



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Facultad de
**Ciencias Económicas
y de Administración**
Universidad de la República

El impacto de la inversión en infraestructura de transporte en el crecimiento económico de Uruguay

Ec. María Virginia Carve

Programa de Maestría en Economía de la Facultad de
Ciencias Económicas, Universidad de la República.

Montevideo – Uruguay

Julio de 2017



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY



Facultad de
**Ciencias Económicas
y de Administración**
Universidad de la República

El impacto de la inversión en infraestructura de transporte en el crecimiento económico de Uruguay

Ec. María Virginia Carve

Tesis de Maestría presentada al Programa de Maestría en Economía de la Facultad de Ciencias Económicas, Universidad de la República, como parte de los requisitos para la obtención del título de Magíster en Economía.

Director de tesis: Profesor Titular Dr. Juan Gabriel Brida

Codirector de tesis: Profesor Titular Dra. Bibiana Lanzilotta

Montevideo – Uruguay

Julio de 2017

INTEGRANTES DEL TRIBUNAL DE DEFENSA DE TESIS

Profesor Titular Dr. Nombre Apellido

Profesor Titular Dr. Nombre Apellido

Profesor Titular Dr. Nombre Apellido

Montevideo – Uruguay

Julio de 2017

Agradecimientos

Me gustaría agradecer a mis tutores, Dr. Juan Gabriel Brida y Dra. Bibiana Lanzilotta por la orientación constante y dedicación brindada para la elaboración de este trabajo, así como también a quienes me ofrecieron su apoyo y acercaron sugerencias muy valiosas.

Resumen

El presente trabajo analiza la existencia de una relación de equilibrio entre la inversión en infraestructura de transporte y el crecimiento económico para Uruguay en los últimos años, y analiza la causalidad entre estas variables. A partir de información del Ministerio de Transporte y Obras Públicas sobre inversión en infraestructura de transporte (gastos en infraestructura vial) y el Producto Interno Bruto de Uruguay para el período 1988-2014, se estudia la relación causal entre estas variables sobre la base de análisis de cointegración y modelos de corrección al equilibrio. Se utilizan tres modelos alternativos. Un modelo base, en el que se identifica la relación únicamente entre infraestructura en transporte y PIB. Los otros dos modelos incluyen como covariables a la tasa de interés de Estados Unidos (en el primero), y las toneladas transportadas por vía terrestre (el segundo). En todos estos casos se identifica una relación de equilibrio en el largo plazo. El análisis de la causalidad indica que, para el período bajo análisis, ésta va desde el PIB a inversión en infraestructura en transporte y no a la inversa, contradiciendo la hipótesis de partida. Sería de interés para futuras investigaciones, incorporar un indicador de inversión en infraestructura de transporte más completo, con datos de inversión no solo en infraestructura vial, sino también inversiones en aeropuertos, vías férreas y puertos. De todas maneras, a partir de la evidencia recogida en esta investigación es posible afirmar que existe una relación de largo plazo entre ambas series y que, sobre el final de la muestra analizada, dicha inversión se encuentra por debajo de lo que indicaba el equilibrio en cada uno de los modelos.

Palabras clave: *Infraestructura vial y crecimiento; Causalidad; Cointegración; Modelos de Corrección al Equilibrio.*

Abstract

The present paper analyzes the existence of a balance between investment in transport infrastructure and economic growth for Uruguay in recent years, and analyzes the causality between these variables. Based on information from the Ministry of Transport and Public Works on investment in transport infrastructure, (expenditures on road infrastructure) and the Gross Domestic Product of Uruguay for the period 1988-2014, the causal relationship between these variables is studied on the basis of Cointegration analysis and equilibrium correction models. Three alternative models are used. A base model, which identifies the relationship only between infrastructure in transportation and GDP. The other two models include covariables at the United States interest rate (in the first), and tons transported by land (the second). In all these cases, an equilibrium relationship is identified in the long term. The analysis of causality indicates that for the period under analysis, this goes from the GDP to investment in transport infrastructure, and not vice versa, contradicting the hypothesis of departure. It would be of interest for future research to incorporate an indicator of investment in more complete transport infrastructure, with investment data not only in road infrastructure, but also investments in airports, railways and ports. However, based on the evidence gathered in this research, it is possible to state that there is a long-term relationship between the two series and at the end of the analyzed sample, this investment is below what indicated the equilibrium of each of the models.

Keywords: *Road infrastructure and Growth; Causality; Cointegration; Equilibrium Correction Models.*

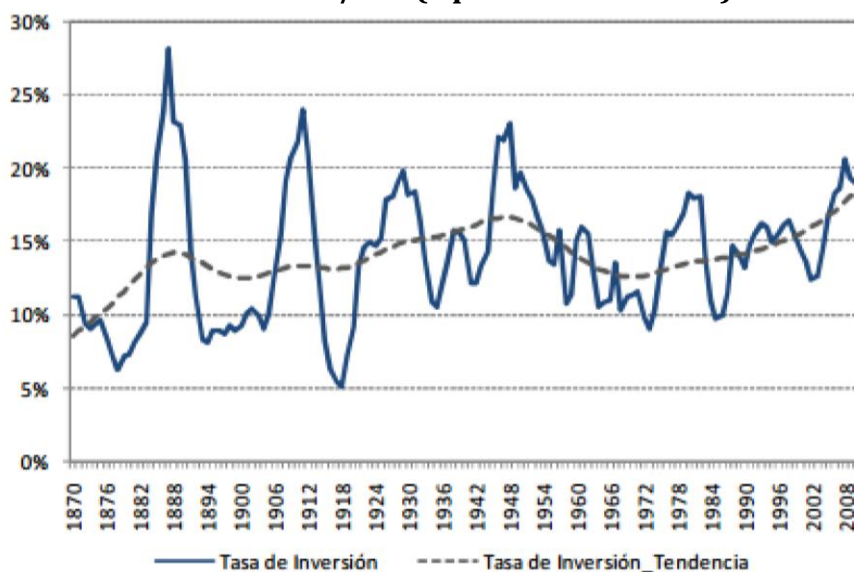
Contenido

1. Introducción	8
2. Marco Teórico	16
3. Antecedentes	19
4. Datos y Metodología	29
Metodología empírica	29
Procedimiento de Cointegración de Johansen y estimación del modelo VEqCM.....	29
Causalidad a la Granger	31
Los datos	31
5. Resultados	36
Modelo Base	36
Modelo con tasa de interés de Estados Unidos	41
Modelo con transporte de carga	46
6. Conclusiones	50
Bibliografía	53
ANEXOS	57
Anexo 1: CORRELOGRAMAS	57
Anexo 2: Análisis del orden de integración de las variables	58
Anexo 3: Análisis de estacionalidad del PIB	59

1. Introducción

La tasa de inversión en Uruguay ha mostrado a lo largo de los años una fuerte inestabilidad (Román & Willebald, 2012), con importantes períodos de expansión, y otros donde la inversión no alcanza a cubrir la sola reposición. Roman & Willebald, consideran datos entre 1870 y 2011, donde la información del período 1870-1955 fue creada por ellos mismos, validada en función del contexto histórico y compatible con el Sistema de Cuentas Nacionales. Estos autores, afirman que en el largo plazo la tasa de inversión (definida como la relación entre Formación Bruta de Capital Fijo – FBKF y el Producto Interno Bruto, PIB) promedio de la economía uruguaya ha sido inferior en la comparación internacional.

Gráfico 1. Tasa de Inversión en Uruguay (1870-2011)
Ratio FBKF/PIB (a precios corrientes)



Fuente: Román & Willebald (2012).

Como se observa en el gráfico 1, entre 1870 y 1970 se experimentaron períodos de expansión muy marcados, como los correspondientes a la década de 1880. En esos años un boom en la construcción hace que las tasas de inversión sean altas, como también lo fueron en los años de recuperación luego de la crisis de 1890 o en la década de 1920. En el período 1945-1954, la industrialización por sustitución de importaciones que caracterizó el modelo de desarrollo en Uruguay en esos años, hizo que la inversión promediara casi un 20% del PIB. Ya en la

segunda mitad de los años cincuenta, el modelo llega a su agotamiento y disminuye la inversión¹.

En la década de 1970, se experimentó un nuevo boom de la construcción que provoca el aumento de la tasa de inversión de la economía uruguaya, pero que, con la fuerte crisis del año 1982, revierte la tendencia y cae acentuadamente. Los años ochenta en general fueron años de dificultades para la formación de capital. En los noventa, período de gran crecimiento, las tasas de inversión no fueron significativas ya que no superaron el 15%, mientras que a partir de 2003-2004, luego de la crisis del año 2002, se produjo un período de gran recuperación donde las tasas alcanzaron el 20% (Román & Willebald, 2012).

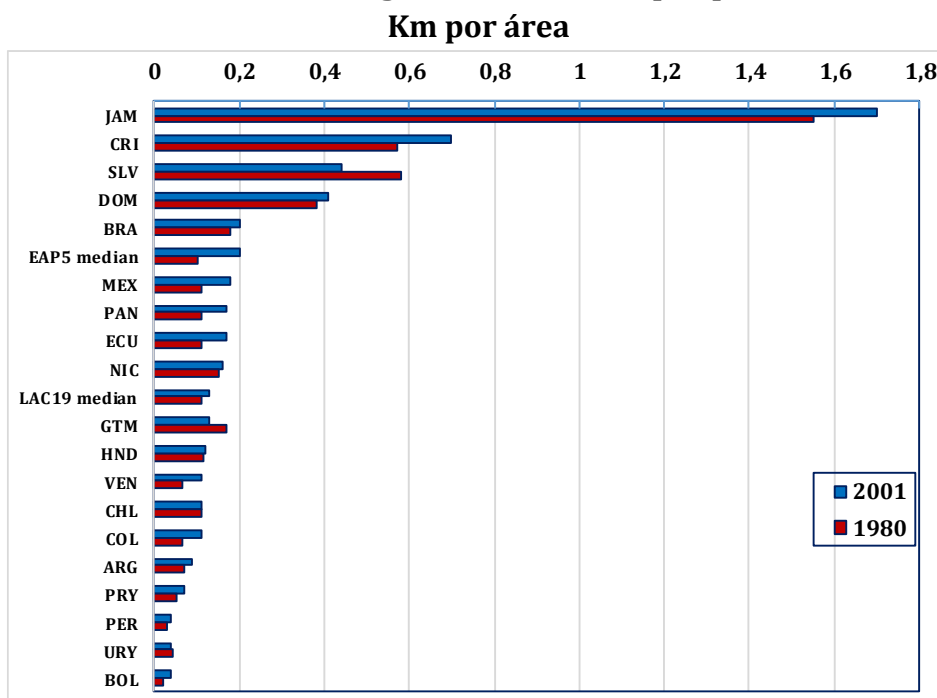
En el período 2000-2010, Uruguay había acumulado un rezago de inversión en la red vial nacional de USD 1.152 millones, lo que equivale a un 3% del PIB (Capurro, Harguindeguy & Oddone, 2014). Estos autores afirman que esto ocurrió a pesar de un aumento en la inversión en mantenimiento de carreteras, ya que el incremento de los costos viales y el tránsito fueron mayores a dicha inversión, dando lugar al déficit en el sector. Además, sostienen que la inversión anual necesaria debería ser de USD 400 millones, para que el rezago al que se hizo referencia no siga aumentando. Asimismo, destacan la insuficiencia en el espacio fiscal disponible para financiar inversiones de este tipo, por lo que se hace necesaria la implementación de otros mecanismos de financiamiento que minimicen el impacto en el presupuesto nacional.

En la mayor parte de los países de América Latina, la prestación de servicios de infraestructura ha sufrido un declive como consecuencia de la reducción de personal del sector público bajo las presiones de la disciplina fiscal, y la respuesta insuficiente del sector privado a la apertura de las industrias de infraestructura, desde finales de 1980 hasta 2001, período que abarca el estudio (Calderón & Servén, 2004).

Existe una gran brecha en la provisión de infraestructura entre América Latina y los países industrializados y en desarrollo en materia de transporte, brecha que se ha ampliado a finales de 1990. Si se compara 1980 con el año 2001, la densidad de carreteras apenas creció y cayó por debajo de la de los países de ingresos medios, e incluso por debajo del Este asiático. Asimismo, en los últimos años, la inversión en carreteras ha superado a la de vías férreas en la mayoría de los países. En Uruguay, la expansión de longitud en carreteras ha sufrido una variación negativa en el período 1980-2001 mientras otros países de América Latina como Jamaica y Costa Rica, han avanzado al respecto (ver gráfico 2). Luego, tal como se vio en Capurro, Harguindeguy & Oddone (2014), las deficiencias en la inversión en infraestructura vial continuaron hasta el 2010.

¹ Román & Willebald (2012).

Gráfico 2. Longitud de carretera por país.



Fuente: Tomado de Calderón & Servén (2004).

En el presente trabajo se estudia el rol de la inversión en infraestructura de transporte en el crecimiento económico, y no del desarrollo económico. No obstante, es claro que este último es un elemento clave para el desarrollo de una economía. En una economía en crecimiento se hace más probable que cuestiones como la pobreza, la desnutrición y el analfabetismo disminuyan, y otros aspectos como la salud mejoren y promuevan el desarrollo.

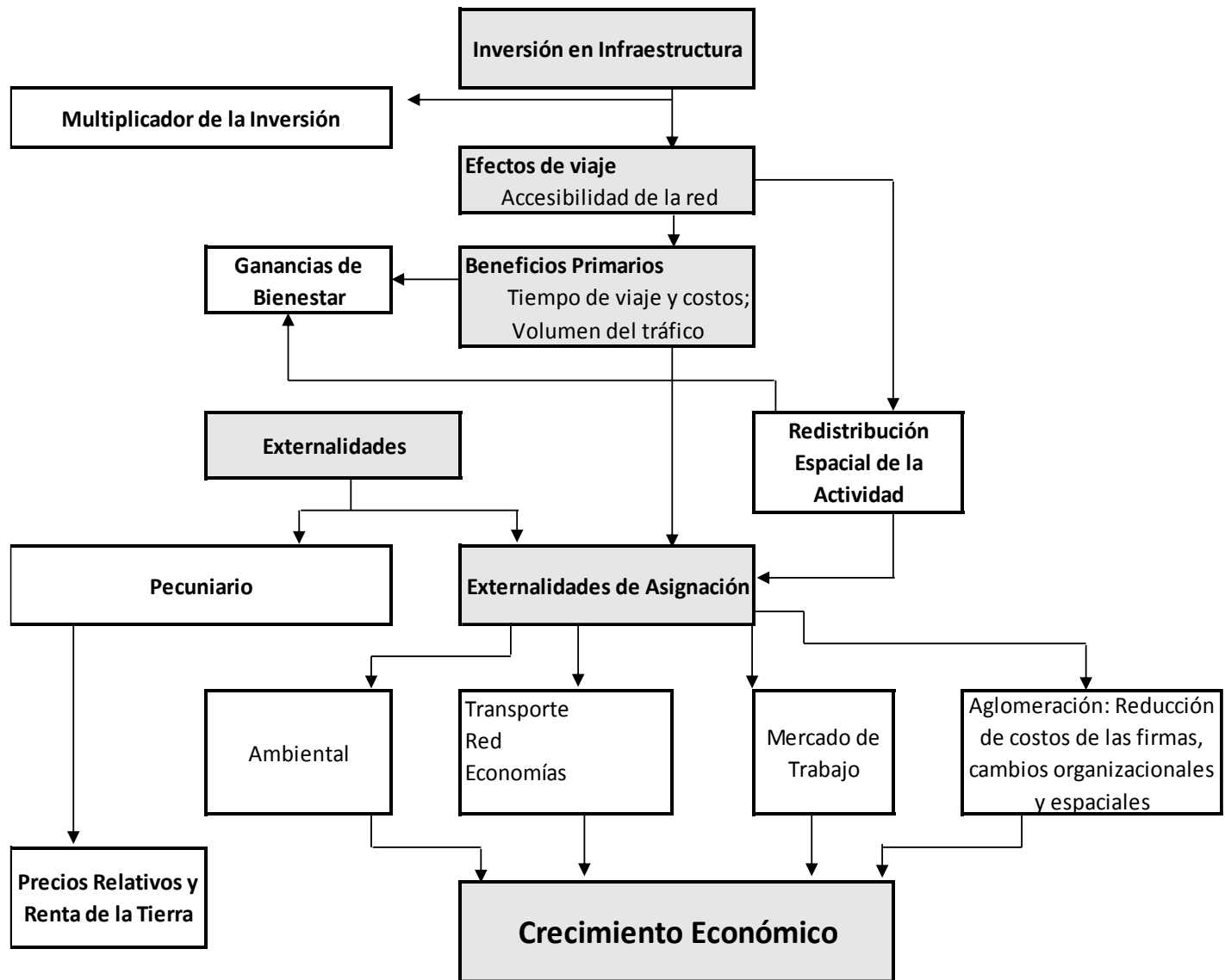
En este sentido, Banister & Berechman (2001) plantean tres condiciones necesarias que deben actuar en conjunto para que haya desarrollo económico:

- La existencia de externalidades económicas positivas, mano de obra de calidad y condiciones económicas locales favorables
- Presencia de factores de inversión, disponibilidad de fondos, escala de inversión y ubicación, efectos de red y el tiempo real de la inversión
- Factores políticos favorables, fuentes de financiamiento, soporte legal, procesos organizativos e institucionales

Estos autores, reconocen la complejidad y la naturaleza multidimensional de las relaciones entre transporte, ubicación, desarrollo y otros factores relevantes para el análisis. Para el crecimiento económico inducido por la inversión en transporte, es necesario que varias economías estén presentes en varios mercados, y las principales son la aglomeración de las

empresas, red de transportes, mercado de trabajo, de la tierra, y mejoras en la calidad del medio ambiente (ver figura 1).

Figura 1: Esquema propuesto para la evaluación de los beneficios del crecimiento económico a partir de una inversión en infraestructura de transporte



Fuente: Tomado de Banister & Berechman (2001).

Según Sánchez & Wilmsmeier (2005) “La experiencia mundial, analizada teórica y empíricamente, arroja resultados valiosos respecto a la relación positiva que existe entre el crecimiento económico y la provisión de infraestructura, en la cual el transporte ha jugado un rol preponderante”. Además, añaden que “(...) la presencia de mejoras en la infraestructura explica los diferenciales de crecimiento entre regiones o países”². La infraestructura de transporte aparece en este estudio como una condición imprescindible para el sostenimiento y profundización del desarrollo económico en América Latina, así como también para obtener mejoras en materia de pobreza. Es por esta razón que se deberían favorecer políticas públicas y privadas que sean favorables para estas inversiones. Mejores servicios de transporte necesitan de condiciones apropiadas de infraestructura de transporte, lo que, asociado a otros factores económicos, contribuyen en mejoras de productividad y competitividad, y por consiguiente al crecimiento económico.

En Sánchez & Wilmsmeier (2005) se destaca que el crecimiento de las exportaciones como motor de desarrollo de la región, con una demanda muy fuerte por parte de los países asiáticos y Estados Unidos, dio lugar a ciertas insuficiencias en infraestructura de transporte en América Latina. Por lo tanto, recomiendan que se tomen acciones para evitar que el desarrollo sea frenado por la insuficiencia de provisión de infraestructura y servicios de transporte, y se hace necesaria la profundización del análisis y promoción de iniciativas de mejoras en este aspecto, tanto nacional como regional.

Según Rufián Lizana, D. M. (2002), y su análisis de las experiencias de Chile, Colombia y Perú, un mejoramiento de la infraestructura vial depende de las condiciones de financiamiento del mismo. Hasta los años noventa, la infraestructura para el transporte fue financiada directamente por el Estado a través de presupuestos fiscales, lo que llevó a que las inversiones fueran poco significativas, debido a la inversión necesaria de otras políticas más urgentes, lo que significó un creciente déficit en infraestructura de transporte. Es por esta razón que, debe considerarse el capital privado para llevar a cabo inversiones más importantes, y lograr el desarrollo de la infraestructura de transporte.

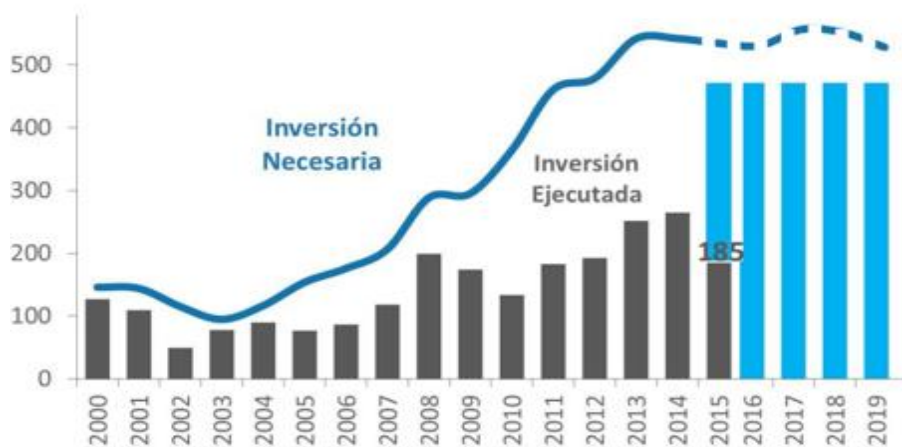
Por lo tanto, el elemento clave de la política de concesiones que algunos países latinoamericanos pusieron en práctica en la segunda mitad de la década de 1990 para hacer frente al enorme déficit de infraestructura vial, lo constituye la incorporación de capitales privados al desarrollo y explotación de obras de infraestructura, que anteriormente era emprendida mayoritariamente por el Estado, y el pago de tarifas por parte de los usuarios, en relación con el uso de las mismas. Esto ha permitido la realización de importantes

² Sánchez, R. J., & Wilmsmeier, G. (2005). Provisión de infraestructura de transporte en América Latina: experiencia reciente y problemas observados.

inversiones en infraestructura con poco riesgo fiscal, mediante la utilización de bajos recursos públicos, logrando así mejorar el déficit. (Rufián Lizana, D. M., 2002).

Por otra parte, el Centro de Estudios Económicos de la Industria de la Construcción (CEEIC) en el foro sobre “Inversiones en Infraestructura para apuntalar la competitividad” llevado a cabo en diciembre de 2016, plantea las necesidades de inversión en infraestructura vial en Uruguay. Ello se calcula a partir de la inversión ejecutada y la estimación del gasto necesario para mantener la red vial uruguaya. Como resultado, la inversión necesaria para los próximos años hasta el 2019, debería ser del 1% del PIB, a lo que la proyección del plan de Infraestructura 2015-2019 elaborado en el año 2014, alcanza una inversión total de 2.630 millones de dólares. La demanda está asociada al estado de las rutas y no a una extensión de la red. Esto se debe a un aumento en la concentración y tipo de transporte de carga, ya que las rutas no están preparadas porque no fueron construidas con ese fin, y requieren no sólo de mantenimiento sino de cambios más importantes.

Gráfico 3. Inversión ejecutada y gasto necesario para mantener la red vial uruguaya (millones de dólares)



Fuente: Tomado de Oddone (2016). Página: www.ceeic.com.uy

Como se puede observar en el gráfico 3, la inversión necesaria (1% del PIB) supera la inversión ejecutada en todo el período, y a partir del año 2008 la brecha se hace más amplia. Para mitigar esta situación, uno de los desafíos para el régimen PPP (Participación Público Privada) es la de elevar el tope de riesgo para créditos destinados a infraestructura, tal como se hizo en Chile, ya que los montos de crédito disponible en los bancos, para un mismo grupo económico, están topeados. A su vez, las AFAPs (Administradoras de Fondos de Ahorro Previsional) prefieren no financiar proyectos de “alta complejidad técnica”, sobre todo en fase de construcción, por lo que sería necesario promover un sistema de avales y garantías

de bancos multilaterales que permita aumentar la calidad crediticia de los proyectos y mejorar el soporte de riesgos del sector privado (Oddone, 2016).

