FUNDACIÓN UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

LA INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA VIAL (OBRAS 4G) Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO EN COLOMBIA 2000-2015

Estimación de efectos fijos en datos de panel

Proyecto de grado para optar al título de Economista

Estudiantes:
Camila Carreño
Viviana Jiménez

Bogotá DC
2018

Nota de aceptación:

_____

_____

_____

_____

_____

Tutor del proyecto:

_____

Pedro Nel Páez Pérez, PhD

Jurado

_____

Nombre:

Jurado

_____

Nombre:

“Dedicamos este trabajo a nuestras familias por su amor, sabiduría y apoyo incondicional, su entereza y rectitud forjaron este bello presente”

Camila Carreño

Viviana Jiménez

AGRADECIMIENTOS

A Dios por un día más de vida al propósito de nuestros sueños.

A nuestros tutores Pedro Nel Páez Pérez por su orientación y a Carlos Güisa, por depositar su confianza en nosotras durante este importante paso.

Al profesor Rafael Mora por guiarnos en nuestra formación académica, pero sobre todo en nuestra formación ética y personal.

Al profesor Jhon Gómez y en general a todo el cuerpo académico de la Facultad de Ciencias Económicas y Contables de Los Libertadores

A mi compañera de investigación por brindarme fortaleza y dedicación.

A todas las personas que han formado parte de nuestra vida profesional a los que debemos su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía.

Tabla de contenidos

1. Introducción y fundamentos generales 5
1.1 Introducción 5
1.2 Objetivos 7
1.2.1. Objetivo general 7
1.2.2 Objetivos específicos 7
1.3 Justificación 7
1.4 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación 8
1.5 Formulación de hipótesis 8
2. Marco teórico 8
3. Marco conceptual 13
Composición de la Infraestructura Vial Nacional 31
3.4 La evidencia empírica 33
3.4.1 Identificación de variables 33
3.4.2 El modelo 35
3.4.3 Estimaciones del modelo e interpretación de resultados 41
3.4.4 Interpretación de betas para cada variable 42
4. Conclusiones y recomendaciones 45
4.1. Conclusiones 45
4.2. Recomendaciones 46
5. Bibliografía 47
6. Anexos 50

RESUMEN

En este trabajo se determina el impacto de la inversión en infraestructura vial (1G, 2G, 3G y 4G) sobre el PIB en Colombia, a partir de datos anuales para el periodo comprendido entre 2000 y 2015. Se utiliza información de los departamentos colombianos sobre inversión en infraestructura pública; inversión en obras de primera, segunda, tercera y cuarta generación y gasto público. Se estima un modelo de regresión con datos panel de efectos fijos, en el cual se toma como variable dependiente el valor del PIB. Se esperan crecimientos directamente proporcionales de acuerdo a la teoría económica para las zonas con mayor inyección de recursos, o las zonas ubicadas en torno a las vías de 1G, 2G, 3G y 4G, las que a su vez generan otros desarrollos socioeconómicos. Dados los resultados encontrados, se rectificaron los valores esperados por departamento al deducir que los efectos de estas obras aún no han impactado el PIB colombiano de forma positiva.

Palabras clave: infraestructura, inversión pública, crecimiento económico, datos de panel.
Clasificación JEL: C01, C3, E62, H54, O41, R10.

1. Introducción y fundamentos generales

1.1 Introducción

Este trabajo se enmarca en la línea de investigación Crecimiento y Desarrollo Económico de la Fundación Universitaria los Libertadores. Se trata de un trabajo cualitativo-cuantitativo que tiene alcances correlacionales y busca explicar la inversión en las obras de primera, segunda, tercera y cuarta generación (en adelante concesiones G) y su impacto en el producto interno bruto (PIB) en función de algunas de sus características. Entre ellas se destacan el presupuesto asignado para cada una de las generaciones, la inversión pública en infraestructura y el gasto público, para determinar el efecto de cada una de ellas en el PIB departamental durante el periodo 2000–2015. Con esta información se busca construir y orientar la

implementación de iniciativas relacionadas con el uso y destinación de los recursos por parte de distintos agentes públicos o privados en el país.

Por otra parte, se estima una regresión con datos panel de efectos fijos para los departamentos del país y de esta forma se busca determinar el impacto en el PIB departamental observada por la estimación del modelo. Se espera encontrar relaciones positivas entre inversión en infraestructura, las concesiones G, el gasto público y el PIB departamental para el periodo de análisis. El estudio concluye que existe una relación directamente proporcional entre el PIB y la inversión pública en infraestructura, aunque esta última no explica el crecimiento en los años observados. Así pues, los años con mayor inversión (2012, 2013 y 2015) fueron los años que reflejaron un mejor y mayor comportamiento del PIB.

Los departamentos más favorecidos con las concesiones G fueron Antioquia, Bolívar, Meta y Valle de Cauca. Estos aumentaron su crecimiento. Se espera igualmente un mejoramiento en el acceso a los puertos marítimos del país. La capital colombiana no tuvo observó un efecto directo de las obras G. Aun así, presentó aumento del PIB. Las fuentes fueron sus conexiones comerciales, que presentaron un crecimiento continuo y expansión.

El documento está dividido de la siguiente manera: la primera parte corresponde a la introducción y fundamentos generales. La segunda describe las consideraciones conceptuales sobre las relaciones entre el PIB, el gasto público y la inversión en infraestructura, así como los fundamentos teóricos. En la tercera parte se presenta el marco conceptual. En él se expone el contexto colombiano, las concesiones G y la implementación del modelo de datos de panel de efectos fijos aplicados sobre información de carácter espacial y temporal. Igualmente, la estructura de los datos, la metodología utilizada y el modelo estimado. Luego se describen los resultados. En la cuarta parte se presentan las conclusiones y recomendaciones.

1.2 Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el efecto de la inversión en las concesiones viales en Colombia sobre la tasa de crecimiento del PIB departamental, para el período 2000-2015.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar la evolución del crecimiento del PIB Colombiano a nivel departamental, atribuible a la inversión en infraestructura y el gasto público.
- Aplicar una metodología de estimación, que permita cuantificar las relaciones entre la inversión vial y el crecimiento.

1.3 Justificación

La tasa del crecimiento del PIB real es un indicador que permite medir el desempeño económico de un país. Con bastante frecuencia se utiliza como una medida de bienestar material de una sociedad, por ello se vincula con el concepto de desarrollo. debido a que al aumentar el poder adquisitivo y con él la capacidad de compra mejorando la calidad de vida de una sociedad.

Hay una gama variada de estrategias que se consideran esenciales para lograr el desarrollo. Entre ellas se cuentan el gasto público y la política económica. Por ese motivo resulta de interés general estudiar los factores que inciden en su el crecimiento de la tasa del producto. De allí se deduce la importancia y pertinencia del tema ya que se intenta cuantificar el aporte de la inversión en infraestructura vial sobre el crecimiento económico.

El análisis se agrupa en torno al proyecto de infraestructura más ambicioso que se ha puesto en marcha en Colombia. Son las concesiones G. Su objetivo es reducir el rezago en competitividad respecto a otros países y sus efectos pueden ser

diferenciadas gracias a las externalidades presentadas en cada periodo en el que se lleva a cabo esta inversión.

Adicionalmente, es necesario analizar el plan de concesiones G contemplado por el gobierno nacional, porque las inversiones de los recursos tienen un alto costo de oportunidad ya que pudieron ser utilizados en otro tipo de actividades encaminadas al crecimiento, como la educación, la investigación en ciencia y tecnología, el emprendimiento rural y urbano, distintas formas de subsidios, las telecomunicaciones. Por tanto, se requiere cuantificar los efectos de tales obras como un determinante significativo del crecimiento.

1.4 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación

¿Cuál es la relación que existe entre la inversión pública en infraestructura, concesiones de primera, segunda, tercera y cuarta generación y el crecimiento económico departamental en Colombia, para el periodo 2000-2015?

1.5 Formulación de hipótesis

De acuerdo a la pregunta planteada, la hipótesis de investigación es de tipo causal, y se expresa de la siguiente manera: “La inversión en las concesiones G tienen efecto significativo sobre el PIB colombiano en el periodo 2000 - 2015”.

2. Marco teórico

.

El crecimiento económico es uno de los temas recurrentes en las discusiones de política, tanto para los hacedores de política como en el ámbito académico. Sin embargo, para introducir el tema debe hacerse una distinción entre el corto y el largo plazo. Son bien conocidas las medidas relacionadas con la política económica en el corto plazo, valga la pena decir, la política fiscal monetaria y cambiaria en un marco de análisis keynesiano. Por su parte, el crecimiento de la renta a través del tiempo es un fenómeno que atañe exclusivamente al largo plazo. En ese sentido cobra validez y relevancia el trabajo de (Solow 1957). El crecimiento, como ya se anotó, es un hecho

de largo plazo, enmarcado por este autor en un contexto metodológico (y teórico) con la micro fundamentación microeconómica(Kuhns & Solow, 1957)
Es por eso que la producción se expresa por una función de producción neoclásica donde el capital físico juega el papel determinante como motor del crecimiento. La idea central es que, si una economía ahorra e invierte, pero además incrementa el stock de capital per cápita, acumula capital físico que aumenta la producción per cápita. No obstante, una limitación grande en el modelo de Solow es el supuesto de tecnología exógena.

A pesar estas limitaciones es admirable la relación que hace este autor entre acumulación de capital y crecimiento a través de la inversión (ver Barro y Sala-i-Martin (2002) y (Barro & Sala-i-Martin, 1992)). Si bien el ahorro genera los recursos para la inversión que fomenta el crecimiento, es la inversión bruta la que tiene un efecto mayor sobre el crecimiento futuro. No interesa aquí mucho si hay transición al estado estacionario y convergencia, importa analizar la relación entre inversión (capital físico) y crecimiento de la renta per cápita.

En ese sentido apuntan otras teorías del desarrollo. El capital físico se considera importante en, por ejemplo, el modelo de etapas lineales de Rostow (Rostow, 1959) y el modelo de cambio estructural de Lewis (Lewis, W. A. 1954). El papel de la inversión en infraestructura sobre el crecimiento económico ha llamado la atención desde diversas orillas. No es gratuito que los gobierno busquen invertir en capital físico para lograr el crecimiento (Palei, 2014). Para este autor, una gestión eficiente de la infraestructura puede mejorar la productividad industrial y la competitividad nacional. Barro (1990) encuentra que la inversión pública en infraestructura mejora la productividad del sector privado. Aschauer (1989) atribuye la desaceleración de la productividad en los Estados Unidos en los años setenta a la falta de inversión en infraestructura. Egert, Kozluk y Sutherland (2009), además de la inversión en infraestructura, encuentran un efecto positivo entre el crecimiento que incluye efectos del stock de capital físico cuando a través de él se alcanzan economías de escala, externalidades de red y ganancias en competitividad. Su trabajo analiza la relación empírica entre infraestructura y crecimiento económico utilizando series de tiempo. Encuentran que hay un impacto positivo de la inversión en infraestructura sobre el crecimiento, además de otras externalidades positivas. Clavijo, Vera y Vera (2013)

analizan la importancia de este tipo de inversión para Colombia. Otra literatura relacionada incluye autores como (Acevedo, 2013) (Rozas & Sánchez, 2004) (Pérez, 2005), (Aschauer 1989).

Debido a lo anterior, se reconoce que las economías modernas necesitan redes de infraestructura en comunicaciones, energía o transporte, para expandir su producción interna. Esta producción puede consumirse internamente o exportarse. Por estas y muchas razones, los países amplían y modernizan su infraestructura básica. Idealmente deberían tener en cuenta los estándares tecnológicos internacionales, para lograr niveles óptimos de cobertura del territorio y reforzar la relación existente entre inversión en infraestructura o capital físicos como lo llama (Sala-i-Martin, 2002) y el crecimiento.

De otro lado, mantener la disponibilidad de obras de infraestructura y las obras complementarias como servicios relacionados, coadyuva en la consecución del objetivo del crecimiento. Sin embargo, a lo largo de la historia la sociedad ha enfrentado un dilema. Anterior a los años 80 era común que la infraestructura la construyera el Estado directamente. Con los cambios planteados desde los 80, esta posición no está muy clara porque han llegado, con la apertura económica y la globalización, nuevos actores en la provisión de servicios públicos por parte del sector privado. Hoy en día es más común que la contratación de este tipo de obras se realice a través de licitaciones para la construcción, el desarrollo y el mantenimiento de la infraestructura. Además, la infraestructura es un elemento central del proceso de integración del sistema económico y territorial de un país y en sus relaciones económicas con el resto del mundo. Por tanto, las redes de comercio, de comunicaciones y de logística constituyen un elemento fundamental de la estructura económica de los países y de sus mercados, así como los componentes concretos que articulan las economías nacionales con la economía global. Para Economides "… las redes empresariales juegan un papel crucial en la economía moderna y estaría muy disminuida sin las redes de transporte, comunicaciones, información y ferrocarril" (pg. 673).

