

Problemas del  
DESARROLLO

REVISTA  
LATINOAMERICANA  
DE ECONOMÍA

Problemas del desarrollo

ISSN: 0301-7036

Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de  
Investigaciones Económicas

Gutiérrez Cruz, Francisco Salvador; Moreno Brid, Juan Carlos  
El impacto de la inversión pública sobre la privada en las entidades federativas de México  
Problemas del desarrollo, vol. 52, núm. 206, 2021, Julio-Septiembre, pp. 61-83  
Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas

DOI: <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.206.69501>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11869402003>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

UDEM  
[redalyc.org](https://www.redalyc.org)

Sistema de Información Científica Redalyc  
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso  
abierto

## EL IMPACTO DE LA INVERSIÓN PÚBLICA SOBRE LA PRIVADA EN LAS ENTIDADES FEDERATIVAS DE MÉXICO

Francisco Salvador Gutiérrez Cruz y  
Juan Carlos Moreno Brid<sup>a</sup>

Fecha de recepción: 21 de abril de 2020. Fecha de aceptación: 20 de octubre de 2020.

<https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2021.206.69501>

**Resumen.** Uno de los resultados más robustos en la literatura sobre crecimiento económico es que la formación bruta de capital fijo es uno de sus principales determinantes. Menos fuerte es el consenso relativo a las interacciones entre la inversión pública y la privada. El propósito del presente artículo es aportar elementos para esta discusión concentrándose en las relaciones entre ambos componentes para México a nivel estatal. A diferencia del tratamiento usual en la literatura –cuyo enfoque se centra en “flujos” de inversión– se utiliza la variación de acervos de capital fijo. La metodología usada es la de econometría de datos panel. Los resultados indican un efecto positivo entre ambos componentes –público y privado–, en cuanto a la variación de sus acervos.

**Palabras clave:** inversión pública; inversión privada; datos panel; efecto sustitución; efecto complemento; acervos de capital.

**Clasificación JEL:** C32; H50.

## THE IMPACT OF PUBLIC INVESTMENT ON PRIVATE INVESTMENT IN MEXICAN STATES

**Abstract.** The literature on economic growth has robustly demonstrated that gross fixed capital formation is a principal determinant of economic growth. What is more debatable, however, is the consensus regarding the interactions between public and private investment. The aim of this article is to contribute to this debate by focusing on the relationships between public and private investment in Mexico at the state level. In contrast to the conventional approaches which focus on investment “flows,” this article employs the variation in fixed capital stocks, adopting a panel econometric methodology. Findings indicate a positive relationship between both components –public and private– in terms of the variation of their stocks.

**Key Words:** public investment; private investment; panel data; substitution effect; complement effect; capital stocks.

<sup>a</sup> Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Facultad de Economía, México. Correos electrónicos: francisco.gutierrez@flaco.edu.mx y juancarlosmorenobrid@gmail.com, respectivamente. El trabajo se realizó como parte de una investigación en el posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM en el marco del programa de becas posdoctorales de la DGAPA, al que los autores agradecen, así como los comentarios de Joaquín Sánchez y de dos dictaminadores anónimos a una versión previa.

## 1. INTRODUCCIÓN

Si existe alguna conclusión robusta en el estudio del crecimiento económico, tanto a nivel teórico como empírico, es que la inversión en capital fijo es un determinante significativo de la tasa de expansión de la actividad productiva, del producto interno bruto (PIB) real.<sup>1</sup> Su incidencia, sus canales de transmisión en este aspecto, se da en el corto plazo como impulso a la demanda agregada. Y, por demás importante, está su impacto de largo plazo vía ampliación y modernización de la capacidad instalada de producción. De hecho, al expandir y renovar la infraestructura física —al multiplicar plantas de fabricación con modernas maquinarias y equipos—, la inversión eleva la productividad laboral y con ello empuja, por decirlo así, la frontera de producción.

Para una economía como la mexicana, que encuentra en la balanza de pagos una restricción crucial a su crecimiento de largo plazo, la inversión es indispensable para transformar la estructura productiva y remover dicha barrera. Sin la ampliación y modernización del capital es tarea condenada al fracaso el intentar remover la restricción externa; aumentar la elasticidad ingreso de las exportaciones o disminuir la correspondiente de importaciones. Más aún, en tanto que el crecimiento económico es determinante clave en la evolución del empleo —y por ende de los ingresos y bienestar de vasta proporción de la población mexicana—, el estudio de la formación de capital fijo cobra relevancia crucial también para el desarrollo social, no sólo el económico. Sin el robusto desempeño de la inversión, pública y privada, es meta muy elusiva la salida de la pobreza para las grandes mayorías de la población en economías emergentes, como es el caso de la mexicana.

Dicho lo anterior, es empeño fundamental identificar el impacto de la formación bruta de capital fijo del sector público sobre la del sector privado, para potenciar los efectos de ambas sobre el crecimiento económico de corto y de largo plazo. Es necesario, en particular, entender cuándo y por qué se puede dar una evolución discordante de ambas, en la que —como afirman algunos críticos ortodoxos— la inversión pública desplaza a la del sector privado (*crowds out*) en lugar de inducirla o potenciarla (*crowds in*). Como muestra la investigación empírica al respecto, ni el sentido ni la significancia de la relación entre los componentes público y privado de la inversión son invariables *urbi et orbi*, ni en el tiempo. Su interrelación en una economía en particular está

<sup>1</sup> Para revisiones a fondo del tema véanse, *inter alia*, Nurkse (1953), Ros (2013a), Blecker y Setterfield (2019), y UNCTAD (2016 y 2003) desde una perspectiva heterodoxa, así como Aghion y Howitt (2008), Hofman (2000) y Sala-i-Martin (1997).

sujeta a variadas influencias contingentes, a momentos históricos, a marcos institucionales o regulatorios; por ejemplo, en cuanto a la protección de la propiedad o a normas sobre la Inversión Extranjera Directa (IED) respecto a actividades en las que puede participar. Y, no sobra señalar, el contexto político es un elemento que puede marcar dicha interrelación, así como también la fase del ciclo de actividad en que se encuentre la economía en cuestión. Puede que, en periodos de elevado dinamismo y fuerte presión sobre los recursos productivos o financieros, un alza extraordinaria de la inversión pública mine el impulso de la privada; por ejemplo, en ausencia de políticas monetarias para preservar el flujo de crédito para actividades empresariales privadas. A su vez, en momentos de recesión o ritmo declinante de la actividad, la inversión pública podría detonar un repunte marcado de la inversión privada, incluso vía arreglos institucionales como acuerdos de asociación público-privada que fomentan un cambio favorable en el clima general de negocios.

