuación se describen los aspectos metodológicos para la construcción del IESD.

4. ASPECTOS METODOLÓGICOS Y DATOS UTILIZADOS

En términos metodológicos, el uso de variables TIC para la construcción de índices son una herramienta útil al considerar una mayor cantidad de información y robustez. El insumo principal para este trabajo fue el procesamiento de microdatos de la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de las Telecomunicaciones en los Hogares (ENDUTIH), para el periodo 2015-2023⁴ (INEGI, 2015 a 2023), de los cuestionarios de viviendas, hogares y usuarios. Con excepción del 2019,⁵ la muestra es representativa a nivel nacional y estatal, comparable tanto para hogares como para usuarios⁶. Adicionalmente, no existe una variación considerable en la estadística de algunas variables de telecomunicaciones publicadas a nivel de país por la OCDE y la estadística de la ENDUTIH.⁷

A diferencia de las metodologías ensayadas en otros estudios, por ejemplo, Farhadi *et al.* (2013) (ocho indicadores en tres categorías: acceso, uso e indicadores de educación y habilidades), la ITU (2024b) (14 indicadores en tres categorías: acceso, uso y habilidades), Katz y Koutroumpis (2013) (16 indicadores en seis componentes, relacionados con asequibilidad, infraestructura TIC, uso y capital humano), o el mencionado DESI para países europeos, la selección de variables socioeconómicas y de TIC (acceso, uso y habilidades) responde al uso de microdatos de la ENDUTIH y a sus unidades de análisis (viviendas, hogares y usuarios), lo que posibilita la construcción del índice a través del tiempo para los 32 estados.

Para la construcción del IESD se utilizaron 20 variables, divididas en tres categorías: 1) condiciones de la vivienda (medir las condiciones mínimas de satisfactores básicos); 2) disponibilidad de activos y servicios TIC (aproximar

⁴ La selección de la muestra por grupos de edad depende del análisis a realizar, por ejemplo, Lera-López *et al.* (2021) seleccionan personas mayores de 25 años al relacionar el uso de internet con el promedio de años de escolaridad; Lera-López *et al.* (2009) seleccionan personas mayores de 16 años.

⁵ Se estimaron los valores del año 2019 mediante interpolación, lo que no alteró la tendencia de los indicadores utilizados.

⁶ No se emplearon años anteriores al 2015 de la encuesta porque no son comparables (INEGI, 2015 a 2023), además de cambios en las definiciones y nomenclatura de las variables.

⁷ A nivel de países, el indicador por antonomasia como referente de la infraestructura tecnológica es el número de suscripciones a internet de banda ancha fija; la ITU reportó 26.64 millones para México para 2023 (ITU, 2024a), mientras que el número de hogares con conectividad a internet fijo en la ENDUTIH fue de 26.15 millones.

las condiciones mínimas para la inclusión digital); y 3) habilidades digitales (reflejo del capital humano para interactuar en la sociedad y en la economía).

El cálculo del índice se realizó mediante un promedio simple, con ponderaciones de 0.20, 0.40 y 0.40, respectivamente. El considerar aspectos socioeconómicos de los hogares no es menor, ya que se basa en el carácter de inasequibilidad persistente del servicio de internet.⁸

En la tabla 1 se enlistan las variables para construir el IESD, definiciones y pesos. Todas las variables son dicotómicas, toman el valor de 1 cuando la respuesta es afirmativa, a nivel del hogar o del individuo.

El panel de datos se complementa con variables agregadas a nivel estatal que influyen en el comportamiento de la interacción entre variables TIC y el crecimiento económico, a saber, la inversión pública, las exportaciones y la inversión extranjera directa (Datta y Agarwal, 2004; Katz y Koutroumpis, 2013; Pradhan *et al.*, 2018) (véase figura 1). El resultado fue la conformación de un panel de datos con 288 observaciones (32 entidades federativas y nueve años) y un código de programación en el paquete STATA versión 17.

Tabla 1. Variables socioeconómicas, TIC y de habilidades digitales

<i>Variable (indicador)</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ponderación</i>
<i>Condiciones del hogar (cuestionario de viviendas)</i>		0.20
1 Sin piso de tierra	La mayor parte del piso de la vivienda no es de tierra	0.029
2 Agua potable	Dispone de agua entubada dentro de la vivienda	0.029
3 Drenaje	Tiene drenaje o desagüe conectado a la red pública	0.029
4 Energía eléctrica	Dispone de energía eléctrica	0.029
5 Refrigerador	Dispone de refrigerador	0.029
6 Lavadora	Dispone de lavadora	0.029
7 Vehículo	Dispone de automóvil o camioneta	0.029
<i>Activos TIC en el hogar (cuestionario de hogares)</i>		0.40
8 internet	Dispone de conexión a internet en el hogar	0.05

Continúa

⁸ Para 2023 (INEGI, 2023b) 58.1% de los hogares mencionaron el factor económico como la principal razón para no contar con internet, seguido de no le interesa y no sabe usarlo (24.7 y 8.9%, respectivamente).

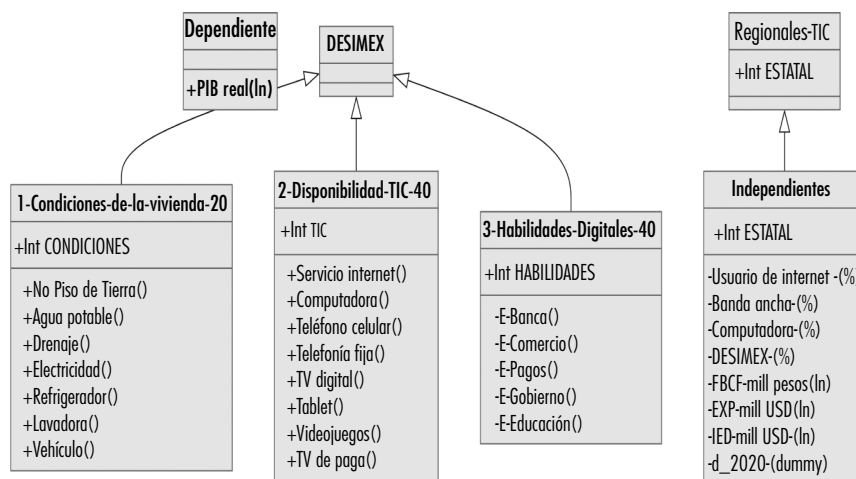
Tabla 1. Variables socioeconómicas, TIC y de habilidades digitales (continuación)

