

■ ESTUDIOS
MACRO

100

EFFECTOS DE LOS
CHOQUES DE INVERSIÓN
EN INFRAESTRUCTURA
SOBRE LA ECONOMÍA
BOGOTANA

Alcaldía de Bogotá

EFFECTOS DE LOS CHOQUES DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA SOBRE LA ECONOMÍA BOGOTANA

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ ALCALDE MAYOR DE BOGOTÁ
Enrique Peñalosa Londoño

SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN
Andrés Ortiz Gómez

SUBSECRETARÍA DE INFORMACIÓN Y ESTUDIOS ESTRATÉGICOS
Antonio Avendaño Arosemena

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS MACRO
David Monroy Londoño
Diana Marcela Cuéllar Orjuela (E)

INVESTIGADORES
Armando Palencia Pérez
Henry Rincón Melo
Karen Jackeline Vargas

EQUIPO DE LA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS MACRO SECRETARÍA DISTRITAL DE
PLANEACIÓN

Camilo Gaitán Victoria, Profesional
Diana Marcela Cuellar, Profesional
Diana Esperanza Sánchez, Profesional
Henry Rincón Melo, Profesional
Karen Jackeline Vargas, Profesional
Myriam Cecilia Dueñas Parada, Profesional
Nelson Arturo Chaparro, Profesional
Vanessa Cediél Sánchez, Profesional

Diciembre 2019

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	5
1. ASPECTOS CONCEPTUALES Y TEÓRICOS.....	6
1.1. TIPOS DE CHOQUES EN UNA ECONOMÍA.....	6
1.2. POLÍTICAS PÚBLICAS CONTRA CÍCLICAS Y EL DEBATE DE LA POLÍTICA FISCAL	8
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	13
3. INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA EN BOGOTÁ.....	13
4. IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN LA CIUDAD.....	16
4.1 RESULTADOS DEL MODELO ECONOMÉTRICO	16
4.2 ESTIMACIÓN DEL EFECTO A PARTIR DE LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO.....	22
5. CONCLUSIONES.....	24
BIBLIOGRAFIA.....	25
ANEXOS	27

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Tipos de choques sus efectos sobre diferentes variables económicas	11
Esquema 2. Matriz insumo-producto con tres sectores productivos	42

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Participación y crecimiento del PIB de obras civiles en Bogotá. 2014-2018.....	13
Gráfico 2. Inversión en obras civiles en Bogotá. 2005-2018.....	15
Gráfico 3. Inversión en obras civiles en Bogotá. 2005-2018.....	15
Gráfico 4. Resultados de la prueba de estabilidad del modelo	19
Gráfico 5. Respuesta del PIB de Bogotá a choque en la Inversión en infraestructura	21
Gráfico 6. Respuesta del PIB de Bogotá a choque en la Inversión extranjera directa.....	22
Gráfico 7. Impacto de la inversión en infraestructura en el crecimiento real del PIB de Bogotá. 2006-2018	23

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Resumen de la estimación del VAR con cinco rezagos.....	17
Cuadro 2. Resumen de la estimación del VAR con un rezago	17
Cuadro 3. Resultados de la prueba de causalidad de Granger.....	18
Cuadro 4. Resultados de la prueba del multiplicador de Lagrange	18
Cuadro 5. Resultados de la prueba de normalidad de los residuales	19
Cuadro 6. Resultados de la prueba de estabilidad del modelo	19
Cuadro 7. Respuesta del PIB de Bogotá a choque en la Inversión en infraestructura.....	20
Cuadro 8. Respuesta del PIB de Bogotá a choque en la Inversión extranjera directa	21
Cuadro 9. Impacto de la inversión en infraestructura en el crecimiento del PIB de Bogotá, según actividades económicas. 2006-2018 (Puntos porcentuales).....	23

INTRODUCCIÓN

En este estudio se presenta la inversión en infraestructura pública en Bogotá, a partir de una serie estadísticas conformada por la Dirección de Estudios Macro desde de los registros de ejecuciones presupuestales de las entidades que efectúan la mayor proporción de obras civiles en la capital: Instituto de Desarrollo Urbano (IDU), Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (EAAB) e Instituto Distrital de Recreación y Deportes (IDRD). Adicionalmente, en este trabajo se presenta una tarea econométrica que busca determinar si esos “choques” en la inversión en infraestructura tienen algún impacto importante en el comportamiento de la economía bogotana, específicamente en el producto interno bruto del Distrito Capital.

Para el trabajo econométrico se estima un modelo de vectores autorregresivos (VAR) y se estiman las funciones impulso respuesta que permiten medir puntualmente las respuestas de la variable de interés, en este caso, el PIB de Bogotá, ante impulsos o choques en otras variables, entre ellas la inversión en infraestructura. De manera complementaria al modelo, se presenta una estimación del impacto de las obras civiles ejecutadas por la Administración Distrital entre 2005 y 2018 en el PIB de la ciudad, ejercicio que adelantó la Dirección de Estudios Macro de la SDP, usando la Matriz Insumo Producto elaborada para el año 2012 por la Secretaría Distrital de Hacienda.

En la primera parte del documento se revisan los aspectos conceptuales y teóricos relacionados con el efecto de los choques en diversas variables macroeconómicas sobre la economía. En la segunda parte, se describen algunas metodologías (modelos de base económica, modelos econométricos, modelos de insumo producto y modelos de equilibrio general aplicado), que se tienen como alternativas para ser utilizadas en la medición del efecto de choques macroeconómicos sobre la economía bogotana. En el tercer capítulo se presentan las principales cifras sobre inversión en obras civiles en Bogotá, desagregándolas en tres grupos: vías, construcción de redes de acueducto y alcantarillado y otras obras como parques. En la cuarta parte, se establece el impacto de choques en la inversión en infraestructura tienen sobre el crecimiento económico de Bogotá, tanto a partir del modelo econométrico como de la Matriz Insumo Producto. Finalmente, se presentan algunas conclusiones del estudio.

1. ASPECTOS CONCEPTUALES Y TEÓRICOS

1.1. TIPOS DE CHOQUES EN UNA ECONOMÍA

De acuerdo con Conway (1987), está demostrada la vulnerabilidad de las economías a choques o perturbaciones externas. Tales choques incluyen: incremento en los precios del petróleo, estancamiento de la demanda mundial por productos primarios, caída concurrente en los términos de intercambio de esos productos primarios e incremento sustancial en la tasa de interés real. La política económica responde al clima externo cambiando proveyendo otra fuente de choques a la economía doméstica. Además, como lo anota Sánchez et al. (s.f.), las economías sufren diferentes impactos resultantes de la implementación de políticas económicas y de choques externos, entre ellos, las variaciones en los términos de intercambio, los flujos (entradas y salidas) de inversión extranjera directa, y los otros flujos de capital privado (principalmente los capitales especulativos y las remesas).

Por ejemplo, en una economía exportadora de crudo, un fuerte choque de términos de intercambio producido por la abrupta y pronunciada caída de los precios internacionales del petróleo reduce el ingreso nacional, amplía significativamente el déficit en cuenta corriente de la balanza de pagos, y causa una depreciación del peso sin precedentes (Vargas, 2105).

Los choques globales, como las crisis financieras, llevan a los formuladores de política a reexaminar cómo prepararse para y cómo responder a tales choques sistemáticos en el futuro. Estos choques pueden surgir en los sistemas financieros, naturales, tecnológicos, sociales o políticos. Los choques globales pueden surgir de un evento que impacta al mundo entero más o menos a la vez o pueden resultar de eventos más sutiles que comienzan localmente y se expanden a distintos puntos alrededor del mundo. Lo que permite la expansión del último tipo de eventos son las interconexiones e interdependencias involucradas en las redes que caracterizan la economía moderna global. A medida que la dependencia hacia esas redes aumenta gradualmente, las vulnerabilidades también (OECD, 2011).

De acuerdo con Kiyotaki y Moore (1997), uno de los modelos más importantes de los ciclos de crédito es un modelo económico que muestra como pequeños choques a la economía pueden ser amplificados por restricciones de crédito, dando surgimiento a grandes fluctuaciones en el producto. El modelo Kiyotaki-Moore muestra cómo choques relativamente pequeños pueden explicar suficientemente las fluctuaciones del ciclo de negocios, si los mercados de créditos son imperfectos (OECD, 2011).

A medida que un evento se propaga a través de un sistema, éste puede encontrar componentes conocidos como amplificadores que incrementan el riesgo para otros componentes en el sistema. La amplificación ocurre cuando tales interacciones forman un círculo vicioso y de ese modo se refuerzan los efectos de los amplificadores. Un choque

exógeno a los mercados financieros resulta en una caída de la inversión y el producto. Esto, a su turno, provoca una caída de la demanda agregada, una disminución en los precios de los activos y unas más estrictas condiciones financieras, que conllevan a una continua caída en la inversión y el producto amplificando así el ciclo (Korinek, 2009).

Identificar los procesos por medio de los cuales ocurre la amplificación, así como también las condiciones que pueden conducir a la creación de amplificadores, es extremadamente importante para contrarrestar los efectos negativos de los choques. Sin un claro conocimiento de los factores o entidades que pueden amplificar una crisis local, los procesos de toma de decisiones y la subsecuente asignación de recursos subestimarán el potencial total de los riesgos. Por lo tanto, la colaboración entre jurisdicciones a menudo es necesaria para desarrollar estrategias para frenar o retardar la progresión de un choque o limitar su daño desde el principio (OECD, 2011).

Un tema de análisis de la macroeconomía es la identificación empírica de los factores que generan fluctuaciones en los agregados económicos. Para Lanteri (2011), los choques en los términos de intercambio tienen un efecto positivo sobre el PIB real y la principal fuente de las fluctuaciones en el producto son los choques de oferta agregada. Por lo tanto, de conformidad con lo planteado por Lucas (1977), entender el funcionamiento de los ciclos económicos sería el primer paso para poder diseñar políticas de estabilización apropiadas.

El incremento en los precios de las materias primas que exportan las economías en desarrollo puede conllevar importantes cambios en estas economías (Lanteri, 2011). Algunos autores (Macklem, 1993; Mendoza, 1995; Hoffmaister y Roldós, 1997; Kose y Reizman, 2001; y Kose, 2002) señalan que las fluctuaciones en los términos de intercambio externo podrían afectar el crecimiento del producto y los ciclos económicos; otros autores (Bernake, Gertler y Watson, 1997; y Bjornland, 2000) indican que no son los choques en los precios externos de las materias primas los que determinarían los niveles de actividad económica, sino que son las políticas macroeconómicas implementadas por los gobiernos para hacer frente a los incrementos de precios (entre ellas la política monetaria) las que afectan en definitiva los cambios en el producto interno.

Para Lanteri (2011), las mejoras en los términos de intercambio externo inducen una respuesta positiva en el PIB real interno. Un incremento en los precios internacionales de los productos exportables favorece el crecimiento de las exportaciones y, de esta forma, del empleo sectorial y del producto. Los choques de oferta agregada, debidos, por ejemplo, al progreso tecnológico en el sector de bienes transables o a reformas que mejoran la competitividad de la economía, también provocan una respuesta positiva en el producto interno.

De igual forma, las mejoras en los términos de intercambio externo generan una apreciación en el tipo de cambio real. Ello es el resultado del denominado fenómeno de la enfermedad holandesa: el efecto de un auge en las exportaciones de algún sector sobre las actividades de los otros sectores de la economía. De esta forma, debido al abundante ingreso de divisas,



puede apreciarse el tipo de cambio real, afectarse la competitividad y registrarse un proceso de desindustrialización en otros sectores de la economía (Corden, 1984).

Los choques de oferta también pueden provocar una apreciación del tipo de cambio real. Al igual que en el caso de los términos de intercambio externo, los choques de oferta generan un efecto riqueza positivo y una mayor demanda de bienes no transables. Por lo anterior, Thomas (1997) sugiere que un choque de oferta positivo provocaría un exceso de oferta en el mercado de bienes internos, lo que determinaría una depreciación del tipo de cambio real en el largo plazo.

Por su parte, los choques de demanda podrían también determinar una apreciación del tipo de cambio real. Dado que los gastos del gobierno corresponden mayormente a bienes no transables, una política fiscal expansiva alentaría incrementos en los precios relativos de estos bienes, lo cual afectaría el tipo de cambio real. Este argumento se origina en el modelo de Mundell-Fleming, donde un choque de demanda positivo lleva a una apreciación del tipo de cambio real en el largo plazo (Thomas, 1997).

Botero et al. (2013), al analizar el impacto de las políticas fiscales, especialmente el efecto del gasto público sobre el desempeño económico, encuentran que, en un modelo de economía abierta, una política expansiva de gasto público incrementa, en el corto plazo, el empleo y el producto, pero no así en el largo plazo.

Así, el dilema para los gobiernos es que, mientras la consolidación fiscal es necesaria para prevenir un incremento insostenible en el sobrecosto de la deuda, los efectos de corto plazo al aumentar los impuestos y recortar los gastos tienden a causar contracción económica. Esto complica la dinámica de la deuda pública e impide la restauración de su sostenibilidad. Adicionalmente, las estrategias para enfrentar choques necesitan distinguir entre los riesgos inmediatos que provocan un choque y los factores subyacentes, más crónicos. Los primeros requieren intervenciones tácticas rápidas en los puntos clave de propagación, mientras que los últimos implican estrategias a más largo plazo (OECD, 2011).

1.2. POLÍTICAS PÚBLICAS CONTRA CÍCLICAS Y EL DEBATE DE LA POLÍTICA FISCAL

Existe debate acerca de la importancia del gasto público en la política contracíclica. Ante crisis económicas, los gobiernos deberían implementar políticas fiscales expansivas para buscar la reactivación de la economía (Krugman, 2011). Sin embargo, las presiones generadas sobre la sostenibilidad de la deuda podrían hacer inviable cualquier gasto adicional, y podrían poner en juego no solo el bienestar presente, sino la viabilidad futura de las economías endeudadas (Botero et al., 2013).

Probablemente a las dos posiciones planteadas les asista la razón: las políticas expansivas cumplen un papel importante cuando la economía ha experimentado choques negativos que la alejan de su producto potencial, pero las restricciones de endeudamiento público

imponen límites estrictos al uso de la deuda. Por lo tanto, es necesario evaluar el balance cuantitativo de los dos efectos en las condiciones específicas de una economía determinada. Hay algunos aspectos esenciales a considerar en esa evaluación: la restricción al endeudamiento será más importante si se tiene un nivel de deuda inicial relativamente alto; el impacto de la política expansiva será mayor si la economía presenta inflexibilidades importantes y se atenuará si se tiene un relativamente alto grado de apertura económica ya que los efectos positivos se filtrarán al exterior a través de los mercados externos (Botero et al., 2013).

Los términos básicos del debate sobre gasto público y sostenibilidad fiscal tienen que ver con la discusión general acerca de la eficiencia de la política fiscal y sus efectos en el crecimiento económico de los países, vía la demanda agregada. De acuerdo con Bernheim (1989), los efectos del gasto público financiado con déficit, en el paradigma neoclásico, son altamente perjudiciales, puesto que los agentes (que tienen visión de futuro, forman sus expectativas racionalmente y planean sus decisiones de consumo a lo largo de su ciclo vital) terminan por contraer su acumulación de capital a cambio del mayor consumo que realicen. Por otro lado, los neo-keynesianos sostienen que se dan fallos en el mercado, o en los mecanismos de coordinación, que hacen necesaria la política fiscal para conseguir la estabilización. Por su parte, para los neo-ricardianos, el gasto público financiado con déficit es irrelevante, dado que consideran que las relaciones entre generaciones se encuentran expresadas a través de transferencias altruistas y los gastos presentes no afectan los recursos totales intergeneracionales de que se dispone (Botero et al., 2013).

En su análisis sobre los efectos de los estímulos fiscales en modelos estructurales, Coenen et al. (2012) sostienen que una política fiscal es más efectiva cuando es moderada y persistente. En este contexto, y de acuerdo con Botero et al. (2013), sería posible deducir que generar un estímulo fiscal podría llevar a efectos perversos de largo plazo, en caso de que fuese necesario un aumento en los impuestos para subsanar la creciente deuda en la que se incurriría para financiar el gasto.

Por su parte, Baldacci et al. (2009) concluyen que, durante épocas de crisis financiera, las políticas fiscales aumentan la probabilidad de una salida temprana de ellas en casi un año. Sin embargo, en aquellas economías cuyo producto per cápita es bajo, se dispone de una baja capacidad de implementación de políticas fiscales y, por ende, hay mayores riesgos macroeconómicos, limitando la posibilidad de acción del gobierno en dichas crisis. Se sugiere, entonces, crear un espacio fiscal amplio y una estabilidad macroeconómica en tiempos tranquilos para disminuir el riesgo de caer en épocas de crisis, incrementando la efectividad de las políticas fiscales en caso de entrar en una recesión (Botero et al., 2013).

Ante choques externos, también las autoridades monetarias de una economía enfrentan un difícil dilema: por un lado, deben evitar un aumento permanente de la inflación, mientras que, por otro lado, deben evitar una desaceleración excesiva del gasto y de la producción en la economía. Para comprender este dilema, es necesario entender las condiciones de la economía en el momento en que recibe los choques, así como la naturaleza y las consecuencias de los choques. Por ejemplo, en una economía exportadora de crudo, una

fuerte reducción de los términos de intercambio por cuenta de la abrupta y pronunciada caída de los precios internacionales del petróleo, y un endurecimiento de las condiciones financieras globales, tienen repercusiones importantes en la política macroeconómica. Para empezar, la caída del ingreso resultante del deterioro de los términos de intercambio debe interpretarse como una reducción permanente del ingreso fiscal y no como un fenómeno meramente cíclico. Por ende, no puede ser absorbido de manera permanente con un mayor financiamiento del exterior. Requiere un ajuste de la demanda interna e implica que crecimientos del gasto y el producto menores sean tolerados por un tiempo. De lo contrario, la brecha entre el ingreso y el gasto de la economía (el déficit en cuenta corriente de la balanza de pagos) se ampliaría de forma insostenible. Así, una respuesta puramente contracíclica de las políticas monetaria o fiscal es inviable pues conlleva el riesgo de perpetuar el déficit en cuenta corriente y comprometer la sostenibilidad de la posición externa de la economía (Vargas, 2015).

El ajuste del gasto privado ante el menor ingreso nacional puede llegar a ser excesivo. Por ejemplo, un deterioro muy grande de la confianza de los hogares o de los empresarios puede llevar a una desaceleración innecesariamente fuerte del consumo o la inversión, más allá de la requerida para acomodar la caída del ingreso y el exceso previo de gasto. En este caso, respuestas contracíclicas de política tienen cabida para corregir un debilitamiento injustificado de la demanda (Vargas, 2015).