Para el caso mexicano, *a priori*, no se puede descartar que la interrelación (*crowding in* o *crowding out*) entre la inversión pública y la privada sea diferente en las diversas regiones de un país tan extenso. Es el caso, y sigue siendo, que en diferentes momentos históricos la inversión pública cobra fuerza y se concentra en algunas entidades federativas, y dista de hacerlo en otras. El presente trabajo se ocupa de examinar precisamente este punto: la interrelación de la formación bruta de capital fijo del sector privado y del público a nivel de entidades federativas; tema poco explorado en el caso mexicano. Una característica o contribución adicional del trabajo es su énfasis en el análisis empírico partiendo de datos de acervos de capital fijo, y no sólo de flujos de inversión. Como indica la literatura reciente, es el aumento de capital el relevante para fortalecer la capacidad productiva. Bien puede ser que procesos de repunte de la inversión, bienvenidos, no sean lo suficiente dinámicos para lograr revertir la contracción del acervo neto de capital fijo. Así, el análisis hecho a nivel de entidades federativas se basa en datos de la variación de acervos netos de capital, y no se centra en tasas de variación de los flujos de inversión.<sup>2</sup>

El presente artículo se organizó de la siguiente manera: después de esta introducción, la segunda sección muestra, de manera muy resumida, la evolución de la inversión privada y pública en México —como cocientes del PIB— y el ritmo de expansión económica de 1960 a 2019. La tercera sección da

<sup>2</sup> Véanse los trabajos de Arslanalp *et al.* (2010 y 2011) sobre las limitaciones teóricas que, para el estudio para la conmensuración de las interrelaciones entre la inversión y el crecimiento del PIB real, se enfocan en la dinámica de los flujos de inversión en lugar de en la de los acervos de capital. Son conceptos muy relacionados, aunque diferentes. Uno es un acervo, el otro es un flujo; la magnitud neta del primero es la que mide la disponibilidad de un factor crucial de la producción, el capital.

cuenta, también de manera resumida, de la perspectiva teórica adoptada en el análisis empírico que aquí se realiza. Se incluye una revisión de, lo que a juicio propio, son los principales estudios que han abordado el tema para el caso mexicano. La cuarta sección se ocupa de aspectos metodológicos; en particular de la construcción de las series de acervos de capital, a nivel de entidades federativas, extendiendo aportes de uno de los coautores. La quinta sección se dedica a reportar los resultados del análisis empírico, partiendo de introducir la especificación funcional correspondiente y su estimación econométrica. El enfoque adoptado fue el de econometría de datos panel, con un proceso riguroso de selección de modelos. El artículo cierra con una serie de conclusiones y un señalamiento de posibles líneas de extensión de la presente investigación.

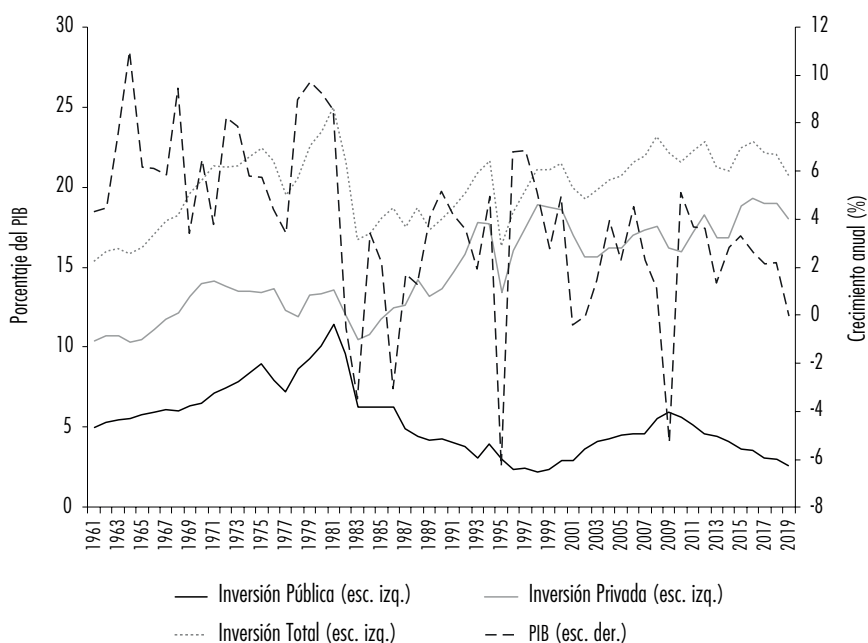
## **2. MÉXICO. CRECIMIENTO ECONÓMICO E INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA: UNA PERSPECTIVA DE SUS HECHOS ESTILIZADOS DE LARGO PLAZO**

Es conveniente echar una mirada de larga data a la dinámica de crecimiento de la economía mexicana y de su tasa de acumulación de capital fijo, tanto privada como pública. En la figura 1 se ilustra ésta con base en la evolución de los cocientes de inversión como proporción del producto, acompañada del registro de la tasa de expansión anual del PIB real, desde 1960 hasta 2019, año previo a la crisis de la pandemia del Covid-19. Se observan claramente diversas fases en la trayectoria de expansión de largo plazo de la actividad productiva. Estas fases también se asocian a cambios en las pautas de acumulación de capital fijo, tanto de manera agregada como de sus componentes privada y pública, no siempre en la misma dirección. Una primera fase, de 1960 a 1981, corresponde a la estrategia de desarrollo marcada por la industrialización dirigida por el Estado y la sustitución de importaciones. En esas décadas, la economía se expandió a tasas anuales medias de 6% o más, y el cociente de inversión subió persistentemente y pasó de 15.1% del PIB en 1960 a casi 25% en 1981, su registro más alto históricamente. Este dinamismo en cuanto al proceso de acumulación se dio en mayor medida en la inversión pública que subió como proporción del PIB, de 5% en 1960 a 10.8% en 1981. La privada, por su parte, también aumentó, pero en menor grado, de hecho, en dos momentos con impulso diferente. En los años sesenta subió con fuerza para después perder impulso y estancarse en niveles por debajo del 15%. Este proceso *a priori* parece revelar un fenómeno de *crowding in* en la primera década, y luego más bien de desplazamiento. Para el fin de este periodo el sector público realizaba más de 40% de la acumulación de capital fijo, aumentado acelera-

damente su participación en los años de bonanza petrolera (1978-1981). En ese lapso, los recursos de hidrocarburos, junto con el extraordinario acceso al financiamiento internacional, para un Estado comprometido con un ambicioso esfuerzos por industrializar al país elevó considerablemente la inversión pública, en particular en el sector petrolero.