Si se observan países como Chile, Perú y Colombia como ejemplo, tal como fue comentado anteriormente, los programas de mejoramiento vial han incorporado capitales privados mediante contratos de concesión de obra pública, financiados por empresas nacionales o extranjeras, que recuperarían su inversión a través de garantías del Estado, subsidios y peajes. Estas concesiones son realizadas a través de contratos con empresas privadas, precedidos de licitaciones públicas en las que existe competencia y caracterizados porque la empresa privada realiza la inversión, financiada por ella misma, con niveles de endeudamiento nacional o internacional. Esta inversión se recupera durante el período de explotación del contrato, a través de las tarifas cobradas a los usuarios, y en algunos casos, mediante subvenciones del Estado o garantías. De esta manera, se ahorran recursos estatales, para invertirlos en otras áreas de infraestructura de escasa rentabilidad privada. El caso que se conoce como el más exitoso, es el de Chile. (Rufián Lizana, D. M., 2002).

Asimismo, se destaca que, para llevar adelante un proyecto en infraestructura vial y atraer capitales extranjeros, es necesaria la estabilidad política, económica y normativa del país, y a su vez, es muy importante el respaldo político. Otro factor necesario, es la calidad de los proyectos, ya que, para que un proyecto sea concesionable, debe contar con cierto nivel de rentabilidad privada y social, así como también contar con la participación de los ciudadanos, tanto en las decisiones que afectan al proyecto, como en el proceso de tarificación.

Es así que, el éxito de la experiencia chilena responde a un importante respaldo político, que se ha traducido en un amplio compromiso nacional y el proyecto fue aceptado socialmente. Además, el proceso de adjudicación involucra diversos Ministerios y al Presidente de la República, lo que proporciona una garantía a nivel de Estado y no solo de un Ministerio.

En línea con lo anterior, a fines del 2015, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) aprobó un préstamo para financiar un programa de obras múltiples, cuyo objetivo es la conservación del patrimonio de la red vial uruguaya y reducir la accidentalidad. Este programa pretende reducir los costos de transporte, mejorar la seguridad vial y contribuir a aumentar la inversión a través de proyectos de participación público-privada. A su vez, apoyar los procesos de diseño e implementación de proyectos de participación público-privada (PPP) con el financiamiento de contratos para la evaluación técnica, económica y financiera de los proyectos, y de actividades ejecutadas por la Corporación Nacional para el Desarrollo en la estructuración de PPP para la realización de obras de infraestructura y prestación de servicios conexos.

En la actualidad, el directorio ejecutivo del Banco Mundial (BM) aprobó una financiación extra al Programa de mantenimiento y rehabilitación vial, según un comunicado de prensa

del MTOP, lo que permitirá la rehabilitación de 890 kilómetros de rutas en los próximos 3 años.

Asimismo, mediante el PPP (proyecto participación público privada) se llevaría adelante un proyecto con algunas de las características del caso de Chile para superar el déficit. A su vez, si se llevara a cabo el proyecto UPM (empresa finlandesa dedicada a la fabricación de celulosa, madera y papel) en nuestro país, esto implicaría un aumento en la inversión en infraestructura vial, así como también un aumento en la generación de empleo.

Como se señaló antes, en el presente trabajo, se abordará el estudio de la inversión en infraestructura de transporte como factor de crecimiento económico. En primer lugar, se indaga sobre la existencia de dicha relación, y luego se examina de qué manera se relacionan ambas variables, la dirección de los efectos que provocan una sobre la otra y cuáles son los determinantes de esa relación.

Para llevar a cabo este estudio, además de considerar el PIB en pesos constantes para Uruguay (cuya fuente es el Banco Central del Uruguay, BCU), se obtuvo del Ministerio de Transporte y Obras Públicas información histórica sobre inversión en infraestructura de transporte, construidas especialmente para este análisis.³ Cabe destacar la importancia de esta información, que no ha sido estudiada anteriormente, y que se trata de un elemento muy importante para la toma de decisiones y acciones de política en la actualidad, debido a la persistencia del déficit en materia de inversión en infraestructura vial y a las dificultades que pueden generarse en el comercio interno y regional, por el deterioro de las rutas nacionales.

Teniendo en cuenta el período 1988-2014, se estudia la relación causal entre estas variables y la existencia de una relación de equilibrio en el largo plazo. Ello se realiza a partir del análisis de cointegración (Johansen, 1988) y la estimación de modelos de corrección al equilibrio (modelos VEqCM, Vectores Autorregresivos con Mecanismo de Corrección al Equilibrio), que permite analizar la dinámica de largo y corto plazo simultáneamente (Juselius, 2006), y el análisis de Causalidad a la Granger (Granger, 1988; Hendry, 2017) que permite determinar la dirección de la causalidad entre ambas series. Por último, se realizan simulaciones de impulso-respuesta y descomposición de varianzas, para analizar la dinámica de reacción de las variables ante shocks exógenos sobre éstas.

El trabajo se organiza de la siguiente manera. En la sección 2, se desarrolla la teoría de crecimiento endógeno que enmarca conceptualmente esta investigación y se explicitan las hipótesis del trabajo que de allí se derivan. En la tercera sección, se plantean los principales antecedentes. La metodología a utilizar en este estudio, se presenta en la sección 4. La quinta sección se dedica a la presentación de los resultados. Por último, en la sexta sección, se

³ Agradecemos a los departamentos dentro del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, que recopilaron la información necesaria para llevar a cabo este trabajo.

plantean las principales conclusiones y líneas de investigación a seguir. El documento tiene tres anexos donde se pueden observar los correlogramas de las variables, el análisis completo de estacionariedad y estacionalidad, junto con los resultados de los respectivos test a tener en cuenta en cada caso⁴.

2. Marco Teórico

La teoría de crecimiento endógeno ofrece un marco conceptual apropiado para enmarcar el estudio de la relación de equilibrio y causalidad entre inversión en infraestructura y crecimiento económico. De acuerdo a la teoría del crecimiento endógeno, el crecimiento económico implica una interacción entre tecnología y economía, el progreso tecnológico transforma el sistema económico que lo crea y el objetivo es comprender esta interacción.

El enfoque se basa en la noción de Joseph Schumpeter de la destrucción creativa, el proceso competitivo por el que los empresarios están constantemente buscando nuevas ideas para hacer que se rindan sus rivales.

Centrándose explícitamente en la innovación como una actividad económica distinta, con causas y efectos económicos diversos, este enfoque abre la puerta a una comprensión más profunda de cómo las organizaciones, instituciones, estructuras de mercado, imperfecciones del mercado, comercio, políticas públicas y el marco legal, en muchos dominios afectan y son afectados por el crecimiento de largo plazo a través de sus efectos sobre los incentivos de los agentes económicos para participar en actividades innovadoras (Aghion & Howitt, 1998).

Un gran aporte de la teoría del crecimiento endógeno es que proporciona las herramientas para manejar el cambio tecnológico endógeno y la innovación dentro de un entorno de equilibrio general dinámico. Esto permite desarrollar modelos manejables y flexibles que muestran la visión de la vida económica como una interminable sucesión en la innovación y el cambio provocado por la competencia.

El objeto del crecimiento endógeno no es suplantarse la acumulación de capital como una explicación del crecimiento económico, sino complementarla. La innovación es un elemento muy importante para el crecimiento a largo plazo, pero no el único. Tanto la innovación como la acumulación de capital son ingredientes necesarios para que el crecimiento sea sostenible.

⁴ Al final del documento se presenta como material complementario las salidas completas de los modelos, junto con un modelo alternativo, que utiliza como covariable al Índice de Costos de la Construcción (ICC).

El propósito de la teoría del crecimiento endógeno es completar con el análisis de progreso tecnológico a la teoría neoclásica, abriendo el progreso técnico y la innovación al análisis sistemático y estudiando sus efectos en el crecimiento. Según este enfoque, el producto de la economía depende de cuánto insumo intermedio se utilice y en la calidad del mismo. A medida que se agregan bienes intermedios, se incorporan mejoras en la calidad que hacen que sus predecesores queden obsoletos, y además generan crecimiento económico. Esto es el resultado de actividades de investigación por medio de empresas que generan una secuencia aleatoria de innovación de productos. Entonces, la incertidumbre del proceso de investigación implica que el crecimiento será estocástico⁵.

Las principales características del modelo de crecimiento basado en Schumpeter son

- (i) se trata de crecimiento generado por las innovaciones;
- (ii) las innovaciones son el resultado de las inversiones empresariales que son en sí mismas motivados por las perspectivas de rentas de monopolio;
- (iii) las nuevas innovaciones reemplazan a las viejas tecnologías: es decir, el crecimiento consiste en la destrucción creativa⁶.

Cabe destacar que por un lado se generan externalidades positivas y por otro, negativas, por lo que el resultado de las mismas es ambiguo en el modelo. Las externalidades positivas se refieren al derrame de conocimiento que puede ser utilizado por futuros investigadores, así como también las rentas monopolísticas que motivan a las empresas de investigación. Por otro lado, las externalidades negativas tienen que ver con la destrucción creativa.

La literatura académica contemporánea en el campo del crecimiento endógeno se basa en la importancia de economías de escala, efectos de aglomeración y expansión de conocimiento e indican que el crecimiento de la economía tiende a ser más rápido en áreas que tienen una proporción relativamente grande de capital, población altamente educada y un entorno económico favorable a la acumulación de conocimiento.

En suma, la teoría del crecimiento endógeno sostiene que el crecimiento económico es el resultado de factores endógenos y no de fuerzas externas como propone la teoría neoclásica. Además se destaca la importancia en las externalidades positivas y los efectos de derrame como base del desarrollo económico.

Asimismo, confía en que ciertas políticas pueden tener efectos positivos en la tasa de crecimiento a largo plazo. El progreso técnico es el resultado de inversiones que los agentes económicos realizan con el objetivo de obtener un beneficio. Para los países

⁵ Ver Aghion & Howitt (1998).

⁶ Ver Aghion, Akcigit, & Howitt (2013).

subdesarrollados, es una teoría útil en el sentido de que no hace depender al crecimiento de factores exógenos.

Teniendo en cuenta esta teoría de crecimiento endógeno, se puede decir que aumentos en la inversión en infraestructura de transporte puede tener efectos significativos en el crecimiento económico, si se miran los efectos endógenos que puede provocar al generar externalidades positivas por ejemplo en el comercio, tanto con el exterior como en el interior del país. Por lo tanto, las externalidades que pueden generarse con una inversión de este tipo tienen que ver con la reducción de costos asociados al transporte, con el mercado de trabajo al generar nuevos puestos y el acercamiento a nuevos mercados, mediante las redes de transporte, entre otros.

Button (1998) tiene en cuenta el trabajo de Aschauer a finales de 1980s (Aschauer, 1989) que une el crecimiento de la productividad a la provisión de infraestructura, y con ello proporciona argumentos para un replanteamiento del papel de la política pública para estimular el desarrollo regional. En su trabajo, Button examina los lazos entre el estudio antes planteado y la importancia del capital público y su rol en el proceso de crecimiento endógeno.

El marco conceptual de la teoría de crecimiento endógeno da sustento al planteo de la hipótesis central de este trabajo de investigación. Ésta es que existe una relación causal bidireccional entre inversión en infraestructura de transporte y crecimiento económico debido a las externalidades positivas que genera la inversión en infraestructura en el crecimiento, y a que el crecimiento económico contribuye en el aumento de la inversión antedicha. La inversión en infraestructura de transporte facilita el movimiento de los bienes, lo que contribuye al comercio y a la calidad de vida de la población. Además, es indispensable para lograr el desarrollo de la economía al lograr una mayor urbanización, industrialización y desarrollo económico sostenible (Kustapeli, Gülcan & Akgüngör, 2012).

Por último, cabe precisar que, en este trabajo, el concepto de infraestructura de transporte es el que proponen Sánchez, R. J., & Wilmsmeier, G. (2005): "(...) un conjunto de estructuras de ingeniería e instalaciones, que en general son de larga vida útil, que son utilizadas con fines productivos, políticos, sociales y personales. Tradicionalmente prestados por el sector público, y muchas veces asociados a características de servicios esenciales, de utilidad pública, indivisibilidades y/o de bienes hundidos (...)"⁷.

⁷ Sánchez, R. J., & Wilmsmeier, G. (2005): Provisión de infraestructura de transporte en América Latina: experiencia reciente y problemas observados.

3. Antecedentes

La presente sección se separa en dos partes. Por un lado, se presentan los antecedentes más genéricos, donde se exponen los vínculos y la importancia de la relación entre inversión en infraestructura de transporte y crecimiento económico. Por otro lado, los antecedentes empíricos que, mediante la aplicación de diversas metodologías, muestran el impacto de dicha relación.

Antecedentes genéricos

Banister & Berechman (2001) se preguntan si las inversiones en infraestructura de transporte promueven el crecimiento económico a nivel urbano y regional para economías desarrolladas. Para ello tienen en cuenta no sólo los beneficios de la inversión en transporte, sino también los beneficios adicionales de desarrollo que genera. Estos autores se basan en una serie de condiciones necesarias para el desarrollo económico, ya que no solo importan las condiciones económicas, sino que también las condiciones de inversión, las condiciones políticas y de instituciones. Argumentan que estos beneficios adicionales se encuentran únicamente cuando las tres condiciones actúan al mismo tiempo. En su estudio se preocupan por medir esos beneficios adicionales y concluyen que la infraestructura de transporte por sí sola no logra el crecimiento económico, sino que actúa como soporte mientras otros factores están trabajando. Son las externalidades económicas positivas en conjunto con factores de inversión y políticos, los que provocan efectos significativos en el desarrollo económico. Además, la inversión en infraestructura de transporte es de ubicación específica y tiene efectos potenciales de crecimiento en economías a nivel local y para ello se tiene en cuenta los niveles de ingreso, accesibilidad y empleo.

Asimismo, Esfahani & Ramírez (2003) en su trabajo "Institutions, infrastructure, and economic growth" desarrollan un modelo estructural de infraestructura y crecimiento del producto, teniendo en cuenta factores institucionales y económicos que influyen en las interacciones entre dichas variables. Las estimaciones del modelo muestran una contribución importante de los servicios de infraestructura al crecimiento del producto que, además, excede el costo de provisión de estos servicios. Los resultados indican que los países ganarían mucho promoviendo la inversión en sectores de infraestructura, pero que este ejercicio también implica reformas institucionales y organizacionales para lograr el crecimiento y no simplemente la designación de dinero a proyectos de infraestructura.

En este sentido, Short & Kopp (2005) observan las diferencias existentes entre los planes y las decisiones de política y su implementación. El estudio se basa en la Conferencia Europea de Ministerios de Transporte donde se plantean razones de esas diferencias. Ellos plantean que, dada la debilidad de la información disponible, el planeamiento de políticas en

infraestructura resulta débil en relación a lo esperado. A pesar de grandes esfuerzos por implementar métodos de planeamiento e instituciones, no parece haber una buena práctica. Sostienen que la investigación debería contribuir a retroalimentar los resultados luego de las evaluaciones de proyectos de inversión en infraestructura y programas dentro de los procesos de planeamiento. Del estudio se destacan una serie de conclusiones, por ejemplo, que la política e investigación necesitan buena información; que la evaluación de los proyectos sigue siendo inconsistente y débil; y que los procesos de planificación y toma de decisiones son temas apropiados para la investigación y podrían ser de gran valor para la sociedad.

Por otra parte, Lakshmanan (2011) estudia las consecuencias de la inversión en infraestructura de transporte en la economía en general, y se plantea dos objetivos. Por un lado, destacar los beneficios económicos más amplios en el desarrollo económico que traiga la inversión en infraestructura de transporte, teniendo en cuenta la función observada de ferrocarriles y vías fluviales; y, por otro lado, realizar una revisión de los desarrollos teóricos recientes para identificar el mecanismo causal múltiple que vincula el transporte y el crecimiento económico, por ejemplo, la expansión de mercado, ganancias del comercio, cambio tecnológico, entre otros. Concluye que las mejoras en el transporte abren mercados y generan las condiciones necesarias que influyen en el rendimiento y estructura de la economía, siempre y cuando exista el cambio tecnológico y su difusión.

Román & Willebald (2012) en su estudio “Indicadores de inversión en el largo plazo. Una propuesta para Uruguay (1870-2011)” completan y presentan series históricas para Uruguay que tienen que ver con el gasto interno para el período 1870 a 1955. De esta forma presentan series históricas de formación bruta de capital fijo en precios corrientes y constantes, construidas mediante una serie de estimaciones que son compatibles con los datos otorgados por el Sistema de Cuentas Nacionales (disponibles desde 1955 a la actualidad). Estas estimaciones fueron elaboradas recurriendo a las tasas de variación, tomando como base los empalmes de las series oficiales (desde 1955) y utilizando índices históricos para proyectar hacia atrás. También proponen una estimación para la variación de existencias, stock de capital fijo y precios de los bienes de capital. Para validar las estimaciones realizadas, analizan el contexto histórico del momento y otras comparaciones.

En sus consideraciones, Roman & Willebald afirman que Uruguay tiene una fuerte irregularidad en la tasa de inversión, ya que muestra períodos de gran expansión de la misma, así como también períodos en los cuales no se alcanza la reposición. La tasa de inversión promedio en el largo plazo presenta valores muy bajos si se compara internacionalmente, apenas 14%. En cuanto al stock de capital, el crecimiento fue de 2,7%, apenas por debajo del crecimiento del PIB que fue de 2,9%. El precio del capital presentó una dinámica similar a la de economías productivamente comparables con Uruguay y son consistentes con la composición de la inversión por tipo de bien, ya sea de construcción,

maquinaria y equipos. Finalmente dicen que el proceso inversor fue cuatro veces más volátil que la producción, lo cual es compatible con la evidencia internacional.

Hasta lo que se conoce existe un único estudio en Uruguay que aborda el problema de la inversión en infraestructura para el crecimiento, desde una óptica un tanto diferente a los previamente reseñados y al propósito de esta investigación. Capurro, Harguindeguy & Oddone (2014) en su trabajo sobre necesidades de inversión en infraestructura vial en Uruguay, se plantean como objetivo analizar las necesidades de inversión en la red vial nacional, para intentar responder a la pregunta de cuánto debería ser la inversión en infraestructura vial para lograr que el estado de las rutas se ubique en niveles adecuados. Utilizando cifras de inversión, tráfico y costos de construcción para el período 2000-2013 se llega a la conclusión de que Uruguay necesita un shock de inversión vial del 4.5% del PIB y que la inversión anual en mantenimiento vial debe ser del 1% del PIB, superando ampliamente la inversión observada. Esto se debe a que Uruguay ha acumulado un rezago de inversión de la red vial en los últimos años. A pesar de que la inversión ha aumentado, el crecimiento del tránsito y los costos viales la han superado, y el espacio fiscal disponible no es suficiente para financiar esas inversiones, por lo que es necesario recurrir a otros mecanismos que permitan financiarlo, con el menor impacto posible en el presupuesto nacional.

Antecedentes empíricos

La inversión en infraestructura de transporte se relaciona ampliamente con las actividades de la construcción, es por esta razón que se tiene en cuenta el trabajo de Chang & Nieh (2004), donde se estudia la relación causal entre las actividades de construcción y el crecimiento económico en Taiwan entre el primer trimestre de 1979 al último trimestre de 1999, mediante un análisis multivariado VECM. Como resultado obtienen que existe una relación de cointegración entre el producto real, inversión real en actividades de la construcción, gasto real del gobierno y gasto real del consumo privado. Además, el análisis de causalidad (a la Granger) indica que ésta es unidireccional y va desde la actividad de la construcción al crecimiento económico.

Por su parte, Herranz-Loncán (2007), que analiza el impacto de la inversión en infraestructura en el crecimiento económico de España entre 1850 y 1935 utilizando la metodología VAR, encuentra que, si bien el impacto de la inversión en el crecimiento es positivo, los retornos de la inversión no son significativamente distintos de cero. Para este último resultado sugiere dos explicaciones alternativas. En primer lugar, comenta que la inversión pública fue muy intensa en las grandes redes de transporte y comunicación, y como consecuencia, el criterio de eficiencia no era muy relevante en la asignación de recursos, lo que pudo provocar pérdidas de producción en España. Y, en segundo lugar, los retornos de

una nueva inversión van decreciendo con el tiempo, ya que a medida que los enlaces básicos de las redes estén resueltos, luego el crecimiento de la productividad no será tan significativo.

Kustapeli, Gülcan & Akgüngör (2012) destacan que la inversión en infraestructura de transporte facilita el movimiento de los bienes, lo que conduce a mejores niveles de vida de las personas. Por otro lado, consideran que, aunque la infraestructura de transporte es indispensable para el desarrollo y la urbanización, la relación entre la inversión en infraestructura, crecimiento económico y comercio internacional es inconclusa. En su trabajo, la idea principal es investigar sobre el efecto de la inversión en infraestructura vial sobre el comercio internacional y el crecimiento de la economía en Turquía, para el período 1970-2005. Los resultados del análisis de cointegración y causalidad sugieren que existe un débil efecto de corto plazo de la participación de las exportaciones en el Producto Bruto Nacional sobre los gastos de infraestructura vial, pero no existe efecto de largo plazo entre gastos de infraestructura vial, crecimiento económico y comercio internacional en Turquía. Afirman que estos resultados no son una sorpresa ya que el gasto público en el transporte por carretera ha sido principalmente de reposición y, por otro lado, el análisis debería agregar otras variables relevantes, tal como el empleo y el ingreso per cápita.

Por otra parte, Eruygur, Kaynak & Mert (2012) realizan un análisis sobre la relación de corto y largo plazo entre el capital de transporte y comunicaciones, y el producto de Turquía para el período 1963-2006. En su estudio aplican una función de producción Cobb-Douglas bajo el supuesto de retornos constantes a escala y también emplean el análisis de cointegración estimando un modelo de corrección del error (VECM). Como resultado, se detecta que existe una relación de cointegración, en tanto el análisis de la función de impulso respuesta muestra que el capital del trabajo en transporte y comunicaciones es un aporte fundamental en el proceso productivo y tiene un efecto positivo en la formación de capital del trabajo total no residencial. Los resultados indican que el capital de transporte y comunicaciones tiene un efecto rezagado en el crecimiento económico. La elasticidad acumulada en el largo plazo del producto a la acumulación de capital en transporte y comunicaciones es de 0.59. Estos hallazgos sugieren que el capital de transporte y comunicaciones es una herramienta muy importante para los formuladores de políticas para promover el crecimiento real del producto de Turquía en el largo plazo.

Como antecedente directo de la presente investigación se destaca el trabajo de Pradhan & Bagchi (2013), quienes estudian el efecto de infraestructura de transporte en el crecimiento económico para India en el periodo 1970-2010. Mediante un VEC (Vectores Autorregresivos con Mecanismo de Corrección del Error), encuentran causalidad bidireccional entre el crecimiento económico y el transporte por carretera, entre este último y la formación de capital y entre formación bruta de capital doméstico y el crecimiento económico. Asimismo, hallan causalidad unidireccional desde el transporte ferroviario al crecimiento económico y

por otro lado también nuevamente desde el transporte ferroviario, hacia la formación bruta de capital. Estos resultados sugieren que la expansión de la infraestructura de transporte junto con la formación bruta de capital da lugar a un importante crecimiento de la economía india.

