



*Una manera de hacer Europa*

# REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INVERSIÓN EN TIC - BANDA ANCHA SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO



# **REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA INVERSIÓN EN TIC - BANDA ANCHA SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO**

Autores: Ignacio Moral-Arce, María Gorriti, Daniel Fernández-Romero, Miguel Gómez-Antonio

Instituto de Estudios Fiscales, Ministerio de Hacienda y Función Pública

## **CONTENIDO**

RESUMEN DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-REGRESIÓN DEL EFECTO DE LAS INVERSIONES EN TIC - BANDA ANCHA SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO.....	4
1. INTRODUCCION: MOTIVACION DE LA EVALUACION.....	6
2. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LAS INVESTIGACIONES EXISTENTES .....	8
2.1. Preguntas de evaluacion .....	9
2.2. metodos de busqueda e identificacion de estudios .....	10
2.3. recopilacion de informacion .....	10
3. META-ANALISIS .....	11
3.1. FOREST PLOT .....	12
3.2. HETEROGENEIDAD DE LAS ESTIMACIONES.....	16
3.3. META REGRESION .....	17
VARIABLES INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS .....	18
RESULTADOS DE LA META-REGRESION.....	19
3.4. FUNNEL PLOT .....	21
<b>4. CONCLUSIONES</b> .....	<b>23</b>
ANEXO 1: FICHA DE EVALUACION DE BANDA ANCHA EN EL PLAN DE EVALUACION FEDER 2014-2020.....	28
ANEXO 2: CRITERIOS DE EXCLUSIÓN EN LA REVISION SISTEMATICA.....	29
ANEXO 3: DIAGRAMA PRISMA DE REVISION SISTEMATICA .....	30
ANEXO 4: LISTADO DE ESTUDIOS INCLUIDOS EN ESTA INVESTIGACION QUE ANALIZAN EFECTOS ECONOMICOS DE TIC .....	31

## RESUMEN DE LA REVISIÓN SISTEMÁTICA Y META-REGRESIÓN DEL EFECTO DE LAS INVERSIONES EN TIC - BANDA ANCHA SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

El trabajo analiza la efectividad que realizar inversiones en TIC (y Banda Ancha) tiene sobre el crecimiento económico.

Inicialmente, con una Revisión Sistemática se obtiene una síntesis de la evidencia existente hasta el momento, examinando y seleccionando las investigaciones que han analizado de forma cuantitativa el impacto económico de este tipo de intervención pública en otros países.

A continuación, mediante un meta-análisis se realiza un resumen estadístico de los efectos que detectaron esas investigaciones de TIC sobre el crecimiento económico, condensando todos los valores en una única estimación.

Los análisis muestran un impacto claro de TIC en el crecimiento económico de las zonas beneficiarias valorado entorno al 3.9%, siendo el efecto de infraestructuras de Banda Ancha del 3.1%.

Además se realiza un estudio de sensibilidad, ya que las estimaciones de los trabajos que se han evaluado dependen de diferentes elementos factores, tanto de la inversión estudiada (ordenadores, wifi, Banda Ancha, país, año) y su entorno, como de la aproximación metodológica establecida en cada estudio (tipo de datos, modelo de econométrico, método de estimación).

Se observan factores relevantes que influyen sobre el valor impacto calculado de las investigaciones, como el tipo de tecnología, zona y año de la inversión, o el método de estimación empleado.

**Palabras clave:** revisión sistemática, meta análisis, análisis de meta-regresión, sesgo de publicación, impacto, crecimiento económico, banda ancha, elasticidad de las TIC, tecnología de la información.

## OBJETIVO DEL TRABAJO

**El objetivo del trabajo es determinar la efectividad de la realización de inversiones en TIC,** analizando el efecto que este tipo de actuaciones públicas han tenido sobre el crecimiento económico de las zonas en las que se ha invertido. Para ello, se va a estudiar y sintetizar los resultados de diferentes investigaciones que examinan el efecto que la realización de inversiones en TIC (destacando infraestructuras de banda ancha) tiene sobre el PIB o del PIB per cápita.

Para determinar el grado de efectividad de las inversiones en TIC sobre el crecimiento económico, **este trabajo propone la generación de evidencia para la toma de decisiones llevando a cabo una revisión sistemática de la literatura** sobre aquellos trabajos que han analizado los efectos que las inversiones en TIC han tenido sobre el crecimiento económico, estudiando y sintetizando los resultados de las diferentes investigaciones que examinan la relación TIC y crecimiento económico. Después, con un meta-análisis, se sintetiza el efecto esperado de este tipo de inversiones resumiendo las estimaciones individuales de las investigaciones consideradas en el estudio. Además, se identificaran patrones entre los resultados de los estudios, fuentes de discrepancia entre esos resultados, estimando cuantitativamente los efectos diferenciales de la banda ancha, en función a los niveles de desarrollo de los países y a los tipos de tecnología.

Tras considerar más de 1000 investigaciones, **y seleccionar 47 trabajos** que analizan de manera cuantitativa el efecto sobre el crecimiento económico que supone realizar inversiones en TIC, **el resultado de la Revisión Sistemática y Meta-análisis muestra que hacer este tipo de actuaciones en TIC aumenta el crecimiento de las zonas afectadas un 3.9%.**

Además se realiza un **análisis sobre la existencia de heterogeneidad de las estimaciones** de los trabajos que se han evaluado, estudiando como el impacto estimado de estas actuaciones depende de diferentes elementos, tanto de la inversión estudiada (ordenadores, wifi, Banda Ancha, país, año) como del análisis cuantitativo (tipo de datos, modelo de econométrico, método de estimación).

## 1. INTRODUCCION

Cuando un gestor público debe tomar decisiones es muy recomendable que se hagan respaldadas por ejercicios serios de recogida y análisis de evidencia. En el caso de no existir un análisis empírico sobre el programa público, ya sea porque está en fase de diseño, o a los inicios de la implementación, entonces se puede llegar a pensar que no hay forma de generar evidencia que ayude en la toma de decisiones.

Sin embargo, existen estudios, análisis y evaluaciones aquí o en otras regiones o países, que nos pueden informar sobre el funcionamiento y efectividad de programas similares a la intervención pública que se pretende analizar. Esta evidencia empírica proviene a menudo de evaluaciones de programas implementados en otros países con más tradición evaluativa, donde se ha comprobado en distintos contextos la eficacia de las políticas públicas.

Si se considera esta alternativa, nos podemos plantear identificar cual es el conocimiento más robusto sobre una determinada materia, de dónde se puede obtener los recursos para buscarlo y revisarlo y de qué forma se puede traducir este conocimiento y aprovecharlo para nuestro contexto.

Existe un gran interés, tanto político como social, por un lado, en evitar – o al menos reducir - la despoblación de ciertas regiones en España, y por otro lado, aumentar el crecimiento económico de estas zonas, reduciendo las disparidades regionales existentes en la actualidad. Uno de los factores que pueden contribuir a la reducción de estas diferencias en la evolución demográfica y económica está en las inversiones en TIC, incluyendo construcción de infraestructuras de banda ancha.

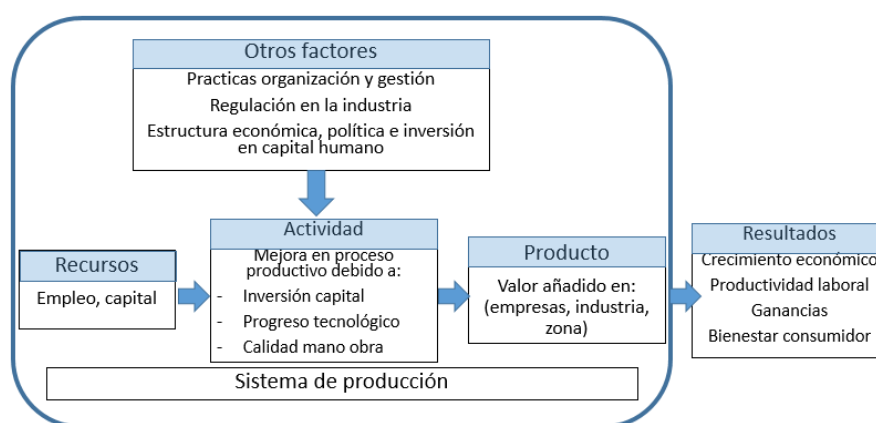
La teoría económica sugiere la existencia de una relación positiva entre el crecimiento económico y la inversión en infraestructuras de BA. El acceso a la BA contribuye tanto social como económicamente a muchas dimensiones de la vida: la evolución de la población, la educación, la salud, el trabajo a distancia, el empleo. El surgimiento de Internet ha generado grandes esperanzas en las áreas rurales, entendiendo que puede compensar su lejanía geográfica (Cairncross, 2001). Al reducir el coste de la distancia, internet permite que las áreas rurales amplíen el acceso al mercado, fomentando el espíritu empresarial local (Fairlie, 2006), y también permite interactuar con socios distantes a través, por ejemplo, de videoconferencias y acceso instantáneo a la información. Por estas razones, Internet se considera a veces un sustituto de la aglomeración, lo que permite a las personas y empresas ubicadas en áreas rurales conectadas escapar de las deseconomías de la aglomeración (congestión del tráfico, precios de la tierra y la vivienda, contaminación) sin perder el acceso a clientes, proveedores, socios e información. Este acceso generalizado y asequible a la banda ancha en zonas rurales puede crear externalidades positivas, dada su capacidad para acelerar el crecimiento y la innovación de algunos sectores de la economía, fomentando la atracción determinado tipo de empresas.

Sin lugar a dudas, lograr una sociedad basada en tecnologías de la información permite generar una serie de resultados, tanto directos como indirectos que se resumen en la Figura 1:<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Un análisis detallado y profundo sobre los diferentes efectos que tiene TIC y BA en términos medioambientales, sociales, económicos, diferenciando entre empleo, productividad y competitividad de las empresas, localización de empresas, movimientos migratorios, valor de viviendas o crecimiento económico se encuentra en el XX (citar nuestro documento extendido)

Figura 1: TIC y crecimiento económico



Fuente: Elaboración propia a partir de Information Technology and Economic Performance.: A critical review of the empirical evidence. Jason Dedrick, Vijay Gurbaxani, and Kenneth L Kraemer. University of California.

A pesar de los beneficios de que genera la BA, existe un claro motivo para que se produzca la intervención pública en este área, y responde a un fallo de mercado, ya que debido a las economías de escala, el despliegue de redes de BA es generalmente más rentable donde la demanda potencial es mayor y concentrada, es decir, en áreas densamente pobladas. Por los altos gastos que tiene este tipo de inversiones, los costes unitarios aumentan considerablemente a medida que disminuye la densidad de población y, por lo tanto, cuando a la hora de implementar se tiene exclusivamente un criterio en términos comerciales, las redes de BA tienden a cubrir de manera rentable solo una fracción de la población.

Cuando el mercado no ofrece suficiente cobertura de banda ancha o las condiciones de acceso no son las adecuadas, el apoyo público puede ayudar a eliminar este fallo de mercado, siendo también una forma de mejorar el acceso a un medio de comunicación esencial en un mundo digital globalizado. Además, este tipo de inversiones garantizan también la igualdad para todos los estratos sociales, reforzando así la cohesión social y territorial.

La literatura en esta área indica que el acceso a la BA fomenta el desarrollo económico, generando un crecimiento económico más fuerte, creando más empresas, un mayor empleo y una mayor competitividad y atractivo. No solo los operadores privados sino también las autoridades públicas están realizando inversiones masivas en BA. Para fomentar el desarrollo económico en áreas menos densamente pobladas, que a menudo son ignoradas por los operadores privados de telecomunicaciones, se han iniciado varios programas de despliegue de banda ancha a gran escala en muchos países, y especialmente en España<sup>2</sup>, pero los efectos reales de la banda ancha siguen siendo inciertos.