El desfonde del proyecto de industrialización basado en el auge petrolero inaugura la segunda etapa (1982-1987), misma que fue marcada por crisis de balanza de pagos y fiscal, seguida de una persistente recesión y desestabilización de indicadores macro clave en materia de inflación y balance presupuestario. La baja del cociente de inversión total es aguda, cae nueve puntos; con caídas más pronunciada en su componente pública. La privada cayó en el inicio de esta fase, pero luego comenzó a recuperarse, siguiendo una tendencia divergente de la pública que se acentuaría aún más ya con la puesta en operación plena del giro de agenda hacia las reformas de mercado. El 1998 abre la tercera fase, con una recuperación de la actividad económica, pero a menor

**Figura 1. México. Crecimiento y participación de la inversión fija, pública y privada: 1960-2020**



Nota: calculados a partir de cifras a precios constantes de 2013. Las series de largo plazo fueron elaboradas por los autores con procesos diferentes de interpolación de los datos oficiales con diferentes años base.

Fuente: elaboración propia de los autores a partir de datos oficiales del INEGI (2020).

ritmo que en los sesenta y setenta, y un alza moderada del cociente de inversión total. De ahí al 2008 la presencia de la inversión privada en el proceso de acumulación de capital se vuelve más dominante que años anteriores, a la vez que la inversión pública se retrae acorde con el nuevo modelo de desarrollo liderado más por las fuerzas del mercado que la guía del Estado. En estos años la inversión recuperó muchos puntos como proporción del PIB. Sin embargo, distó de retomar su máximo previo registrado en 1981. En este proceso divergente el cociente de inversión privada aumentó casi 10 puntos porcentuales, en relación a su mínimo de 1982-1973. Mientras que el de la pública, en una senda descendente, llegó a su mínimo en 1988, si bien después recuperó cierto, muy limitado impulso.

La crisis financiera internacional detonada en 2009 abre la fase actual, en la que la economía, a pesar de su rápido rebote en 2010, pronto pierde *momentum* y da cada vez más muestras de estar sumida en una trampa de lento crecimiento de largo plazo. Por su parte el cociente de inversión total se estancó y comenzó –con ligeros altibajos– a decaer desde 2015. Para 2019 era apenas por encima 20% del PIB. Desde el punto de vista de la complementariedad o la competencia entre inversión pública y privada, estas largas décadas desde la instauración del modelo neoliberal, la evidencia a primera vista no es clara; en unos años la trayectoria de ambas es divergente, apuntando al *crowding out*, en otros lo inverso. En 2020, no reflejado en la figura 1, la economía de México entró en un colapso más grande registrado en muchas décadas, ante los efectos de la pandemia y la recesión internacional. La inversión, por su parte, acentuó con filo la tendencia contractiva que experimentaba ya desde unos años atrás.

Una vez compartido este breve análisis del desempeño macroeconómico de México, en cuanto a su ritmo de expansión de la actividad productiva y de la acumulación de capital fijo, se presenta una breve descripción de trabajos empíricos sobre el tema.

### **3. INTERRELACIONES ENTRE INVERSIÓN DEL SECTOR PRIVADO Y DEL SECTOR PÚBLICO EN MÉXICO: REVISIÓN DE ESTUDIOS EMPÍRICOS SELECCIONADOS**

La literatura sobre la relación entre inversión pública y privada revela –incluso desde diferentes perspectivas analíticas–, que *a priori* ésta puede ser tanto de complementariedad como de desplazamiento, sin forzosamente inclinarse hacia un lado u otro. Ambas posibilidades son verosímiles y dependen de una gama de factores: contexto histórico, respuestas de las autoridades económicas

en materia de política monetaria, financiamiento, y regulación de la inversión, clima de negocios, Estado de Derecho, entre otros. Así, se tiene consenso de que la respuesta, contingente, cae en el campo del estudio empírico de los casos específicos de las economías seleccionadas. Al respecto, para propósitos del presente artículo se identificó una vasta gama de trabajos empíricos para muy diversas economías sobre la temática de las interrelaciones entre inversión pública y privada, incluyendo algunos más avocados a la problemática del acelerador. Para el caso de México se cuentan investigaciones que analizan la interacción entre variables de inversión pública y privada, que llegan a resultados contrapuestos, a juicio propio, dependiendo de los datos, periodos de análisis cubiertos, especificación funcional a estimar, y la metodología econométrica seguida. Se procede a revisar los considerados más relevantes.

Lachler y Aschauer (1998) investigaron la hipótesis sobre que la desaceleración de la economía mexicana (1981-1995), es consecuencia de la caída de la inversión pública en infraestructura. Analizaron el impacto de la inversión pública sobre el nivel de actividad considerando los siguientes tres canales de transmisión: *a)* su impacto sobre la inversión privada; *b)* su efecto sobre la productividad de los factores; y *c)* su incidencia sobre la disponibilidad de financiamiento. Variables adicionales que consideraron en su estimación fueron el gasto corriente del sector público, sus ingresos, además de concentrarse en la productividad total de los factores. Encontrando que la inversión pública, por su parte, ejerce un efecto adverso (sustitución) sobre la inversión privada, a la vez estimula la productividad de los factores y con ello la expansión de la actividad económica. Asimismo, encontraron que el efecto sobre el crecimiento es contingente de la fuente de financiamiento. Si ocurre a través de recomposición del gasto de gobierno, su efecto es positivo; pero si la fuente proviene de deuda o impuestos, el efecto es el contrario.

Guerrero (1996), en su investigación para el periodo 1980-1994, abordó la hipótesis de que el crecimiento de la inversión privada no compensó la caída de la inversión pública. Con base en series trimestrales del periodo y en técnicas de cointegración, utilizando una gama de variables adicionales como el crédito privado, la tasa de interés, el PIB, el cociente capital producto, el tipo de cambio real y el nominal, así como el índice de precios y cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores. Encontró un efecto positivo, significativo de las ventas –tipo acelerador– sobre la inversión privada y también que el déficit gubernamental se asocia con un efecto atracción (*crowding in*) de la inversión pública sobre la privada.