Según Tresca (2013) en la economía global actual, las nuevas oportunidades de crecimiento y desarrollo para las empresas, deben ser aprovechadas especialmente

por las más pequeñas (PYMES). Proyectar las áreas de actividad en una escala mayor en los mercados globales es visto como una de las muchas opciones estratégicas abiertas a estas empresas, pero hoy se ha convertido en una necesidad, una verdadera condición para la supervivencia. En este sentido, las redes mundiales son una vía que la mayoría que las PYMES deberían adoptar para aumentar su competitividad en un entorno global. Estas redes permiten superar las limitaciones de su tamaño, otorgando acceso a los recursos tangibles e intangibles en todo el mundo que pueden aprovecharse gracias a la red.

Las facilidades del comercio actual, como los cambios en la política arancelaria y la disminución de las barreras comerciales han permitido que las transacciones externas se hagan con mayor facilidad. Este hecho da a lugar que no solo se tenga en cuenta la cantidad, la calidad de la infraestructura, mediante la cual se pueda articular la estructura económica de un país con el resto del mundo, por lo cual es indispensable la conectividad internacional de un país.

Por otra parte, numerosos estudios empíricos han demostrado que los costos elevados asociados con los servicios de infraestructura desincentivan el ingreso de la inversión extranjera directa (IED). Los efectos llegan a ser negativos sobre la tasa de inversión y el crecimiento económico. En algunos casos, en las economías que carecen de infraestructura adecuada o competitiva, se reducen las posibilidades de aumentar el comercio exterior. Una situación similar sufre el acceso a nuevas tecnologías en menoscabo de la inserción exitosa en la economía global. Para competir allí son necesarios mayores niveles de eficiencia y nuevos parámetros de organización de los sistemas productivos.

Los proyectos de infraestructura en Colombia se analizan en el marco de la metodología costo-beneficio. Los estudios de pre factibilidad para la 4G se analizan conjuntamente por la Agencia Nacional de Infraestructura (ANI) el Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo (FONADE), la Corporación Financiera Internacional (CFI) del Banco Mundial y los gestores de los proyectos específicos. Estos estudios describen superficialmente los factores ambientales, sociales, prediales y ecológicos que serán tenidos en cuenta dentro de la evaluación del modelo (CB) del proyecto (ANI, 2013).

Pese a su importancia, existen oportunidades de mejora en la selección de estos proyectos. Entre ellas se encuentra la efectividad y precisión del estudio de pre-factibilidad, los impactos económicos, sociales, ambientales sobre las comunidades afectadas, por ejemplo, la valorización de los precios del suelo en las zonas urbanas, como afirma (Hyari & Kandil, 2009).

El stock de infraestructura pública es un determinante relevante para explicar la productividad total de los factores (Aschauer 1989). Reuniendo estos factores, se concluye que el desempeño económico viene a ser una función del stock de capital, el trabajo y ocasionalmente el conocimiento. Con ciertas cantidades de trabajadores y capital físico, el crecimiento de la economía difiere según el stock de infraestructuras públicas existentes.

Si bien las conclusiones de Aschauer (1989) han sido cuestionadas desde las técnicas empíricas y econométricas, Calderón y Servén (2003) retoman sus planteamientos a partir de datos panel aplicados en países de Latinoamérica. Los resultados muestran efectos significativos entre la infraestructura, representada por las telecomunicaciones, el transporte y la energía con la tasa de crecimiento del PIB. Concluyen que una proporción considerable de las brechas en ingreso per cápita en estos países y los del este de Asia durante los 80 y 90 se explica por la reducción de inversión en infraestructura.

Los efectos de esta relación son múltiples. Durante la fase de ejecución, la inversión en infraestructura estimula la demanda, genera empleo y consume materiales, pero al mismo tiempo dinamiza otras industrias. En este contexto hay un efecto directo en el corto plazo, de acuerdo a la política del tipo keynesiano que pretenden dar estímulo a la demanda agregada. Por otra parte, la disponibilidad de la nueva infraestructura disminuye los costos económicos agregados. En el caso del transporte vial, éste integra los mercados internos y fortalece los vínculos con el resto del mundo. Esto necesita una inversión adicional en recursos humanos, lo que a su vez repercute aún más en la reducción de los costos y la rentabilidad de otras actividades económicas. De esta manera se generan externalidades regionales que incentivan inversiones nuevas (efecto crowding- in) lo que traduce un impulso en el crecimiento en mediano y largo plazo.

De tal forma, Calderón y Servén (2003) muestran que el stock de infraestructura tiene un efecto significativo en el crecimiento a largo plazo.

El ingreso de un país se determina de distintas maneras. En el corto plazo y en una economía de dos sectores, la producción se expresa por

$$Y= C + A$$

Donde Y es la renta, C el consumo y A el ahorro, éste último permite financiar la inversión. Generalmente se utiliza para adquirir nuevos bienes a futuro, es decir para poder financiar las nuevas inversiones.

Para que un país pueda invertir más debe consumir menos y ahorrar una parte mayor de la renta que es costo de oportunidad del consumo presente. Un incentivo para lograr este objetivo de ahorro puede ser la tasa de interés. A mayor tasa de interés mayor ahorro y viceversa. Bajo el supuesto de que lo que se ahorra se utiliza para nuevas inversiones, la tasa de interés se tendría que ajustar para que el ahorro se invierta. Esta igualdad resulta fundamental en el análisis económico. En ella radica la posibilidad del crecimiento. La parte del ingreso que no es consumida por las personas se convierte en ahorro y este ahorro sirve para financiar la inversión.

La inversión es la variable clave para lograr el crecimiento. Está considerada como el conjunto de todos los elementos que se incorporan a la estructura productiva de diversos actores económicos, las empresas, pero igualmente el gobierno.

3. Marco conceptual

En Colombia existe un rezago en materia de infraestructura vial, de acuerdo a sus características, Colombia debería tener 45.000 km más de infraestructura en carreteras; un 26% más del nivel actual. Lo anterior sólo para cubrir la movilidad existente, sin tener en cuenta la necesidad de crecimiento económico y las futuras dinámicas del comercio asociadas con la entrada en vigencia de los tratados de libre comercio. (FEDESARROLLO, 2013)

En Colombia se destaca el mal uso dado a sus recursos, la indiferencia y poco realismo en el momento de adoptar políticas públicas tendientes al aprovechamiento de los recursos naturales y la búsqueda de la integración de su geografía, realzando la importancia de la relación territorio – población dentro del escenario económico y político.

La realidad Geopolítica colombiana es bastante débil y debería estar orientada a re direccionar y reconciliar lo que se originó desde la época de la corona española y su administración de colonias en ultramar.

El proceso de colonización se llevó a cabo con la utilización de las rutas ya trazadas por los indígenas, a partir de los ríos Magdalena y Cauca. De acuerdo a esto, el progreso en la región se basó en el desarrollo del transporte fluvial y la aparición del barco a vapor por el río Magdalena, que contaba con una capacidad para transportar 27 toneladas de carga y realizar viajes de 30 días de navegación; la creciente demanda por viajes obligó el ingreso de barcos que transportaran 240 toneladas y navegaran 20 km por hora, siendo el municipio de Honda el puerto de acceso fluvial de mayor connotación.

Las cargas en el interior se transportaban a lomo de mula hasta el siglo XIX mientras que la población aumentaba de 2 a 4 millones de habitantes durante los primeros 70 años de independencia. El gran endeudamiento adquirido durante el periodo de la Gran Colombia para compra de armas, barcos, uniformes y pago de mercenarios llevó a la imposibilidad de financiación extranjera para obras de infraestructura durante 100 años, impedimento que finalizó con el gobierno de Pedro Nel Ospina quien consiguió pagar la deuda que aplastaba el progreso del país.

Fue desde este periodo que se elaboraron las especificaciones técnicas que sirvieron de base para la actual infraestructura vial a saber: vías cortas que servían de puente entre poblaciones, incapaces de evolucionar acorde al crecimiento del país. Sarmiento (1996:7) Esto fue determinante para que las regiones se convirtieran en economías cerradas y los precios de los bienes se cotizaran diferentes de una región a otra. (Salazar, 2000: 20). La movilidad por vía terrestre continuaba siendo lenta y de mala calidad. Con lo que, debido al auge cafetero, tabacalero, de paja, añil, cuero y oro, se consideró un requerimiento importante la conexión interna, comercial y poblacional, por lo que se hizo necesaria la implementación del ferrocarril.

Con ello, se dio un significativo avance en el comercio exterior, pero no se lograron integrar los principales centros urbanos de la región andina y así usufructuar sus economías. Vino entonces el mandato del presidente Reyes (1904-1909) y con él la creación del Ministerio de Obras Públicas; sin embargo, la estructura en comunicaciones requerida no fue establecida adecuadamente, con lo que la infraestructura férrea comenzó a decaer. Otro factor determinante fue la corrupción y la competencia del modo carretero, debilitando aún más las finanzas estatales. En el contexto internacional, la primera guerra mundial dejó un fuerte rezago en la economía global, enfocando sus aportes a la recuperación de las pérdidas obtenidas. Lo anterior obligó al desarrollo de carreteras, las cuales se generaron principalmente en la zona de occidente, costa atlántica y oriente, debido, entre otras, a que allí se concentraba la población, así como las principales producciones de la época, infraestructuras que unieron la cordillera central y oriental y ésta última con los llanos. Pero fue en 1949 específicamente cuando se dio el cambio notable y el principio de una nueva era en cuanto al desarrollo vial en Colombia para superar el atraso que presentaba el transporte de carga al interior: se permitió una cierta integración económica nacional, se intensificó el comercio exterior y con ello una movilización hacia una economía nacional integrada. Todo esto antecedido por la reducción de deuda pública y emisión de bonos en 1942, así como la creación de la Dirección Nacional de Transporte y Tarifas en este mismo año; el sistema de rutas fijas fue eliminado en 1946 y la regulación de tarifas retirada en 1948, para que fueran las fuerzas del mercado las que fijaran los precios de los fletes. Fueron múltiples los factores que en este periodo de postguerra influenciaron el progreso en el sector. Por ejemplo, el aumento del número de vehículos pasando de 55.840 unidades en 1948 a más de 6 millones en 2013 debido a la recuperación económica a nivel mundial. También en esta época la estructura poblacional cambió ya que hay traslados masivos desde la costa pacífica y atlántica al altiplano, centro del desarrollo comercial. Durante 1950 y 1958 se llevaron a cabo dos planes viales con los cuales se construyeron y repararon alrededor de 4600 kilómetros de vías (V., 2005) Sólo hasta los años sesentas y setentas se dio la importancia debida a la conexión de las vías regionales existentes con las más importantes troncales del país y se crean fondos de financiamiento especializados en este sector, influyendo positivamente en las redes secundarias (aquellas a cargo de los departamentos) y terciarias, pero sin grandes modificaciones en la red primaria a cargo de la nación.

Entre 1975 y 1994 el total de la red vial pavimentada se duplicó y las carreteras vecinales y departamentales aumentaron la longitud en 55.000 kilómetros adicionales a los ya existentes, esto logró mayor integración dentro del territorio y una mejora para el comercio internacional, entre otros beneficios.

En la actualidad Colombia transporta la mayoría de sus mercancías por carretera con más de cinco millones de vehículos de carga, la infraestructura vial se convierte en un sector crucial para cualquier actividad económica (Acevedo, 2013). Sin embargo, el avance en este sector se vive a media marcha, de acuerdo al Banco interamericano de Desarrollo (BID) Colombia se encuentra entre las peores naciones en este aspecto.

Es por ello que está en manos del gobierno y del sector privado asumir la responsabilidad de mejorar la conectividad mediante infraestructura, de forma que pueda representar una oportunidad de crecimiento para el país. Son varias las disyuntivas y dificultades a enfrentar como la continuidad en las políticas estatales, el exceso de regulación además de la necesaria modernización que exige el comercio actual. (Acevedo, 2013).

Como resultado de estos dilemas, las regiones en Colombia no se encuentran conectadas, se denota una clara predominancia del desarrollo vial hacia la costa atlántica, las relaciones entre las ciudades de la cordillera oriental son importantes y el sur parece tener más vínculos con el oriente que con el occidente (Roda, 2012). El desarrollo de la infraestructura vial de esta manera sugiere que el país sigue sumamente dividido y sectorizado a través de centros urbanos comerciales, sustitutos que podrían complementarse y mejorar la competitividad colombiana en el contexto global, regional y local.

Reflejo de lo anterior son los casos de Cali, que, a pesar de encontrarse en la región andina, es el núcleo de la región pacífica, pero cuya influencia no está asociada al desarrollo de infraestructura en Chocó, área con costa en el Pacífico. O de Medellín y su área metropolitana, segundo corazón de Colombia e importante polo de desarrollo industrial y de servicios, cuyo alcance tampoco permite el desarrollo de conectividad al Pacífico.