Por otro lado, Pradhan, Norman, Badir & Samadhan (2013) trabajan sobre la relación de largo plazo entre infraestructura de transporte, inversión extranjera directa y crecimiento económico en India para el período 1970-2012. Mediante el uso de modelos VEC encuentran cointegración entre las tres variables, lo que confirma la existencia de una relación de largo plazo entre ellas. Asimismo, confirman causalidad bidireccional entre infraestructura de transporte e inversión extranjera directa, infraestructura y crecimiento, e inversión extranjera directa y crecimiento económico. Por lo tanto, teniendo en cuenta que todas las variables en estudio interactúan positivamente en el proceso de desarrollo, al fomentar cualquiera de ellas, se contribuye a un mayor crecimiento.

Badalyan, Herzfeld & Rajcaniova (2014) comentan que la infraestructura de transporte es vital para la prosperidad de las regiones, ya que por un lado une a residentes con sus empleos, servicios públicos y ámbitos sociales, y también une a las empresas con la mano de obra, los consumidores y proveedores. Por otro lado, la infraestructura de transporte incrementa la productividad y reduce los costos de transporte y producción, provocando mayor atracción de inversores. Asimismo, la infraestructura de transporte fomenta el crecimiento a través de la demanda agregada.

Usando datos de panel (panel cointegration analysis y panel causality analysis) para Armenia, Turquía y Georgia, y mediante el análisis de cointegración y estimación de modelos VEC, investigan sobre la relación y dirección de la causalidad entre infraestructura de transporte, inversión en infraestructura y crecimiento económico entre 1982 y 2010. Como resultado, obtienen más de un vector de cointegración, lo que implica que el sistema es estacionario en más de una dirección. Los resultados del VEC muestran que la formación bruta de capital y bienes transportados mediante vía o carretera tiene un impacto positivo y significativo en el crecimiento de la economía en el corto plazo. A su vez, encuentran que existe causalidad bidireccional entre crecimiento económico e inversión en infraestructura, y entre el transporte de pasajeros vía tren o carretera e infraestructura de transporte, tanto en el corto como en el largo plazo. Estos autores destacan el hecho de que un primer shock en infraestructura puede causar grandes efectos, pero luego de que la infraestructura básica ya haya sido construida, la nueva inversión ya no generaría efectos tan grandes.

Por otra parte, Thoung, Tyler & Beaven (2015) pretenden identificar si los países tienen que invertir más o menos en infraestructura, en relación con otras formas de inversión de capital, desde el punto de vista del aumento de la productividad. Analizan cinco tipos de infraestructura para 27 países miembros de la Unión Europea (antes de 2013), Noruega y

Suiza. Encuentran evidencia de un exceso de inversión en capacidad de generación eléctrica y una falta de inversión en carreteras, autopistas e infraestructura telefónica. La evidencia de una relación entre la inversión en infraestructura ferroviaria y la productividad es menos clara. A su vez, asumen la existencia de una heterogeneidad significativa en los resultados para los distintos países. Concluyen que el aporte de la inversión en infraestructura a la productividad es superior al aporte de otros tipos de inversión.

A su vez, Achour & Belloumi (2016) investigan sobre la relación causal entre infraestructura de transporte (por carretera y vías férreas), valor agregado del transporte, formación bruta de capital, consumo de energía para el transporte y las emisiones CO₂ de transporte en Túnez entre los años 1971 y 2012. Utilizando las metodologías de cointegración multivariada de Johansen, funciones de impulso respuesta generalizadas y técnicas de descomposición de la varianza, obtienen como resultado que existe causalidad unidireccional desde el valor agregado del transporte, el consumo de energía relacionado con el transporte por carretera, emisiones CO₂ de transporte y formación bruta de capital, a la infraestructura vial. A su vez, encuentran causalidad unidireccional de infraestructura ferroviaria, valor agregado del transporte, formación bruta de capital y emisiones CO₂ de transporte al consumo de energía relacionado con el transporte ferroviario. Además, obtienen causalidad unidireccional en el corto plazo desde la infraestructura vial al valor agregado de transporte, desde el consumo de energía relacionado con el transporte por carretera a las emisiones CO₂ de transporte, desde la infraestructura ferroviaria al consumo de energía relacionado con el transporte ferroviario, y desde las emisiones CO₂ de transporte al consumo de energía relacionado con el transporte ferroviario. Todos estos resultados toman gran importancia para la toma de decisiones gubernamentales e indican que la inversión en infraestructura es imprescindible para lograr un mayor crecimiento económico.

Mbulawa (2017) en un reciente trabajo examina la relación entre el crecimiento económico y desarrollo de la infraestructura en el periodo 1985-2015, impulsado por dos iniciativas del gobierno de Botswana para lograr un mayor crecimiento económico. Las medidas eran basadas en un aumento del gasto en carreteras y mejora en la generación de electricidad. Utilizando un modelo VEC y mínimos cuadrados ordinarios, se concluye que el crecimiento económico a largo plazo se explica por las medidas de infraestructura antedichas. La evidencia apoya la hipótesis de crecimiento impulsado por la infraestructura.

Por otro lado, Pradhan, Samadhan & Pandey (2013) realizan un estudio donde reexaminan la relación causal entre la inversión en infraestructura de transporte y comunicaciones, y el crecimiento de la economía mediante el test de causalidad de Granger y utilizando un conjunto de datos de panel para 34 países de la OCDE en el período 1960-2012. Los resultados empíricos afirman la existencia de cointegración entre ambas variables en el largo plazo y de bidireccionalidad en la relación de causalidad a la Granger. Ellos presumen que la inversión pública en infraestructura de transporte y comunicaciones es clave para el

crecimiento económico, ya que es considerada como un vehículo sobre el cual el capital, las ideas, tecnologías, y habilidades se transfieren a través de las fronteras, provocando importantes efectos de derrame.

Asimismo, Beyzaltar, Karacal & Yetkiner (2014) investigan la causalidad de Granger entre el ingreso y el transporte para los países de la Unión Europea, utilizando datos de panel que cubren el período 1970 a 2008. Como sustitutos del transporte se utilizan el transporte terrestre de mercancías per cápita, el transporte terrestre de viajeros per cápita en kilómetros por pasajero y el consumo de gasolina en el sector vial per cápita en kg de equivalente de petróleo. Como medida del ingreso se utiliza el PIB per cápita. Como resultado se obtiene que la causalidad de Granger es bidireccional. También se encontraron resultados de no causalidad o causalidad en una sola vía, sobre todo en aquellos países con menores ingresos en el período. A su vez, indican que a pesar de llegar a la conclusión de que existe una relación endógena entre el ingreso y el transporte, esto no es observable hasta que las economías completan su transición en términos de desarrollo económico.

Más adelante, Serdaroğlu (2016) investiga la importancia de la inversión en infraestructura pública en la economía turca. Mediante la estimación de una función de producción Cobb Douglas, estima la elasticidad de las inversiones en infraestructura pública (física y social) en rendimientos constantes y variables a escala para el periodo 1980-2013. Como resultado obtiene que las inversiones en capital de infraestructura impulsan el crecimiento económico, siempre y cuando se tenga en cuenta tanto la infraestructura física como social, en conjunto.

Por otra parte, Boopen (2006), en un estudio sobre los países africanos, considera relevante estudiar el desarrollo del transporte sostenible, ya que en general tiene costos de oportunidad y en esos países las finanzas públicas son limitadas. En su estudio, analiza la contribución del capital de transporte en el crecimiento económico para dos conjuntos de datos diferentes, por un lado, para 38 países de África Subsahariana, y por otro lado para pequeños estados en desarrollo, usando datos de sección transversal y datos de panel para el período 1980-2000. En ambos casos encuentra que el capital de transporte contribuye al progreso económico de estos países y, además, en el caso de los países subsaharianos, la productividad de stock de capital de transporte es superior al compararse con la del capital global. Asimismo, añade que cortes en los gastos del gobierno y descuidos en necesidades de infraestructura pueden perjudicar la inversión privada y el crecimiento económico.

Farhadi (2015), utilizando datos de panel de 18 países de la OCDE desde 1870 a 2009, realiza un estudio donde analiza los efectos secundarios de acciones de infraestructura básica en el crecimiento del producto, a través de su impacto en la productividad. Para ello, utiliza lo que llama gasto en "infraestructura central" que incluye carreteras, aeropuertos, autopistas, vías férreas, transporte público y vías navegables interiores.

Basándose en un modelo de crecimiento, los resultados estimados muestran que tanto el crecimiento de la productividad del trabajo como la productividad total de los factores, son positivamente influenciados por el crecimiento del stock en infraestructura. A su vez, encuentra que las externalidades positivas generadas por la estructura de la inversión y la inversión en equipos, superan la diferencia positiva existente entre la tasa de retorno de inversión en infraestructura y la tasa privada de estos países.

Yu, De Jong, Storm & Mi (2012) mediante datos de panel de una muestra de 28 provincias y municipalidades de China, analizan el impacto del stock de capital en transporte y el crecimiento económico de este país, para el periodo 1978-2008. Encuentran una variación espacial significativa en los efectos de la productividad de la infraestructura de transporte en China. La elasticidad producto varía según las distintas áreas geográficas del país y es más alta en las provincias centrales, lo que significa que la inversión en infraestructura de transporte tiene los mayores beneficios allí. Esto ocurre porque la zona central es importante para promover la conexión con zonas periféricas ya que la inversión en infraestructura logra reducir costos de intercambio entre el oeste y las zonas costeras, y acerca la región occidental del fuerte mercado oriental.

A continuación, se puede observar un breve resumen sobre los antecedentes citados, de donde surge una gran evidencia sobre la relación de largo plazo existente entre la inversión en infraestructura y crecimiento económico. Cabe destacar que el resultado bidireccional en la relación de causalidad es común entre los trabajos analizados, indicando no solamente un aporte significativo del crecimiento de la economía a la inversión en infraestructura, sino que también es la inversión en infraestructura la que promueve un mayor crecimiento económico⁸.

⁸ Cuando se hace referencia a los modelos VECM y VEqCM se trata de la misma metodología con diferente denominación.

Cuadro 1. Principales antecedentes: resultados

Autores	Región y período	Metodología	Resultados sobre la relación entre infraestructura y crecimiento
Achour & Belloumi	Túnez 1971-2012	Cointegración, impulso respuesta y descomposición de la varianza	Relación de largo plazo unidireccional del transporte al crecimiento
Badalyan, Herzfeld & Rajcaniova	Armenia, Turquía y Georgia 1982-2010	VEqCM	Relación de largo plazo bidireccional
Beyzaltar, Karacal & Yetkiner	Unión Europea 1970-2008	Datos de panel y Causalidad de Granger	Relación de largo plazo bidireccional
Boopen	África 1980-2000	Datos de sección transversal y datos de panel	Relación de largo plazo
Chang & Nieh	Taiwan 1979-1999	VEqCM	Relación de largo plazo unidireccional de inversión en construcción al crecimiento
Eruygur, Kaynak & Mert	Turquía 1963-2006	VECqM	Relación de largo plazo
Farhadi	OCDE 1870-2009	Datos de panel y modelo de crecimiento	Relación de largo plazo
Herranz-Loncán	España 1850-1935	VAR	Relación de largo plazo
Kustapeli, Gülcan & Akgüngör	Turquía 1970-2005	Cointegración y causalidad	No hay efecto en el largo plazo
Mbulawa	Botswana 1985-2015	VEqCM y Mínimos Cuadrados Ordinarios	Relación de largo plazo unidireccional de inversión en infraestructura al crecimiento
Pradhan & Bagchi	India 1970-2010	VEqCM	Relación de largo plazo bidireccional
Pradhan, Norman, Badr & Samadhan	India 1970-2012	ARDL y VEqCM	Relación de largo plazo bidireccional
Pradhan, Samadhan & Pandey	OCDE 1960-2012	Datos de panel y Causalidad de Granger	Relación de largo plazo bidireccional
Serdaroğlu	Turquía 1980-2013	Función de producción Cobb Douglas, cointegración y causalidad de Granger	Relación de largo plazo unidireccional de inversión en infraestructura al crecimiento
Thoung, Tyler & Beaven	Unipon Europea, Noruega y Suiza	VEqCM	Relación de largo plazo
Yu, De Jong, Storm & Mi	China 1978-2008	Datos de panel	Relación de largo plazo

Fuente: elaboración propia.

De los dieciséis antecedentes en los que se busca una relación en el largo plazo, sólo uno de ellos encuentra como resultado que no hay efecto en el largo plazo. Si se tiene en cuenta los restantes quince trabajos, cinco de ellos obtienen una relación de largo plazo bidireccional y cuatro indican que la relación es unidireccional.

A su vez, como se puede ver en el cuadro 1, la metodología utilizada en la mayoría de los estudios se basa en datos de panel, análisis de cointegración y modelos de corrección al equilibrio, con resultados variados, aun utilizando la misma metodología. Asimismo, cabe destacar que, de los dieciséis antecedentes, diez son para países individuales y el resto se trata de estudios para un conjunto de países, sobre todo europeos, aunque también para países africanos. Dentro de los diez trabajos para países individuales, se repiten dos trabajos para India, donde en ambos casos se utiliza similar metodología y se obtiene el mismo resultado de relación de largo plazo bidireccional. De los tres trabajos para Turquía, en dos de ellos se encuentra relación de largo plazo y en el otro no, lo que puede tener que ver con

el período de tiempo analizado. Además, los tipos de datos utilizados para Turquía son diferentes, por un lado los estudios que encuentran relación en el largo plazo tiene en cuenta el capital de transporte y comunicaciones, inversión en infraestructura pública, y el crecimiento económico; mientras que el estudio que no encuentra relación de largo plazo (aunque sí en el corto plazo) tiene en cuenta la inversión en infraestructura de transporte, el crecimiento económico y el comercio internacional, y justifica sus resultados por la baja inversión en infraestructura vial.

En general, en este tipo de trabajos, el período utilizado debe superar una cierta cantidad de años para obtener resultados razonables a una relación de largo plazo. Teniendo en cuenta los antecedentes del cuadro, sólo dos de ellos consideran un periodo de 20 años, mientras que el resto lleva a cabo un estudio de entre 30 y 52 años. Sólo uno de ellos realiza un estudio histórico, donde tiene en cuenta series desde 1850 hasta 1935, alcanzando un período de 85 años, para destacar lo que ocurrió en esa época en España.

En suma, se puede observar que los antecedentes son variados en cuanto a regiones, metodologías, tipo de datos y resultados. Parece difícil comparar este tipo de análisis con el que se intenta realizar en este trabajo para un país como Uruguay, que tiene características relativamente distintas a los previamente estudiados lo cual limita la posibilidad de realizar un análisis comparado. Algunos de los estudios revisados tienen en cuenta en el análisis países pequeños como Taiwán, donde la relación que se encuentra es unidireccional y va desde la inversión en actividades de la construcción al crecimiento económico, y también como Georgia y Armenia, pero en este caso el estudio es para tres países, donde se suma Turquía. De todas maneras, la evidencia existente acerca de la relación de largo plazo entre la inversión en infraestructura de transporte y el crecimiento económico, da indicios de que Uruguay no debería ser la excepción, y más si se tiene en cuenta la importancia del comercio en nuestro país.

Otro elemento que surge de los antecedentes, tiene que ver con que una vez alcanzado ciertos niveles de inversión que da lugar a rendimientos importantes, luego una nueva inversión puede no resultar tan significativa, lo que implica que los beneficios crecen a tasas decrecientes. Esto resulta interesante al tener en cuenta los períodos utilizados y el contexto de la región de estudio, ya que dependiendo de si el país o región está en vías de desarrollo o ya es una economía desarrollada, puede arrojar resultados diversos.

Asimismo, cuando se trata de estudios sobre un conjunto de países, se repite la idea de que los resultados son diferentes dentro del análisis y cuesta encontrar una relación en aquellos países donde los ingresos fueron bajos en el período de estudio. Por otra parte, Beyzaltar, Karacal & Yetkiner (2014) en línea con esto indican que, no es observable una relación

endógena entre el crecimiento y el transporte hasta que las economías no completen su transición en términos de desarrollo económico.

Los antecedentes citados en conjunto con la teoría de crecimiento endógeno, brindan elementos en apoyo a la hipótesis central de este trabajo de investigación que hace referencia a la existencia de una relación causal bidireccional entre la inversión en infraestructura de transporte y crecimiento económico.

4. Datos y Metodología

En la sección actual se expone la metodología y se presentan los datos. En primer lugar, se describe el procedimiento de cointegración de Johansen y del modelo de corrección al equilibrio junto con la Causalidad a la Granger. Posteriormente, se caracterizan estadísticamente las series a utilizar (se presentan los resultados del análisis de estacionariedad y estacionalidad sobre las series).

Metodología empírica

Para responder a la pregunta principal del estudio de si existe una relación causal entre la inversión en infraestructura de transporte y el crecimiento económico en Uruguay, en primer lugar, se realiza un análisis de Cointegración (Johansen, 1988; Juselius, 2006), y una vez obtenido el resultado positivo de que existe al menos una relación de este tipo, se procede al análisis de corto y largo plazo sobre la base de la estimación de un modelo corrección al equilibrio, a la simulación de impulso respuestas y al análisis de causalidad (Granger, 1988; Hendry, 2017).

Procedimiento de Cointegración de Johansen y estimación del modelo VEqCM

En general, una combinación lineal entre dos variables no estacionarias (de orden 1 o superior) arroja como resultado una serie con el mismo orden de integración, salvo que éstas estén cointegradas. Es decir, si entre estas series no estacionarias, existe una combinación lineal que es estacionaria, o al menos con un orden de integración menor. Esta relación puede ser interpretada como una relación de equilibrio de largo plazo para estas variables.

El sistema puede representarse a través de un modelo de vectores autorregresivos con mecanismo de corrección al equilibrio (VEqCM):

$$\text{Ecuación 1} \quad \Delta Y_t = \mu + \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \gamma D_t + \varepsilon_t \quad \text{con } \varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2)$$

Donde Y es el vector de variables, en nuestro caso contiene a las variables PIB e inversión en infraestructura de transporte; μ es el vector de constantes; la matriz Π representa la dinámica de largo plazo; la matriz Γ la dinámica de corto plazo; y D_t contiene un conjunto de *dummies* estacionales y otras variables cualitativas que influyen sobre la evolución de Y_t . Johansen basa su estudio en el rango de la matriz Π que da lugar al número de relaciones de cointegración entre las variables.

En términos sencillos, se buscan relaciones de equilibrio de largo plazo para las variables en estudio, y todo aquello que se aparte del equilibrio, puede ser modelado con un vector de corrección de errores que asegura el restablecimiento del equilibrio ante cualquier perturbación.

La matriz Π se compone de la siguiente manera, $\Pi = \alpha\beta'$. β donde los α representan el corto plazo mientras que los β muestran la dinámica del largo plazo. De este modo, si los β de la regresión resultan significativos, entonces la relación de largo plazo es significativa para explicar la variable endógena. Para ello, es necesario realizar contrastes de exclusión (test de significación de los β) y así identificar cuáles son las variables que integran la o las relaciones de equilibrio posibles. Asimismo, si los α resultan significativamente distintos de cero, quiere decir que existe un mecanismo de corrección de error que asegura el retorno al equilibrio. También puede ocurrir que α resulte ser no significativa, lo cual indica que la variable en cuestión es débilmente exógena. Para evaluarlo es necesario la realización de contrastes de exogeneidad débil, y así identificar cuáles son las variables que no reaccionan ante variaciones de las relaciones de largo plazo, y test de exogeneidad fuerte, donde además se analiza la causalidad en sentido de Granger.

El contraste de exogeneidad débil se realiza a partir del estadístico de razón de verosimilitud entre el modelo restringido y no restringido.

Ecuación 2 $H_j: \alpha_{ij} = 0, \quad j = 1, \dots, r$

Dado que existe la posibilidad de que se encuentre más de una relación de cointegración en el modelo, puede que una variable sea exógena en una relación y no en otras, ya que las condiciones de exogeneidad débil son definidas en relación a un vector de cointegración y no al sistema completo.

En algunos casos, es necesario analizar la pertinencia de determinadas restricciones sobre los parámetros correspondientes a las distintas relaciones de cointegración, por ejemplo:

Ecuación 3 $\beta_{1j} = \beta_{2j}$, o sea una restricción de homogeneidad.

Causalidad a la Granger

Por otra parte, siguiendo a Granger (1988), se puede decir que la definición de relación causal entre variables está basada en dos principios fundamentales. El primero dice que la causa se produce antes que el efecto, y el segundo, refiere a que la serie causal contiene información especial sobre la serie que es causada, que otras series no la tienen. Entonces, se puede decir que la definición implica que, si y_t causa x_t , entonces x_{t+1} es pronosticada de mejor manera si se utiliza la información en y_{t-j} que si no se utiliza, ya que minimiza la varianza del error en el pronóstico.

Asimismo, se puede definir la causalidad en relación con los cambios en distribuciones conjuntas. Si al suprimir la historia completa de una variable del universo de la información, la distribución conjunta de las restantes no es alterada, entonces la variable omitida no causa en sentido de Granger al resto. El concepto de Causalidad de Granger tiene lugar en el tiempo, dado que indica que el pasado puede causar el presente: las expectativas sobre el futuro son necesariamente basadas en información anterior, por lo tanto, el impacto causal en el presente, es un producto del pasado (Hendry, 2017).

Si se detecta que el coeficiente del mecanismo de corrección del error (α) de la matriz de cointegración Π no es significativamente distinto de cero, entonces la variable es débilmente exógena en la relación. A partir de allí surge la pregunta sobre la causalidad entre variables, en nuestro caso sería si es el PIB quién causa a la inversión en infraestructura de transporte o es esta última la que causa al PIB.

Tal como fue expresado anteriormente, la definición implica que, si y_t causa x_t , entonces x_{t+1} se explica mejor si se utiliza la información en y_{t-j} que si no se utiliza (Granger, 1988), ya que el impacto causal en el presente, es un producto del pasado (Hendry, 2017).

En otras palabras, x causa a y si la historia pasada de y no logra dejar afuera los efectos de x en y . Asimismo, se deben usar un número limitado de retardos y en general sólo se aplica el método cuando se trata de no más de dos variables (Hoover, 2001).

Los datos

Los datos de inversión en infraestructura de transporte han sido provistos por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). Se trata de inversiones del sector vial nacional, de parte de la Dirección Nacional de Vialidad, Concesiones y apoyo a Intendencias.

La inversión total del sector se forma de la siguiente manera:

- Inversión Presupuestal de la Dirección Nacional de Vialidad (Red Vial de 6.900 kms.)⁹

⁹ No incluye subsidios al Contrato Corporación Nacional de desarrollo y MTO.

- Transferencia IIMM: apoyo a Intendencias Departamentales para Caminería Rural. Red Municipal de 9.500 kms. en promedio
- Concesiones Privadas¹⁰
- Contrato CND-MTOP: CVU y Prog. Anexos. Se trata de obras ejecutadas a través de la Corporación Vial del Uruguay, en una Red Vial Nacional superior a 1.700 kms.