<i>Variable (indicador)</i>	<i>Descripción</i>	<i>Ponderación</i>
<i>Activos TIC en el hogar (cuestionario de hogares)</i>		0.40
9 Computadora	Dispone de computadora de escritorio (teclado, monitor y CPU se encuentran separados) o de computadora portátil (teclado, monitor y CPU se encuentran integrados físicamente)	0.05
10 Teléfono móvil	Dispone de teléfono celular móvil (por cualquiera de los integrantes)	0.05
11 Telefonía fija	Dispone de línea telefónica fija (puede ser telefonía celular fija)	0.05
12 TV digital	Dispone de pantalla plana (televisor digital, LCD o LED)	0.05
13 Tablet	Disponen de tablet (teclado y puntero virtuales en la pantalla táctil)	0.05
14 Consola de videojuegos	Dispone de consola de videojuegos	0.05
15 TV de paga	Dispone de servicio de televisión de paga	0.05
<i>Habilidades digitales (cuestionario de usuarios)</i>		0.40
16 Banca móvil	En los últimos tres meses hizo uso de la banca electrónica.	0.08
17 Comercio electrónico	En los últimos 12 meses: realizó ventas por internet o realizó compras por internet (excluyendo compras por motivo de trabajo e incluyendo las realizadas por su negocio).	0.08
18 Pagos digitales	En los últimos 12 meses realizó pagos por internet, por compras o algún servicio.	0.08
19 Gobierno electrónico	En los últimos 12 meses ha realizado alguna de las siguientes actividades: comunicarse con el gobierno, consultar información del gobierno, descargar formatos del gobierno, realizar trámites del gobierno u otra interacción con él.	0.08
20 Educación en línea	En los últimos tres meses ha utilizado el internet para cualquiera de las siguientes actividades: realizar capacitación para el trabajo, tomar cursos para complementar la educación, tomar tutoriales sobre algún tema de interés u otro tipo de capacitaciones.	0.08
Total		1.00

Nota: en las habilidades se reporta la definición de la ENDUTIH 2023, respecto al 2015 se notan algunas diferencias en el contenido del instrumento: Banca móvil, en 2015 se preguntó si, en los últimos 12 meses, el usuario realizó operaciones bancarias en línea; Comercio electrónico, en 2015 se preguntó si, en los últimos 12 meses, el usuario hizo compras por internet, ordenó o compró productos o hizo compras por internet (incluyendo las realizadas para su negocio y excluyendo las que fueron por motivos de trabajo); Pagos digitales, en el 2015 se preguntó si, en los últimos 12 meses, el usuario realizó pagos por internet; Gobierno electrónico, en el 2015 se captó sólo información de tres actividades: interactuar con el gobierno, descargar formatos de gobierno y para llenar enviar formatos de gobierno; y Educación en línea, en 2015 se captó sólo la opción "Para apoyar la educación".

Fuente: elaboración propia con base en las ENDUTIH 2015 a 2023.

Figura 1. Variables TIC y regionales que influyen en el crecimiento económico estatal, 2015-2023



Notas: DESIMEX (Digital Economy and Society Index of Mexico, por sus siglas en inglés); la variable dependiente es el PIB real en millones de pesos (por conveniencia, PIB). En los recuadros 1, 2 y 3 se enlistan las variables para la construcción del IESD: Condiciones de la vivienda, Disponibilidad TIC y Habilidades digitales. En la parte inferior derecha se enlistan las variables económicas: FBCF: Formación bruta de capital fijo (millones de pesos) o inversión pública; EXP: exportaciones (millones de USD\$); IED: Inversión Extranjera Directa (millones de USD\$); las variables TIC individuales: usuario de internet dentro o fuera del hogar, en los últimos tres meses (UI), usuario de teléfono móvil (UM), servicio de internet en el hogar (SI) y computadora en el hogar (DC) y el IESD (DESIMEX).

Fuente: elaboración propia con base herramienta Mermaid (2025) y con información de ENDUTH-INEGI (2015 a 2022; 2023b), INEGI (2023c, 2023d, 2023e) y Secretaría de Economía (2023).

La clasificación de estados con PIB alto y con PIB bajo, mediante el PIB real per cápita del 2023 (véase Anexo 4),⁹ se hizo para medir el efecto diferenciados de las variables de digitalización en el crecimiento económico (Abramovitz, 1986; Díaz *et al.*, 2016; Singh y Kumari, 2023) o lo que Koutroumpis (2009) denomina como externalidades de red, en el sentido de un efecto no lineal de las TIC en el crecimiento, lo que da como resultado retornos mayores que los proporcionales cuando se alcanzan ciertos niveles de masa crítica. Los valores de variables agregadas en cada uno de los grupos de estados (véase Anexo 5)

⁹ Para dimensionar las diferencias se encontró que, comparando los años 2015 y 2023, el PIB per cápita del estado más rico era 11.3 y 7.6 veces, respectivamente, el del estado con menos progreso; en el caso del DESI la relación se mantuvo en 1.7 veces (considerando que la escala del IESD es menor).

da cuenta del estadio diferente de desarrollo económico y de desarrollo digital. Por ejemplo, la variable de uso de internet se presenta como una fase inicial, mientras que variables como disponibilidad de computadora en el hogar o la variable del IESD indicarían un estadio superior, relacionado con un uso especializado del internet.¹⁰

5. MODELACIÓN ECONÓMETRICA Y RESULTADOS

Dada la relación no contemporánea entre variables de digitalización y crecimiento económico se plantean modelos de panel dinámico. La estructura de los datos y el contexto del análisis (para estados de un país y no para países) permitieron ensayar dos técnicas de regresión. En primer lugar, el uso del método de diferencias GMM (Arellano y Bond, 1991) y, en segundo lugar, el método de sistema GMM (Blundell y Bond, 1998; Roodman, 2009). El primer modelo elimina los efectos fijos no observados y utiliza rezagos de la variable endógena y exógenas como instrumentos para eliminar problemas de endogeneidad (Ruiz-Porras, 2012). Ambos tipos de modelos tienen la particularidad de ajustar aspectos de panel de datos, correlación serial, heteroscedasticidad y endogeneidad.

El modelo de sistema GMM permite superar deficiencias del modelo tradicional de Arellano y Bond (1991). Uno de los casos es cuando los instrumentos son débiles o no válidos, en este caso, el modelo de sistema GMM es capaz de combinar variables en niveles y en diferencias, soluciona el problema de variables explicativas potencialmente endógenas y permite superar problemas de heteroscedasticidad mediante estimaciones más robustas.

En cuanto a las variables, por conveniencia, todas fueron transformadas en logaritmos, lo que facilita el análisis y la interpretación de resultados en términos de elasticidades, aislando el efecto instantáneo de cada variable independiente sobre la dependiente. El modelo de regresión canónico de panel dinámico en niveles tiene la forma siguiente:

$$y_{i,t} = \alpha y_{i,t-1} + \beta_i X_{i,t} + \eta_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

¹⁰ Para Ragnedda (2019) estas variables se ubicarían entre la segunda y tercera fase de la brecha digital.

Donde:

- i = representa los estados (32 estados);
- t = los años (2015 al 2023);
- α = Coeficiente que mide el efecto persistente de la variable dependiente;
- $Y_{i,t}$ = es la variable dependiente para la unidad i en el tiempo t ;
- $Y_{i,t-1}$ = variable dependiente rezagada;
- $X_{i,t}$ = Vector de variables independientes (variables explicativas, el IESD, las TIC individuales y las agregadas);
- β_i = Vector de coeficientes asociados a las variables;
- η_i = Efectos específicos no observados de la unidad i ;
- ε_i = Error idiosincrático.

Debido a la cantidad reducida de periodos y un número no tan grande de grupos no se utilizó el tipo de modelo con variables independientes exógenas, es decir, no se utilizaron operadores de rezagos en estas variables para tener un mayor control sobre el número de instrumentos (Mileva, 2007). Previamente, se realizó el procedimiento para validar que la mejor especificación de modelos es la de panel de datos, es decir, se corrió la prueba del multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan (BPLM, por sus siglas en inglés), que permite conocer si se tiene un efecto de panel. En los tres casos se rechazó la hipótesis nula (véase tabla 2).

