



Universidad del Valle

UNIVERSIDAD DEL VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS

Impacto de la Inversión Pública en el Crecimiento Económico: Un Análisis del PIB en Departamentos Colombianos (2005-2020)

Autor:

Andrés Alberto Collazos

Supervisor:

Javier Andrés Castro

Presentado en cumplimiento parcial de los requisitos para Profesional en
Economía de la Universidad del Valle

Octubre 2023

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto de los proyectos de inversión pública sobre el Producto Interno Bruto (PIB) en 11 departamentos de Colombia durante el período 2005-2020. Para ello, se construyeron dos indicadores relacionados con la eficiencia y la magnitud monetaria de los proyectos que se encontraban en etapas avanzadas y finalizadas en dicho periodo. Los resultados de la estimación econométrica mediante un modelo de Koyck muestran un efecto negativo y estadísticamente significativo de ambos indicadores sobre el crecimiento del PIB regional. Esto podría indicar posibles deficiencias en la calidad, ejecución, y potencial de impulso al desarrollo económico de dichos proyectos, así como limitaciones en la capacidad de absorción por parte de las economías regionales. Los hallazgos de esta investigación podrían servir como insumo para el diseño de políticas públicas orientadas a mejorar la efectividad de la inversión a nivel territorial.

Palabras clave: proyectos, inversión pública, gasto público, departamentos, crecimiento económico.

*“Efficiency is doing things right.
Effectiveness is doing the right things.”*

- Peter Drucker

Índice general

1. Introducción	1
2. Revisión de literatura	6
3. Metodología	10
3.1. Variables y fuentes de datos	10
3.2. Construcción de indicadores	12
3.3. Modelo econométrico	13
4. Resultados	16
4.1. Análisis descriptivo	16
4.2. Estimación econométrica	21
5. Conclusión	25
6. Apéndice	26
6.1. Figuras	26
6.2. Cuadros	29
7. Referencias	32

Índice de figuras

1.1. Inversión total como porcentaje del PIB en Colombia, 2000-2020 . .	2
1.2. Indicadores a nivel departamental de la capacidad de ejecución de inversión y relevancia de la formación bruta de capital fijo, 2020 . .	3
4.1. Porcentaje de variación del PIB a nivel departamental, 2005-2020 . .	17
4.2. Evolución temporal por departamento del Indicador 1	19
4.3. Promedio del Indicador 1 según sector de inversión, 2005-2020 . . .	20
4.4. Gráfico de burbujas del PIB vs. Indicador 1	21
6.1. Porcentaje de variación del PIB a nivel nacional y Bogotá, 2005-2020	26
6.2. Gráfico de burbujas del logaritmo del PIB vs. Indicador 1	27
6.3. Proporción de proyectos de inversión pública en etapas avanzadas y terminados en relación a los proyectos planteados	28

Índice de cuadros

3.1. Categorización del estado del proyecto a partir del SubEstado Proyecto	11
4.1. Matriz de correlación de Pearson de las variables del estudio	16
4.2. Resultados del modelo Koyck	22
6.1. Descripción de Variables y fuentes de datos	29
6.2. Estadísticas descriptivas variables de control, 2004-2020	30
6.3. Estadísticas descriptivas variable dependiente e indicadores, 2004-2020	31

Capítulo 1

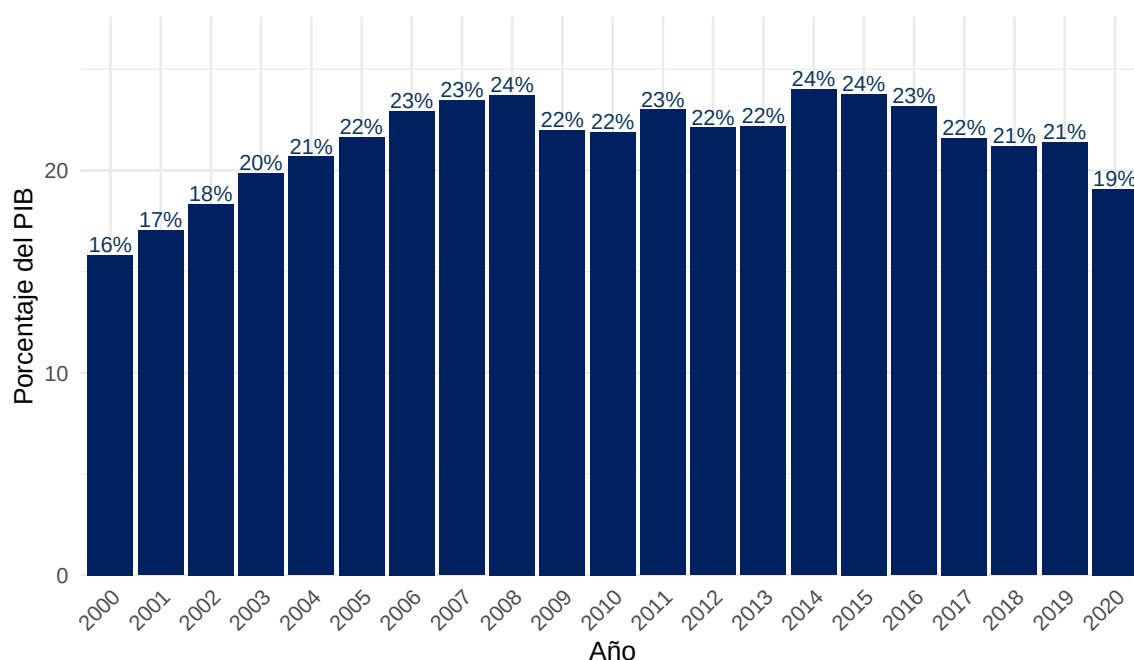
Introducción

La inversión pública, al ser el vehículo usado por los gobiernos para generar externalidades positivas sobre la población de un país, es un rubro de la política fiscal de gran importancia al considerar los niveles de producción y la prosperidad. Propiciado por el ejercicio empírico realizado por Aschauer (1988), la relación entre la inversión del sector público y el crecimiento económico ha generado mucho interés y debate en círculos tanto académicos como políticos, y su complejidad no ha permitido que se genere un consenso sobre su naturaleza. Se sugiere que la inversión pública bien direccionada en rubros productivos (infraestructura, capital humano) puede mejorar la productividad, fomentar la inversión privada, y crear un ambiente propicio para la expansión económica. Otros argumentan que para que la inversión pública tenga un efecto positivo sobre el crecimiento económico se deben dar un número de condiciones económicas y estructurales que permitan el correcto funcionamiento de los mecanismos.

Colombia ha logrado posicionarse en los primeros puestos en nivel de PIB de la región sur del continente americano desde hace décadas, logrando el tercer mayor crecimiento del PIB de la región en el 2021 después de haber decrecido 7 % en 2020. Esta mejora de las condiciones económicas y fiscales a través del tiempo ha permitido que la inversión proliferara, pasando de 16 % del PIB a inicios del siglo, alcanzando niveles de 24 % en 2014, y estando cerca del 20 % para el 2020 (Ver Figura 1.1).

Cabe resaltar que a pesar del notable avance del país en materia económica en los últimos años y el aumento de la inversión de los sectores públicos y privados, Colombia aún tiene un largo camino por recorrer en términos de infraestructura y desarrollo socioeconómico, evidenciado en la gran brecha por cerrar en comparación con otros países de la región. Colombia es, como se establece implícitamente en la Constitución de 1991, una economía social de mercado, por lo que garantizar que la infraestructura física básica del país permita el efectivo desarrollo de las actividades productivas, así como también el acceso al trabajo, la salud, la educación, entre otros bienes y servicios básicos considerados derechos individuales, son algunas de las funciones que el estado debe asumir para que los mercados funcionen correctamente. El aumento de la inversión pública evidenciado en los últimos años no se ha traducido en una homogénea mejora en las condiciones socioeconómicas de los

Figura 1.1: Inversión total como porcentaje del PIB en Colombia, 2000-2020



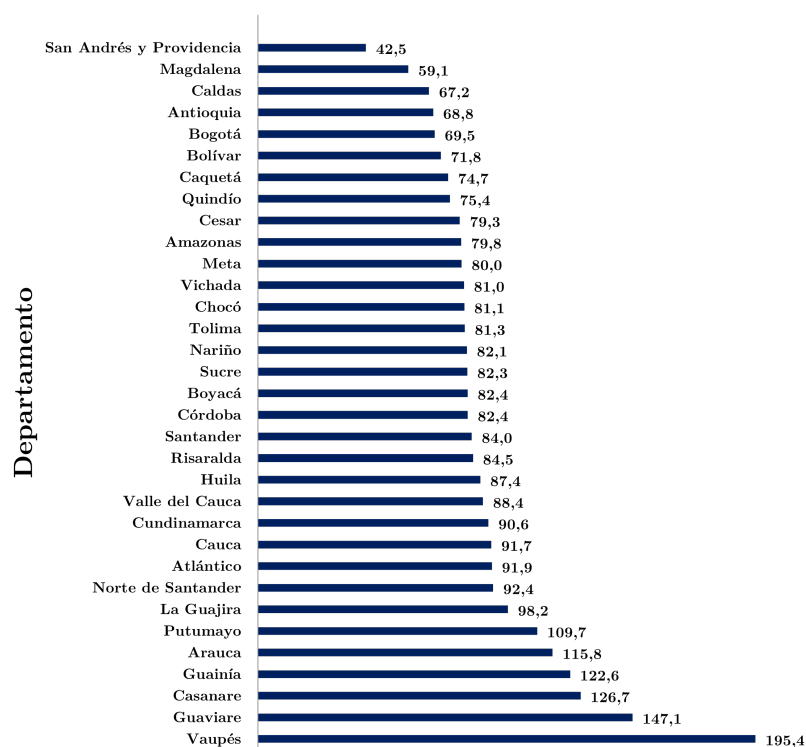
Fuente: elaboración propia con datos del World Economic Outlook Database del Fondo Monetario Internacional.

individuos del país, en tanto la provisión de servicios sociales, las condiciones de vida, la infraestructura pública y el ingreso per cápita aún no alcanzan los niveles de naciones aledañas similares y también difieren notablemente entre departamentos (OECD, 2016).