A pesar de la existencia de bastantes investigaciones en esta materia, todavía existen una serie de elementos de debate. Para empezar, ¿la utilización de TIC afecta al crecimiento económico de las zonas que reciben inversiones? ¿El despliegue de la banda ancha mejora necesariamente el rendimiento económico o podría producir efectos adversos en algunos casos? En segundo lugar, ¿en qué contextos las nuevas tecnologías y la banda ancha pueden suponer un empuje para el desarrollo económico local (áreas con buena accesibilidad, bien dotadas de mano de obra calificada, etc.)? En tercer lugar, cuando existe un alto porcentaje de la población con buenas

<sup>2</sup> El Programa de Extensión de la Banda Ancha de Nueva Generación en España y los programas "Connecting America: The National Broadband Plan" en los EE. UU. "Conectando a los canadienses" en Canadá, el "Plan Nacional de Banda Ancha" en Irlanda, "El Plan Francés de Banda Ancha de Muy Alta Velocidad" en Francia.

conexiones a redes de banda ancha ¿las tecnologías de próxima generación como fibra óptica, 4G, 5G van a suponer claros beneficios económicos significativos? Por lo tanto ¿es recomendable que los gobiernos inviertan significativamente en el despliegue de banda ancha ultrarrápida cuando se podrían implementar otras políticas públicas? Cuarto, si la banda ancha afecta el desarrollo económico, ¿cuánto tiempo tomaría percibir sus impactos? Finalmente, ¿los efectos aumentan o disminuyen con el paso del tiempo? Además de estas cuestiones políticas, desde un punto de vista metodológico ¿cuáles son las técnicas y enfoques más relevantes para estimar los efectos de la BA?

Varios estudios ya han proporcionado algunas respuestas al examinar los efectos de la BA en varios indicadores económicos, incluido el crecimiento económico, aunque todavía no se dispone de un consenso claro sobre el impacto que generan este tipo de inversiones, y aún se está debatiendo porque la evidencia existente se basa en diferentes contextos y metodologías. Por lo tanto, este trabajo proporciona una revisión sistemática y cuantitativa de la literatura sobre BA y su efecto en el crecimiento económico. El objetivo es doble. En primer lugar, queremos identificar los contextos (zonas, países, años, tecnologías) donde la BA puede conducir al desarrollo, lo que podría ser de particular valor para los responsables de la formulación de políticas. En segundo lugar, queremos investigar cómo los aspectos metodológicos de las diferentes investigaciones (tipo de variable dependiente, especificación econométrica, método de estimación) tienen un impacto en los resultados estimados, lo que permitirá poder generar una guía para futuras investigaciones.

Con este doble objetivo de desentrañar el papel relativo de los factores contextuales y metodológicos en la explicación de los resultados divergentes sobre el efecto de BA en el crecimiento económico, llevamos a cabo una revisión sistemática y un análisis de meta regresión (en adelante AMR) (Florax y otros, 2002; Glass, 1976; Stanley y Jarrell, 1989). Este tipo de análisis ofrecen importantes ventajas. Primero, proporcionan una revisión del estado del arte, ya que incluye todos los estudios existentes (publicados y no publicados) y explica claramente las reglas de inclusión / exclusión de las diferentes investigaciones, lo que evita sesgos en la selección de resultados que esté basada juicios subjetivos<sup>3</sup> (Roberts, 2005). En segundo lugar, e permite cuantificar el peso relativo de cada factor para explicar los resultados divergentes de los estudios empíricos. Debido a que los estudios existentes difieren en términos de contexto, metodología y datos, a menudo es difícil para las revisiones de la literatura narrativa desentrañar por qué los resultados varían entre los estudios empíricos.

El resto del estudio procede de la siguiente manera. Primero proporcionamos una revisión de la literatura existente en la materia. A continuación se realiza un meta-análisis de la información disponible, y se analiza mediante una meta-regresión los efectos tanto contextuales como metodológicos sobre los diferentes impactos localizados en las investigaciones. Finalmente, resumimos los principales hallazgos.

## **2. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LAS INVESTIGACIONES EXISTENTES**

La gran cantidad de investigaciones existentes que estudian el efecto de BA sobre el crecimiento económico no permiten poder formular una conclusión sobre la magnitud real de impacto de realizar inversiones en TIC o si la banda ancha es más beneficiosa para determinado tipo de zonas, periodos de tiempo o tecnologías. Por este motivo, las Revisiones Sistemáticas (RS) tienen como objetivo analizar los efectos de las intervenciones y tratan de aportar evidencia empírica a

---

<sup>3</sup> Una opción puede ser dar más peso a resultados más recientes o más significativos, a estudios basados en conjuntos de datos más grandes o en métodos econométricos específicos.



los procesos de toma de decisiones. El propósito de las RS es recoger y analizar lo que otros estudios, que emplearon métodos rigurosos de recogida y análisis de información, han dicho sobre el efecto de programas similares a la intervención pública analizada. Dentro de las RS existen diversos métodos que pueden utilizarse cuando se pretende elaborar un resumen del conocimiento acumulado sobre un determinado tema o problemática, y dependerá del nivel de exhaustividad y sistematicidad que aplican. En nuestro caso proponemos una aproximación que implica los siguientes pasos:

- Preparación de un protocolo de estudio detallado y un plan de análisis
- Búsqueda de literatura de estudios adecuados considerando los criterios de inclusión y exclusión
- Resumen cuantitativo de los resultados (estimaciones resumen, examen heterogeneidad, análisis sensibilidad)

## 2.1. PREGUNTAS DE EVALUACION

### **Etapas 1: Pregunta(s) de investigación.**

Tras realizar una revisión de las teorías, hipótesis o efectos económicos específicos estudiados, a la hora de buscar en diferentes fuentes bibliográficas, es necesario plantear la pregunta de búsqueda. Con el objeto de ofrecer evidencia sobre el efecto que las inversiones en BA ha tenido sobre el crecimiento económico, los tipos de estudios considerados en la RS son aquellos análisis cuantitativos que han estimado, mediante técnicas econométricas, el efecto que estas intervenciones públicas han tenido sobre la evolución económica considerando la pregunta PICO:

- (I) - El tipo de intervenciones consideradas: Se consideran todas aquellas intervenciones que han realizado inversión en TIC, Banda Ancha, wifi, ordenadores, y telecomunicaciones en su concepto más amplio.
- (P) - El tipo de participantes considerado: Se contemplan países, regiones o estados que han sido beneficiarios de este tipo intervención, ya sea pública o privada, en algún momento.
- (C) - El grupo de comparación: como grupo de control se considera países o regiones en años previos a las inversiones o zonas y regiones con diferentes niveles de inversión o penetración.
- (O) - Tipo de variables de resultado: La variable donde se observa el impacto de esta intervención tienen carácter económico, centrando el análisis en crecimiento económico, siendo la variable más utilizada el Producto Interior Bruto, tanto en nivel como en términos per cápita.

Teniendo en cuenta estos criterios de inclusión de estudios, el siguiente cuadro sintetiza las palabras clave que se han utilizado en las búsquedas para localizar los estudios del trabajo

Cuadro 1: Lista de Palabras claves utilizadas en la búsqueda

Palabra clave 1	Palabra clave 2	Palabra clave 3
Broadband	GDP	Impact
Broadband infrastructure	Economic growth	Effect
ICT	growth	Result
Telecommunication		
Telecommunication technology		

Fuente: Elaboración propia

## 2.2. METODOS DE BUSQUEDA E IDENTIFICACION DE ESTUDIOS

Con la pregunta propuesta en la fase anterior, se realiza una búsqueda, compilación y codificación de la literatura de investigación existente hasta la fecha. Siguiendo la metodología propuesta en las directrices de Stanley y otros (2008), con las palabras claves se realiza la identificación de los distintos estudios, y revisiones sistemáticas previas, que cubren el periodo de publicación de 1980 hasta 2021, siendo realizada la búsqueda de las diferentes investigaciones por dos grupos de investigación dirigidos por (MG) y (DF) hasta el 26 de abril de 2021. Se buscaron estudios e investigaciones tanto en (a) bases de datos electrónicas<sup>4</sup>, (b) otras fuentes de información, examinando las listas de referencias bibliográficas de las de las revisiones y estudios relevantes identificados en las búsquedas electrónicas, y de los estudios primarios incluidos para los estudios que potencialmente cumplieran con los criterios de inclusión - lo que se conoce como “bola de nieve” o “seguimiento de citas” - (c) literatura gris<sup>5</sup>, y (d) mediante búsqueda manual en las revistas “Telecommunications policy Review y “Economic Journal” para los años de publicación entre 2010-2020 y los números disponibles de 2021 hasta marzo.

## 2.3. RECOPIACION DE INFORMACION

Los dos grupos de revisión indicados previamente examinaron de forma independiente los títulos y los resúmenes para excluir los estudios que no eran relevantes. Para aquellos estudios considerados elegibles por al menos un revisor o los trabajos que tenían información insuficiente en el título y el resumen para juzgar la elegibilidad, se analizó todo el documento. Los textos completos fueron luego revisados de forma independiente por dos revisores, resolviendo cualquier desacuerdo sobre la elegibilidad. Los motivos de exclusión de los estudios se documentaron y se ofrecen en el apéndice de este documento.<sup>6</sup>

En la extracción y gestión de datos de los estudios seleccionados, los dos grupos de la revisión codificaron y seleccionaron de forma independiente los datos de los estudios incluidos, y se extrajo información de cada una de las investigaciones sobre características disponibles de las regiones analizadas, características de la intervención, tamaño de la muestra, período de tiempo, o variables de resultados entre otros.

La base de datos final incluye estimaciones empíricas de los efectos de las Tecnologías de la Información (TIC), incluyendo BA, sobre la variable de crecimiento económico, medida como crecimiento del PIB o PIB per cápita. Se dispone de 49 estudios desde 1991 hasta 2021, que han proporcionado 562 observaciones de valores estimados. La mayoría de las estimaciones son a

---

<sup>4</sup> La bases de datos de búsqueda fueron PsycInfo, SocIndex , Econlit, Business Source Complete, IBSS: International Bibliography of the Social Sciences ,ProQuest Dissertations y tesis y SSCI: Social Science Citation Index & SCI: Science Citation Index,

<sup>5</sup> Las bases de datos de búsqueda fueron SSRN: Social Science Research Network, IDEAS, OpenGrey, IZA – Institute of the Study of Labor, CEPR – Centre for Economic Policy Research,NBER – National Bureau of Economic Research,OECD - the Organization for Economic Co-operation and Development,IMF - The International Monetary Fund.

<sup>6</sup> En los Anexos 2 y 3 de este documento se muestran los criterios de exclusión de las investigaciones y el Diagrama de flujo prisma sobre la evolución de la selección de investigaciones que se utilizaron en el análisis final.

partir de 2001, ya que la expansión de las tecnologías de la información se produce a partir del siglo XXI.

Con esta base de datos, en la siguiente sección se presenta el análisis cuantitativo de la información disponible.

### 3. META-ANALISIS

Una RS permite sintetizar la investigación existente en una determinada área, pero sin necesidad de realizar un estudio posterior más cuantitativo que pueda consolidar toda la información localizada. Precisamente, el meta-análisis se utiliza como una aproximación estadística que permite combinar los resultados de los estudios seleccionados previamente.

El meta-análisis necesita que la revisión sistemática realizada previamente incorpore para cada uno de los estudios seleccionados en la fase final, una lista completa de determinado tipo de información y codificarla para cada estudio o estimación<sup>7</sup>. Con estos datos se pueden realizar, sobre todo, tres tipos de análisis:

**Forest plot:** es una visualización gráfica de los resultados estimados individuales de cada uno de los estudios que se han considerado en la RS, así como una estimación promedio de estos, que captura el resultado general de este tipo de intervenciones. También es posible realizar este análisis para subgrupos de población, dependiendo de las características de los estudios capturados en la RS, que permite comenzar a detectar los motivos que generan divergencias en las estimaciones de cada estudio (ej., zona urbana o rural, país, tecnología, año de implementación, etc.).

Cuando existe un grado de heterogeneidad elevado en el resultado de interés entre los diferentes estudios considerados en la RS, es decir, valores de las estimaciones muy dispares en las investigaciones seleccionadas, es recomendable realizar una meta-regresión, que permite investigar si dicha heterogeneidad puede explicarse más por las diferencias en las características de los estudios (diversidad metodológica) o las poblaciones de estudio u otras características más asociadas al entorno donde se realiza la inversión.

**Meta-regresión:** La meta-regresión es una extensión de los análisis de subgrupos que analiza el efecto de características de los estudios que son continuas (año de inversión, latitud, etc.), así como categóricas (continente), y permite investigar simultáneamente los efectos que múltiples factores de las investigaciones tienen sobre los efectos estimados (Thompson 2002). Es similar a la regresión simple de econometría, donde la variable dependiente es la estimación del efecto mientras que las variables explicativas son características de los estudios que pueden influir en el tamaño del efecto de la intervención. A menudo se denominan "modificadores de efectos potenciales" o covariables.