De otro lado, por ejemplo, el caribe colombiano se ha desarrollado bajo una concepción más terrestre que marítima, sin tener en cuenta las grandes ventajas geográficas; y es hasta hace poco que se empezó a fortalecer el puerto de Santa Marta y a revitalizar su potencial marítimo, que hasta ahora se enfocaba en los puertos

de Cartagena y Barranquilla. Por su parte Cartagena, desde la época de la colonia, era el lugar por el que se filtraban las entradas y las salidas del Virreinato de la Nueva Granada hacia el interior, motivo por el cual cuenta con conectividad hacia algunas zonas del país, también por el papel que juega el turismo dentro del crecimiento y desarrollo de algunas ciudades costeras colombianas. Esto último no es el caso de la Guajira, a pesar de contar con la mina de carbón a cielo abierto más grande del planeta (www.cerrejon.com, s.f.) y poseer costas más competitivas que los tradicionales puertos en el Caribe.

En cuanto a la Amazonía, cuya importancia radica en la extensión fluvial de 44.000 km de la que hacen parte 8 países, con los que Colombia podría estrechar fuertes lazos comerciales; la conectividad interior es deficitaria y las carreteras casi inexistentes, incrementando los costos de movilización, del comercio y de las actividades comerciales. La zona aledaña a la Amazonía, los llanos orientales, debe parte de su conectividad al petróleo, sin embargo, aquellas zonas no productoras no cuentan con conexiones internas, ni con los países vecinos. De allí que una estrategia de inserción global y de crecimiento debiera estar atada a la conectividad no focalizada en los polos geográficos tradicionales.

Así, la integración de estos segundos núcleos del país requiere el desarrollo de infraestructuras de conectividad, entre otras obras viales, que viabilice la inserción de dichas áreas a los flujos de conocimiento, bienes y servicios globales, con efectos sobre el empleo, el ingreso y las posibilidades de desarrollo endógeno. “Sólo una valerosa rectificación de nuestros límites políticos internos, por dura y difícil que pueda parecer, y por arrogantes que sean los intereses que a ello puedan oponerse, podrá dar al país su verdadera fisonomía, proporcionar la simplificación de los problemas nacionales y aprovechar íntegramente el esfuerzo que ahora se hace para conseguir su progreso y engrandecimiento” (Londoño, 1949).

La geografía económica moderna ha demostrado que el desarrollo de infraestructura de conectividad, incluida la vial tiene efectos sobre el crecimiento de los países. La estimulación de éste a través de las necesidades insatisfechas se podría dar tan sólo con infraestructura que podría absorber inversiones de miles de millones de dólares, opción válida tanto para países en vía de desarrollo como para países desarrollados que no han fijado su atención en esta área teniendo en cuenta la inminente necesidad de modernización causada por el calentamiento global. (Stiglitz, 2014) .

Otros autores como (Krugman, Fujita, & Venables, 2000) determinan también que el aumento en infraestructura de transporte genera efectos positivos en el crecimiento económico indicando que es inevitable la aglomeración de poblaciones y que, aunque las dotaciones iniciales de cada región sean idénticas cualquier perturbación exógena genera procesos acumulativos en un sola región, concentrando la actividad en aquellos lugares donde la demanda sea mayor así como menores los costos de transporte entre otros, generando un efecto positivo en el crecimiento económico.
Al respecto, países como Ecuador, Bolivia y Chile, cuentan con indicadores de infraestructura de alto contraste teniendo en cuenta que desarrollaron procesos económicos similares (desde su independencia, en el caso de los primeros dos) y alta demanda de internacionalización finales de los años 80.
Chile, por ejemplo, invirtió 2,83% del PIB en 2014 obteniendo para este mismo año, un PIB per cápita de US$14.528,3; Ecuador Invirtió 1,58%, obteniendo un PIB per cápita de US$6.345,8, Bolivia por su parte invirtió 4.47% del PIB obteniendo como PIB per cápita US$3124.1. Lo anterior demuestra, que, a mayor inversión en infraestructura, mayor serán los ingresos para la población.

Así mismo, tenemos el caso sobre la infraestructura y desarrollo en los Estados Unidos, en donde la inversión pública en infraestructura puntualmente en ferrocarriles, fue un aspecto esencial para la expansión de las fronteras agrícolas y la apertura de mercados sobre el siglo XIX, se atribuye este acierto para el ascenso económico en Norte América (Wallis y Weingast 2005).

Evidenciando la relación inversa se atribuye la caída de la economía de Estados Unidos sobre los años setenta y ochenta a la reducción de la inversión pública en este campo, finalmente se concluye que la mayor contribución a la productividad se deriva de la inversión pública en infraestructura, realizando un análisis, se pudo observar que después de la inversión en alcantarillado 0,12% la infraestructura impactó el crecimiento en un 0,06% en este país (Aschauer 1989).

En el informe “La infraestructura de transporte en Colombia” los autores abordan el tema desde el modelo neoclásico del crecimiento a través de la cuantificación económica de la importancia del sector, hasta los problemas fiscales e institucionales,

pasando por un balance de participación privada del sector, evidenciando el alcance que tiene la inversión sobre la infraestructura, por la relación directa que tiene sobre el progreso social.

Desde la constitución de 1991, la importancia de invertir en infraestructura se trasladó a un segundo plano. En los últimos años se ha comenzado a atraer la atención de los gestores de políticas públicas, cuando en diferentes estudios académicos se ha evidenciado la relación entre la infraestructura y el crecimiento económico, aunque en medio de los tratados comerciales que se han realizado con Estados Unidos esta problemática se ha hecho más evidente. También a nivel latinoamericano, se ha forjado un consenso sobre la inconveniencia de un ajuste fiscal recargado excesivamente sobre el sector de infraestructura.

Dentro de las evidencias que denotan una relación entre infraestructura y desarrollo económico tenemos el trabajo de Achaque (1989) en donde sugiere que la caída de la productividad en Estados Unidos sobre los años setenta y ochenta, va ligada a la reducción de la inversión en infraestructura. Denota también que durante los periodos de 1949-1985 la mayor contribución a la productividad deriva de la inversión es estructura, más que la inversión en el equipo, con estructura se hace referencia a carreteras, puerto y aeropuertos, centrales de generación eléctrica, instalaciones de gas, Acueducto y alcantarillado.

Para el caso colombiano también se han realizado estudios en donde suponen que la infraestructura es un insumo en el proceso de producción Cárdenas (1995); las estimaciones evidencian que el sector más importante es el sector de las carreteras con una elasticidad de 0.42, lo que nos dice este resultado es que por un incremento del 1% en el stock de carretas está asociado, ceteris paribus, un aumento del 0.42 % en el PIB, a este sector lo siguen la telefonía y la generación de energía con elasticidades de 0.40 y 0.39 respectivamente.

Además de que la infraestructura pueda tener impacto en el desarrollo económico, también puede tener impacto sobre el PIB de manera indirecta sobre el comercio internacional; la literatura empírica reciente sobre el comercio internacional reconoce que la geografía juega un papel fundamental, por ejemplo en las distancias entre

países el costo de trasporte, más cuando limitan fronteras, estudios recientes demuestran que a veces los costos de transporte generan una barrera comercial mucho más importante que la protección arancelaria.

De tal forma (Cardenas, Gaviria, & Meléndez, 2005) permiten observar que Colombia tiene una tarea importante en cuanto a la planeación y la asignación de recursos en materia de infraestructura, dado que el desarrollo de la misma es una oportunidad de crecimiento económico.

3.2 CONCESIONES VIALES EN COLOMBIA

El desarrollo de las concesiones viales en Colombia tiene un periodo de vida relativamente corto; ellas se originan a principios de 1997, como respuesta a la carencia de recursos estatales para la inversión en la Red Vial Nacional. Se trata de una estrategia que pretende la atención de las emergencias que se presentan en el mantenimiento y construcción de carreteras, viabilizando el mejoramiento de la infraestructura vial del país con participación de capital privado.

El poco progreso nacional se refleja en las condiciones actuales de la infraestructura vial, deficiente y en mal estado por falta de recursos para su construcción, mantenimiento y conservación. Las limitaciones de inversión estatal en construcción de nuevas carreteras causa deterioro de infraestructura, e indirectamente reducción de los ingresos de las poblaciones debido a la dificultad de sus habitantes para comercializar sus productos agrícolas, ganaderos o industriales; así, puede hablarse de una afectación general de la economía. Para el sector rural las posibilidades de vivir dignamente son cada vez más remotas, al afrontar problemas sociales profundos que se reflejan en el aumento de pobreza, pérdida de identidad, abandono de actividades del campo y mayor concentración de población en ciudades capitales, situaciones que originan violencia, indigencia, mal trato infantil, flagelos de miseria y poblaciones que no tienen recursos para generar nuevos empleos.

Frente a este panorama existe la probabilidad de mejorar la situación social y económica de sus habitantes con inversiones de capital privado que generen empleo y activación de las actividades de construcción, mantenimiento y recuperación de carreteras; éste es el modelo que el país ha adoptado para mejorar la infraestructura vial nacional. El Gobierno Estatal, a través del Instituto Nacional de Vías, ha mejorado sin duda el sistema de construcción, rehabilitación y conservación de las carreteras vinculando capital privado. El sistema ha modernizado la infraestructura vial en Colombia ofreciendo un mejor servicio a los usuarios y un beneficio para los inversionistas.

3.2.1 Composición de la Infraestructura Vial Nacional

El Ministerio de Transporte tiene bajo su cargo aproximadamente 27.000 Km. de vías. A principios de los años 90s, su reestructuración condujo a la descentralización administrativa y se creó el Invías, entidad que tiene a su cargo el mantenimiento y conservación de cerca de 16.363 Km. de la red vial nacional principal, clasificada en carreteras troncales y transversales. De acuerdo con la Ley 105 de 1993, la Red Vial Nacional está conformada por:

<u>Rutas Transversales:</u>

Aquellas que recorren al país de oriente a occidente, entre las que se tiene:

Carmen de Bolívar – Valledupar – Maicao; Medellín – Cúcuta – Pto. Santander; Medellín – Bogotá; Buenaventura – Villavicencio; Huila – Cauca; Tumaco – Mocoa; La Mina – Rio Caguán

<u>Rutas Troncales:</u>

Son aquellas que atraviesan el país de norte a sur, entre las que se destacan:

De Occidente; De Magdalena; Central; De Urabá; Del eje cafetero; Villavicencio – Saravena

La ubicación de los centros de producción a lo largo de la Zona Andina, distante de los puntos de consumo o abastecimiento, determina una malla vial de características muy complejas que demanda altos costos para su construcción, mantenimiento y operación. El Invías se encuentra dividido en regionales en los principales departamentos del país; en este caso, la descentralización permite una mayor cobertura y vigilancia de las carreteras a cargo de cada regional.

Etapas de Concesión

Los proyectos de concesión se han desarrollado en etapas denominadas Primera, Segunda, Tercera y cuarta Generación.

3.2.2 PRIMERA GENERACIÓN (1993-1997)

Este primer modelo de concesiones se enmarca en un contexto de transformaciones políticas y económicas a nivel mundial, caracterizado en Colombia por una apuesta de desarrollo fundamentada en planteamientos neoliberales, en particular, un mayor adelgazamiento del Estado a favor de una mayor injerencia del sector privado. Como señala Silvia Otero (2009), el nuevo modelo se sustentó en la premisa de que “las economías más competitivas son más eficientes, y de que las economías más eficientes han generado mayor crecimiento y equidad” (p. 194).

En este sentido, el comienzo de la década del 90 se vio marcado por una apuesta estatal orientada hacia la apertura económica. Así, con el nuevo modelo aperturista, la producción interna para el comercio exterior supuso nuevas prioridades para el sector transporte, las cuales fueron plasmadas en el Plan Vial de la Apertura del presidente César Gaviria (1990-1994). Éste identificó como prioridad la mejora cualitativa de la red vial; señaló como causa de las ineficiencias del sector transporte, el debilitamiento de los entes locales como ejecutores de obras públicas. Además, argumentaba que el hecho de que las vías estuvieran a cargo de la Nación, el departamento o el municipio, respondía a intereses políticos del estado y de los entes

territoriales locales, y no a criterios técnicos que diferenciaban entre vías primarias, secundarias y terciarias.

Por lo anterior, el Plan propuso una distribución de responsabilidades, en donde estableció que el Fondo Vial Nacional (actual INVIAS) estaría a cargo de las carreteras nacionales; los departamentos de las vías regionales y los caminos de penetración, poniendo de sus propios recursos para construir las vías; finalmente, serían los municipios los encargados de cofinanciar e inducir las inversiones de los departamentos en el área de jurisdicción, así como de las vías de penetración.

En este contexto, en 1993 es expedida la Ley de Trasporte (Ley 105 de 1993), la cual reglamentó la participación privada en este sector y creó las instituciones de regulación y control requeridas para su concreción; se identificaron, además, los proyectos susceptibles de ser desarrollados bajo este sistema y se aprobaron trece que conforman la primera generación de concesiones, adjudicadas entre 1994 y 19971 (Acosta, Patricio, & Silva, 2008); (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2013). Como señala Otero, aunque no fue la finalidad de la política vial del gobierno Gaviria, los proyectos desarrollados bajo su mandato dieron como resultado indirecto la integración de varias regiones por fuera de la red vial nacional, particularmente por su importancia económica para el país.