Ramírez (2004), por su parte, indagó el efecto del gasto público, en particular en infraestructura sobre el crecimiento económico de México para el



periodo 1955-1999. Utilizó además de las variables usuales, el PIB y la productividad de los factores. Concluyó que tanto la inversión privada como el gasto público en infraestructura tienen un efecto positivo, significativo sobre la tasa de crecimiento, y que la componente privada responde positiva y también de manera significativa al gasto público en infraestructura es positiva. Asimismo, concluyó que el gasto público en infraestructura explica un porcentaje significativo de la variación en la inversión privada, después de 10 años. En línea similar, Castillo y Herrera (2005), estudiaron el efecto del gasto público agregado sobre el gasto privado en México de 1980 a 2002. Con base en técnicas de cointegración —a la Johansen— para identificar las relaciones a largo plazo, y la metodología de Vahid y Engle de los ciclos comunes para el corto plazo, incluyendo, además, como variables exógenas, el gasto en consumo tanto público como privado, y el PIB. Obtuvieron evidencia de una influencia significativa de que el alza en la inversión pública reduce en el corto plazo la inversión privada, posiblemente por la presión sobre los recursos financieros. Para el largo plazo, detectaron un efecto significativo de atracción de la inversión pública sobre la privada.

Fonseca (2009) utilizó como variables la formación bruta de capital fijo por tipo de bien y comprador, el PIB, la tasa de interés real —aproximada por la tasa de CETES ajustada por el alza en el índice nacional de precios al consumidor y la deuda interna neta del sector público—, todas ellas con datos trimestrales para el periodo 1980-2007, y una gama de modelos econométricos de series de tiempo; encontró que en el corto plazo se da un desplazamiento parcial de la inversión privada por la pública; mientras que en el largo plazo reportó un efecto complementario débil y marginal. Mientras que Hernández (2010), en su análisis del periodo de 1980-2008, recurrió a una amplia gama de variables, entre ellas, el PIB, la población económicamente activa, y los indicadores del trabajo. Y concluyó que el efecto complementario de la inversión pública se posibilita siempre y cuando ésta se enfoque en generar condiciones favorables (proyectos rentables y productivos) para incentivar la inversión privada.

Gutiérrez (2017a) relacionó a la inversión privada con la pública con base en técnicas de cointegración, pero los datos utilizados, al no satisfacer las pruebas de raíces unitarias, obligaron a utilizar como *proxi* el gasto público primario, mismo que incluye a la inversión pública. Adicionalmente utilizó como variables exógenas el tipo de cambio, la tasa de interés y el PIB, y encontró que el gasto público primario tiene un efecto positivo sobre la inversión privada. Sin pretender hacer una síntesis detallada, cabe subrayar la dificultad en estos estudios para incorporar una variable que mida la disponibilidad de financiamiento.

#### 4. METODOLOGÍA: CÁLCULO DE LAS SERIES DE ACERVOS DE CAPITAL FIJO PARA MÉXICO

Las series de tiempo de inversión fija, por definición de las cuentas nacionales, deben capturar la variación del volumen del acervo de capital fijo de un periodo a otro. Empero, al utilizar dicha variable para fines de estimar el impacto de la acumulación de capital sobre el crecimiento económico, *per forza*, hay que considerar que la medida en que la inversión así registrada corresponde a un incremento del acervo de capital fijo –y haciendo abstracción de la problemática de su valoración a precios constantes– depende de la tasa de depreciación de la infraestructura, la maquinaria y el equipo; ya no se diga de su obsolescencia tecnológica. Ello presupone contar con tasas de depreciación verosímiles, acordes con la práctica convencional respectiva. Dependiendo de éstas, una pauta de inversión bruta puede compaginarse con un aumento del acervo de capital o por el contrario con una contracción de éste en la medida que la adición al capital no compensa más que parcialmente su depreciación contable. Tal inferencia, sobra decir, es válida tanto para la inversión privada como la pública.<sup>3</sup> Siguiendo la práctica al uso, para construir las series de acervos de capital, tanto público como privado, se utilizó el método de inventarios perpetuos partiendo de una tasa de depreciación dada. Puesto aritméticamente, se parte de la siguiente identidad:

$$SC_t = (1 - \delta) * SC_{t-1} + I_t$$

Dónde  $SC_t$  denota el acervo de capital fijo al cierre del periodo  $t$ ,  $\delta$  es la tasa de depreciación e  $I_t$  es el flujo de inversión bruta que tiene lugar en dicho periodo  $t$ . Reto importante de la metodología de inventarios perpetuos es la estimación del valor de acervo de capital en el año inicial ( $SC_0$ ) para el cual se cuenta con una serie confiable de flujos de inversión. Al respecto, diversos autores, *inter alia* Loría y de Jesús (2007) y Shiau *et al.* (2002), abordan este reto utilizando un factor de ajuste propuesto por Almon (1999).

<sup>3</sup> Véase Arslanalp *et al.* (2010).

### El factor de ajuste de Almon

Almon (1999) lanzó la propuesta para resolver este problema con base en la siguiente fórmula que permite calcular, en sus palabras, una serie normalizada de acervos de capital fijo. Y es la siguiente:

$$Faj_t = (1 - \delta) * Faj_{t-1} + 1$$

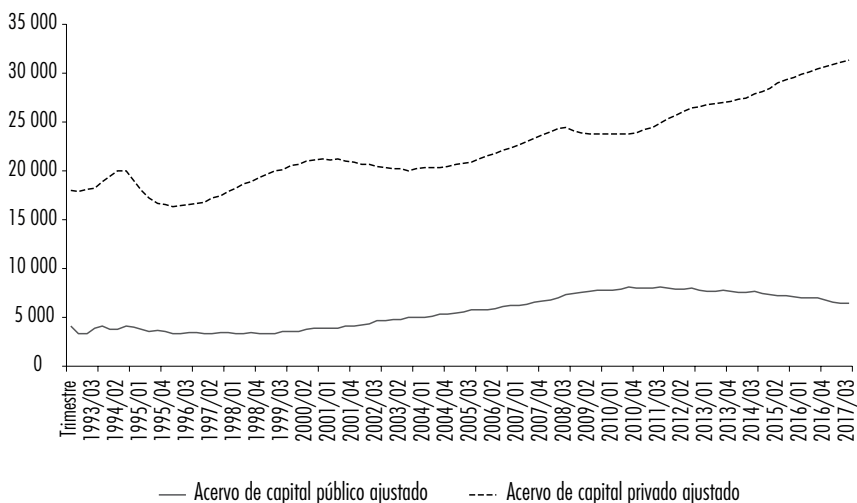
Dónde,  $Faj_t$  es el factor de ajuste,  $\delta$  es la depreciación y  $Faj_{t-1}$  es el factor de ajuste del periodo anterior. Para la estimación de la serie temporal de factores de ajuste, se toma como supuesto que el primer dato es igual a la unidad ( $Faj_t=1$ ), y se toma una tasa de depreciación “razonable”. Con base en la serie del factor de ajuste así calculada, se realiza la construcción de la serie de acervos de capital, incorporando al cálculo el factor de ajuste correspondiente de la siguiente forma:

$$SCA_t = \frac{(SC_t/Faj_t)}{\delta}$$

Dónde  $SCA_t$  es el *stock* de capital ajustado,  $SC_t$  es el *stock* de capital,  $Faj_t$  es el factor de ajuste y  $\delta$  representa la depreciación. Básicamente lo que el factor de ajuste aporta es permitir la construcción de la serie, en su terminología, “normalizada” de acervos de capital en la cual el valor de la primera observación no es cero.

La figura 2 ilustra los resultados obtenidos para la estimación, construcción, de la serie de acervos de capital para la economía mexicana en su conjunto para 1993-2017.

**Figura 2. México. Acervos de capital fijo del sector público y privado: 1993-2017**  
(trimestral en miles de millones de pesos de 2013)



Fuente: elaboración propia con datos de las estimaciones propias de acervos de capital público y privado.

## 5. MODELO DE DATOS PANEL: ESTIMACIÓN ECONOMETRICA

Como es conocido, se cuenta con una gran diversidad de técnicas econométricas para estimar hasta cierto punto diferenciadas en dos grandes campos, dependiendo si los datos son de corte transversal o de series de tiempo. De hecho, la metodología de modelización de datos panel posibilita explotar bases de datos con ambos tipos de información, y generar estimadores, por decirlo así, mejores en tanto que se aprovecha la información completa de las variables asociadas a los diversos “individuos” con sus observaciones a lo largo de un periodo. La ecuación general para este tipo de modelos es la siguiente:

$$y_{it} = c_{it} + \beta_1 X_{it} \dots + \beta_n Z_{it} + \varepsilon_{it}$$

Dónde:

$y_{it}$  = es la variable dependiente en la observación del individuo  $i$  en el tiempo  $t$ ;

$c_{it}$  = es un vector de efectos fijos o aleatorios, según sea el caso;

$x_{it}$  = es una variable independiente del individuo  $i$  en el tiempo  $t$ ;  
 $z_{it}$  = es la variable independiente  $Z$  del individuo  $i$  en el tiempo  $t$ ;  
 $\beta_n$  = son los coeficientes estimados para las variables independientes.

Para satisfacer el objetivo del presente análisis —estimar el efecto de la acumulación de capital fijo del sector público sobre el del sector privado— a nivel estatal, se construyó y estimó un modelo de datos panel. En él, se consideraron las siguientes variables: el acervo de capital privado ( $AK_{priv}$ ) como variable dependiente y, como variables explicativas, el acervo de capital del sector público ( $AK_{pub}$ ), y tasa de interés interbancaria de equilibrio ( $TIE$ ). Asimismo, para incorporar la posibilidad de ajuste dinámicos en el tiempo, se incluyeron algunas de estas mismas variables rezagadas un periodo denotadas con un “guion bajo” y el número del rezago ( $_1$ ), el acervo de capital privado y el PIB real estatal rezagados en un periodo de igual manera ( $_1$ ).<sup>4</sup> Con base en la literatura especializada revisada, se optó por la siguiente especificación funcional para la estimación:

$$LnAK_{priv} = (c_{ij}, \frac{LnAK_{Pub}}{LnPIB}, LnTIE, \frac{LnAK_{Pub}}{LnPIB_{-1}}, LnTIE_{-1}, \frac{LnAK_{Priv}}{LnPIB_{-1}}, LnPIB_{-1}) \quad (1)$$

Y al modelo estimado se le realizaron pruebas de correcta especificación.<sup>5</sup>

### Descripción de la base de datos

Como se mencionó líneas arriba, para el ejercicio econométrico panel se utilizaron series de datos de acervos de capital fijo —privado y público— y del PIB a nivel de los 32 estados de México para el periodo 2003-2017,<sup>6</sup> en millones de pesos constantes. También se utilizó la serie de  $TIE$ , derivada como promedio de los datos mensuales correspondientes del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2016). La

<sup>4</sup> Se utilizó un procedimiento que va de lo general a lo particular, por lo que se presentan tanto los resultados mostrando el modelo completo, como eliminando las variables no significativas. El PIB estatal se integró al modelo por su relevancia en términos de la base analítica adoptada y para enfrentar problema de posibles variables omitidas. La tasa de interés se incluyó, como en la vasta mayoría de estudios revisados, como *proxi* del costo de financiamiento, determinante de las decisiones de invertir.

<sup>5</sup> En este caso son las pruebas de autocorrelación, heterocedasticidad y correlación contemporánea.

<sup>6</sup> Se utilizaron datos a partir de 2003 debido a su disponibilidad en el INEGI.

serie de acervos de capital fijo público se tomaron de Gutiérrez (2017b), y las de capital privado se construyeron en el curso de la presente investigación, ambas con el método de inventarios perpetuos y el factor de ajuste propuesto por Almon (1999) explicado en la sección anterior y suponiendo una tasa de depreciación media anual de 9.7%. Las series de PIB estatal se tomaron del INEGI.<sup>7</sup>

### **Resultados econométricos<sup>8</sup>**

Siguiendo la práctica aceptada, el primer paso fue estimar el modelo *pooled* por el método de mínimos cuadrados ordinarios, así como el de efectos aleatorios (*random effects*) para contrastarlos entre sí. El resultado fue que ambos modelos arrojaron estimaciones con coeficientes similares (véase Anexo 1, modelos 1 y 2, respectivamente). En su comparación formal se empleó la prueba de Breusch-Pagan que arrojó un registro de  $\text{Chi}^2 = 0.000$  con una probabilidad de  $\text{Prob} > \text{Chi}^2 = 1.000$ . El *p-value* de la prueba indica que no se puede rechazar la hipótesis nula  $H_0$  lo que permitió concluir que los efectos aleatorios no son relevantes.<sup>9</sup> El siguiente paso fue estimar el modelo de efectos fijos (véase tabla 1).