Tabla 2. Validación de especificación de modelo de panel

<i>Modelos comparados</i>	<i>Prueba</i>	<i>Chi²</i>	<i>Prob > Chi²</i>	<i>Decisión</i>
FE vs. RE (todos los estados)	BPLM test	521.66	0.00	Efecto de panel
FE vs. RE (estados con PIB alto)	BPLM test	257.24	0.00	Efecto de panel
FE vs. RE (estados con PIB bajo)	BPLM test	283.36	0.00	Efecto de panel

Notas: FE, modelos de efectos fijos; RE: modelos de efectos aleatorios.

Fuente: estimaciones propias.

Se corren seis regresiones usando especificaciones de panel dinámico. En los primeros tres se corren modelos dinámicos del tipo *differenced GMM estimators*, el cual es particularmente útil cuando se tienen muchos grupos y pocos periodos, pueden incluirse variables independientes exógenas, predetermina-

das y/o endógenas (Labra y Torrecillas Bautista, 2018). En lo tres restantes se ejecutaron modelos dinámicos tipo *system GMM*, con la finalidad de reafirmar los resultados y utilizar más variables como instrumentos (Roodman, 2009).

La técnica de Arellano y Bond (1991) permite atender problemas de endogeneidad y multicolinealidad mediante el uso de variables instrumentales.

La forma funcional del modelo dinámico del tipo sistema GMM, para eliminar efectos individuales (η_i), tiene la siguiente forma:

$$\Delta y_{i,t} = \alpha \Delta y_{i,t-1} + \beta' \Delta X_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (2)$$

Con la finalidad de obtener resultados diferenciados en los coeficientes para cada una de las muestras (todos los estados, estados con PIB alto y estados con PIB bajo) y por su referente en la literatura (Farhadi *et al.*, 2013; Gerpott y Ahmadi, 2015; Jyoti y Singh, 2023), se analizan simultáneamente la variable del índice IESD y las cuatro variables TIC individuales.

Sustituyendo por las variables la regresión queda así:

$$\begin{aligned} PIB_{i,t} = & \alpha_0 + \alpha PIB_{i,t-1} + \beta_1 IESD_{i,t} + \beta_2 IU_{i,t} + \beta_3 MU_{i,t} \\ & + \beta_4 SI_{i,t} + \beta_5 DC_{i,t} + \beta_6 IP_{i,t} + \beta_7 EXP_{i,t} \\ & + \beta_8 IED_{i,t} + d_{2020} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (3)$$

Donde:

$PIB_{i,t}$ = Variable dependiente. PIB real a precios del año 2013.

$\alpha PIB_{i,t-1}$ = Término que representa el efecto memoria o dependencia del pasado.

$IESD$ = Índice de economía y sociedad digital, compuesto por 20 variables, en tres categorías.

UI = Usuario de internet, al menos una vez en los últimos tres meses (cuestionario de usuarios).

MU = Usuario de teléfono celular, al menos una vez en los últimos tres meses (cuestionario de usuarios).

SI = Conexión a internet en el hogar (cuestionario de hogares).

DC = Computadora en el hogar, de escritorio o portátil (cuestionario de hogares).

IP = Inversión pública o formación bruta de capital fijo. En pesos mexicanos.

EXP = Valor de las exportaciones de mercancías, producto del intercambio comercio de México con el resto del mundo. En USD\$.

IED = Flujos de Inversión Extranjera Directa, al cierre de cada año. En USD\$.

d_{2020} = Permite captar el efecto de la caída en el PIB a causa de la pandemia por Covid-19.

α_0 = Constante. Se obtiene un valor para cada una de las tres muestras utilizadas.

$\varepsilon_{i,t}$ = Término de error que representa la variabilidad no explicada en el modelo.

En todas las variables explicativas se espera que el efecto sea positivo. El subíndice i contempla los 32 estados en las primeras dos regresiones; 16 estados con PIB alto en las siguientes dos regresiones y 16 estados con PIB bajo en las últimas dos regresiones.

El modelo de sistema GMM permite agregar condiciones de momentos en niveles. En general este modelo es idóneo porque: 1) permite calcular dos estimadores, el estimador *difference GMM* y el estimador aumentado o *system GMM* (Bond, 2002); 2) se logran estimadores más eficientes en dos etapas que en una etapa y permite una corrección de muestra finita para la matriz de covarianza de dos pasos (Windmeijer, 2005), logrando estimadores confiables y robustos; y 3) permite superar el problema de proliferación de instrumentos.

Las expresiones de las dos ecuaciones del modelo de panel de datos de sistema GMM son:

$$y_{i,t} = \alpha_i + \gamma y_{i,t} + \beta x_{i,t} + v_{i,t} \quad (\text{en niveles}) \quad (4)$$

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \gamma \Delta y_{i,t-1} + \beta \Delta x_{i,t} + \Delta v_{i,t} \quad (\text{en diferencias}) \quad (5)$$

De forma análoga, sustituyendo las variables del modelo, la expresión de la ecuación queda de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} PIB_{i,t} = & \alpha_i + PIB_{i,t-1} + \beta_1 IESD_{i,t} + \beta_2 UI_{i,t} + \beta_3 MU_{i,t} \\ & + \beta_4 SI_{i,t} + \beta_5 DC_{i,t} + \beta_6 IP_{i,t} + \beta_7 EXP_{i,t} + \beta_8 IED_{i,t} \\ & + \beta_9 d_{2020} + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (6)$$

Sustituyendo las variables y la especificación del modelo de panel de datos de sistema GMM (Roodman, 2009)¹¹ se corrió la ecuación en el software STATA. Los resultados de ambas especificaciones se presentan en la tabla 3.

6. DISCUSIÓN E IMPLICACIONES

Con la finalidad de superar problemas de endogeneidad, multicolinealidad y correlación serial, la modelación econométrica de panel dinámico es idónea para muestras con muchas secciones cruzadas y pocos periodos. Se prueba el efecto que tendría el IESD en el crecimiento económico para México.

El hallazgo principal del modelo es la capacidad de explicación que tiene el IESD sobre el crecimiento económico. Considerando a todos los estados, un incremento de 1% en dicho índice impulsa *ceteris paribus* el PIB nacional entre 0.054 y 0.058%, efecto similar al valor de 0.064% encontrado por Rabanal (2024), quien utiliza el porcentaje de hogares con conexión a internet, y el de Katz y Koutroumpis (2013) 0.06%, quienes utilizan un índice de digitalización. El efecto del IESD para el grupo de estados con PIB alto aumenta en más del doble, 0.134%, valor ligeramente superior al estimado para países desarrollados por el BM (Qiang *et al.*, 2009), de 0.121%, utilizando como variable la conectividad a internet de banda ancha, ligeramente inferior al de Alderete (2017), 0.184% y similar al valor encontrado por Farhadi *et al.* (2013) de 0.15%. Los resultados también están en línea con el trabajo de Singh y Kumari (2023), quienes encuentran sólo efectos positivos de variables de telecomunicaciones en el grupo de países ricos, un incremento del PIB de 0.08 y 0.06%, utilizando variables como suscripciones a telefonía fija y de usuarios de internet, respectivamente.