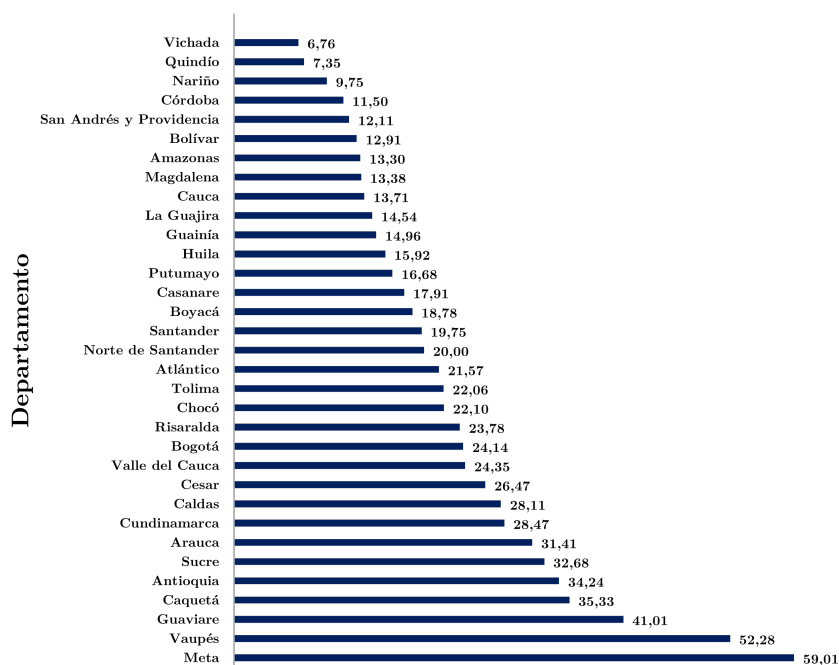
Departamentos como el Vaupés, Guaviare, Arauca, Putumayo, La Guajira y Guainía cuentan con una alta capacidad de ejecutar los recursos comprometidos con la inversión y/o una alta proporción de gasto de inversión destinada a financiar formación bruta de capital fijo (Ver Figura 1.2), mientras que simultáneamente están entre los departamentos con peor medición de desempeño departamental, la cual considera múltiples ámbitos del desarrollo económico (DNP, 2020). Las brechas entre departamentos en los 7 rubros de desarrollo socioeconómico que contempla el indicador demuestran que a pesar de los avances en materia de inversión pública los niveles de desarrollo siguen presentando una alta heterogeneidad. En este caso el uso eficiente de los recursos de inversión y su direccionamiento hacia la formación de capital no ha sido suficiente para cerrar brechas de desarrollo con otros departamentos del país. Existen otros factores más allá de la cantidad y destino del gasto que están influyendo negativamente en el desarrollo socioeconómico a nivel departamental, como podrían ser la calidad y eficacia de los proyectos de inversión.

La productividad de los proyectos de inversión está estrechamente ligada a un entorno macroeconómico sin distorsiones significativas, caracterizado por una baja in-

Figura 1.2: Indicadores a nivel departamental de la capacidad de ejecución de inversión y relevancia de la formación bruta de capital fijo, 2020



(a) Capacidad de ejecución de inversión (%)



(b) Relevancia formación bruta de capital fijo (%)

Fuente: elaboración propia con datos del Departamento Nacional de Planeación.

eficiencia y una alta capacidad de absorción. No obstante, incluso en tales condiciones favorables, esta capacidad de absorción tiende a disminuir a medida que el porcentaje de inversión pública supera el 10 % del PIB (Isham y Kaufmann, 1999); Colombia, que ha tenido un promedio de tasa de inversión como porcentaje del PIB superior al 20 % en los últimos 17 años, posiblemente está operando más allá de su nivel óptimo de inversión, acarreando ineficiencias y potencialmente impactando negativamente la eficacia de la inversión en el crecimiento económico. A esto se le añade la poca eficiencia, transparencia y trazabilidad monetaria, física y auditable del gasto en inversión (Espitia et al., 2018). En general, hay diversos factores podrían estar influyendo en las dinámicas de desarrollo departamental y los efectos de la inversión sobre esta.

Debido a esto, es de suma importancia medir e identificar si la inversión pública está generando los efectos positivos intencionados sobre el producto, y, en caso de no darse, poder esclarecer la naturaleza de la eficiencia del uso de los recursos públicos y así buscar oportunidades de mejora. Para que Colombia logre converger al nivel de ingresos per cápita de otros países similares es necesario que el país afronte las distintas necesidades de infraestructura física e intangible mediante la inversión en capital físico y humano, para así lograr diversificar la economía e impulsar la productividad (OECD, 2016), así como también enfrentar las notorias brechas de desarrollo económico entre departamentos. Las presiones de ofrecer soluciones que aprovechen al máximo los recursos públicos para mejorar el bienestar social y el crecimiento a largo plazo generan una necesidad de proveer estimaciones de eficiencia y poder identificar áreas de oportunidad en el uso de los escasos recursos públicos.

El propósito del presente trabajo de investigación considera los efectos de la inversión pública en diversos rubros de inversión sobre el crecimiento económico en Colombia de 2005 a 2020. Se busca responder a la pregunta de investigación “¿Cuál ha sido el efecto sobre el PIB que ha tenido la eficiencia y magnitud de la inversión pública en Colombia?”. Para este propósito se construyen dos indicadores que miden el grado y la magnitud de la eficiencia de la inversión pública para cada departamento y cada año en el periodo estimado. Así, se estima empíricamente mediante un modelo de panel de datos cómo la inversión pública, medida por los efectos de la magnitud monetaria de los proyectos de inversión y su efecto conjunto con la tasa de éxito de finalización de dichos proyectos, afectó el crecimiento del PIB a nivel departamental entre 2005 y 2020, aproximando la relación con una medida de la inversión pública no profundizada en trabajos previos para el caso colombiano. Se utiliza una variedad de fuentes para la construcción de una base de datos integral de las características socioeconómicas más relevantes a nivel departamental.

Dentro de un marco macroeconómico y social con problemáticas latentes, la eficiencia del uso de los recursos públicos es de imperativa importancia para determinar en qué rubros de inversión no se están obteniendo los rendimientos económicos y sociales esperados, y así poder direccionar los esfuerzos a las áreas con mayores obstáculos. Se busca responder a la incógnita si la estructura de inversión imple-

mentada en lo que va del siglo ha logrado alcanzar un nivel de eficiencia óptimo e impulsar la productividad del país, así como también identificar los principales obstáculos entre la relación inversión-crecimiento. La literatura colombiana sobre esta problemática se enriquecerá en tanto no se ha explorado el efecto de la eficiencia en la implementación de los proyectos y su magnitud monetaria sobre el PIB, particularmente tomando un enfoque basado en un panel de datos departamental.

El documento se dividirá de la siguiente manera: el capítulo 2 sirve de introducción general al ámbito de la relación entre la inversión pública y el crecimiento económico en la literatura académica. El capítulo 3 presenta las fuentes de datos, la conceptualización y construcción de las variables de interés y la metodología implementada. El capítulo 4 analiza los resultados del ejercicio analítico y econométrico sobre los efectos de la inversión pública en el PIB regional. En el capítulo 5 se exponen las conclusiones, las limitaciones del estudio y las recomendaciones para futuras investigaciones.

Capítulo 2

Revisión de literatura

La inversión pública ha sido ampliamente considerada en la literatura tanto empírica como teórica como uno de los determinantes del crecimiento económico. El gasto del gobierno en distintos bienes y servicios públicos se ha relacionado a través de distintos canales, públicos y privados, en el corto y largo plazo, en países tanto desarrollados como en desarrollo, y en diferentes magnitudes y direcciones con el crecimiento económico. Un entendimiento de la relación entre la eficiencia de la inversión pública y la dinámica del crecimiento del producto permite ofrecer una perspectiva de gran utilidad para investigadores y responsables de políticas sobre los factores que impulsan el desempeño económico regional.

Las primeras investigaciones empíricas, lideradas por Aschauer (1988), subrayaron el impacto positivo de la inversión pública en infraestructura sobre el producto, mediante mejoras en la productividad del capital del trabajo y el estímulo de este en la inversión de capital privado adicional. Estos hallazgos fueron profundizados por Aschauer (1989), quien destacó la relevancia de la infraestructura pública en la productividad del sector privado en Estados Unidos. Ejercicios basados en lo observado por Aschauer, como el de Sanchez (1993) y Tenorio (2011), encuentran un efecto positivo de la inversión pública colombiana en rubros del capital humano y público sobre el crecimiento a nivel nacional. Sin embargo, Barro (1991) presentó una perspectiva contraria, argumentando que el crecimiento (del PIB) no tenía una relación significativa con la proporción de inversión pública. Estos hallazgos iban de la mano con análisis previos realizados en otros trabajos de su misma autoría, en los cuales destacó que el gasto del gobierno no tiene efecto directo sobre la productividad privada, pero, el crecimiento se veía afectado por los efectos distorsionadores de los impuestos y/o programas de gasto del gobierno necesario para financiar dichos proyectos.

Así, la búsqueda de generar crecimiento a través de la inversión pública en países tanto desarrollados como en desarrollo ha generado diversos cuestionamientos, los cuales se relacionan principalmente al impacto sobre el crecimiento de incrementos en el gasto en inversión pública y su dependencia de la eficiencia de este. Aproximándose a estas incógnitas, Devarajan et al. (1996) mediante una regresión por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) revelan que en el caso de países en desa-

rollo, la inversión pública en rubros del gasto considerados productivos (capital, transporte, comunicación, salud y desarrollo) tuvo una relación negativa y/o no significativa con el crecimiento económico. Demuestran que “..los gobiernos de países en desarrollo han estado asignando incorrectamente los gastos públicos a favor de gastos de capital en detrimento de los gastos corrientes, mientras que los países desarrollados han estado haciendo lo contrario.” (p. 338). En este sentido, una mayor asignación de recursos a gastos relacionados con la inversión pública, en apariencia productivos, pueden tornarse improductivos al usarse en exceso y/o direccionarse erróneamente. Esta condicionalidad puede observarse en Posada y Gómez (2003), quienes basados en una versión del modelo de Ramsey-Cass-Koopmans que incluye el capital humano y el acervo de infraestructura, argumentan para Colombia que el gasto público productivo (aquel realizado en las variables antes mencionadas) puede conducir a crecimiento económico, pero únicamente en las condiciones adecuadas. Estas condiciones dependen del tipo de financiación del gasto público (impuesto a la renta o impuestos neutrales) y el nivel óptimo del gasto público (20 % del PIB según resultados del autor).

También se ha evidenciado el reconocimiento de la importancia de la calidad y la eficiencia del gasto en inversión y su impacto en el crecimiento. Hay un vasto número de modelos en la literatura que muestran que la inversión productiva del gobierno puede incrementar la tasa de crecimiento a largo plazo, pero, posturas más recientes argumentan que considerar que cada dólar gastado en inversión pública automáticamente se traduce en un aumento equivalente del capital público es incorrecto (Pritchett, 2000). Por ejemplo, Chakraborty y Dabla (2009) muestran que la presencia de instituciones públicas débiles, usualmente en países de bajos ingresos, disminuye la productividad, calidad y eficacia de la inversión pública, resultando en una tasa de retorno de la inversión menor, disminuyendo el incentivo de las empresas de invertir, y, por ende, menor crecimiento.