---

<sup>7</sup> Para realizar un meta-análisis, cada investigación seleccionada para el estudio final debe tener información de (a) la estimación del efecto o impacto, (b) Error estándar, cuando sea posible, y los grados de libertad (o tamaño de la muestra), (c) variables que indican tipo de modelo econométrico, métodos y técnicas empleadas, (d) variables que capturen la omisión de elementos teóricamente relevantes en el estudio, (e) entorno empírico (por ejemplo, región, mercado, industria), (f) tipos de datos (panel, transversales, series de tiempo, etc.), (g) año de los datos utilizados y / o año de publicación, (h) tipo de publicación (revista, documento de trabajo, capítulo de libro, etc.)

**Funnel plot:** El Funnel plot o gráfico de embudo es un método de análisis de sensibilidad para evaluar el papel potencial del sesgo de publicación (Harbord et al 2006). Es una representación gráfica que relaciona el tamaño (o dispersión) de los estudios considerados frente al valor del efecto estimado, y asume que los estudios pequeños tienen más probabilidades de ser susceptibles al sesgo de publicación que los grandes, y es esta diferencia la que es posible detectar al emplear este análisis.

### 3.1. FOREST PLOT

El meta-análisis permite integrar y sintetizar los diferentes efectos de los estudios considerados, proporcionando una agregación de las investigaciones previas que viene dado por el valor medio del efecto, y por ese motivo es más preciso que cualquier efecto disponible de los estudios primarios incluidos en el meta análisis (Hedges y Olkin, 1985; Hunter y Schmidt, 2004; McDaniel, 2007).<sup>8</sup>, logrando un aumento de la potencia estadística<sup>9</sup>, e incluso es posible la resolución de los debates que surgen de estudios contradictorios, evaluando estos conflictos y determinando los motivos de dichos resultados divergentes.

Con el objeto de poder agrupar y comparar estudios, es necesario homogeneizar la información disponible de los diferentes estudios antes de realizar comparaciones. Para ello, hemos obtenido el impacto medio de la intervención y su estándar error como medida de “dispersión”<sup>10</sup>.

Una vez armonizada y estandarizada la información<sup>11</sup>, y con el objeto de detectar la existencia de un efecto real de la intervención estudiada, utilizamos el forest plot (o diagrama de efectos), que es una visualización gráfica de los resultados estimados de varios artículos que abordan la misma pregunta, junto con los resultados generales. Se calcula una estimación combinada del efecto de la intervención como un promedio ponderado de las estimaciones de los efectos individuales<sup>12</sup>, que se define como:

$$\text{promedio ponderado} = \frac{\text{suma de (estimación} \times \text{ponderación)}}{\text{suma de ponderaciones}} = \frac{\sum \beta_i W_i}{\sum W_i}$$

---

<sup>8</sup> Methods for second order meta-analysis and illustrative applications. Frank L. Schmidt and In-Sue Oh.

<sup>9</sup> La potencia estadística es la probabilidad de detectar un efecto real que sea estadísticamente significativo, si existe.

<sup>10</sup> En algunos estudios, no reportan el estándar error, pero sí el estadístico t. Por tanto, dividiendo el valor estimado entre el estadístico t ( $SE = \frac{\beta}{t}$ ) obtendremos el estándar error.

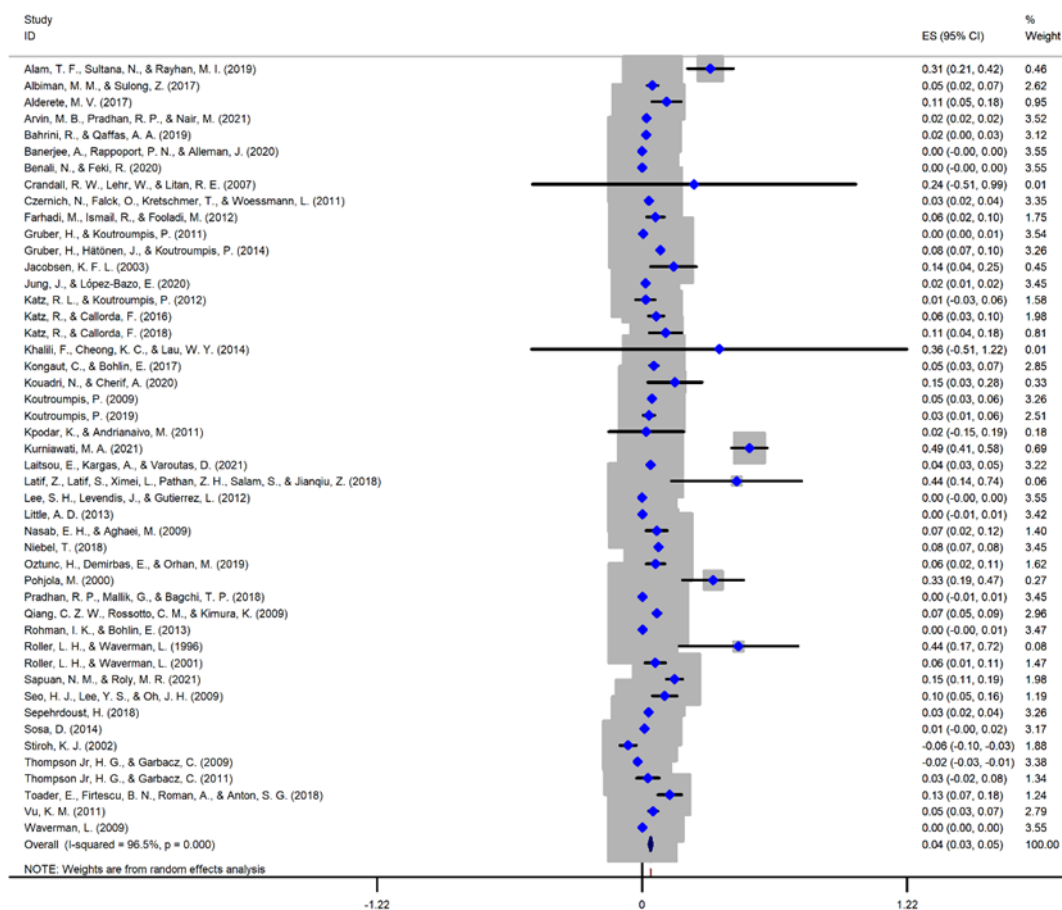
<sup>11</sup> Se han corregido los outliers de la siguiente forma: como la media de los efectos es 0.13, se han excluido de la base de datos aquellos valores de las estimaciones superiores a los límites del intervalo [-1.79, 2.06], siguiendo el criterio de  $\mu \pm 5\sigma$ . Tenemos que: 26 observaciones fueron eliminadas de la muestra, 2 por debajo del límite inferior y 24 por encima. Las estimaciones eliminadas provienen tanto de Binuyo, A. O. & Aregbeshola, R. A. (2015) como de Maneejuk, P., & Yamaka, W. (2020). Además, descartamos 2 estimaciones por el límite superior provenientes de Stiroh, K. J. (2002) y de Kurniawati, M. A. (2021). Por debajo se encuentra 14 estimaciones provenientes de Khalili, F., Cheong, K. C., & Lau, W. Y. (2014). Por ultimo, se han descartado 34 observaciones que reportan solo estadísticos F-Snedecor de Causalidad de Granger, de los cuales 8 observaciones corresponden a Francis J. Cronin, Edwin B. Parker, Elisabeth K. Colleran and Mark A. Gold (1991), 10 a Shiu, A., & Lam, P. L. (2008) y 16 a Yousefi, A. (2015).

<sup>12</sup> En el caso de tener investigaciones con diferentes estimaciones del impacto dependiendo de método de estimación empleado, variables incluidas, etc, inicialmente se calcula el estadístico resumen para cada estudio (que describe el efecto de la intervención)

donde *estimación* ( $\beta$ ) es la estimación puntual del efecto TIC sobre el crecimiento de cada estudio que se identifica con el subíndice *i*, mientras que La ponderación (*W*) corresponde al peso que se le asigna a ese estudio.

Las aproximaciones más habituales para realizar un forest plot son el método de efectos fijos y el de efectos aleatorios, que se diferencian en función del grado de heterogeneidad que asumen. El enfoque de efectos fijos considera que la variabilidad que se observa entre los estudios individuales se debe únicamente al error que se produce al realizar el muestreo aleatorio en cada estudio (asumiendo que las diferencias en los tamaños de efecto estimados se deben solo a que se han utilizado muestras de sujetos diferentes), mientras que el de efectos aleatorios considera que no todos los estudios estiman el mismo efecto de la intervención, sino que obtienen efectos que siguen una determinada distribución (además de la variabilidad previamente mencionada)<sup>13</sup>

Figura 2: Forest plot efectos aleatorios del impacto promedio de TIC en el crecimiento económico



<sup>13</sup> El modelo de efectos aleatorios incluye el supuesto de que los efectos que se calculan en los diferentes estudios no son idénticos, pero siguen alguna distribución. Por lo tanto, además de la varianza intra-estudios debida al error del muestreo aleatorio, el modelo incluye también otra variabilidad entre estudios, que representaría la desviación de cada estudio respecto del tamaño de efecto medio. Estos dos términos de error son independientes entre sí, contribuyendo ambos a la varianza del estimador de los estudios. El modelo matemático habitual es el método de DerSimonian-Laird, que proporciona un valor  $\tau^2$  que representa esta variabilidad de efectos entre los estudios que no se debe al azar, sino a la diferencia del valor que estima cada estudio con el valor medio global.

Fuente: elaboración propia a partir de 47 estudios considerados en el meta-análisis.

En la Figura 2 se muestra el forest plot, empleando el método de efectos aleatorios. En esta figura se muestra los estudios considerados en el análisis en orden alfabético, la cuantía del efecto para cada estudio (representados por un cuadrado/punto) que incorpora intervalos de confianza representados por líneas horizontales. La medida del efecto global del meta-análisis a menudo se representa en el gráfico como una línea vertical discontinua. Esta medida de efecto meta-analizada se representa comúnmente como un diamante, cuyos puntos laterales indican intervalos de confianza para esta estimación.<sup>14</sup>

El valor global ponderado es 0.039 con un intervalo de confianza comprendido entre 0.031-0.046, lo que refleja, primeramente, la existencia de un efecto promedio estadísticamente significativo, dado que el intervalo de confianza no contiene el valor 0, concluyendo que, en términos generales, los estudios considerados, muestran que realizar inversiones en TIC tiene efecto sobre el crecimiento económico, y que este impacto supone un crecimiento de 3.9%.

Tras analizar el efecto promedio de las investigaciones, el siguiente paso consiste en determinar el nivel de heterogeneidad de los distintos estudios considerados, que se mide a través del estadístico  $I^2$ . Si resulta inferior al 50% indica un mayor grado de similitud entre los datos del estudio que un valor de  $I^2$  superior al 50%, lo que indica una mayor diferencia. Se puede observar por el valor de  $I^2 = 0.96$  que existe un alto nivel de heterogeneidad en los estudios, lo que nos da evidencia en favor del valor del forest plot por efectos aleatorios, respecto a la alternativa de efectos fijos, que asume un mayor grado de heterogeneidad, y además ese valor de  $I^2$  refleja la necesidad de profundizar en los análisis determinando la fuente de dispersión de los estudios.