¹¹ También se conoce como modelo estimador de sistema GMM (Arellano y Bover, 1995), el cual supone que no hay autocorrelación en los errores idiosincráticos y exige que los efectos a nivel de panel no estén correlacionados con la primera diferencia de la primera observación de la variable dependiente. En términos prácticos se corrió el comando *xtdpdsys* en STATA con: 1) la inclusión –como regresora– de la variable dependiente rezagada; 2) el uso de un rezago como covariable o instrumento de la variable dependiente, *lags(1) maxldep(1)*; 3) la instrucción *twostep* para dar cuenta del *system GMM* para limitar la proliferación de instrumentos, y; 4) la inclusión de *artests(2)* para probar la autocorrelación serial de orden 1 y de orden 2 en los errores en diferencias del modelo estimado. Finalmente, *xtdpdsys* es una extensión de la especificación del modelo *xtabond*.

Tabla 3. Estimación del impacto de variables de digitalización en el crecimiento económico mediante modelos de panel dinámico, 2015-2023

Variable / Grupo de estados	Diferencias GMM			Sistema GMM		
	Todos	Con PIB alto	Con PIB bajo	Todos	Con PIB alto	Con PIB bajo
L.PIB	0.103*** [-0.0273]	0.129*** [-0.0425]	0.118*** [-0.0295]	0.508*** [-0.0541]	0.649*** [-0.118]	0.377*** [-0.117]
IESD	0.0583** [-0.0252]	0.134** [-0.0528]	0.0518 [-0.0337]	0.0538** [-0.0254]	0.136 [-0.0852]	0.0206 [-0.0639]
Usuarios de internet	0.046 [-0.0349]	0.140* [-0.0799]	0.0193 [-0.042]	-0.0107 [-0.037]	-0.15 [-0.26]	-0.00503 [-0.212]
Usuarios de teléfono móvil	-0.264*** [-0.058]	-0.484** [-0.195]	-0.221 [-0.162]	-0.00575 [-0.106]	0.26 [-0.503]	-0.0342 [-0.239]
Servicio de internet	-0.0224 [-0.0283]	0.0529 [-0.0463]	-0.0252 [-0.0413]	-0.0303 [-0.021]	-0.0212 [-0.0518]	-0.0662* [-0.0369]
Computadora en el hogar	-0.0344 [-0.0352]	-0.139** [-0.0689]	-0.0318 [-0.0442]	0.123** [-0.0574]	0.0154 [-0.0931]	0.233** [-0.0943]
Inversión pública	0.00908*** [-0.00269]	0.0100*** [-0.0011]	0.00772** [-0.00328]	0.0152*** [-0.00321]	0.0174*** [-0.00184]	0.00881*** [-0.00289]

Exportaciones	0.0629*** [-0.0165]	0.0103 [-0.0146]	0.0660*** [-0.0148]	0.0214*** [-0.00648]	-0.019 [-0.0141]	0.0589*** [-0.0159]
IED	-0.000434 [-0.00178]	-0.00152 [-0.00263]	-0.000252 [-0.00189]	0.00144 [-0.00164]	-0.00125 [-0.00351]	0.00101 [-0.00229]
d_2020	-0.0627*** [-0.0035]	-0.0686*** [-0.00446]	-0.0678*** [-0.00289]	-0.0909*** [-0.00378]	-0.0961*** [-0.00932]	-0.0843*** [-0.0106]
Constante	12.13*** [-0.453]	12.83*** [-0.78]	11.65*** [-0.713]	5.706*** [-0.896]	3.819 [-2.386]	7.029*** [-1.886]
Observaciones	224	112	112	224	112	112
Wald	1 001.41	1 428.82	2 586.56	2 964.3	1 479.82	375.22
Grupos/Instrumentos	32/17	16/17	16/17	32/24	16/24	24/16
Sargan test	0.0002	0.0241	0.0500	0.0189	0.5201	0.7075
AR(1)	0.4367	0.7040	0.0378	0.0040	0.0134	0.0250
AR(2)	0.3151	0.7926	0.3189	0.7410	0.6345	0.8117

Notas: valores de la desviación estándar en corchetes.

Fuente: elaboración propia.

En los estados con bajo PIB, el IESD no tiene efecto alguno en el crecimiento económico; lo anterior es consistente con el argumento de la necesidad de una masa crítica (Koutroumpis, 2009; Mariscal, 2022) para el aprovechamiento de la digitalización. La variable de usuario de teléfono móvil confirma el estadio de desarrollo superado por México, al encontrarse un efecto negativo en el crecimiento económico, sobre todo entre los estados ricos, aunque queda pendiente la provisión de un servicio de calidad y una estructura de mercado no concentrado (Mariscal, 2022).

Es interesante que el efecto de la variable disponibilidad de computadora sea positivo en las especificaciones de modelos dinámicos de sistema y que el efecto sea mayor entre los estados pobres, un incremento del 1% en el IESD incrementa el PIB en 0.233%. Este último resultado contrasta con el obtenido por Jacobsen (2003), quien encontró en el periodo 1990-1999 un efecto positivo de las computadoras personales en países desarrollados y no para los países en desarrollo, consideradas bienes necesarios en el primer tipo de países y de lujo en los segundos. Esta idea de la computadora como bien no básico es consistente con el porcentaje de hogares con computadora en México, pues entre 2015 y 2023 este valor se redujo de 44.9 a 43.8% (INEGI 2015 y 2023), resultado aparentemente contradictorio con el efecto de la pandemia por Covid-19, sobre el uso intensivo del internet, la tecnología y dispositivos electrónicos.¹²

Asimismo, otro rubro a destacar es el efecto de variables agregadas en el crecimiento económico. Invariablemente, un incremento de la inversión pública tendría un efecto positivo en el desempeño económico, mucho mayor para los estados con PIB alto que para los de PIB bajo. En el caso de las exportaciones, el efecto se valida sólo para los estados ricos donde un incremento del 1% aumenta el PIB entre 0.063 y 0.066%, consistente con el perfil industrial, manufacturero y exportador de dichas entidades; la nulidad del efecto en estados con PIB bajo es señal del patrón de crecimiento económico y estrategia de crecimiento histórica, orientada al exterior y a la recepción de inversiones, en contraste con el rezago de estados del sur-sureste.

Respecto a la validez de los modelos, en primer lugar, el estadístico de Wald indica que, en conjunto, los coeficientes de las variables explicativas del modelo son estadísticamente significativas, es decir, impactan al comportamiento del PIB (un argumento débil, ya que indica que el valor de al menos uno de los coeficientes es distinto de cero); en segundo lugar, el número de instrumentos debe ser menor al número de grupos, sólo en modelos con toda la muestra

¹² Por un lado, ocasionó una tendencia hacia la masificación del uso de la tecnología (en la escuela, en el trabajo, en nuevos modelos de negocio y ocupaciones) y, por otro, la presión económica en los hogares, causada por la desaceleración económica, el aumento de la inflación y la reducción del ingreso.

se cumple dicha condición, misma que está influenciada negativamente por el panel de datos utilizados, al dividirla en dos se reduce automáticamente el número de grupos; asimismo, en este tipo de modelos no resulta adecuado el validar el test de Sargan, ya que el uso de instrumentos ocasiona una sobreidentificación del modelo;¹³ y en tercer lugar, se busca que no exista correlación serial de segundo orden en los residuos ($AR(2)$), en todas las especificaciones no se rechazó la hipótesis nula de que no existe autocorrelación, por lo que los modelos son válidos.

Los resultados de la modelación econométrica son reveladores de la posible ruta a seguir por los hacedores de política pública en materia de inversiones en telecomunicaciones e impulso del sector. Por un lado, para los estados con bajo ingreso el mayor efecto multiplicador estaría dado por el incremento en la disponibilidad de computadoras (por encima de los documentados en la literatura), por la inversión pública y las exportaciones. En los estados con ingreso alto el aprovechamiento de la digitalización traería mayores dividendos económicos, en términos de ingreso agregado, empleo y desarrollo industrial, mientras que en estados económicamente rezagados la estrategia apremiante indica la inversión en infraestructura física, conectividad (medios de transporte) y alentar las vocaciones productivas en el sector servicios.