A raíz de las diversas magnitudes, significancias y direcciones de la relación inversión-crecimiento, se argumenta que las diferencias en metodología econométrica, medidas de inversión/capital, y nivel de agregación de los datos, impiden una homogeneidad relativa en los resultados (Chakraborty y Dabla, 2009). Aún así, recientemente se ha tornado a considerar en una mayor medida el contexto institucional bajo el cual se toman las decisiones de inversión y el rol de las etapas de la gestión de los proyectos. Abiad et al. (2015) estudian la influencia macroeconómica de incrementos en inversión pública para 17 países miembros de la OECD en el periodo 1985-2013. Sus resultados revelan que incrementos en la inversión pública aumenta el producto tanto en el corto como en el largo plazo, destacando que esta inversión es más eficaz en impulsar la producción en los países con una mayor eficiencia de la inversión pública. Este aspecto toma relevancia en tanto las ineficiencias en el proceso administrativo de los proyectos públicos, como la mala elección, implementación, y monitoreo, pueden limitar las ganancias en producto al largo plazo (Abiad et al., 2015, p.6). En este sentido, mejorar los procesos de inversión pública debe volverse una prioridad para aquellos países que busquen potenciar los mecanismos hacia el

crecimiento del producto.

Similarmente, Miyamoto et al. (2020) encuentra que, teniendo en cuenta la gobernanza de la infraestructura, a medida que un país tenga un menor nivel de desarrollo económico, el efecto de la inversión pública sobre el crecimiento pierde magnitud, significancia y duración. Se ha evidenciado que el retorno de inversión en países de bajos ingresos se ve reducido por la falta de información y capacidad técnica para conducir evaluaciones rigurosas previas, en conjunto con prácticas como la corrupción que proveen incentivos desajustados (Collier et al., 2010). Gutierrez (2006) observa para el caso de las 6 economías más grandes de latinoamérica un efecto no significativo sobre el crecimiento del PIB per cápita en la mayor parte de la última mitad del siglo XX: particularmente, Colombia y Venezuela tuvieron las mayores proporciones de inversión en PIB y el peor desempeño en crecimiento económico, mientras que en el caso de Chile, con una proporción de inversión menor presentó el mayor crecimiento. En general, en países en desarrollo es común observar deficiente selección, supervisión y evaluación de proyectos que contribuyen a los grandes sobrecostos, los déficits de beneficios, el despilfarro y los bajos índices de finalización (Flyvbjerg y Rothengatter, 2003).

Esta relación poco significativa en Colombia se observó también en Leon y Benavides (2015). Estimando un modelo de datos panel con efectos fijos, observan que la inversión pública total y su desagregación en inversión en salud e inversión en educación no tienen una relación significativa con la tasa de crecimiento del PIB per cápita a nivel departamental en el periodo 1994-2012. Se ha encontrado también que otros rubros de inversión pública, como la formación de capital fijo, infraestructura (obras civiles y edificaciones) y equipo de transporte, no han tenido un efecto sobre el crecimiento económico colombiano del año 2000 al 2017 (Betancur et al., 2018). Usando modelos VAR, Perdomo (2002) determina para el período 1950-1997 que la inversión pública agregada no tiene efectos considerables sobre el crecimiento económico, estos son observados cuando se aumenta la inversión en los rubros de electricidad, gas y agua, educación, y minería e industria manufacturera. También, contrario a lo encontrado de manera generalizada en la literatura, sus resultados dicen que la inversión pública en la infraestructura relacionada con las carreteras tiene una relación levemente negativa con el crecimiento económico, lo cual atribuye a las diferencias en medición de esta variable.

Acercando la mira a los departamentos, Cárdenas, Escobar y Gutiérrez (1995) argumentan que la inversión pública fue un factor clave en el proceso de convergencia interdepartamental en Colombia en las últimas 4 décadas del siglo pasado, incluyendo en su panel departamental el stock de capital público y el número de suscriptores al servicio de energía como medida física de infraestructura. Usando también datos de pánél, Mendoza y Yanes (2014) estiman mediante efectos fijos el impacto que tiene la inversión pública y el gasto sobre el crecimiento entre 2000 y 2011. En este ejercicio encuentran que la formación bruta de capital fijo tiene un efecto estimado de 0,02 puntos porcentuales sobre el crecimiento, mientras que el gasto público de-

partamental tiene un impacto de 0,69 puntos porcentuales. Es también señalado que los efectos positivos del gasto y la inversión sobre las dinámicas económicas departamentales “[...] tiende[n] a ser mejor aprovechado[s] por las economías grandes más ricas en mayor medida que por las economías departamentales pequeñas y pobres” (p. 23), en línea con lo afirmado por Chakraborty y Dabla (2009).

La literatura colombiana, al igual que la internacional, parece no encontrar un consenso en la significancia y dirección de la relación inversión pública-crecimiento. En general se ha encontrado una relación positiva entre la inversión pública en distintos rubros de capital público y crecimientos del producto, con algunos casos donde la relación parece perder significancia, especialmente en periodos del siglo actual. La literatura empírica nacional no ha implementado consideraciones relacionadas a la calidad de los procesos de inversión, selección de proyectos, manejo de gastos, entre otros rubros claves relacionado con la gobernanza y las instituciones, que han sido en el entorno internacional un foco clave, especialmente en el caso de países en desarrollo (Gupta et al., 2014).

Capítulo 3

Metodología

Con el fin de determinar la relación existente entre la eficiencia en la implementación de los proyectos de inversión pública, su magnitud monetaria, y el PIB a nivel departamental, se implementó una ruta estratégica basada en principios de análisis estadístico y econométrico que permitieran identificar la naturaleza y dinámica de la relación.

3.1. Variables y fuentes de datos

En el presente trabajo se utilizan datos anuales de los 32 departamentos de Colombia y el Distrito Capital, Bogotá, para un período de 15 años (2005-2020). Los datos se obtuvieron de distintas fuentes públicas de entidades nacionales como lo son el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). El DNP provee información sobre los proyectos de inversión pública tal como el nombre del proyecto, su horizonte temporal, el departamento en el cuál se llevó/llevará a cabo, los valores monetarios relevantes, entre otros.

Para propósitos del presente trabajo, aquellos proyectos que se llevaron/llevarán a cabo en más de 1 departamento y/o afecten la población del país en general se clasificaron como “Nacional”. Luego, se clasifican los proyectos en 4 grandes categorías: cancelado, en ejecución temprana, terminado, en ejecución avanzada según las subcategorías correspondientes (Ver Cuadro 3.1). Se identifican como categorías de interés las clasificaciones “en ejecución avanzada” y “terminados”, los cuales representan proyectos que han alcanzado a generar transacciones monetarias significativas en el entorno económico, y serían aquellas que tienen el potencial para generar efectos sobre la economía.

Así mismo, se identificaron 10 departamentos y Bogotá D.C. como sujetos aptos para implementar el análisis aquí propuesto: Antioquia, Atlántico, Bolívar, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Meta, Santander, Tolima, y Valle del Cauca. Estos departamentos y el Distrito Capital permiten superar los problemas de disponibilidad y calidad de información que algunos de los otros departamentos presentaban, así aumentando la

calidad esperada del tratamiento econométrico que se aplicará. Estos departamentos son también aquellos con el mayor tamaño económico en términos de PIB departamental para el año 2020, y en promedio para el período 2005-2020.

Cuadro 3.1: Categorización del estado del proyecto a partir del SubEstado Proyecto

SubEstado Proyecto	Estado
Aprobado (SGR)	En ejecución temprana
Cerrado (SGR)	Terminado
Contratado en ejecución (SGR)	Terminado
Contratado sin acta de inicio (SGR)	En ejecución avanzada
Desaprobado (SGR)	Cancelado
Devuelto a MGA	Cancelado
En ejecución (PGN, Territorio)	En ejecución avanzada
En proceso de contratación (SGR)	En ejecución temprana
En proceso de viabilidad	En ejecución temprana
Inactivo (PGN, Territorio)	En ejecución avanzada*
No aprobado (SGR)	Cancelado
No viable	Cancelado
Para cierre (SGR)	Terminado
Sin contratar (SGR)	En ejecución temprana
Sin recursos para la vigencia actual (PGN, Territorio)	En ejecución temprana
Suspendido (PGN)	Cancelado
Terminado (SGR)	Terminado
Terminado en Formulación (PGN)	En ejecución temprana
Terminado en Viable (PGN)	En ejecución temprana
Viable	En ejecución temprana

* En ejecución avanzada en caso de tener un monto desembolsado en Valor Pago Proyecto, Cancelado en caso contrario.

Para asegurar que los resultados muestran de manera precisa y fiel a la realidad nacional los efectos de la inversión pública sobre el PIB nacional, se implementaron varias variables de control relacionadas a características demográficas y socioeconómicas departamentales relevantes a estudios de esta índole. Estas variables son el tamaño poblacional, la violencia, la tasa de desempleo y nivel educativo. Estas fueron ajustadas a tasas de crecimiento con el objetivo de mejorar la interpretación de las magnitudes, especialmente en términos de escala. Además, al hacer esta transformación, se evitó la necesidad de una doble diferenciación, simplificando el análisis

y garantizando la estacionariedad de las variables, excepto en el caso de la variable "Población", que requirió una diferencia adicional para lograr estacionariedad. En el Cuadro 6.1 del Apéndice se presenta la lista de variables utilizadas en el presente trabajo con su respectiva descripción y fuente.