Tanto la Ley de Transporte, como el documento CONPES 2597 de 1992 y la Ley 80 de 1993, establecieron los lineamientos de política y los principios generales que sirvieron de plataforma para el lanzamiento de la primera generación de concesiones viales. Además, mediante esta normativa “se establecieron los mecanismos de recuperación de la inversión y propuestas de mecanismos financieros de largo plazo, tales como la titularización de flujos futuros” (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 2013) Los proyectos de primera generación se enfocaron principalmente hacia labores de rehabilitación y ampliación de calzadas. Contaron con garantías ofrecidas por la Nación (tanto de ingreso mínimo como de sobrecostos de construcción) esto debido a que en el momento en el que salieron las licitaciones se carecía de estudios, diseños de ingeniería y análisis de demanda más precisos, lo

que supuso cambios en los diseños inicialmente establecidos, originando inversiones no previstas y mayores cantidades de obra.

Sumado a esto, la estructura contractual de los proyectos de primera generación, no contempló algunos aspectos, que eventualmente se tornaron problemáticos al momento de ejecutar las obras, tales como: sobrecostos por la compra de predios, conflictos con las comunidades y problemas para realizar el cobro de valorización (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 1999).

En síntesis, las principales debilidades de las concesiones de primera generación consistieron en: demora en la aprobación de licencias ambientales, cambios en los diseños inicialmente establecidos, que originaron inversiones no previstas, así como mayores cantidades de obra (en muchos casos a cargo de la nación). Otras de las debilidades identificadas fueron los cambios en el inventario predial como consecuencia de la variación de los diseños originales y retrasos en la adquisición y entrega de predios; se cuentan también problemas de concertación con las comunidades, reubicación de casetas de peajes inicialmente pactadas en el contrato de concesión y la excesiva garantía de ingreso mínimo para inversionistas (Acosta, Patricio, & Silva, 2008).

La primera generación comprendió los siguientes proyectos:

Santa Marta-Riohacha-Paraguachón

Barranquilla-Cienaga

Cartagena-Barranquilla

Los Patios-La Calera-Guasca-El Salitre-Sopó-Briceño

Bogotá – Cáqueza

Malla Vial del Meta

Buga- Tulúa -La Paila

Girardot – Espinal – Neiva

Desarrollo del Oriente de Medellín y Valle Río Negro

Desarrollo vial del norte de Bogotá

Fontibón-Facatativa- Los Alpes Pre

Armenia-Pereira-Manizales

Debido a las debilidades físicas y estructurales que poseía la infraestructura vial y la limitación de los recursos públicos para su modernización, el Gobierno Nacional emprendió la búsqueda de mecanismos alternativos para la atracción y participación del sector privado en la construcción y mantenimiento de las carreteras. Entre todos los sistemas en consideración se escogió el Sistema de Concesiones, debido a las ventajas y experiencias positivas que se había tenido en varios países de la región con este esquema, especialmente en Argentina. Fue así como el 15 de junio de 1992, se dio inicio formal al programa, en donde se definió la estrategia global para su implementación, se establecieron los principales objetivos, lineamientos y ventajas; y se identificaron los primeros proyectos susceptibles de ser desarrollados dentro de este sistema. Bajo este plan se constituyeron trece proyectos iniciales, correspondientes a lo que se denominó Primera Generación, a través de los cuales se esperaba rehabilitar y mantener 1220 kilómetros de vías existentes y la construcción de 306 3 CONPES. Contratos de Obra Pública por el Sistema de Concesión. Documento DNP-2597-UNIF-MOPT, junio 15 de 1992. 28 kilómetros de nuevas vías, con una inversión aproximada de 900 millones de dólares.

Este programa de Concesiones se pudo implementar en el país gracias a varios factores, entre los que se pueden destacar: a) Interés por parte de los agentes económicos nacionales, debido a las ventajas comparativas de utilizar la concesión como instrumento para cubrir el déficit de infraestructura vial, ante la imposibilidad del Estado para realizar las inversiones necesarias sin mayores aumentos de orden impositivo. b) Necesidad estructural de un sistema de carreteras más eficiente, que pudiera cubrir las necesidades comerciales de los sectores productivos para obtener mejor competitividad nacional e internacional debido a un ahorro substancial en sus costos de transporte. c) Mejoramiento en el bienestar social en las zonas urbanas y suburbanas de las grandes ciudades, debido al creciente mejoramiento de vías de

acceso, dados los altos niveles de congestión que se registran por el aumento del parque automotor. Las características de esta etapa son las siguientes: a) El riesgo del diseño era un riesgo del Estado, porque el Estado le entregaba al concesionario los diseños para que este ejecutara las obras. Por lo tanto, la variación de cantidades quedaba también a cargo del Estado, porque si los diseños eran a cargo suyo y luego él cambiaba, modificaba, se alteraban los diseños o se demostraban que estaban mal ejecutados por mal hechos, el contratista no podía asumir esa responsabilidad. b) El Estado garantizaba un ingreso mínimo esperado y si no se obtenía ese ingreso mínimo esperado, el Estado lo iba compensando, efectivamente, es decir, había una responsabilidad del Estado por compensar ese ingreso mínimo esperado en dinero. c) La modificación de los peajes de sus sitios de ubicación y la modificación de las tarifas, que se hiciera sin el consentimiento del concesionario, implicaba el pago al concesionario de una compensación en dinero. d) Existían aportes del Estado para la ejecución de las obras. Parte del valor de lo que pudiera costar la obra, era aportado por el Estado como aporte inicial a la concesión. 30 e) Si se superaba el ingreso mínimo esperado, esa cifra de dinero se repartía 50- 50%. El 50% iba para las obras del proyecto y el 50% restante quedaba como ganancia del concesionario. Con respecto a las modificaciones de los sitios de ubicación de los peajes y del valor de las tarifas, la ley 105 de 1993 estableció que para estos contratos de concesión se establecerían unos sistemas de peajes, una forma de regulación de las tarifas y unos lugares determinados en donde se iba a colocar el peaje y que todas estas condiciones quedarían incorporadas en el respectivo contrato de concesión; igualmente previó que en el contrato se establecería la fórmula para reajustar periódicamente los peajes y que cualquier variación que se hiciera tendría que ser de mutuo acuerdo con el concesionario y que si no se hacía de mutuo acuerdo con el concesionario, implicaba el reconocimiento económico a este por la variación respectiva.

Los proyectos de Primera Generación se enfocaron primordialmente hacia labores de rehabilitación y ampliación de calzadas, con excepción de la vía Bogotá- Villavicencio que consideraba obras de gran envergadura y contemplaron carreteras aisladas que no tenían continuidad dentro de la red vial. A través de este proceso, se lograron la

construcción de 135,5 kilómetros, la rehabilitación de 1008,9 kilómetros y el mantenimiento de 1332,3 kilómetros durante el periodo comprendido entre 1994 y 1998; con una inversión total de $952.257 millones. La estructura contractual de los proyectos de Primera Generación no contempló algunos aspectos que eventualmente se presentaron. Algunos aspectos que no fueron tratados con la debida profundidad durante el proceso de Primera Generación de concesiones fueron entre otros: a) Los problemas de liquidez en el largo plazo, debido a que la estructura financiera se realizó pensando solo en el corto plazo. b) Las licitaciones con base en un pre-diseño con cantidades de obra aproximadas. c) Los costos de construcción resultantes al final de la etapa de construcción, superiores al costo pactado en los contratos. d) Los costos reales de interventoría para las etapas de diseño y construcción. e) La deficiencia en los estudios de tráfico (esto determinó que las garantías de tráfico se estimaron sobre series históricas y proyecciones de crecimiento muy altas no acordes al resultado de los proyectos en ejecución). f) La deficiencia de las normas para la medición del índice de Estado que determina el nivel de servicio de la vía durante la operación del proyecto (los equipos utilizados no son de alta tecnología). g) La falta de implementación de un plan de aseguramiento de calidad. h) El atraso en la gestión de adquisición de predios por alto costo. i) La insuficiencia de recursos para acometer las inversiones deseadas. j) La dificultad de planificación financiera y excesiva dependencia de recursos aportados directamente por el sector público. k) Los problemas con las comunidades y problemas para realizar cobro de valorización. 32 Con el fin de perfeccionar el sistema, se implementó la Segunda Generación de Concesiones.

La cual resolvió la mayoría de los problemas técnicos y de riesgos presentados anteriormente.

3.2.3 SEGUNDA GENERACIÒN (1995-1999)

En 1995, los lineamientos del documento CONPES 2775 dan inicio al proceso de concesiones de segunda generación en medio del gobierno Samper que pocos avances demostró en materia de carreteras. Como resultado de la evaluación de los problemas presentados en la primera generación de concesiones, se propuso

subsanar los problemas identificados durante dicho proceso. En ese sentido se prestó mayor atención al tema de la distribución de riesgos al sector privado, trasladando el riesgo de construcción y el riesgo comercial al concesionario; además se buscó la realización de estudios de ingeniería definitivos, un mayor énfasis técnico a los estudios de demanda y la consecución de licencias ambientales y avalúos prediales.

En los nuevos lineamientos que rigieron los contratos de esta segunda generación, se estableció que los contratistas debían completar la consecución de licencias ambientales y de fichas prediales antes de iniciar la construcción; se modificaron los mecanismos de adjudicación, poniendo a competir los aportes de la Nación y las garantías de construcción, tráfico y riesgo cambiario (Acosta, Patricio, & Silva, 2008) y, con el fin de superar las demoras suscitadas en el otorgamiento de las garantías por parte del Gobierno nacional, el Banco Mundial otorgó un crédito puente al INVIAS, para solventar tales garantías mientras le era posible disponer de los recursos del presupuesto nacional.

Como aspecto novedoso de los proyectos de segunda generación, está la introducción del concepto de plazo variable de la concesión, mecanismo que permite que la concesión revierta a la Nación en el momento que se obtenga el "ingreso esperado" solicitado por el concesionario en su propuesta licitatoria (Consejo Nacional de Política Económica y Social, 1999).

Los proyectos que integran la segunda generación son dos: el primero El Vino-Tobiagrande-Puerto Salgar-San Alberto, firmado en 1997 y que se extendió hasta el año 2013, declarándose su caducidad luego de un largo litigio4

. El segundo se refiere a la malla vial de los departamentos del Valle del Cauca y Cauca firmado en 1995.

La segunda generación de concesiones comprende 26 proyectos entre rehabilitaciones, construcciones y ampliaciones de la generación anterior y otros descritos a continuación:

Malla vial del Valle: El Vino - Tabiagrande - Puerto Salgar – San Alberto; Cali - Palmira – Buga; Valle de Aburrá – Cuenca del Río Cauca; Briceño- Tunja – Sogamoso; Carretera Pereira- La Paiba - Armenia- Calarcá; Bosa- Granada – Girardot; Girardot-Ibagué – Calarcá; Carretera Planeta Rica- Montería -Cereté – Tolú; Vía Alterna Buga – Buenaventura; San Gil – Bucaramanga y Bucaramanga-Barrancabermeja; Carretera Planeta Rica- Montería -Cereté – Tolú; Vía Alterna Buga – Buenaventura; Rumichaca – Pasto – Chachaguí; Carretera Ibagué – Honda; Cartagena – Turbaco – Sincelejo; Medellín – La Pintada; Santander de Quilichao – Popayán; Carretera Espinal – Chaparral – Buga; Briceño- Zipaquirá – Chiqiinquirá; Villa de Leyva- Tunja y Chiquinquirá – Barbosa; Bucaramanga- Yé de Ciénaga – Santa Marta; Bucaramanga – Cúcuta- Puente Simón Bolívar; Girardot – Cambao – Puerto Bogotá; Cartagena – Turbo; Neiva- Pitalito; Barranquilla- Cartagena; Transversal de los contenedores (Carmen – Zambrano – Plato –Bosconia –Valledupar)

En esta generación las concesiones se frenaron por la recesión del país y la crisis a nivel mundial, que ocasionaron un retraso en el desarrollo de los proyectos. Los de la primera generación que estaban en etapa de construcción se culminaron; además, se construyó la concesión El Vino - Tobiagrande - Puerto Salgar - San Alberto; la malla vial del Cauca y Cauca.

TERCERA GENERACION – TERCERA GENERACION Y MEDIA (2001 – 2009)

Cumpliendo con el plan de desarrollo 1998 -2002, “Cambio para Construir la Paz” en donde el objetivo del gobierno nacional de impulsar la competitividad tanto interna como externa en la región, promueve el sector de la construcción de infraestructura vial con la estrategia de conectar puntos clave, puertos, corredores estratégicos y ciudades principales. Este proyecto contempla los tramos emprendidos en la tabla 1.