7. CONCLUSIONES

Se construyó un panel de datos para México, con desagregación por entidad federativa para el periodo 2015-2023, que permitió indagar sobre la relación causal entre un índice de digitalización económico y social y el crecimiento económico. Se validó un efecto positivo y estadísticamente significativo, un incremento del 1% en el IESD impulsa el PIB total en 0.058%, efecto que se duplica cuando se toma a la muestra de estados con PIB alto, 0.134%. Consistente con la literatura revisada, es factible relacionar crecimiento económico con digitalización utilizando información de hogares o individuos como unidad de análisis. Asimismo, los hallazgos confirman y sugieren: *i)* el liderazgo de estados con mayor progreso económico y el aprovechamiento potencial de la digitalización como instrumento de política industrial; *ii)* la estrecha relación entre desempeño económico, digitalización y capital humano; y, *iii)* la valida-

¹³ De acuerdo a la literatura (Roodman, 2009), se recomienda validar la sobreidentificación o no de instrumentos en el modelo dinámico mediante el comando *xtabond2* en Stata. Dicho comando arroja el test de Hansen, que permite validar la restricción de sobreidentificación (un *p-value* de Chi2 por encima de 0.05 valida el uso de los instrumentos).

ción de hechos estilizados del impacto positivo y diferenciado de variables de digitalización en el crecimiento económico; y *iv*) la importancia de enfocar la lupa en el tema de habilidades digitales, para aprovechar al máximo el potencial de la conectividad, condicionado a la existencia de capacidades institucionales, infraestructura física y tecnológica y regulación de mercados.

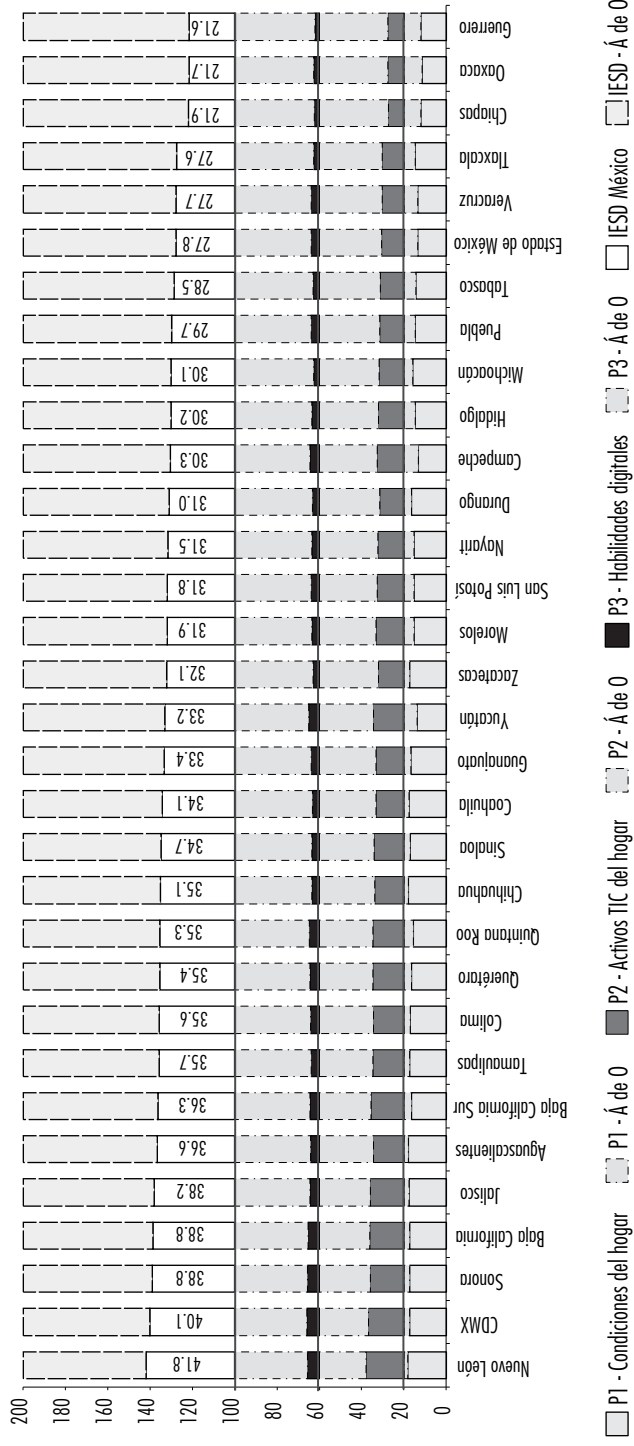
Con base en la revisión de la literatura y estudios que se han realizado para México, esta investigación es novedosa por los aportes siguientes: *i*) medición y análisis en el tiempo de un índice de economía y sociedad digital para los 32 estados, lo que se realiza comúnmente para grupos de países, por organismos internacionales (ITU, 2024b; EC, 2022), mientras que en México la mayoría de estudios que utilizan índices relacionados con las TIC son de corte transversal (Escobar y Sámano, 2018; Martínez-Domínguez y Mora-Rivera, 2020; Rodríguez, 2019); *ii*) validar empíricamente el impacto de un índice de digitalización en el crecimiento económico, con información microeconómica y de fuentes secundarias, diferenciando su efecto según el nivel económico de los estados, a diferencia de estudios que utilizan variables TIC individuales (Figueroa Hernández *et al.*, 2021; González, 2020; Rabanal, 2024); y, *iii*) posicionar el enfoque de la estrecha relación entre las TIC y el crecimiento económico, como rubro con potencial real para dinamizar la economía nacional.

Cabe destacar que una de las limitaciones de este trabajo fue la carencia de información de ingreso o gasto de los hogares, no disponible en la ENDUTIH, además de la ausencia de variables de capital humano, como la educación terciaria, la inversión en ciencia y tecnología o la productividad. Es importante señalar que el análisis se realizó en un periodo de desaceleración económica, en la que la tasa de crecimiento media anual del PIB real fue de 0.28% y al tomar el PIB real per cápita fue de -1%; elementos a considerar en el diseño de una política industrial digital ambiciosa y de largo plazo. Queda como área de oportunidad el profundizar en el análisis del proceso de digitalización en México a nivel regional o territorial, atendiendo vocaciones productivas, científicas y de dotación de recursos. Es por ello que esta investigación abre una brecha para futuras investigaciones, sobre el impacto de la economía digital en el ámbito económico y social.

Es evidente que la reducción del gasto en conectividad a internet fijo y en computadoras en los hogares mexicanos obedece a la coyuntura económica y a la desaceleración económica, por lo que cualquier estrategia de impulso a la conectividad en la era digital implicará el diseño de esquemas de subsidios a la conectividad, aumentar el desarrollo de contenidos de acceso libre, la colaboración entre entes privados y gubernamentales, así como una nueva política pública en materia digital, centrada en la economía digital, que responda a los desafíos de una sociedad hiper conectada.