3.2. Construcción de indicadores

Con el fin de establecer el nivel de eficiencia de los proyectos de inversión pública en Colombia se proponen los siguientes indicadores relacionados al nivel de cumplimiento y magnitud monetaria de la inversión pública. Estos son considerados como medidas proxy de la eficiencia o tasa de éxito de la finalización de proyectos en el contexto del gasto público en inversión.

$$\text{Indicador } 1_{i,t} = \frac{\text{Proyectos en ejecución avanzada} + \text{Proyectos terminados}}{\text{Total proyectos planteados}}$$

El indicador 1 tiene como fin mostrar cuántos de los proyectos planteados en un departamento efectivamente se ejecutan y, en consecuencia, el posible efecto que dicha eficiencia tendrá en el crecimiento del PIB. Específicamente, muestra la proporción de proyectos que se han ejecutado exitosamente relativo al número total de proyectos planteados. Un nivel alto del indicador 1 significa un mayor porcentaje de proyectos que se han ejecutado eficientemente, lo que implica una utilización más eficiente de los recursos y una realización satisfactoria de los objetivos temporales previstos del proyecto; mientras que un índice de eficiencia más bajo indica una menor proporción de proyectos ejecutados con éxito en relación con el total de proyectos planteados, lo que pone de manifiesto posibles problemas o ineficiencias en la ejecución de los proyectos.

$$\text{Indicador } 2_{i,t} = \log\left(\sum \text{Valor desembolsado proyectos en ejecución avanzada y terminados}\right)$$

Por otro lado, el indicador 2 tiene como propósito mostrar la magnitud nominal de los proyectos terminados y en etapas avanzadas de ejecución. El segundo índice pretende abordar la repercusión económica de los proyectos reconociendo que la magnitud de la valoración de un proyecto influye significativamente en su efecto sobre la economía, haciendo énfasis en la necesidad de tener en cuenta tales disparidades de valoración. Se espera que la escala del valor monetario de los proyectos generen un efecto multiplicador en la economía debido al gran número de componentes en el mercado que estimulan, como la fuerza laboral, cadenas de suministros, consumo, demanda, entre otros.

La introducción de una interacción entre el Indicador 1, que mide la tasa de éxito en la finalización de proyectos, y el Indicador 2, que refleja el nivel y magnitud nominal de los proyectos, permite explorar los efectos conjuntos de eficiencia en la

ejecución y la escala de las inversiones públicas. Basado en esto, se incluye la interacción conjunta de los indicadores 1 y 2 en el tratamiento econométrico, con el fin de capturar de manera integral los determinantes del crecimiento económico departamental.

La interacción facilita la captura de cómo la eficacia en la ejecución de proyectos, representada por el Indicador 1, puede depender de la magnitud y dimensión nominal de los proyectos. Esta estrategia proporciona una coherencia con la noción de que el impacto total en el crecimiento económico no solo está vinculado a la eficiencia en la ejecución, sino también a la escala y magnitud de las inversiones públicas. Además, la eliminación del efecto independiente del Indicador 1, acompañada por la inclusión de la interacción, evita redundancias al reconocer que la tasa de éxito por sí sola puede no ser suficiente para explicar el crecimiento. Al centrarse en la interacción, se permite que el efecto de la tasa de éxito se ajuste según la magnitud de los proyectos, contribuyendo a una formulación más completa y ajustada a la realidad económica.

3.3. Modelo econométrico

El análisis empírico del presente trabajo aborda la relación entre la eficiencia y la magnitud de la inversión de proyectos públicos y el producto interno bruto a nivel departamental en Colombia. Para comprender y abordar adecuadamente la estructura de la información, se efectuó un análisis estadístico exhaustivo que delineó las características intrínsecas de la base de datos.

Resulta esencial reconocer y abordar la persistencia temporal de los efectos asociados al Indicador 2, por lo que una modelación de rezagos distribuidos sería la aproximación más adecuada. Esta técnica ofrece la distinción de capturar la dinámica temporal de los efectos del indicador, permitiendo una comprensión más profunda y exacta de cómo estos impactan a lo largo del tiempo. Según esto, El modelo de Koyck, una forma de modelo de rezagos distribuidos, emerge como la elección metodológica más adecuada.

Este modelo es reconocido por su eficacia en la captura de efectos dinámicos en el tiempo, característica que toma relevancia dado que se anticipa que los efectos de ciertas variables, como el Indicador 2, se extiendan y evolucionen a lo largo del tiempo. Greene (2018) y Wooldridge (2010) han subrayado la importancia de estos modelos en el análisis de datos temporales y transversales, proporcionando un marco sólido para la comprensión de relaciones económicas complejas como la planteada aquí. Además, el modelo de Koyck es especialmente adecuado para situaciones en las que se espera que los efectos de las variables persistan y disminuyan gradualmente en el tiempo. Esta característica es crucial el presente análisis, ya que se contempla que las variables estudiadas, incluyendo los indicadores de inversión pública, tendrán un impacto a largo plazo en la tasa de crecimiento del PIB.

Para determinar la especificación más adecuada del modelo econométrico, se aplicó el Criterio de Información de Akaike (AIC). Este criterio es una herramienta esencial en la selección de modelos, ya que equilibra la complejidad del modelo con su capacidad para ajustarse a los datos. El AIC permite identificar el modelo que mejor explica la variabilidad de los datos con el menor número de parámetros, minimizando así el riesgo de sobreajuste. En este caso, el AIC indicó que un modelo con un único rezago es el más adecuado para analizar la relación entre la inversión pública y el PIB departamental. Este resultado sugiere que un enfoque más simplificado, pero aún efectivo, es suficiente para capturar la dinámica temporal y las relaciones clave entre las variables consideradas. Bajo este enfoque, la ecuación propuesta sería:

$$Y_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 X_{i,t} + \beta_2 Y_{i,t-1} + u_{i,t} \quad (1)$$

donde $Y_{i,t}$ representa la variable dependiente del individuo i en el tiempo t , reflejando, por ejemplo, el PIB de un departamento. $X_{i,t}$ hace referencia al vector de variables predictoras para el individuo i en el tiempo t , como la inversión pública. β_1 y β_2 son los coeficientes que se buscan estimar, con β_2 representando el efecto del PIB rezagado. El término de error es $u_{i,t}$, que captura las influencias aleatorias no observadas en la relación.

Así entonces, teniendo en cuenta lo descrito en la presente sección, la ecuación a estimar estaría descrita por:

$$\begin{aligned} \text{TasaPIB}_t = & \beta_0 + \beta_1 \text{LagPIB}_t + \beta_2 \text{DiffPob}_t + \beta_3 \text{LagPob}_t + \\ & \beta_4 \text{TasaHom}_t + \beta_5 \text{LagHom}_t + \beta_6 \text{TasaDesempleo}_t + \beta_7 \text{LagDes}_t + \\ & \beta_8 \text{TasaMatri}_t + \beta_9 \text{LagMatri}_t + \beta_{10} \text{TasaGraduados}_t + \beta_{11} \text{LagGrad}_t + \\ & \beta_{12} \text{factor(COVID)}_t + \beta_{13} \text{Indicador.2}_t + \beta_{14} \text{LagInd2}_t + \\ & \beta_{15} \text{Indicador.1}_t \times \text{Indicador.2}_t + \varepsilon_t \quad (2) \end{aligned}$$

Donde TasaPIB_t es la tasa de cambio en el PIB en el tiempo t , LagPIB_t es el rezago del PIB, indicando el valor del PIB en un periodo anterior, DiffPob_t es el cambio en la población, LagPob_t es el rezago en la población, TasaHom_t es la tasa de homicidios, LagHom_t es el rezago en la tasa de homicidios, TasaDesempleo_t es la tasa de desempleo, LagDes_t es el rezago en la tasa de desempleo, TasaMatri_t es la tasa de cambio en el número de matriculados, LagMatri_t es el rezago en la tasa de matriculados, TasaGraduados_t es la tasa de cambio en el número de graduados, LagGrad_t es el rezago en la tasa de graduados, factor(COVID)_t es un indicador binario para el efecto de la pandemia por COVID-19, Indicador.2_t y LagInd2_t corresponden al indicador 2 y su rezago, respectivamente, $\text{Indicador.1}_t \times \text{Indicador.2}_t$ representa la interacción entre los indicadores 1 y 2, y ε_t es el término de error.

El análisis descriptivo y los modelos de panel de datos aquí delineados se realizaron utilizando el programa estadístico R.

Capítulo 4

Resultados

En este capítulo se muestran los hallazgos derivados de examinar el impacto de la inversión pública en el PIB departamental en Colombia. Inicialmente, un análisis visual y estadístico de la base de datos construida sienta las bases, proporcionando una contextualización sobre los patrones y relaciones subyacentes. Luego, se presentan los resultados de la estimación del modelo delineado en la sección anterior, para así responder la pregunta de investigación planteada.

4.1. Análisis descriptivo

En primer lugar se condujo un análisis de las estadísticas descriptivas de las variables relevantes implicadas en el trabajo, como la media, los valores máximos, mínimos y la desviación estándar. Las estadísticas descriptivas mencionadas se muestran en el cuadro 6.2 del apéndice en el caso de las variables de control y en el Cuadro 6.3 del apéndice para la variable independiente y los indicadores. En general, dada las grandes magnitudes que algunas variables como el PIB, los matriculados en universidad, y el indicador 2, que representa la magnitud monetaria de los proyectos en estado avanzado y terminado, se presenta desviaciones estándar muy altas, que varían también en función del departamento en cuestión.

Cuadro 4.1: Matriz de correlación de Pearson de las variables del estudio

	PIB	1	2	3	4	5	6
1. Desempleo	-0.39						
2. Población	0.31	-0.13					
3. Homicidios	0.04	-0.02	0.06				
4. Matriculados	0.39	-0.18	-0.07	-0.007			
5. Graduados	0.50	-0.14	0.14	0.18	0.41		
6. Indicador 1	0.12	-0.14	-0.20	-0.04	0.06	0.04	
7. Indicador 2	-0.33	0.10	-0.05	-0.05	0.08	-0.15	-0.57

Fuente: Elaboración propia.

La correlación estadística entre las variables se encuentra resumida en la matriz de correlación de Pearson en el Cuadro 4.1. Se observa una correlación negativa moderada del PIB departamental con la tasa de desempleo y con el indicador de magnitud monetaria de la inversión pública. Existe una correlación positiva moderada con el tamaño poblacional y los matriculados, mientras que para el caso de los graduados esta correlación adquiere mayor fuerza. Entre el indicador de eficiencia y el PIB se presenta una correlación positiva muy débil (0.12), siendo aun menor para el caso de los homicidios. Es notable la correlación negativa y fuerte entre los dos indicadores de inversión pública contemplados (-0.57). La dirección de esta parece indicar la posibilidad de que en el periodo considerado se priorizaron proyectos de una magnitud monetaria menor, o, más bien, que aquellos proyectos de menor inversión requerida disponían de una gestión procesal más hábil, resultando en una mayor proporción de proyectos en etapas avanzadas y terminados con una magnitud de inversión menor. Siendo ese el caso, la correlación negativa refleja una estrategia de planeación enfocada en la mayor cantidad de proyectos sobre su magnitud.