La prueba F de significancia de los efectos fijos sirvió para comparar este modelo con el de efectos aleatorios. Dio como resultado un estadístico de F  $(31, 349) = 2.58$  con una probabilidad de  $\text{Prob} > F = 0.0000$ , lo cual condujo a rechazar  $H_0$ ; en otras palabras, a la preferencia por el modelo de efectos fijos. Se aplicó a continuación la prueba de Hausman, sobre estos dos modelos a fin de decidir, según el caso, si los estimadores eran significativamente diferentes entre sí o no. El resultado fue un estadístico de  $\text{Chi}^2 = 98.12$  y una probabilidad de  $\text{Prob} > \text{Chi}^2 = 0.0000$ , lo cual apuntó a rechazar  $H_0$ . Es decir, la diferencia tal de los coeficientes de efectos fijos y aleatorios confirma la conveniencia de usar el modelo de efectos fijos. El siguiente paso es la estimación de ese modelo, pero de dos pasos (*two-way fixed effects*), en que se agregan variables dicotómicas temporales al modelo original, para capturar eventualidades comunes a toda entidad federativa en el periodo analizado. Este proceso permite aislar la influencia de dichos eventos en común (véase tabla 2).

<sup>7</sup> Todas las variables están en logaritmos para que, al calcularse los coeficientes, reflejen elasticidades.

<sup>8</sup> Aparicio y Márquez (2005).

<sup>9</sup> Como es usual, se rechazan las hipótesis nulas ( $H_0$ ) cuando el valor de *p-value* es  $< 0.05$ .

Tabla 1. Modelo de efectos fijos

<i>Variable</i>	<i>Efectos fijos</i>	<i>Sin variables no significativas</i>
LnAKpub/LnPIB	<b>-2.394</b> [.765]	-1.894 [.712]
LnTIE	-0.005 [.039]	
LnPIB_1	0.088 [.075]	
LnAKpub_1/LnPIB_1	<b>3.097</b> [.738]	2.588 [.647]
LnAKpriv_1/LnPIB_1	<b>0.132</b> [.052]	0.137 [.052]
LnTIE_1	0.050 [.038]	
Constante	-1.234 [.942]	
Within	0.1581	0.150
Between	0.1882	0.065
Overall	0.1311	0.119
Observaciones	448	448
Individuos	32	32

Nota: los números en negritas son estadísticamente significativos al 95%. Los números entre corchetes son los errores estándar de los estimados.

Fuente: elaboración propia.

**Tabla 2. Modelo de efectos fijos de dos pasos**

<i>Variable</i>	<i>Efectos fijos de dos pasos</i>	<i>Sin variables no significativas</i>
LnAKpub/LnPIB	<b>-2.876</b> [.810]	-2.841 [.809]
LnTIE	0.053 [.041]	
LnPIB_1	0.097 [.095]	
LnAKpub_1/LnPIB_1	<b>3.194</b> [.749]	3.115 [.745]
LnAKpriv_1/LnPIB_1	<b>0.121</b> [.053]	0.125 [.053]
LnTIE_1	n.d. n.d.	
Constante	-1.080 [1.236]	
Within		
Between		
Overall		
Observaciones	448	
Individuos	32	

Nota: los números en negritas son estadísticamente significativos al 95%. Los números entre corchetes son los errores estándar de los estimados.

Fuente: elaboración propia.

La prueba F sobre la significancia del modelo arrojó un estadístico de F (10, 336) = 1.95 y una probabilidad de Prob > F = 0.0383, lo que apunta al rechazo de  $H_0$ , *ergo* cabe afirmar que las variables dicotómicas del modelo de dos pasos son significativas y pertenecen al de efectos fijos. Ahora bien, las pruebas de correcta especificación del modelo de efectos fijos *i*) autocorrelación, *ii*) heterocedasticidad y *iii*) correlación contemporánea, indicaron la necesidad de corregir estos tres problemas.



Pruebas de correcta especificación

- 1) Autocorrelación: Wooldridge  $F(1, 31) = 67.495$   
Prob > F = 0.0000
- 2) Heterocedasticidad: Wald  $\chi^2 = 7199.81$   
Prob >  $\chi^2 = 0.0000$
- 3) Correlación contemporánea: Pesaran 3.653, Pr = 0.0003  
Valor absoluto medio de los valores fuera de la diagonal = 0.271

Los resultados de la estimación del modelo ya corregido se reportan en la tabla 3.

**Tabla 3. Modelo de efectos fijos corregido (por autocorrelación, heterocedasticidad y correlación contemporánea)**

<i>Variable</i>	<i>Efectos fijos corregido</i>	<i>Sin variables no significativas</i>
LnAKpub/LnPIB	<b>-3.121</b> [.766]	-3.160 [.726]
LnTIE	-0.463 [.572]	
LnPIB_1	0.108 [.090]	
LnAKpub_1/LnPIB_1	<b>3.454</b> [.710]	3.476 [.659]
LnAKpriv_1/LnPIB_1	0.024 [.156]	
LnTIE_1	n.d. n.d.	
Constante	n.d. n.d.	
Within		

Variable	Efectos fijos corregido	Sin variables no significativas
Between		
Overall		
Observaciones	448	
Individuos	32	

Nota: los números en negritas son estadísticamente significativos al 95%. Los números entre corchetes son los errores estándar de los estimados. La notación n.d. quiere decir que el coeficiente de la variable no está disponible por problemas de colinealidad.

Fuente: elaboración propia.

En conclusión, derivado del largo proceso para determinar el modelo más adecuado, aplicando las pruebas de correcta especificación correspondientes a la metodología de panel, se opta por el de efectos fijos de dos pasos. Eliminando los coeficientes que no fueron significativos, las estimaciones –partiendo de la información de panel recabada de las 32 entidades federativas para el lapso de estudio– indican que la evolución del acervo de capital fijo del sector público, coincidente y rezagado en un periodo, son determinantes significativos de la evolución de los acervos de capital fijo del sector privado.