Los datos provistos eran de frecuencia anual, para el periodo 1988-2014. Mediante el método sugerido por Fernández (1981)¹¹ se procedió a la desagregación temporal de los datos transformándolos en datos de frecuencia trimestral.¹² Fernández propone una metodología indirecta para la desagregación temporal basada en utilizar una serie auxiliar con la frecuencia deseada, en este caso trimestral, que guarde una relación muy cercana con la variable a estudiar, tomando como supuesto que los movimientos interanuales son similares. Las series relacionadas que fueron utilizadas para la trimestralización, cuya fuente fue el Banco Central del Uruguay (BCU), fueron el Producto Bruto del sector de la Construcción y la Formación Bruta de Capital Fijo en Construcción.

Por otro lado, la serie correspondiente al Producto Bruto Interno trimestral en miles de pesos constantes, para el período 1988-2014 tiene como fuente el Banco Central del Uruguay. Tanto el Índice de Costos de la Construcción como las toneladas transportadas por vía terrestre, fueron tomados del INE (Instituto Nacional de Estadística). Para el caso del transporte de carga, debido a que la serie presentaba una frecuencia anual, se recurrió al Índice de Volumen Físico de la industria Manufacturera como variable auxiliar para su trimestralización. En todos los casos se trabajó con la transformación logarítmica de las variables.

En lo que sigue se presenta la evolución de cada una de las series utilizadas, que se analiza brevemente.

Inversión en infraestructura de transporte

En cuanto a la inversión en infraestructura en nuestro país, más adelante INFRA, esta está compuesta por la suma de los cuatro componentes mencionados anteriormente, que son la Inversión Presupuestal de la Dirección Nacional de Vialidad, Transferencia IIMM, Concesiones Privadas, y Contrato CND-MTOP. Si bien el período utilizado es desde 1988 a 2014, no todos los componentes de la serie presentan datos a lo largo de todo el período, por lo que resulta adecuado utilizar como variable la suma de los mismos, y así tener en cuenta la más amplia información sobre inversión en la red vial.

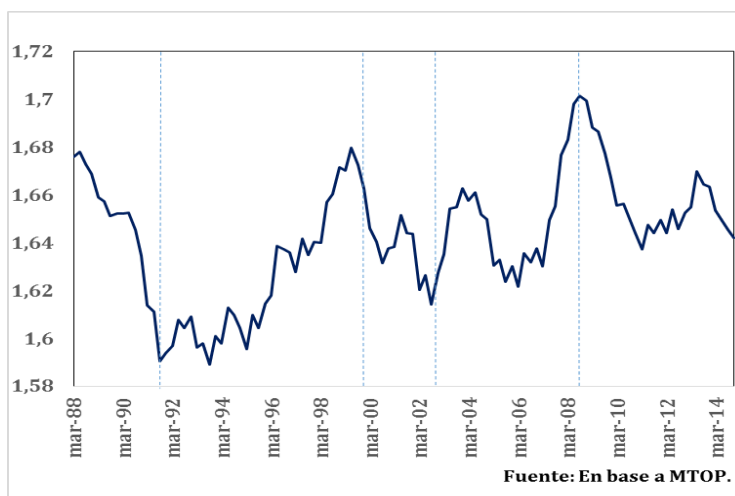
¹⁰ Corresponde a las Concesiones de Ruta Interbalnearia y Ruta 1 (ya finalizadas) y actualmente de Ruta 5 y Ruta 8 (120 kms.).

¹¹ Programado en el software Ecotrim (desarrollado por Eurostat).

¹² La conversión permitió trabajar con un número mayor de observaciones en las estimaciones econométricas.

El gráfico de la serie muestra períodos de fuerte expansión, así como también otros en los que la inversión es muy baja.

**Gráfico 4. Inversión en Infraestructura de Transporte (transformación logarítmica).
Período 1988-2014**



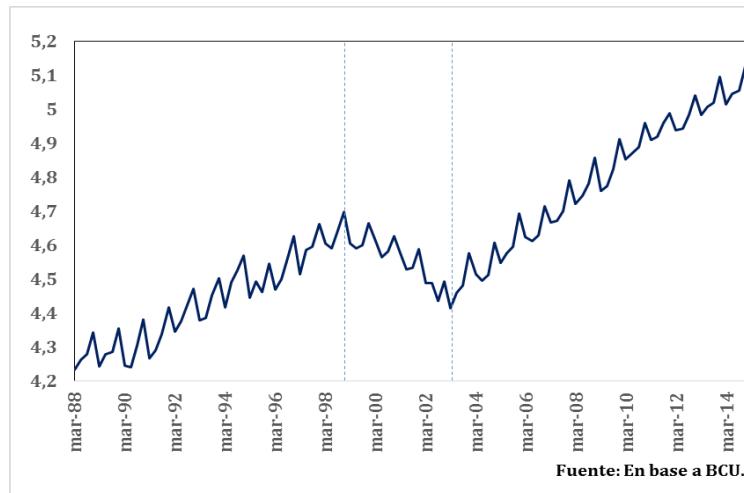
Desde el año 1988 a 1991, se nota una tasa promedio decreciente del 20% anual. A partir de ese mismo año hasta 1999, se observa una tasa de crecimiento promedio anual del 9,6%, impulsado en gran medida por el aumento en la inversión por parte de la Dirección Nacional de Vialidad (que a ese momento le corresponde más del 70% de la inversión total del sector), y a las transferencias a IMM y Concesiones Privadas, que surgen a partir del año 1994 y 1995 respectivamente, y aportan a la inversión total. Por otra parte, durante el período 2000 a 2002, la tasa promedio anual decrece a un ritmo del 14%, momento en el que se produjo la crisis financiera más importante del período que afectó en gran medida a nuestro país. A partir del año 2003 al 2008, se observa una tasa de crecimiento anual del 15,7% en promedio, período a partir del cual se firma el contrato con CND y la inversión llega a su pico más alto en el año 2009, donde la inversión que se llevó a cabo para la ejecución de obras y proyectos por el Sistema de Concesión de Obra Pública del MTOP con CND, alcanza el 65% del total. Luego, vuelve a decrecer al ritmo de 6,8% del 2009 al 2014.

Producto Bruto Interno (PIB)

Como era de esperarse, el producto de la economía muestra una tendencia creciente, con fuerte estacionalidad, y con una notoria caída en el año 2002 a causa de la crisis regional que tuvo lugar a partir del año 2001.

La tasa de crecimiento promedio anual es de 3,7% teniendo en cuenta el período 1988 a 1998. Luego, en el período 1999-2002, la tasa decrece en un 3,9% en promedio, siendo la tasa más baja la del año 2002 en relación al año 2001 (sufre una caída de 7,7%). A partir del año 2003 hasta el año 2014, la tasa de crecimiento vuelve a ser positiva todos los años, alcanzando un promedio de 5%.

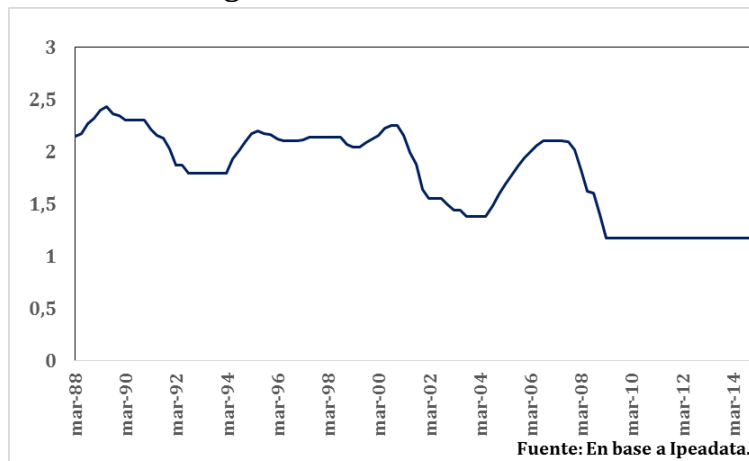
**Gráfico 5. PIB uruguayo (Logaritmo del IVF del PIB, base 2005=100).
Período 1988-2014**



Tasa de interés de Estados Unidos

El financiamiento de las inversiones es un factor fundamental tal como se expresa en trabajos como el de Rufián Lizana, D. M. (2002) y Capurro, Harguindeguy & Oddone (2014). Debido a que las tasas de interés internacionales, pueden tener una influencia determinante en el comportamiento de la inversión en general, y en particular en la inversión en infraestructura de nuestro país, se especifica un modelo que incorpora la tasa de interés de Estados Unidos.

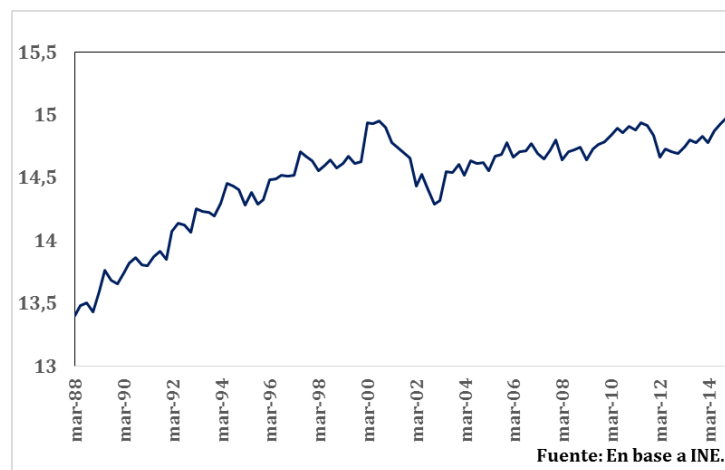
Gráfico 6. Logaritmo de la Tasa de Interés de USA



Transporte de Carga (toneladas transportadas por vía terrestre)

El transporte de carga viene tomando gran importancia en la economía uruguaya debido a las necesidades del sector agropecuario, el comercio entre fronteras, de exportaciones e importaciones, así como también el transporte de madera. Esto genera una exigencia cada vez mayor en cuanto a inversión en infraestructura vial, ya que el estado actual de las rutas sigue siendo precario, en la medida que las rutas no fueron construidas con las bases necesarias para una carretera de transporte de carga. A su vez, siguiendo a Badalyan, Herzfeld & Rajcaniova (2014) se concluye que la formación bruta de capital y bienes transportados mediante vía o carretera tienen un impacto positivo y significativo en el crecimiento de la economía. Es por esta razón que resulta interesante tener en cuenta esta variable en el análisis. Para ello, se recopiló datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) sobre entradas y salidas en toneladas de transporte de carga, donde la suma da lugar gráfico 7, expresado en logaritmos.

**Gráfico 7. Transporte de Carga (Toneladas transportadas en logaritmos).
Período 1988-2014**



Al igual que en el caso del PIB e INFRA, se puede observar una caída importante entre el año 2000 y 2003, que tiene que ver con la fuerte crisis financiera que tuvo lugar en el año 2002 en nuestro país.

Para seguir adelante con el análisis, se debe analizar la estacionariedad de las variables. Mediante la aplicación del test de Dicky-Fuller Aumentado (ADF), se obtienen resultados sobre el orden de integración de las series a tener en cuenta, tanto en primera diferencia como en niveles. Como resultado, todas las series consideradas son no estacionarias de orden 1, es decir $I(1)$ ¹³.

¹³ Ver Anexo 2

Por otra parte, observando los correlogramas¹⁴ de las variables, se sugiere la presencia de alguna raíz unitaria de tipo estacional, sobre todo en el caso de la variable PIB. Para contrastar la existencia de raíces unitarias, ya sea en la parte regular o/y en la parte estacional, se utiliza el Test de OCSB (Osborn, Chu, Smith, Birchenhall, 1988). De los resultados del test, se desprende la existencia no solo de una raíz regular sino también una raíz de tipo estacional en el caso de la variable PIB¹⁵.

Para recoger estos resultados, tanto en el modelo base como en el que utiliza la tasa de interés de Estados Unidos como covariable, se representa el crecimiento mediante el $\log(\text{PIB})$ considerando en los modelos *dummies* estacionales, para dar cuenta del patrón no estacionario de esta variable (aunque representándolo en forma determinista no aleatoria). Por otra parte, en el modelo donde se utiliza el transporte de carga como covariable, se utiliza una transformación del PIB, $D(\log(\text{PIB}), 0, 4)$, teniendo en cuenta la estacionalidad interanual que presenta la variable PIB.

5. Resultados

En el presente capítulo se presentan los resultados del análisis de tres modelos que intentan representar la relación existente entre inversión en infraestructura y crecimiento en Uruguay. El primero de ellos, denominado Modelo Base, especifica esta relación incluyendo únicamente las dos variables en cuestión. Adicionalmente, se proponen otros dos modelos con el objetivo de mejorar el análisis, mediante la incorporación de variables relevantes que complementan la relación entre las dos series principales, como lo hacen también los antecedentes empíricos citados. El primero de ellos incluye como covariable a la tasa de interés de Estados Unidos y en el segundo, las toneladas transportadas por vía terrestre. Dentro del análisis de cada modelo, se estudia el test de cointegración de Johansen, los contrastes de exclusión y exogeneidad, y el test de causalidad a la Granger. De acuerdo a estos resultados, se estudia la relación de equilibrio, la dinámica de corto plazo y el análisis de descomposición de varianza y simulaciones de impulso respuesta.

Modelo Base

En primer lugar, fue especificado un modelo con PIB e inversión en infraestructura de transporte.

El vector de variables endógenas y_t es el siguiente:

¹⁴ Ver Anexo 1

¹⁵ Ver Anexo 3

$$y_t = [(logPIB), (logINFRA)]$$

Para ello, se utiliza el programa estadístico EViews, donde realizando un VAR y haciendo las pruebas correspondientes de cointegración, se llega a la conclusión de que ambas variables tienen una relación de cointegración. En la especificación utilizada para el Test de Johansen se incluyó un término constante y en forma irrestricta variables *dummies* estacionales centradas, el efecto pascua y *outliers*, identificados en distintos períodos donde el análisis era distorsionado¹⁶.

Se pueden observar los resultados de las estimaciones en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Resultado del contraste de cointegración (procedimiento de Johansen) entre PIB e INFRA

Vectores de cointegración normalizados	Variables		Autovalor	Estadístico de Razón de Verosimilitud
	logPIB	logINFRA		
(H0: r=0) 1	-6,261982	4,350395	0,233197	27,95197*
(H0: r<=1) 2	-0,530154	-4,957414	0,016677	1,664954

(*) Significativo al 5%. De acuerdo al criterio Akaike (AIC), se eligieron 8 retardos para la estimación del modelo.

Fuente: Estimaciones propias.

De los resultados presentados en el cuadro anterior se desprende que existe una relación de cointegración entre las variables (se rechaza la hipótesis nula de que no exista una relación de largo plazo, pero no se puede rechazar la hipótesis de que exista al menos una relación según el test de Johansen).

Se realizan los contrastes de exclusión de las variables sobre el vector de cointegración (sobre los β de la matriz Π), para determinar si alguna de las variables está ausente de la relación de largo plazo, por lo que cambios en dicha variable no provocarían ningún cambio en el sistema de largo plazo.

Cuadro 3. Contrastes de exclusión (H0: $\beta = 0$)

Variable	Valor del estadístico	Rech H0 al 95%
logPIB	LR-test, rank=1: Chi ² (1)= 11,47084 [0,000707]*	Sí
logINFRA	LR-test, rank=1: Chi ² (1)= 24,46680 [0,000001]*	Sí

(*) Significativo al 5%

Fuente: Estimaciones propias.

¹⁶ Se detectaron cinco cambios de nivel (*level shifts*) en las siguientes fechas: I trimestre de 1992, III trimestre de 1995, III trimestre de 2002, II trimestre de 2007 y IV trimestre de 2007.

Como se puede observar en el cuadro anterior, ambos β resultaron significativamente distintos de cero lo que significa que ninguna de las variables debe estar excluida de la relación especificada.

Para investigar la endogeneidad y exogeneidad de las variables, se realizan en primer lugar, los contrastes de exogeneidad débil, determinando si los parámetros α estimados de la matriz de cointegración son o no significativamente distintos de 0, lo que significaría que la variable no se ajusta endógenamente al equilibrio ante desviaciones de las relaciones de largo plazo.

Como resultado se obtuvo que el PIB es débilmente exógeno, por lo que no reacciona ante desviaciones en la relación de equilibrio. Por el contrario, la variable INFRA no lo es, por lo que sí se ajusta endógenamente al equilibrio ante posibles perturbaciones.

Cuadro 4. Contrastes de exogeneidad débil ($H_0: \alpha = 0$)

Variable	Valor del estadístico	Rech H_0 al 95%
logPIB	LR-test, rank=1: $\chi^2(1) = 0,146032$ [0,702356]	No
logINFRA	LR-test, rank=1: $\chi^2(1) = 24,57252$ [0,000001]*	Sí

(*) Significativo al 5%

Fuente: Estimaciones propias.

Por su parte, la condición de exogeneidad fuerte es necesaria para realizar predicciones, y requiere que se cumpla la exogeneidad débil y, además, que los valores pasados de la variable no dependan de la variable endógena. Es decir, que no exista retroalimentación entre las variables explicativas y la explicada.

Para ello se investiga sobre la causalidad en el sentido de Granger. De acuerdo al test, se desprende que $\log(\text{PIB})$ causa en sentido de Granger a $\log(\text{INFRA})$, por lo que $\log(\text{PIB})$ además de ser débilmente exógena, es fuertemente exógena. La variable $\log(\text{INFRA})$ no causa en sentido de Granger a $\log(\text{PIB})$ porque no es débilmente exógena, tal como lo vimos en el test de exogeneidad débil. Los resultados se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Test de Causalidad a la Granger

Sample: 1988:1 2014:4			
Obs: 99			
Dependent variable	Excluded	Chi-sq	Probability
D(log(INFRA))	D(log(PIB))	10,67368	0,099
D(log(PIB))	D(log(INFRA))	6,923723	0,328

Fuente: Estimaciones propias.

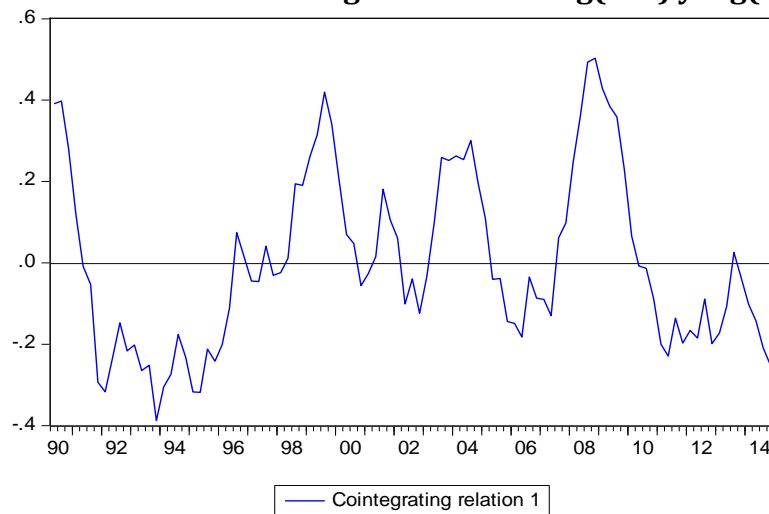
Relación de equilibrio

El modelo estimado teniendo en cuenta las restricciones de exogeneidad testeadas (es decir, imponiendo la restricción de $\alpha=0$ para el PIB) fue el siguiente:

$$\text{Ecuación 4} \quad \log(INFRA) = 13,12070 + 0,709312(\log(PIB)) \\ (0,17699)$$

Lo que se desprende de la ecuación 4, es que existe una relación positiva entre la Inversión en Infraestructura de transporte y el PIB en Uruguay, ya que el coeficiente que multiplica la variable PIB en la relación de equilibrio es mayor que cero. Dado que las series están expresadas en logaritmos, los coeficientes pueden ser interpretados como elasticidades. Esto implica que, si la variable $\log(PIB)$ varía en una unidad, la variable $\log(INFRA)$ lo hará también, pero en un 70,93% aproximadamente.

Gráfico 8. Relación de Cointegración entre $\log(PIB)$ y $\log(INFRA)$



Fuente: Estimaciones propias.

El gráfico 8 corresponde a la relación de cointegración entre ambas series, y muestra que la relación de largo plazo es estacionaria, o sea que es $I(0)$ en este caso.

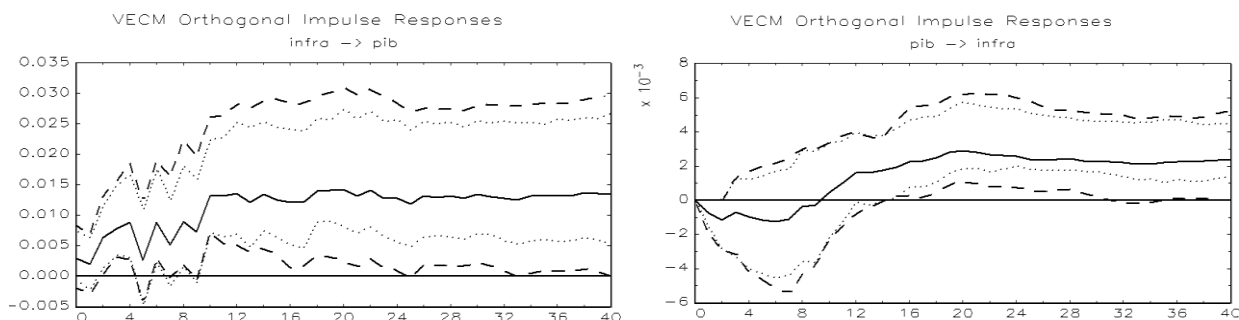
De acuerdo a esta estimación, al 2014 la relación se encuentra por debajo del equilibrio. Es decir, la inversión en infraestructura se encuentra por debajo de lo que los parámetros estimados de la relación indicarían, así como de la evolución reciente del PIB de Uruguay. Este hallazgo coincide con los estudios realizados por Capurro, Harguindeguy & Oddone (2014) en su estudio sobre “Necesidades de inversión en infraestructura vial en Uruguay” y

Oddone (2016) en el foro “Inversión en infraestructura para apuntalar la competitividad” donde en ambos casos se hace referencia a un déficit en la inversión en infraestructura vial y la necesidad, en consecuencia, de un aumento de dicha inversión, destinando un 1% del PIB anual para superar el déficit.

Análisis de impulso respuesta y de descomposición de varianza

Del análisis impulso respuesta, se desprende que, la respuesta de $\log(\text{INFRA})$ ante un shock en la variable $\log(\text{PIB})$, es positiva luego de pasados los primeros diez períodos, y además los intervalos de confianza muestran que es significativa tanto al 90% como al 95%. Esto implica que tienen que pasar más de dos años para que el efecto de un shock en $\log(\text{PIB})$, se manifieste en un aumento en la inversión en infraestructura vial, lo que demuestra el efecto tardío que tiene, por ejemplo, una mejora en el crecimiento económico para lograr una mayor inversión de estas características. Por otro lado, la respuesta de $\log(\text{PIB})$ ante un shock en $\log(\text{INFRA})$ es casi nula, ya que se estabiliza muy cerca de cero. Esto se corresponde con la exogeneidad fuerte que presenta la variable $\log(\text{PIB})$.

Gráfico 9. Simulaciones de impulso respuesta



Fuente: Estimaciones propias en JMulti. Intervalos de confianza al 95% y 90% Hall percentile con 100 iteraciones. IR ortogonal.

Para el análisis de descomposición de varianza, se utiliza la factorización de Cholesky. Esta opción impone un orden en las variables en el VAR tal que atribuye todo el efecto de cualquier componente común a la variable que se ordena primero en el sistema. Por lo tanto, el orden que se elige para las variables no es al azar, sino que se ordena de mayor a menor exogeneidad, en ese caso, el primer lugar es para la variable $\log(\text{PIB})$ y el último para la variable $\log(\text{INFRA})$ que es la que presenta menor exogeneidad en el modelo.