3.3.4 CUARTA GENERACIÓN

Para esta generación, el gobierno bajo la ley 80 de 1993, transfiere el riesgo a los concesionarios, a esta obra se suscribieron cuatro contratos debido a que para la ejecución de estas obras era necesario que este se financiera con los ingresos

percibidos por los peajes , por lo cual esta fecha se extiende hasta que se cumpliera con este recaudo, durante este periodo, el proyecto sufre modificaciones en cuanto al alcance de las obras, el cambio de alcance es aceptado por los concesionarios a cambio de un aumento en el ingreso que oscilarían entre un 50% a un 400%.

Entre las obras que tuvieron una mayor relevancia fue la obra denominada la ruta del sol, la cual sería una de las obras de infraestructura más importantes en Colombia, la cual conecta al centro de país con la costa norte en donde el estado ha intervenido más de 1.772 kilómetros con una inversión de $2.229.992 millones de pesos.

Cabe anotar que durante esta generación de desarrollo en infraestructura, el gobierno nacional decide privatizar la infraestructura vial como una única opción para cumplir con la meta vial.

Bajo documento CONPES 3045 de 1998, el gobierno elaboro un programa de concesiones el cual contenía ocho proyectos prioritarios para el desarrollo de las vías con diferentes alcances y plazos, entre los cambio importantes durante esta etapa, el ministerio de transporte sufre una reestructuración en donde se entrega la responsabilidad de administrar los proyectos de concesiones viales a una nueva entidad que se llamaría INCO, en 2004 la cual estaría anexa al ministerio, para lo cual se le adjudica los dos primeros proyectos Bogotá- Girardot y Pereira La Victoria, por ende para la tercera generación se le adjudican dos proyectos, con estos proyectos serian 10 proyectos que se entregarían en esta generación.

Durante esta generación se habla de un nuevo concepto los cuales son los corredores viales, los cuales básicamente hacen referencia a aquellas conexiones viales que permiten la comunicación entre los centros de producción, consumo, distribución y comercialización, con el objetivo de mejorar la productividad y la competitividad de las mallas viales de territorio nacional, y de esta manera aumentar los índices de exportaciones.

En la tercera generación, el objetivo principal continuar con el mantenimiento de las vías de las dos primeras generaciones, la ponderación homogénea para el cobro de los peajes, teniendo en cuenta un servicio eficiente y seguridad vial, pero entre los

mas importantes es la modernización de las vías, cumpliendo con estándares internacionales.

Según (Olga Lucia Acosta, 2008) Esta generación cuenta con estudios de fase III, en donde se tienen licencias ambientales en curso , fichas prediales en proceso, estudios de demanda de tráfico, además los costos de mantenimiento de estos proyectos, documentos licitarlos y evaluaciones financieras preliminares.

Para esta generación el proceso de concesión y riesgo es mucho más organizado y técnica, ya que se utilizan herramientas de análisis de la gestión, y hay un avance sobre los modelos contractuales en donde amplía su regulación, se utilizan elementos que permiten analizar y medir las contingencias por medio de un modelo de modelación probabilística, el tráfico por medio de un modelo económico espacial.

Composición de la Infraestructura Vial Nacional

La información se presenta en la siguiente tabla.

Generación	Nombre proyecto	Nombre concesionario	Valor contrato concesión (pesos)	fecha firma de contrato concesión	fecha estimada de finalización concesión	Longitud concesionada
1G	Bogotá - Siberia - La Punta - El Vino - Villeta	CONCESIÓN SABANA DE OCCIDENTE S.A.	$800,317,318,763	2/08/1994	1/02/2031	81.63 km
1G	Sta Marta - Riohacha - Paraguachón	CONCESIÓN SANTA MARTA PARAGUACHÓN	$155,225,670,668	2/08/1994	1/07/2030	285.00 km
1G	Bogotá - Villavicencio	CONCESIONARIA VIAL DE LOS ANDES SAS COVIANDES S A S	$3,003,784,379,640	2/08/1994	1/08/2023	85.60 km
1G	Cartagena Barranquilla	CONSORCIO VÍA AL MAR	$510,049,897,986	24/08/1994	1/08/2019	93.00 km
1G	Fontibón Facatativá Los Alpes	CONCESIONES CCFC S.A.	$98,877,692,411	30/06/1995	1/03/2029	38.30 km
1G	Desarrollo Vial del Oriente de Medellín - DEVIMED	DEVIMED S.A.	$588,829,001,128	23/05/1996	1/12/2030	305.00 km
1G	Armenia - Pereira - Manizales	AUTOPISTAS DEL CAFE S.A	$309,540,476,151	21/04/1997	1/02/2027	202.00 km
2G	Malla Vial del Valle y Cauca	UNIÓN TEMPORAL MALLA VIAL DEL VALLE DEL CAUCA Y CAUCA	$1,270,365,957,699	29/01/1999	30/09/2017	263.72 km
3G	Briceño -Tunja - Sogamoso	CSS CONSTRUCTORES S.A	$846,104,248,645	15/07/2002	1/01/2033	206.00 km
3G	Pereira La Victoria	CONCESIONARIA DE OCCIDENTE S.A.	$323,453,682,908	2/08/2004	1/09/2019	54.49 km
3G	Córdoba - Sucre	AUTOPISTAS DE LA SABANA S.A.	$1,286,369,262,150	6/03/2007	1/06/2024	177.13 km
3G	Área Metropolitana de Cúcuta	CONCESIONARIA SAN SIMÓN S.A.	$461,801,931,347	2/08/2007	1/09/2026	104.02 km
3G	Ruta Caribe	AUTOPISTAS DEL SOL S.A.	$1,232,661,379,164	22/08/2007	1/11/2020	288.62 km
3G	Girardot - Ibagué - Cajamarca	CONCESIONARIA SAN RAFAEL S.A.	$852,948,458,680	13/08/2007	1/12/2021	144.47 km
3G	Ruta del Sol sector - 1	CONSORCIO VIAL HELIOS	$1,542,264,000,000	14/01/2010	1/01/2020	61.30 km
3G	Ruta del Sol sector - 3	CONCESIONARIA YUMA S.A.	$2,079,953,179,851	4/08/2010	1/05/2036	465.00 km
3G	Transversal de las Américas - 1	CONSORCIO VÍAS DE LAS AMÉRICAS S.A.	$1,249,858,793,282	6/08/2010	1/07/2017	774.80 km

4G - OLA 1	Autopista Conexión Pacífico 2: Bolombolo – La Pintada - La Primavera	CONCESIÓN LA PINTADA S.A.S	$1,300,234,031,470	11/09/2014	5/11/2039	96.50 km
4G - OLA 1	Girardot - Honda - Puerto Salgar	CONCESIÓN ALTO MAGDALENA S.A.S	$1,465,609,000,000	9/09/2014	29/10/2039	190.10 km
4G - OLA 1	Autopista Conexión Pacífico 1: Ancón Sur - Camilo Cé - Bolombolo	Concesionaria Vial del Pacífico S.A.S - COVIPACÍFICO S.A.S	$2,087,106,175,109	15/09/2014	5/11/2039	50.00 km
4G - OLA 1	Cartagena Barranquilla 4G	CONCESIÓN COSTERA – CARTAGENA BARRANQUILLA S.A.S	$1,709,364,530,216	10/09/2014	29/10/2039	146.60 km
4G - OLA 1	Autopista Conexión Pacífico 3: La Pintada – La Felisa - Irra - Tres Puertas (Conexión Autopistas del Café) y la Felisa - Asia - La Virginia – Variante Tesalia 1	CONCESIÓN PACÍFICO TRES S.A.S	$1,869,330,678,417	10/09/2014	29/10/2039	146.20 km
4G - OLA 1	Perimetral Oriente de Cundinamarca	PERIMETRAL ORIENTAL DE BOGOTA S.A.S	$1,647,776,111,169	8/09/2014	13/12/2039	152.08 km
4G - OLA 1	Autopistas Conexión Norte: Remedios -Zaragoza - Caucasia 1	Autopistas del Nordeste S.A.S	$1,300,273,784,420	10/12/2014	30/01/2040	145.00 km
4G - OLA 1	Magdalena II	Autopista Río Magdalena S.A.S Grupo OHL	$1,740,427,563,337	10/12/2014	6/03/2040	144.00 km
4G - OLA 1	Guerrero - Mulaló	CONCESIONARIA NUEVA VÍA AL MAR S.A.S	$1,587,924,097,847	22/01/2015	10/03/2040	31.80 km
4G - OLA 2	Puerta de Hierro - Carreto - Palmar de Varela; Carreto - Cruz del Viso	SOCIEDAD CONCESIONARIA VIAL MONTES DE MARIA SAS	$1,240,827,996,256	3/07/2015	12/08/2040	202.56 km
4G - OLA 2	Transversal del Sisga	CONCESIÓN DEL SISGA SAS	$966,849,097,446	10/07/2015	21/08/2040	137.03 km
4G - OLA 2	Villavicencio -Yopal	CONCESIONARIA VIAL DEL ORIENTE S.A.S. - COVIORIENTE S.A.S	$2,939,320,796,324	23/07/2015	29/04/2040	262.20 km
4G - OLA 2	Santana - Mocoa - Neiva	ALIADAS PARA EL PROGRESO S.A.S	$2,969,581,000,000	18/08/2015	14/05/2040	456.20 km
4G - OLA 2	Santander de Quilichao - Popayán	NUEVO CAUCA SAS	$1,702,786,716,167	11/08/2015	16/09/2040	77.00 km
4G - OLA 2	Autopistas al Mar 1: Túnel de Occidente - San Jerónimo – Santafé de Antioquia - Bolombolo	DESARROLLO VIAL AL MAR S.A.S	$2,244,728,602,746	3/09/2015	5/06/2040	176.00 km
4G - OLA 2	Bucaramanga - Barranca - Yondó	CONCESIONARIA RUTA DEL CACAO S.A.S.	$2,691,392,438,114	21/08/2015	6/10/2040	151.80 km
4G - OLA 2	Pasto - Rumichaca	CONCESIONARIA VIAL UNIÓN DEL SUR SAS	$2,316,127,771,181	11/09/2015	17/06/2040	83.00 km
4G - OLA 2	Autopistas al Mar 2: Cañas gordas - Uramita - Dabeiba Variante Fuemia) - Mutatá - El Tigre	AUTOPISTAS URABA SAS	$2,574,127,191,649	25/11/2015	5/01/2041	254.00 km
4G - IP	IP - Girardot - Ibagué - Cajamarca	APP GICA S.A	$1,810,392,000,000	12/02/2015	7/04/2043	35.10 km
4G - IP	IP- Malla Vial del Meta	CONCESIÓN VIAL DE LOS LLANOS SAS	$3,200,531,909,579	5/05/2015	2/01/2045	354.00 km
4G - IP	IP - Chirajara - Villavicencio	CONCESIONARIA VIAL ANDINA S.A.S. COVIANDINA SAS	$5,090,472,461,167	9/06/2015	13/07/2054	85.60 km
4G - IP	IP - Cambao - Manizales	CONCESIONARIA ALTERNATIVAS VIALES SAS	$1,334,383,590,504	7/07/2015	12/08/2049	256.00 km
4G - IP	IP - Neiva Espinal	AUTOVÍA NEIVA GIRARDOT S.A.S	$2,017,901,636,047	30/10/2015	15/12/2045	198.35 km
4G - IP	IP - Antioquia - Bolívar	Concesión Ruta al Mar SAS CORUMA SAS	$2,752,552,193,011	14/10/2015	18/11/2049	490.86 km
4G - IP	IP - Vía al Nus	Concesión Vías del NUS - VINUS S.A.S.	$2,490,135,961,386	25/01/2016	1/03/2046	157.40 km
4G - IP	IP - Vía al Puerto	VÍA PACÍFICO S.A.S	$3,060,229,319,256	6/07/2016	12/08/2046	111.00 km
4G - IP	IP - Accesos Norte	ACCESOS NORTE DE BOGOTÁ S.A.S.	$1,225,686,247,240	10/01/2017	1/09/2038	66.00 km
4G - IP	IP - Tercer Carril	VÍA 40 EXPRESS S.A.S.	$4,197,839,609,774	18/10/2016	24/11/2046	144.80 km
4G - OLA 3	Bucaramanga - Pamplona	AUTOVÍA BUCARAMANGA PAMPLONA S.A.S.	$1,413,763,000,000	7/06/2016	15/07/2041	133.10 km
4G - OLA 3	Pamplona - Cúcuta	Unión Vial Río Pamplonita S.A.S.	$2,072,320,000,000	2/06/2017	26/06/2042	62.00 km

Tabla 1 Lista de concesiones por generación

Fuente: Listado de Concesiones Carretero ANI | Datos Abiertos Colombia
https://www.datos.gov.co/Transporte/Listado-de-Concesiones-Carretero-ANI/kv5g-rqbi/data

3.4 La evidencia empírica

Mayorga y Muñoz (2000) definen la metodología de datos panel como un proceso técnico que permite realizar un análisis más dinámico al incorporar la dimensión temporal de los datos. Su aplicación permite descomponer los efectos específicos relacionados con las unidades de análisis (países, agentes económicos, individuos, comunidades, etc.) y efectos a través del tiempo. De esta manera permite capturar relaciones intertemporales entre variables relevantes, lo que hace posible identificar las variables más significativas o representativas en estimaciones empíricas ver igualmente (Mayorga & Muñoz, 2000)

3.4.1 Identificación de variables

Para la estimación y análisis del modelo econométrico se proponen las siguientes variables: De acuerdo con la pregunta inicial y la hipótesis, la variable explicada es el valor real del Producto Interno Bruto colombiano entre 2000-2015 Se expresa por medio de su logaritmo natural $LnY_{i,t}$.
Como variables explicativas para el comportamiento del PIB, está en función de variables como un rezago del PIB, la inversión en infraestructura pública; la inversión en las concesiones de primera, segunda, tercera y cuarta generación y el gasto público. Estas variables se expresan por medio de su logaritmo natural.