Figura 4.1: Porcentaje de variación del PIB a nivel departamental, 2005-2020



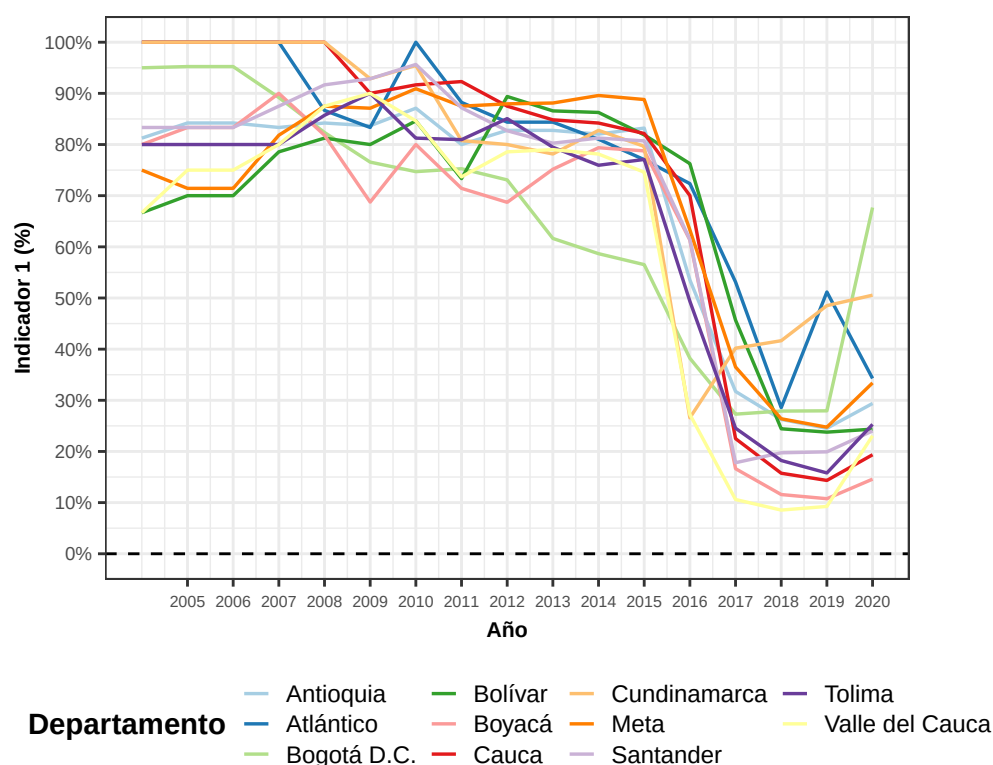
Fuente: elaboración propia con datos del DANE.

Ahora, analizando gráficamente el comportamiento de la variación del PIB a nivel nacional y departamental (Ver Figura 6.1 en el Apéndice), se puede observar que se

ha presentado una leve tendencia negativa en la mayor parte del siglo actual. El comportamiento ha seguido tendencias de orden mundial, como por ejemplo caídas en el período 2008-2009 a raíz de la crisis financiera internacional, la abrupta caída en el 2020 por la pandemia por COVID-19, y años de bonanza como el 2011 y el 2015. Así mismo, la Figura 4.1. muestra la variabilidad existente del desempeño económico entre departamentos. A pesar de presentar tendencias a un nivel agregado, el comportamiento entre estos varía en gran medida. Por ejemplo, Santander cuenta con una variabilidad notoriamente superior a los demás departamentos presentes en la gráfica, alcanzando picos de variación de 17,5 % y mínimos de casi 0 % (exceptuando el 2020), mientras que otros departamentos, como Cundinamarca, contaban con variaciones menos pronunciadas, entre el 13 % y el 5,5 %. Estudiar las diversas dinámicas regionales y los factores de influencia en el comportamiento económico departamental puede dar a luz sobre los explicativos de dicho comportamiento.

Por otro lado, al analizar la Figura 4.2, que muestra el comportamiento de la proporción de proyectos de inversión pública en estados avanzados y terminados en relación al número de proyectos formulados, se pueden vislumbrar diversos factores. En el periodo inicial de la muestra (2005-2008) las diferencias en la eficiencia de los proyectos presentaban brechas notorias entre departamentos, donde Atlántico, Cundinamarca, y Bogotá, D.C. ejecutaron la totalidad de los proyectos planteados, mientras que Meta, Valle del Cauca, y Bolívar contaban con los menores índices, al rededor de 70 %. Entre los años 2009 y 2015 el comportamiento del Indicador se estabilizó y fue semejante en los 10 departamentos y Bogotá, D.C. A partir del 2015 se presentó una caída en la implementación, avance y finalización de los proyectos delimitados, lo cual va acorde al deterioro que sufrieron las finanzas públicas colombianas como consecuencia de reducciones en el precio del petróleo, la producción del crudo, y la tasa de cambio (Comisión del Gasto y la Inversión Pública, 2017). Finalmente, a partir del 2019 la eficiencia en la implementación logró recuperarse moderadamente.

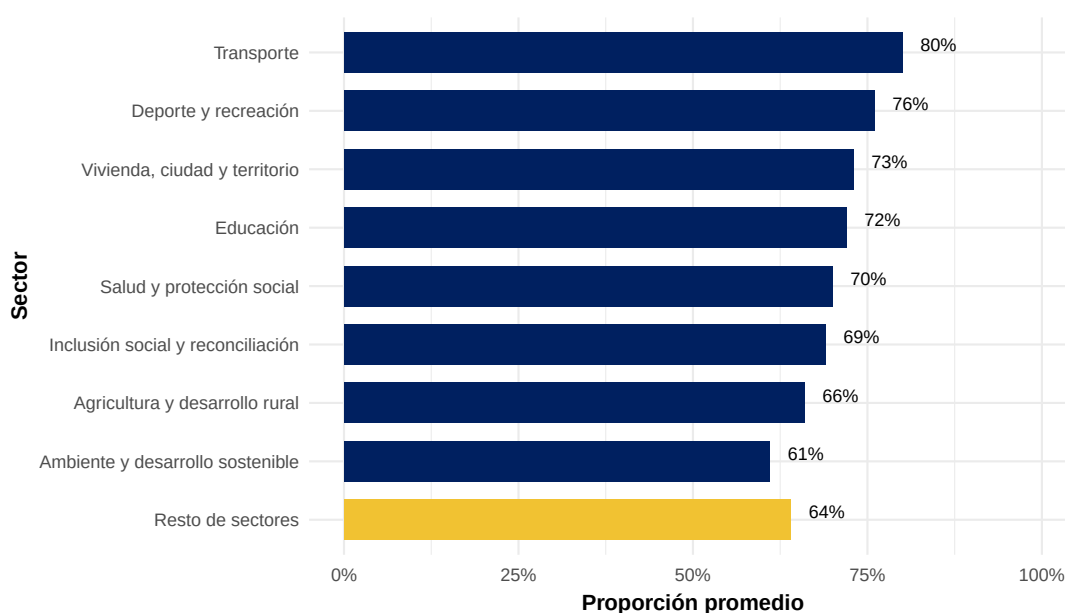
Profundizando en la composición sectorial de la inversión, la Figura 4.3 muestra los rubros de inversión con las mayores proporciones de los proyectos planeados que efectivamente son llevados a cabo. La mayor eficacia la tiene el sector de transporte, seguido de deporte y recreación, y vivienda, ciudad y territorio. La gran parte de los sectores con el mayor nivel promedio del indicador 1 están relacionadas con el desarrollo del tejido social del país y el territorio nacional. El resto de los sectores, entre los cuales están minas y energía, cultura, ciencias, tecnología e innovación, comercio, industria, y turismo, entre otros, cuentan con un promedio de 64 % proyectos planeados que se llevaron a cabo. Observando el promedio del indicador 1 a nivel departamental (ver Figura 6.3 del apéndice), se tiene que en el período de análisis a nivel nacional la proporción fue de 85 %. A nivel departamental, Atlántico, Cundinamarca, Meta y Santander cuentan con los mayores niveles de ejecución, mientras que Valle del Cauca y Boyacá cuentan con los niveles más bajos de los departamentos incluidos en el análisis.

Figura 4.2: Evolución temporal por departamento del Indicador 1

Fuente: elaboración propia con datos del DNP.

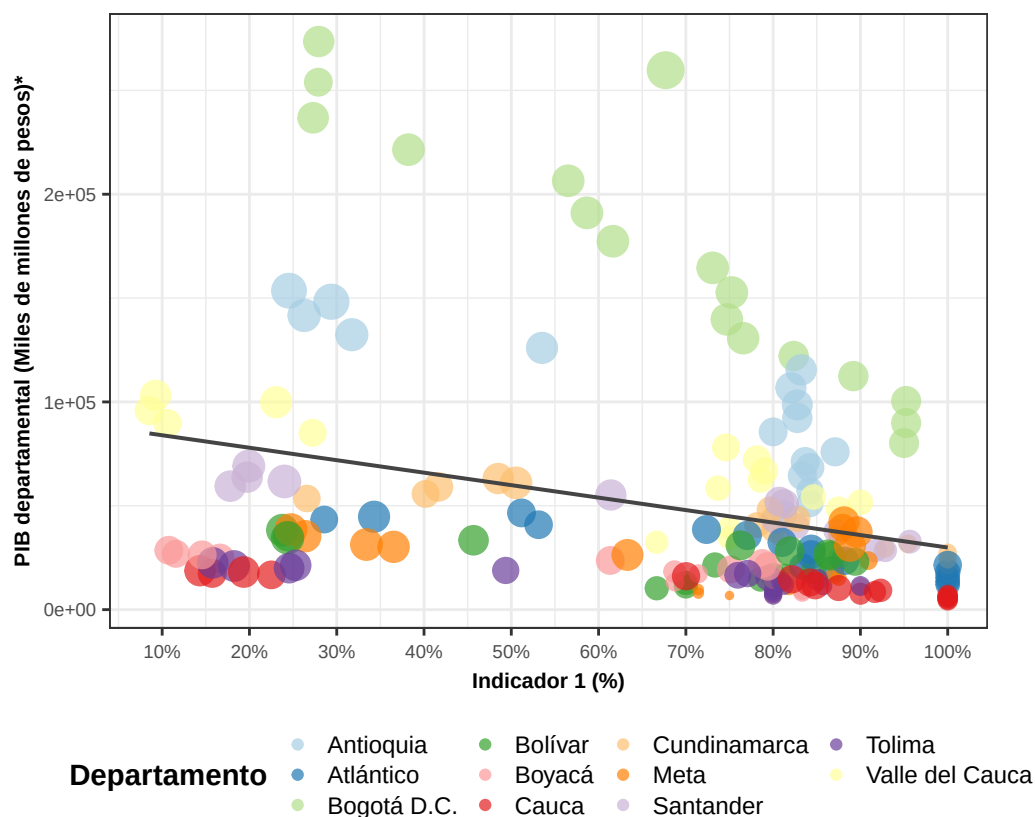
Ahondando en la relación entre inversión y crecimiento económico, se observa preliminarmente una correlación negativa. La Figura 4.4 grafica la relación entre el indicador 1 y el PIB departamental en función del tamaño de la magnitud monetaria relacionada al proyecto (representado por el tamaño de los puntos). En primer lugar resalta el tamaño de la economía de la capital, Bogotá (representado por el color verde claro), el cual posee los mayores niveles de PIB y magnitudes de inversión en proyectos grandes. Bogotá, a pesar de no ser un departamento, es clave en este análisis debido al tamaño de su economía y la contribución que hace al desarrollo económico del país. La mayor proporción de los datos se concentran en niveles altos de eficiencia en los proyectos de inversión en departamentos con producto regional en el rango inferior de la escala. En la Figura 6.2 del apéndice se aplica una transformación logarítmica al PIB regional para visualizar con mayor claridad la dispersión de los datos. Como se podría esperar, aquellos proyectos de menor magnitud monetaria cuentan con niveles de avances mayores en implementación en relación a la planeación, como se observó en el Cuadro 4.1. Este es el caso de los departamentos del Meta, Tolima, Boyacá, y Cundinamarca.