Cuadro 6. Descomposición de varianza

% Variación		
Período	log(PIB) debido a log(INFRA)	log(INFRA) debido a log(PIB)
5	1,22	3,29
10	0,68	5,34
15	0,89	8,57
20	0,62	18,93
25	0,46	26,65
30	0,36	29,57
35	0,29	31,21
40	0,25	34,03

Fuente: Estimaciones propias. Factorización de Cholesky. Simulación Monte Carlo con 1000 iteraciones.

Del análisis de descomposición de varianza, se destaca que, el porcentaje de varianza del log(PIB) ante cambios en log(INFRA), es casi nulo. Este resultado se asocia con la exogeneidad fuerte de la variable log(PIB), por lo que parece razonable que cambios en log(INFRA) no generen movimientos importantes del log(PIB). Por el contrario, movimientos en log(PIB) sí generan variaciones en log(INFRA) como era de esperarse luego de ver los resultados del VEqCM. Como puede apreciarse en el cuadro, el log(INFRA) varía en los primeros 15 períodos, pero de manera muy leve, y es a partir de ese momento que sufre un cambio importante, que se mantiene estable luego de los 30 períodos, con un porcentaje de varianza superior a 30. Esto quiere decir que variaciones en el log(PIB) no generan cambios inmediatos en la variable log(INFRA), sino que tiene que pasar un número considerable de períodos para que este movimiento se concrete.

Si bien el análisis muestra que la relación de causalidad es unidireccional y va del crecimiento a la inversión y no a la inversa, se trata de un modelo muy sencillo, por lo que no se debería sacar una conclusión, sin antes buscar otras variables relevantes que puedan ayudar a visualizar mejor esta relación.

Modelo con tasa de interés de Estados Unidos

En el presente modelo, se incorpora al análisis como covariable, la tasa de interés de Estados Unidos, tomándola como referencia de tasa de interés internacional, que puede ser relevante para el estudio si se tiene en cuenta que, toda inversión puede verse disminuida ante un aumento en las tasas de interés. De esta manera, la incorporación de la tasa de interés de Estados Unidos, más adelante TasaUSA, puede complementar la relación entre la inversión en infraestructura de transporte y el crecimiento económico.

El vector de variables endógenas y_t es el siguiente:

$$y_t = [(\log(PIB), (\log INFRA), (\log TasaUSA)]$$

En este caso también se tuvo en cuenta una constante de forma irrestricta, el efecto pascua, *dummies* estacionales y una serie de *outliers* identificados en distintos períodos.

En el cuadro 7, se puede visualizar el resultado del contraste de la existencia de una relación de cointegración en el largo plazo, mediante la aplicación del Test de Johansen, donde no se puede rechazar la hipótesis de que existe al menos 1 relación de cointegración.

Cuadro 7. Resultado del contraste de cointegración (procedimiento de Johansen) entre PIB, INFRA y TasaUSA.

Vectores de cointegración normalizados	Variables			Autovalor	Estadístico de Razón de Verosimilitud
	logINFRA	LOG(PIB)	logTasaUSA		
(H0: r=0) 1	1,293933	8,948867	5,266988	0,202596	36,69437*
(H0: r<=1) 2	-7,038698	6,380893	2,283979	0,122056	14,28143
	3,299046	-6,778738	1,199695	0,013985	1,394330

(*) Significativo al 5%. De acuerdo al criterio Akaike (AIC), se eligieron 8 retardos para la estimación del modelo.

Los contrastes de exclusión (test sobre la significación de los β de la matriz Π) indicaron que todas las variables son significativas e integran la ecuación de cointegración.

Cuadro 8. Contrastes de exclusión (H0: $\beta = 0$)

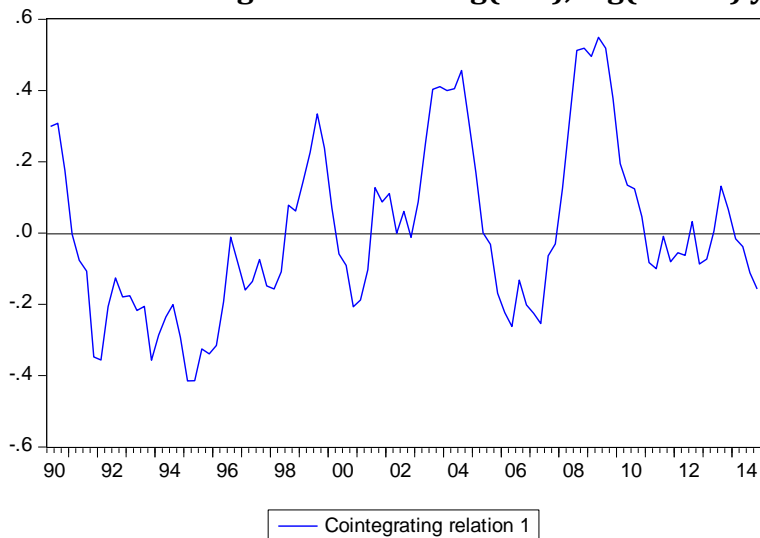
Variable	Valor del estadístico	Rech H0 al 95%
logPIB	LR-test, rank=1: Chi ² (1)=15,20747 [0,000096]*	Sí
logINFRA	LR-test, rank=1: Chi ² (1)= 32,78972 [0,000000]*	Sí
logTasaUSA	LR-test, rank=1: Chi ² (1)= 9,166943 [0,002464]*	Sí

(*) Significativo al 5%

Fuente: Estimaciones propias.

Como resultado de los contrastes de exogeneidad débil se obtuvo que el PIB es débilmente exógena, por lo que no reacciona ante desviaciones en la relación de equilibrio. Por el contrario, las variables INFRA y TasaUSA no lo son, por lo que sí se ajustan endógenamente al equilibrio ante posibles perturbaciones del mismo.

Gráfico 10. Relación de Cointegración entre log(PIB), log(INFRA) y log(TasaUSA)



Fuente: Estimaciones propias.

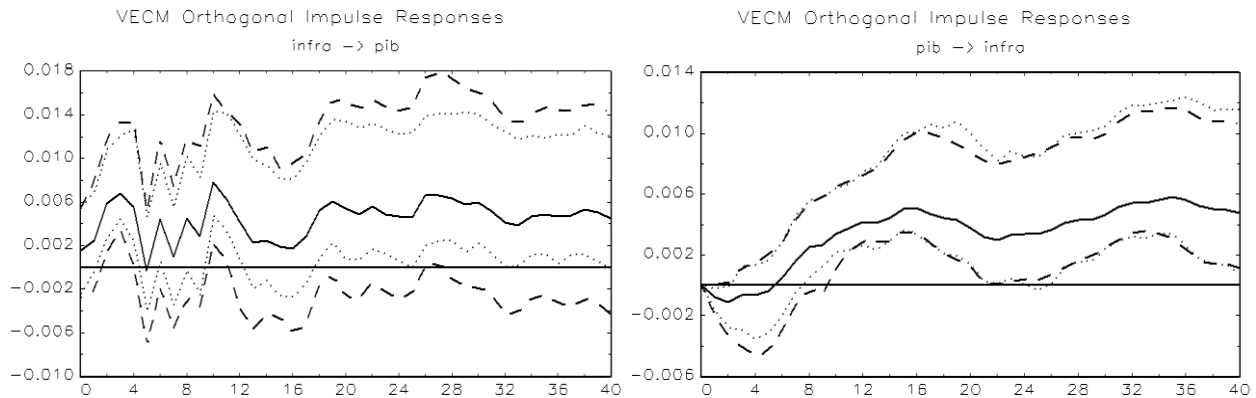
El gráfico 10 corresponde a la relación de cointegración entre las tres series, y muestra que la relación de largo plazo es estacionaria.

En este caso, se puede observar cómo nuevamente al 2014, la relación se encuentra por debajo del equilibrio, indicando una vez más que la evolución de la variable inversión en infraestructura de transporte es deficitaria, o se encuentra por debajo de la evolución del PIB, tal como se hace referencia en los estudios sobre inversión en infraestructura en Uruguay.

Análisis de impulso respuesta y de descomposición de varianza

Los resultados de las simulaciones de IR (gráfico 11) indican que la respuesta de log(INFRA) ante un shock en la variable log(PIB), es positiva pero no parece ser demasiado importante. Por otro lado, la respuesta de log(PIB) ante un shock en log(INFRA) también es muy baja, y en este caso sólo es significativa al 90%.

Gráfico 11. Simulaciones de impulso respuesta



Fuente: Estimaciones propias en JMulti. Intervalos de confianza al 95% y 90% Hall percentile con 100 iteraciones. IR ortogonal.

Cuadro 11. Descomposición de varianza

Período	% Variación	
	log(PIB) debido a log(INFRA)	log(INFRA) debido a log(PIB)
5	4,51	8,29
10	5,18	9,09
15	6,26	13,16
20	5,08	12,05
25	4,38	12,82
30	4,02	12,94
35	3,77	13,19
40	3,55	13,32

Fuente: Estimaciones propias. Factorización de Cholesky. Simulación Monte Carlo con 1000 iteraciones.

Del análisis de descomposición de varianza, se obtiene que, el porcentaje de varianza del log(PIB) ante cambios en log(INFRA), no supera el 6%, tal como era de esperarse debido a la exogeneidad fuerte que presenta el log(PIB). Asimismo, movimientos en log(PIB) generan variaciones en log(INFRA), pero el porcentaje no alcanza el 15%, por lo que el efecto se muestra bastante débil, siendo que, dada la relación de equilibrio, se esperaba una variación mayor.

Modelo con transporte de carga

Por último, se realiza el análisis con los datos de transporte de carga, junto con INFRA y PIB. En este caso se empleó una transformación para la variable PIB donde se destaca la importancia de la estacionalidad interanual¹⁷.

El vector de variables endógenas y_t es el siguiente:

$$y_t = [d(\log(\text{PIB}), 0,4), (\log\text{INFRA}), (\log\text{TRCARGA})]$$

En el cuadro que sigue a continuación, se puede apreciar una relación de cointegración entre las variables, según el Test de Cointegración de Johansen.

Cuadro 12. Resultado del contraste de cointegración (procedimiento de Johansen) entre PIB, INFRA y TRCARGA.

Vectores de cointegración normalizados	Variables			Autovalor	Estadístico de Razón de Verosimilitud
	logINFRA	D(LOG(PIB),0,4)	logTRCARGA		
(H0: r=0) 1	-8,161683	10,90303	3,063408	0,355793	41,77486*
(H0: r<=1) 2	2,570225	23,35758	-5,119651	0,111747	11,25738
	0,690872	-2739325	-2,760949	0,059480	5,825627

(*) Significativo al 5%. De acuerdo al criterio Akaike (AIC), se eligieron 8 retardos para la estimación del modelo.

Fuente: Estimaciones propias.

Se rechaza la existencia de dos relaciones de cointegración, pero no es posible rechazar que exista una relación. A su vez, los resultados de los contrastes de exclusión muestran que todas las variables incluidas en este modelo son significativas.

Cuadro 13. Contrastes de exclusión (H0: $\beta = 0$)

Variable	Valor del estadístico	Rech H0 al 95%
logPIB	LR-test, rank=1: Chi ² (1)=4,392834 [0,036090]*	Sí
logINFRA	LR-test, rank=1: Chi ² (1)= 23,80043 [0,000001]*	Sí
logTRCARGA	LR-test, rank=1: Chi ² (1)= 5,105133 [0,023855]*	Sí

(*) Significativo al 5%

Fuente: Estimaciones propias.

En cuanto al análisis de exogeneidad débil, se encuentra que el log(PIB) es débilmente exógena, por lo que no reacciona ante desviaciones en la relación de equilibrio. Por el

¹⁷ Además, se tuvieron en cuenta *dummies* estacionales, el efecto pascua y 9 *outliers* (*level shifts*) en las siguientes fechas: I trimestre de 1992, IV trimestre de 1994, III trimestre de 1995, III trimestre de 1996, II trimestre de 1998, I trimestre de 2000, III trimestre de 2002, III trimestre de 2008 y IV trimestre de 2011.

contrario, las variables $\log(\text{INFRA})$ y $\log(\text{TRCARGA})$ no lo son, por lo que sí se ajustan endógenamente al equilibrio ante posibles perturbaciones.

Cuadro 14. Contrastes de exogeneidad débil ($H_0: \alpha = 0$)

Variable	Valor del estadístico	Rech H_0 al 95%
logPIB	LR-test, rank=1: $\text{Chi}^2(1)=1,053355$ [0,304736]	No
logINFRA	LR-test, rank=1: $\text{Chi}^2(1)= 25,24187$ [0,000001]*	Sí
logTRCARGA	LR-test, rank=1: $\text{Chi}^2(1)= 4,589769$ [0,032163]*	Sí
(*) Significativo al 5%		

Fuente: Estimaciones propias.

Para concluir sobre la exogeneidad fuerte se investiga la causalidad en el sentido de Granger. De acuerdo al test, $D(\log(\text{PIB}),1,4)$ es fuertemente exógena ya que causa a $\log(\text{INFRA})$ con un grado de significación un tanto menor al 5% pero superior al 4%. Los resultados se muestran en el cuadro que sigue:

Cuadro 15. Test de Causalidad a la Granger

Sample: 1988:1 2014:4			
Obs: 95			
Dependent variable	Excluded	Chi-sq	Probability
$D(\log(\text{INFRA}))$	$D(\log(\text{PIB}),1,4)$	15,76012	0,0459
$D(\log(\text{PIB}),1,4)$	$D(\log(\text{INFRA}))$	11,07727	0,1974

Fuente: Estimaciones propias.

Relación de equilibrio

En función de los resultados de los contrastes de exclusión y exogeneidad se reestima el modelo restringido:

Ecuación 6

$$\log(\text{INFRA}) = 11,94435 + 1,865144(D(\log(\text{PIB}),0,4)) + 0,333372(\log(\text{TRCARGA}))$$

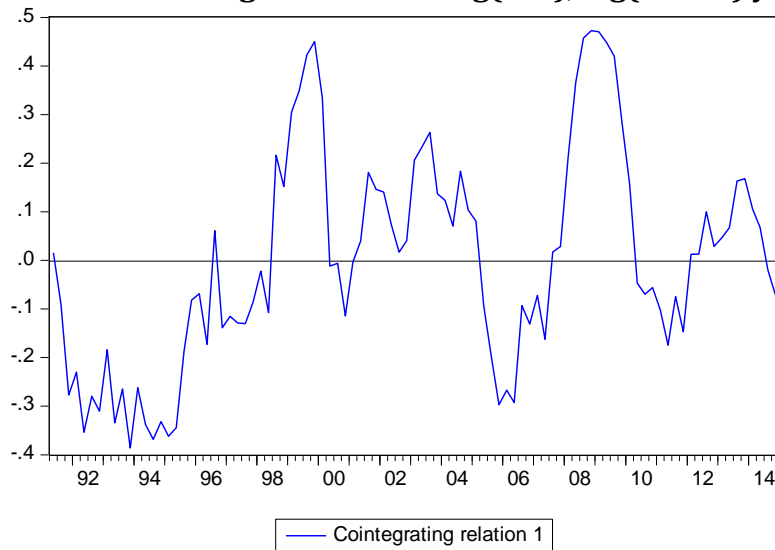
(0,85183) (1,10568)

De la relación se desprende que la inversión en infraestructura de transporte está fuertemente influenciada, como ya hemos visto en los modelos anteriores, por el PIB. De modo que, ante un aumento en el PIB, la inversión crece también más que proporcionalmente. Asimismo, ante un aumento del transporte de carga en una unidad, la inversión crece en un 33% aproximadamente. En suma, la inversión en infraestructura de

transporte se traduce en la suma de una combinación lineal entre el PIB y el transporte de carga (más una constante).

En el gráfico se puede visualizar la relación de cointegración entre las variables.

Gráfico 12. Relación de Cointegración entre $\log(\text{PIB})$, $\log(\text{INFRA})$ y $\log(\text{TRCARGA})$

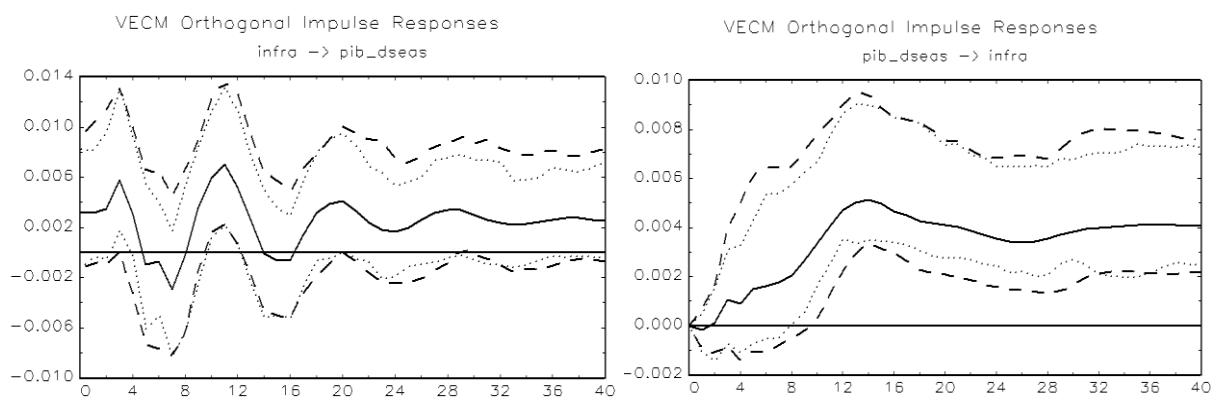


Fuente: Estimaciones propias.

Al igual que en los modelos anteriores, el gráfico de la relación de cointegración muestra que ésta es estacionaria. Asimismo, tal como fue comentado anteriormente, al año 2014 se puede notar una leve distancia por debajo del equilibrio, que hace referencia al déficit en la inversión en infraestructura de transporte, dada la evolución del PIB.

Análisis de Impulso Respuesta y de Descomposición de Varianza

Gráfico 13. Simulaciones Impulso Respuesta



Fuente: Estimaciones propias en JMulti. Intervalos de confianza al 95% y 90% Hall percentile con 100 iteraciones. IR ortogonal.

Del análisis impulso respuesta (gráfico 13) surge que la respuesta de $\log(\text{INFRA})$ ante un shock en $D(\log(\text{PIB}),0,4)$ es positiva, aunque no es muy significativa, sino que se estabiliza cerca de cero. Por otra parte, la respuesta de $D(\log(\text{PIB}),0,4)$ ante un shock en $\log(\text{INFRA})$ es casi nulo, lo que se corresponde con la exogeneidad fuerte que presenta la variable, tal como se vio en el análisis de causalidad.

Cuadro 16. Descomposición de varianza

Período	% Variación	
	$\log(\text{PIB})$ debido a $\log(\text{INFRA})$	$\log(\text{INFRA})$ debido a $\log(\text{PIB})$
5	1,33	0,96
10	2,87	1,23
15	4,86	22,14
20	6,89	37,21
25	6,88	45,13
30	7,29	47,38
35	7,11	50,51
40	6,98	54,11

Fuente: Estimaciones propias. Factorización de Cholesky. Simulación Monte Carlo con 1000 iteraciones.

Tal como fue detallado en los modelos anteriores, variaciones en $\log(\text{INFRA})$ no generan cambios importantes para $D(\log(\text{PIB}),0,4)$, ya que el cuadro de descomposición de varianza,

muestra un porcentaje de variación bajo, sin grandes movimientos y se condice con la exogeneidad fuerte que presenta la variable $D(\log(\text{PIB}),0,4)$ en la relación. Si se tiene en cuenta el porcentaje de variación de $\log(\text{INFRA})$ ante cambios en $D(\log(\text{PIB}),0,4)$, se observa que éste es prácticamente nulo para los primeros 10 períodos, y luego crece de manera importante, superando el 50%.

En este caso, vuelve a cumplirse la inversión tardía en infraestructura de transporte ante movimientos en $D(\log(\text{PIB}),0,4)$, lo que alimenta la idea de que hacen falta varios períodos de crecimiento para que la inversión en este sector se realice.

6. Conclusiones

En el presente estudio se investigó sobre la existencia de una relación causal entre la inversión en infraestructura de transporte, medida por la inversión en infraestructura vial, y el crecimiento económico (PIB) para Uruguay en el período 1988-2014. Mediante la estimación de modelos de corrección al equilibrio se analizaron tres modelos alternativos. Un modelo base donde se analizó la relación únicamente entre las dos variables en cuestión y como resultado se obtuvo una relación de largo plazo cuya causalidad es unidireccional, del crecimiento a la inversión. En un segundo modelo se incorporó como covariable a la tasa de interés de Estados Unidos, en el cual se evidenció también una relación de cointegración, aunque en este caso el signo de la tasa de interés resultó ser positivo, contrario a lo esperado teniendo en cuenta que, al aumentar la tasa, aumenta el costo de la inversión. En este caso la causalidad sigue siendo unidireccional desde el crecimiento a la inversión. En el tercer modelo se incorpora la variable de transporte de carga, y se obtiene nuevamente una relación de cointegración entre las tres variables. En éste se desprende, al igual que en los casos anteriores, que la dirección de la causalidad va desde el PIB a la inversión y no a la inversa.

Al igual que la mayor parte de los antecedentes citados, se encuentra una relación de largo plazo entre inversión en infraestructura de transporte y crecimiento económico, en nuestro caso para Uruguay; pero a diferencia de estos, la causalidad obtenida es unidireccional y va desde el crecimiento a la inversión, y no a la inversa como se destaca en la mayoría de ellos, teniendo en cuenta que un número importante encuentra causalidad bidireccional o unidireccional, en cuyo caso la dirección va desde la inversión en infraestructura al crecimiento. Una posible explicación a este resultado, puede deberse a un uso ineficiente de la inversión en nuestro país, donde ésta se basa en la reparación de rutas existentes y no en la implementación de nuevos caminos, y tampoco de carreteras especialmente diseñadas para el soporte del transporte de carga, que faciliten el movimiento de los bienes, tal como lo plantean Kustapeli, Gülcan & Akgüngör (2012) en su trabajo "Transportation

infrastructure investment, growth and international trade in Turkey”, donde se justifica la falta de relación de largo plazo entre inversión en infraestructura y crecimiento, por la falta de inversión y uso ineficiente de la misma.

En Sánchez & Wilmsmeier (2005) se destaca que el crecimiento de las exportaciones como motor de desarrollo de la región, con una demanda muy fuerte por parte de los países asiáticos y Estados Unidos, dio lugar a ciertas insuficiencias en infraestructura de transporte en América Latina y se recomienda la toma de acciones para evitar que el desarrollo sea frenado por la insuficiencia de provisión de infraestructura y servicios de transporte. En este sentido, la falta de constancia en las inversiones en infraestructura vial en Uruguay, y las necesidades que ha tenido el sector en el período, pueden ser las causantes principales del rechazo de la hipótesis de partida del presente estudio. No puede notarse el impulso del crecimiento económico por parte de la inversión en infraestructura de transporte si ésta no es la suficiente, no solo para mejorar, sino para el mantenimiento de las rutas. Este resultado se corresponde con la falta de desarrollo que presenta el país y con los resultados hallados en la relación de cointegración de los tres modelos analizados, donde se puede observar que, al año 2014, esta relación se encuentra por debajo del equilibrio, lo que implica un desajuste de la inversión en el sector, dada la dinámica del PIB. Si se tiene en cuenta la amplia literatura que existe en torno a este tema a nivel internacional, debería impulsarse la inversión en infraestructura de transporte para lograr un mayor crecimiento de la economía.