ANEXOS

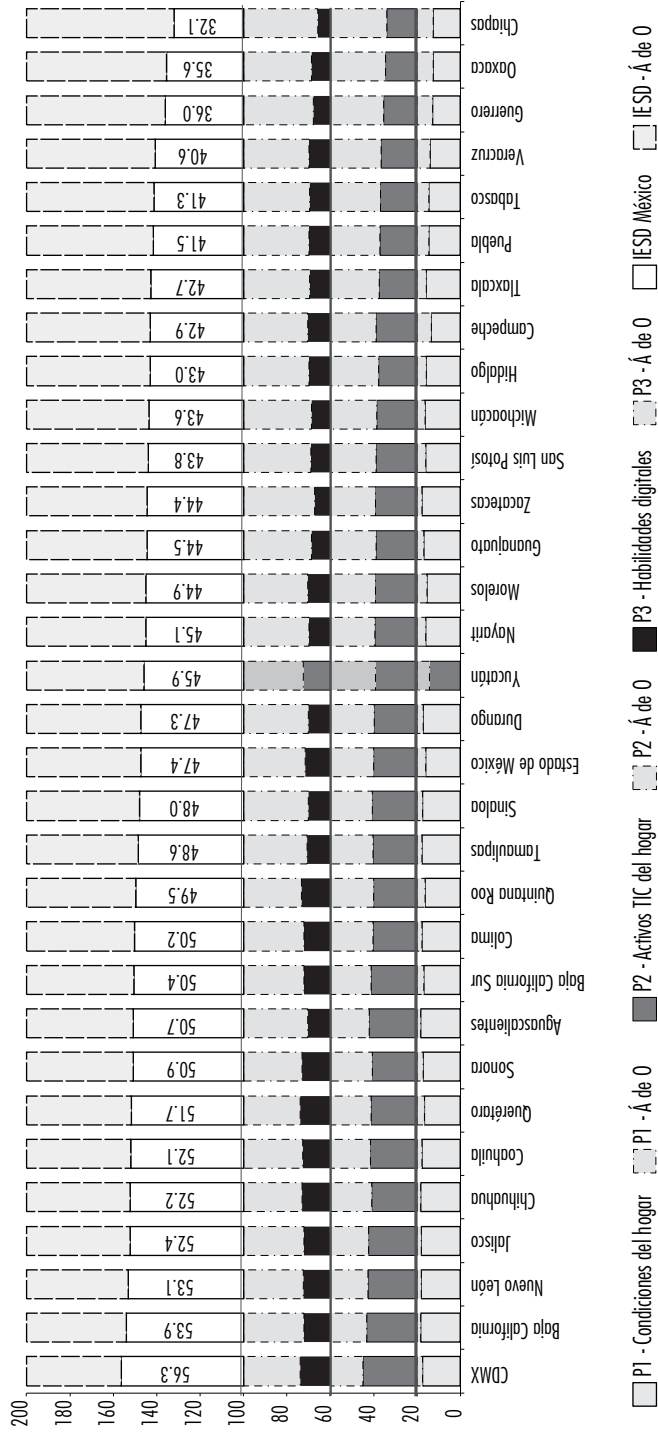
Anexo 1. Desglose del IESD, por entidad federativa, 2015



Nota: Á de 0: área de oportunidad.

Fuente: elaboración propia.

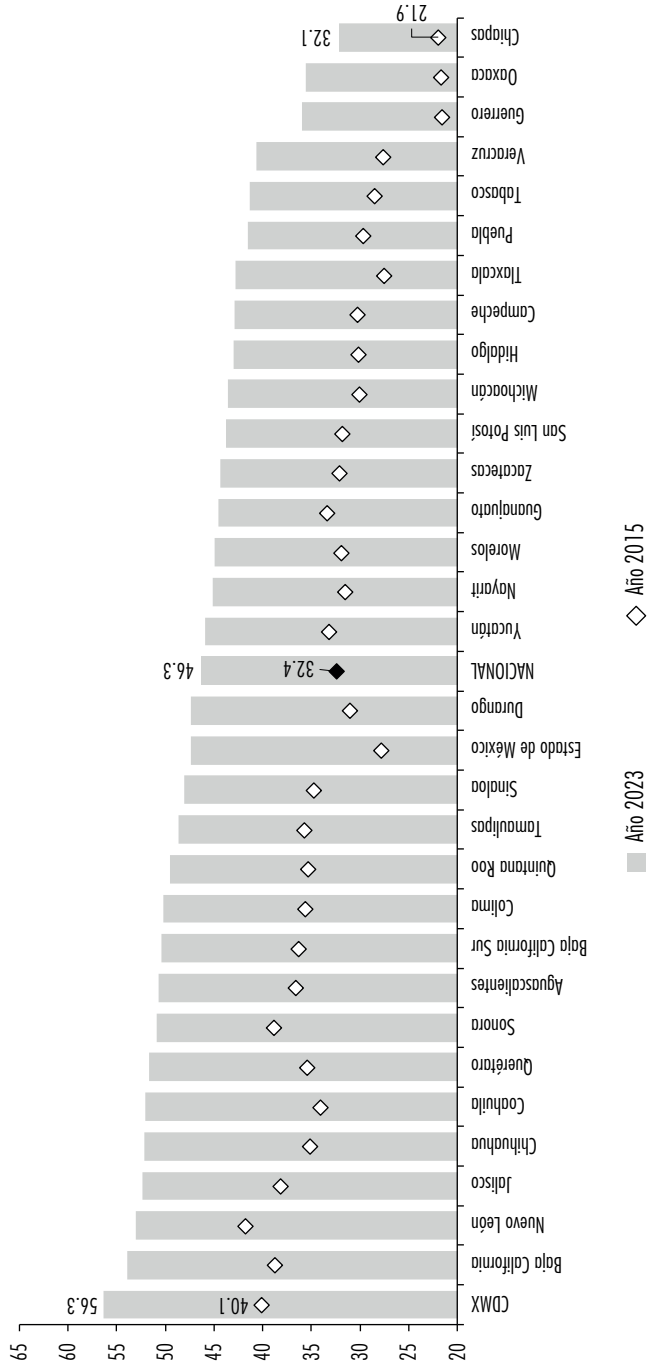
Anexo 2. Desglose IESD, por entidad federativa, 2023



Nota: Á de O: área de oportunidad.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 3. Comparativo del IESD, por entidad federativa, 2015 y 2023



Nota: se resalta los valores del promedio nacional y los valores más altos y bajos de cada año.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 4. Entidades según nivel económico, 2023

<i>Entidad federativa</i>	<i>PIB Alto</i>		<i>Entidad federativa</i>	<i>PIB Bajo</i>	
	<i>PIB real per cápita (miles de pesos)</i>	<i>PIB real (millones de pesos)</i>		<i>PIB real per cápita (miles de pesos)</i>	<i>PIB real (millones de pesos)</i>
Campeche	466.1	442 891	Quintana Roo	159.1	321 394
CDMX	377.5	3 481 063	Sinaloa	159.0	499 562
Nuevo León	301.0	1 866 999	Durango	155.0	294 354
Coahuila	270.2	896 051	Yucatán	146.4	359 047
Tabasco	261.7	642 406	Zacatecas	130.5	219 609
Sonora	248.7	766 319	Michoacán	129.2	639 506
Baja California	227.3	911 445	Veracruz	126.1	1 025 312
Chihuahua	224.1	884 885	Hidalgo	125.7	405 858
Querétaro	220.8	564 790	Morelos	123.4	250 672
Aguascalientes	203.0	306 698	Estado de México	122.6	2 146 366
Jalisco	199.3	1 741 264	Nayarit	122.6	158 693
Tamaulipas	198.5	731 448	Puebla	114.0	787 229
Baja California Sur	192.1	166 738	Tlaxcala	100.5	141 971
Colima	190.7	144 401	Oaxaca	94.9	405 915
San Luis Potosí	173.3	507 977	Guerrero	82.8	298 486
Guanajuato	167.5	1 075 927	Chiapas	61.7	366 896

Fuente: elaboración propia.