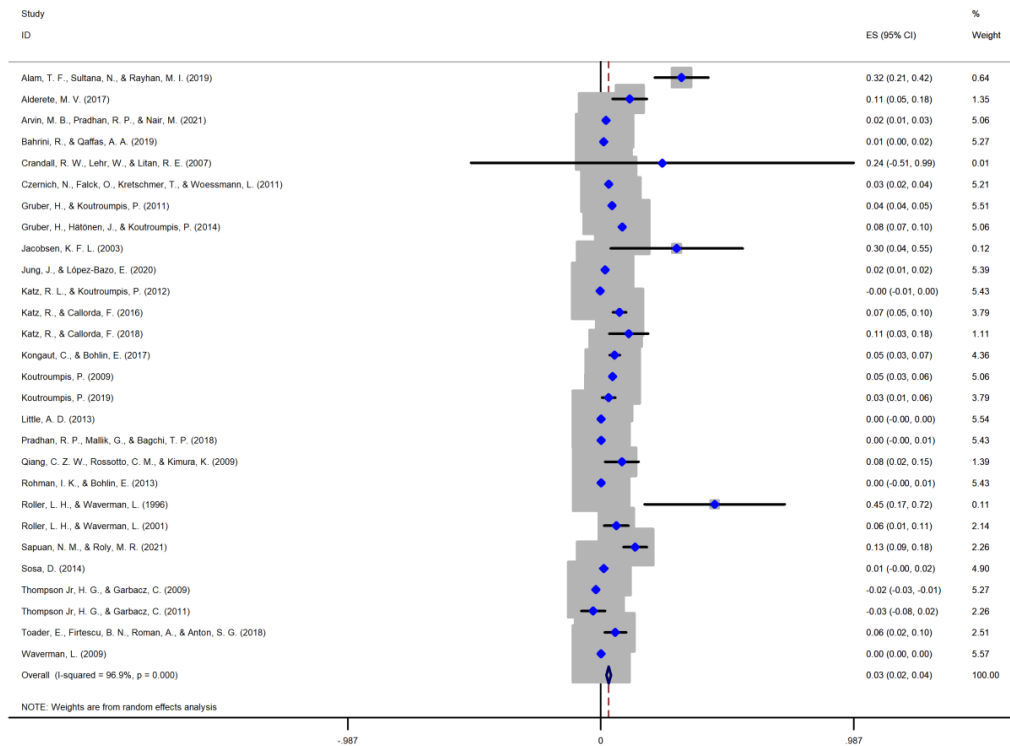
El análisis sobre los factores que generan variabilidad en las estimaciones de los estudios comienza con el estudio de las diferentes tipos de tecnologías consideradas dentro de TIC, mostrando el forest plot de aquellas investigaciones que consideraban el efecto de banda ancha y de telefonía móvil sobre el crecimiento económico. La Figuras 3 y 4 muestran el forest plot con efectos aleatorios del efecto de realizar inversiones de banda ancha y telefonía móvil respectivamente.

La Figura 3 muestra que el efecto ponderado por efectos aleatorios de la banda ancha sobre el crecimiento es 0.031 (Intervalo de confianza: 0.022-0.040), siendo estadísticamente significativo, y mostrando una cuantía muy similar, aunque ligeramente inferior, al valor calculado al efecto total de todas las tecnologías. Con respecto a la telefonía móvil, el efecto del método aleatorios de la banda ancha sobre el crecimiento es 0.034 (Intervalo de confianza: 0.021 - 0.046), también muy cercano al valor calculado al efecto total de todas las tecnologías (0.039)

---

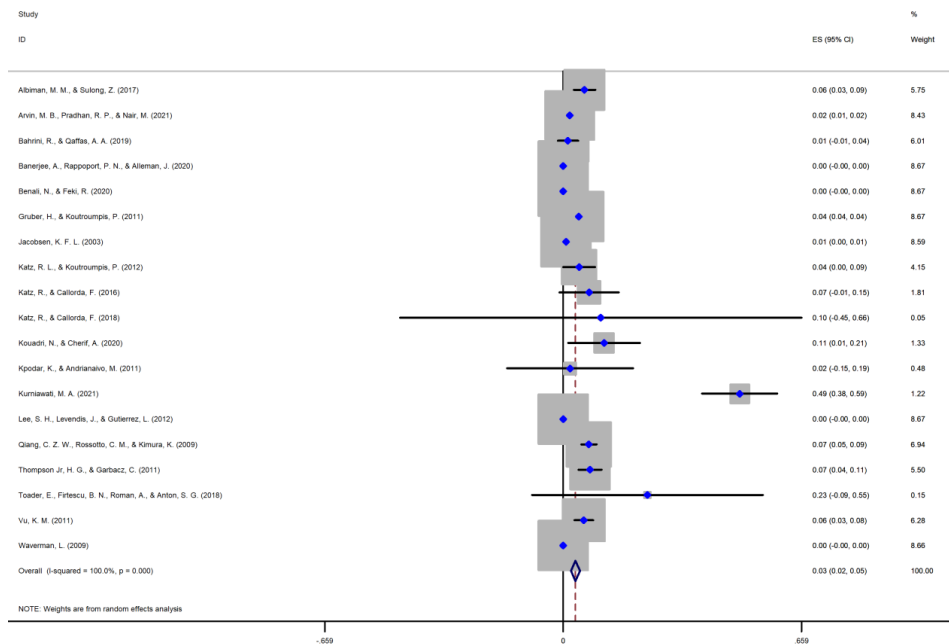
<sup>14</sup> Cuando una investigación presenta diferentes estimaciones resulta necesario colapsar la información, lo que genera el problema de qué estimación incluir. Stanley (2001: 138) sugiere utilizar sólo una observación por estudio o tomar la media para controlar el peso indebido de un solo estudio. Aunque se trata de una afirmación razonable, hay algunos argumentos importantes en contra. En primer lugar, existe un claro conflicto entre la variabilidad y los grados de libertad. En segundo lugar, tomar el valor medio puede ser posible para las estimaciones aquí consideradas, es por ello que obtenemos el forest plot de los valores medios. En tercer lugar, tomar sólo una observación de un estudio exhaustivo puede igualmente dar un peso indebido a los estudios menos exhaustivos

Figura 3: Forest plot efectos aleatorios del impacto promedio de Banda Ancha en el crecimiento económico



Fuente: elaboración propia a partir de 47 estudios considerados en el meta-análisis.

Figura 4: Forest plot efectos aleatorios del impacto promedio de Telefonía móvil en el crecimiento económico



Fuente: elaboración propia a partir de 47 estudios considerados en el meta-análisis.

### 3.2. HETEROGENEIDAD DE LAS ESTIMACIONES

Considerando el valor del estadístico  $I^2$  es necesario profundizar en la existencia de la heterogeneidad encontrada en las estimaciones de los diferentes estudios y la fuente de esta. Para ello, inicialmente se propone un análisis exploratorio que permita observar el diferencial de estimaciones del efecto que tiene TIC en el crecimiento económico en función de la tipología considerada.

Cuadro 2: Estadísticos descriptivos de las estimaciones. Muestra total y para diferentes tecnologías.

*Efecto TIC*

	TOTAL	Banda Ancha	Capital TIC	Ordenadores	Telefonía Móvil	Usuarios Internet
Media	0.16	0.10	0.24	0.003	0.16	0.24
Mediana	0.047	0.05	0.06	-0.005	0.043	0.07
Desviación típica	0.42	0.16	0.47	0.06	0.35	0.37
Máximo	1.75	0.9	1.75	0.15	2.31	1.47
Mínimo	-0.95	-0.18	-0.95	-0.07	-0.24	-0.02
Muestra	352	138	70	10	86	48

Fuente: elaboración propia a partir de 47 estudios considerados en el meta-análisis.

Los valores de la tabla muestran, calculando estadística descriptiva de la información disponible de los 47 estudios, la dispersión existente entre los impactos de las tecnologías, con un valor medio de 0.16, y pasando de valores bajos como los dados por “ordenadores” de 0.003 hasta valores altos como “capital TIC”, 0.24, o la penetración dada por “usuarios internet”.

Junto a la tabla de descriptivos previa, las siguientes figuras muestran las funciones de densidad de las estimaciones de los diferentes estudios considerados, dependiendo de ciertas características.

Figura 5a: Funciones de densidad, de la inversión total (izqda.) y banda ancha (dcha)

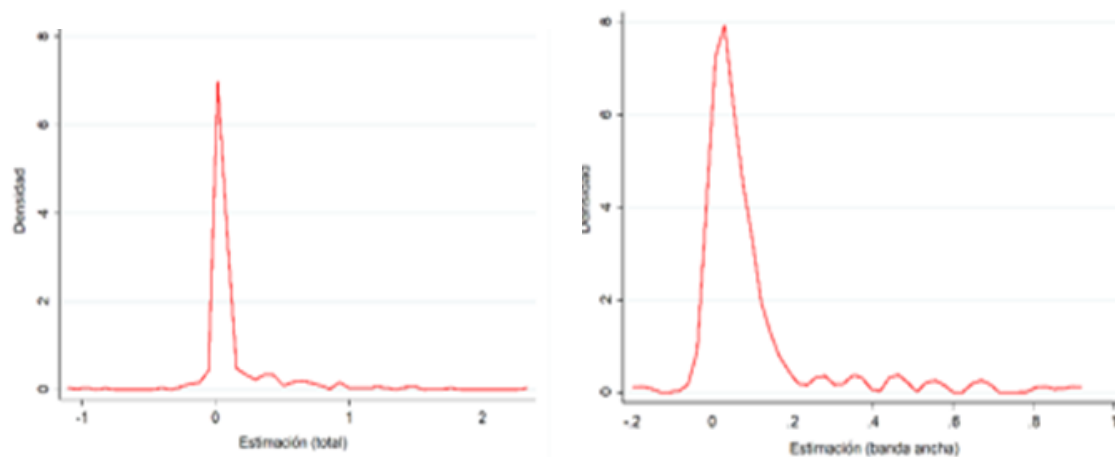




Figura 5b: Funciones de densidad la inversión Capital TIC (izqda.) y telefonía móvil (dcha.)

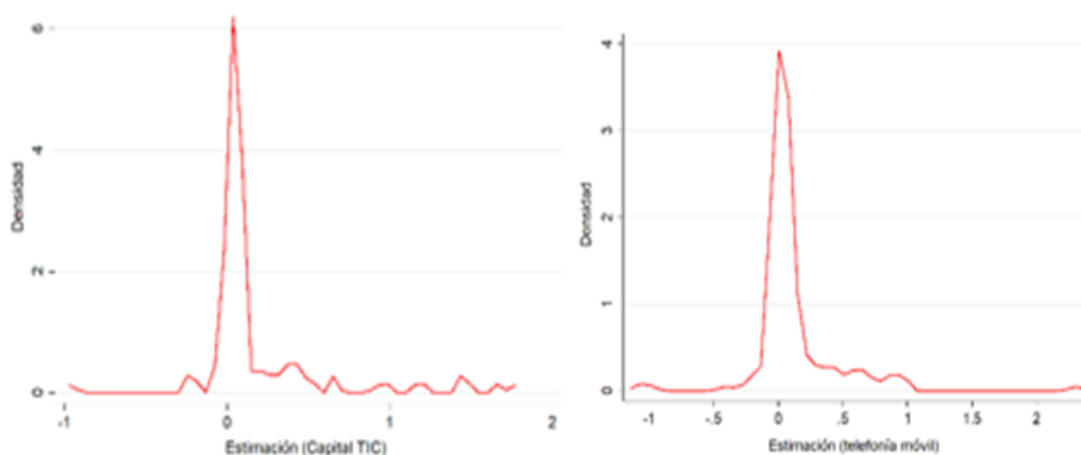
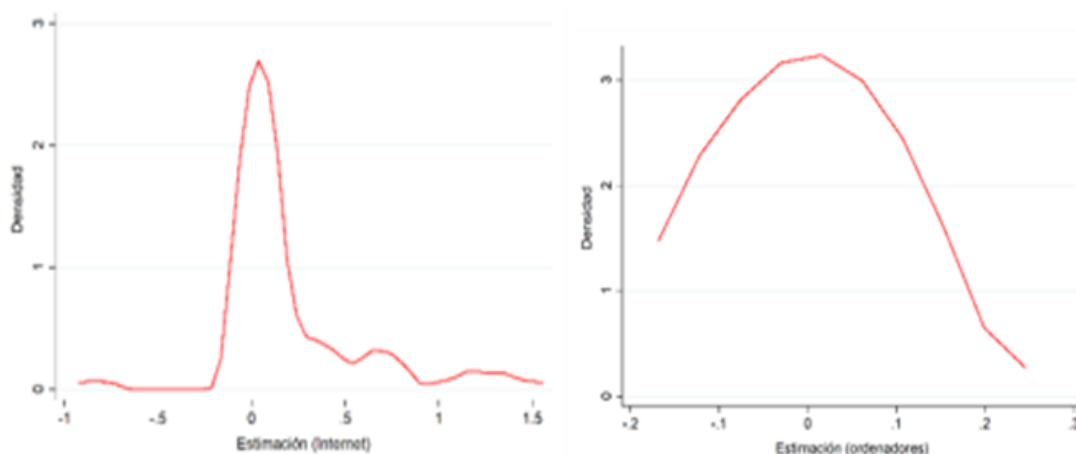


Figura 5c: Funciones de densidad, de penetración medido como usuarios de Internet (izqda.) y número de ordenadores (dcha.)



Fuente: elaboración propia a partir de 47 estudios considerados en el meta-análisis.