Tanto el choque de términos de intercambio como el endurecimiento persistente de las condiciones financieras internacionales implican una depreciación de la moneda nacional. El endurecimiento de las condiciones financieras internacionales se asocia con menores flujos de capitales o con flujos de capitales más caros para la economía, por lo cual la tasa de cambio y la tasa de interés deben acomodarse para reflejar una mayor escasez relativa del financiamiento externo (Vargas, 2015).

Las economías sufren cierta transformación en su dinámica económica, resultado de las políticas públicas implementadas, pero también del impacto de choques externos. Por ejemplo: (1) desgravación arancelaria; incentivos fiscales a las exportaciones, proliferación de tratados comerciales; fuertes incrementos en las exportaciones e importaciones; choques causados por los precios internacionales de los principales productos de importación y exportación; (2) aumentos significativos en la inversión extranjera directa; aumentos en el ingreso neto de remesas familiares; ingreso/salida de capitales financieros internacionales de carácter especulativo; (3) cambio de un sistema de minidevaluaciones a un sistema de bandas, como paso previo a la liberalización del tipo de cambio; (4) ruptura del ciclo político-electoral; incremento del endeudamiento interno del gobierno central; mayor control del gasto público, aumento en la recaudación, superávit fiscal; (5) política monetaria orientada a mantener el crecimiento de los agregados monetarios en concordancia con las condiciones económicas (Sánchez et al., s.f.).

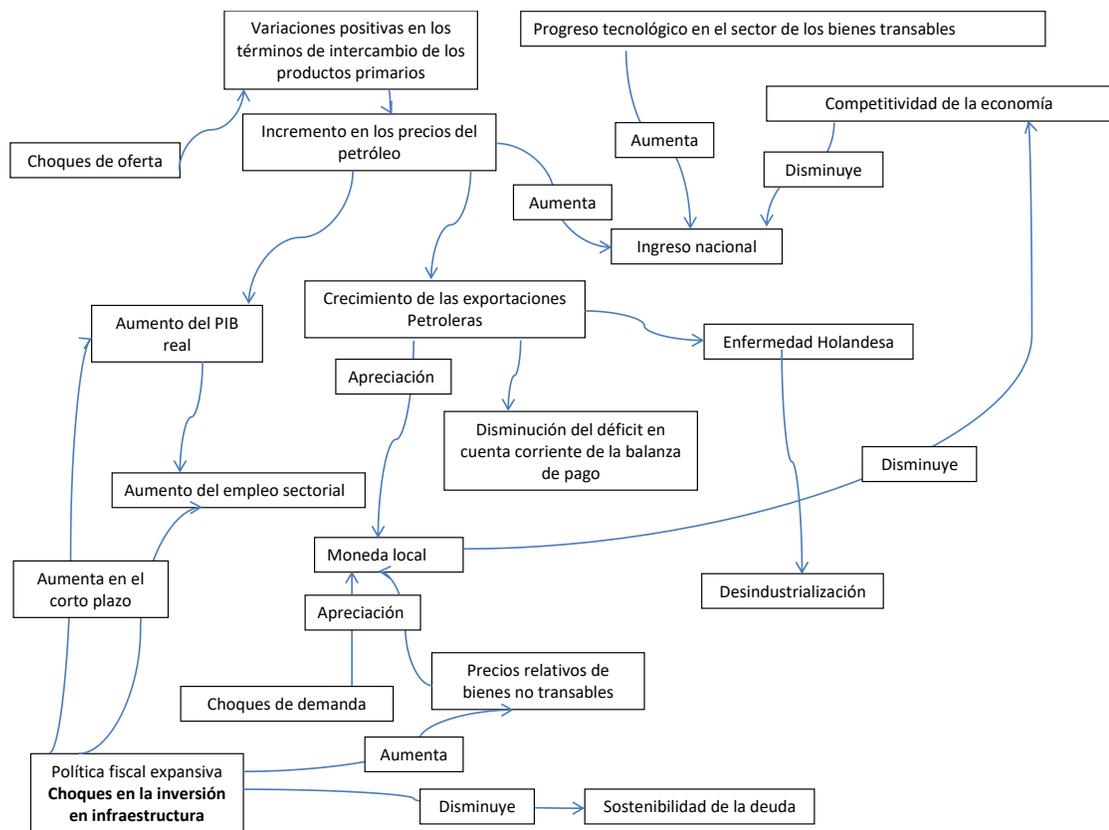
Las políticas mencionadas, en el momento de su implementación, provocan choques internos, los cuales, acompañados con los choques externos (precios internacionales de algunos productos; flujos de inversión, capitales y remesas), tienen un fuerte impacto sobre



la volatilidad macroeconómica, así como sobre otras variables relevantes. Sin embargo, para contrarrestar los efectos adversos de los choques externos o de política, y de la volatilidad económica que éstos generan, se ha contado de forma casi exclusiva con la política monetaria (operaciones de mercado abierto y encajes legales) y la cambiaria (ritmo de devaluación nominal cuando operaba el sistema de minidevaluaciones) (Sánchez et al., s.f.).

En el siguiente esquema se presentan las relaciones entre los diferentes choques y sus efectos sobre las variables económicas relevantes. Particularmente, se presenta los efectos que en teoría tendrían los choques en la inversión en infraestructura realizados por el gobierno mediante una política de gasto público sobre las variables económicas como el PIB real.

Esquema 1. Tipos de choques sus efectos sobre diferentes variables económicas



Fuente: Elaboración propia

Debido a que el objetivo de este documento es determinar si choques en la inversión en infraestructura tienen algún impacto importante en el comportamiento de la economía bogotana, específicamente en el PIB del Distrito Capital, a continuación, se profundiza sobre la relación de la inversión en infraestructura con el desempeño económico de las ciudades.

La política urbana desarrollada por las ciudades es una política estatal que busca influenciar la distribución y operación de los procesos de inversión (tanto pública como privada) y de consumo en el ámbito urbano, y es el producto de las relaciones de poder entre los diferentes grupos de interés que constituyen una formación social particular (Pacione, 2009, 4).

Las políticas locales, al igual que las nacionales, pueden ejercer una influencia importante sobre el entorno urbano. Las políticas tributarias y regulatorias pueden atraer o repeler inversores, las decisiones sobre inversiones públicas determinan si la infraestructura será reconstruida o se dejará que caiga en deterioro y los pagos de transferencias intergubernamentales pueden prevenir el colapso total de la economía urbana (Budd y Whimster, 1992; Sassen, 1994; Mohan, 2000).

De acuerdo con Pacione (2009), un amplio rango de estrategias para administrar el crecimiento ha sido empleada por las ciudades y los estados para moderar el efecto negativo de la expansión urbana (Daniels, 1999). Muchas de ellas vinculan el desarrollo residencial con la provisión de infraestructura. Sin embargo, el impulso de proyectos de vivienda es una base insuficiente para el desarrollo económico de las ciudades. Aunque los proyectos de vivienda pueden mejorar el ambiente residencial y generar empleo, es necesario considerar aspectos cruciales como la inversión en infraestructura para el transporte y las comunicaciones, así como el desarrollo del recurso humano con educación y entrenamiento, y la subsecuente competitividad de la producción local (Pacione, 2009).

Las grandes áreas metropolitanas urbanas, y en particular sus principales ciudades, se benefician del incremento en la concentración de las habilidades laborales, de la globalización de la inversión, del desarrollo de nuevas tecnologías, y de la buena infraestructura (Pacione, 2009). Por tanto, la inversión en infraestructura de las ciudades debe estar dentro de las prioridades de los diseñadores de las políticas públicas urbanas. Un problema que surge en algunas ciudades es la falta de infraestructura pública de buena calidad debido a los altos costos de mantenimiento de esa infraestructura en áreas donde hay alta concentración de personas y actividades económicas. La buena infraestructura mantiene conectadas a las ciudades y a las regiones con ciudades pequeñas y con regiones remotas. Esta función de conexión es particularmente cierta para la infraestructura dura (la infraestructura para el transporte y la infraestructura para las tecnologías de la información y las comunicaciones), las cuales facilitan la conectividad y la accesibilidad (van Hemert, van Geenhuizen y Nijkamp, 2009).

Por lo anterior, y para ser más atractivas como metrópolis para los trabajadores de altas calificaciones y para la inversión extranjera directa, las ciudades necesitan ser más diversificadas e innovadoras, no solo en términos de su base económica, sino también en términos de su infraestructura urbana (van Hemert, van Geenhuizen y Nijkamp, 2009).

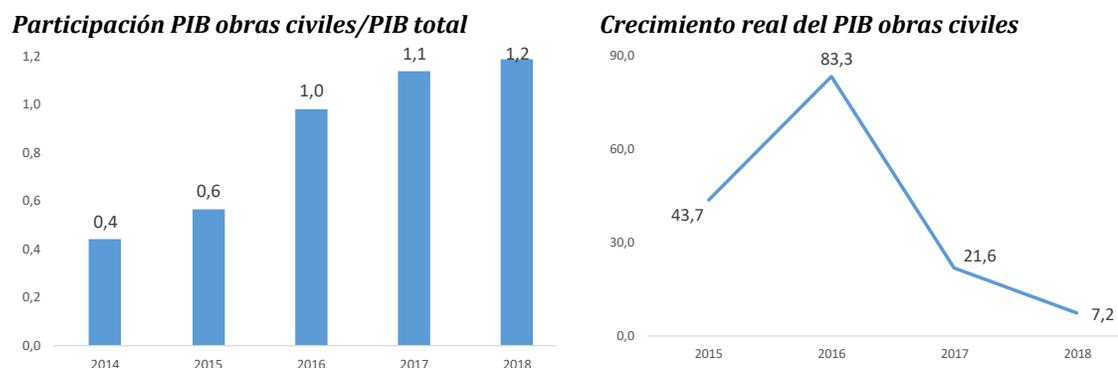
2. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Existen distintas metodologías que son usadas para medir el efecto de choques macroeconómicos sobre el Producto Interno Bruto de un país o una región. Para el presente estudio se revisaron cuatro opciones metodológicas a saber: i) modelos de base económica; ii) modelos econométricos; iii) modelos de insumo producto y iv) modelos de equilibrio general aplicado. En el Anexo 1 del presente documento se describe en detalle cada una de estas metodologías, haciendo énfasis en los modelos econométricos, específicamente en los multivariados, de los cuales se escogió el método de vectores autorregresivos para estimar el impacto de la inversión en infraestructura y otras variables sobre el PIB de Bogotá. Igualmente se aborda la metodología de Matriz Insumo Producto, usada de manera complementaria en el capítulo 4 (numeral 4.2 Estimación del efecto a partir de la matriz insumo-producto).

3. INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA EN BOGOTÁ

De acuerdo con información del DANE, el sector de las obras civiles generó cerca de tres billones de pesos en 2018, lo que representó el 1,2% del Producto Interno Bruto (PIB) total de la ciudad, porcentaje que ha sido creciente en los últimos años, pues en 2014 representaba solo 0,4%. Esta mayor relevancia de la infraestructura en la economía de la capital obedece a las altas tasas de crecimiento del valor agregado del subsector observadas, especialmente en 2016, donde se obtuvo un incremento de 83,3% y aunque en los años posteriores se evidencia un menor ritmo de crecimiento, persisten variaciones positivas (Gráfico 1).

Gráfico 1. Participación y crecimiento del PIB de obras civiles en Bogotá. 2014-2018



Fuente: DANE-Cuentas Nacionales. Cálculos SDP-DEM.

Si bien, las obras civiles en Bogotá son construidas principalmente por la Administración Distrital, existe una participación privada que corresponde a toda la infraestructura instalada por las empresas de telefonía móvil, las obras del aeropuerto El Dorado e inversión de algunas empresas de servicios públicos, especialmente de gas natural por tubería, lo mismo que la desarrollada por empresas que proveen internet y telefonía fija. En este orden de ideas, en el presente capítulo se analizan las cifras que sobre inversión se conformaron a partir de registros administrativos del IDU, el IDRD y la EAAB1.

Dentro de los registros de ejecuciones presupuestales, la variable que refleja de manera más real la inversión en obras civiles es la de compromisos, entendidos como aquellas “obligaciones adquiridas con cargo a una apropiación presupuestal, a través de un contrato, orden de compra, orden de prestación de servicio, convenio o cualquier otro acto administrativo legalmente constituido” (Secretaría Distrital de Hacienda, s.f.), debido a que indican la celebración de un contrato y la obligación de ejecutar unas actividades u obras en el caso del sector de infraestructura. A continuación, se presentan los principales resultados del ejercicio.

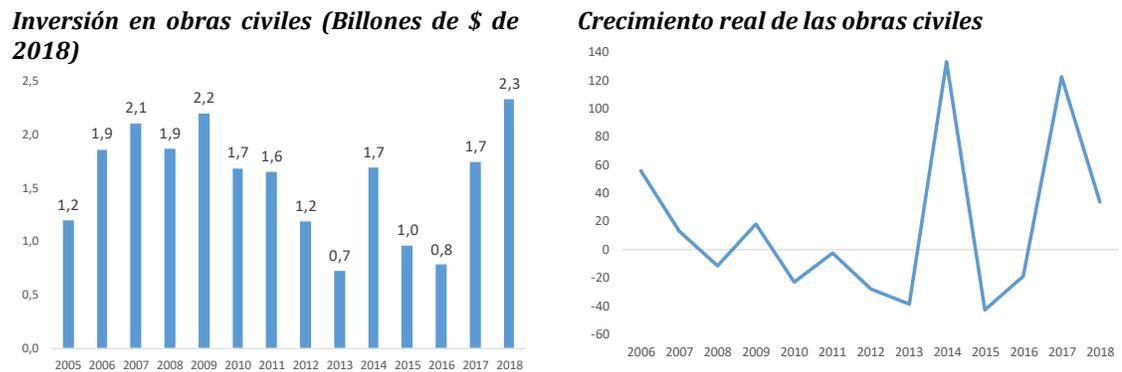
Entre 2005 y 2018 se invirtieron aproximadamente 22 billones de pesos constantes de 2018², es decir, un promedio de 1,6 billones de pesos por año. No obstante, esta inversión ha tenido un comportamiento cíclico en dicho periodo, entre 2005 y 2009 se dio un crecimiento sostenido explicado en parte por la construcción de las Fases II y III de Transmilenio. Posteriormente, entre 2010 y 2013 se da un descenso en el nivel de inversión, llegando a un mínimo de inversión en este último año de 700 mil millones de pesos de 2018. Más recientemente, en 2017, se logra una ejecución de 1,7 billones, pero el año que reporta el mayor nivel de inversión en infraestructura es 2018, con un monto de 2,3 billones de pesos, como resultado de las mayores ejecuciones en construcción de vías urbanas, lo mismo que de construcción y adecuación de parques, como se detallará más adelante (Gráfico 2).

1 La fuente inicial corresponde a las ejecuciones presupuestales suministrada por la Dirección de Presupuesto de la Secretaría Distrital de Hacienda, a partir de la cual la DEM de la SDP seleccionó los rubros relacionados con infraestructura física en cada uno de los trimestres del periodo analizado, específicamente se tomaron los compromisos y los desembolsos, de manera análoga a como lo hace DANE para la construcción del Indicador de Inversión en Obras Civiles y el PIB de esta misma actividad.

2 Para efectos de comparabilidad, las cifras que se presentan en este capítulo están deflactadas a precios constantes de diciembre de 2018.



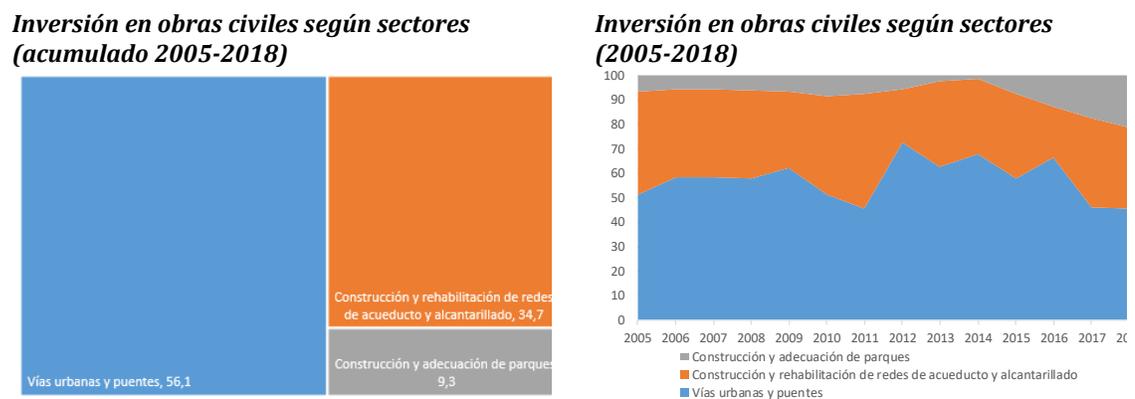
Gráfico 2. Inversión en obras civiles en Bogotá. 2005-2018



Fuente: SHD-Ejecuciones presupuestales. Cálculos SDP-DEM

Entre 2005 y 2018 la construcción de vías urbanas y puentes, fue el grupo que más participó en la inversión total en infraestructura, dicha ejecución estuvo en cabeza del IDU con un total de 16,3 billones de pesos de 2018. El segundo rubro en importancia corresponde al de “construcción y rehabilitación de redes de acueducto y alcantarillado”, en el cual el Distrito a través de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá invirtió en el mismo periodo un poco más de 10 billones de pesos. Finalmente, el Instituto Distrital de Recreación y Deportes (IDRD) ejecutó un total de 2,7 billones de pesos de 2018 en “construcción y adecuación de parques”, donde solo la mitad de este valor fue invertido entre 2017 y 2018 (Gráfico 3).

Gráfico 3. Inversión en obras civiles en Bogotá. 2005-2018



Fuente: SHD-Ejecuciones presupuestales. Cálculos SDP-DEM.

4. IMPACTO DE LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN LA CIUDAD

4.1 RESULTADOS DEL MODELO ECONOMÉTRICO

Para establecer el impacto de la inversión en infraestructura sobre el crecimiento económico de Bogotá, se estimó en primera instancia un modelo VAR en el que se incluyen como variables el PIB de Bogotá y Colombia desestacionalizados, la inversión extranjera directa³, las importaciones en bienes de capital y totales, las exportaciones y la inversión en infraestructura desestacionalizada. El interés es determinar el impacto de esta última variable sobre el PIB de Bogotá.

Siguiendo la metodología planteada para la estimación de un VAR, se realizaron pruebas estadísticas para determinar si las variables son estacionarias. Se determinó que la inversión en infraestructura, las exportaciones, la inversión extranjera directa y las importaciones en bienes de capital son estacionarias. Fue necesario, entonces, aplicar la primera diferencia a las demás variables para convertirlas en estacionarias. Los resultados de las pruebas de Dickey-Fuller para cada una de las variables pueden ser consultadas en el Anexo 2.