Anexo 5. Valores promedio en variables económicas y TIC para el periodo 2015-2023

<i>Variables</i>	<i>Total</i>	<i>PIB Alto</i>	<i>PIB Bajo</i>
PIB real (millones de pesos)	733 695.7	945 966.8	521 424.6
PIB real per cápita (miles de pesos)	193.9	260.2	127.6
Usuarios de internet	68.4	73.8	63.0
Usuarios de teléfono móvil	78.2	82.3	74.2
Hogares con internet	56.7	63.9	49.4
Hogares con computadora	38.1	43.0	33.2
IESD México	41.9	45.31	38.5
Inversión pública real (millones de pesos)	2 552.4	2 531.7	2 573.2
Inversión Extranjera Directa (millones de dólares)	1 049.4	1 568.2	530.7
Exportaciones (millones de dólares)	12 886	21 805.8	3 966.2

Fuente: elaboración propia.

BIBLIOGRAFÍA

- Abramovitz, M. (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. *The Journal of Economic History*, 46(2). <https://doi.org/10.1017/S0022050700046209>
- Aghion, P. y Howitt, P. (1998). *Endogenous growth theory*. MIT Press. <https://doi.org/10.1177/107049659800700313>
- _____ (2008). *The economics of growth*. MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262012638/the-economics-of-growth/>
- Alderete, M. V. (2017). An approach to the broadband effect on Latin American growth: A structural model. *Cuadernos de Economía; Bogotá*, 36(71). <http://dx.doi.org/10.15446/cuad.econ.v36n71.54717>
- Arellano, M. y Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2). <https://doi.org/10.2307/2297968>
- _____ y Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-components models. *Journal of Econometrics*, 68(1). [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01642-D](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01642-D)

- Blundell, R. y Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics*, 87(1). [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00009-8)
- Bond, S. R. (2002). Dynamic panel data models: A guide to micro data methods and practice. *Portuguese Economic Journal*, 1(2). <https://doi.org/10.1007/s10258-002-0009-9>
- Brenes-González, H. A. B.-. (2023). El uso del internet y su relación con el crecimiento económico: análisis para Nicaragua. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 19(19). <https://doi.org/10.22463/24221783.4030>
- Bukht, R. y Heeks, R. (2017). *Defining, conceptualising and measuring the digital economy*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3431732>
- Chen, L. y Kimura, F. (eds.) (2019). *Developing the digital economy in ASEAN*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429504853>
- Centro México Digital (CMD) (2024, noviembre). *IDDE 2024—CMD* [Asociación Civil]. CMD. <https://centromexico.digital/idde/2024/>
- Datta, A. y Agarwal, S. (2004). Telecommunications and economic growth: A panel data approach. *Applied Economics*, 36(15). <https://doi.org/10.1080/0003684042000218552>
- Díaz, H. E., Sosa, M. M. y Cabello, A. (2016). Educational level and differential impact of broad band on economic growth. *IOSR Journal of Economics and Finance (IOSR-JEF)*, 7(3). <https://doi.org/10.9790/5933-0703030110>
- _____, Sosa, M. M. y Cabello, A. (2018). Uso de TIC y productividad en México: un análisis subsectorial. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 25(1). <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.2528>
- EC (2022). *Digital Economy and Society Index (DESI) 2022* [Report]. Shaping Europe's digital future. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-economy-and-society-index-desi-2022>
- _____. (2024). Digital Decade DESI Visualisation tool. *DESI 2023 dashboard for the Digital Decade*. <https://digital-decade-desi.digital-strategy.ec.europa.eu/datasets/desi/charts>
- Escobar, R. y Sámano, Y. M. (2018). Disponibilidad regional de la infraestructura de telecomunicaciones. Un análisis multivariado. *El Trimestre Económico*, 85(340). <https://doi.org/10.20430/ete.v85i340.537>
- Farhadi, M., Rahmal, I., Sarmidi, T. y Kasimin, H. (2013). The role of Information and Communication Technology (ICT) development in economic growth: A dynamic Panel Data Approach. *International Journal on Advances in Information Sciences and Service Sciences*, 5(12). <https://doi.org/10.4156/AISS.VOL5.ISSUE12.8>

- Figueroa Hernández, E., Pérez Soto, F. y Godínez Montoya, L. (2021). El impacto del internet en el crecimiento económico de México. En Rózga Luter, R. E., Serrano Oswald, S. E. y Mota Flores, V. E. (coords.). *Innovación, turismo y perspectiva de género en el desarrollo regional* (vol. V, pp. 75-92). UNAM-IIIEC. <https://ru.iiiec.unam.mx/5597/>
- Fernández-Portillo, A., Almodóvar-González, M. y Hernández-Mogollón, R. (2020). Impact of ICT development on economic growth. A study of OECD European Union countries. *Technology in Society*, 63, 101420. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101420>
- Gerpott, T. J. y Ahmadi, N. (2015). Advancement of indices assessing a nation's telecommunications development status: A PLS structural equation analysis of over 100 countries. *Telecommunications Policy*, 39(2). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2014.11.007>
- González, J. M. (2020). *Crecimiento económico y difusión tecnológica: el caso de internet de banda ancha* [Tesis, Colegio de la Frontera Norte], p. 89. <https://posgrado.colef.mx/tesis/20181404/>
- Hanafizadeh, M. R., Saghaei, A. y Hanafizadeh, P. (2009). An index for cross-country analysis of ICT infrastructure and access. *Telecommunications Policy*, 33(7). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.03.008>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2015). <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2015/>
- _____ (2016). <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2016/>
- _____ (2017). <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2017/>
- _____ (2018). <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2018/>
- _____ (2019). <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2019/>
- _____ (2020). <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2020/>
- _____ (2021). <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2021/>
- _____ (2022). <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2022/>
- _____ (2023a). *Comercio Electrónico* [Gobierno]. Economía y Sectores Productivos. <https://www.inegi.org.mx/temas/vabcoel/>
- _____ (2023b). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2023*. <https://www.inegi.org.mx/programas/endutih/2023/>
- _____ (2023c). *Información económica*. Exportaciones por Entidad Federativa (EETF). https://www.inegi.org.mx/programas/exporta_ef/#tabulados
- _____ (2023d). *Estadística de finanzas públicas estatales y municipales*. <https://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/finanzaspublicas/FPEst.asp>