En la selección de las variables se tuvo en cuenta la implementación de modelos soportados práctica y teóricamente como es el caso de Aschauer (1989a) y Ramírez y Salehi (1999). El tema de este trabajo está delimitado temporal y espacialmente: La delimitación temporal abarca los años 2000 a 2015. Espacialmente se toma el análisis de la inversión pública en infraestructura (concesiones G) en el crecimiento económico dentro del contexto Colombia. Como el trabajo tiene un enfoque cuantitativo, se recolectaron los datos y fueron sometidos a un análisis a partir de una revisión literaria previa. La base de datos recolectada a través de fuentes primarias

y secundarias, tiene las variables macroeconómicas como el Producto interno Bruto, Inversión en Infraestructura Vial, producción de materiales de construcción, inversión extranjera directa en proyectos de Infraestructura, consideradas determinantes en este estudio. El resultado determina el impacto de las obras G y evidencia el nivel de participación de cada una de las variables en el PIB. La especificación del proyecto contempla el supuesto ceteris paribus para el resto de variables que pueden llegar a incidir en el crecimiento del PIB y por ende al desarrollo económico del país. La información utilizada en este documento, está conformada por los datos del PIB departamental en términos nominales obtenido del Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE. La inversión en infraestructura vial junto con el gasto fueron obtenidos del Departamento Nacional de Planeación – DNP y los valores de las concesiones G recolectados a través de la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI. Se sometieron a un análisis estadístico a partir de la hipótesis establecida previamente. Se cuenta con un total de 528 datos representados en un panel, es decir observaciones conformadas por datos de los 33 departamentos colombianos en el lapso de tiempo anual 2000–2015.

La información se deflacta (expresada en términos de miles de millones de pesos reales) con base en el IPC del año 2005 elaborado por el DANE. Las cifras de inversión en concesiones G no son homogéneas en términos de la distribución de los datos entre los departamentos; esto quiere decir que, a través de los años, no existe un volumen anual consistente de los proyectos asignados para cada uno de ellos.

La heterogeneidad temporal (años con valores cero) y transversal respecto a la ampliación de la información entre departamentos condiciona algunos análisis. El proceso de la construcción de la base de datos fue el siguiente: Recolección de la información, depuración, organización, codificación y digitalización (compatibilidad con el software estadístico Stata 13.0). Posteriormente se realizaron los análisis e inferencias sobre los datos recibidos y se creó el archivo Excel necesario para la obtención de gráficas comparativas, así como para el razonamiento gráfico de los datos.

En aras de crear un modelo económico que se ajustara a la realidad colombiana y coyuntura del país, se rezagó la variable PIB en un periodo pretendiendo revisar si

los efectos en el tiempo (la historia inmediata) tienen impacto sobre el PIB, lo cual indicaría que éste está siendo explicado en parte por el del año inmediatamente anterior. De tal forma el análisis econométrico se convierte en un modelo dinámico (Dagum, 1967) toda vez que sus variables están involucradas esencialmente en diferentes momentos en el tiempo. La causa tecnológica es la que da vida a este rezago dentro del trabajo, ya que el impacto de la inversión en el PIB debe dar una espera razonable pues toda causa económica tiene efecto en cierto periodo de tiempo. Esta metodología que incluye variables explicadas a través de sus rezagos fue utilizada dentro de diferentes artículos que analizaron el impacto que tiene la inversión (pública o privada) sobre el crecimiento económico, algunos de estos son: (Cullison, 1993) (Clarida, 1993), (Sturm, 2001), (Jacobs & Groote, 1995) (Monadjemi & Huh, 1998) (Arghyrou, 2000) (Mamatzakis, 2000) (Pereira, 2001).

Se plantea un análisis económico y espacial en el cual la unidad de estudio es el departamento, definido como una "entidad territorial que goza de autonomía para la administración de los asuntos seccionales y la planificación y promoción del desarrollo económico y social dentro de su territorio" tal como lo describe la constitución política de Colombia en su artículo 298. Lo anterior implica una unidad geográfica con distintas características o donde se presenta poca prevalencia de particularidades que permitan una eventual similitud entre economías (por ejemplo, áreas diferentes, departamentos con puerto o alto turismo).

Se aplica el Software Stata para análisis estadístico de los datos obtenidos. Implicará el uso de métodos gráficos y numéricos y la organización de la información que logre la ejecución del modelo.

3.4.2 El modelo

LPIB: $\beta 0 + \beta 1$ lipi $+ \beta 2$ lg1 $+ \beta 3$ lg2 $+ \beta 4$ lg3 $+ \beta 4$ lg4 $+ \beta 4$ lg4 $+ + \beta 5$ lgasto $+ \beta 6$ lega $+ \beta 7$ lconst $+ \beta 8$ lcio $+ \varepsilon$

Donde

PIB= Producto Interno bruto

lipi= Inversión en Infraestructura pública

lg1= inversión en primera generación

lg2= inversión en segunda generación

lg3= inversión en tercera generación

lg4= inversión en cuarta generación

lgasto= gasto público

ε = sumatoria de los errores

Descripción de la muestra: Al tener una muestra temporal tan corta y la necesidad de tener datos suficientes que expliquen los efectos de la inversión sobre el PIB de Colombia, se utilizan los datos obtenidos de los 33 departamentos, de manera que se cubran todas las áreas geográficas: Amazonas, Antioquia, Arauca, Atlántico, Bogotá, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Guainía, Guajira, Guaviare, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte De Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, San Andrés, Santander, Sucre, Tolima, Valle, Vaupés, Vichada.

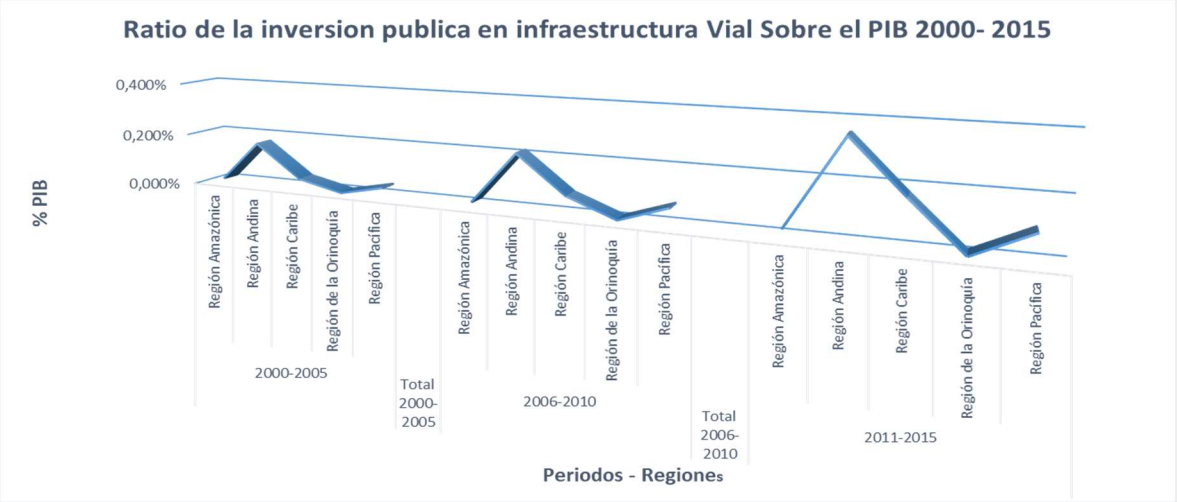


Gráfico 1 Ratios de la inversión pública en infraestructura vial sobre el PIB 2000-2015
Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 Ratio de la inversión pública en infraestructura Vial Sobre el PIB 2000- 2015
Fuente: Elaboración propia

Rangos	Región	Suma de PIB	Suma de IPI	Promedio de Ratio
2000-2005	Región Amazónica	19220	288,0444607	0,016%
	Región Andina	1224811	3154,809748	0,171%
	Región Caribe	277011	800,0420177	0,043%
	Región de la Orinoquía	72528	91,33063648	0,005%
	Región Pacífica	253650	747,8461847	0,040%

Total 2000-2005		**1847220**	**5082,073048**	
2006-2010	Región Amazónica	20303	403,5775933	0,020%
	Región Andina	1340472	4277,388727	0,215%
	Región Caribe	301795	1518,430717	0,076%
	Región de la Orinoquía	50963	174,2832695	0,009%
	Región Pacífica	271641	1394,079183	0,070%
Total 2006-2010		**1985174**	**7767,75949**	
2011-2015	Región Amazónica	27455	871,8300231	0,035%
	Región Andina	1677104	8728,878267	0,355%
	Región Caribe	368715	4341,198239	0,176%
	Región de la Orinoquía	59439	179,4825039	0,007%
	Región Pacífica	327271	2521,319119	0,102%
Total 2011-2015		**2459984**	**16642,70815**	
Total general		6292378	29492,54069	

El gráfico 1 muestra el total de departamentos agrupado en las cinco regiones del país. Se visualizan los niveles de inversión pública en infraestructura en el período 2000-2015. Se puede ver que los niveles más altos y crecientes de inversión están en la región andina y la región caribe. Comprenden los departamentos de Antioquia Boyacá Caldas Caquetá Cauca Cesar Chocó Cundinamarca Huila Nariño Norte de Santander Putumayo Quindío Risaralda Santander Tolima Valle del Cauca, Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, La Guajira, Magdalena, San Andrés y Providencia y Sucre. La muestra consta de 15 periodos temporales (2000 a 2015) para 33 individuo autónomos (departamentos) y se cuenta con un total de 528 datos., que se estructuran en forma de panel con el objetivo de analizarlos junto con las variables macroeconómicas que serán explicadas más adelante. Dichas variables corresponden a cada departamento para cada período de tiempo.

La variable dependiente que se explica viene expresada por: $\boldsymbol{yit} = \boldsymbol{a} + \boldsymbol{bXit} + \boldsymbol{\varepsilon it}$

Donde *y* se refiere al individuo o a la unidad de estudio (corte transversal), *t* a la dimensión en el tiempo, *a* es un vector de interceptos de *n* parámetros; *b* es un vector de *K* parámetros y *Xit* es la i-ésima observación al momento *t* para las K variables explicativas. En este caso, la muestra total de las observaciones en el modelo vendría dado por *N* x *T*. A partir de este modelo general, y con base en ciertos supuestos y restricciones acerca del valor de algunos de los parámetros, se pueden derivar algunas otras variantes de modelos de datos de panel, las cuales se describirán con más detalle en una sección posterior.

Teniendo como base esta metodología, se procede a testear y analizar la significancia global e individual y los estimadores de los modelos propuestos. Se valida y selecciona el mejor modelo, el cual se implementará para decidir entre efectos fijos o aleatorios. Se ejecuta la prueba de Hausman donde la hipótesis nula es que el modelo preferido son los efectos aleatorios vs. la alternativa los efectos fijos (Green, 2008, capítulo 9). Básicamente prueba si los errores únicos (*ui*) están correlacionados con los regresores. La hipótesis nula es que no lo son.

Una vez ejecutados ambos modelos, se procede a guardar las estimaciones, las cuales se utilizan en la prueba de Hausman. Se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la alterna, por lo cual el modelo más adecuado son los efectos fijos.

La ventaja de usar estimadores de efectos fijos es que los coeficientes estimados son insesgados, de manera que su sesgo es nulo por lo que la esperanza matemática es igual al parámetro que se desea estimar. Por otra parte, una de sus desventajas es que esta estimación por efectos fijos no puede ser usada para investigar sucesos que no varíen en el tiempo en las variables dependientes.