En línea con lo anterior, si se observan países como Chile, Perú y Colombia como ejemplo, en estos casos los programas de mejoramiento vial han incorporado capitales privados, mediante contratos de concesión de obra pública. De esta manera, se ahorran recursos estatales, para invertirlos en otras áreas de infraestructura de escasa rentabilidad privada. El caso que se conoce como el más exitoso, es el de Chile. (Rufián Lizana, D. M., 2002). En este caso, el éxito parece estar asociado al importante respaldo político, que se ha traducido en un amplio compromiso nacional donde el proceso de adjudicación involucra diversos Ministerios y al Presidente de la República, lo que proporciona una garantía a nivel de Estado y no solo de un Ministerio.

En este sentido, a fines del 2015, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) aprobó un préstamo para financiar un programa de obras múltiples, cuyo objetivo es la conservación del patrimonio de la red vial uruguaya y reducir la accidentalidad. Este programa pretende reducir los costos de transporte, mejorar la seguridad vial y contribuir a aumentar la inversión a través de proyectos de participación público-privada. Asimismo, mediante el PPP (proyecto participación público privada) se llevaría adelante un proyecto con algunas de las características del caso de Chile para superar el déficit. A su vez, si se llevara a cabo el proyecto UPM (empresa finlandesa dedicada a la fabricación de celulosa, madera y papel) en nuestro país, esto implicaría un aumento en la inversión en infraestructura vial, así como también un aumento en la generación de empleo.

Por último, caber advertir sobre algunas de las limitaciones de este estudio. En primer lugar, respecto de posibles omisiones en la contabilización de inversiones por parte del MTOP, y las inversiones en infraestructura de transporte realizadas por parte del sector privado. En segundo lugar, sería interesante para futuras investigaciones, incorporar a este análisis datos de inversión no solo en infraestructura vial, sino también inversiones en aeropuertos, vías férreas y puertos. Por lo tanto, sería necesario realizar una recopilación de información más exhaustiva, lo que requiere de un trabajo importante, debido a que hay que recurrir a información no sólo del sector público, sino también del sector privado incluyendo capitales extranjeros, además de realizar nuevamente los cálculos para llegar a una nueva conclusión.

Posibles extensiones de este estudio podrían incorporar la información de países de la región, hacer una comparación sobre las distintas experiencias y ver cómo se relacionan en el largo plazo la inversión en infraestructura de transporte y el crecimiento económico en otros países, donde el volumen de inversión sea mayor.

Bibliografía

- _ Achour, H., & Belloumi, M. (2016). Investigating the causal relationship between transport infrastructure, transport energy consumption and economic growth in Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 988-998.
- _ Aghion, P., Akcigit, U., & Howitt, P. (2013). What do we learn from Schumpeterian growth theory? (No. w18824). National Bureau of Economic Research.
- _ Aghion, P., & Howitt, P. (1990). A model of growth through creative destruction (No. w3223). National Bureau of Economic Research.
- _ Aghion, P., Howitt, P., Brant-Collett, M., & García-Peñalosa, C. (1998). *Endogenous growth theory*. MIT press.
- _ Badalyan, G., Herzfeld, T., & Rajcaniova, M. (2014, May). Transport infrastructure and economic growth: Panel data approach for Armenia, Georgia and Turkey. In presentation for the 142nd EAAE Seminar Growing Success (pp. 29-30).
- _ Banister, D., & Berechman, Y. (2001). Transport investment and the promotion of economic growth. *Journal of transport geography*, 9(3), 209-218.
- _ Benkwitz, A., H. Lütkepohl and J. Wolters (2001). Comparison of bootstrap confidence intervals for impulse responses of German monetary systems. *Macroeconomic Dynamics*, 5, 81-100.
- _ Beyzatlar, M. A., Karacal, M., & Yetkiner, H. (2014). Granger-causality between transportation and GDP: A panel data approach. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 63, 43-55.

- _ Boopen, S. (2006). Transport infrastructure and economic growth: evidence from Africa using dynamic panel estimates. *The empirical economics letters* 5(1), 37-52.

- _ Button, K. (1998). Infrastructure investment, endogenous growth and economic convergence. *The annals of regional science*, 32(1), 145-162.

- _ Calderon, C. A., & Servén, L. (2004). Trends in infrastructure in Latin America, 1980-2001. *World Bank Policy Research Working Paper*, (3401).

- _ Capurro, A., Harguindeguy, S. & Oddone, G. (2014). Necesidades de inversión en infraestructura vial en Uruguay. *Centro de Estudios Económicos de la Industria de la Construcción*.

- _ Chang, T., & Nieh, C. C. (2004). A note on testing the causal link between construction activity and economic growth in Taiwan. *Journal of Asian Economics*, 15(3), 591-598.

- _ Eruygur, A., Kaynak, M., & Mert, M. (2012). Transportation-Communication Capital and Economic Growth: A VECM Analysis for Turkey. *European Planning Studies*, 20(2), 341-363.

- _ Esfahani, H. S., & Ramírez, M. T. (2003). Institutions, infrastructure, and economic growth. *Journal of development Economics*, 70(2), 443-477.

- _ Farhadi, M. (2015). Transport infrastructure and long-run economic growth in OECD countries. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 73-90.

- _ Granger, C. W. (1988). Some recent development in a concept of causality. *Journal of econometrics*, 39(1-2), 199-211.

- _ Hendry, D. F. (2017). Granger Causality. *European Journal of Pure and Applied Mathematics*, 10(1), 12-29.

_ Herranz-Loncán, A. (2007). Infrastructure investment and Spanish economic growth, 1850–1935. *Explorations in Economic History*, 44(3), 452-468.

_ Hoover, K. D. (2001). *Causality in macroeconomics*. Cambridge University Press.

_ Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12(2-3), 231-254.

_ Juselius, K. (2006). *The Cointegrated VAR Model: Methodology and Applications*. Oxford University Press: Oxford.

_ Kuştepelı, Y., Gülcan, Y., & Akgüngör, S. (2012). Transportation infrastructure investment, growth and international trade in Turkey. *Applied Economics*, 44(20), 2619-2629.

_ Lakshmanan, T. R. (2011). The broader economic consequences of transport infrastructure investments. *Journal of transport geography*, 19(1), 1-12.

_ Mbulawa, S. (2017). The Impact Of Economic Infrastructure On Long Term Economic Growth In Botswana. *Journal of Smart Economic Growth*, 1(2), 15-33.

_ Oddone, G. (2016). *Foro: Inversiones en Infraestructura para apuntalar la competitividad*. Centro de Estudios Económicos de la Industria de la Construcción.

_ Pradhan, R. P., & Bagchi, T. P. (2013). Effect of transportation infrastructure on economic growth in India: The VECM approach. *Research in Transportation Economics*, 38(1), 139-148.

_ Pradhan, R. P., Norman, N. R., Badir, Y., & Samadhan, B. (2013). Transport Infrastructure, Foreign Direct Investment and Economic Growth Interactions in India: The ARDL Bounds Testing Approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 104, 914-921.

_ Pradhan, R. P., Samadhan, B., & Pandey, S. (2013). Transportation-Communication Infrastructure and Economic Growth: The Panel VAR Application. *Journal of Economic and Social Research*, 15(2), 41.

_ Román, C., & Willebald, H. (2012). Indicadores de inversión en el largo plazo. Una propuesta para Uruguay (1870-2011). *Documento de Trabajo*, 21, 12.

_ Rufián Lizana, D. M. (2002). Políticas de concesión vial: análisis de las experiencias de Chile, Colombia y Perú. CEPAL.

_ Sánchez, R. J., & Wilmsmeier, G. (2005). Provisión de infraestructura de transporte en América Latina: experiencia reciente y problemas observados. United Nations Publications.

_ Serdaroglu, T. (2016). The Relationship Between Public Infrastructure and Economic Growth in Turkey.

_ Short, J., & Kopp, A. (2005). Transport infrastructure: investment and planning. Policy and research aspects. *Transport Policy*, 12(4), 360-367.

_ Thoung, C., Tyler, P., & Beaven, R. (2015). Estimating the contribution of infrastructure to national productivity in Europe. *Infrastructure Complexity*, 2(1), 1.

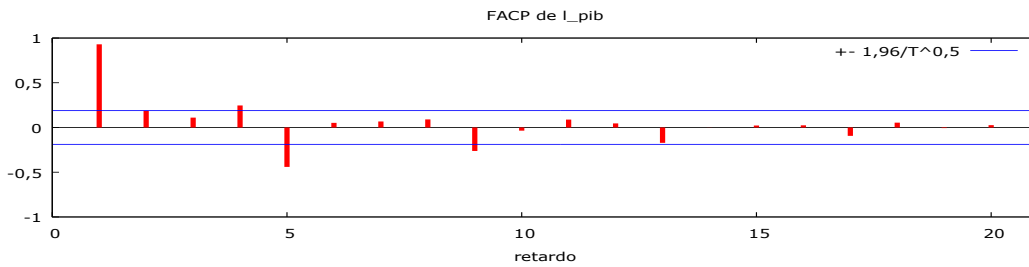
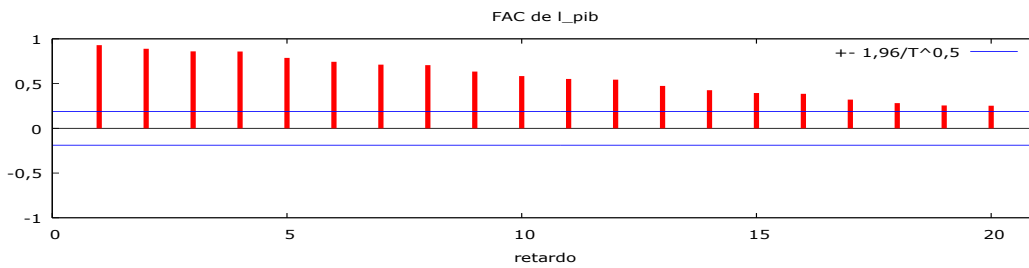
_ Yu, N., De Jong, M., Storm, S., & Mi, J. (2012). The growth impact of transport infrastructure investment: A regional analysis for China (1978-2008). *Policy and Society*, 31(1), 25-38.

ANEXOS

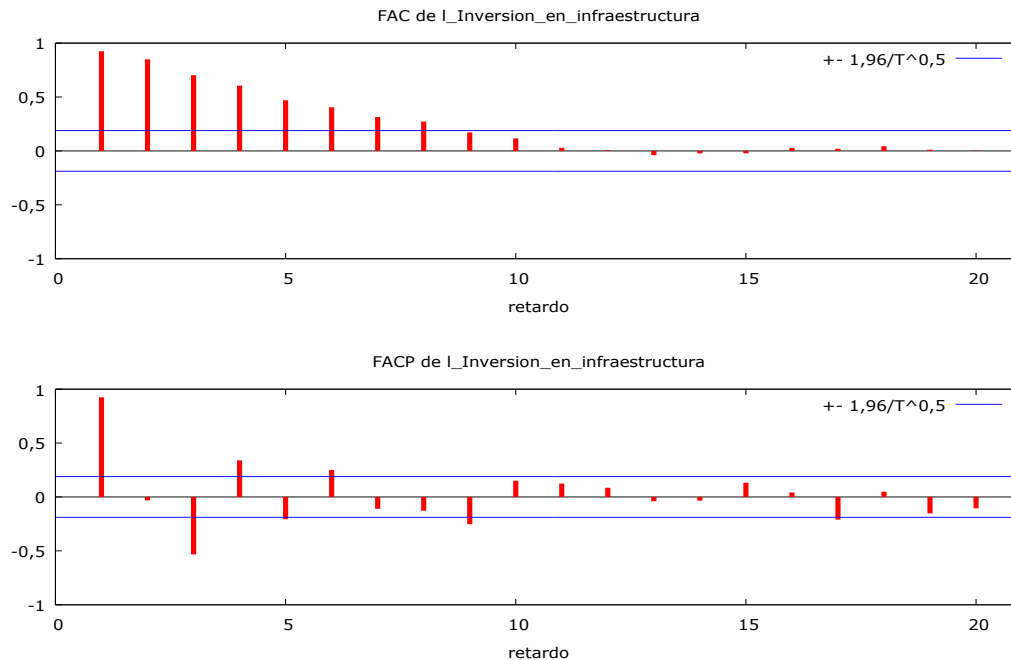
Anexo 1: CORRELOGRAMAS

PBI

Si se observa el correlograma, es fácil visualizar la no estacionariedad de la serie ya que el decaimiento exponencial que se observa en el FAC es muy lento. También se puede ver la estacionalidad que presenta cada cuatro periodos.



Inversión en Infraestructura de transporte



Anexo 2: Análisis del orden de integración de las variables

Para analizar el orden de integración de las mismas, en el presente trabajo, utilizaremos el test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF). La hipótesis nula del ADF refiere a que la serie presenta una raíz unitaria mientras que la hipótesis alternativa no tiene una especificación, simplemente indica que la serie es estacionaria. Como bajo la hipótesis nula la serie no tiene una distribución estándar, se utilizan tablas elaboradas por Dickey y Fuller (y extendidas por MacKinnon) para testear la hipótesis de cada uno de los modelos, que pueden ser sin constante ni tendencia, sólo con constante, o con constante y tendencia.

En primer lugar, de modo de descartar que las series sean $I(2)$, es decir, que su orden de integración sea igual a dos, se realiza el test para cada una de las series en primeras diferencias. Para la serie de PIB, se considera como hipótesis alternativa la existencia de una constante, lo que implica la posibilidad de que exista una tendencia en niveles. En cuanto al resto de las variables consideradas, no se tuvo en cuenta la existencia de una constante como hipótesis auxiliar.

Cuadro 1. Contrastes de Raíz Unitaria

Dickey - Fuller Aumentado (ADF)				
HO = Existencia de raíz unitaria				
	Valor del estadístico en niveles	Rech. Ho Al 95%	Valor del estadístico primera diferencia	Rech. Ho Al 95%
PIB (LogPIB)	-2,004 (8 lags, con cte y tend)	No	-3,721 (3 lags, con cte)	Sí
Inversión en Infraestructura de Transporte (LogINFRA)	-1,899 (10 lags, con cte)	No	-5,644 (4 lags, sin cte ni tendencia)	Sí
TasaUSA (LogTasaUSA)	-1,685 (1 lag, con cte)	No	-4,760 (1 lag, sin cte ni tendencia)	Sí
Transporte de Carga (TRCARGA)	-2,544 (1 lag, con cte)	No	-11,171 (1 lag, sin cte ni tendencia)	Sí

El número de lags se determinó según el criterio AIC.

Fuente: Estimaciones propias.

Como se puede apreciar en el cuadro 1, para las series en primera diferencia, se rechaza la hipótesis nula que indica que la serie presenta una raíz unitaria, ya que el p-valor es menor a 0.05. Por lo tanto, se descarta la posibilidad de que las series tengan un orden de integración mayor a 1. En el caso del PIB se tomó como hipótesis alternativa la existencia de una constante, la cual resultó significativa dando lugar a una tendencia en niveles.

Luego fue realizado el mismo test pero con las variables en niveles para determinar si las series son estacionarias $I(0)$, o de lo contrario son $I(1)$, es decir no estacionarias de orden 1.

Como resultado se encontró que todas las series son $I(1)$, como era de esperarse luego de observar las características gráficas de las mismas.

Anexo 3: Análisis de estacionalidad del PIB

Por otra parte, observando los correlogramas de las variables, se sugiere la presencia de alguna raíz unitaria de tipo estacional, sobre todo en el caso de la variable PIB. Para contrastar la existencia de raíces unitarias, ya sea en la parte regular o/y en la parte estacional, se utiliza el Test de OCSB (Osborn, Chu, Smith, Birchenhall, 1988). Este test se realiza a partir de la siguiente regresión para datos de frecuencia trimestral, donde las variables D_t son dummies estacionales:

$$\text{Ecuación 1} \quad \Delta\Delta_4 y_t = \sum_{k=1}^4 \delta_k D_{kt} + \beta_1 \Delta_4 y_{t-1} + \beta_2 \Delta y_{t-4} + \sum_{j=1}^p \gamma_j \Delta\Delta_4 y_{t-j} + \varepsilon_t$$

Al igual que con el test de Dickey-Fuller, los estadísticos no siguen una distribución estándar, por lo que también se utilizan tablas especiales con sus respectivos valores críticos. En el siguiente cuadro se pueden observar los resultados del test:

Cuadro 2. Test de OCSB para PIB

Test de OCSB		
Lags: 4		
	Valor del estadístico	Rech. Ho Al 95%
Ho $\beta_1=0$ existencia raíz regular	-2,444	No
Ho $\beta_2=0$ existencia raíz estacional	-2,844	No
El número de lags se determinó según el criterio AIC.		

Fuente: Estimaciones propias.

Se obtiene que tanto β_1 como β_2 son significativas, por lo que se desprende la existencia no solo de una raíz regular sino también una raíz de tipo estacional en el caso de la variable PIB.

Cuadro 3. Test de Raíz Unitaria para D(Log(PIB),0,4)

Dickey - Fuller Aumentado (ADF)		
HO = Existencia de raíz unitaria		
	Valor del estadístico en niveles	Rech. Ho Al 95%
DPIB D(Log(PIB),0,4)	-2,353 (4 lags, con cte)	No
El número de lags se determinó según el criterio AIC.		

Fuente: Estimaciones propias.

Para recoger estos resultados, en el modelo base se representa el crecimiento mediante el log(PIB) considerando en el modelo *dummies* estacionales, para dar cuenta del patrón no estacionario de esta variable (aunque representándolo en forma determinista no aleatoria).

MATERIAL COMPLEMENTARIO

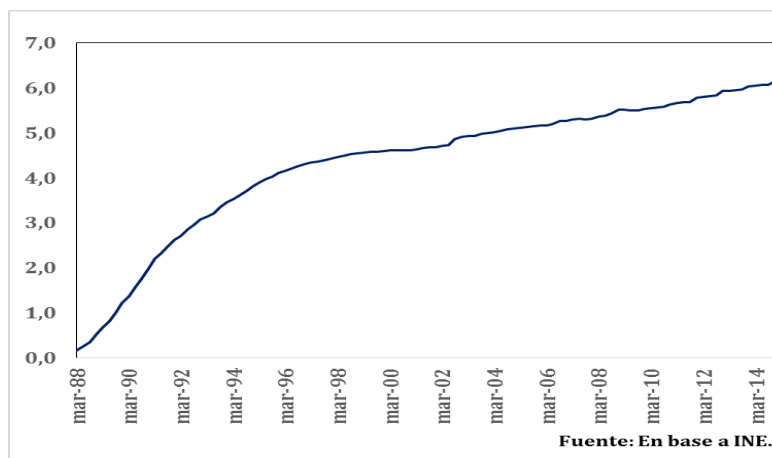
En esta sección se presenta, en primer lugar, el análisis de un cuarto modelo alternativo, donde se utiliza como covariable el Índice de Costos de la Construcción (ICC) y, en segundo lugar, las salidas completas de los contrastes de raíz unitaria, el test de OCSB para el PIB, test de cointegración de Johansen, y de los VEqCM.

1. Modelo con ICC

Índice de Costos de la Construcción

El índice de costos de la construcción (ICC) puede ser una variable relevante que ayude a explicar mejor la relación entre el PIB y la inversión en infraestructura, ya que variaciones en los costos pueden influir en la inversión y en el crecimiento de la economía.

**Gráfico 1. Índice de Costo de la Construcción (en logaritmos, base 2006=100).
Período 1988-2014**



Tal como se puede observar en el gráfico, el ICC presenta un crecimiento con una pendiente importante desde 1988 hasta los 90'. Luego se observa una fase de estancamiento, pero pasado el año 2002, continúa creciendo año a año hasta el 2014, aunque a menor ritmo.

Modelo con Índice de Costos de la Construcción (ICC)

El vector de variables endógenas y_t es el siguiente:

$$y_t = [d(\log(PIB)), 0,4), (\log INFRA), (\log ICC)]$$

En este caso se empleó una transformación para la variable PIB donde se destaca la importancia de la estacionalidad interanual¹⁸.

Nuevamente mediante la aplicación de un VAR esta vez con 3 variables, se desprende del análisis que existiría más de una relación de largo plazo. Más precisamente, serían 2 las relaciones de cointegración, una entre el PIB y la inversión en infraestructura, y otra entre el PIB y el ICC.

Se pueden ver los resultados del test de cointegración en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Resultados de estimaciones de vectores de cointegración (procedimiento de Johansen) entre PIB, INFRA e ICC

Vectores de cointegración normalizados	Variables			Autovalor	Estadístico de Razón de Verosimilitud
	logINFRA	D(LOG(PIB),0,4)	logICC		
(H0: r=0) 1	8,019666	-5,016359	-0,672169	0,42536	52,63115*
(H0: r<=1) 2	0,258484	34,72069	-1,509392	0,199966	21,19457*
	0,510928	-3,866509	-2,135064	0,000602	0,057165

(*) Significativo al 5%. De acuerdo al criterio Akaike (AIC), se eligieron 8 retardos para la estimación del modelo.

Fuente: Estimaciones propias.

Analizando el cuadro anterior, se puede decir que existe a lo sumo dos relaciones de cointegración ya que se rechaza la hipótesis de una tercera relación.

Resultados del modelo (sistema completo con restricciones)

Se realiza la estimación del VEqCM para el modelo en su conjunto, con sus dos relaciones de cointegración correspondientes y se puede notar, mediante la significación de los parámetros de la relación de largo plazo (β), que el PIB se relaciona en el largo plazo con ambas variables, por separado.

En primer lugar, se encuentra una relación de largo plazo entre log(INFRA) y log(PIB). Asimismo, cuando se mira el corto plazo, se ve nuevamente que, en el caso de inversión en infraestructura, el parámetro α es significativo, por lo que dicha inversión se ajusta al crecimiento, pero no a la inversa, ya que el parámetro del PIB no es significativo.

Es decir que, al igual que en el modelo base, la variable que se ajusta es INFRA ante cambios en el PIB y no a la inversa.

¹⁸ Además, se tuvieron en cuenta *dummies* estacionales, el efecto pascua y 8 *outliers (level shifts)* en las siguientes fechas: I trimestre de 1992, IV trimestre de 1994, III trimestre de 1995, III trimestre de 1996, III trimestre de 2002, III y IV trimestre de 2008 y IV trimestre de 2011.

Cuadro 2. Resultados Modelo Conjunto

	Variable	logINFRA	logPIB	logICC
Primera relación	β	1	-1,641032 [-2,51529]	0
	α	-0,217666 [-6,15985]	0	0
Segunda relación	β	0	1	-0,041969 [-2,46005]
	α	0	-0,244802 [-3,74148]	0
Modelo	LR-test, rank=2: $\text{Chi}^2(4) = 9,268127$ [0,054736]			

Fuente: Estimaciones propias.

En cambio, en la relación entre el ICC y el PIB, en el corto plazo el parámetro α del PIB es significativo, por lo que el PIB se ve afectado ante cambios en el ICC. Por el contrario, el coeficiente del ICC no es significativo indicando que no se ajusta en el corto plazo ante cambios en el PIB, por lo que sería una variable débilmente exógena en la relación.

Por último, como se puede observar en el cuadro, el modelo en su conjunto, con las restricciones correspondientes, es significativo al 95%.