Cuando se tienen las variables estacionarias se puede estimar el VAR. En el Cuadro 1 se tiene el resumen de los resultados de la estimación del VAR con cinco rezagos. La estimación completa de los parámetros del VAR con cinco rezagos se encuentra en el Anexo 3.

Después de la estimación con cinco rezagos, se hizo la prueba del rezago óptimo y se encontró que el rezago óptimo es uno. Por lo anterior, se estimó nuevamente el VAR pero con un rezago. En el Cuadro 2 se tiene el resumen de los resultados de la estimación del VAR con un rezago. La estimación completa de los parámetros del VAR con un rezago se encuentra en el Anexo 4.

³ La serie de inversión extranjera directa fue ajustada corrigiendo algunos datos atípicos.

Cuadro 1. Resumen de la estimación del VAR con cinco rezagos

Muestra: 2006 Trimestre 3 - 2018 Trimestre 4				AIC	35,18585
Número de observaciones: 50				HQIC	38,75359
				SBIC	44,55477
Ecuación	Parámetros	Raíz cuadrada del error cuadrado medio	R Cuadrado	Valor Chi ²	Valor de probabilidad
Primera diferencia del PIB de Bogotá desestacionalizado	36	0,383	0,6933	113,01	0,000
Primera diferencia del PIB de Colombia desestacionalizado	36	1,233	0,7018	117,67	0,000
Inversión extranjera directa	36	202,024	0,6937	113,24	0,000
Importaciones de bienes de capital	36	0,245	0,9572	1117,41	0,000
Primera diferencia de las importaciones totales	36	0,236	0,9469	891,00	0,000
Inversión en infraestructura desestacionalizada	36	75,982	0,8216	230,26	0,000
Exportaciones totales	36	218096,000	0,6928	112,73	0,000

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Resumen de la estimación del VAR con un rezago

Muestra: 2005 Trimestre 3 - 2018 Trimestre 4				AIC	37,08631
Número de observaciones: 54				HQIC	37,78235
				SBIC	38,89112
Ecuación	Parámetros	Raíz cuadrada del error cuadrado medio	R Cuadrado	Valor Chi ²	Valor de probabilidad
Primera diferencia del PIB de Bogotá desestacionalizado	8	0,326	0,2857	21,60132	0,003
Primera diferencia del PIB de Colombia desestacionalizado	8	1,247	0,0691	4,009598	0,779
Inversión extranjera directa	8	190,549	0,1206	7,403245	0,388
Importaciones de bienes de capital	8	0,314	0,8167	240,5805	0,000
Primera diferencia de las importaciones totales	8	0,496	0,2382	16,88091	0,018
Inversión en infraestructura desestacionalizada	8	88,819	0,2105	14,39881	0,045
Exportaciones totales	8	210707,000	0,0606	3,48575	0,837

Fuente: Elaboración propia.

Como paso siguiente, se relató la prueba de Wald para determinar la causalidad de Granger. En el Cuadro 3 se muestran los resultados de esa prueba. De estos resultados se pueden concluir que el PIB de Colombia causa en el sentido de Granger al PIB de Bogotá, que las

exportaciones causan en el sentido de Granger a la inversión extranjera directa, que el PIB de Colombia causa en el sentido de Granger a las importaciones bogotanas, y que las importaciones de bienes de capital causan en el sentido de Granger a las importaciones totales.

Cuadro 3. Resultados de la prueba de causalidad de Granger

Prueba de Wald				
Ecuación	Variable excluida	Valor Chi ²	Grados de libertad	Valor de probabilidad
Primera diferencia del PIB de Bogotá desestacionalizado	Primera diferencia del PIB de Colombia desestacionalizado	11,30600	1	0,001
	Inversión extranjera directa	2,94740	1	0,086
	Importaciones de bienes de capital	0,7965	1	0,489
	Primera diferencia de las importaciones totales	0,11020	1	0,731
	Inversión en infraestructura desestacionalizada	2,11600	1	0,146
	Exportaciones totales	1,46470	1	0,226
	Todas las variables	14,03800	6	0,029

Fuente: Elaboración propia.

Una de las pruebas más importantes es la de no autocorrelación de los residuales del modelo. Para determinar la no autocorrelación de los residuales se realiza la prueba del multiplicador de Lagrange (Cuadro 4). De los resultados se concluye que no se puede rechazar la hipótesis nula de no autocorrelación en los residuales para los rezagos evaluados (del 1 al 10).

Cuadro 4. Resultados de la prueba del multiplicador de Lagrange

Rezago	Valor Chi ²	Grados de libertad	Valor de probabilidad
1	58,4703	49	0,16664
2	46,7393	49	0,56526
3	54,5278	49	0,27243
4	57,2420	49	0,19586
5	53,3460	49	0,31080
6	53,8575	49	0,29384
7	57,4801	49	0,18993
8	47,2929	49	0,54256
9	57,8007	49	0,18215
10	58,7954	49	0,15946

Nota: H0: No hay autocorrelación al rezago correspondiente

Fuente: Elaboración propia.

La normalidad de los residuales de las ecuaciones del VAR estimado se analiza con la prueba de Jarque-Bera. En el Cuadro 5 se muestran los resultados de dicha prueba. Como se ve, los

residuales de las ecuaciones del PIB de Bogotá, del PIB de Colombia, de las importaciones de bienes de capital y de las importaciones totales son normales.

Cuadro 5. Resultados de la prueba de normalidad de los residuales

Prueba de Jarque-Bera			
Ecuación	Valor Chi ²	Grados de libertad	Valor de probabilidad
Primera diferencia del PIB de Bogotá desestacionalizado	5,58	2	0,06142
Primera diferencia del PIB de Colombia desestacionalizado	2,674	2	0,26259
Inversión extranjera directa	17,623	2	0,00015
Importaciones de bienes de capital	0,291	2	0,86463
Primera diferencia de las importaciones totales	0,191	2	0,90885
Inversión en infraestructura desestacionalizada	149,221	2	0,00000
Exportaciones totales	184,626	2	0,00000
Todas las ecuaciones	360,206	14	0,00000

Fuente: Elaboración propia.

La condición de estabilidad del modelo estimado se satisface. Así lo muestran el Cuadro 6 y la Gráfica 4. Todas las raíces características del modelo caen dentro del círculo unitario.

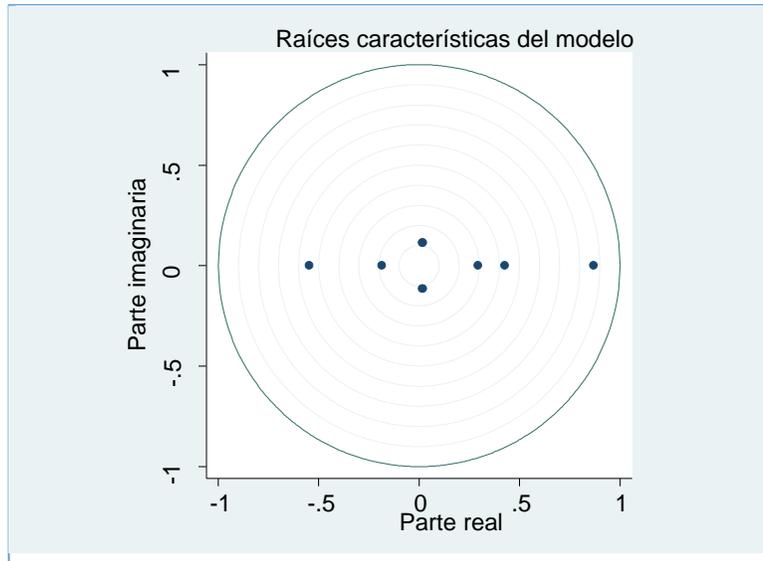
Cuadro 6. Resultados de la prueba de estabilidad del modelo

Valores propios		Módulo
Parte real	Parte imaginaria	
0,8691799		0,869180
-0,5474703		0,547470
0,4275883		0,427588
0,2930018		0,293002
-0,1853914		0,185391
0,0159175	0,1141255 i	0,115230
0,0159175	0,1141255 i	0,115230

Nota: Todos los valores propios caen dentro del círculo unitario. El VAR satisface la condición de estabilidad

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 4. Resultados de la prueba de estabilidad del modelo



Fuente: Elaboración propia.

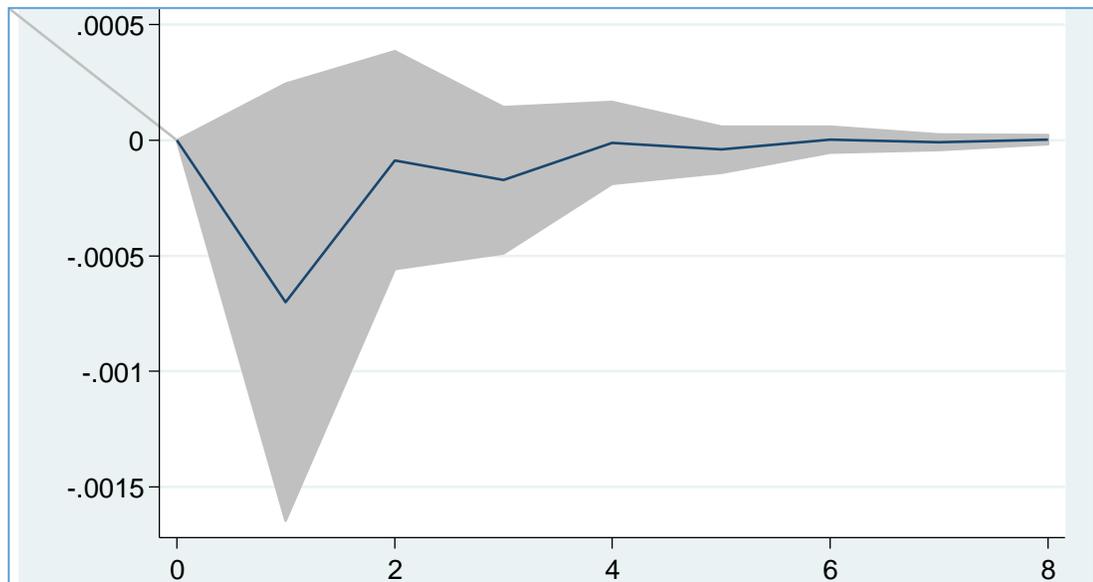
En el Cuadro 7 y en la Gráfica 5 se muestra la respuesta del PIB de Bogotá ante un choque en la inversión en infraestructura. Se observa que, ante un choque o impulso de una desviación estándar en la inversión en infraestructura, el PIB de Bogotá tiene una respuesta cercana a cero.

Cuadro 7. Respuesta del PIB de Bogotá a choque en la Inversión en infraestructura

Trimestre adelante	Valor de la Función Impulso Respuesta	Límite inferior del intervalo de confianza	Límite superior del intervalo de confianza
1	-0,000701	-0,001645	0,000243
2	-0,000088	-0,000559	0,000383
3	-0,000173	-0,000489	0,000144
4	-0,000013	-0,000190	0,000165
5	-0,000041	-0,000142	0,000060
6	0,000002	-0,000055	0,000058
7	-0,000054	-0,000044	0,000025
8	0,000002	-0,000018	0,000022

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5. Respuesta del PIB de Bogotá a choque en la Inversión en infraestructura



Fuente: Elaboración propia.

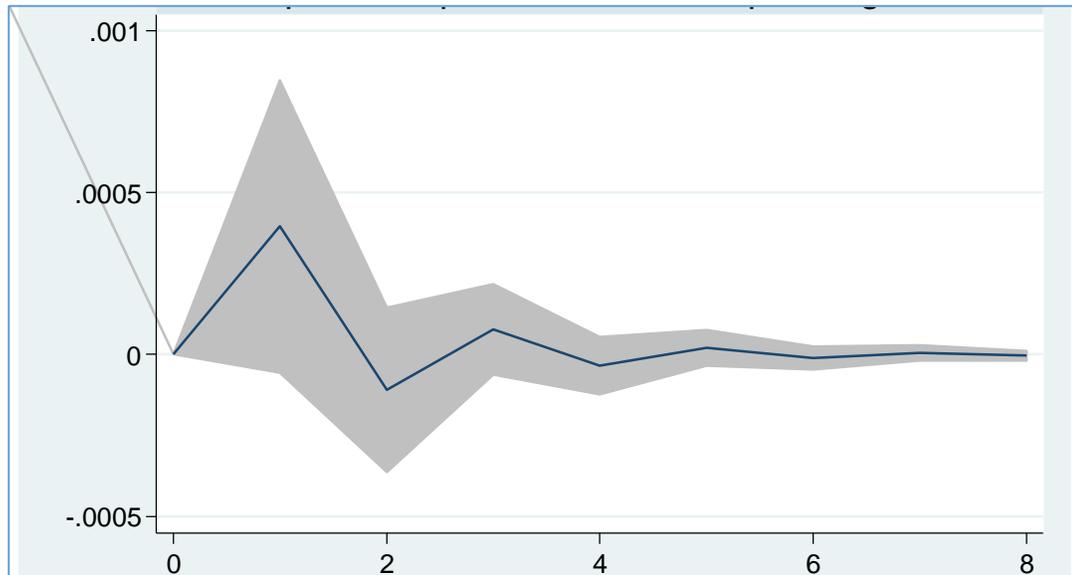
En el Cuadro 8 y en la Gráfica 6 se muestra la respuesta del PIB de Bogotá ante un choque en la inversión extranjera directa. Igualmente, se observa que, ante un choque o impulso de una desviación estándar en la inversión extranjera directa, el PIB de Bogotá tiene una respuesta cercana a cero. Las respuestas del PIB de Bogotá ante choques en las importaciones de bienes de capital, en las importaciones totales y ante el PIB de Colombia se pueden consultar en el Anexo 5.

Cuadro 8. Respuesta del PIB de Bogotá a choque en la Inversión extranjera directa

Trimestre adelante	Valor de la Función Impulso Respuesta	Límite inferior del intervalo de confianza	Límite superior del intervalo de confianza
1	0,000396	-0,000056	0,000848
2	-0,000110	-0,000363	0,000144
3	0,000078	-0,000063	0,000218
4	-0,000034	-0,000122	0,000054
5	0,000020	-0,000035	0,000076
6	-0,000012	-0,000046	0,000023
7	0,000005	-0,000018	0,000029
8	-0,000004	-0,000020	0,000011

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 6. Respuesta del PIB de Bogotá a choque en la Inversión extranjera directa

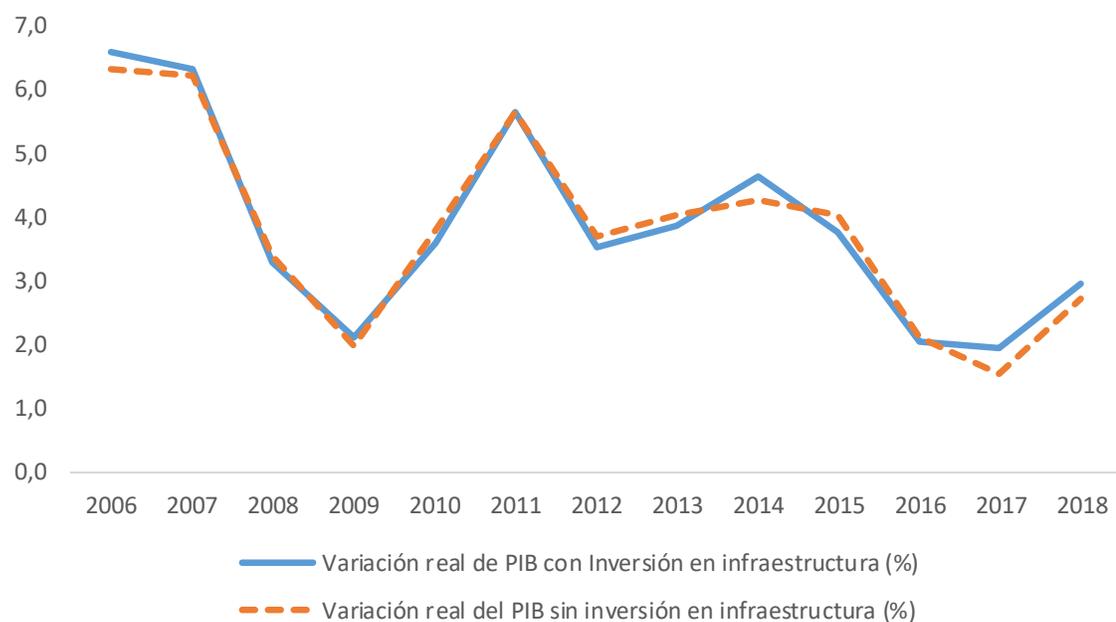


Fuente: Elaboración propia.

4.2 ESTIMACIÓN DEL EFECTO A PARTIR DE LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO

Al utilizar la Matriz Insumo Producto (MIP) elaborada por la Dirección de Estadísticas y Estudios Fiscales de la Secretaría Distrital de Hacienda para el año 2012, se pudo establecer que entre 2006 y 2018 la inversión en infraestructura ejecutada por la Administración Distrital, presentada en el Anexo 1 (numeral 4.2 Estimación del efecto a partir de la matriz insumo-producto), contribuyó en promedio con 0,03 puntos porcentuales por año a la variación real del Producto Interno Bruto de Bogotá. No obstante durante dicho periodo se encontró que en 2014 y 2017 el aporte alcanzó 0,4 puntos porcentuales en cada año. En 2014 el resultado lo explica en mayor medida las ejecuciones realizadas en la agrupación de “Vías urbanas y puentes”, mientras que en 2017 fueron más las inversiones efectuadas en “construcción y rehabilitación de redes de acueducto y alcantarillado”. Si bien las dos series del gráfico 7 (variación del PIB con y sin inversión en infraestructura) son asintóticas en casi todo el periodo, existen algunos periodos donde se observan diferencias: en 2006, 2014 y 2017-2018, el crecimiento económico hubiera sido inferior sin las ejecuciones de la inversión en infraestructura pública (Gráfico 7).

Gráfico 7. Impacto de la inversión en infraestructura en el crecimiento real del PIB de Bogotá. 2006-2018



Fuente: SHD-Ejecuciones presupuestales y DANE. Cálculos SDP-DEM.

Adicionalmente, el cuadro 9 detalla los impactos que tuvo la inversión en obras civiles públicas sobre los distintos sectores de la economía, obtenidos a partir de la simulación usando la MIP, dados los encadamientos productivos o consumos intermedios que tiene el sector de la construcción con otras actividades (consumo concreto, asfalto, hierro, servicios, etc.). Estos resultados indican que los sectores más impactados positivamente, además de la construcción, están: i) la minería; ii) las actividades financieras, inmobiliarias y empresariales; y iii) la industria.