Se observa que las funciones de densidad muestran cierto grado de dispersión de los valores observados en los estudios, con valores de densidad positivos para rangos de valores de las estimaciones del impacto de TIC en el crecimiento económico. Dado el alto grado de heterogeneidad de los estudios seleccionados, que reflejan un nivel elevado de variación en los parámetros estimados, es recomendable realizar una regresión que determine el efecto que las distintas características de las investigaciones – ya sean relativas al entorno de la inversión o por motivos metodológicos del análisis, y que suponen la fuente de heterogeneidad - tiene sobre el efecto que realizar inversión TIC tiene sobre el crecimiento económico.

### 3.3. META REGRESION

De los 47 artículos seleccionados en la RS existen 460 estimaciones del efecto, que presentan diferentes valores dependiendo de características específicas, tanto de la intervención analizada como del método de estimación. Considerando los diferentes factores que pueden afectar a las estimaciones del efecto que TIC puede tener en el crecimiento económico, en este trabajo

realizamos un análisis de meta-regresión (Stanley y Jarrell, 1989), que consiste en un análisis de regresión de todo el conjunto de coeficientes incluidos en los trabajos seleccionados para este investigación, lo que va a permitir ajustar el valor de las estimaciones del efecto de invertir en BA sobre el crecimiento económico de la forma más precisa posible, identificando los factores que explican las diferencias entre los resultados de los distintos estudios. El modelo econométrico propuesto viene dado por la siguiente ecuación:

$$\beta_j = \alpha_0 + \sum_{k=1}^K \alpha_k Z_{jk} + u_j \quad (j=1, \dots, L) \quad (1)$$

donde  $\beta_j$  es la estimación realizada en el j-n-ésimo estudio utilizando el valor del impacto de la inversión de BA sobre el crecimiento económico, Z son las variables explicativas que miden las características relevantes del estudio empírico que influyen en los efectos estimados – también denominadas "modificadores de efectos potenciales" o covariables -, siendo  $\alpha_k$  los coeficientes de las metarregresiones que reflejan la influencia de esas características particulares del estudio sobre el impacto detectado, mientras que  $u_j$  es el término de error de la metarregresión y L es el número de estudios empleados en el análisis.

## VARIABLES INCLUIDAS EN EL ANÁLISIS

Dada la heterogeneidad de los estudios empíricos seleccionados, y pueden generar una variación importante en los impactos estimados, se introducen una serie de factores de control (la mayoría construidos como variables dicotómicas 0-1) para captar las diversas fuentes de heterogeneidad<sup>15</sup>. Consideramos los siguientes factores o determinantes principales que podrían afectar la estimación de los efectos, que se enumeran a continuación:

- Tipo de variable dependiente. Dado que el efecto de la intervención no es similar dependiendo de si se quiere ver el efecto en el PIB (GDP), PIB per cápita (GDPper), otra medición que capture el crecimiento económico (growth)
- Tipo de intervención: Como variables que capturan las inversiones en TIC se ha considerado si tienen Banda Ancha y penetración (BB), la velocidad (speed), existencia de redes inalámbricas (WIFI), uso de ordenadores (PC) y penetración en móviles (MOV).
- Unidad de medida de la intervención. Dependiendo de la forma en que se calcule el regresor clave, los efectos pueden cambiar. Por ese motivo se consideran las opciones de elasticidad (elast), puntos porcentuales (puntero) o en nivel (level).

---

<sup>15</sup> Stanley (2001: 138) sugiere utilizar sólo una observación por estudio o tomar la media para controlar el peso indebido de un solo estudio. Aunque se trata de una afirmación razonable, hay algunos argumentos importantes en contra. En primer lugar, existe un claro conflicto entre la variabilidad y los grados de libertad. En segundo lugar, al elegir sólo una observación por estudio, el meta-analizador debe tomar una decisión difícil: cuál incluir. En tercer lugar, tomar el valor medio puede ser posible para las estimaciones aquí consideradas, pero esta técnica no es válida para las características de los estudios de tipo categórico. En cuarto lugar, tomar sólo una observación de un estudio exhaustivo puede igualmente dar un peso indebido a los estudios menos exhaustivos. Por ello, nosotros preferimos incluir más de una observación por estudio. Se ha comprobado que este método es superior a la selección de una sola observación por trabajo (Bijmolt y Pieters 2001). Al utilizar variables ficticias para cada artículo, se controla hasta cierto punto la especialidad de un estudio.

- País (zona geográfica). El efecto que pueden tener este tipo de infraestructuras en el crecimiento puede variar dependiendo del países que se ha analizado. Se consideran diferentes variables que capturen el efecto de este factor. Por un lado, el continente donde se realizó el estudio, Europa (europa), Asia (asia), America Latina (latin) o África (africa). Si se trata de un análisis realizado para un solo país (monopais) o varios, y también se diferencia entre trabajos que se centran en países de la OCDE (ocde), o son otro tipo de países desarrollados (develop).
- Tipo de datos. Otro factor importante que puede influir en los resultados es el tipo de datos utilizados en cada estudio en particular. Por lo tanto, el ejercicio distingue entre estudios que utilizan datos transversales (seccruz), aquellos que emplean datos de series de tiempo (serietemp) y artículos que utilizan datos de panel (panel).
- Periodo muestral. Se ha dividido el periodo de análisis en 4 variables ficticias dependiendo de si el estudio utilizaba información de la década de los 80 a antes (DEC80), si es en la década de los 90 (DEC90), en los 2000 (DEC00) o partir de 2010 o posteriores (DEC10).
- Tipo de publicación. Se propone una variable ficticia (publi) para distinguir entre los artículos publicados en revistas de revisión por pares de los estudios publicados en formatos alternativos, como series de artículos de trabajo, informes, etc.
- Tipo de modelo. Por un lado, se diferencia si se trata de una estimación basada en un modelo de crecimiento (econogrow) o no. Por otra parte, las estimaciones pueden depender de si se considera una especificación de un modelo de corrección de errores (errorcor), regresión lineal (lineareg) o modelos estructurales (simulta).
- Método de estimación. Se consideran diferentes procesos de estimación que afectan a las estimaciones del modelo. Se distingue entre estimación Mínimos Cuadrados (ls), ya sean ordinarios, generalizados o restringidos, variables instrumentales de dos o 3 etapas (sls) y el método generalizado de momentos (gmm).

## RESULTADOS DE LA META-REGRESION

El modelo dado en la ecuación (1) se estima con el método de meta-regresión. Además, se intenta controlar los factores específicos del estudio no observados con la estimación de la Ecuación (1) mediante el uso de una estructura de datos de panel en la que las dimensiones son conformando una muestra con dos dimensiones (estudio y diferentes estimaciones dentro del estudio) aplicando el estimador de efectos aleatorios bajo el supuesto de efectos no correlacionados.

Cuadro 3: Estimación de ecuación (1) – Diferentes métodos

Variable	TIC total		Banda ancha		Movil
	meta-regresion Coef.	Random effect Coef.	meta-regresion Coef.	meta-regresion Coef.	
robuster	-0.060 **	0.008	-0.199 *		
anyopub	0.005 **	0.003	0.009		-0.224
econogrow	0.130 **	-0.024	0.531 ***		-3.675
<b>Technology</b>					
Bb	-0.010	0.015 *			
speed	-0.045	0.049 **			

wifi	0.146		0.947	*		
pc	-0.114	**	-0.088			
mov	-0.004		0.015	*		
<b>Dependent variable</b>						
gdp	-0.023		0.045		0.011	-1.930
gdpper	-0.039		-0.054	*	-0.001	
growth	-0.010		-0.050		0.072	-0.414
<b>unit of measure</b>						
elast	0.011		-0.035	*	-0.189	***
Puntpor	0.023		0.074	**	-0.194	**
rate	0.086		-0.053	*		
Level	-0.051	*	-0.008			
<b>Especificacion</b>						
linearreg	0.003		-0.005		0.001	-1.424
Simulta	-0.096		-0.134	**	-0.475	***
Errorcorr	0.052	*	0.007		-0.354	-1.215
<b>Estimation method</b>						
Sls	-0.068	***	-0.003		-0.099	0.442
Gmm	-0.020		-0.003		0.125	*
Ls	-0.043	*	-0.030	*	-0.055	0.450
<b>Data</b>						
Panel	-0.037		-0.036		-0.166	
Seccruz	0.273		-0.061		-0.319	
Serietemp	0.031		-0.002		-0.221	-2.733
<b>Country</b>						
Un solo pais	-0.088	**	-0.081	*	0.091	0.986
europa	0.030		0.042	*	0.009	1.081
Asia	0.079	***	0.035	*	0.057	0.770
Latin	0.097	***	0.051	*	0.074	1.629
Africa	0.053	*	0.020		-0.109	-0.616
Ocde	0.063	**	0.024		0.063	
Develop	0.002		0.001		0.325	0.000
<b>sample period</b>						
dec80	-0.011		0.016			
dec90	-0.011		0.002			
dec00	-0.049		-0.041		-0.025	0.082
dec10	-0.052	**	0.021		0.078	-0.035
_constant	-10.379		-6.781		-17.427	451.909
Joint sgnif	F = 1.65		F=22.82		F=2.59	F=1068
	p-value=0.01		p-value=0.00		p-value=0.01	p-value=0.00
R2	0.372		0.521		0.5	

Fuente: elaboración propia a partir de 47 estudios considerados en el meta-analisis.

Existe una serie de características de las investigaciones que afectan al efecto que las inversiones en TIC tienen sobre el crecimiento económico. Tanto si la investigación se ha publicado, como que sea reciente, así como si los cálculos se basan en un modelo de crecimiento económico tienen un efecto positivo sobre el efecto de TIC en la economía. También se observa que la tecnología TIC de ordenadores afecta al crecimiento menos que el resto de tecnologías – resultado que confirma el obtenido en el Cuadro 2. Por lo que se refiere a la especificación econométrica, aquellas investigaciones que consideran el modelo de corrección de errores

suelen ofrecer estimaciones del efecto TIC por debajo del resto de especificaciones, lo mismo que emplear como método de estimación mínimos cuadrados o variables instrumentales (en 2 o 3 etapas) ofrece efectos de TIC en crecimiento económico más bajos que si emplea otro tipo de método de estimación.

Finalmente, si la investigación se hace en un solo país, el efecto obtenido está por debajo que el dado en trabajos de varios países, y por zonas geográficas destaca el impacto obtenido en investigaciones que analizan inversiones en Asia, Latinoamérica, África o en países de la OCDE, con efectos de las TIC sobre el crecimiento por encima de otras zonas como Europa o países de oriente próximo. Finalmente, por lo que se refiere al periodo de tiempo, cuando los artículos utilizan datos de la última década (a partir de 2010) se observa un impacto menor de este tipo de intervenciones, en comparación a las observadas con datos de décadas anteriores.

### 3.4. FUNNEL PLOT

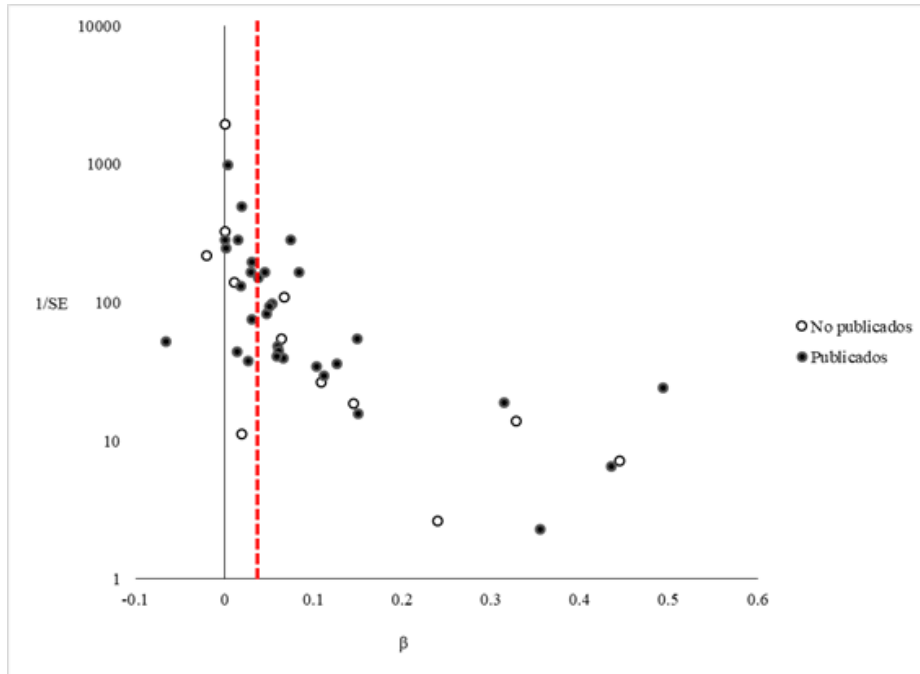
Para finalizar este trabajo, se ofrece un análisis de sensibilidad. Con un funnel plot se analiza la existencia de asimetrías en los estudios considerados en esta evaluación, permite evaluar el papel potencial del sesgo de publicación (Harbord et al. 2006), mediante la representación gráfica que relaciona la dispersión de los estudios considerados frente al tamaño del efecto.