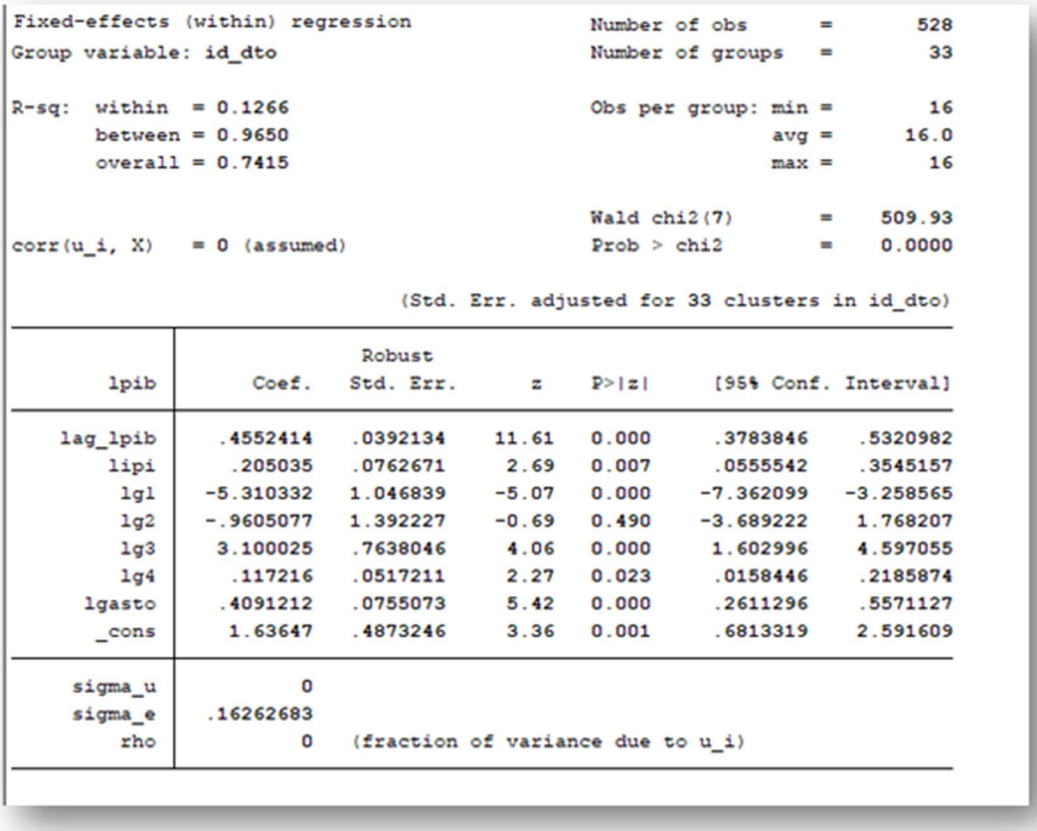
Prueba de Hausman Efectos fijos vs Efectos aleatorios:

```
. hausman fixed random

                 ---- Coefficients ----
             |      (b)          (B)            (b-B)     sqrt(diag(V_b-V_B))
             |     fixed        random       Difference          S.E.
-------------+------------------------------------------------------------
       lipi  |    .0003343     .0004547      -.0001204        .0004437
        lg1  |   -.2125002    -.2085028      -.0039973        .0130317
        lg2  |   -.0104509     -.012258       .0018072        .0080908
        lg3  |    .0432404     .0420906       .0011499        .0111349
        lg4  |   -.0001338    -.0001082      -.0000256        .0005897
     lgasto  |   -.0003616    -.0003275      -.0000341        .0026347
       lega  |    .2961422     .2990695      -.0029273        .0261932
     lconst  |    .1387696     .1446777      -.0059081        .0046482
       lcio  |    .5061768     .4926607       .0135161        .0129386
------------------------------------------------------------------------------
                           b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
            B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

    Test:  Ho:  difference in coefficients not systematic

                  chi2(9) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
                          =          4.31
                Prob>chi2 =        0.8898
```

Con la selección del modelo de efectos fijos, procedemos a replantear las variables que son más convenientes, para medir los efectos de las inversiones, pues notamos que las variables *lega*, *lconst* e *lcio* son variables que no permiten llegar al nivel de detalle del efecto de la inversión. Por lo cual se estima la siguiente ecuación:

xtreg lpib lipi lg1 lg2 lg3 lg4 lgasto, fe robust

Modelo efectos fijos.



```
Fixed-effects (within) regression               Number of obs      =       528
Group variable: id_dto                          Number of groups   =        33

R-sq:  within  = 0.1266                         Obs per group: min =        16
       between = 0.9650                                        avg =      16.0
       overall = 0.7415                                        max =        16

                                                Wald chi2(7)       =    509.93
corr(u_i, X)   = 0 (assumed)                    Prob > chi2        =    0.0000

                                (Std. Err. adjusted for 33 clusters in id_dto)
------------------------------------------------------------------------------
             |               Robust
        lpib |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
    lag_lpib |   .4552414   .0392134    11.61   0.000     .3783846    .5320982
        lipi |    .205035   .0762671     2.69   0.007     .0555542    .3545157
         lg1 |  -5.310332   1.046839    -5.07   0.000    -7.362099   -3.258565
         lg2 |  -.9605077   1.392227    -0.69   0.490    -3.689222    1.768207
         lg3 |   3.100025   .7638046     4.06   0.000     1.602996    4.597055
         lg4 |    .117216   .0517211     2.27   0.023     .0158446    .2185874
      lgasto |   .4091212   .0755073     5.42   0.000     .2611296    .5571127
       _cons |    1.63647   .4873246     3.36   0.001     .6813319    2.591609
-------------+----------------------------------------------------------------
     sigma_u |          0
     sigma_e |  .16262683
         rho |          0   (fraction of variance due to u_i)
------------------------------------------------------------------------------
```

La interpretación de esta nueva expresión tiene varios puntos. Los modelos de efectos fijos por lo general tienen problemas de heteroscedasticidad y auto correlación en las variables explicativas, por lo cual la no corrección puede generar una herrada inferencia. Para solucionar este problema es necesario usar la estimación por desviaciones típicas robustas, de manera que la inferencia sea correcta y se pueda confiar en la significancia o no de una variable.

Una vez aplicada esta técnica se procede a explicar los beta de cada variable y como está explicando el modelo planteado, se ve que de las siete variables propuestas, hay significancia individual en cinco de ellas (*lg1*, *lg2 lg4*, *lgasto*, lag_lpib). Se acepta la hipótesis nula de que existe un intercepto común para todos los departamentos debido a que el *p-valor* es 0.000.

Es importante destacar que para explicar los valores de los coeficientes de cada variable explicativa se asume el principio de *ceteris paribus*. Es decir, el valor de un

coeficiente para una variable determinada es el establecido por el modelo manteniendo los demás coeficientes de las otras variables constantes.

Con los efectos fijos, los efectos aleatorios proponen un coeficiente para cada individuo. A su vez estos términos son constantes a lo largo del tiempo, y con relación entre las variables explicativas y la variable a ser explicada igual entre todos los individuos. La diferencia con el modelo de efectos fijos frente al modelo de efectos aleatorios, es que en este último, el coeficiente para cada individuo se asume que es común para cada individuo y a lo largo del tiempo, más una variable aleatoria □□ que varía entre individuos pero es constante dinámicamente, es decir, mide la variación aleatoria de cada coeficiente del término global "*a*". El término □□ por otra parte tiene las características de un ruido blanco.

3.4.3 Estimaciones del modelo e interpretación de resultados

Luego de la organización de la información se estimó la siguiente regresión con coeficiente fijo:

=lpib= X1 + X2*lag_lpib + X3 *lipi+ X4*lg1+ X5*lg2 +X6*lg3+ X7 *lg4+X8*lgasto +u

Esta estimación arrojó el siguiente resultado:

lip = (-.0039778*lag_lpib) + .0076903*lipi +(-0.7150232 lg1)+ (-.0302249lg2)+
(t-2)
0.2566816lg3+ 0.0173345lg4+ 0.1436116lgasto + 1.565986u

Las variables analizadas presentaron resultados significativos, es decir, se rechaza la hipótesis nula de no relación entre las variables analizadas y el PIB. De lo cual se desprende que las variables, inversión en primera generación (*lg1*) e inversión en segunda generación (*lg2*), tienen un impacto negativo en el PIB (*lpib*). De esta manera, aumentos en la inversión en primera generación y en segunda generación (en términos de miles de millones de pesos) originan disminuciones porcentuales en el PIB. Respecto al impacto de las variables inversión en tercera generación, inversión

en cuarta generación y gasto público, presentaron signo positivo y adecuados niveles significancia, lo que implica que los aumentos en cada uno de sus valores involucran un aumento porcentual (de acuerdo a la estimación) en el PIB.

lpib	Coef.	Robust Std. Err.	z	P>|z|	[95% Conf.	Interval]
lag_lpib	.4552414	.0392134	11.61	0.000	.3783846	.5320982
lipi	.205035	.0762671	2.69	0.007	.0555542	.3545157
lg1	-5.310332	1.046839	-5.07	0.000	-7.362099	-3.258565
lg2	-.9605077	1.392227	-0.69	0.490	-3.689222	1.768207
lg3	3.100025	.7638046	4.06	0.000	1.602996	4.597055
lg4	.117216	.0517211	2.27	0.023	.0158446	.2185874
lgasto	.4091212	.0755073	5.42	0.000	.2611296	.5571127
_cons	1.63647	.4873246	3.36	0.001	.6813319	2.591609

Luego de validar la significancia de las variables analizadas se procede a realizar la estimación de los efectos fijos de los departamentos. Esto con el objetivo de determinar a través del tiempo los valores esperados del PIB en los departamentos a través del periodo estudiado. El efecto fijo capta aquellas variables que son particulares a cada departamento, pero además son constantes a través del tiempo, como ser localizaciones geográficas, clima,
suelo etcétera.

3.4.4 Interpretación de betas para cada variable

El modelo de regresión por datos panel es logarítmico por lo cual todas las variables están expresadas en logaritmos, el efecto que genera en la variable dependiente será expresada en términos porcentuales.
El signo negativo en cada beta significa una relación inversa entre la variable dependiente con la variable independiente, por otra parte, la relación positiva significa una relación directa entre la variable dependiente y la independiente (Carter Hill, Griffiths, & Lim, 2012).

Usando la estimación de modelos fijos con desviaciones típicas robustas, las variables significativas son el rezago de dos periodos de PIB (Lag_lpib), inversión en infraestructura pública (Lipi), inversión primera generación (Lg1), inversión segunda

generación (Lg2), inversión en tercera generación (Lg3), inversión en la primera ola de la cuarta generación (Lg4), gasto público (Lgasto).

El coeficiente del rezago de dos periodos de PIB (Lag_lpib), es de 0.4552414 lo que significa que por cada incremento de una unidad de la inversión en infraestructura pública, expresada en miles de millones de pesos, el PIB aumentará en 0.4552414 esta relación es directa y ha sido soportada en estudios tales como (Dagum, C. 1967). En donde introduce explícitamente esta idea en su definición de dinámica económica. Así expresa (Refs. 10 y 17) que un modelo es dinámico si el comportamiento de las variables en el tiempo está determinado por ecuaciones funcionales en las cuales dichas variables están relacionadas en forma esencial en diferentes momentos del tiempo.

El segundo coeficiente inversión en infraestructura pública (Lipi) es de 0.205035 lo cual significa que por cada incremento de una unidad de la inversión en infraestructura pública, expresada en miles de millones de pesos, el PIB aumentará en 0.205035 esta relación es directa y ha sido soportada en estudios tales como Ramírez y Salehi (1999) en una primera parte de su artículo acomodan la metodología de la función de producción a un análisis de corte transversal para evaluar el impacto que tiene la inversión en infraestructura sobre el crecimiento económico. En este estudio, los autores concluyen que dicho impacto es considerable.

El tercer coeficiente de inversión primera generación (Lg1) es de -5.310332, lo cual indica que por cada incremento de una unidad en inversión de primera generación expresada en miles de millones de pesos, el PIB disminuye -5.310332, diferente de la inversión en infraestructura pública, esta es una relación inversa, se logra explicar con la evidencia encontrada el estudio de (Reinikka y Svenson, 1999) a partir de un análisis de corte transversal a nivel empresarial determinan como una inadecuada provisión de infraestructura pública además el hecho de no involucrar la inversión privada, tiene un impacto negativo sobre las inversión privada en Uganda.

El cuarto coeficiente inversión segunda generación (Lg2) es de -0.960507 lo cual significa que, por cada incremento de una unidad en inversión de segunda generación expresada en miles de millones de pesos, el PIB disminuye -0.960507, este efecto se

explica de la misma manera que el coeficiente de la primera generación, la incipiente inversión, las diferentes limitantes encontradas al momento de la ejecución de las obras genera un impacto negativo sobre el crecimiento.

El quinto coeficiente inversión en tercera generación (Lg3) es de 3.100025 lo cual significa que, por cada incremento de una unidad de la inversión en la tercera generación, expresada en miles de millones de pesos, el PIB aumentará en 3.100025, A partir de estimaciones parecidas a las de Aschauer, pero utilizando datos a nivel nacional de los Estados Unidos, Munnell (1990), Yamarik (2000) y Zegeye (2000) hacen estimaciones de datos panel o de corte transversal. Munnell encuentra que la inversión en capital público tiene un impacto moderado sobre el nivel de producto. Yamarik concluye que la inversión en infraestructura, principalmente en vías y carreteras tiene un impacto importante sobre la producción privada. Zegeye encuentra a nivel estatal y a nivel local una relación positiva entre la producción y la inversión pública, donde el impacto a nivel estatal es superior.