Cuadro 9. Impacto de la inversión en infraestructura en el crecimiento del PIB de Bogotá, según actividades económicas. 2006-2018 (Puntos porcentuales)

Sectores	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Agropecuario	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,1	0,1
Minero	2,6	1,0	-1,0	1,3	-2,0	-0,1	-1,8	-1,8	3,7	-2,8	-0,7	3,7	2,3
Industria	0,1	0,1	-0,1	0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,2	-0,2	0,0	0,2	0,1
Energía, gas y agua	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,1	0,1
Construcción	2,9	1,1	-1,1	1,5	-2,2	-0,2	-2,0	-2,0	4,1	-3,1	-0,8	4,1	2,5
Comercio	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,1	0,1
Transporte y comunicaciones	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,1	0,1
Financiero, inmobiliarios y empresariales	0,1	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,2	-0,1	0,0	0,2	0,1
Aministración pública	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	0,3	0,1	-0,1	0,1	-0,2	0,0	-0,2	-0,2	0,4	-0,3	-0,1	0,4	0,2

Fuente: SHD-Ejecuciones presupuestales y DANE. Cálculos SDP-DEM.

5. CONCLUSIONES

- El sector de las obras civiles representó el 1,2% del Producto Interno Bruto (PIB) total de la ciudad en 2018, con tendencia creciente explicada en las altas tasas de crecimiento del valor agregado del subsector, especialmente en 2016, donde se obtuvo un incremento de 83,3%.
- Entre 2005 y 2018 el Distrito Capital a través del IDU, IDR D y EAAB invirtió aproximadamente 22 billones de pesos constantes de 2018 (un promedio de 1,6 billones de pesos por año).
- Entre 2005 y 2018 la construcción de vías urbanas y puentes, fue el grupo que más participó en la inversión total en infraestructura, dicha ejecución estuvo en cabeza del IDU con un total de 16,3 billones de pesos de 2018. El segundo rubro en importancia fue “construcción y rehabilitación de redes de acueducto y alcantarillado”, (10 billones de pesos). El Instituto Distrital de Recreación y Deportes (IDRD) ejecutó un total de 2,7 billones de pesos de 2018 en “construcción y adecuación de parques”, donde solo la mitad de este valor fue invertido entre 2017 y 2018.
- Después de analizar los resultados del modelo econométrico (VAR estimado), las funciones de respuesta al impulso muestran que el efecto en del PIB de Bogotá ante choques en la inversión en infraestructura, inversión extranjera directa, exportaciones e importaciones de bienes de capital, es nula. Se tiene que, ante choques o impulso de una desviación estándar en las variables mencionadas anteriormente, el PIB de Bogotá tiene una respuesta cercana a cero.
- Al utilizar la Matriz Insumo Producto (MIP) de la Secretaría Distrital de Hacienda para el año 2012, se pudo establecer que entre 2006 y 2018 la inversión en infraestructura ejecutada por la Administración Distrital, contribuyó en promedio con 0,03 puntos porcentuales por año a la variación real del Producto Interno Bruto de Bogotá.
- Los sectores más impactados positivamente por la inversión en infraestructura, además de la construcción, son la minería; las actividades financieras, inmobiliarias y empresariales; y la industria.

BIBLIOGRAFIA

Baldacci, E., Gupta, S. and Mulas-Granados, C. (2009). How effective is fiscal policy response in systemic banking crises? In: IMF Working Papers 09/160, International Monetary Fund.

Bernanke, B., Gertler, M. and Watson, M. (1997). Systematic Monetary Policy and the Effects of Oil Price Shocks. In: Brookings Papers on Economic Activity, 1, pp. 91-142.

Bernheim, D. (1989). A neoclassical perspective on budget deficits. In: Journal of Economic Perspectives 3(2), pp. 55-72.

Bjornland, H. (2000). The Dynamic Effects of Aggregate Demand, Supply and Oil Price Shocks: A Comparative Study. In: The Manchester School, 68, pp. 578-607.

Botero, J., Franco, H., Hurtado, A. y Mesa, M. (2013). Choques exógenos y política fiscal en un modelo de equilibrio general dinámico estocástico (DSGE): una aplicación para una economía emergente. En: Revista de Economía del Rosario. Vol. 16. No. 1, pp. 1 - 24.

Coenen, G., Erceg, C., Freedman, C., Furceri, D., Kumhof, M., Lalonde, R., Laxton, D., Lindé, J., Mourougane, A., Muir, D., Mursula, S., de Resende, C., Roberts, J., Roeger, W., Snudden, S., Trabandt, M. and Veld, J. (2012). Effects of fiscal stimulus in structural models. American Economic Journal: Macroeconomics, 4(1), pp. 22-68.

Conway, P. J. (1987). Economic shocks and structural adjustments. Amsterdam: Elsevier.

Corden, W. (1984). Booming Sector and Dutch Disease Economics: Survey and Consolidation. In: Oxford Economic Papers, 36, pp. 359-380.

Harguindeguy, S. (2018). Consultoría para el análisis de los modelos disponibles de evaluación de impacto macroeconómico de políticas ambientales.

Hoffmaister, A. and Roldós, J. (1997). Are Business Cycles Different in Asia and Latin America? IMF Working Paper 9, International Monetary Fund.

Kiyotaki, N. and Moore, J. (1997). Credit Cycles. In: Journal of Political Economy, Vol. 105, No.2, pp.211-248.

Korinek, A. (2009). Systemic Risk: Amplification Effects, Externalities, and Policy Responses. In: Working Paper 155, Oesterreichische Nationalbank, Austria www.oenb.at/en/img/wp155_tcm16-111934.pdf

Kose, M. (2002). Explaining Business Cycles in Small Open Economies: How Much do World Prices Matter? In: *Journal of International Economics*, 56, pp. 299-327.

Kose, M. and Riezman, R. (2001). Trade Shocks and Macroeconomic Fluctuations in Africa. In: *Journal of Development Economics*, 65, pp. 55-80.

Krugman, P. (2011). Mr. Keynes and the moderns. In: Cambridge conference commemorating the 75th anniversary of the publication of *The General Theory of Employment, Interest, and Money*.

Lanteri, L. N. (2011). Choques externos y fuentes de fluctuaciones macroeconómicas. En: *Economía mexicana, Nueva época*, Vol. XX, No. 1, primer semestre de 2011, pp. 113 -143.

Lucas, R. (1977). Understanding Business Cycles. In: *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 5, pp. 7-29.

Macklem, T. (1993). Terms of Trade Disturbances and Fiscal Policy in a Small Open Economy. In: *The Economic Journal*, 103, pp. 916-936.

Mendoza, E. (1995). The Terms of Trade, the Real Exchange Rate and Economic Fluctuations. In: *International Economic Review*, 36, pp. 101-137.

OECD (2011). *Future Global Shocks: Improving Risk Governance*, OECD Reviews of Risk Management Policies, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264114586-en>

Pleeter, S. (1980). Methodologies of economic impact analysis: An overview. In: *Economic impact analysis: Methodologies and applications*. Pag: 7-30.

Sánchez, M. V., Sauma, P., Chacón, P. y Sáenz, O. (s.f.). Implicaciones de la política macroeconómica, los choques externos y los sistemas de protección social en la pobreza, la desigualdad y la vulnerabilidad en América Latina y el Caribe. CEPAL.

Thomas, A. (1997). Is the Exchange Rate a Shock Absorber? The Case of Sweden. In: *IMF Working Paper 176*, International Monetary Fund.

Vargas, H. (2015). Choques macroeconómicos y retos de la política monetaria 2014-2015. Banco de la República.

ANEXOS

ANEXO 1. METODOLOGÍAS PARA ESTIMAR IMPACTOS DE LOS CHOQUES EN UNA ECONOMÍA

1. MODELOS DE BASE ECONÓMICA

De acuerdo con Pleeter (1980), los modelos de base económica dividen la actividad económica de una región en industrias que atienden el mercado local e industrias para la exportación. Estos modelos fueron propuestos por Haig (1926) y estudiados ampliamente por Isard (1960). Los modelos de base económica ven la economía local como un hogar con un generador único de ingresos. El ingreso y el nivel de vida del hogar solo pueden aumentar con incrementos en el salario del generador de ingresos. Las firmas de las industrias para la exportación venden sus productos a compañías y a hogares establecidos por fuera de las fronteras de la economía local. Las industrias que atienden el mercado local, por el contrario, venden sus productos solo dentro de la economía local.

Sin nuevas inyecciones de fondos a la economía local, la economía se estancará, ya que las industrias que atienden el mercado local solo pueden responder a cambios en las condiciones económicas locales. Los cambios externos que incrementan la actividad exportadora provocan aumentos en los salarios y en el empleo en las industrias para la exportación, los cuales son transmitidos al sector de las industrias que atienden el mercado local. Además, la entrada de dinero hace que la actividad en los servicios locales cambie por un múltiplo del estímulo original a medida que la nueva llegada de fondos se gasta y re-gasta en la economía local. La recirculación continúa hasta que las fugas en el sistema, como las importaciones, los ahorros y los impuestos, agotan el monto de la afluencia inicial. Se producen efectos similares, aunque opuestos, en el caso de una disminución en la actividad de exportación.

Matemáticamente, el modelo de base económica se puede expresar así:

$$Y_L = C + I + G + (X - M)$$

El ingreso (Y_L) para la economía local es igual a la suma del consumo (C), la inversión (I) y el Gasto del Gobierno (G), más las Exportaciones (X) menos las Importaciones (M). Las relaciones comportamentales que definen las magnitudes de esas variables están dadas por:

$$C = a_0 + bY_d$$

$$Y_d = (1 - t)Y_L$$

$$I = I_0$$

$$G = G_0$$

$$X = X_0$$

$$M = mY_d$$

donde b es la propensión marginal a consumir, t es la tasa de impuesto marginal, Y_d es el ingreso disponible, y m es la propensión marginal a importar. Mientras se plantea la hipótesis de que las importaciones y una porción del consumo varían con cambios en el ingreso disponible local, se asume, al menos inicialmente, que la inversión, los gastos del gobierno y una porción del consumo no responden a ningún cambio en las condiciones económicas locales. Esto es,

$$a_0 + I_0 + G_0 + Y_0 = \bar{K}$$

donde \bar{K} es alguna constante. Al sustituir este supuesto y las relaciones comportamentales en la ecuación del modelo de base económica, se tiene que

$$Y_L = \frac{1}{1 - (b - m)(1 - t)} * \bar{K}$$

Es decir, el ingreso local es determinado por los gastos exógenos (\bar{K}) y la propensión marginal a gastar localmente el ingreso disponible ($1 - (b - m)(1 - t)$). Si cualquiera de los componentes exógenos en \bar{K} se modificara, entonces el ingreso local cambiaría de acuerdo con

$$\frac{dY_L}{d\bar{K}} = k_0 = \frac{1}{1 - (b - m)(1 - t)}$$

Esta última expresión es llamada el multiplicador de base económica.

Si se permitiera una fuente adicional de crecimiento, por ejemplo, un cambio inducido en la inversión, el modelo sería un poco más complejo. Si

$$I = c + iY$$

donde i es la propensión marginal a invertir, entonces el multiplicador sería

$$\frac{dY_L}{d\bar{K}} = k_1 = \frac{1}{1 - (b - m)(1 - t) - i}$$



Otras modificaciones separarían los componentes consumo, inversión y gastos del gobierno e incluirían relaciones separadas que describieran los determinantes de cada fuente de demanda. Estas modificaciones generalmente sirven para aumentar k al disminuir las fugas del sistema. Se llaman multiplicadores derivados de un modelo los que permiten fuentes de crecimiento regional además de cambios en los componentes exógenos de la demanda, multiplicadores de primer orden. Esta descripción del modelo de base económica es casi idéntica en estructura al modelo keynesiano para la determinación del ingreso agregado y del empleo, y a los modelos de comercio internacional.

Si las preguntas que se plantean en un análisis de impacto económico se refieren a variables agregadas, como el empleo total, los ingresos y/o los impuestos, y el período de pronóstico es de uno a cuatro años, no hay duda que se debe utilizar un modelo de base económica.

MODELOS ECONOMETRÍCOS

Los modelos econométricos son sistemas de ecuaciones múltiples que intenta describir la estructura de una economía local y pronosticar variables agregadas como el ingreso, el empleo y el producto. No hay una teoría del crecimiento regional que esté implícita en el desarrollo de estos modelos. El sistema abierto keynesiano es la estructura teórica más frecuente para el desarrollo de un modelo econométrico. Los modelos econométricos emplean datos de series de tiempo para construir el modelo y estimar las relaciones hipotéticas por medio de análisis de regresión.

El modelo econométrico más elemental adopta la estructura de gasto de los modelos de base económica dada por

$$Y_L = C + I + G + (X - M)$$

y es recurrente en estructura. En un modelo recurrente, las ecuaciones pueden ser ordenadas de tal forma que hay un flujo unidireccional de la causalidad entre sectores. Por ejemplo,

$$X = a_0 + a_1 \overline{PIB}$$

$$G = b_0 + b_1 \overline{POB}$$

$$I = c_0 + c_1 X$$

$$C = d_0 + d_1 Y_d$$

$$M = e_1 Y_d$$

$$Y_d = (1 - t)Y$$



$$Y = f_0 + f_1 \overline{PIB}$$

donde POB es la población y las barras sobre las variables indican que ellas son exógenas.

Aquí, las ecuaciones de las exportaciones, el gasto del gobierno y el ingreso dependen de variables exógenas. El flujo de causación va del ingreso al ingreso disponible, al consumo, a las importaciones y, finalmente, a la inversión. En su forma más elemental, los modelos econométricos enfatizan sobre los factores externos que inducen crecimiento o decrecimiento en una región y, por tanto, son muy similares a un modelo de base económica. Los modelos econométricos son orientados a la demanda y tratan a los salarios y a los precios como dados.

Modelos econométricos más sofisticados consideran tanto fuentes internas como externas de crecimiento. Un factor enfatizado en estos modelos es la oferta laboral, y las ecuaciones que explican la fuerza laboral y las migraciones son elementos críticos.

Esos modelos más complejos subrayan la interdependencia de los agentes económicos que componen la economía regional y típicamente representan esta interdependencia con un sistema de ecuaciones simultáneas, esto es, cada variable endógena es determinada por al menos otra variable endógena. Una ecuación típica sería

$$V_i = f(V_i, Z)$$

donde V_i y V_j representan variables endógenas y Z es un vector de variables exógenas.

Modelos econométricos de una variedad más compleja son generalmente representaciones de largo plazo de la economía (con un horizonte temporal de hasta cinco años). Esos modelos pueden incorporar aspectos de cambio estructural tales como cambios en productividad, en composición demográfica, o en composición industrial.

En forma matricial, un modelo econométrico de ecuaciones simultáneas puede ser representado por

$$By_t + Cz_t = U_t$$

donde

B es una matriz no singular de coeficientes de las variables endógenas ($G \times G$)

y_t es un vector de G variables endógenas en el tiempo t

C es una matriz de coeficientes de las variables exógenas ($G \times K$)



z_t es un vector de K variables exógenas (incluyendo variables endógenas rezagadas) en el tiempo t

U_t es un vector de G términos de errores aleatorios en el tiempo t

Si el modelo estructural es lineal tanto en los parámetros como en las variables, entonces la forma reducida, usada para predecir el impacto de cambios exógenos sobre el producto, el empleo y el ingreso, puede ser dada por

$$y_t = \pi z_t + v_t$$

donde $\pi = -B^{-1}C$ y $v_t = B^{-1}U_t$.

En un caso más realista, donde no hay linealidad en las variables, la forma estructural tiene que ser resuelta por algún método numérico para obtener las variables endógenas en términos de las variables predeterminadas.

Mientras los problemas económicos del espacio son abordados en los modelos teóricos de economía urbana y regional, éstos son notablemente ignorados en la modelación de estos procesos. Otras omisiones incluyen la asignación interregional de recursos, la sustitución de importaciones y los mercados regionales de capital.

Los modelos econométricos que incorporan la inversión y las migraciones en la estructura ingresos-gastos son capaces de producir multiplicadores dinámicos, como tal, esos modelos pueden mostrar el impacto acumulativo de un choque exógeno a lo largo de varios años. Los modelos econométricos son útiles para pronósticos de largo plazo, así como también para proveer las predicciones del impacto a corto plazo. La confiabilidad de los pronósticos del impacto a largo plazo está determinada por la disponibilidad de datos relacionados con inversión local y migración interregional.

Aun cuando el uso de series de tiempo es una importante contribución de los modelos econométricos, es necesario tener precaución al evaluar el uso de ese tipo de datos. Dado que las observaciones anuales son generalmente las únicas que están disponibles para la estimación de las relaciones del modelo, la flexibilidad en la elección de la forma funcional es, con frecuencia, severamente limitada. A mayor complejidad en la especificación, esto es, entre más grande es el número de variables endógenas y exógenas que determinan la variable de interés, más grande será el número de observaciones requeridas para realizar un aceptable grado de precisión estadística. Cuanto más se retroceda en el tiempo, más probable es que la estructura subyacente de la economía haya cambiado, de modo que las especificaciones lineales o logarítmicas simples puedan llevar a estimaciones de parámetros sesgadas. En este caso, las estructuras más parsimoniosas o los modelos de un solo período, como los de base económica, pueden producir predicciones más precisas que los modelos econométricos complejos.

Las restricciones de datos también hacen que se incluyan menos variables explicativas en las ecuaciones de lo que sugeriría la teoría, o que se tenga una especificación incompleta del sistema regional. La omisión de estas variables da como resultado un error de especificación que conduce a resultados estadísticamente sesgados.

Si hay suficientes datos disponibles para construir un modelo trimestral, el aumento en el número resultante de observaciones permite mucha más flexibilidad en la especificación. Por ejemplo, el modelo se puede dinamizar al incluir una variedad de estructuras de rezagos. Además, el mayor número de grados de libertad generalmente resulta en una mayor precisión estadística de los parámetros estimados.

Modelos econométricos multivariados

En este aparte del documento se presentan los aspectos básicos del análisis de intervención y del análisis de función transferencia. También se muestra que el análisis de función transferencia puede ser una herramienta muy efectiva para el pronóstico y la prueba de hipótesis cuando se sabe que no hay feedback de la variable dependiente a la variable independiente. Se explica la forma apropiada para estimar un modelo autorregresivo de rezagos distribuidos y por qué la principal limitación de la función transferencia y de los modelos autorregresivos de rezagos distribuidos es que los sistemas económicos muestran feedback. Lo anterior permite abordar el concepto de un vector autorregresivo (VAR) y mostrar cómo se estima e identifica un VAR. Las técnicas multivariadas permiten analizar formalmente las interrelaciones entre varias series.