- _____ (2023e). *Producto Interno Bruto Trimestral, Año base 2018*. <https://www.inegi.org.mx/programas/pib/2018/>
- International Telecommunications Union (ITU) (2024a). *International Telecommunications Union—DataHub*. DataHub. <https://datahub.itu.int/>
- _____ (2024b). *Measuring digital development—ICT Development Index 2024*, p. 39. International Telecommunications Union. https://www.itu.int/hub/publication/d-ind-ict_mdd-2024-3/
- Jacobsen, K. F. L. (2003). *Telecommunications—A means to economic growth in developing countries? CMI Report, R 2003: 13*, 55. <https://www.cmi.no/publications/1732-telecommunications-a-means-to-economic-growth-in>
- Jiménez, M., Matus, J. A. y Martínez, M. A. (2014). Economic growth as a function of human capital, internet and work. *Applied Economics*, 46(26). <https://doi.org/10.1080/00036846.2014.925079>
- Jyoti, B. y Singh, A. (2023). *Does digitalization have a causal relationship with economic development?: An experience from a country-wise panel data statistical analysis* (pp. 34-61). <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-8397-8.ch003>
- Katz, R. (2009). Estimating broadband demand and its economic impact in Latin America. Proc. 3rd ACORN-REDECOM, 1-20. <https://shorturl.at/Rnp6Y>
- Katz, R. y Koutroumpis, P. (2013). Measuring digitization: A growth and welfare multiplier. *Technovation*, 33(10). <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2013.06.004>
- _____, Jung, J. y Valencia, R. (2023). Brecha de conectividad y necesidades de inversión en América Latina y el Caribe: una perspectiva económico-financiera. *IDB Publications*. <https://doi.org/10.18235/0005075>
- Kling, R. y Lamb, R. (2000). *IT and organizational change in digital economies: a sociotechnical approach*. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6986.003.0017>
- Koutroumpis, P. (2009). The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. *Telecommunications Policy*, 33(9). <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.07.004>
- Labra, R. y Torrecillas Bautista, C. (2018). Estimating dynamic Panel Data. A practical approach to perform long panels. *Revista Colombiana de Estadística*, 41(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9592913>
- Lera-López, F., Gil Izquierdo, M. y Billón Currás, M. (2009). *El uso de internet en España: influencia de factores regionales y socio-demográficos*. <http://hdl.handle.net/10486/668559>

- _____, Marco, R. y Billon, M. (2021). internet banking: A new digital divide between the European regions? *The Digital Disruption of Financial Services*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003199076-1>
- Mariscal, J. (2022). El largo camino hacia el acceso universal: aún no llegamos. *Revista de Economía Mexicana*, 7. <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econmex/07/07%20Judith%20Mariscal.pdf>
- Martínez-Domínguez, M. y Mora-Rivera, J. (2020). internet adoption and usage patterns in rural Mexico. *Technology in Society*, 60. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.101226>
- Mermaid. Diagramming and charting tool (2025). <https://mermaid.js.org/>
- Mileva, E. (2007). Using Arellano-Bond dynamic panel GMM estimators in Stata. Economics Department, Fordham University, 64(1). <https://shorturl.at/m8692>
- Milošević, N., Dobrota, M. y Barjaktarovic Rakocevic, S. (2018). Digital economy in Europe: Evaluation of countries' performances. *Zbornik Radova Ekonomskog Fakultet Au Rijeci*, 36. <https://doi.org/10.18045/zbefri.2018.2.861>
- Minges, M. (2000). *Counting the Net: internet Access Indicators* [Presentación en Conferencia]. INET conference 2000, Japan. www.isoc.org/isoc/conferences/inet/00/cdproceedings/8e/8e_1.htm
- Norton, S. W. (1992). Transaction costs, telecommunications, and the microeconomics of macroeconomic growth. *Economic Development and Cultural Change*, 41(1). <http://www.jstor.org/stable/1154226>
- OECD (2020). *A roadmap toward a common framework for measuring the digital economy. Report for the G20 Digital Economy Task Force* (p. 123) [Report]. OECD. <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/publications/OECDRoadmapDigitalEconomy2020.pdf>
- _____. (2024). *OECD Digital Economy Outlook 2024, vol. 1*. <https://www.oecd-ilibrary.org/content/publication/a1689dc5-en>
- OMPI (2023). *Índice Mundial de Innovación 2023: la innovación frente a la incertidumbre*. Global-innovation-index. <https://www.wipo.int/web/global-innovation-index/2023/index>
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Bahmani, S. y Norman, N. R. (2014). Telecommunications infrastructure and economic growth: comparative policy analysis for the G-20 developed and developing countries. *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice*, 16(5). <https://doi.org/10.1080/13876988.2014.960227>

- _____, Mallik, G. y Bagchi, T. P. (2018). Information Communication Technology (ICT) infrastructure and economic growth: A causality evinced by cross-country panel data. *IIMB Management Review*. <https://doi.org/10.1016/j.iimb.2018.01.001>
- Qiang, C. Z.-W., Rossotto, C. M. y Kimura, K. (2009). *Information and Communications for Development: Extending Reach and Increasing Impact* (p. 320). <https://doi.org/10.1596/978-0-8213-7605-8>
- Quiroga-Parra, D. J., Torrent-Sellens, J. y Murcia-Zorrilla, C. P. (2017). Las tecnologías de la información en América Latina, su incidencia en la productividad: un análisis comparado con países desarrollados. *DYNA*, 84(200). <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n200.60632>
- Rabanal, C. (2024). La paradoja de la productividad y el uso de internet en países de América Latina. *Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 55(219). <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2024.219.70183>
- Ragnedda, M. (2019). Conceptualising the digital divide. *Conceptualising the digital divide* (pp. 27-44). <https://doi.org/10.2307/j.ctvh4zj72.6>
- Rodríguez, J. G. (2019). Adopción de internet en México: propuesta de un Índice de Telecomunicaciones. *Ensayos Revista de Economía*, 38(2). <https://doi.org/10.29105/ensayos38.2-1>
- _____, Armenta, C. E. R. y González, E. G. R. (2024). Influence of ICT and household assets in the penetration of digital economy in Mexico: An empirical analysis. *Journal of Telecommunications and the Digital Economy*, 12(1). <https://doi.org/10.18080/jtde.v12n1.876>
- Roodman, D. (2009). How to do Xtabond2: An Introduction to Difference and System GMM in Stata. *The Stata Journal*, 9(1). <https://doi.org/10.1177/1536867X0900900106>
- Ruiz-Porras, A. (2012). La investigación econométrica mediante paneles de datos: historia, modelos y usos en México. *MPRA Paper*. https://mpra.ub.uni-muenchen.de/42909/1/MPRA_paper_42909.pdf
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalism, socialism y democracy*. Routledge. <http://catalogo.econo.unlp.edu.ar/meran/getIndiceFile.pl?id2=2374>
- Secretaría de Economía (2023). Flujos de Inversión Extranjera Directa. <https://shorturl.at/UXVW6>
- Singh, S. K. y Kumari, R. (2023, October). *ICT influence on economic growth of low-income countries with the participation of HICs*. Research Square. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3415465/v1>
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1). <https://doi.org/10.2307/1884513>

- _____ (1987). We'd better watch out. *New York Times Book Review*, 1-2. <https://shorturl.at/wmMN3>
- Swan, T. W. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, 32(2). <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x>
- Tapscott, D. (1996). *The digital economy: promise and peril in the age of networked intelligence*. McGraw-Hill. <https://shorturl.at/uT84c>
- Tello, E. (2008). Las tecnologías de la información y comunicaciones (TIC) y la brecha digital: su impacto en la sociedad de México. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 4(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78011231006>
- Windmeijer, F. (2005). A finite sample correction for the variance of linear efficient two-step GMM estimators. *Journal of Econometrics*, 126(1). <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2004.02.005>
- Zaballos, A. G. y López-Rivas, R. (2012). Socioeconomic impact of broadband in Latin American and Caribbean countries. *IDB Publications*. <https://doi.org/10.18235/0009082>