Las estimaciones de dicho modelo de efectos fijos correctamente especificados, corrigiendo por los problemas de arriba identificados, culminó en la siguiente ecuación:

$$\text{LnAKPriv/LnPIB} = -3.121*\text{LnAKPub/LnPIB} + 3.454*\text{LnAKPub}_{-1}/\text{LnPIB}_{-1} + \varepsilon_{it}$$

[Error Estándar]      [0.766]      [0.710]

Como registra esta ecuación, el acervo de capital fijo del sector público provoca –una vez agregado su efecto rezagado y coincidente– un impulso neto positivo significativo sobre el acervo de capital fijo del sector privado. Nótese, sin embargo, que los efectos coincidentes y rezagados son de distinto signo. El primero es negativo, sugiriendo una relación de *crowding out*, dígase en tiempo simultáneo; el segundo, el efecto con rezago indica lo contrario: un impacto positivo de *crowding in*, significativo y ligeramente más fuerte que el primero. Para más detalle, los estimados indican que por cada punto porcentual de incremento en el acervo de capital fijo del sector público se genera

un efecto positivo, un año después, de poco más de tres puntos porcentuales (+ 3.454) sobre el acervo de capital fijo del sector privado. Asimismo, se apunta también que el alza en el acervo de capital fijo del sector público induce un efecto contractivo sobre la inversión privada que tiende a reflejarse en una reducción de su acervo de capital fijo, de ligera menor magnitud (-3.121). La resultante, tomados los estimados de los coeficientes por su valor en la ecuación (2), sugiere un impacto neto favorable de la inversión pública sobre la privada del orden de un alza de 0.331 décimas de punto porcentual en su acervo correspondiente.

## 6. CONCLUSIONES

El objetivo principal del presente artículo era identificar la interrelación entre la formación de capital fijo del sector público y del privado en México, para aproximadamente las dos primeras décadas del presente siglo, antes del inicio de la fase recesiva inaugurada en la economía mexicana en 2018, confirmada en 2019 y agudizada en 2020 con la pandemia del Covid-19. Mediante ejercicios econométricos, y con base en el modelo analítico más utilizado –asociado a la teoría del acelerador– se estimó la existencia de una asociación significativa entre ambos componentes de la formación de capital fijo: la pública y la privada. Las conclusiones, desafortunadamente, más que resolver van a abonar el debate vigente sobre los resultados de investigaciones previas para el caso mexicano. Efectivamente, en tanto que se detectó un efecto rezagado de impulso (*crowding in*) y a la vez un efecto concomitante de desplazamiento (*crowding out*), la discusión sigue abierta. Desde una óptica poco sofisticada, los resultados de las estimaciones no dan recomendaciones incuestionables en una u otra dirección para propósitos de política económica de impulso al crecimiento. Claramente estarán ponderados por el horizonte de tiempo de los objetivos de las autoridades correspondientes; específicamente dependen del peso que le den al impacto –en el mismo periodo y en el periodo subsiguiente– al alza de la inversión pública sobre la privada.

Los resultados obtenidos son un estímulo para profundizar en la investigación aplicada del tema. Por una parte, se considera indispensable distinguir los diferentes tipos de capital fijo. No necesariamente los impactos sobre la inversión privada serán iguales si se apuesta por la ampliación y modernización de la infraestructura de comunicaciones y de generación de energías limpias, que si se apuesta por la construcción de, por ejemplo, “elefantes blancos”. Por otro lado, el de la inversión privada, los impactos respectivos pueden ser muy

diferentes en lo que concierne a la construcción residencial o a la apertura de nuevas plantas e importación de maquinaria con tecnología de punta. Todo ello queda pendiente para futuras investigaciones respecto a un tema cada día más relevante en la economía mexicana, la relación entre inversión pública y privada.

## ANEXO

Tabla A1 . Modelos estimados de datos panel

Variable	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	POOLED	Sin variables no significativas	Efectos aleatorios	Sin variables no significativas	Efectos fijos	Sin variables no significativas
LnAKpub/LnPIB	<b>-2.398</b> [0.702]	-2.233 [0.641]	<b>-2.398</b> [0.702]	-2.233 [.641]	<b>-2.394</b> [.765]	-1.894 [.712]
LnTIIE	-0.041 [.0710]		-0.041 [0.035]		-0.005 [.039]	
LnPIB_1	<b>0.015</b> [0.007]	0.015 [0.007]	<b>0.015</b> [0.007]	0.015 [.007]	0.088 [.075]	
LnAKpub_1/LnPIB_1	<b>2.487</b> [.710]	2.331 [0.631]	<b>2.487</b> [0.710]	2.331 [.631]	<b>3.097</b> [.738]	2.588 [.647]
LnAKpriv_1/LnPIB_1	<b>0.372</b> [.046]	0.375 [0.046]	<b>0.372</b> [0.046]	0.375 [.046]	<b>0.132</b> [.052]	0.137 [.052]
LnTIIE_1	0.052 [.039]		0.052 [0.039]		0.050 [.038]	
Constante	0.071 [.151]		0.071 [0.151]		-1.234 [.942]	
Within			0.1195	0.1149	0.1581	0.150
Between			0.8077	0.81	0.1882	0.065
Overall			0.2615	0.2581	0.1311	0.119
Observaciones	448		448	448	448	448
Individuos	32		32	32	32	32

continúa

Tabla A1 . Modelos estimados de datos panel (*continuación*)

<i>Variable</i>	<i>Modelo 4</i>		<i>Modelo 5</i>		<i>Modelo 6</i>	
	<i>Efectos fijos bietápico</i>	<i>Sin variables no significativas</i>	<i>Efectos fijos AR1</i>	<i>Sin variables no significativas</i>	<i>FGLS Heterocedasticidad</i>	<i>Sin variables no significativas</i>
LnAKpub/LnPIB	<b>-2.876</b> [.810]	-2.841 [.809]	<b>-2.751</b> [.835]	-2.567 [.814]	<b>-1.310</b> [.437]	-1.013 [.408]
LnTIE	0.053 [.041]		-0.016 [.039]		0.005 [.021]	
LnPIB_1	0.097 [.095]		0.057 [.124]		<b>0.015</b> [.003]	0.015 [.003]
LnAKpub_1/LnPIB_1	<b>3.194</b> [.749]	3.115 [.745]	<b>3.494</b> [.804]	3.256 [.691]	<b>1.428</b> [.441]	1.091 [.404]
LnAKpriv_1/LnPIB_1	<b>0.121</b> [.053]	0.125 [.053]	<b>-0.240</b> [.053]	-0.229 [.053]	<b>0.525</b> [.042]	0.519 [.041]
LnTIE_1	n.d. n.d.		0.043 [.037]		0.017 [.024]	
Constante	-1.080 [1.236]		-0.649 [1.055]		-0.052 [.089]	
Within			0.1179			
Between			0.0033			
Overall			0.0053			
Observaciones	448		416		448	
Individuos	32		32		32	