La información preliminar sobre la relación contradice lo encontrado según la lite-

Figura 4.3: Promedio del Indicador 1 según sector de inversión, 2005-2020

Fuente: elaboración propia con datos del DNP.

ratura. Los datos muestran que cumplir en mayor medida el programa de inversión pública departamental se relaciona con un menor PIB, considerando el valor monetario desembolsado en la ejecución de este. Esto implica que el esfuerzo monetario llevado a cabo por los gobiernos departamentales puede que no se esté traduciendo en impulsos significativos en la actividad y desarrollo económico. Para establecer de forma concluyente la relación encontrada en el gráfico se realiza la estimación econométrica.

Figura 4.4: Gráfico de burbujas del PIB vs. Indicador 1

*Incluyendo Bogotá, Distrito Capital.

Fuente: elaboración propia con datos del DANE y el DNP.

4.2. Estimación econométrica

La siguiente sección muestra los resultados del análisis empírico llevado a cabo para abordar los objetivos de investigación esbozados en los capítulos anteriores, siguiendo la metodología planteada en la Sección 3.3. Los resultados de la regresión del modelo de Koyck con 1 rezago se encuentran en el Cuadro 4.2.

Las estimaciones muestran resultados diferentes a los observados en la literatura sobre la relación entre la inversión pública y el PIB departamental. De manera específica, el coeficiente de interacción entre los indicadores 1 y 2, correspondientes a la proporción de proyectos en etapas avanzadas y/o terminados en comparación a los proyectos planteados, y la magnitud monetaria de estos, respectivamente, muestra tener una relación negativa y significativa con la tasa del crecimiento del PIB para los 11 departamentos analizados. Esto puede significar que la influencia positiva de proyectos más grandes se atenúa o se vuelve menos efectiva en términos de su impacto en el crecimiento del PIB cuando estos proyectos tienen altas tasas de éxito en su finalización.

Cuadro 4.2

Resultados del modelo Koyck

	Estimación	Error Estándar	Valor t	Pr(> t)
Intercepto	5.134e+00	1.093e+00	4.696	5.97e-06***
LagPIB	2.564e-01	7.066e-02	3.629	0.0000391***
DiffPob	-8.760e-01	1.023e+00	-0.856	0.393409
LagPob	2.644e+00	1.276e+00	2.072	0.039977*
TasaHom	-2.571e-02	3.894e-02	-0.660	0.510163
LagHom	-5.995e-02	3.785e-02	-1.584	0.115289
TasaDesempleo	-6.804e-02	4.177e-02	-1.629	0.105462
LagDes	-1.348e-02	4.213e-02	-0.320	0.749490
TasaMatri	8.633e-02	9.070e-02	0.952	0.342750
LagMatri	3.093e-04	4.197e-04	0.737	0.462362
TasaGraduados	5.566e-02	2.036e-02	2.734	0.007020**
LagGrad	7.817e-02	1.591e-02	4.914	2.33e-06***
COVID	-1.078e+01	3.130e+00	-3.445	0.000741***
Indicador 2	1.265e-12	5.502e-13	2.300	0.022862*
LagInd2	-9.764e-13	4.724e-13	-2.067	0.040462*
Indicador2:Indicador1	-1.847e-12	7.683e-13	-2.404	0.017457*
R ²	0.5222			
R ² Ajustado	0.4741			

Nota: ***, ** y * denotan significancia al 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

Para el caso del indicador 2, el coeficiente implica que un aumento de una unidad en la magnitud monetaria de los proyectos de inversión pública, se asocia, en promedio, con un aumento en la tasa de crecimiento del PIB de 1.2653e-12. Este coeficiente sugiere que es necesario un cambio considerablemente grande en la magnitud monetaria invertida en proyectos públicos para generar un efecto apreciable sobre el PIB. Por otro lado, la variable de rezago del Indicador 2 muestra que un aumento en la magnitud monetaria de los proyectos del período anterior se asocia con una disminución de la tasa de crecimiento del PIB en el período actual ($\beta = -9.764e-13$). A partir de esto se podría decir que la magnitud de la inversión en el período presente tiene un efecto estimulante marginal sobre economía, pero, esto podría implicar efectos desplazamiento relacionados a restricciones del gasto o inversión en periodos siguientes. Esto se mantiene constante cuando se consideran las otras variables en el modelo.

Por el lado de los controles, variables como la tasa de crecimiento de estudiantes matriculados y graduados universitarios muestran un efecto positivo sobre el cre-

cimiento del PIB regional, mientras que la tasa de variación del desempleo, de los homicidios y la presencia de COVID tienen un impacto negativo. Los coeficientes del rezago de la tasa de crecimiento del PIB y de graduados, el factor covid, y el rezago del tamaño poblacional y de graduados son estadísticamente significativos a niveles entre el 1 % y el 10 %; mientras que las variables correspondientes a la tasa de homicidios, desempleo y matriculados no cuentan con poder explicativo dentro del modelo.

En término de ajuste del modelo, este capta alrededor del 52.2 % de la variabilidad en el PIB departamental, como lo representa el valor de R^2 de 0.5222, aunque el R^2 ajustado es ligeramente menor a 0.4741. El estadístico F, que prueba la significancia global del modelo, cuenta con un valor de 10.85, y un valor p muy pequeño, lo que sugiere que los predictores del modelo son valiosos para explicar el PIB. La dispersión de los residuos es bastante amplia, pero la mediana cercana a cero sugiere que el modelo no está sistemáticamente sesgado hacia estimaciones por encima o por debajo del valor real.

Con el fin de evaluar la validez y confiabilidad de los resultados del modelo se llevaron a cabo las pruebas de Durbin-Watson, Breusch-Pagan y Shapiro-Wilk para detectar la presencia de autocorrelación, heterocedasticidad y normalidad en los residuos, respectivamente. La prueba de Durbin-Watson sugiere que no hay problemas significativos de autocorrelación en los residuos ($DW = 1.8926$, p-valor = 0.2172). A partir de la prueba de Breusch-Pagan se puede decir que no hay evidencia suficiente para afirmar que existe heterocedasticidad en los residuos ($BP = 18.506$, p-valor = 0.237). Finalmente, la prueba de Shapiro-Wilk indica evidencia que los residuos del modelo no se distribuyen normalmente ($W = 0.89216$, p-valor = $1.344e-09$). Dado que el tamaño de la muestra utilizada para el presente trabajo es suficientemente grande, puede decirse que las pruebas de hipótesis y las estimaciones de los coeficientes mantienen su robustez frente a la violación del supuesto de normalidad de los residuos (Stark, 2017).

Los resultados de los indicadores de la tabla revelan una importante característica sobre la naturaleza de los proyectos de inversión pública en Colombia. La relación negativa del término de interacción entre los indicadores implica que una eficiente implementación y finalización de los proyectos no necesariamente se traduce en crecimiento económico significativo para los departamentos. El grado alto de ineficiencia en los procesos en general, gastos dispendiosos, o la corrupción, distorsionan el impacto esperado del gasto público en la acumulación del capital y así, el remanente es la implementación eficiente de un número de proyectos que fueron mal ejecutados e inefectivos (Dabla-Norris et al., 2011). Este podría ser el caso de Colombia, donde la ineficiencia del gasto por razones relacionadas a las filtraciones de las transferencias, malgasto en remuneración a empleados y/o en compras públicas, ha llegado a alcanzar al rededor de \$45 billones de pesos, más o menos el 4,8 % del Producto Interno Bruto (PIB) a cifras del 2018 (Izquierdo et al., 2018), situación que se agrava a nivel regional por la proclividad de los procesos a nivel subnacional de

estar permeados por corrupción y malos manejos.

Así mismo, la capacidad institucional departamental colombiana parece no estar preparada para explotar la productividad de la inversión pública. El caso Odebrecht, el carrusel de la contratación, Reficar, son solo algunos de los escándalos de corrupción más sonados que dan testimonio de cómo los intereses políticos y las elecciones locales son las que dominan el proceso de elección de proyectos de inversión, en detrimento de la rentabilidad social y las necesidades económicas. Siendo así, se puede esperar que los grandes desembolsos y la eficiente realización de proyectos no impliquen automáticamente un beneficio económico. Las estimaciones del Indicador 2 y su correspondiente rezago indican que el efecto estimulante sobre el crecimiento económico de la magnitud monetaria de los proyectos es significativo, pero de una magnitud muy reducida, efecto que en el período siguiente se revierte con una mayor magnitud. Por otro lado, los elevados niveles de inversión pública podrían estar desplazando a la inversión privada (Nguyen y Trinh, 2018; Bahal et al., 2018). Si los proyectos públicos son menos eficientes que los privados, esto podría tener un impacto negativo neto en el PIB. La inclusión del efecto de la inversión privada se consideró para el propósito del presente trabajo, pero no se logró obtener dicha información a nivel departamental en los portales de información de acceso público.

Cabe resaltar el hecho de que hay considerables diferencias metodológicas entre el presente trabajo y la literatura relacionada. Las variables que caracterizan la inversión pública provienen de una fuente de datos que no se ha utilizado en la literatura colombiana, y en la literatura internacional aquí contemplada utilizaban otras aproximaciones en la medición de la inversión pública. Las diferencias de medición pueden dar lugar a distintas relaciones con el PIB. En general, diversos factores pueden estar influyendo en los resultados aquí encontrados.

Capítulo 5

Conclusión

La tarea de intentar captar una porción de la relación entre la inversión pública y el crecimiento económico a nivel departamental fue abordada en este estudio. A través de un análisis exhaustivo que abarcó desde la visualización de datos hasta la estimación econométrica, se han arrojado luces sobre cómo la inversión pública, medida a través de dos indicadores no usados previamente en la literatura colombiana, afecta el PIB a nivel departamental.