El nombre "gráfico de embudo" se basa en que la precisión en la estimación del efecto del tratamiento subyacente aumenta a medida que disminuye el error estándar de los estudios de componentes. Por lo tanto, en ausencia de sesgo, los resultados de los estudios menos precisos se dispersarán ampliamente en la parte inferior de la gráfica, y la dispersión se reducirá entre los estudios más fiables, y por lo tanto, la gráfica se asemejará a un embudo invertido simétrico, o una pirámide. Sin embargo, Si hay sesgo, por ejemplo, debido a que los estudios menos fiables que no muestran efectos estadísticamente significativos permanecen publicados, dicho sesgo de publicación conducirá a una apariencia asimétrica del gráfico de embudo con un espacio en la parte inferior derecha del gráfico. También el sesgo puede venir porque los estudios sobreestiman el efecto de las tecnologías en el crecimiento, teniendo una asimetría hacia la derecha, siendo estos estudios publicados menos fiables debido a sus grandes errores estándares.

En el gráfico de dispersión se representan los efectos de la intervención estimados a partir de los estudios individuales (eje horizontal) y en el eje vertical se representa el error estándar inverso. A medida que las estimaciones reducen sus errores estándares, los puntos deberían reducir su dispersión y acercarse al verdadero valor medio (en nuestro caso, sería el valor de 0.039, calculado por el forest plot en el apartado anterior). También se puede observar que las estimaciones publicadas se desvían bastante de este intervalo. Además se observa una correlación no lineal decreciente, conforme aumenta el valor de la estimación los errores estándares tienden a reducirse. La línea discontinua roja equivale a la estimación ponderada global obtenida del forest plot de la sección anterior, cuyo valor es 0.039. Como se puede ver, el rango de las estimaciones se ha reducido, eliminándose el sesgo de sobreestimación. Los valores obtenidos presentan valores positivos comprendidos en el intervalo [0-0.6], excepto dos valores

negativos, mostrando una figura que presenta una marcada asimetría hacia la derecha, no encontrándose estimaciones en el lado izquierdo<sup>16</sup>.

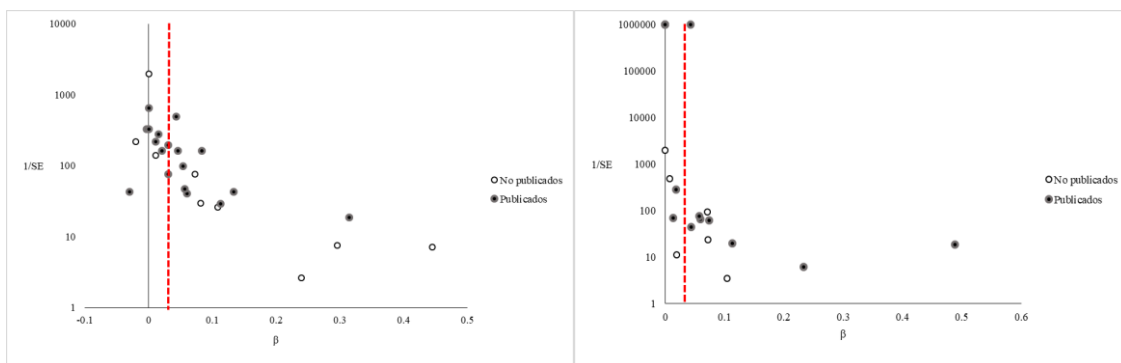
Figura 6: Funnel plot de estimaciones de estimaciones.



Fuente: elaboración propia a partir de 47 estudios considerados en el meta-análisis.

De manera similar al forest plot, La figura 7 muestra el funnel plot para aquellas investigaciones que han presentado resultados con las tecnologías de BA y telefonía.

Figura 7: Funnel plot de estimaciones de banda ancha (izqda.) y de telefonía móvil (dcha.)



Fuente: elaboración propia a partir de 47 estudios considerados en el meta-análisis.

<sup>16</sup> El mismo razonamiento ocurre con el funnel plot de la media de estimaciones y con el de las estimaciones colapsadas por el primer forest de efectos fijos, que se encuentran en el Anexo 7.

En el funnel de banda ancha, observamos que las estimaciones se encuentran más concentradas en el valor ponderado global del forest, cuyo valor es 0.031. Se sigue encontrando sesgo de publicación puesto que casi todas las estimaciones se encuentran en valores positivos. Para telefonía, las estimaciones se encuentran más concentradas en el valor ponderado global del forest (que es 0.034), y se sigue encontrando sesgo de publicación puesto que solo se han encontrado estimaciones de valores positivos.

## 4. CONCLUSIONES

La realización de esta Revisión Sistemática y Meta-regresión permite disponer de información más completa sobre los posibles efectos económicos de este tipo de inversión, de tal manera que para la variable de resultado analizada- en este caso el PIB o el PIB per cápita- se conoce cuál es el efecto promedio de estudios realizados con anteriores. Las principales conclusiones del trabajo son las siguientes:

- Esta investigación realiza un compendio de la investigación existente en la literatura sobre el efecto que realizar inversiones en TIC tiene sobre el crecimiento económico.
- Inicialmente se realiza una Revisión Sistemática, que genera una síntesis de la evidencia existente hasta el momento, examinando y seleccionando las investigaciones que han analizado este tipo de intervención pública.
- A continuación, se realiza un meta-análisis para determinar el efecto promedio que generan este tipo de inversiones condensando todos los valores en una única estimación. Además se detecta la existencia de heterogeneidad en las estimaciones de los diferentes estudios seleccionados.
- Los análisis muestran un impacto claro de TIC en el crecimiento económico de las zonas beneficiarias valorado entorno al 3.9%, siendo el efecto de infraestructuras de Banda Ancha del 3.1%.
- El contraste de heterogeneidad detecta altos niveles de dispersión entre las estimaciones de los estudios lo que justifica la realización de una meta-regresión que permita detectar los modificadores de efectos potenciales, ya sea por factores relativos al entorno donde se realiza la inversión o por motivos metodológicos de la investigación.

## REFERENCIAS

- Ahlfeldt, G., Koutroumpis, P., and Valletti, P. (2016). Speed 2.0- Evaluating access to universal digital highways. European Economic Association.
- Akerman, A., Gaarder, I. and M. Mogstad (2015) "The Skill Complementarity of Broadband Internet," *The Quarterly Journal of Economics*, 130, 1781–1824
- Atkinson, R., Castro, D., Ezell, S.J. (2009). *The Digital Road to Recovery: A Stimulus Plan to Create Jobs, Boost Productivity and Revitalize America*, Washington, DC.
- Alama-Sabater, L., Artal-Tur, A., and J.M. Navarro-Azorin, (2011) "Industrial Location, Spatial Discrete Choice Models and the Need to Account for Neighbourhood Effects," *The Annals of Regional Science*, 47, 393-418.
- Bai, Yang (2017). The faster, the better? The impact of Internet Speed on Employment. *Information Economics and Policy*. Sept 2017. Vol 40
- Bertschek, I., Hueschelrath, K., Kauf, B. and T. Niebel (2016). "The Economic Impacts of Telecommunications Networks and Broadband Internet: A survey," *Review of Network Economics*, 14, 201–227.
- Binoyo, A (2016). Investigating the relationship between ICT adoption and Economic Growth: evidence from selected African economies. 14<sup>th</sup> Global Conference on Business & Economics.
- Boyle G., Howell B., and Zhang W. (2008) *Catching Up in Broadband Regressions: Does Local Loop Unbundling Really Lead to Material Increases in OECD Broadband Uptake?* NZ Institute for the Study of Competition and Regulation
- Brynjolfsson, E., and Saunders, A. (2010). *Wired for Innovation: How Information Technology Is Reshaping the Economy*. MIT
- Calvin, J. (2018). *Broadband and Uneven Spatial Development: The Case of Cardiff City-Region*. Cardiff Business School. MPRA Paper No. 86636
- Canzian, G., Poy, S. and Schuller, S. (2015), *BROADBAND DIFFUSION AND FIRM PERFORMANCE IN RURAL AREAS: QUASI-EXPERIMENTAL EVIDENCE*. IZA Discussion Papers 9429, Institute for the Study of Labor (IZA).
- Cairncross, F. (2001). *The death of distance: 2.0: How the communications revolution will change our lives*. Harvard Business School Press, Cambridge.
- Crandall, R., Lehr, W. and Litan, R. (2012). *The Impact of Broadband on the Economy: Research to Date and Policy Issues* April 2012
- Crandall, R.W., Jackson, C.L., Singer, H.J. (2003). *The effect of ubiquitous broadband adoption on Investments, Jobs and the U.S Economy*. Washington, D.C: Criterion Economics.
- Crandall, R., Lehr, W. and Litan, R. (2007). *The effects of broadband deployment on output and employment: A cross-sectional analysis of U.S. data*. Working paper
- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer T., and Woessman, L. (2009, December). *Broadband infrastructure and economic growth* (CESifo Working Paper No. 2861). Retrieved from [www.ifo.de/DocCIDL/cesifo1\\_wp2861.pdf](http://www.ifo.de/DocCIDL/cesifo1_wp2861.pdf)
- De Stefano, T., Kneller, R. and Timmis, J. (2014). *THE (FUZZY) DIGITAL DIVIDE: THE EFFECT OF BROADBAND INTERNET USE ON UK FIRM PERFORMANCE*. Discussion Papers 14/06, University of Nottingham, School of Economics.
- Brookings Institution. Information Technology and Innovation Foundation. Discussion Paper No. 16-056 *The Economic Impacts of Telecommunications Networks and Broadband Internet: A Survey* Irene Bertschek, Wolfgang Briglauer, Kai Hüscherlath, Benedikt Kauf, and Thomas Niebel Qiang, C. (2009): "Telecommunications and Economic Growth," unpublished working paper, World Bank, Washington D.C.
- Faber, B., Sanchis-Guarner, R. and Weinhardt, F. (2015), *ICT AND EDUCATION: EVIDENCE FROM STUDENT HOME ADDRESSES*. SERC Discussion Paper 186
- Fabritz, N. (2013), *THE IMPACT OF BROADBAND ON ECONOMIC ACTIVITY IN RURAL AREAS: EVIDENCE FROM GERMAN MUNICIPALITIES*. IFO Working Paper No. 166, IFO Institute for Economic Research at the University of Munich.
- Fairlie, R. W. (2006). The personal computer and entrepreneurship. *Management Science*, 52(2), 187-203.