*continúa*

Tabla A1. Modelos estimados de datos panel (continuación)

Variable	Modelo 7		Modelo 8		Modelo 9	
	PCSE Heterocedasti- cidad	Sin variables significativas	PCSE Heterocedasticidad y correlación contemporánea	Sin variables no significa- tivas	PCSE Heterocedasticidad, correlación contemporánea y correlación serial	Sin variables no significa- tivas
LnAKpub/LnPIB	<b>-2.398</b> [.621]	-2.233 [.607]	<b>-2.398</b> [.681]	-2.233 [.680]	<b>-3.121</b> [.766]	-3.160 [.726]
LnTIE	-0.041 [.037]		-0.041 [.043]		-0.463 [.572]	
LnPIB_1	<b>0.015</b> [.006]	0.015 [.006]	<b>0.015</b> [.006]	0.015 [.006]	0.108 [.090]	
LnAKpub_1/LnPIB_1	<b>2.487</b> [.628]	2.331 [.621]	<b>2.487</b> [.698]	2.331 [.711]	<b>3.454</b> [.710]	3.476 [.659]
LnAKpriv_1/LnPIB_1	<b>0.372</b> [.115]	0.375 [.112]	<b>0.372</b> [.135]	0.375 [.132]	0.024 [.156]	
LnTIE_1	0.052 [.039]		0.052 [.048]		n.d. n.d.	
Constante	0.071 [.124]		0.071 [.124]		n.d. n.d.	
Within						
Between						
Overall						
Observaciones	448		448		448	
Individuos	32		32		32	

Nota: las negritas significan que es significativo al 95%. Las siglas n.d. significan no disponible por colinealidad. Entre corchetes los errores estándar.

Fuente: elaboración propia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aghion, P. y Howitt, P. W. (2008). *The economics of growth*. The MIT Press.
- Almon, C. (1999). *The craft of economic modeling*. Ginn Press.
- Aparicio, J. y Márquez, J. (2005). Diagnóstico y especificación de modelos panel en Stata 8.0. Documento de trabajo. CIDE.
- Arslanalp, S., Bornhorst, F., Gupta, S. y Sze, E. (2010). Public capital and growth. IMF working paper, WP/10/175.
- \_\_\_\_\_, Bornhorst, F. y Gupta, S. (2011). Investing in growth. *Finance and Development*, 48(1). <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2011/03/pdf/Arslanalp.pdf>
- Blecker, R. y Setterfield, M. (2019), *Heterodox macroeconomics*. Edward Elgar.
- Castillo, R. y Herrera, J. (2005). Efecto del gasto público sobre el gasto privado en México. *Revista de Estudios Económicos*, 20(2). <https://www.redalyc.org/pdf/597/59713036002.pdf>
- Fonseca, F. (2009). El impacto de la inversión pública sobre la inversión privada en México, 1980-2007. *Revista de Estudios Económicos*, 24(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=59713143001>
- Guerrero, C. (1996). *La inversión: teoría y comportamiento en México 1981-1995* [Tesis de maestría en Ciencias Económicas. UACEPY, UNAM]. [https://repositorio.unam.mx/contenidos/la-inversion-teoria-y-comportamiento-en-mexico-1981-1995-3485504?c=0e7MnB&d=false&q=\\*&i=1&v=1&t=search\\_1&as=1](https://repositorio.unam.mx/contenidos/la-inversion-teoria-y-comportamiento-en-mexico-1981-1995-3485504?c=0e7MnB&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_1&as=1)
- Gutiérrez, F. (2017a). El impacto del gasto público sobre la inversión privada en México (1980-2015). *Revista Economía UNAM*, 42. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/ecu/article/view/61741>
- \_\_\_\_\_. (2017b). Estimación del stock de capital público en México a nivel estatal: 1990-2015. *Revista Economía Informa*, 404. <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/404/06GutierrezCruz.pdf>
- Hernández, J. (2010). Inversión pública y crecimiento económico: hacia una nueva perspectiva de la función del gobierno, *Revista Economía: Teoría y Práctica*, 33. <https://www.redalyc.org/pdf/2811/281122879002.pdf>
- Hofman, A. (2000). *The economic development of Latin America in the twentieth century*. Edward Elgar.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). Sistema de Cuentas Nacionales de México. <http://www.inegi.org.mx>
- Lachler, U. y Aschauer, D. (1998). Public investment and economic growth in Mexico, *Policy Research Working Paper 1964*, World Bank,

- August. Recuperado de <<http://documents.worldbank.org/curated/en/632191468774628985/pdf/multi0page.pdf>>
- Loría, E. y de Jesús, L. (2007). Los acervos de capital de México. Una estimación, 1980.I-2004.IV. *El trimestre económico*, 74(294). <https://doi.org/10.20430/ete.v74i294.373>
- Nurkse, R. (1953). *Problems of capital formation in underdeveloped countries*. Oxford University Press.
- Ramírez, M. (2004). Is public infrastructure investment productive in the Mexican case? A vector error correction analysis. *Journal of International Trade and Economic Development*, 13(2). Recuperado de <<https://ideas.repec.org/a/taf/jitecd/v13y2004i2p159-178.html>>
- Ros, J. (2013a). *Rethinking economic development, growth and institutions*. Oxford University Press.
- \_\_\_\_\_. (2013b). *Algunas tesis equivocadas sobre el estancamiento económico de México*. El Colegio de México y la Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sala-i-Martin, X. (1997). *I just ran two million regressions*. American Economic Review, 87(2). <http://www.jstor.org/stable/2950909>
- Shiau, A., Kilpatrick, J. y Matthews, M. (2002), Seven percent grow for Mexico? A quantitative assessment of Mexico's investment requirements. *Journal of Policy Modeling*, 24(7-8). <https://www.infona.pl/resource/bw-metal.element.elsevier-05570458-1a3a-39b2-88e6-ebd57a8869d3/tab/summary>
- UNCTAD (2003). Trade and development report 2003: Capital accumulation, growth and structural change. UNCTAD/TDR/2003, ONU.
- \_\_\_\_\_. (2016). Trade and development 2016: Structural transformation for inclusive and sustained growth. ONU.