Cuando se realiza el Test de Causalidad a la Granger, debemos tener en cuenta que, en primer lugar, no hay relación entre $\log(\text{INFRA})$ y $\log(\text{ICC})$, por lo que no interesa tener en cuenta los resultados del test en este caso. Por otro lado, los términos de nivel rezagado en las ecuaciones de cointegración (los términos de corrección de errores) no se prueban, porque no cumplen con la condición de ser débilmente exógenos para poder ser fuertemente exógenos. Por lo tanto, se somete a prueba si la variable $D(\log(\text{PIB}), 1, 4)$ es fuertemente exógena para la primera relación, y si también lo es la variable $D(\log(\text{ICC}))$ para la segunda relación. Los resultados se pueden visualizar en el cuadro siguiente:

Cuadro 3. Test de Causalidad a la Granger

Sample: 1988:1 2014:4 Obs: 95			
Dependent variable	Excluded	Chi-sq	Probability
D(log(INFRA))	D(log(PIB),1,4)	10,04740	0,1859
	D(log(ICC))	18,44092	0,0101
D(log(PIB),1,4)	D(log(INFRA))	19,72699	0,0062
	D(log(ICC))	29,09188	0,0001
D(log(ICC))	D(log(INFRA))	7,56076	0,3729
	D(log(PIB),1,4)	6,90267	0,4391

Fuente: Estimaciones propias.

Los resultados del cuadro 3, muestran que $D(\log(\text{PIB}),1,4)$ es fuertemente exógena en la primera relación, por lo que cambios en el PIB afectan a la inversión en infraestructura, pero no a la inversa; y por el contrario, la variable $D(\log(\text{ICC}))$ no es fuertemente exógena, por lo que no habría una relación causal unidireccional desde ésta al crecimiento.

Relaciones de equilibrio

Con el modelo estimado con las restricciones correspondientes para cada ecuación, se observa el siguiente sistema de ecuaciones como relación de equilibrio:

$$\text{Ecuación 1} \quad \log(\text{INFRA}) = 16,35112 + 1,641032 (D(\log(\text{PIB}),0,4))$$

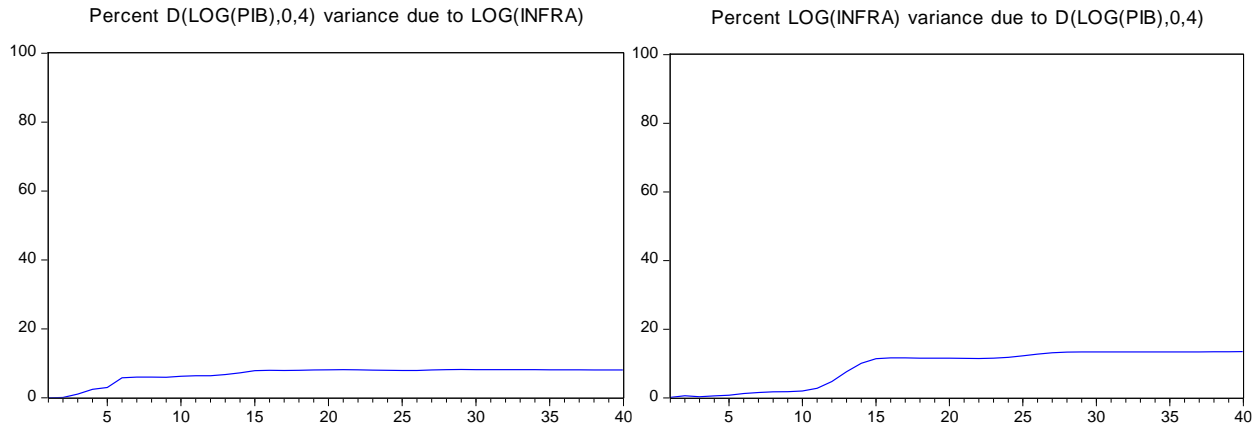
$$\text{Ecuación 2} \quad D(\log(\text{PIB}),0,4) = -0,166648 + 0,041969 (\log(\text{ICC}))$$

Se observa en primer lugar que, la inversión en infraestructura presenta un crecimiento autónomo positivo medido por la constante. Luego se ve que, ante un cambio en el PIB, teniendo en cuenta la transformación impuesta por la estacionalidad, la inversión aumentaría de forma más que proporcional, ya que el coeficiente del PIB, que presenta la elasticidad interanual, es mayor que 1.

También se puede apreciar que, ante un cambio en el ICC, el PIB varía en un 4,2% aproximadamente. Lo que no parece razonable es el signo del coeficiente que multiplica al ICC, ya que debería ser negativo, dado que un aumento en los costos generaría una baja del PIB.

Análisis de descomposición de varianza

Gráfico 2. Descomposición de varianza



Fuente: Estimaciones propias. Factorización de Cholesky. Simulación Monte Carlo con 1000 iteraciones.

Del gráfico 2, se puede apreciar que, al igual que en el modelo base, la varianza del $D(\log(\text{PIB}),0,4)$ ante cambios en $\log(\text{INFRA})$ es muy baja, y se mantiene en el tiempo. Por otra parte, el porcentaje de varianza de $\log(\text{INFRA})$ ante cambios en $D(\log(\text{PIB}),0,4)$ es un poco más pronunciada, aunque se mantiene en un nivel cercano al 10%. A su vez, cabe destacar que la variación positiva de este último caso, se da a partir del décimo período, hasta el décimo quinto, y a partir de entonces se mantiene estable en ese nivel. Tal como fue analizado en el caso del modelo base, los cambios en $D(\log(\text{PIB}),0,4)$ no provocan movimientos inmediatos en $\log(\text{INFRA})$, sino que, por el contrario, deben pasar más de dos años para que se produzca la variación. Esto parece razonable, teniendo en cuenta que luego de dos años de crecimiento, se puede valorar la idea de invertir en infraestructura de transporte, y no de manera instantánea, ya que se debe generar un plan de inversión y atender otros temas relevantes para la sociedad y el gobierno.

2. Salidas completas

1. CONTRASTES DE RAÍZ UNITARIA

1.1 PIB

Null Hypothesis: D(LOG(PIB)) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 3 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.720764	0.0051
Test critical values:		
1% level	-3.495021	
5% level	-2.889753	
10% level	-2.581890	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOG(PIB),2)

Method: Least Squares

Date: 01/27/17 Time: 13:36

Sample (adjusted): 1989Q2 2014Q4

Included observations: 103 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(PIB(-1)))	-0.950142	0.255362	-3.720764	0.0003
D(LOG(PIB(-1)),2)	-0.278135	0.195801	-1.420500	0.1586
D(LOG(PIB(-2)),2)	-0.478528	0.135508	-3.531362	0.0006
D(LOG(PIB(-3)),2)	-0.676799	0.073705	-9.182554	0.0000
C	0.007451	0.003452	2.158416	0.0333

R-squared	0.912349	Mean dependent var	0.001669
Adjusted R-squared	0.908771	S.D. dependent var	0.096449
S.E. of regression	0.029131	Akaike info criterion	-4.186668
Sum squared resid	0.083167	Schwarz criterion	-4.058768
Log likelihood	220.6134	Hannan-Quinn criter.	-4.134864
F-statistic	255.0171	Durbin-Watson stat	2.100832
Prob(F-statistic)	0.000000		

Null Hypothesis: LOG(PIB) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 8 (Automatic - based on AIC, maxlag=8)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.004162	0.5917
Test critical values:		
1% level	-4.053392	
5% level	-3.455842	
10% level	-3.153710	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOG(PIB))

Method: Least Squares

Date: 01/27/17 Time: 13:39

Sample (adjusted): 1990Q2 2014Q4

Included observations: 99 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(PIB(-1))	-0.070902	0.035378	-2.004162	0.0481
D(LOG(PIB(-1)))	-0.168190	0.098587	-1.706006	0.0915
D(LOG(PIB(-2)))	-0.014645	0.099385	-0.147352	0.8832
D(LOG(PIB(-3)))	-0.059153	0.098044	-0.603332	0.5478
D(LOG(PIB(-4)))	0.398526	0.098819	4.032904	0.0001
D(LOG(PIB(-5)))	0.113668	0.102396	1.110091	0.2700
D(LOG(PIB(-6)))	-0.056362	0.101625	-0.554604	0.5806
D(LOG(PIB(-7)))	-0.023898	0.101159	-0.236238	0.8138
D(LOG(PIB(-8)))	0.427083	0.097016	4.402204	0.0000
C	0.304285	0.149912	2.029762	0.0454
@TREND(1988Q1)	0.000477	0.000240	1.983954	0.0504
R-squared	0.810009	Mean dependent var		0.008911
Adjusted R-squared	0.788419	S.D. dependent var		0.058112
S.E. of regression	0.026730	Akaike info criterion		-4.301591
Sum squared resid	0.062877	Schwarz criterion		-4.013244
Log likelihood	223.9288	Hannan-Quinn criter.		-4.184926
F-statistic	37.51798	Durbin-Watson stat		2.125859
Prob(F-statistic)	0.000000			

D(LOG(PIB),0,4)

Null Hypothesis: D(LOG(PIB),0,4) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.353252	0.1578
Test critical values:		
1% level	-3.497727	
5% level	-2.890926	
10% level	-2.582514	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOG(PIB),1,4)
 Method: Least Squares
 Date: 04/17/17 Time: 18:36
 Sample (adjusted): 1990Q2 2014Q4
 Included observations: 99 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(PIB(-1)),0,4)	-0.177751	0.075534	-2.353252	0.0207
D(LOG(PIB(-1)),1,4)	-0.047907	0.096037	-0.498840	0.6191
D(LOG(PIB(-2)),1,4)	0.123481	0.095664	1.290768	0.2000
D(LOG(PIB(-3)),1,4)	0.083150	0.096378	0.862751	0.3905
D(LOG(PIB(-4)),1,4)	-0.418633	0.094195	-4.444334	0.0000
C	0.005930	0.003542	1.673971	0.0975

R-squared	0.321693	Mean dependent var	0.000299
Adjusted R-squared	0.285225	S.D. dependent var	0.031870
S.E. of regression	0.026945	Akaike info criterion	-4.331381
Sum squared resid	0.067519	Schwarz criterion	-4.174101
Log likelihood	220.4034	Hannan-Quinn criter.	-4.267745
F-statistic	8.821207	Durbin-Watson stat	2.062165
Prob(F-statistic)	0.000001		

1.2 Infraestructura (INFRA)

Null Hypothesis: D(LOG(INFRA)) has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 4 (Automatic - based on AIC, maxlag=4)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.644425	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.587831	
5% level	-1.944006	
10% level	-1.614656	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOG(INFRA),2)
 Method: Least Squares
 Date: 01/30/17 Time: 12:32
 Sample (adjusted): 1989Q3 2014Q4
 Included observations: 102 after adjustments

Virginia Carve - Maestría en Economía - UdelaR

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(INFRA(-1)))	-0.748953	0.132689	-5.644425	0.0000
D(LOG(INFRA(-1)),2)	0.171253	0.129020	1.327341	0.1875
D(LOG(INFRA(-2)),2)	0.409776	0.108463	3.778018	0.0003
D(LOG(INFRA(-3)),2)	0.039512	0.111382	0.354747	0.7235
D(LOG(INFRA(-4)),2)	0.366741	0.094873	3.865592	0.0002
R-squared	0.781231	Mean dependent var		-0.000174
Adjusted R-squared	0.772210	S.D. dependent var		0.137200
S.E. of regression	0.065482	Akaike info criterion		-2.566307
Sum squared resid	0.415925	Schwarz criterion		-2.437632
Log likelihood	135.8816	Hannan-Quinn criter.		-2.514202
Durbin-Watson stat	1.913870			

Null Hypothesis: LOG(INFRA) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 10 (Automatic - based on AIC, maxlag=12)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.899116	0.3315
Test critical values:		
1% level	-3.499167	
5% level	-2.891550	
10% level	-2.582846	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOG(INFRA))
 Method: Least Squares
 Date: 01/30/17 Time: 12:35
 Sample (adjusted): 1990Q4 2014Q4
 Included observations: 97 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(INFRA(-1))	-0.064102	0.033754	-1.899116	0.0609
D(LOG(INFRA(-1)))	0.392494	0.104233	3.765531	0.0003
D(LOG(INFRA(-2)))	0.388743	0.112027	3.470072	0.0008
D(LOG(INFRA(-3)))	-0.233395	0.116106	-2.010195	0.0476
D(LOG(INFRA(-4)))	0.214145	0.118749	1.803336	0.0749
D(LOG(INFRA(-5)))	-0.337310	0.120493	-2.799427	0.0063
D(LOG(INFRA(-6)))	-0.046046	0.118099	-0.389893	0.6976
D(LOG(INFRA(-7)))	0.132209	0.118122	1.119258	0.2662
D(LOG(INFRA(-8)))	0.337018	0.115199	2.925527	0.0044
D(LOG(INFRA(-9)))	-0.128474	0.115769	-1.109741	0.2702
D(LOG(INFRA(-10)))	-0.195119	0.110095	-1.772281	0.0799
C	1.051649	0.553818	1.898906	0.0610

R-squared	0.647790	Mean dependent var	-0.000361
Adjusted R-squared	0.602210	S.D. dependent var	0.097954
S.E. of regression	0.061780	Akaike info criterion	-2.615112
Sum squared resid	0.324425	Schwarz criterion	-2.296591
Log likelihood	138.8329	Hannan-Quinn criter.	-2.486318
F-statistic	14.21213	Durbin-Watson stat	1.992075
Prob(F-statistic)	0.000000		

1.3 Tasa de interés USA

Null Hypothesis: D(LOG(TASA_INT_USA)) has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=2)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.760436	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.586960	
5% level	-1.943882	
10% level	-1.614731	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOG(TASA_INT_USA),2)

Method: Least Squares

Date: 02/15/17 Time: 11:46

Sample (adjusted): 1988Q3 2014Q4

Included observations: 106 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(TASA_INT_USA(-1)))	-0.354529	0.074474	-4.760436	0.0000
R-squared	0.177503	Mean dependent var	-0.000210	
Adjusted R-squared	0.177503	S.D. dependent var	0.057911	
S.E. of regression	0.052520	Akaike info criterion	-3.045855	
Sum squared resid	0.289627	Schwarz criterion	-3.020728	
Log likelihood	162.4303	Hannan-Quinn criter.	-3.035671	
Durbin-Watson stat	2.084749			

Null Hypothesis: LOG(TASA_INT_USA) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=8)

t-Statistic Prob.*

Augmented Dickey-Fuller test statistic		-1.685207	0.4358
Test critical values:	1% level	-3.493129	
	5% level	-2.888932	
	10% level	-2.581453	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOG(TASA_INT_USA))
 Method: Least Squares
 Date: 02/15/17 Time: 11:48
 Sample (adjusted): 1988Q3 2014Q4
 Included observations: 106 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(TASA_INT_USA(-1))	-0.021006	0.012465	-1.685207	0.0950
D(LOG(TASA_INT_USA(-1)))	0.654874	0.075307	8.696100	0.0000
C	0.034399	0.023077	1.490635	0.1391
R-squared	0.424426	Mean dependent var		-0.009376
Adjusted R-squared	0.413250	S.D. dependent var		0.068139
S.E. of regression	0.052194	Akaike info criterion		-3.039788
Sum squared resid	0.280599	Schwarz criterion		-2.964408
Log likelihood	164.1088	Hannan-Quinn criter.		-3.009236
F-statistic	37.97587	Durbin-Watson stat		2.129823
Prob(F-statistic)	0.000000			

1.4 Transporte de carga (Toneladas transportadas por vía terrestre)

Null Hypothesis: D(LOG(TRCARGA)) has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=16)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-11.17052	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.586960
	5% level	-1.943882
	10% level	-1.614731

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOG(TRCARGA),2)
 Method: Least Squares
 Date: 03/13/17 Time: 13:04
 Sample (adjusted): 1988Q3 2014Q4

Included observations: 106 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG(TRCARGA(-1)))	-1.083691	0.097013	-11.17052	0.0000
R-squared	0.543040	Mean dependent var		-0.000285
Adjusted R-squared	0.543040	S.D. dependent var		0.130558
S.E. of regression	0.088255	Akaike info criterion		-2.007774
Sum squared resid	0.817847	Schwarz criterion		-1.982647
Log likelihood	107.4120	Hannan-Quinn criter.		-1.997590
Durbin-Watson stat	2.015074			

Null Hypothesis: LOG(TRCARGA) has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=16)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.544124	0.1081
Test critical values:		
1% level	-3.492523	
5% level	-2.888669	
10% level	-2.581313	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LOG(TRCARGA))

Method: Least Squares

Date: 03/13/17 Time: 13:02

Sample (adjusted): 1988Q2 2014Q4

Included observations: 107 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(TRCARGA(-1))	-0.053970	0.021213	-2.544124	0.0124
C	0.796137	0.307247	2.591196	0.0109
R-squared	0.058064	Mean dependent var		0.014743
Adjusted R-squared	0.049093	S.D. dependent var		0.087246
S.E. of regression	0.085078	Akaike info criterion		-2.071989
Sum squared resid	0.760013	Schwarz criterion		-2.022029
Log likelihood	112.8514	Hannan-Quinn criter.		-2.051736
F-statistic	6.472568	Durbin-Watson stat		2.230712
Prob(F-statistic)	0.012411			

2. TEST DE OCSB PARA PIB

Dependent Variable: DLOG(PIB,1,4)

Method: Least Squares

Date: 04/17/17 Time: 17:32

Sample (adjusted): 1990Q2 2014Q4

Included observations: 99 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
S2	0.007278	0.005801	1.254656	0.2129
S3	0.009742	0.005993	1.625472	0.1076
S4	0.017626	0.007294	2.416505	0.0177
DLOG(PIB(-1),0,4)	-0.169238	0.069246	-2.444012	0.0165
DLOG(PIB(-4),1,0)	-0.177437	0.062386	-2.844179	0.0055
DLOG(PIB(-1),1,4)	-0.043553	0.093452	-0.466050	0.6423
DLOG(PIB(-2),1,4)	0.116705	0.092991	1.255010	0.2127
DLOG(PIB(-3),1,4)	0.079607	0.093605	0.850464	0.3973
DLOG(PIB(-4),1,4)	-0.338083	0.097767	-3.458049	0.0008
R-squared	0.367713	Mean dependent var		0.000299
Adjusted R-squared	0.311509	S.D. dependent var		0.031870
S.E. of regression	0.026444	Akaike info criterion		-4.341031
Sum squared resid	0.062938	Schwarz criterion		-4.105111
Log likelihood	223.8811	Hannan-Quinn criter.		-4.245578
Durbin-Watson stat	2.019377			

3. TEST DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN

MODELO BASE

Date: 06/25/17 Time: 20:45

Sample (adjusted): 1990Q2 2014Q4

Included observations: 99 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: LOG(INFRA) LOG(PIB)

Exogenous series: DS D(PSC) D(FE>=199201) D(FE>=199503) D(FE>=200203)

D(FE>=200702) D(FE>=200704)

Warning: Critical values assume no exogenous series

Lags interval (in first differences): 1 to 2, 4 to 5, 7 to 8

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.233197	27.95197	15.49471	0.0004
At most 1	0.016677	1.664954	3.841466	0.1969

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.233197	26.28701	14.26460	0.0004
At most 1	0.016677	1.664954	3.841466	0.1969

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Restrictions:

b(1,1)=1, a(2,1)=0

Tests of cointegration restrictions:

Hypothesized No. of CE(s)	Restricted Log-likelihood	LR Statistic	Degrees of Freedom	Probability
1	423.6912	0.146032	1	0.702356

1 Cointegrating Equation(s): Convergence achieved after 3 iterations.

Restricted cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

LOG(INFRA)	LOG(PIB)
1.000000	-0.709312
(0.00000)	(0.17699)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(LOG(INFRA))	-0.147970
	(0.03085)
D(LOG(PIB))	0.000000
	(0.00000)

MODELO CON TASA INTERÉS USA

Date: 06/25/17 Time: 20:43

Sample (adjusted): 1990Q2 2014Q4

Included observations: 99 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: LOG(INFRA) LOG(PIB) LOG(TASA_INT_USA)

Exogenous series: DS D(PSC) D(FE>=199502) D(FE>=199204) D(FE>=199503)
(FE>=199301) D(FE>=199603) D(FE>=200104) D(FE>=200801) D(FE>=200804)

Warning: Critical values assume no exogenous series

Lags interval (in first differences): 1 to 8

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.202596	36.69437	29.79707	0.0068
At most 1	0.122056	14.28143	15.49471	0.0755
At most 2	0.013985	1.394330	3.841466	0.2377

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.202596	22.41294	21.13162	0.0329
At most 1	0.122056	12.88710	14.26460	0.0816
At most 2	0.013985	1.394330	3.841466	0.2377

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Restrictions:

$b(1,1)=1, a(2,1)=0$

Tests of cointegration restrictions:

Hypothesized No. of CE(s)	Restricted Log-likelihood	LR Statistic	Degrees of Freedom	Probability
1	646.6895	6.419944	1	0.011285
2	656.3003	NA	NA	NA

NA indicates restriction not binding.

1 Cointegrating Equation(s): Convergence achieved after 130 iterations.

Restricted cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

	LOG(INFRA)	LOG(PIB)	LOG(TASA_INT_ USA)
	1.000000	1.425863	0.861786
	(0.00000)	(0.80845)	(0.43584)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(LOG(INFRA))	-0.036995
	(0.02278)
D(LOG(PIB))	0.000000
	(0.00000)

D(LOG(TASA_IN
T_USA)) -0.033580
(0.01566)

2 Cointegrating Equation(s): Maximum iterations (500) reached.

Restricted cointegrating coefficients (not all coefficients are identified)

	LOG(PIB)	LOG(TASA_INT_ USA)
LOG(INFRA)	99.01230	56.42951
	-47.51087	-27.17027

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(LOG(INFRA))	0.118230 (0.04118)	0.244948 (0.08525)
D(LOG(PIB))	0.000000 (0.00000)	0.000957 (0.00041)
D(LOG(TASA_IN T_USA))	-0.008737 (0.02868)	-0.015343 (0.05937)

MODELO CON TRCARGA

Date: 04/17/17 Time: 18:43

Sample (adjusted): 1991Q2 2014Q4

Included observations: 95 after adjustments

Trend assumption: Linear deterministic trend

Series: LOG(INFRA) D(LOG(PIB),0,4) LOG(TRCARGA)

Exogenous series: DS D(PSC) D(FE>=199201) D(FE>=199404) D(FE>=199503)

D(FE>=199603) D(FE>=199802) D(FE>=200203) D(FE>=200803)

D(FE>=201104)

Warning: Critical values assume no exogenous series

Lags interval (in first differences): 1 to 8

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.355793	58.85787	29.79707	0.0000
At most 1 *	0.111747	17.08301	15.49471	0.0286
At most 2 *	0.059480	5.825627	3.841466	0.0158

Trace test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.355793	41.77486	21.13162	0.0000
At most 1	0.111747	11.25738	14.26460	0.1418
At most 2 *	0.059480	5.825627	3.841466	0.0158

Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Unrestricted Cointegrating Coefficients (normalized by b*S11*b=I):

LOG(INFRA)	D(LOG(PIB),0,4)	LOG(TRCARGA)
-8.161683	10.90303	3.063408
2.570225	23.35758	-5.119651
0.690872	-27.39325	-2.760949

Unrestricted Adjustment Coefficients (alpha):

D(LOG(INFRA))	D(LOG(PIB),1,4)	D(LOG(TRCAR GA))
0.025405	0.001434	0.007761
-0.001741	-0.000130	0.019402
-0.001339	0.003843	0.006831

1 Cointegrating Equation(s): Log likelihood 576.3469

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

LOG(INFRA)	D(LOG(PIB),0,4)	LOG(TRCARGA)
1.000000	-1.335880	-0.375340
	(0.81231)	(0.10110)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(LOG(INFRA))	-0.207349
	(0.03785)
D(LOG(PIB),1,4)	-0.011701
	(0.01717)
D(LOG(TRCAR GA))	-0.063347
	(0.07058)

2 Cointegrating Equation(s): Log likelihood 581.9756

Normalized cointegrating coefficients (standard error in parentheses)

LOG(INFRA)	D(LOG(PIB),0,4)	LOG(TRCARGA)
1.000000	0.000000	-0.582518
		(0.12047)
0.000000	1.000000	-0.155087
		(0.06377)

Adjustment coefficients (standard error in parentheses)

D(LOG(INFRA))	-0.211823 (0.03963)	0.236333 (0.11939)
D(LOG(PIB),1,4)	-0.012034 (0.01800)	0.012605 (0.05422)
D(LOG(TRCAR GA))	-0.013480 (0.07065)	0.537802 (0.21283)

4. VEqCM

MODELO BASE

Vector Error Correction Estimates

Date: 06/25/17 Time: 20:40

Sample (adjusted): 1990Q2 2014Q4

Included observations: 99 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegration Restrictions:

B(1,1)=1, A(2,1)=0

Convergence achieved after 3 iterations.