Análisis de intervención

El análisis de intervención permite hacer una prueba formal de un cambio en la media de una serie de tiempo. Considerando el modelo

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + c_0 z_t + \varepsilon_t \quad |a_1| < 1$$

donde z_t es la variable de intervención (esto es, una variable dummy de cambio de nivel) que toma el valor de cero (0) antes de $t = k$ y de uno (1) a partir de $t = k$, y ε_t es un proceso ruido blanco.

Para explicar la naturaleza del modelo, se puede ver que para $t < k$, el valor de z_t es cero. Así que el intercepto es a_0 y la media de largo plazo de la serie es $\frac{a_0}{(1-a_1)}$. Comenzando en $t = k$, el intercepto cambia a $a_0 + c_0$ (dado que z_k pasa a ser uno (1)). Entonces, el efecto impacto o efecto inicial de la intervención es dado por la magnitud de c_0 . La significancia estadística de c_0 puede ser probada usando una prueba t estándar. Se puede concluir que la intervención reduce el nivel de la serie si c_0 es negativo y estadísticamente diferente de cero (0).

El efecto de largo plazo de la intervención es $\frac{c_0}{(1-a_1)}$, que es igual a la nueva media de largo plazo $\frac{a_0+c_0}{(1-a_1)}$ menos el valor de la media de largo plazo original $\frac{a_0}{(1-a_1)}$. Los efectos transicionales pueden ser obtenidos de la función de respuesta al impulso. Usando el operador rezago (L) se tiene que

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + c_0 z_t + \varepsilon_t \quad |a_1| < 1$$

puede ser reescrita como

$$(1 - a_1 L)y_t = a_0 + c_0 z_t + \varepsilon_t$$

De aquí que la función de respuesta al impulso es

$$y_t = \frac{a_0}{(1 - a_1)} + c_0 \sum_{i=0}^{\infty} a_1^i z_{t-i} + \sum_{i=0}^{\infty} a_1^i \varepsilon_{t-i}$$

Esta función permite obtener la respuesta de y_t a la intervención. Para el periodo t , el impacto de z_t sobre y_t es dado por la magnitud del coeficiente c_0 . La forma más simple de obtener las restantes respuestas al impulso de la intervención es reconocer que $\partial y_t / \partial z_{t-i} = \partial y_{t+i} / \partial z_t$ y que $z_{t+i} = z_t = 1$ para todo $i > 0$.

Diferenciando parcialmente a y_t con respecto a z_{t-1} y actualizando un periodo se tiene que

$$\partial y_{t+1} / \partial z_t = c_0 + c_0 a_1$$

La presencia del término c_0 refleja el impacto directo de z_{t+1} sobre y_{t+1} y el segundo término $c_0 a_1$ refleja el efecto de z_t sobre y_t ($=c_0$) multiplicado por el efecto de y_t sobre y_{t+1} ($=a_1$). Continuando de esta forma, y dado que $z_{t+1} = z_{t+2} = \dots = 1$, se puede obtener la función de respuesta al impulso completa como

$$\partial y_{t+j} / \partial z_t = c_0 [1 + a_1 + \dots + a_1^j]$$

Tomando límite a medida que $j \rightarrow \infty$, se puede reafirmar que el impacto de largo plazo es dado por $\frac{c_0}{(1-a_1)}$. Si se asume que $0 < a_1 < 1$, el valor absoluto de la magnitud de los impactos es una función creciente de j . Si $-1 < a_1 < 0$, la intervención tiene un efecto oscilante sobre y_t ; después del salto inicial de c_0 , los valores sucesivos de y_t oscilan hacia el nivel de largo plazo de $\frac{c_0}{(1-a_1)}$.

Hay extensiones importantes al modelo de intervención presentado aquí. De hecho, el modelo no necesariamente es un proceso autorregresivo de primer orden. Un modelo de intervención más general ARMA(p,q) puede ser planteado y tiene la forma

$$y_t = a_0 + A(L)y_{t-1} + c_0z_t + B(L)\mathcal{E}_t$$

donde $A(L) = (a_1L^0 - a_2L^1 - \dots - a_pL^{p-1})$ y $B(L) = (1 + \beta_1L + \beta_2L^2 + \dots + \beta_qL^q)$ son polinomios en el operador rezago.

También, la intervención no necesariamente es una variable dummy de cambio de nivel que toma el valor de cero (0) antes de $t = k$ y de uno (1) a partir de $t = k$. Hay otras posibles formas de modelar la función de intervención:

Función impulso. La función z_t es cero (0) para todos los periodos, excepto en un periodo particular en el cual z_t toma el valor de uno (1). Esta función impulso caracteriza mejor una intervención puramente temporal. De hecho, los efectos del impulso único pueden durar muchos períodos debido a la naturaleza autorregresiva de la serie y_t .

Función que cambia gradualmente. Una intervención puede no alcanzar su completa fuerza inmediatamente. La función z_t puede ser 0,25 en $t = k$, 0,5 en $t = k + 1$, 0,75 en $t = k + 2$, y 1 en $t = k + 3$ y en todos los subsecuentes periodos.

Función de impulso prolongado. Más que un impulso único, la intervención puede permanecer para uno o más periodos y luego comienza a decaer. La función z_t puede ser 1 en $t = k$, 0,75 en $t = k + 1$, 0,5 en $t = k + 2$, y 0,25 en $t = k + 3$, y cero (0,0) en todos los subsecuentes periodos.

También se puede tener que la intervención puede afectar a la variable de interés con un retraso. Suponga que pasan hasta d periodos para que z_t comience a tener cualquier efecto sobre la serie de interés. Es posible capturar este comportamiento con un modelo de la forma

$$y_t = a_0 + A(L)y_{t-1} + c_0z_{t-d} + B(L)\mathcal{E}_t$$

Con frecuencia, la forma de la función de intervención y el factor de rezago d son claros a partir de un razonamiento a priori. Cuando exista ambigüedad, se estiman las alternativas plausibles y luego se utilizan los criterios estándar de selección de modelos de Box-Jenkins para elegir el modelo más apropiado.

El modelo autorregresivo de rezagos distribuidos y la función transferencia

Una extensión natural del modelo de intervención es asumir que z_t no es una variable dummy determinística. Así, se puede plantear la siguiente generalización del modelo de intervención

$$y_t = a_0 + A(L)y_{t-1} + C(L)z_t + B(L)\mathcal{E}_t$$

En un típico análisis de función transferencia, se recolectan datos de la variable endógena y_t y de la variable exógena z_t . El objetivo es estimar el parámetro a_0 y los parámetros de los



polinomios $A(L)$, $B(L)$ y $C(L)$. En este sentido, se asume que la variable de intervención es cualquier proceso estacionario exógeno. El modelo es llamado de rezagos distribuidos porque éste distribuye los efectos de z_t sobre y_t a través de varios periodos. El polinomio $C(L)$ es llamado la función transferencia porque muestra como un movimiento en la variable exógena z_t afecta la senda temporal de (es decir, es transferido a) la variable endógena y_t . Los coeficientes de $C(L)$, denotados por c_i , son llamados los pesos de la función transferencia.

Es crítico notar que el análisis de la función transferencia asume que z_t es un proceso exógeno que evoluciona independientemente de y_t . Se asume que las innovaciones (o perturbaciones o términos de shock) en y_t no tienen efecto sobre z_t , así que $Ez_t \varepsilon_{t-s} = 0$ para todos los valores de s y de t . Dado que z_t puede ser observado y no está correlacionado con las innovaciones contemporáneas en y_t (esto es las perturbaciones ε_t), los valores contemporáneos y rezagados de z_t son variables explicativas para y_t . Sea $C(L) = c_0 + c_1L + c_2L^2 + \dots$. Si $c_0 = 0$, entonces los valores contemporáneos de z_t no afectan directamente a y_t . Como tal, z_t es llamado un indicador líder ya que las predicciones de y_{t+1} pueden ser hechas en el periodo t usando z_t, z_{t-1}, \dots sin la necesidad de predecir z_{t+1} .

En este punto, no se tiene especial interés sobre los coeficientes de $B(L)$. Si $B(L)\varepsilon_t = \varepsilon_t$, entonces el modelo puede ser reescrito como

$$y_t = a_0 + A(L)y_{t-1} + C(L)z_t + \varepsilon_t$$

Dado que este último modelo no contiene términos de promedio móvil (parte MA), este es llamado modelo de autorregresivo de rezagos distribuidos. Al contrario del modelo de intervención pura, en el modelo autorregresivo de rezagos distribuidos no hay periodo de pre-intervención versus periodo de post-intervención, por lo tanto, no se puede estimar modelo autorregresivo de rezagos distribuidos de la misma forma usada para estimar un modelo de intervención pura. Para detalles de la estimación del modelo autorregresivo de rezagos distribuidos ver Enders (2014), páginas 269 - 277.

Hay dos dificultades importantes al momento de ajustar una función transferencia. El primero está relacionado con el objetivo de ajustar un modelo parsimonioso. Obviamente, un modelo parsimonioso es preferible a un modelo sobre parametrizado. En las muestras relativamente pequeñas usualmente encontradas en datos económicos, estimar un modelo no restringido puede limitar los grados de libertad de tal forma que los pronósticos no sean útiles. Además, la inclusión de muchos coeficientes insignificantes añadiría variabilidad a los pronósticos del modelo.

El segundo problema tiene que ver con el supuesto de que no hay feedback de y_t a z_t . Para que los coeficientes de $C(L)$ sean estimadores insesgados del impacto de z_t sobre y_t , z_t no debe estar correlacionada con ε_t en todos los rezagos y adelantos. Aunque ciertos modelos económicos pueden plantear que las variables de política (tales como oferta monetaria y el gasto del gobierno) son exógenas, puede haber feedback de tal forma que las variables de política se configuren con referencia específica al estado de otras variables en el sistema.



La necesidad de restringir la forma de la función transferencia y el problema del feedback o causalidad inversa, llevó a Sims (1980) a proponer una estrategia de estimación no estructural.

Vectores autorregresivos (VAR)

Cuando no hay seguridad que la variable z_t es exógena, una extensión natural del análisis de función transferencia es tratar a cada variable simétricamente. En el caso de dos variables, se puede plantear que y_t es afectada por las realizaciones pasadas y contemporáneas de z_t y que z_t puede ser afectada por las realizaciones pasadas y contemporáneas de y_t . Así, se podría considerar el siguiente sistema bivariado:

$$y_t = b_{10} - b_{12}z_t + \gamma_{11}y_{t-1} + \gamma_{12}z_{t-1} + \varepsilon_{yt}$$

$$z_t = b_{20} - b_{21}y_t + \gamma_{21}y_{t-1} + \gamma_{22}z_{t-1} + \varepsilon_{zt}$$

donde se supone que y_t y z_t son estacionarias, que ε_{yt} y ε_{zt} son perturbaciones ruido blanco con desviaciones estándar σ_y y σ_z , respectivamente, y que ε_{yt} y ε_{zt} no están correlacionadas.

Las anteriores ecuaciones constituyen un vector autorregresivo (VAR) estructural o sistema primitivo de primer orden porque el mayor rezago es uno. Este VAR bivariado de primer orden es útil para ilustrar los sistemas multivariados de alto orden.

La estructura del sistema incorpora feedback porque y_t y z_t se afectan mutuamente. Por ejemplo, $-b_{12}$ es el efecto contemporáneo del cambio en una unidad de z_t sobre y_t , y γ_{12} es el efecto del cambio en una unidad de z_{t-1} sobre y_t . Lo términos ε_{yt} y ε_{zt} son innovaciones puras o choques en y_t y z_t , respectivamente. De hecho, si b_{21} no es igual a cero, entonces ε_{yt} tiene un efecto contemporáneo indirecto sobre z_t ; y si b_{12} no es igual a cero, entonces ε_{zt} tiene un efecto contemporáneo indirecto sobre y_t .

El modelo planteado no puede ser estimado por el método de mínimos cuadrados ordinarios dado que y_t tiene un efecto contemporáneo sobre z_t , y z_t tiene un efecto contemporáneo sobre y_t .

Usando el álgebra matricial, se puede reescribir el sistema en una forma compacta:

$$\begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{t-1} \\ z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_{yt} \\ \varepsilon_{zt} \end{bmatrix}$$

o

$$Bx_t = \Gamma_0 + \Gamma_1x_{t-1} + \varepsilon_t$$



donde

$$B = \begin{bmatrix} 1 & b_{12} \\ b_{21} & 1 \end{bmatrix}, \quad x_t = \begin{bmatrix} y_t \\ z_t \end{bmatrix}, \quad \Gamma_0 = \begin{bmatrix} b_{10} \\ b_{20} \end{bmatrix}, \quad \Gamma_1 = \begin{bmatrix} \gamma_{11} & \gamma_{12} \\ \gamma_{21} & \gamma_{22} \end{bmatrix}, \quad \mathcal{E}_t = \begin{bmatrix} \mathcal{E}_{yt} \\ \mathcal{E}_{zt} \end{bmatrix}.$$

Pre multiplicando por B^{-1} se tiene un modelo VAR en la forma estándar

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + e_t$$

donde $A_0 = B^{-1}\Gamma_0$, $A_1 = B^{-1}\Gamma_1$, y $e_t = B^{-1}\mathcal{E}_t$.

Si se define a_{i0} como el elemento i del vector A_0 , a_{ij} como el elemento en la fila i y la columna j de la matriz A_1 , y e_{it} como el elemento i del vector e_t , entonces el modelo Var estándar se puede reescribir así:

$$y_t = a_{10} + a_{11}y_{t-1} + a_{12}z_{t-1} + e_{1t}$$

$$z_t = a_{20} + a_{21}y_{t-1} + a_{22}z_{t-1} + e_{2t}$$

Es importante notar que los términos de error (es decir, e_{1t} y e_{2t}) están compuestos por los dos choques \mathcal{E}_{yt} y \mathcal{E}_{zt} . Dado que $e_t = B^{-1}\mathcal{E}_t$, se pueden calcular e_{1t} y e_{2t} como

$$e_{1t} = (\mathcal{E}_{yt} - b_{12}\mathcal{E}_{zt})/(1 - b_{12}b_{21})$$

$$e_{2t} = (\mathcal{E}_{zt} - b_{21}\mathcal{E}_{yt})/(1 - b_{12}b_{21})$$

Dado que los choques \mathcal{E}_{yt} y \mathcal{E}_{zt} son procesos ruido blanco, se tiene que tanto e_{1t} y e_{2t} tienen media cero y varianzas constantes y son individualmente no correlacionado.

Es útil definir la matriz de varianzas y covarianzas de e_{1t} y e_{2t} como

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \text{Var}(e_{1t}) & \text{Cov}(e_{1t}, e_{2t}) \\ \text{Cov}(e_{1t}, e_{2t}) & \text{Var}(e_{2t}) \end{bmatrix}$$

Dado que todos los elementos de Σ son independientes del tiempo, se puede usar la forma más compacta

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 \end{bmatrix}$$

donde $\text{Var}(e_{it}) = \sigma_i^2$ y $\text{Cov}(e_{1t}, e_{2t}) = \sigma_{12} = \sigma_{21}$.

En el modelo autorregresivo de primer orden $y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$, la condición de estabilidad es que a_1 sea menor que la unidad en valor absoluto. Hay una analogía directa entre esta condición de estabilidad y la matriz A_1 en el VAR estándar de primer orden.

El VAR estándar de primer orden que involucra y_t y z_t puede ser transformado en una ecuación en diferencia estocástica de segundo orden para y_t . La cual se puede resolver para y_t , así:

$$y_t = (a_{10}(1 - a_{22}) + a_{12}a_{20} + (1 + a_{22}L)e_{1t} + a_{12}e_{2t-1}) / ((1 - a_{11}L)(1 - a_{22}L) - a_{12}a_{21}L^2)$$

De la misma forma, se puede ver que la solución para z_t es

$$z_t = (a_{20}(1 - a_{11}) + a_{21}a_{10} + (1 + a_{11}L)e_{2t} + a_{21}e_{1t-1}) / ((1 - a_{11}L)(1 - a_{22}L) - a_{12}a_{21}L^2)$$

Estas dos ecuaciones tienen la misma ecuación característica. La convergencia requiere que las raíces del polinomio $((1 - a_{11}L)(1 - a_{22}L) - a_{12}a_{21}L^2)$ estén fuera del círculo unitario. Como en cualquier ecuación en diferencia de segundo orden, las raíces pueden ser reales o complejas y puede ser convergente o divergente. Siempre que a_{12} y a_{21} no sean iguales a cero, las soluciones para y_t y z_t tienen las mismas raíces características. Por lo tanto, ambas y_t y z_t muestran sendas similares.

Estimación e identificación del VAR

Un objetivo explícito del enfoque Box-Jenkins es proveer una metodología que permita estimar modelos parsimoniosos. Si se considera la generalización multivariada de un proceso autorregresivo:

$$x_t = A_0 + A_1 x_{t-1} + A_2 x_{t-2} + \dots + A_p x_{t-p} + e_t$$

donde x_t es un vector de $n \times 1$ que contiene cada una de las n variables incluidas en el VAR, A_0 es un vector de $n \times 1$ que contiene los términos de intercepto, A_i es una matriz de $n \times n$ que contiene coeficientes, y e_t es un vector de $n \times 1$ que contiene los términos de error.

Las variables incluidas en el VAR son seleccionadas de acuerdo con el modelo económico relevante. La matriz A_0 contiene n parámetros, y cada matriz A_i contiene n^2 parámetros; por lo tanto, $n + pn^2$ coeficientes tienen que ser estimados. Incuestionablemente, un VAR será sobreparametrizado en el sentido que muchos de esos coeficientes estimados serán no significativos. Sin embargo, el objetivo es encontrar las interrelaciones importantes entre las variables. Además, es probable que los regresores sean altamente colineales y las pruebas t sobre los coeficientes individuales no sean confiables.

Hay un aspecto importante y es que las variables en el VAR deben ser estacionarias. Sims (1980) y Sims, Stock y Watson (1990) recomiendan diferencias si las variables contienen



una raíz unitaria. Ellos argumentan que el objetivo de un análisis VAR es determinar las interrelaciones entre las variables, no determinar los parámetros estimados.

MODELOS DE INSUMO PRODUCTO

Los modelos de insumo producto proporcionan una gran cantidad de detalles sobre las transacciones económicas que tienen lugar dentro de una economía local y ofrecen cierta comprensión de cómo se transmiten los impactos que se originan en un sector a toda la economía.