- Florax, R. J., Nijkamp, P., & Willis, K. G. (Eds.). (2002). *Comparative environmental economic assessment*. Edward Elgar Publishing.
- Forman, C., Goldfarb, A., and Greenstein, S. (2012). The Internet and Local Wages: A Puzzle. *American Economic Review*, 102(1), 556-575.
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational researcher*, 5(10), 3-8.
- Gruber, H., and Koutroumpis, P. (2011). "Mobile Telecommunications and the impact on Economic Development". *Telecommunications Policy*, 67, 278-286
- Gruber, H., Hätönen, J. and Koutroumpis, P. (2014). BROADBAND ACCESS IN THE EU: AN ASSESSMENT OF FUTURE ECONOMIC BENEFITS. *Telecommunications Policy*, 38:1046-1058
- Gutierrez L. (2003). "The Effect of Endogenous Regulation on Telecommunications Expansion and Efficiency in Latin America" *Journal of Regulatory Economics* 23:3 257-286.
- Haller, S. A. and Lyons, S. (2015), BROADBAND ADOPTION AND FIRM PRODUCTIVITY: EVIDENCE FROM IRISH MANUFACTURING FIRMS. *Telecommunications Policy*, 39: 1-13.
- Hasbi, M.(2017). "Impact of Very High- Speed Broadband on Company Creation and Entrepreneurship: Empirical Evidence". Department of Technology Management and Economics. Sweden
- Heckman, J.J. (2001) Micro data, heterogeneity, and the evaluation of public policy: nobel lecture. *Journal of Political Economy* 109: 673–748.
- Higgins, J.P.T. and Green, S. (eds) (2008) *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*.
- Hodgson, G.M. (1998) The approach of institutional economics. *Journal of Economic Literature* 36: 166–192.
- Holt, L and Jamison, M (2009) Broadband and contributions to economic growth: lessons from the US experience. *Telecommunications policy* 33.
- Jorgenson, D.W., Stiroh, K.J., (2000), Raising the speed limit: US economic growth in the information age. Economics Department Working Papers No. 261, OECD, Paris
- Lehr, W., Osorio, C., Gillett, S. and Sirbu, M. (2006). Measuring broadband economic impact. Paper presented at the 33 rd Research Conference on Communications.
- J. Liebenau, R. D. Atkinson, P. Kärrberg, D. Castro and S. J. Ezell, *The UK's Digital Road to*, (2009). Information and Internet Policy. September 23-25, Arlington, Va.
- Nelson, J.P. and Kennedy, P.E. (2009) The use (and abuse) of meta-analysis in environmental and natural resource economics: an assessment. *Environmental and Resource Economics* 42: 345–377.
- Ivus, O. and Bolland, M. (2015), THE EMPLOYMENT AND WAGE IMPACT OF BROADBAND DEPLOYMENT IN CANADA. *Canadian Journal of Economics*.
- Katz, R. (2012). *The impact of Broadband on the Economy*. ITU
- Katz R. (2015). *La economía y el ecosistema digital en América Latina*. Madrid: Ariel.
- Katz, and Suter, S (2009). Estimating the economic impact of the broadband stimulus plan.
- Katz, R.L. (2009a). *La Contribución de las tecnologías de la información y las comunicaciones al desarrollo económico: propuestas de América Latina a los retos económicos actuales*. Madrid, España: Ariel.
- Katz, R. and Koutroumpis, P. (2012a). *The economic impact of broadband on the Philippines*. Geneva: International Broadband Commission.
- Katz, R. and Koutroumpis, P. (2012b). "The economic impact of telecommunications in Senegal", *Digiworld Economic Journal*, no. 86, 2nd Q.
- Katz, R.L., Zenhausen, P., Suter, S. (2008). *An evaluation of socio-economic impact of a fiber network in Switzerland*, mimeo, Polynomics and Telecom advisory Services, LLC.
- Kolko, J. (2010). *Does Broadband boost local Economic Growth?*. Public Policy Institute of California.
- Kolko, J. (2012). Broadband and local growth. *Journal of Urban Economics*, 71(1), 100-113.

- Konguat, C. and Bohlin, C. (2014), IMPACT OF BROADBAND SPEED ON ECONOMIC OUTPUTS: AN EMPIRICAL STUDY OF OECD COUNTRIES. 25th European Regional Conference of the International Telecommunications Society (ITS). Brussels, Belgium, 22-25 June 2014.
- Koutroumpis, P. (2009). The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach. *Telecommunications Policy*, 33, 471-485
- Koutroumpis, P. (2018). The economic impact of broadband: evidence from OCDE countries.
- Malone, T. W., Gurbaxani, V., and Kambil, A. (1994), Does information technology leads to smaller firms? *Management Science*, 40, 12, pp. 1628–1644.
- Magnusson, D and Hermelin, B. ( 2019) "ICT development from the perspective of connectivity and inclusion – the operation of a local digital agenda in Sweden". *Norsk Geografisk Tidsskrift–Norwegian Journal of Geography* 2019, VOL. 73, NO. 2, 81–95
- Nardotto, M., Valletti, T. and Verboven, F. (2015), UNBUNDLING THE INCUMBENT: EVIDENCE FROM UK BROADBAND. *Journal of the European Economic Association*, 13: 330–362. doi: 10.1111/jeea.12127.
- Quah, D. (2002). Technology dissemination and economic growth: Some lessons for the new economy. In C.E. Bai, and C.W. Yuen (Eds.), *Technology and the new economy* (pp. 95-156). Cambridge, MA: MIT Press.
- Quah, D. (2002). Digital goods and the new economy. LSE Economics Department December 2002
- Qiang, C. and C. Rossotto (2009): "Economic Impacts of Broadband," in: *World Bank Informations and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact*, Washington, D.C.
- Roberts, C.J. (2005) Issues in meta-regression analysis. *Journal of Economic Surveys: Special Issue* 19: 295–298.
- Rohman, I.K. and Bohlin, E. (2013), IMPACT OF BROADBAND SPEED ON HOUSEHOLD INCOME: COMPARING OECD AND BIC. 24th European Regional Conference of the International Telecommunication Society, Florence, Italy, 20-23 October 2013
- Röller, L.H. and L. Waverman (2001): "Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach," *American Economic Review*, 91(4), 909-923.
- Rosenberger, R.S. and Johnston, R.J. (2009) Selection effects in meta-analysis and benefit transfer: avoiding unintended consequences. *Land Economics* 85: 410–428.
- Sala-i-Martin, X. (1997) I just ran two million regressions. *American Economic Review* 87: 178–183.
- Shiu, A., Lam, P-L. (2008). Causal relationship between telecommunications and economic growth: a study of 105 countries. Paper presented at the 17th Biennial Conference of the International Telecommunications Society. Montreal, June 24-27.
- Stanley, T.D. and Doucouliagos, H. (C.) (2012) *Meta-Regression Analysis in Economics and Business*. Oxford: Routledge. *Journal of Economic Surveys* (2013) Vol. 27, No. 2, pp. 390–394
- Stanley, T.D. and Jarrell, S.B. (1989) Meta-regression analysis: a quantitative method of literature surveys. *Journal of Economic Surveys* 3: 161–170.
- Stiroh, K. (2002), Are spill overs driving the new economy? *Review of Income and Wealth*, 48(1), pp. 33-58.
- Stroup, D.F., Berlin, J.A., Morton, S.C., Olkin, I., Williamson, G.D., Rennie, D., Moher, D., Becker, B.J., Sipe, T.A. and Thacker, S.B. (2000) Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. *Journal of American Medical Association* 283: 2008–2012.
- Sridhar, Kala Seetharam y Sridhar, Varadharajan (2007). *Telecommunications Infrastructure and Economic Growth: Evidence from Developing Countries*. *Applied Econometrics and International Development*, 7 (2). Pp 37-56.
- Shiu, A., and Lam, P. (2008, June 25). "Relationships between Economic Growth, Telecommunications Development and Productivity Growth: Evidence around the World". In *Africa-Asia-Australasia Regional Conference of the International Telecommunications Society*. Retrieved from [www.apecweb.org/confer/hk10/papers/shiu\\_alice.pdf](http://www.apecweb.org/confer/hk10/papers/shiu_alice.pdf)
- SQW. (2013), UK BROADBAND IMPACT STUDY. A Report to the Department for Culture, Media and Sport.

Thompson, H.G. and Garbacz, C. (2008). Broadband impacts on State GDP: Direct and Indirect Impacts. Paper presented at the 17th Biennial Conference of the International Telecommunications Society. Montreal, June 24-27.

Vu, K.M. (2011), ICT as a source of economic growth in the information age: Empirical evidence from the 1996-2005 period

Waverman L., Meschi M., Reillier B and Dasgupta K. (2007). Access Regulation and Infrastructure Investment in the Telecommunication Sector: An Empirical Investigation. LECG Ltda.

XIONG, Z (2013). Socio-economic Impact of Fiber to the Home in Sweden. KTH Information and Communication Technology.

## ANEXO 1: FICHA DE EVALUACION DE BANDA ANCHA EN EL PLAN DE EVALUACION FEDER 2014-2020

Figura A1: La Ficha de Evaluación de Banda Ancha es la siguiente:

<b>Programa Operativo</b>	Todos
<b>Temática</b>	TIC, Banda Ancha
<b>Las preguntas de evaluación</b>	<p>Se plantearán cuestiones como las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál ha sido el impacto socioeconómico de la inversión FEDER en infraestructuras de banda ancha en las entidades singulares de población donde se ha actuado?</li> <li>• ¿Se ha incrementado la cobertura de redes de banda ancha a velocidades de 30Mbps / 100 Mbps?</li> <li>• ¿Se ha incrementado la cobertura de banda ancha de nueva generación en las zonas rurales?</li> <li>• ¿Han disminuido las disparidades entre Comunidades Autónomas en lo que al acceso a la banda ancha ultrarrápida se refiere?</li> <li>• ¿Se ha mejorado la conectividad a Internet de los centros educativos y sus redes e infraestructuras?</li> </ul>
<b>Metodologías</b>	<p><u>Evaluación de impacto:</u> Puede aplicarse una evaluación de impacto donde se seleccionará un grupo de entidades singulares de población que han recibido ayuda FEDER (grupo de tratamiento) y un grupo que no (grupo de control), que se utilizará para poder estimar el valor contrafactual, es decir, aquel valor de la variable de resultado que habría tenido el grupo de tratamiento en caso de no haberlo recibido.</p> <p><u>Evaluación de resultados:</u> Puede aplicarse también una evaluación de resultados en la que se comprobará si el programa ha tenido los resultados finales esperados y qué cambios se han producido en las entidades singulares de población beneficiarias. Por tanto, se dará respuesta a cuáles son los resultados alcanzados en relación con los resultados esperados (objetivos esperados) que se marcaron en el programa. Para ello se partirá del target a conseguir establecido y del valor observado del indicador al final del periodo de programación. Se utilizarán indicadores de resultado y de producto. Para cada indicador de resultado y de producto se comprobará si se han alcanzado los objetivos esperados en esos indicadores.</p>
<b>Datos</b>	<p>Algunas fuentes relevantes para esta evaluación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta sobre el uso de TIC y comercio electrónico en las empresas: permite obtener información acerca de los sistemas de las TIC, el acceso y uso de Internet, comercio electrónico, etc.</li> <li>• El Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI): recoge información estadística de diferentes fuentes sobre equipamiento TIC, banda ancha, comercio electrónico, internet, etc.</li> <li>• Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información (SESIAD).</li> <li>• Aplicación Fondos 2014-2020</li> </ul>
<b>Fecha de inicio</b>	Abril 2021
<b>Fecha de finalización</b>	Diciembre 2021 (9 meses)
<b>Sistema de gestión de la evaluación</b>	Instituto de Estudios Fiscales
<b>Difusión y utilización de resultados</b>	<p>Página web de los Fondos EIE</p> <p>Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la SI (ONTSI)</p> <p>Comité de Evaluación</p> <p>Comités de Seguimiento PO FEDER, Redes Sectoriales</p>
<b>Coste</b>	30.000 euros