Los resultados obtenidos sugieren que, aunque existan numerosos proyectos en fases avanzadas o ya concluidos, la calidad o eficacia de estos podría ser insuficiente, generando repercusiones adversas si son mal gestionados o si conllevan a una errónea asignación de recursos. Invertir en la eficiencia de la inversión puede resultar ser más beneficioso en términos de crecimiento económico que aumentos en el nivel de la inversión como tal, y, así mismo, la disminución de la eficiencia que podría derivarse de un aumento de las inversiones que desborden la capacidad administrativa y de ejecución podría ser crítica (Prestibero et al., 2016).

Los hallazgos empíricos presentados en este estudio sugieren la necesidad de mantener un enfoque en el refuerzo de la institucionalidad y claridad en la gestión pública de las entidades territoriales, así como mantener activa la discusión académica y pública sobre los factores de influencia de la inversión pública sobre el desempeño económico a nivel departamental en Colombia. Tener en cuenta los diversos matices que afectan las relaciones de esta naturaleza es importante para ofrecer una visión que se acerque lo máximo posible a la realidad y logren proveer perspectivas valiosas para el desarrollo regional. En un futuro se espera identificar según la caracterización de la inversión pública según rubros de inversión los efectos sobre el crecimiento económico a nivel regional, incluyendo componentes institucionales y de inversión privada que puedan afectar la relación.

Capítulo 6

Apéndice

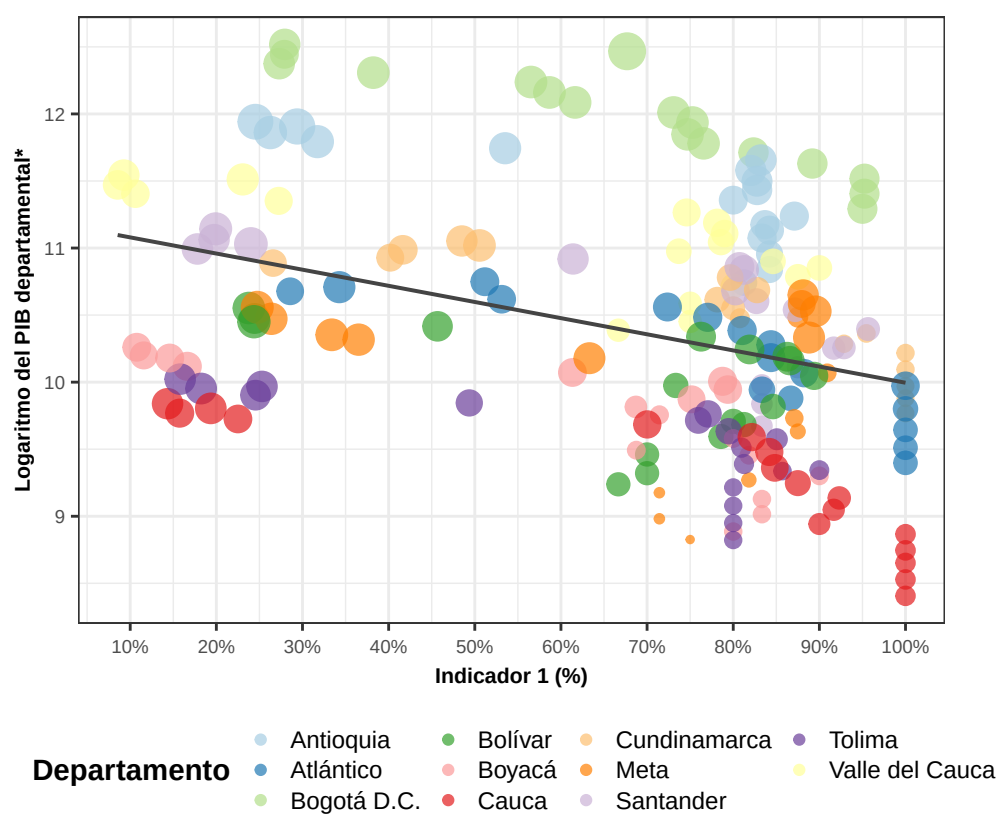
6.1. Figuras

Figura 6.1: Porcentaje de variación del PIB a nivel nacional y Bogotá, 2005-2020



Fuente: elaboración propia con datos del DANE.

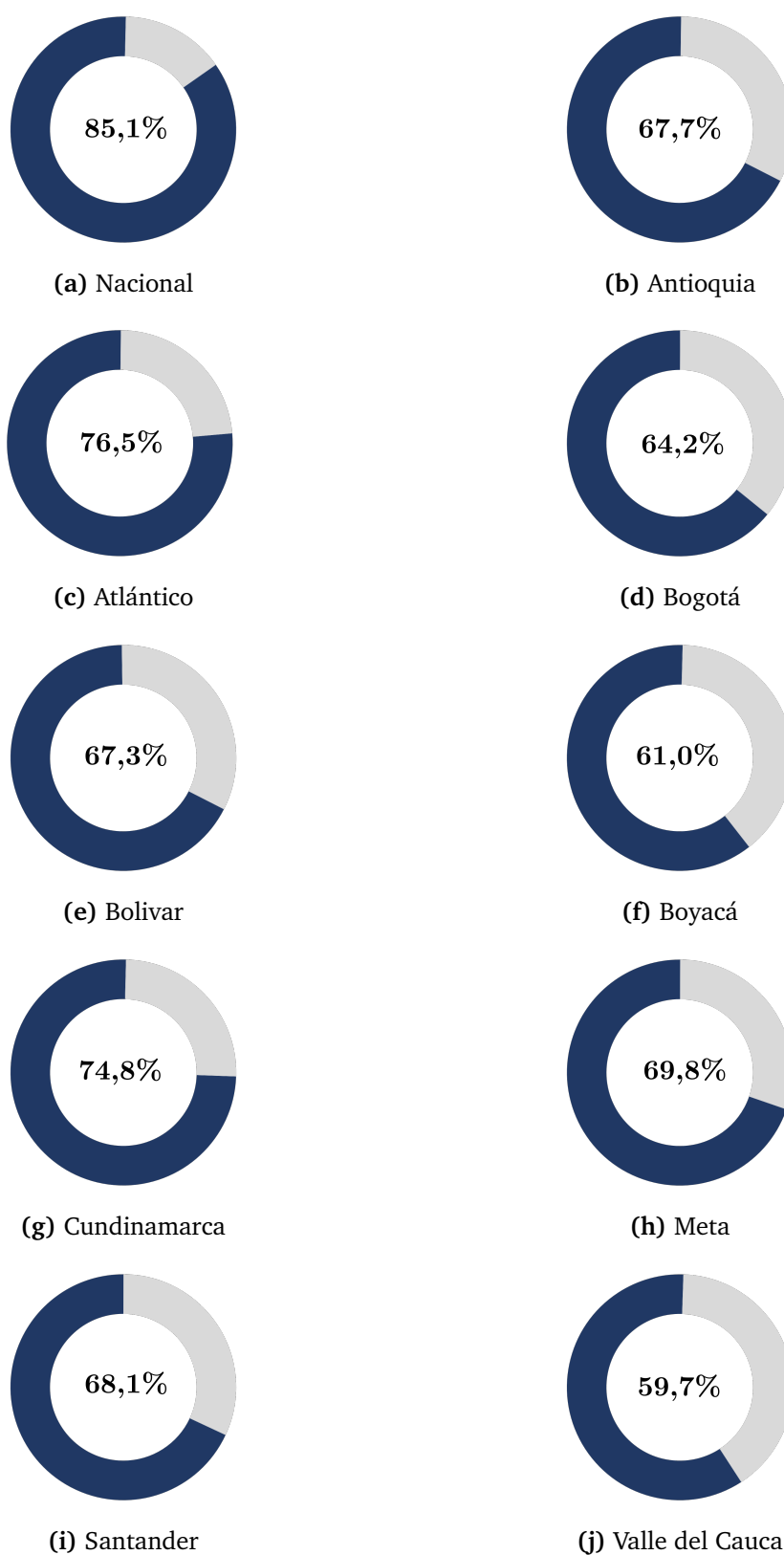
Figura 6.2: Gráfico de burbujas del logaritmo del PIB vs. Indicador 1



**Incluyendo Bogotá, Distrito Capital.*

Fuente: elaboración propia con datos del DANE y el DNP.

Figura 6.3: Proporción de proyectos de inversión pública en etapas avanzadas y terminados en relación a los proyectos planteados



Fuente: elaboración propia con datos del DNP.

6.2. Cuadros

Cuadro 6.1: Descripción de Variables y fuentes de datos

Variable	Descripción	Fuente
PIB	Variable dependiente. Producto interno bruto departamental a precios corrientes en miles de millones de pesos.	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE.
Población	Tamaño poblacional	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE.
Homicidios	Toda muerte causada por otra persona por cualquier tipo de elemento (Se mide en número de víctimas).	Observatorio de Derechos Humanos y Defensa Nacional - Ministerio de Defensa Nacional.
Desempleo	Tasa de desempleo	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE.
Matriculados	Número de estudiantes matriculados en instituciones de educación superior.	Ministerio de Educación Nacional.
Graduados	Número de estudiantes graduados de instituciones de educación superior.	Ministerio de Educación Nacional.
COVID	Variable dummy representando la presencia de coronavirus en un año determinado	Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE.
Indicador 1	Relación entre el número de proyectos en estados avanzados y terminados, y el número total de proyectos planteados.	Departamento Nacional de Planeación - DNP.
Indicador 2	Magnitud monetaria de los proyectos en estados avanzados y terminados. de educación superior.	Departamento Nacional de Planeación - DNP.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6.2: Estadísticas descriptivas variables de control, 2004-2020

Variables	Población			Desempleo (%)			Matriculados					
	Media	Max	Min	Media	Max	Min	Media	Max	Min	DE		
Antioquia	5958577	6649401	5396150	379667	12,0	17,6	10,0	1,9	155615	205054	103745	35993
Atlántico	2334372	2693665	2082198	177002	9,7	14,0	7,4	2,3	71143	89387	53149	13189
Bogotá D.C.	7151846	7732161	6616513	297713	11,0	18,1	8,8	2,4	393941	525513	272427	93529
Bolívar	1948875	2169294	1776177	112310	8,2	11,5	4,7	2,1	34819	43760	25000	6916
Boyacá	1180903	1257289	1137797	33682	8,8	12,3	6,2	1,7	35145	46147	246	11416
Cauca	1380790	1508061	1266447	72242	10,3	14,4	8,1	1,5	23350	34297	157	8904
Cundinamarca	2372092	3147954	1877914	418508	10,4	17,7	8,2	2,3	29258	47566	1557	12180
Meta	929704	1082032	772192	95050	11,3	19,9	9,4	2,4	18323	27531	794	7255
Santander	2044630	2282208	1859665	123282	9,6	16,6	7,1	2,6	57875	69546	39944	10888
Tolima	1318387	1354338	1303498	12933	14,1	23,2	10,0	3,4	23082	31651	2199	7115
Valle del Cauca	4356578	4582377	4176734	107962	13,5	21,0	10,9	2,2	91220	113193	66557	16006