En un modelo de insumo producto, cada industria en la economía local depende de las demás industrias. Las ventas de las empresas se dividen en consumos intermedios y usos finales. Las funciones de producción para cada industria son lineales y homogéneas, por lo que no se permiten economías y deseconomías de escala y los insumos se deben usar en proporciones fijas. Los precios y salarios se asumen constantes y no existen restricciones de suministro. Con estos supuestos se puede representar matemáticamente una estructura típica de insumo producto como:

$$\sum_{j=1}^s X_{ij} + \sum_{f=1}^t Y_{if} + e_i = X_i \quad (i = 1, 2, \dots, s)$$

donde

X_{ij} son las ventas de la industria regional i a la industria regional j

Y_{if} son las ventas de la industria i al sector de demanda final regional f

e_i son las exportaciones de la industria regional i

X_i son las ventas totales de la industria regional i

s es el número de industria

t es el número de sectores de demanda final excluyendo exportaciones.

El lado de los insumos del modelo es representado por:

$$\sum_{i=1}^s X_{ij} + \sum_{p=1}^t V_{pj} + m_j = X_j \quad (j = 1, 2, \dots, s)$$

con

X_j es la producción total en la industria regional j



V_{pj} es el valor agregado por el sector de pagos final p en la industria regional j

m_j son las importaciones de la industria regional j

Dado que se asume que los coeficientes de las funciones de producción son fijos, cada insumo debe ser comprado en proporciones fijas a otros insumos para producir una unidad de producto. El coeficiente que especifica el monto de insumo i necesario para producir una unidad de j es denotado por a_{ij} y es obtenido por

$$a_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_j}$$

Sustituyendo el anterior coeficiente ($a_{ij}X_j = X_{ij}$) en la ecuación del lado de los insumos del modelo, se puede representar el sistema insumo producto en notación matricial así:

$$AX + Y + E = X$$

donde los elementos del vector Y son:

$$Y_i = \sum_{f=1}^t Y_{if}$$

Al resolver este sistema para X se tiene

$$B(Y + E) = X$$

donde B es igual a $(I - A)^{-1}$, y b_{ij} , un elemento de la matriz B, representa las compras directas e indirectas de la industria i desde industria j para producir una unidad adicional de demanda final.

La derivación de los multiplicadores es un ejercicio bastante sencillo dentro de esta estructura. Un cambio en la demanda para exportaciones (E^*) conduciría a un cambio en el producto total de BE^* . Los cambios en el ingreso pueden ser derivados multiplicando los b_{ij} por los coeficientes que representan el valor agregado por unidad de producto, esto es,

$$k_j = \sum_i b_{ij} * V_i$$

donde k_j es el multiplicador y V_i es el valor agregado por unidad de producto en la industria i. Los multiplicadores para el empleo pueden ser derivados sustituyendo el empleo por valor agregado en la anterior ecuación, esto es,



$$k_j = \sum_i b_{ij} * Empleo_i$$

Frecuentemente, el vector de demanda final de los hogares es incluido en la matriz A para mostrar el impacto adicional de cambios en el ingreso sobre el producto final. Cuando esta matriz aumentada es usada, los elementos de la correspondiente matriz inversa B* representan las compras directas, indirectas e inducidas de la industria i desde la industria j requeridas para satisfacer una unidad adicional de demanda final.

Dados los supuestos usados para desarrollar el modelo insumo producto, esos modelos son solo apropiados para analizar problemas de corto plazo. A medida que el horizonte temporal se expande, la posibilidad de sustitución de insumos, de cambios tecnológicos, etc., podría requerir una revisión de la estructura insumo producto y una reestimación de los coeficientes técnicos.

En el modelo de insumo producto, el análisis de impacto económico es modelado por funciones de producción lineales para cada industria. Cualquier cambio que sea introducido en el sistema debe ser consecuentemente causa de un incremento o decrecimiento equiproporcional en los niveles de recursos en uso. La linealidad también implica la ausencia de economías de escala, lo cual es contrario a un argumento teórico importante para la existencia de las ciudades: las economías de aglomeración y urbanización.

Los coeficientes técnicos de la matriz de transacciones inter industriales se asumen constantes, lo cual hace difícil representar en el sistema los cambios tecnológicos y los ajustes de productividad. Si esos coeficientes son tomados como la razón del valor de las transacciones sobre el producto total, entonces los precios relativos y los salarios se deben asumir constantes, o los cambios en los patrones comerciales (sustitución entre insumos) resultarán en coeficientes modificados.

Los modelos de insumo producto usualmente son estáticos dado que las características dinámicas son difíciles de incorporar en el modelo. Las relaciones comportamentales complejas que definen la formación de capital por las empresas y que definen las compras de vivienda por los consumidores son típicamente calculadas fuera del modelo y los valores pronosticados son introducidos como componentes exógenos de la demanda final. Los componentes exógenos pueden ser incluidos como parte de un análisis de impacto incorporando esas columnas de demanda final dentro de la matriz de transacciones inter industrias y tomar la inversa de la matriz aumentada.

El modelo de insumo producto es utilizado usualmente para estimar los impactos de las inversiones o políticas sobre la cadena de valor de productos o industrias específicas.



Esquema 2. Matriz insumo-producto con tres sectores productivos

		Insumo/Consumo intermedio			Consumo intermedio total	Demanda final				Demanda total
		Sector primario	Sector secundario	Sector terciario		Consumo privado	Inversión privada	Exportaciones	Gasto público	
Producto	Sector primario	CI ₁₁	CI ₁₂	CI ₁₃	CI ₁	C ₁	I ₁	X ₁	G ₁	DT ₁
	Sector secundario	CI ₂₁	CI ₂₂	CI ₂₃	CI ₂	C ₂	I ₂	X ₂	G ₂	DT ₂
	Sector terciario	CI ₃₁	CI ₃₂	CI ₃₃	CI ₃	C ₃	I ₃	X ₃	G ₃	DT ₃
Consumo intermedio total		CI _{·1}	CI _{·2}	CI _{·3}	CI	C	I	X	G	DT
Importaciones		M ₁	M ₂	M ₃	M					
Impuestos		T ₁	T ₂	T ₃	T					
Valor agregado		VA ₁	VA ₂	VA ₃	VA					
Producción total		PT ₁	PT ₂	PT ₃	PT					
PIB		PIB ₁	PIB ₂	PIB ₃	PIB					

Fuente: Elaboración propia.

De esta matriz insumo-producto se tiene que

$$CI_{11} + CI_{12} + CI_{13} + C_1 + I_1 + X_1 + G_1 = DT_1$$

$$CI_{21} + CI_{22} + CI_{23} + C_2 + I_2 + X_2 + G_2 = DT_2$$

$$CI_{31} + CI_{32} + CI_{33} + C_3 + I_3 + X_3 + G_3 = DT_3$$

Las anteriores ecuaciones se pueden reescribir de la siguiente manera:

$$\frac{CI_{11}DT_1}{DT_1} + \frac{CI_{12}DT_1}{DT_1} + \frac{CI_{13}DT_1}{DT_1} + C_1 + I_1 + X_1 + G_1 = DT_1$$

$$\frac{CI_{21}DT_2}{DT_2} + \frac{CI_{22}DT_2}{DT_2} + \frac{CI_{23}DT_2}{DT_2} + C_2 + I_2 + X_2 + G_2 = DT_2$$

$$\frac{CI_{31}DT_3}{DT_3} + \frac{CI_{32}DT_3}{DT_3} + \frac{CI_{33}DT_3}{DT_3} + C_3 + I_3 + X_3 + G_3 = DT_3$$

O sea,

$$ci_{11}DT_1 + ci_{12}DT_1 + ci_{13}DT_1 + C_1 + I_1 + X_1 + G_1 = DT_1$$

$$ci_{21}DT_2 + ci_{22}DT_2 + ci_{23}DT_2 + C_2 + I_2 + X_2 + G_2 = DT_2$$

$$ci_{31}DT_3 + ci_{32}DT_3 + ci_{33}DT_3 + C_3 + I_3 + X_3 + G_3 = DT_3$$

Matricialmente,

$$\begin{bmatrix} ci_{11} & ci_{12} & ci_{13} \\ ci_{21} & ci_{22} & ci_{23} \\ ci_{31} & ci_{32} & ci_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DT_1 \\ DT_2 \\ DT_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} C_1 & I_1 & X_1 \\ C_2 & I_2 & X_2 \\ C_3 & I_3 & X_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} DT_1 \\ DT_2 \\ DT_3 \end{bmatrix}$$

Despejando se tiene

$$\begin{bmatrix} C_1 & I_1 & X_1 \\ C_2 & I_2 & X_2 \\ C_3 & I_3 & X_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} DT_1 \\ DT_2 \\ DT_3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} ci_{11} & ci_{12} & ci_{13} \\ ci_{21} & ci_{22} & ci_{23} \\ ci_{31} & ci_{32} & ci_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DT_1 \\ DT_2 \\ DT_3 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} C_1 & I_1 & X_1 \\ C_2 & I_2 & X_2 \\ C_3 & I_3 & X_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} ci_{11} & ci_{12} & ci_{13} \\ ci_{21} & ci_{22} & ci_{23} \\ ci_{31} & ci_{32} & ci_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} DT_1 \\ DT_2 \\ DT_3 \end{bmatrix}$$

De forma compacta: $Z1 + G = (I-A)D \rightarrow (I-A)-1Z1 + (I-A)-1G = D$

Sea $M = (I-A)-1$, entonces

$MZ1 + MG = D$, es decir,

$$\begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1 & I_1 & X_1 \\ C_2 & I_2 & X_2 \\ C_3 & I_3 & X_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} DT_1 \\ DT_2 \\ DT_3 \end{bmatrix}$$

Si

$$\begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{13} \\ q_{21} & q_{22} & q_{23} \\ q_{31} & q_{32} & q_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} C_1 & I_1 & X_1 \\ C_2 & I_2 & X_2 \\ C_3 & I_3 & X_3 \end{bmatrix}$$

Se tiene que

$$\begin{bmatrix} q_{11} & q_{12} & q_{13} \\ q_{21} & q_{22} & q_{23} \\ q_{31} & q_{32} & q_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \\ G_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} DT_1 \\ DT_2 \\ DT_3 \end{bmatrix}$$

O lo que es lo mismo

$$q_{11} + q_{12} + q_{13} + m_{11}G_1 + m_{12}G_2 + m_{13}G_3 = DT_1$$

$$q_{21} + q_{22} + q_{23} + m_{21}G_1 + m_{22}G_2 + m_{23}G_3 = DT_2$$

$$q_{31} + q_{32} + q_{33} + m_{31}G_1 + m_{32}G_2 + m_{33}G_3 = DT_3$$



Lo anterior permite ver como un cambio en el gasto del gobierno en el sector secundario (por ejemplo, un choque en la inversión en infraestructura) afectara el producto total de todos los demás sectores económicos. En efecto, las derivadas parciales muestran esos efectos:

$$\frac{\partial DT_1}{\partial G_2} = m_{12}$$

$$\frac{\partial DT_2}{\partial G_2} = m_{22}$$

$$\frac{\partial DT_3}{\partial G_2} = m_{32}$$

Es decir, los multiplicadores m_{12} , m_{22} y m_{32} dan inmediatamente el impacto en los sectores primario, secundario y terciario, respectivamente. La suma de esos impactos ($m_{12} + m_{22} + m_{32}$) permite calcular el efecto multiplicador total sobre la economía, esto es, sobre la demanda total, y también sobre la producción total.

En general, los modelos insumo producto tienen limitaciones relacionadas con (1) la agregación en un producto promedio de numerosos productos, transformándolos en sustitutos perfectos e impidiendo el análisis de la cadena de valor intersectorial; (2) el supuesto de coeficientes técnicos fijos, lo cual invalida la posibilidad de que operen economías (o des-economías) de escala, y lo que impone el supuesto de que todas las firmas tienen la misma tecnología de producción y los mismos niveles de eficiencia; (3) la forma en que se tratan los bienes de capital, los que son considerados como componentes de la demanda final (meros productos) y no como factores primarios que podrían aportar productividad; y (4) la no actualización oportuna de las matrices de insumo producto lo que implica que se deben utilizar versiones que no alcanzan a representar la estructura de la economía que se está estudiando.

MODELOS DE EQUILIBRIO GENERAL APLICADO

Los modelos de equilibrio general aplicados (MEGA) permiten conocer los efectos directos e indirectos de choques macroeconómicos sobre una economía. Los MEGA se basan en las matrices de insumo producto ampliadas, conocidas como Matrices de Contabilidad Social (SAM).

De acuerdo con la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la Universidad Pablo de Olavide (UPO) de Sevilla, España, las SAM son tablas de datos donde se recogen las transacciones económicas en términos de flujos de rentas que permiten extraer información sobre los diferentes agentes económicos: productores, consumidores, administración pública y sector exterior, así como sobre el comportamiento de los factores productivos. Éstas son complementadas con matrices de insumo producto, lo que permite

ampliar y profundizar en las transacciones económicas entre todos los agentes de una determinada economía, mostrando las interacciones entre la estructura de producción, la distribución del ingreso y los patrones de consumo. De esta forma, se consigue modelar el efecto de un cambio en las variables exógenas sobre la estructura de producción. Disponer de una SAM para una economía permite determinar el impacto de determinados shocks exógenos sobre el resto de cuentas endógenas de la SAM4.

De acuerdo con Harguindeguy (2018), las SAM pueden ser consideradas como una extensión de las matrices insumo producto, con la excepción de que, además de incluir datos sobre ingresos y producción de los diferentes sectores, incluye también información sobre los ingresos y gastos de los principales actores de la economía, describiendo con mayor detalle todas las transacciones de la economía.

El objetivo de las SAM es representar las transferencias entre los actores de la economía y la interacción entre producción, ingresos, consumo y acumulación de capital. La representación de los hogares hace de las SAM unas matrices con enfoque social, lo cual habilita un análisis que involucra a todos los agentes y sectores de la economía, siendo un insumo fundamental para los MEGA.

⁴ <https://www.upo.es/upotec/catalogo/consultoria-gestion-y-servicios-empresariales/estimacion-del-impacto-economico-de-grandes-proyec/>



ANEXO 2. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS DE DICKEY-FULLER PARA CADA UNA DE LAS VARIABLES

```
. dfuller pib_bog_des, regress
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 55

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-0.954	-3.573	-2.926	-2.598

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.7696

D. pib_bog_des	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pib_bog_des L1.	-.0069661	.0073009	-0.95	0.344	-.0216099	.0076776
_cons	.7288645	.3308878	2.20	0.032	.0651876	1.392541

```
. dfuller D.pib_bog_des, regress
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 54

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-10.005	-3.574	-2.927	-2.598

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

D2. pib_bog_des	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pib_bog_des LD.	-1.316313	.1315624	-10.01	0.000	-1.580313	-1.052314
_cons	.5453993	.0719003	7.59	0.000	.4011208	.6896778

```
. dfuller pib_col_des, regress
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 55

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-1.399	-3.573	-2.926	-2.598

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.5826

D. pib_col_des	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pib_col_des L1.	-.008283	.0059195	-1.40	0.168	-.020156	.00359
_cons	3.053389	1.038548	2.94	0.005	.9703257	5.136452

```
. dfuller D.pib_col_des, regress
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 54

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-5.981	-3.574	-2.927	-2.598

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

D2. pib_col_des	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
pib_col_des LD.	-.815644	.1363819	-5.98	0.000	-1.089314	-.5419736
_cons	1.308478	.2751915	4.75	0.000	.7562659	1.86069

```
. dfuller ied_corr, regress
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 55

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-7.700	-3.573	-2.926	-2.598

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

D.ied_corr	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ied_corr L1.	-1.057532	.1373394	-7.70	0.000	-1.333	-.7820638
_cons	452.917	64.02582	7.07	0.000	324.4974	581.3365

```
. dfuller imp_bns_k, regress
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 55

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller			
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value	
Z(t)	-1075.819	-3.573	-2.926	-2.598

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

D.imp_bns_k	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
imp_bns_k L1.	-1.001393	.0009308	-1075.82	0.000	-1.00326	-.9995256
_cons	2.225332	.0934048	23.82	0.000	2.037986	2.412679

```
. dfuller imp, regress
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 55

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-1.637	-3.573	-2.598

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.4636

D.imp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
imp					
L1.	-.0595738	.036381	-1.64	0.107	-.1325449 .0133972
_cons	.4060861	.1994026	2.04	0.047	.0061351 .806037

```
. dfuller D2.imp, regress
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 54

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-8.196	-3.574	-2.598

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

D2.imp	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
imp					
LD.	-1.136051	.1386162	-8.20	0.000	-1.414205 -.8578976
_cons	.1036915	.0730382	1.42	0.162	-.0428705 .2502534

```
. dfuller inv_inf_des, regress
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 55

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-5.006	-3.573	-2.926

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

D.	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
inv_inf_des						
L1.	-.6366507	.1271814	-5.01	0.000	-.8917442	-.3815571
_cons	81.40733	19.83726	4.10	0.000	41.61883	121.1958