Restrictions identify all cointegrating vectors

LR test for binding restrictions (rank = 1):

Chi-square(1) 0.146032

Probability 0.702356

Cointegrating Eq:	CointEq1
LOG(INFRA(-1))	1.000000
LOG(PIB(-1))	-0.709312 (0.17699) [-4.00755]
C	-13.12070

Error Correction:	D(LOG(INFRA))	D(LOG(PIB))
CointEq1	-0.147970 (0.03085) [-4.79570]	0.000000 (0.00000) [NA]
D(LOG(INFRA(-1)))	0.446878 (0.09544) [4.68254]	0.027018 (0.04176) [0.64704]
D(LOG(INFRA(-2)))	0.417777 (0.11891) [3.51344]	0.006907 (0.05203) [0.13275]
D(LOG(INFRA(-4)))	0.012753 (0.11331) [0.11255]	0.028216 (0.04958) [0.56911]

D(LOG(INFRA(-5)))	-0.186243 (0.11164) [-1.66825]	-0.066245 (0.04885) [-1.35619]
D(LOG(INFRA(-7)))	0.417179 (0.11353) [3.67459]	0.012414 (0.04967) [0.24991]
D(LOG(INFRA(-8)))	-0.050117 (0.09988) [-0.50179]	0.052065 (0.04370) [1.19144]
D(LOG(PIB(-1)))	-0.507963 (0.22054) [-2.30331]	-0.079987 (0.09649) [-0.82895]
D(LOG(PIB(-2)))	-0.419136 (0.21734) [-1.92852]	-0.127245 (0.09509) [-1.33812]
D(LOG(PIB(-4)))	-0.155780 (0.24180) [-0.64424]	0.295540 (0.10580) [2.79341]
D(LOG(PIB(-5)))	-0.127367 (0.23270) [-0.54734]	0.080202 (0.10182) [0.78771]
D(LOG(PIB(-7)))	-0.130525 (0.22098) [-0.59065]	0.038715 (0.09669) [0.40040]
D(LOG(PIB(-8)))	0.234950 (0.23567) [0.99695]	0.137921 (0.10311) [1.33756]
C	0.005201 (0.00664) [0.78357]	0.006824 (0.00290) [2.34971]
D(S2)	0.090299 (0.03005) [3.00479]	0.005975 (0.01315) [0.45444]
D(S3)	0.010456 (0.03208) [0.32594]	0.003000 (0.01404) [0.21371]
D(S4)	0.036324 (0.03305) [1.09917]	0.035357 (0.01446) [2.44525]
D(PSC)	-0.001370 (0.00162) [-0.84470]	-0.002511 (0.00071) [-3.53961]

D(FE>=199201)	0.144934 (0.05720) [2.53393]	0.009895 (0.02503) [0.39539]
D(FE>=199503)	-0.091580 (0.05674) [-1.61411]	-0.082593 (0.02482) [-3.32707]
D(FE>=200203)	-0.033589 (0.05651) [-0.59441]	-0.056066 (0.02472) [-2.26760]
D(FE>=200702)	0.117867 (0.05348) [2.20399]	0.012387 (0.02340) [0.52936]
D(FE>=200704)	0.120533 (0.05191) [2.32202]	0.007944 (0.02271) [0.34979]
<hr/>		
R-squared	0.802008	0.893930
Adj. R-squared	0.744695	0.863225
Sum sq. resids	0.183368	0.035104
S.E. equation	0.049120	0.021492
F-statistic	13.99336	29.11393
Log likelihood	170.9484	252.7811
Akaike AIC	-2.988857	-4.642042
Schwarz SC	-2.385950	-4.039135
Mean dependent	-0.001048	0.008911
S.D. dependent	0.097213	0.058112
<hr/>		
Determinant resid covariance (dof adj.)		1.11E-06
Determinant resid covariance		6.56E-07
Log likelihood		423.6912
Akaike information criterion		-7.589722
Schwarz criterion		-6.331482
<hr/>		

MODELO CON TASA USA

Vector Error Correction Estimates

Date: 06/25/17 Time: 20:41

Sample (adjusted): 1990Q2 2014Q4

Included observations: 99 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegration Restrictions:

$B(1,1)=1$, $A(2,1)=0$

Convergence achieved after 7 iterations.

Restrictions identify all cointegrating vectors

LR test for binding restrictions (rank = 1):

Chi-square(1) 1.416117

Probability 0.234044

Cointegrating Eq:	CointEq1		
LOG(INFRA(-1))	1.000000		
LOG(PIB(-1))	-0.939494 (0.25519) [-3.68152]		
LOG(TASA_INT_USA(-1))	-0.331785 (0.13611) [-2.43753]		
C	-11.47041		
Error Correction:	D(LOG(INFRA))	D(LOG(PIB))	D(LOG(TASA_INT_USA))
CointEq1	-0.165367 (0.03544) [-4.66653]	0.000000 (0.00000) [NA]	0.066610 (0.02070) [3.21803]
D(LOG(INFRA(-1)))	0.559608 (0.11551) [4.84474]	0.063496 (0.04531) [1.40148]	-0.049746 (0.06667) [-0.74619]
D(LOG(INFRA(-2)))	0.349224 (0.12940) [2.69872]	-0.059732 (0.05076) [-1.17684]	-0.192410 (0.07469) [-2.57625]
D(LOG(INFRA(-3)))	-0.438676 (0.14375) [-3.05161]	0.041389 (0.05638) [0.73404]	0.227423 (0.08297) [2.74111]
D(LOG(INFRA(-4)))	0.244689 (0.14480) [1.68983]	0.121028 (0.05680) [2.13092]	-0.092257 (0.08357) [-1.10392]
D(LOG(INFRA(-5)))	-0.342297 (0.14400) [-2.37701]	-0.145983 (0.05648) [-2.58454]	0.058769 (0.08311) [0.70710]
D(LOG(INFRA(-6)))	0.159997 (0.13540) [1.18164]	0.114150 (0.05311) [2.14932]	0.076533 (0.07815) [0.97933]
D(LOG(INFRA(-7)))	0.295075 (0.12569) [2.34764]	-0.020965 (0.04930) [-0.42524]	-0.000802 (0.07254) [-0.01105]
D(LOG(INFRA(-8)))	-0.113486 (0.11319) [-1.00261]	0.009112 (0.04440) [0.20523]	-0.051979 (0.06533) [-0.79566]
D(LOG(PIB(-1)))	-0.150943 (0.24916) [-0.60581]	-0.133142 (0.09773) [-1.36234]	-0.301656 (0.14380) [-2.09768]

Virginia Carve - Maestría en Economía - UdelaR

D(LOG(PIB(-2)))	-0.196860 (0.25056) [-0.78568]	-0.070444 (0.09828) [-0.71678]	0.063963 (0.14461) [0.44231]
D(LOG(PIB(-3)))	0.467905 (0.25363) [1.84485]	-0.201629 (0.09948) [-2.02679]	-0.266360 (0.14638) [-1.81961]
D(LOG(PIB(-4)))	-0.255750 (0.29064) [-0.87995]	0.236679 (0.11400) [2.07614]	0.244457 (0.16774) [1.45731]
D(LOG(PIB(-5)))	-0.142230 (0.27290) [-0.52117]	0.283494 (0.10704) [2.64842]	-0.151130 (0.15751) [-0.95951]
D(LOG(PIB(-6)))	-0.439314 (0.25571) [-1.71800]	-0.018667 (0.10030) [-0.18612]	0.121025 (0.14759) [0.82003]
D(LOG(PIB(-7)))	-0.397895 (0.27500) [-1.44690]	0.011731 (0.10786) [0.10876]	0.122336 (0.15872) [0.77078]
D(LOG(PIB(-8)))	0.341622 (0.26604) [1.28409]	0.396406 (0.10435) [3.79875]	-0.035862 (0.15355) [-0.23355]
D(LOG(TASA_INT_USA(-1)))	-0.199715 (0.14015) [-1.42502]	0.074593 (0.05497) [1.35695]	0.890423 (0.08089) [11.0082]
D(LOG(TASA_INT_USA(-2)))	-0.042837 (0.15886) [-0.26965]	-0.091652 (0.06231) [-1.47087]	-0.289286 (0.09169) [-3.15512]
D(LOG(TASA_INT_USA(-3)))	-0.004506 (0.14701) [-0.03065]	0.088966 (0.05766) [1.54289]	0.302784 (0.08485) [3.56859]
D(LOG(TASA_INT_USA(-4)))	-0.010539 (0.13593) [-0.07753]	0.001945 (0.05332) [0.03648]	-0.061350 (0.07845) [-0.78201]
D(LOG(TASA_INT_USA(-5)))	-0.073519 (0.14154) [-0.51943]	0.033358 (0.05552) [0.60087]	0.086483 (0.08169) [1.05869]
D(LOG(TASA_INT_USA(-6)))	0.180502 (0.13385) [1.34850]	-0.019506 (0.05250) [-0.37152]	0.059759 (0.07725) [0.77353]

Virginia Carve - Maestría en Economía - Udelar

D(LOG(TASA_INT_USA(-7)))	-0.099710 (0.15573) [-0.64027]	0.015101 (0.06108) [0.24722]	-0.078655 (0.08988) [-0.87509]
D(LOG(TASA_INT_USA(-8)))	-0.027424 (0.11916) [-0.23015]	-0.093313 (0.04674) [-1.99650]	-0.043070 (0.06877) [-0.62627]
C	-0.003823 (0.02353) [-0.16249]	0.023402 (0.00923) [2.53557]	-0.024421 (0.01358) [-1.79823]
D(S2)	0.077999 (0.03401) [2.29320]	0.010932 (0.01334) [0.81941]	-0.005717 (0.01963) [-0.29123]
D(S3)	0.003639 (0.03852) [0.09449]	0.021671 (0.01511) [1.43444]	-0.006717 (0.02223) [-0.30214]
D(S4)	-0.007099 (0.03967) [-0.17895]	0.018112 (0.01556) [1.16394]	-0.003369 (0.02290) [-0.14711]
D(PSC)	-0.000363 (0.00172) [-0.21188]	-0.002603 (0.00067) [-3.86953]	0.000619 (0.00099) [0.62561]
D(FE>=199502)	0.053108 (0.06354) [0.83580]	0.014378 (0.02492) [0.57688]	-0.097469 (0.03667) [-2.65775]
D(FE>=199204)	-0.000636 (0.06690) [-0.00950]	-0.041655 (0.02624) [-1.58737]	0.162233 (0.03861) [4.20149]
D(FE>=199503)	-0.136445 (0.06350) [-2.14871]	-0.096167 (0.02491) [-3.86100]	0.007366 (0.03665) [0.20100]
FE>=199301	0.014680 (0.02463) [0.59600]	-0.020911 (0.00966) [-2.16436]	0.026131 (0.01422) [1.83810]
D(FE>=199603)	-0.061128 (0.05914) [-1.03368]	0.049254 (0.02320) [2.12343]	0.052618 (0.03413) [1.54167]
D(FE>=200104)	-0.063237 (0.06025) [-1.04963]	0.000129 (0.02363) [0.00548]	-0.144996 (0.03477) [-4.16991]
D(FE>=200801)	0.036943 (0.05475) [0.67479]	0.012195 (0.02147) [0.56788]	-0.118771 (0.03160) [-3.75882]

Virginia Carve - Maestría en Economía - UdelaR

D(FE>=200804)	-0.007370 (0.06201) [-0.11885]	-0.036252 (0.02432) [-1.49046]	-0.239421 (0.03579) [-6.68972]
D(FE>=200803)	0.126512 (0.06112) [2.06981]	0.043165 (0.02397) [1.80045]	0.092666 (0.03528) [2.62677]
D(FE>=199902)	-0.031582 (0.05749) [-0.54936]	-0.060972 (0.02255) [-2.70394]	-0.009098 (0.03318) [-0.27421]
D(FE>=199402)	-0.096390 (0.05885) [-1.63781]	0.065135 (0.02308) [2.82160]	0.162172 (0.03397) [4.77434]
D(FE>=199202)	-0.149338 (0.06564) [-2.27508]	0.052795 (0.02575) [2.05058]	0.181333 (0.03788) [4.78641]
D(FE>=200303)	0.051222 (0.07275) [0.70410]	0.036247 (0.02853) [1.27028]	-0.046927 (0.04199) [-1.11765]
D(FE>=199404)	-0.112777 (0.06337) [-1.77975]	-0.023027 (0.02485) [-0.92646]	0.103508 (0.03657) [2.83020]
D(FE>=199103)	-0.168757 (0.06377) [-2.64618]	-0.000830 (0.02501) [-0.03320]	0.024493 (0.03681) [0.66544]
D(FE>=200201)	-0.132425 (0.06618) [-2.00085]	-0.013238 (0.02596) [-0.50994]	0.106872 (0.03820) [2.79778]
D(FE>=200101)	-0.025628 (0.05690) [-0.45038]	0.000629 (0.02232) [0.02818]	-0.091125 (0.03284) [-2.77463]
R-squared	0.873329	0.945463	0.914773
Adj. R-squared	0.761274	0.897219	0.839379
Sum sq. resids	0.117315	0.018049	0.039079
S.E. equation	0.047498	0.018630	0.027414
F-statistic	7.793741	19.59756	12.13334
Log likelihood	193.0567	285.7099	247.4713
Akaike AIC	-2.950641	-4.822422	-4.049925
Schwarz SC	-1.718614	-3.590396	-2.817899
Mean dependent	-0.001048	0.008911	-0.011390
S.D. dependent	0.097213	0.058112	0.068402
Determinant resid covariance (dof adj.)		5.48E-10	
Determinant resid covariance		7.94E-11	
Log likelihood		729.1543	
Akaike information criterion		-11.82130	
Schwarz criterion		-8.046580	

MODELO CON TRCARGA

Vector Error Correction Estimates

Date: 06/25/17 Time: 20:37

Sample (adjusted): 1991Q2 2014Q4

Included observations: 95 after adjustments

Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegration Restrictions:

B(1,1)=1,A(2,1)=0

Convergence achieved after 8 iterations.

Restrictions identify all cointegrating vectors

LR test for binding restrictions (rank = 1):

Chi-square(1) 1.053355

Probability 0.304736

Cointegrating Eq:	CointEq1
LOG(INFRA(-1))	1.000000
D(LOG(PIB(-1)),0,4)	-1.865144 (0.85183) [-2.18958]
LOG(TRCARGA(-1))	-0.333372 (0.10568) [-3.15456]
C	-11.94435

Error Correction:	D(LOG(INFRA))	D(LOG(PIB),1,4)	D(LOG(TRCARGA))
CointEq1	-0.193313 (0.03730) [-5.18232]	0.000000 (0.00000) [NA]	-0.097497 (0.05446) [-1.79019]
D(LOG(INFRA(-1)))	0.611840 (0.10529) [5.81084]	0.026374 (0.04725) [0.55813]	0.219735 (0.16876) [1.30208]
D(LOG(INFRA(-2)))	0.314995 (0.11834) [2.66184]	0.014253 (0.05311) [0.26838]	-0.197190 (0.18966) [-1.03968]
D(LOG(INFRA(-3)))	-0.290044 (0.12236) [-2.37047]	0.003307 (0.05491) [0.06022]	0.089535 (0.19611) [0.45656]
D(LOG(INFRA(-4)))	0.197575 (0.12673)	-0.008885 (0.05688)	0.231858 (0.20312)

Virginia Carve - Maestría en Economía - UdelaR

	[1.55898]	[-0.15621]	[1.14147]
D(LOG(INFRA(-5)))	-0.208138 (0.12339) [-1.68682]	-0.131538 (0.05538) [-2.37537]	-0.004991 (0.19776) [-0.02524]
D(LOG(INFRA(-6)))	0.147347 (0.12747) [1.15598]	0.073181 (0.05720) [1.27928]	-0.030916 (0.20429) [-0.15133]
D(LOG(INFRA(-7)))	0.340541 (0.12217) [2.78750]	0.063163 (0.05483) [1.15205]	-0.102031 (0.19580) [-0.52109]
D(LOG(INFRA(-8)))	-0.121586 (0.12150) [-1.00069]	-0.028190 (0.05453) [-0.51698]	0.428729 (0.19474) [2.20159]
D(LOG(PIB(-1)),1,4)	-0.239006 (0.26101) [-0.91571]	-0.000600 (0.11714) [-0.00512]	-0.060262 (0.41833) [-0.14405]
D(LOG(PIB(-2)),1,4)	-0.083903 (0.24172) [-0.34711]	0.066204 (0.10848) [0.61028]	-0.138526 (0.38742) [-0.35756]
D(LOG(PIB(-3)),1,4)	0.112037 (0.26005) [0.43083]	-0.092886 (0.11671) [-0.79590]	0.173372 (0.41679) [0.41597]
D(LOG(PIB(-4)),1,4)	-0.901441 (0.26741) [-3.37097]	-0.350861 (0.12001) [-2.92358]	0.044858 (0.42859) [0.10466]
D(LOG(PIB(-5)),1,4)	-0.074635 (0.22076) [-0.33808]	0.039335 (0.09908) [0.39702]	-0.057383 (0.35383) [-0.16218]
D(LOG(PIB(-6)),1,4)	-0.019756 (0.20322) [-0.09721]	0.142623 (0.09120) [1.56378]	-0.278818 (0.32572) [-0.85602]
D(LOG(PIB(-7)),1,4)	-0.331066 (0.24231) [-1.36627]	0.097869 (0.10875) [0.89997]	0.780506 (0.38837) [2.00971]
D(LOG(PIB(-8)),1,4)	-0.306999 (0.21958) [-1.39815]	0.063452 (0.09854) [0.64391]	0.114377 (0.35192) [0.32501]
D(LOG(TRCARGA(-1)))	-0.209554 (0.07782) [-2.69290]	-0.009378 (0.03492) [-0.26853]	-0.155047 (0.12472) [-1.24315]
D(LOG(TRCARGA(-2)))	-0.066690 (0.08361) [-0.79766]	-0.051001 (0.03752) [-1.35924]	-0.155746 (0.13400) [-1.16227]

Virginia Carve - Maestría en Economía - UdelaR

D(LOG(TRCARGA(-3)))	-0.122121 (0.07791) [-1.56756]	-0.046268 (0.03496) [-1.32336]	-0.121001 (0.12486) [-0.96908]
D(LOG(TRCARGA(-4)))	-0.077233 (0.07992) [-0.96638]	-0.039784 (0.03587) [-1.10922]	0.035767 (0.12809) [0.27923]
D(LOG(TRCARGA(-5)))	-0.088572 (0.07977) [-1.11033]	0.000319 (0.03580) [0.00891]	-0.069757 (0.12785) [-0.54561]
D(LOG(TRCARGA(-6)))	-0.154088 (0.07625) [-2.02070]	-0.043021 (0.03422) [-1.25712]	-0.054734 (0.12222) [-0.44785]
D(LOG(TRCARGA(-7)))	0.005114 (0.07962) [0.06423]	-0.038468 (0.03573) [-1.07653]	-0.215428 (0.12762) [-1.68810]
D(LOG(TRCARGA(-8)))	-0.168434 (0.07555) [-2.22930]	-0.063041 (0.03391) [-1.85920]	-0.157810 (0.12109) [-1.30319]
C	0.014695 (0.00589) [2.49512]	0.004062 (0.00264) [1.53682]	0.019623 (0.00944) [2.07892]
D(S2)	0.087719 (0.02332) [3.76225]	0.011970 (0.01046) [1.14394]	0.025345 (0.03737) [0.67822]
D(S3)	0.041837 (0.01672) [2.50264]	0.000482 (0.00750) [0.06418]	0.010941 (0.02679) [0.40836]
D(S4)	0.052997 (0.02347) [2.25777]	-0.006054 (0.01053) [-0.57467]	0.009867 (0.03762) [0.26227]
D(PSC)	-0.000643 (0.00179) [-0.35992]	-0.003238 (0.00080) [-4.03633]	-0.002820 (0.00287) [-0.98436]
D(FE>=199201)	0.079790 (0.05572) [1.43195]	0.033502 (0.02501) [1.33972]	0.267777 (0.08931) [2.99842]
D(FE>=199404)	-0.190229 (0.05714) [-3.32940]	0.005678 (0.02564) [0.22143]	-0.025790 (0.09157) [-0.28162]
D(FE>=199503)	-0.132825 (0.05514) [-2.40884]	-0.094260 (0.02475) [-3.80904]	-0.130264 (0.08838) [-1.47397]

Virginia Carve - Maestría en Economía - UdelaR

D(FE>=199603)	-0.102328 (0.05969) [-1.71420]	0.083766 (0.02679) [3.12675]	0.005164 (0.09567) [0.05398]
D(FE>=199802)	0.082344 (0.05938) [1.38674]	-0.074942 (0.02665) [-2.81219]	-0.190115 (0.09517) [-1.99761]
D(FE>=200203)	-0.077730 (0.05799) [-1.34035]	-0.057599 (0.02603) [-2.21313]	-0.151856 (0.09295) [-1.63379]
D(FE>=200803)	0.133784 (0.05479) [2.44179]	0.043886 (0.02459) [1.78481]	0.043288 (0.08781) [0.49296]
D(FE>=201104)	0.001808 (0.05144) [0.03514]	-0.047780 (0.02309) [-2.06952]	-0.052082 (0.08245) [-0.63165]
D(FE>=200001)	-0.043298 (0.06023) [-0.71891]	0.028829 (0.02703) [1.06660]	0.421061 (0.09653) [4.36205]
R-squared	0.864955	0.750440	0.586222
Adj. R-squared	0.773317	0.581096	0.305444
Sum sq. resids	0.116831	0.023531	0.300114
S.E. equation	0.045676	0.020499	0.073206
F-statistic	9.438847	4.431454	2.087847
Log likelihood	183.4937	259.6088	138.6806
Akaike AIC	-3.041973	-4.644395	-2.098540
Schwarz SC	-1.993539	-3.595962	-1.050106
Mean dependent	0.002961	0.000115	0.012419
S.D. dependent	0.095935	0.031671	0.087841
Determinant resid covariance (dof adj.)		3.90E-09	
Determinant resid covariance		7.98E-10	
Log likelihood		590.1919	
Akaike information criterion		-9.898776	
Schwarz criterion		-6.672827	