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6.3: Estadísticas descriptivas variable dependiente e indicadores, 2004-2020

Variables	PIB				Indicador 1				Indicador 2			
	Media	Max	Min	DE	Media	Max	Min	DE	Media	Max	Min	DE
Antioquia	96201	153559	46292	35118	0.7	0.9	0.2	0.2	3.9E+12	1.9E+13	5.3E+11	5.4E+12
Atlántico	28362	46575	12066	11527	0.8	1.0	0.3	0.2	9.7E+11	3.5E+12	3.2E+11	7.4E+11
Bogotá D.C.	171352	273524	80212	62469	0.7	1.0	0.3	0.2	5.3E+12	4.2E+13	1.1E+12	9.5E+12
Bolívar	23385	38285	10282	9104	0.7	0.9	0.2	0.2	1.4E+12	5.7E+12	2.9E+11	1.5E+12
Boyacá	17904	28574	7231	6925	0.6	0.9	0.1	0.3	5.4E+11	1.2E+12	9.0E+10	4.8E+11
Cauca	11231	18755	4475	4952	0.7	1.0	0.1	0.3	7.6E+11	2.9E+12	1.3E+11	8.6E+11
Cundinamarca	39394	63112	17452	15275	0.8	1.0	0.3	0.2	7.2E+11	4.2E+12	8.3E+10	1.1E+12
Meta	25764	42214	6810	12202	0.7	0.9	0.2	0.2	1.8E+12	4.8E+12	4.6E+10	1.9E+12
Santander	41412	69124	15876	17083	0.7	1.0	0.2	0.3	1.5E+12	6.5E+12	1.6E+11	1.8E+12
Tolima	14640	22526	6784	5004	0.7	0.9	0.2	0.3	8.3E+11	3.0E+12	8.8E+10	1.1E+12
Valle del Cauca	65756	103173	32444	23057	0.6	0.9	0.1	0.3	8.9E+11	3.6E+12	2.3E+11	9.2E+11

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 7

Referencias

- Abiad, A., Furceri, D., & Topalova, P. (2015). The Macroeconomic Effects of Public Investment: Evidence from Advanced Economies. IMF Working Papers, 2015(095). <https://doi.org/10.5089/9781475578874.001>
- Aschauer, D. A. (1988). Is government spending stimulative? Staff Memoranda 88-3, Federal Reserve Bank of Chicago.
- Aschauer, D. A. (1989). Is public expenditure productive? Journal of Monetary Economics, 23(2), p. 177-200. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90047-0)
- Bahal, G., Raissi, M., & Tulin, V. (2018). Crowding-out or crowding-in? public and private investment in India. World Development, 109, 323-333. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2018.05.004>
- Baltagi, B. H. (2021). Econometric analysis of panel data. En Springer texts in business and economics. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5>
- Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. The Quarterly Journal of Economics, Vol. 106, No. 2, 407-443. <http://links.jstor.org/sici?sici=0033-5533%28199105%29106%3A2%3C407%3AEGIACS%3E2.0.CO%3B2-C>
- Betancur, J.S., Orbegozo-Daza, C. Gantiva-Parada, D. (2018). Relación entre la tasa de inversión y el crecimiento económico en Colombia. Ministerio de Hacienda y Crédito Público: Dirección General de Política Macroeconómica.
- Cárdenas-Santamaría, M., Escobar-Arango, A., & Gutierrez-Sourdis, C. (1995). La contribución de la infraestructura a la actividad económica en Colombia 1950-1994. Revista Ensayos Sobre Política Económica; Vol. 14, No. 28, 139-188.
- Chakraborty, S., & Dabla-Norris, E. (2009). The Quality of Public Investment. IMF Working Papers, 2009(154). <https://doi.org/10.5089/9781451873016.001>

- Collier, P., van der Ploeg, R., Spence, M., & Venables, A. (2010). Managing Resource Revenues in Developing Economies, IMF Staff Papers, 2010(001), A004. <https://doi.org/10.5089/9781589069114.024.A004>
- Dabla-Norris, E., Brumby, J., Kyobe, A. J., Mills, Z., & Papageorgiou, C. (2012). Investing in Public Investment: An Index of Public Investment efficiency. *Journal of Economic Growth*, 17(3), 235-266. <https://doi.org/10.1007/s10887-012-9078-5>
- Departamento Nacional de Planeación. (2020). Informe de Resultados: MDD 2020. Portal Web DNP. URL
- Devarajan, S., Swaroop, V., Zou, H. (1996). The composition of public expenditure and economic growth, *Journal of Monetary Economics*, 37 (2), 313-344. [https://doi.org/10.1016/S0304-3932\(96\)90039-2](https://doi.org/10.1016/S0304-3932(96)90039-2)
- Espitia, J., Ferrari, C., González, J. I., Hernández, I., Reyes, L. C., Romero, A., Tassara, C., Varela, D. F., Villabona, J., & Zafra, G. (2018). El gasto público en Colombia. reflexiones y propuestas. *Revista de economía institucional*, 21(40), 291-326. <https://doi.org/10.18601/01245996.v21n40.11>
- Flyvbjerg, B., Bruzelius, N., & Rothengatter, W. (2003). *Megaprojects and Risk: An Anatomy of Ambition*. Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CB09781107050891
- Gupta, S., Kangur, A., Papageorgiou, C., & Wane, A. A. (2014). Efficiency-Adjusted public capital and growth. *World Development*, 57, 164-178. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.11.012>
- Gutiérrez, M. A. (2006). Economic growth in Latin America: The role of investment and other growth sources. *Vanishing Growth in Latin America: The Late Twentieth Century Experience*, 161-236. <https://hdl.handle.net/11362/5399>
- Isham, J., & Kaufmann, D. (1999). The forgotten rationale for policy reform: the productivity of investment projects. En *The World Bank eBooks*. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-1549>
- Izquierdo, A., Pessino, C., Vúletin, G., Puig, J., Riera-Crichton, D., Alaimo, V., Serebrisky, T., Suárez-Alemán, A., Pastor, C., Elacqua, G., Martinez, M., Serrano, R. L., Pinto, D. M., Moreno-Serra, R., Cafagna, G., Álvarez, L. G., Keefer, P., Scartascini, C., & Vlaicu, R. (2018). Better Spending for Better Lives: How Latin America and the Caribbean can do More with less. En *Inter-American Development Bank eBooks*. <https://doi.org/10.18235/0001217-en>

- Judson, R., & Owen, A. L. (1999). Estimating Dynamic Panel Data Models: A Guide for Macroeconomists. *Economics Letters*, 65(1), 9-15. [https://doi.org/10.1016/s0165-1765\(99\)00130-5](https://doi.org/10.1016/s0165-1765(99)00130-5)
- León, G. & Benavides, H. (2015). Inversión pública en Colombia y sus efectos sobre el crecimiento y la convergencia departamental. *Revista Dimensión Empresarial*, vol. 13, núm. 1, 57-72. <http://dx.doi.org/10.15665/rde.v13i1.338>
- Mendoza Tolosa, H. A., y Yanes Guerra, C. A. (2014). Impacto del gasto público en la dinámica económica regional. *Revista Finanzas Y Política Económica*, 6(1), 23-41. <https://doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2014.6.1.2>
- Millimet, D. L., & Bellemare, M. F. (2023). Fixed effects and causal inference. *Social Science Research Network*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4467963>
- Miyamoto, H., Baum, A., Gueorguiev, N., Honda, J., y Walker, S. (2020). Growth impact of public investment and the role of infrastructure governance. In G. Schwartz, M. Fouad, T. S Hansen G. Verdier (Ed.). *Well Spent: How Strong Infrastructure Governance Can End Waste in Public Investment* (Chapter 2, pp. 15-29). USA: International Monetary Fund.
- Nguyen, C. P., & Trinh, L. T. (2018). The impacts of public investment on private investment and economic growth. *Journal of Asian business and economic studies*, 25(1), 15-32. <https://doi.org/10.1108/jabes-04-2018-0003>
- OECD (2016). *Making the Most of Public Investment in Colombia: Working Effectively across Levels of Government*. OECD Multi-level Governance Studies. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264265288-en>
- Perdomo, A. (2002). Inversión pública sectorial y crecimiento económico: Una aproximación desde la metodología VAR. *Archivos de Macroeconomía*, No. 208.
- Prestibero, A., Zanna, L.-F., & Berg, A. (2016, 5 enero). Public investment efficiency and growth. CEPR. https://cepr.org/voxeu/columns/public-investment-efficiency-and-growth#_ftn1
- Pritchett, L. (2000). The Tyranny of Concepts: CUDIE (Cumulated, Depreciated, Investment Effort) Is Not Capital. *Journal of Economic Growth*, 5, 361-384. <https://doi.org/10.1023/A:1026551519329>
- Querubin Borrero, P. (2003). *CRECIMIENTO DEPARTAMENTAL Y VIOLENCIA CRIMINAL EN COLOMBIA*. DOCUMENTO CEDE 2003-12 ISSN 1657-7191. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/8358/dcede2003-12.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sánchez, F. (1994). El papel del capital público en la producción, la inversión y el crecimiento económico en Colombia. Estabilización y crecimiento. Nuevas lecturas de macroeconomía colombiana. Tercer Mundo-Fedesarrollo.
- Stark, B. (2017). Studying “moments” of the central limit theorem. *The Mathematics Enthusiast*, 14(1-3), 53-76. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1388>
- Tenorio, J.A. (2011). Sobre el impacto de la infraestructura pública en el producto y el crecimiento económico: Colombia 1950-2000. *Sociedad y Economía* No. 12. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/651/impacto%20de%20la%20infraestructura.pdf?sequence=1>
- Uribe, J. D. (1993). Infraestructura física, “Clubs de Convergencia”, y Crecimiento Económico: Alguna evidencia empírica. *as*, 23(1), 139-167.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. The MIT Press. <http://www.jstor.org/stable/j.ctt5hhcfr>
- World Economic Outlook Database. (2023, 7 abril). IMF. <https://www.imf.org/en/Publications/WEO/weo-database/2023/April>