```
. dfuller export, regress
```

Dickey-Fuller test for unit root Number of obs = 55

Test Statistic	Interpolated Dickey-Fuller		
	1% Critical Value	5% Critical Value	10% Critical Value
Z(t)	-7.558	-3.573	-2.926

MacKinnon approximate p-value for Z(t) = 0.0000

D.export	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
export						
L1.	-1.03738	.1372638	-7.56	0.000	-1.312697	-.7620639
_cons	40771.9	27828.34	1.47	0.149	-15044.68	96588.49

ANEXO 3. ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DEL VAR CON CINCO REZAGOS

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
D_pib_bog_des						
pib_bog_des						
LD.	-1.045609	.169659	-6.16	0.000	-1.378134	-.7130831
L2D.	-1.067506	.269791	-3.96	0.000	-1.596286	-.5387251
L3D.	-1.009437	.3326746	-3.03	0.002	-1.661467	-.3574065
L4D.	-.7862608	.3188692	-2.47	0.014	-1.411233	-.1612886
L5D.	-.3007598	.2357277	-1.28	0.202	-.7627775	.161258
pib_col_des						
LD.	.1782095	.0599747	2.97	0.003	.0606613	.2957577
L2D.	.2162252	.058485	3.70	0.000	.1015966	.3308538
L3D.	.1253392	.0708517	1.77	0.077	-.0135276	.2642059
L4D.	.0336652	.0604939	0.56	0.578	-.0849007	.1522312
L5D.	.0903931	.0659512	1.37	0.170	-.0388688	.219655
ied_corr						
L1.	.0005639	.0002907	1.94	0.052	-5.79e-06	.0011336
L2.	.0005491	.000271	2.03	0.043	.000018	.0010801
L3.	.0002814	.0003309	0.85	0.395	-.0003671	.0009299
L4.	-.0000207	.0002857	-0.07	0.942	-.0005807	.0005393
L5.	.0003967	.0002623	1.51	0.130	-.0001174	.0009108
imp_bns_k						
L1.	.3454582	.2961263	1.17	0.243	-.2349388	.9258551
L2.	-.1657465	.3897272	-0.43	0.671	-.9295977	.5981048
L3.	-.0860483	.3548929	-0.24	0.808	-.7816257	.609529
L4.	.682211	.4091321	1.67	0.095	-.1196731	1.484095
L5.	-.7886046	.3257723	-2.42	0.015	-1.427107	-.1501025
imp						
LD.	-.2176835	.2309774	-0.94	0.346	-.6703909	.235024
L2D.	-.0165484	.2155221	-0.08	0.939	-.438964	.4058671
L3D.	.2970702	.2492212	1.19	0.233	-.1913943	.7855348
L4D.	-.2322639	.2270316	-1.02	0.306	-.6772376	.2127099
L5D.	.0377699	.1382737	0.27	0.785	-.2332416	.3087814
inv_inf_des						
L1.	-.0007417	.0005107	-1.45	0.146	-.0017427	.0002594
L2.	-.0004351	.0005278	-0.82	0.410	-.0014696	.0005994
L3.	.0001093	.0006965	0.16	0.875	-.0012559	.0014745
L4.	-.0002555	.0005898	-0.43	0.665	-.0014116	.0009005
L5.	-.0006114	.0006283	-0.97	0.331	-.0018429	.0006202
export						
L1.	-3.45e-07	3.39e-07	-1.02	0.310	-1.01e-06	3.20e-07
L2.	1.38e-07	2.76e-07	0.50	0.617	-4.03e-07	6.79e-07
L3.	-7.85e-07	2.78e-07	-2.82	0.005	-1.33e-06	-2.40e-07
L4.	-1.87e-07	2.57e-07	-0.73	0.466	-6.91e-07	3.16e-07
L5.	3.44e-07	2.92e-07	1.18	0.239	-2.29e-07	9.17e-07
_cons	.6391648	.3284129	1.95	0.052	-.0045126	1.282842

Efectos de los choques de inversión en infraestructura sobre la economía ■
 bogotana

D_pib_col_des							
pib_bog_des							
LD.	-.1171578	.5462338	-0.21	0.830	-1.187756	.9534408	
L2D.	-.1801801	.8686184	-0.21	0.836	-1.882641	1.522281	
L3D.	-1.158079	1.071078	-1.08	0.280	-3.257353	.9411962	
L4D.	-1.916682	1.026631	-1.87	0.062	-3.928841	.0954772	
L5D.	-1.823868	.7589482	-2.40	0.016	-3.311379	-.3363565	
pib_col_des							
LD.	.2385935	.1930943	1.24	0.217	-.1398643	.6170513	
L2D.	.5557827	.1882983	2.95	0.003	.1867248	.9248406	
L3D.	.4444729	.2281139	1.95	0.051	-.0026222	.891568	
L4D.	-.1994888	.1947661	-1.02	0.306	-.5812233	.1822458	
L5D.	-.1064432	.2123362	-0.50	0.616	-.5226145	.3097282	
ied_corr							
L1.	.001208	.0009358	1.29	0.197	-.0006261	.0030422	
L2.	.0013572	.0008724	1.56	0.120	-.0003527	.0030671	
L3.	.0022316	.0010653	2.09	0.036	.0001437	.0043195	
L4.	-.0011456	.0009199	-1.25	0.213	-.0029485	.0006573	
L5.	.0017516	.0008445	2.07	0.038	.0000964	.0034068	
imp_bns_k							
L1.	1.080321	.9534077	1.13	0.257	-.7883238	2.948966	
L2.	-1.520574	1.254765	-1.21	0.226	-3.979867	.93872	
L3.	-3.789506	1.142612	-3.32	0.001	-6.028985	-1.550027	
L4.	3.73543	1.317241	2.84	0.005	1.153686	6.317175	
L5.	.4675779	1.048856	0.45	0.656	-1.588142	2.523298	
imp							
LD.	-1.409973	.7436544	-1.90	0.058	-2.867509	.0475625	
L2D.	-.5828084	.6938944	-0.84	0.401	-1.942816	.7771996	
L3D.	2.777295	.8023919	3.46	0.001	1.204636	4.349955	
L4D.	1.010466	.7309504	1.38	0.167	-.4221702	2.443103	
L5D.	.737231	.4451857	1.66	0.098	-.1353169	1.609779	
inv_inf_des							
L1.	-.0035418	.0016444	-2.15	0.031	-.0067648	-.0003189	
L2.	.0040902	.0016993	2.41	0.016	.0007596	.0074209	
L3.	.0012387	.0022426	0.55	0.581	-.0031566	.0056341	
L4.	-.0031549	.001899	-1.66	0.097	-.0068769	.0005671	
L5.	.0018174	.002023	0.90	0.369	-.0021477	.0057824	
export							
L1.	6.19e-07	1.09e-06	0.57	0.571	-1.52e-06	2.76e-06	
L2.	1.64e-07	8.89e-07	0.18	0.853	-1.58e-06	1.91e-06	
L3.	-1.86e-06	8.96e-07	-2.08	0.038	-3.62e-06	-1.08e-07	
L4.	-1.89e-06	8.27e-07	-2.29	0.022	-3.52e-06	-2.72e-07	
L5.	1.06e-06	9.41e-07	1.12	0.262	-7.89e-07	2.90e-06	
_cons	-.0545097	1.057357	-0.05	0.959	-2.126892	2.017872	

ied_corr						
pib_bog_des						
LD.	314.2382	89.48398	3.51	0.000	138.8529	489.6236
L2D.	602.1298	142.297	4.23	0.000	323.2328	881.0268
L3D.	638.0492	175.464	3.64	0.000	294.1461	981.9522
L4D.	368.2306	168.1826	2.19	0.029	38.59881	697.8623
L5D.	180.7398	124.3308	1.45	0.146	-62.94419	424.4238
pib_col_des						
LD.	-49.64015	31.63269	-1.57	0.117	-111.6391	12.35878
L2D.	-94.33726	30.84701	-3.06	0.002	-154.7963	-33.87822
L3D.	-157.2362	37.36961	-4.21	0.000	-230.4792	-83.99307
L4D.	-88.64507	31.90657	-2.78	0.005	-151.1808	-26.10935
L5D.	-1.448257	34.78491	-0.04	0.967	-69.62542	66.72891
ied_corr						
L1.	-.3080938	.1533039	-2.01	0.044	-.6085639	-.0076236
L2.	-.1643618	.1429191	-1.15	0.250	-.444478	.1157545
L3.	-.1667267	.174514	-0.96	0.339	-.5087679	.1753145
L4.	-.1127719	.1506908	-0.75	0.454	-.4081204	.1825767
L5.	.1672412	.1383447	1.21	0.227	-.1039093	.4383918
imp_bns_k						
L1.	-414.1118	156.1872	-2.65	0.008	-720.233	-107.9905
L2.	-77.8622	205.5555	-0.38	0.705	-480.7435	325.0191
L3.	519.6914	187.1827	2.78	0.005	152.8201	886.5627
L4.	339.1375	215.7903	1.57	0.116	-83.8037	762.0786
L5.	-356.9112	171.8235	-2.08	0.038	-693.679	-20.14334
imp						
LD.	369.4457	121.8254	3.03	0.002	130.6722	608.2191
L2D.	448.6292	113.6737	3.95	0.000	225.8327	671.4256
L3D.	273.9557	131.4478	2.08	0.037	16.32276	531.5886
L4D.	-181.2398	119.7442	-1.51	0.130	-415.9342	53.45459
L5D.	-165.1825	72.93029	-2.26	0.024	-308.1232	-22.24177
inv_inf_des						
L1.	.3550446	.2693855	1.32	0.188	-.1729414	.8830305
L2.	.1041564	.2783871	0.37	0.708	-.4414722	.649785
L3.	.3809783	.3673745	1.04	0.300	-.3390626	1.101019
L4.	-.865649	.3110932	-2.78	0.005	-1.47538	-.2559175
L5.	-.9325325	.3314132	-2.81	0.005	-1.582091	-.2829745
export						
L1.	.0002023	.0001789	1.13	0.258	-.0001483	.000553
L2.	.000396	.0001456	2.72	0.007	.0001106	.0006813
L3.	.0001732	.0001468	1.18	0.238	-.0001145	.0004609
L4.	-.0000693	.0001355	-0.51	0.609	-.0003349	.0001963
L5.	.0000357	.0001542	0.23	0.817	-.0002665	.000338
_cons						
	464.8932	173.2162	2.68	0.007	125.3957	804.3907

imp_bns_k							
pib_bog_des							
LD.	.0497107	.1087158	0.46	0.647	-.1633684	.2627897	
L2D.	.1759946	.1728793	1.02	0.309	-.1628426	.5148319	
L3D.	.1818285	.2131745	0.85	0.394	-.2359858	.5996429	
L4D.	.0279837	.2043282	0.14	0.891	-.3724921	.4284596	
L5D.	.0434099	.1510519	0.29	0.774	-.2526464	.3394662	
pib_col_des							
LD.	-.054454	.0384312	-1.42	0.157	-.1297777	.0208697	
L2D.	-.0151655	.0374766	-0.40	0.686	-.0886183	.0582873	
L3D.	-.0902438	.045401	-1.99	0.047	-.1792282	-.0012593	
L4D.	.0067526	.0387639	0.17	0.862	-.0692233	.0827284	
L5D.	-.1035538	.0422608	-2.45	0.014	-.1863836	-.0207241	
ied_corr							
L1.	-.0006971	.0001863	-3.74	0.000	-.0010622	-.0003321	
L2.	.0001684	.0001736	0.97	0.332	-.0001719	.0005088	
L3.	-.0004635	.000212	-2.19	0.029	-.0008791	-.000048	
L4.	.0005281	.0001831	2.88	0.004	.0001693	.0008869	
L5.	-.0000291	.0001681	-0.17	0.862	-.0003586	.0003003	
imp_bns_k							
L1.	.2162166	.1897548	1.14	0.255	-.1556959	.5881291	
L2.	-.9263894	.2497332	-3.71	0.000	-1.415858	-.4369213	
L3.	1.084261	.2274118	4.77	0.000	.6385423	1.52998	
L4.	.0837694	.2621677	0.32	0.749	-.4300699	.5976086	
L5.	.440338	.2087516	2.11	0.035	.0311924	.8494837	
imp							
LD.	.2401012	.148008	1.62	0.105	-.0499891	.5301916	
L2D.	1.035914	.1381044	7.50	0.000	.7652346	1.306594	
L3D.	.4270518	.1596984	2.67	0.007	.1140487	.740055	
L4D.	.8873018	.1454796	6.10	0.000	.6021671	1.172436	
L5D.	.0182689	.0886044	0.21	0.837	-.1553925	.1919304	
inv_inf_des							
L1.	.0005468	.0003273	1.67	0.095	-.0000947	.0011882	
L2.	-.0005287	.0003382	-1.56	0.118	-.0011916	.0001342	
L3.	.0008281	.0004463	1.86	0.064	-.0000467	.0017029	
L4.	.0002556	.000378	0.68	0.499	-.0004851	.0009964	
L5.	-.0012622	.0004026	-3.13	0.002	-.0020514	-.0004731	
export							
L1.	-3.37e-07	2.17e-07	-1.55	0.121	-7.63e-07	8.94e-08	
L2.	-3.77e-07	1.77e-07	-2.13	0.033	-7.23e-07	-2.99e-08	
L3.	-2.18e-07	1.78e-07	-1.22	0.222	-5.67e-07	1.32e-07	
L4.	-1.04e-07	1.65e-07	-0.63	0.529	-4.26e-07	2.19e-07	
L5.	-2.48e-07	1.87e-07	-1.32	0.186	-6.15e-07	1.19e-07	
_cons							
	.62737	.2104436	2.98	0.003	.2149081	1.039832	

D_imp							
pib_bog_des							
LD.	-.1875866	.1045176	-1.79	0.073	-.3924374	.0172642	
L2D.	-.1234661	.1662035	-0.74	0.458	-.4492189	.2022867	
L3D.	-.3494027	.2049426	-1.70	0.088	-.7510827	.0522774	
L4D.	-.4265833	.1964379	-2.17	0.030	-.8115945	-.0415722	
L5D.	-.3673579	.1452189	-2.53	0.011	-.6519817	-.0827341	
pib_col_des							
LD.	.0916984	.0369471	2.48	0.013	.0192834	.1641134	
L2D.	.0760079	.0360294	2.11	0.035	.0053915	.1466243	
L3D.	-.0145442	.0436478	-0.33	0.739	-.1000924	.071004	
L4D.	.0626478	.037267	1.68	0.093	-.0103942	.1356897	
L5D.	-.1451269	.0406289	-3.57	0.000	-.2247581	-.0654957	
ied_corr							
L1.	-.0005571	.0001791	-3.11	0.002	-.000908	-.0002061	
L2.	.0003772	.0001669	2.26	0.024	.00005	.0007044	
L3.	-.0009766	.0002038	-4.79	0.000	-.0013761	-.0005771	
L4.	.0012259	.000176	6.96	0.000	.0008809	.0015709	
L5.	-.0002291	.0001616	-1.42	0.156	-.0005458	.0000876	
imp_bns_k							
L1.	-.6360075	.1824272	-3.49	0.000	-.9935582	-.2784567	
L2.	-2.067949	.2400896	-8.61	0.000	-2.538516	-1.597382	
L3.	1.846366	.2186301	8.45	0.000	1.417859	2.274873	
L4.	-.4375551	.2520439	-1.74	0.083	-.931552	.0564418	
L5.	1.073968	.2006905	5.35	0.000	.6806214	1.467314	
imp							
LD.	-.3218392	.1422925	-2.26	0.024	-.6007275	-.0429509	
L2D.	1.382957	.1327714	10.42	0.000	1.122729	1.643184	
L3D.	.5876868	.1535315	3.83	0.000	.2867705	.888603	
L4D.	1.7008	.1398617	12.16	0.000	1.426676	1.974924	
L5D.	.006152	.0851829	0.07	0.942	-.1608033	.1731073	