Fuente: Plan de Evaluación de DGFC

## ANEXO 2: CRITERIOS DE EXCLUSIÓN EN LA REVISIÓN SISTEMÁTICA

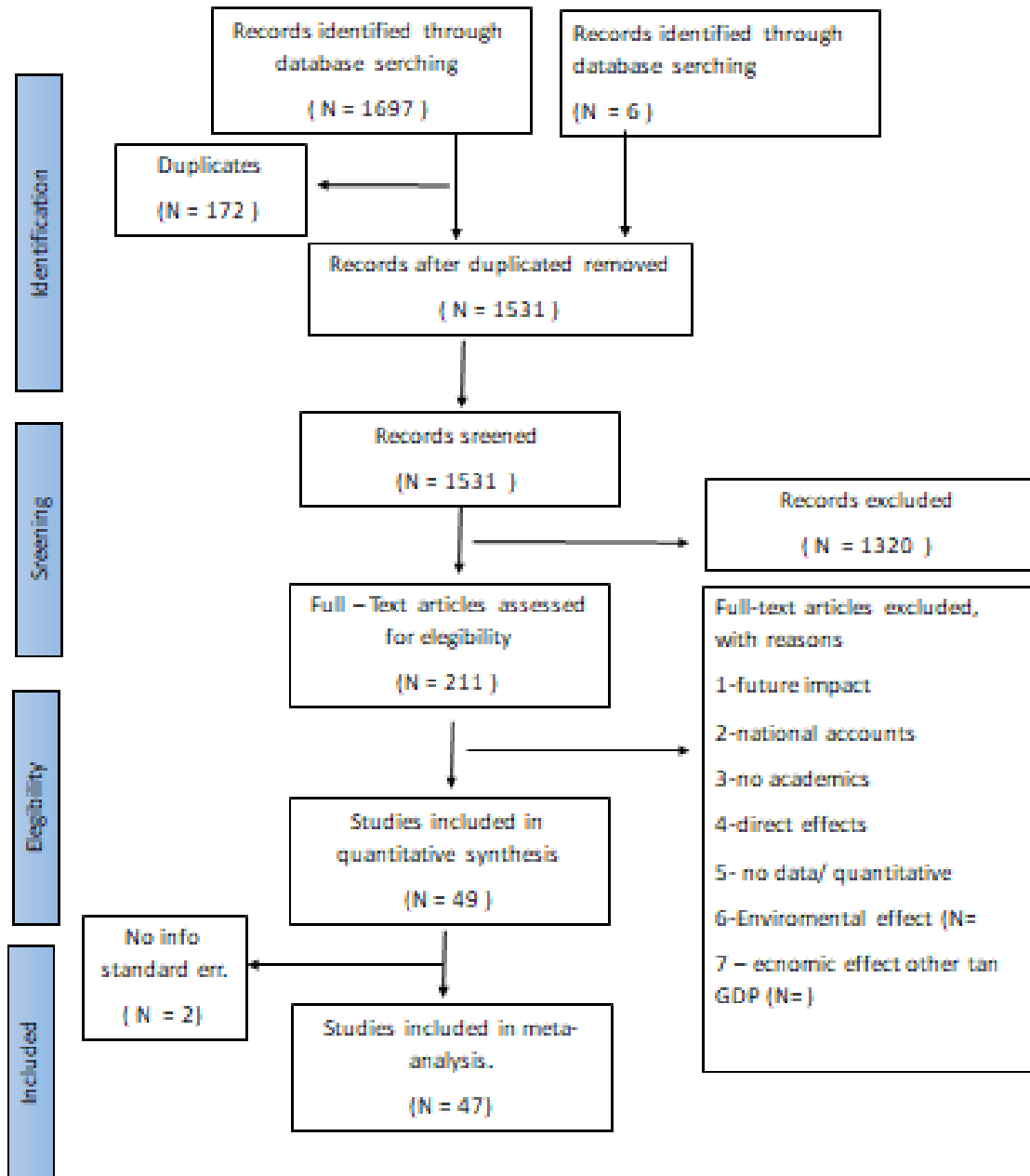
A continuación, se describen los criterios establecidos para excluir investigaciones para el análisis final:

- **Criterio 1:** Se rechazan estudios de telecomunicaciones y BA que se centran en analizar el impacto futuro utilizando proyecciones o predicciones, así que no se consideran estudios de banda ancha "prospectivos"<sup>17</sup>.
- **Criterio 2:** Se excluyen los estudios de contabilidad nacional sobre crecimiento, ya que no incluyen una medida de la precisión del efecto estimado de las inversiones telecomunicaciones.
- **Criterio 3:** no se consideran artículos no académicos (como resúmenes de artículos académicos en medios de comunicación y prensa).
- **Criterio 4:** Se excluyen trabajos en los que se mide el efecto en efectos directos de este tipo de inversiones, como contratación de trabajadores.
- **Criterio 5:** Se eliminan los artículos que no contengan datos ni proporcionen ciertos mínimos de resultados cuantitativos, y para considerarse deben incluir, al menos, errores estándar o estadísticos t. También se eliminan aquellos artículos que solamente reportan el test de causalidad de Granger.
- **Criterio 6:** Se descartan los artículos que analizan los efectos medioambientales y sociales.
- **Criterio 7:** Dentro de los artículos que analizan los efectos económicos, se excluyen todos aquellos en los que la variable dependiente no sea PIB, PIB per cápita o una proxy.

---

<sup>17</sup> Los primeros estudios realizados en el 2001-2002 eran trabajos basados en una serie de hipótesis y de proyecciones futuras dado que las familias no se suscriben a contratos de internet hasta el principio del siglo XXI.

### ANEXO 3: DIAGRAMA PRISMA DE REVISION SISTEMATICA



Fuente: elaboración propiel a partir de la metodología incluida en “A systematic review and meta- analysis of the effectiveness of ICT on literacy learning in English”. EPPI- Centre. Nov 2003

## **ANEXO 4: LISTADO DE ESTUDIOS INCLUIDOS EN ESTA INVESTIGACION QUE ANALIZAN EFECTOS ECONOMICOS DE TIC**

Una vez aplicados los criterios de exclusión antes señalados se seleccionan 47 estudios que analizan el impacto de TIC – incluyendo banda ancha sobre – sobre el crecimiento económico<sup>18</sup>. Finalmente se han seleccionado exclusivamente 47 estudios que son los que incluyen datos económicos sobre los efectos sobre las variables PIB y PIB per cápita. En el siguiente cuadro se presentan las características más relevantes de los trabajos seleccionados para la realización posterior del meta-análisis:

Estudio	Región	Período	Modelo	Estimación	Datos	VI*
Alam, T. F., Sultana, N., & Rayhan, M. I. (2019)	10 Asian countries	15-year period 2001–2015	Structural simultaneous equation modeling approach used by Rölller and Waverman (2001)	2SLS	Panel data	SI
Albiman, M. M., & Sulong, Z. (2017)	SSA region	1990–2014	Linear regression	Mean Group	Panel data	NO
Alderete, M. V. (2017)	22 Latin America countries	2010-2014	Simultaneous equation model	3SLS	Panel data	SI
Arvin, M. B., Pradhan, R. P., & Nair, M. (2021)	G-20 countries	1961-2019	vector error-correction model (VECM), dynamic panel regressions	Fully modified ordinary least squares (FMOLS)	Panel data	NO
Bahrini, R., & Qaffas, A. A. (2019)	45 developing countries (14 countries in MENA region and 31 countries in SSA region)	2007–2016	Linear regression	GMM	Panel data	SI
Banerjee, A., Rappoport, P. N., & Alleman, J. (2020)	107 countries	2008-2017	Linear regression	GMM	Panel data	SI
Benali, N., & Feki, R. (2020)	20 countries (10 developing and 10 developed). Estimación de 10 developed.	1990 to 2017	The autoregressive distributed lag model (ARDL) developed by Pesaran and Shin (1999) which has been extended by Pesaran et al. (2001). They also develop an error correction model (ECM) based on the procedure of Pesaran et al. (2001).	Mean Group	Panel data	NO
Crandall, R. W., Lehr, W., & Litan, R. E. (2007)	48 US states (except Hawaii and Alaska)	2004-2005	Linear regression	OLS	Cross sectional	NO
Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessmann, L. (2011)	20 OECD countries	1996–2007	Linear regressions	OLS	Panel data	NO
Farhadi, M., Ismail, R., & Fooladi, M. (2012)	159 countries	2000-2009	Linear regression	GMM (Arellano-Bond)	Panel data	SI
Gruber, H., & Koutroumpis, P. (2011)	192 countries	18 year period: 1990 - 2007	Simultaneous equation model	OLS	Panel data	NO
Gruber, H., Hästönen, J., & Koutroumpis, P. (2014)	27 EU member countries	Six year period between 2005 and 2011	Simultaneous equation model based on Roller and Waverman (2001), Koutroumpis (2009) and Gruber and Koutroumpis (2011),	3SLS	Panel data	SI
Jacobsen, K. F. L. (2003)	84 countries	from 1990 to 1999	Seemingly unrelated regression model (the simultaneous equations are based on Rölller and Waverman (2001))	GLS	Panel data	NO
Jung, J., & López-Bazo, E. (2020)	27 Brazilian states	2007-2011	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Katz, R. L., & Koutroumpis, P. (2012)	Senegal	7 years period: 2004-2011	structural econometric model (simultaneous equation model), initially developed by Roller & Waverman (2001) for fixed line telephony and later adapted by Koutroumpis (2009) for broadband and Gruber & Koutroumpis (2011) for wireless	3SLS	Time series	SI
Katz, R., & Callorda, F. (2016)	Jordan	2001-2014	Simultaneous equation model, the model set out in the Koutroumpis (2009) and Roller and Waverman (2001)	3SLS	Times series	SI
Katz, R., & Callorda, F. (2018)	Senegal	2009-2016	Simultaneous equation model, the model set out in the Koutroumpis (2009) and Roller and Waverman (2001)	3SLS	Time series	SI



Khalili, F., Cheong, K. C., & Lau, W. Y. (2014)	6 EU countries	1990 - 2011	Vector Error Correction Model (VECM)	Mean group	Panel data	NO
Kongaut, C., & Bohlin, E. (2017)	OECD countries	from 2008 to 2012	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Kouadri, N., & Cherif, A. (2020)	15 MENA (Middle East and North Africa) countries	2000-2018	Autoregressive distributed lag (ARDL)	Mean Group	Panel data	NO
Koutroumpis, P. (2009)	15 European Union countries	2003-2006	Simultaneous equation model	IV GMM	Panel data	SI
Koutroumpis, P. (2019)	35 OECD countries	15 years period between 2002 and 2016	Simultaneous equation model, the model set out in the Koutroumpis (2009) and Roller and Waverman (2001)	3SLS	Panel data	SI
Kpodar, K., & Andrianaivo, M. (2011)	44 African countries	1988-2007	Linear regression	System GMM (Blundell and Bond)	Panel data	SI
Kurniawati, M. A. (2021)	25 Asian countries (12 high income countries and 13 middle income countries)	2000-2018	Linear regression	Fully modified ordinary least squares (FMOLS)	Panel data	NO
Laitsou, E., Kargas, A., & Varoutas, D. (2021)	12 European countries that have initially joined the Eurozone	20-year period (1996–2016), most emphasis has been put on the period of the economic crisis (2008–2016).	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Latif, Z., Latif, S., Ximei, L., Pathan, Z. H., Salam, S., & Jianqiu, Z. (2018)	5 BRICS countries	2000–2014	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Lee, S. H., Levendis, J., & Gutierrez, L. (2012)	44 sub-Saharan countries	1975 to 2006	Linear regression, cross-country growth framework of Datta and Agrwal (2004), which was built upon Barro (1991) and Levine and Renelt (1992)	two-step difference GMM	Panel data	SI
Little, A. D. (2013)	33 OECD countries	3 years (12 quarters) (2008-2010)	Linear regression	2SLS	Panel data	SI
Nasab, E. H., & Aghaei, M. (2009)	7 OPEC member countries	1990-2007	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Niebel, T. (2018)	59 countries (18 developing countries, 22 emerging and 19 developed countries)	1995-2010	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Oztunc, H., Demirbas, E., & Orhan, M. (2019)	31 OECD countries (17 European Union (EU) and 14 non-EU OECD)	1993-2013	Linear Regressions	System GMM (Arellano-Bond)	Panel data	SI
Pohjola, M. (2000)	39 countries	1980-1995	Linear regression	Unrestricted OLS	Panel data	NO
Pradhan, R. P., Mallik, G., & Bagchi, T. P. (2018)	G-20 countries	Annual from 2001 and 2012	Panel Vector Error Correction Model	DOLS (dynamic ordinary least squares)	Panel data	NO
Qiang, C. Z. W., Rossotto, C. M., & Kimura, K. (2009)	120 countries	1980 - 2006	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Rohman, I. K., & Bohlin, E. (2013)	33 OECD countries	period 2008-2010	Linear regression	2SLS	Panel data	SI

Roller, L. H., & Waverman, L. (1996)	35 countries consist of 21 OECD countries and 14 developing or newly industrialized economics	Twenty year period 1970 to 1990	Simultaneous equation model	Non linear 3SLS	Panel data	SI
Roller, L. H., & Waverman, L. (2001)	21 OECD countries	20 years period (1971-1990)	Simultaneous equation model	Non linear GMM	Panel data	NO
Sapuan, N. M., & Roly, M. R. (2021)	8 ASEAN countries	from 2003 to 2017	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Seo, H. J., Lee, Y. S., & Oh, J. H. (2009)	29 countries	1992–1999	Simultaneous equation model	3SLS	Unbalanced Panel data	SI
Sepehrdoust, H. (2018)	14 OPEP countries	during 2002-2015	Linear-logarithm model	GMM	Panel data	SI
Sosa, D. (2014)	9 US states	period 2011-2012	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Stiroh, K. J. (2002)	18 industries	1984-1999 (15 years)	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Thompson Jr, H. G., & Garbacz, C. (2009)	48 US states (except Hawaii, District of Columbia)	2001-2006	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Thompson Jr, H. G., & Garbacz, C. (2011)	43 Countries	2005-2009	Linear regression	2SLS	Panel data	SI
Toader, E., Firtescu, B. N., Roman, A., & Anton, S. G. (2018)	28 EU countries	2000–2017	Linear regression	OLS	Panel data	NO
Vu, K. M. (2011)	102 countries	1996–2000	Linear regression	OLS	Cross sectional	NO
Waverman, L. (2009)	15 developed countries	1980-2007	Linear regression	OLS	Panel data	NO