inv_inf_des							
L1.	-.0000551	.0003146	-0.18	0.861	-.0006718	.0005616	
L2.	-.0006903	.0003252	-2.12	0.034	-.0013276	-.000053	
L3.	.0019831	.0004291	4.62	0.000	.0011421	.0028241	
L4.	.0009424	.0003634	2.59	0.009	.0002302	.0016545	
L5.	-.0023339	.0003871	-6.03	0.000	-.0030925	-.0015752	
export							
L1.	6.29e-08	2.09e-07	0.30	0.763	-3.47e-07	4.72e-07	
L2.	-7.27e-07	1.70e-07	-4.28	0.000	-1.06e-06	-3.94e-07	
L3.	-1.51e-07	1.71e-07	-0.88	0.377	-4.87e-07	1.85e-07	
L4.	-1.56e-07	1.58e-07	-0.99	0.323	-4.67e-07	1.54e-07	
L5.	-5.07e-07	1.80e-07	-2.82	0.005	-8.60e-07	-1.54e-07	
_cons	1.071185	.2023172	5.29	0.000	.6746508	1.46772	

inv_inf_des							
pib_bog_des							
LD.	17.59657	33.65543	0.52	0.601	-48.36687	83.56001	
L2D.	59.63605	53.51871	1.11	0.265	-45.2587	164.5308	
L3D.	236.9653	65.99299	3.59	0.000	107.6214	366.3092	
L4D.	248.3163	63.25442	3.93	0.000	124.34	372.2927	
L5D.	187.4937	46.76154	4.01	0.000	95.84274	279.1446	
pib_col_des							
LD.	-62.19406	11.89723	-5.23	0.000	-85.51221	-38.87591	
L2D.	11.04596	11.60174	0.95	0.341	-11.69303	33.78494	
L3D.	-41.2976	14.05492	-2.94	0.003	-68.84475	-13.75046	
L4D.	-30.69648	12.00024	-2.56	0.011	-54.21652	-7.176442	
L5D.	-57.71038	13.0828	-4.41	0.000	-83.3522	-32.06856	
ied_corr							
L1.	-.1442608	.0576585	-2.50	0.012	-.2572693	-.0312522	
L2.	-.1149052	.0537527	-2.14	0.033	-.2202585	-.0095519	
L3.	.1949214	.0656357	2.97	0.003	.0662778	.3235651	
L4.	.1834362	.0566757	3.24	0.001	.0723539	.2945185	
L5.	-.0624092	.0520322	-1.20	0.230	-.1643905	.039572	
imp_bns_k							
L1.	9.895876	58.74289	0.17	0.866	-105.2381	125.0298	
L2.	69.09202	77.31058	0.89	0.371	-82.43393	220.618	
L3.	-189.3023	70.40047	-2.69	0.007	-327.2846	-51.31986	
L4.	109.5201	81.15995	1.35	0.177	-49.55052	268.5906	
L5.	20.91574	64.62379	0.32	0.746	-105.7446	147.576	
imp							
LD.	88.89914	45.81923	1.94	0.052	-.9049017	178.7032	
L2D.	18.91806	42.75334	0.44	0.658	-64.87694	102.7131	
L3D.	151.19	49.43826	3.06	0.002	54.29279	248.0872	
L4D.	-73.78958	45.03649	-1.64	0.101	-162.0595	14.48032	
L5D.	58.66978	27.4295	2.14	0.032	4.90896	112.4306	
inv_inf_des							
L1.	.3104153	.1013174	3.06	0.002	.1118368	.5089938	
L2.	.3241082	.104703	3.10	0.002	.1188942	.5293222	
L3.	.4678186	.1381717	3.39	0.001	.1970071	.73863	
L4.	-.3184902	.1170039	-2.72	0.006	-.5478137	-.0891668	
L5.	.1169047	.1246464	0.94	0.348	-.1273977	.3612072	
export							
L1.	-.0003103	.0000673	-4.61	0.000	-.0004421	-.0001784	
L2.	.0002809	.0000548	5.13	0.000	.0001736	.0003882	
L3.	.0000113	.0000552	0.21	0.838	-.0000969	.0001195	
L4.	.0000554	.000051	1.09	0.277	-.0000445	.0001553	
L5.	-.0003509	.000058	-6.05	0.000	-.0004646	-.0002373	
_cons	-72.13093	65.14759	-1.11	0.268	-199.8179	55.55601	

export							
pib_bog_des							
LD.	-36396.16	96602.8	-0.38	0.706	-225734.2	152941.8	
L2D.	144736.9	153617.3	0.94	0.346	-156347.5	445821.3	
L3D.	556004.3	189422.8	2.94	0.003	184742.4	927266.2	
L4D.	801114.2	181562.2	4.41	0.000	445258.9	1156970	
L5D.	452336.6	134221.9	3.37	0.001	189266.6	715406.6	
pib_col_des							
LD.	-68858.98	34149.2	-2.02	0.044	-135790.2	-1927.782	
L2D.	-98594.15	33301.02	-2.96	0.003	-163862.9	-33325.35	
L3D.	-88278.33	40342.51	-2.19	0.029	-167348.2	-9208.459	
L4D.	-30048.75	34444.86	-0.87	0.383	-97559.45	37461.94	
L5D.	-118475.1	37552.19	-3.15	0.002	-192076	-44874.13	
ied_corr							
L1.	-529.0601	165.4999	-3.20	0.001	-853.4339	-204.6863	
L2.	-345.072	154.2889	-2.24	0.025	-647.4726	-42.6713	
L3.	-46.35776	188.3973	-0.25	0.806	-415.6097	322.8942	
L4.	337.9697	162.6789	2.08	0.038	19.125	656.8145	
L5.	-262.0275	149.3505	-1.75	0.079	-554.7492	30.69413	
imp_bns_k							
L1.	-49632.13	168612.5	-0.29	0.768	-380106.6	280842.3	
L2.	-21861.91	221908.2	-0.10	0.922	-456794.1	413070.3	
L3.	603384.8	202073.8	2.99	0.003	207327.4	999442.3	
L4.	-712131.7	232957.3	-3.06	0.002	-1168720	-255543.8	
L5.	285846.1	185492.8	1.54	0.123	-77713.03	649405.2	
imp							
LD.	192752.6	131517.1	1.47	0.143	-65016.18	450521.5	
L2D.	353933.3	122716.9	2.88	0.004	113412.5	594454	
L3D.	-165212.4	141905	-1.16	0.244	-443341.1	112916.2	
L4D.	194310.5	129270.4	1.50	0.133	-59054.77	447675.8	
L5D.	25756.61	78732.19	0.33	0.744	-128555.6	180068.9	
inv_inf_des							
L1.	71.33127	290.8162	0.25	0.806	-498.6581	641.3206	
L2.	133.1672	300.5339	0.44	0.658	-455.8684	722.2028	
L3.	885.8918	396.6007	2.23	0.026	108.5687	1663.215	
L4.	55.4703	335.8419	0.17	0.869	-602.7678	713.7084	
L5.	-30.74239	357.7785	-0.09	0.932	-731.9754	670.4906	
export							
L1.	-.3452211	.1931361	-1.79	0.074	-.7237609	.0333188	
L2.	-.1226143	.1571792	-0.78	0.435	-.4306799	.1854513	
L3.	.198103	.1584697	1.25	0.211	-.1124919	.5086979	
L4.	.133209	.1462946	0.91	0.363	-.1535231	.419941	
L5.	-.5799013	.1664962	-3.48	0.000	-.906228	-.2535747	
_cons	-132892.8	186996.2	-0.71	0.477	-499398.8	233613.1	

ANEXO 4. ESTIMACIÓN COMPLETA DE LOS PARÁMETROS DEL VAR CON UN REZAGO

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
D_pib_bog_des pib_bog_des LD.	-.4679661	.1296827	-3.61	0.000	-.7221396	-.2137926
pib_col_des LD.	.1429272	.0425071	3.36	0.001	.0596148	.2262396
ied_corr L1.	.0003958	.0002305	1.72	0.086	-.0000561	.0008476
imp_bns_k L1.	-.0447841	.0646637	-0.69	0.489	-.1715227	.0819545
imp LD.	-.0290987	.0846366	-0.34	0.731	-.1949834	.136786
inv_inf_des L1.	-.0007008	.0004818	-1.45	0.146	-.001645	.0002434
export L1.	2.95e-07	2.44e-07	1.21	0.226	-1.83e-07	7.73e-07
_cons	.3848538	.2093575	1.84	0.066	-.0254794	.795187

D_pib_col_des pib_bog_des LD.	.1648706	.4954936	0.33	0.739	-.8062789	1.13602
pib_col_des LD.	.2104586	.1624117	1.30	0.195	-.1078625	.5287797
ied_corr L1.	.0006524	.0008808	0.74	0.459	-.001074	.0023787
imp_bns_k L1.	.0645385	.247068	0.26	0.794	-.419706	.5487829
imp LD.	.0723497	.3233807	0.22	0.823	-.5614648	.7061642
inv_inf_des L1.	-.0013504	.0018407	-0.73	0.463	-.0049581	.0022572
export L1.	5.67e-07	9.32e-07	0.61	0.543	-1.26e-06	2.39e-06
_cons	.9201471	.799916	1.15	0.250	-.6476595	2.487954

ied_corr						
pib_bog_des						
LD.	83.25042	75.71092	1.10	0.272	-65.14025	231.6411
pib_col_des						
LD.	11.8655	24.81634	0.48	0.633	-36.77364	60.50464
ied_corr						
L1.	.0376712	.1345877	0.28	0.780	-.2261158	.3014582
imp_bns_k						
L1.	-22.57458	37.75175	-0.60	0.550	-96.56665	51.41748
imp						
LD.	15.10416	49.41224	0.31	0.760	-81.74206	111.9504
inv_inf_des						
L1.	-.0252878	.2812539	-0.09	0.928	-.5765353	.5259597
export						
L1.	.00032	.0001424	2.25	0.025	.0000408	.0005991
_cons	395.887	122.2264	3.24	0.001	156.3277	635.4462
<hr/>						
imp_bns_k						
pib_bog_des						
LD.	.0073155	.1247757	0.06	0.953	-.2372405	.2518714
pib_col_des						
LD.	.0295587	.0408987	0.72	0.470	-.0506013	.1097187
ied_corr						
L1.	-.0002353	.0002218	-1.06	0.289	-.00067	.0001994
imp_bns_k						
L1.	.892406	.062217	14.34	0.000	.7704631	1.014349
imp						
LD.	.0472195	.0814341	0.58	0.562	-.1123884	.2068274
inv_inf_des						
L1.	.0001932	.0004635	0.42	0.677	-.0007153	.0011017
export						
L1.	-4.59e-07	2.35e-07	-1.96	0.051	-9.19e-07	1.15e-09
_cons	.3016237	.2014358	1.50	0.134	-.0931832	.6964305

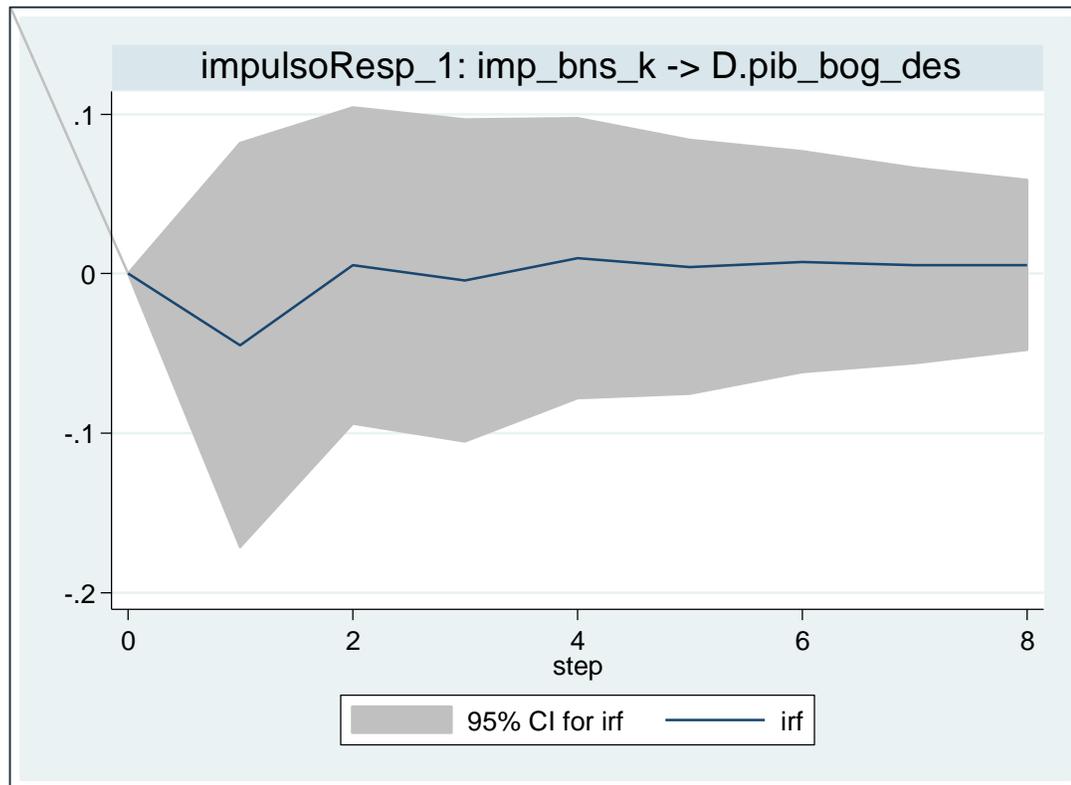
Efectos de los choques de inversión en infraestructura sobre la economía ■
bogotana

D_imp							
pib_bog_des							
LD.	.0271462	.1969421	0.14	0.890	-.3588531	.4131456	
pib_col_des							
LD.	.1416754	.0645532	2.19	0.028	.0151535	.2681974	
ied_corr							
L1.	-.0000277	.0003501	-0.08	0.937	-.0007139	.0006585	
imp_bns_k							
L1.	-.1987466	.0982012	-2.02	0.043	-.3912176	-.0062757	
imp							
LD.	-.1155051	.128533	-0.90	0.369	-.3674251	.1364149	
inv_inf_des							
L1.	.0002374	.0007316	0.32	0.746	-.0011965	.0016713	
export							
L1.	-3.04e-07	3.70e-07	-0.82	0.412	-1.03e-06	4.22e-07	
_cons	.2903427	.3179398	0.91	0.361	-.3328077	.9134932	

inv_inf_des							
pib_bog_des							
LD.	-28.49091	35.29058	-0.81	0.419	-97.65917	40.67736	
pib_col_des							
LD.	-9.813565	11.56746	-0.85	0.396	-32.48537	12.85824	
ied_corr							
L1.	.0223885	.0627344	0.36	0.721	-.1005686	.1453456	
imp_bns_k							
L1.	-15.78869	17.59695	-0.90	0.370	-50.27807	18.70069	
imp							
LD.	24.92673	23.03217	1.08	0.279	-20.21549	70.06895	
inv_inf_des							
L1.	.3469224	.1310988	2.65	0.008	.0899734	.6038714	
export							
L1.	.0000223	.0000664	0.34	0.737	-.0001078	.0001524	
_cons	133.9055	56.97248	2.35	0.019	22.2415	245.5695	

export							
pib_bog_des							
LD.	-84457.38	83720.22	-1.01	0.313	-248546	79631.23	
pib_col_des							
LD.	31042.33	27441.61	1.13	0.258	-22742.24	84826.9	
ied_corr							
L1.	-95.67191	148.8254	-0.64	0.520	-387.3644	196.0206	
imp_bns_k							
L1.	23686.73	41745.42	0.57	0.570	-58132.8	105506.3	
imp							
LD.	-25848.06	54639.46	-0.47	0.636	-132939.4	81243.32	
inv_inf_des							
L1.	155.7189	311.0072	0.50	0.617	-453.8439	765.2817	
export							
L1.	-.0152435	.1574949	-0.10	0.923	-.323928	.2934409	
_cons							
	-3641.056	135156.4	-0.03	0.979	-268542.8	261260.7	

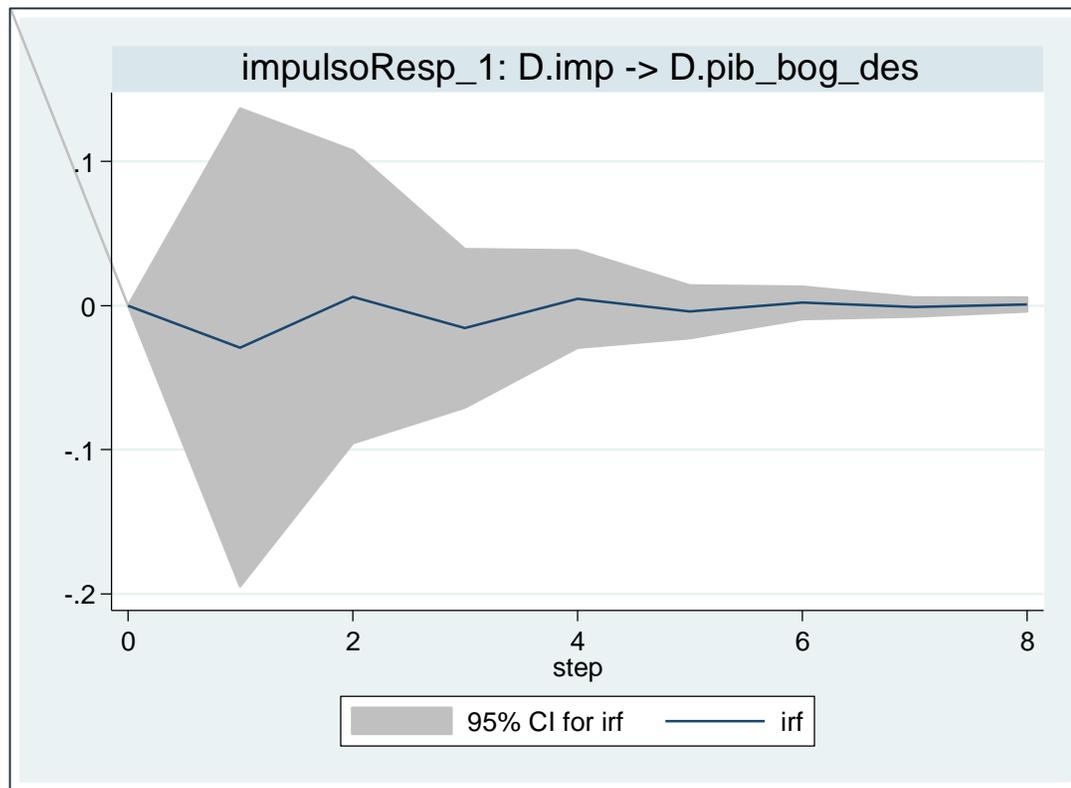
ANEXO 5. RESPUESTAS DEL PIB DE BOGOTÁ ANTE CHOQUES EN LAS IMPORTACIONES DE BIENES DE CAPITAL



step	(3) irf	(3) Lower	(3) Upper
0	0	0	0
1	-.044784	-.171523	.081954
2	.005123	-.09403	.104276
3	-.004362	-.105408	.096684
4	.00958	-.078197	.097358
5	.004334	-.075423	.084091
6	.0075	-.061748	.076747
7	.005146	-.056158	.06645
8	.005518	-.047883	.05892

95% lower and upper bounds reported
 (3) irfname = impulsoResp_1, impulse = imp_bns_k, and response = D.pib_bog_des

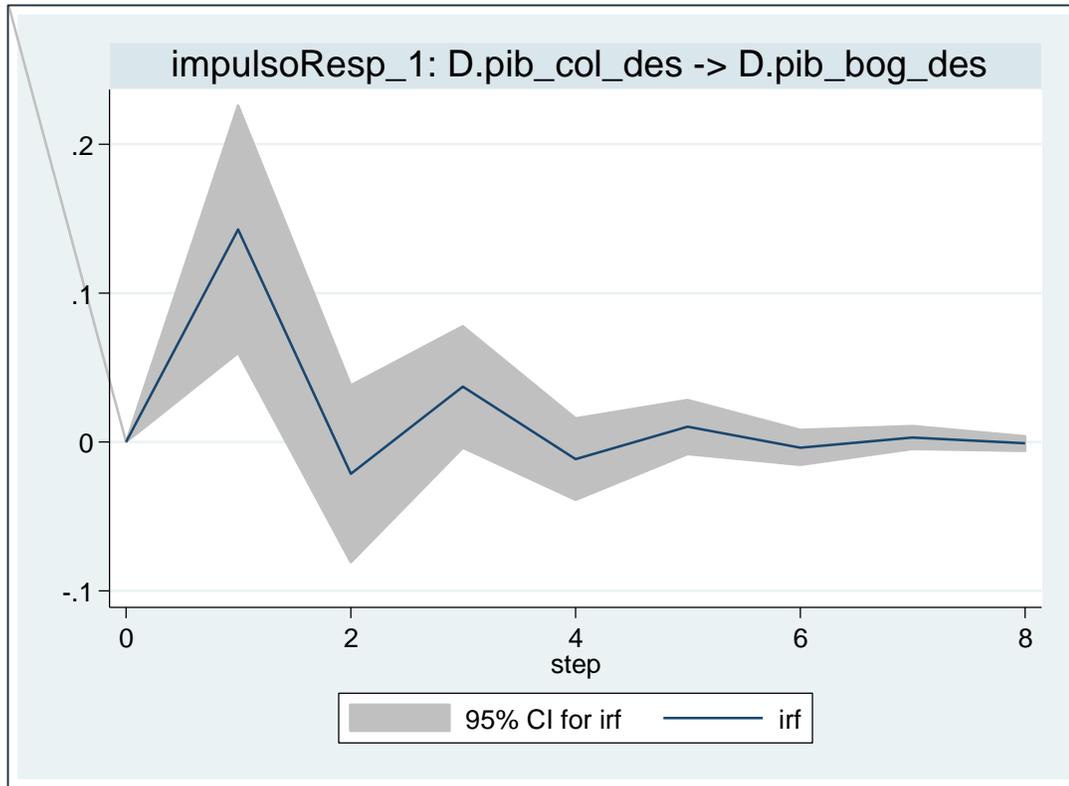
ANEXO 5. RESPUESTAS DEL PIB DE BOGOTÁ ANTE CHOQUES EN LAS IMPORTACIONES TOTALES



step	(4) irf	(4) Lower	(4) Upper
0	0	0	0
1	-.029099	-.194983	.136786
2	.006082	-.095604	.107769
3	-.015739	-.070739	.03926
4	.004665	-.029173	.038503
5	-.004292	-.022481	.013896
6	.001949	-.00925	.013149
7	-.000943	-.007679	.005793
8	.000847	-.003901	.005595

95% lower and upper bounds reported
 (4) irfname = impulsoResp_1, impulse = D.imp, and response = D.pib_bog_des

ANEXO 5. RESPUESTAS DEL PIB DE BOGOTÁ ANTE CHOQUES EN EL PIB DE COLOMBIA



step	(5) irf	(5) Lower	(5) Upper
0	0	0	0
1	.142927	.059615	.22624
2	-.021513	-.080926	.0379
3	.037001	-.003764	.077766
4	-.01158	-.039009	.015848
5	.010095	-.008105	.028295
6	-.003839	-.01552	.007842
7	.002976	-.00473	.010682
8	-.001113	-.006001	.003776

95% lower and upper bounds reported
 (5) irfname = impulsoResp_1, impulse = D.pib_col_des, and response = D.pib_bog_des

www.sdp.gov.co

 @planeacionbog

 PlaneacionBogota

Alcaldía de Bogotá