El sexto coeficiente inversión primera ola de la cuarta generación (Lg4) es de 0.117216, lo cual significa que por cada incremento de una unidad de la inversión de la primera ola de la cuarta generación, expresada en miles de millones de pesos, el PIB aumentará en 0.117216, al igual que la tercera generación el impacto es positivo, el cual obedece al hecho de crear procesos de licitación y procesos más eficientes respecto a la contratación, estudio ambientales y de suelos, el manejo del riesgo y el hecho de involucrar al sector privado bajo el modelo de APP`s como principal fuente de financiación de estos megaproyectos.

El séptimo coeficiente gasto público (Lgasto) es de 0.4091212 lo cual significa que, por cada incremento de una unidad del gasto, expresada en miles de millones de pesos, el PIB aumentara 0.4091212, Arghyrou (2000) investiga la existencia y naturaleza de las relaciones de largo plazo entre el PIB de Grecia y cuatro categorías del gasto público: en inversión, en personal, en servicio de la deuda y en consumo público productivo. Arghyrou concluye que incrementos del gasto público en personal y en servicio de la deuda no son seguidos por un incremento en la producción. Sin embargo, la inversión pública y el gasto en consumo público productivo parecen tener

una relación de largo plazo positiva con el PIB, donde la causalidad es de doble vía.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

El modelo de panel de datos con efectos fijos arroja varios resultados consistentes con la teoría de la inversión frente al crecimiento económico. De esta manera la inversión en infraestructura vial de las concesiones G impacta de forma directa sobre el valor del PIB colombiano (por ejemplo, cuando se construyen autopistas que aumentan el turismo los ingresos departamentales incrementan considerablemente) constituyéndose en un ciclo económico de mediano plazo.

Se determinó el efecto de la inversión en las concesiones viales en Colombia sobre la tasa de crecimiento del PIB departamental, para el período 2000-2015, encontrando que el impacto sobre dicha inversión logró reflejarse hasta el año 2005, año en el que las variables observadas impactaron en su mayor proporción el crecimiento el PIB, posteriormente este crecimiento ha incrementado de manera significativa, teniendo el mayor efecto sobre el año 2015.

Así Mismo, señalemos que la inversión en infraestructura vial, el gasto público y las concesiones G en los departamentos de Guaviare, Vaupés y Vichada presentaron un impacto negativo 0.7380982, 0.7753138 y 0.1368119 respectivamente.

Entre las estimaciones encontradas observamos que en los departamentos Bogotá, Valle y Santander se generan impactos mayores.

Los departamentos con menores impactos fueron La Guajira y Sucre.

Los resultados confirman la presencia de un crecimiento económico permanente a través del tiempo y ante todo una expectativa de continuidad de
este proceso o su tendencia en el largo plazo.

Es importante recalcar que el objeto de estudio principal no explora con detalle el desarrollo social obtenido durante el periodo de análisis como la competitividad, mejora en la productividad, equidad y calidad de vida.

Así, la tendencia de crecimiento en Colombia refleja una dinámica comercial internacional que vive el país desde hace varios años. Esta dinámica puede explicarse, entre otros factores a través del incremento de acuerdos comerciales y (raíces de las 4g)

4.2. Recomendaciones

Por último, las recomendaciones de política económica son promocionar y diversificar la inversión pública y privada en la infraestructura del país, para generar mayores crecimientos en el aparato productivo de la economía colombiana. Realizar una mejora de la inversión en infraestructura vial para vigorizar el desarrollo y crecimiento sostenido conforme a la iniciativa de las concesiones G.

Se recomienda a los hacedores de política del gobierno en general, organizar planes, programas y proyectos propiamente dichos con el fin de interconectar todos los departamentos colombianos y así tener una visión integral del territorio, garantizando el acceso a cada rincón del país y con éste, el desarrollo y el crecimiento en los lugares más apartados. Se resalta el valor del intercambio comercial y no exclusivamente del turismo. Así mismo sugerimos rigurosidad para que las entregas de proyectos se realicen en las fechas previstas garantizando el no pago de sanciones por incumplimiento que incrementan los costos de cada obra.

Recalcamos la importancia de robustecer las bases de datos de inversión en infraestructura, inversión pública y privada, así como los valores ejecutados en la totalidad de los proyectos a nivel departamental. Esto con el fin de facilitar búsquedas futuras y contar con información precisa y veraz en exploraciones posteriores. A los investigadores se les recomienda profundizar la temática que envuelve el aporte al bienestar social de los departamentos dentro del contexto sociocultural a través de la construcción de las concesiones G.

5. Bibliografía

Acevedo, L. C. (2013). Infraestructura del transporte terrestre de carga en el marco de los tratados de libre comercio en Colombia. (P. e. Facultad de Ciencias Económicas, Ed.) Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.

Agencia Nacional de Infraestructura. (2013). Proyecto vía al mar y circunvalar de la prosperidad. Estudios en etapa de pre-factibilidad, Bogotá.

Agencia Nacional de Infraestructura Datos Abiertos Colombia https://www.datos.gov.co

Arghyrou, M. (2000). Public expenditure and national income: time series evidence for Greece. Ekonomia. Vol. 4, No. 2, 173-191.

Aschauer, D. (1989). Is Public Expenditure Productive? Journal of Monetary Economics.

Baltagi, B. H. (2005). Econometric analysis of panel data.

Barro, R. J. (1990). Gobernment Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth. The Journal of Political Economy Vol 98 No.5 Part 2, S103-S125.

Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. The Quarterly Journal of Economics, 407-443.

Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (1992). Economic Growth. London, England: The MIT Press.

Cárdenas, M., Gaviria, A., & Meléndez, M. (2005). La Infraestructura de Transporte en Colombia. Bogotá D.C. Bogotá. D.C.: Universidad de los Andes.

CEPAL. (diciembre de 2008). INFRAESTRUCTURA, INTEGRACIÓN Y EQUIDAD. *Boletín Facilitación del comercio y el transporte en América Latina y El Caribe*. CEPAL.

Clarida, R. (1993). International capital mobility, public investment and economic growth. *NBER Working Paper Series*, No. 4506 p. 24.

Cullison, W. (1993). Public investment and economic growth. *Economic Quaterly. Federal Reserve Bank of Richmond*, Vol. 79. No. 4 p 19-33.

Dagum, C. (1967). Distribución del rezago y dinámica económica. *Revista de economía y estadística*, Tercera Época Vol. 11, No. 1-2 pp. 101-110.

Departamento Nacional de Planeación. (28 de octubre de 2015). *https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Que-es-el-Plan-*

Nacional-de-Desarrollo.aspx. https://www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Que-es-el-Plan-Nacional-de-Desarrollo.aspx: www.dnp.gov.co/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Pagina

Dagum, C. (1967). On deterministic and stochastic structures. Defense Technical Information Center.

Dussan, A. B. (1989). *Colombia Geografía y destino.* Bogotá: Imprenta y publicaciones de las fuerzas militares.

Égert, B., Koźluk, T., & Sutherland, D. (2009, 03). Infrastructure and Growth. *OECD Economics Department Working Papers*. doi:10.1787/225682848268

Fedesarrollo. (2013). Infraestructura de transporte en Colombia. Bogotá.

Hill, R. C., Griffiths, W. E., & Lim, G. C. (2012). Principles of econometrics. John Wiley & Sons

Hyari, K., & Kandil, A. (15 de Enero de 2009). Validity of Feasibility Studies for Infrastructure Construction Projects. *Jordan Journal of Civil Engineering*, págs. 66-77 volumen 3.

Jacobs, J., & Groote, P. (1995). Productivity impacts of infrastructure investment in the Netherlands 1853-1913. *SOM Research Report*, No. 95D30.

Krugman, P., Fujita, M., & Venables, A. (2000). *Economía espacial: las ciudades, las regiones y el comercio internacional.* Barcelona: Ariel Economía S.A.

Lewis, W. A. (1954). Economic development with unlimited supplies of labour. University of Manchester.

Londoño, J. L. (1949). *Geopolítica de Colombia.* Bogotá D.C.: Imprenta del ministerio de Guerra.

Mamatzakis, E. (2000). The effect of public expenditure on private investment: an empirical application. *The asymmetric global economy: an empirical evidence*, 156-172.

Mankiw, G. (2002). *Macroeconomía.* Antoni Bosch.

Mayorga, M., & Muñoz, E. (2000). *La técnica de datos panel una guía para su uso e interpretación.* Departamento de Investigaciones económicas- Banco Central de Costa Rica.

Monadjemi, M., & Huh, H. (1998). Private and government investment: a study of three OECD countries. *International Economic Journal. Vol. 12, No. 2*, 93-104.

Oficina de Planeamiento y presupuesto-OPP. (diciembre de 2015). Agenda Nacional de Infraestructura 2015-2030. Dirección de descentralización e Inversión pública.

Olga Lucia Acosta, P. R. (2008). *Desarrollo vial e impacto fiscal del sistema de concesiones en Colombia.* Santiago de Chile: CEPAL.

Pereira, A. (2001). Public investment and private sector performance – International evidence. *Public finance and Management: Symposium on Public Capital*, 261-277.

Pérez, J. (2005). *La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia*. Banco de la República, Centro de Estudios Económicos Regionales.

Ramoni Perazzi, J., & Orlandoni Merli, G. (2013). Modelos de regresión de datos panel y su aplicación en la evaluación de impactos de programas sociales. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 119-127.

Roda, P. (2012). *Conectividad Interurbana en Colombia.* Departamento Nacional de Planeación. Bogotá: Misión del sistema de ciudades.

Rostow, W. W. (1959). The Stages of Economic Growth. *The Economic History Review, 12*(1), 1. doi:10.2307/2591077

Rostow, W. W. (1959). *Rostow on growth: A non-communist manifesto*.

Rozas, P., & Sánchez, R. (2004). *Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico.* Santiago de Chile: CEPAL

Solow, R. M. (1957). *Technical change and the aggregate production function*. S.n.

Stiglitz, J. E. (2014). *El gran malestar continúa.* Nueva York.

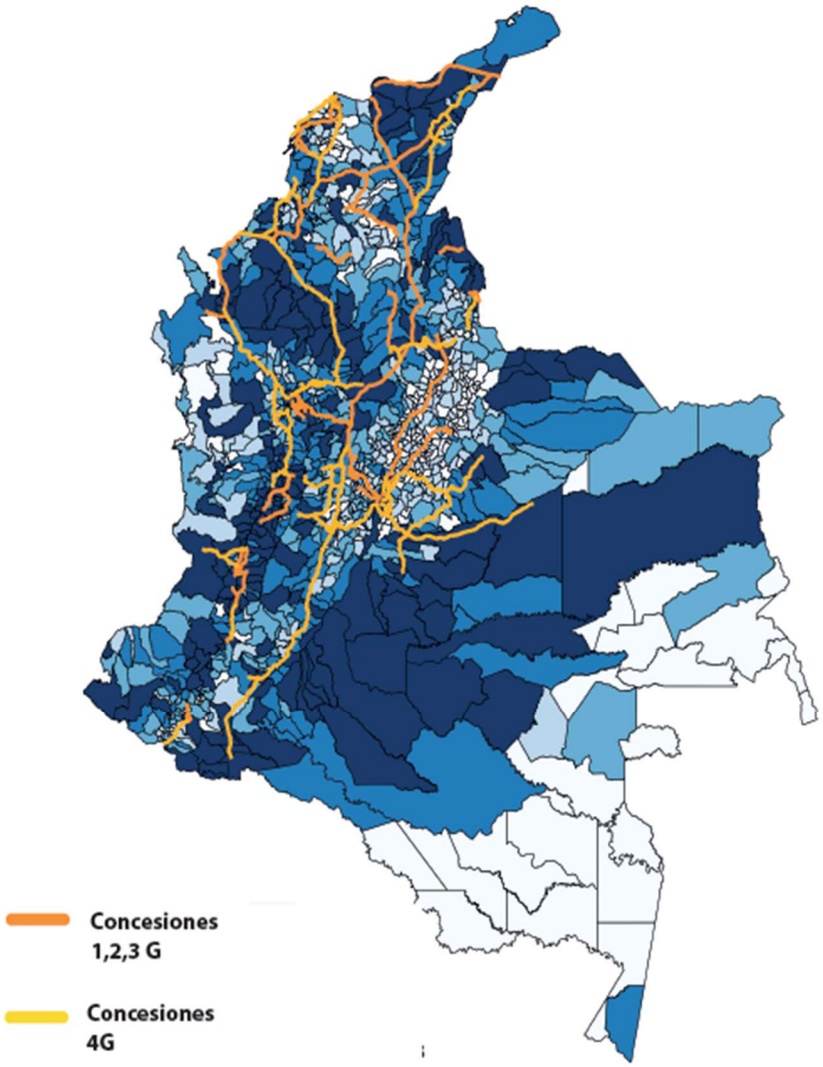
Sturm, J.-E. (2001). The impact of public infrastructure capital on the private sector of the Netherlands: An application of the symmetric generalized McFadden cost function. *CPB Research Memorandum*, No. 133 p.33 .

www.cerrejon.com. (s.f.). Obtenido de http://www.cerrejon.com/site/nuestra-empresa/quienes-somos.aspx

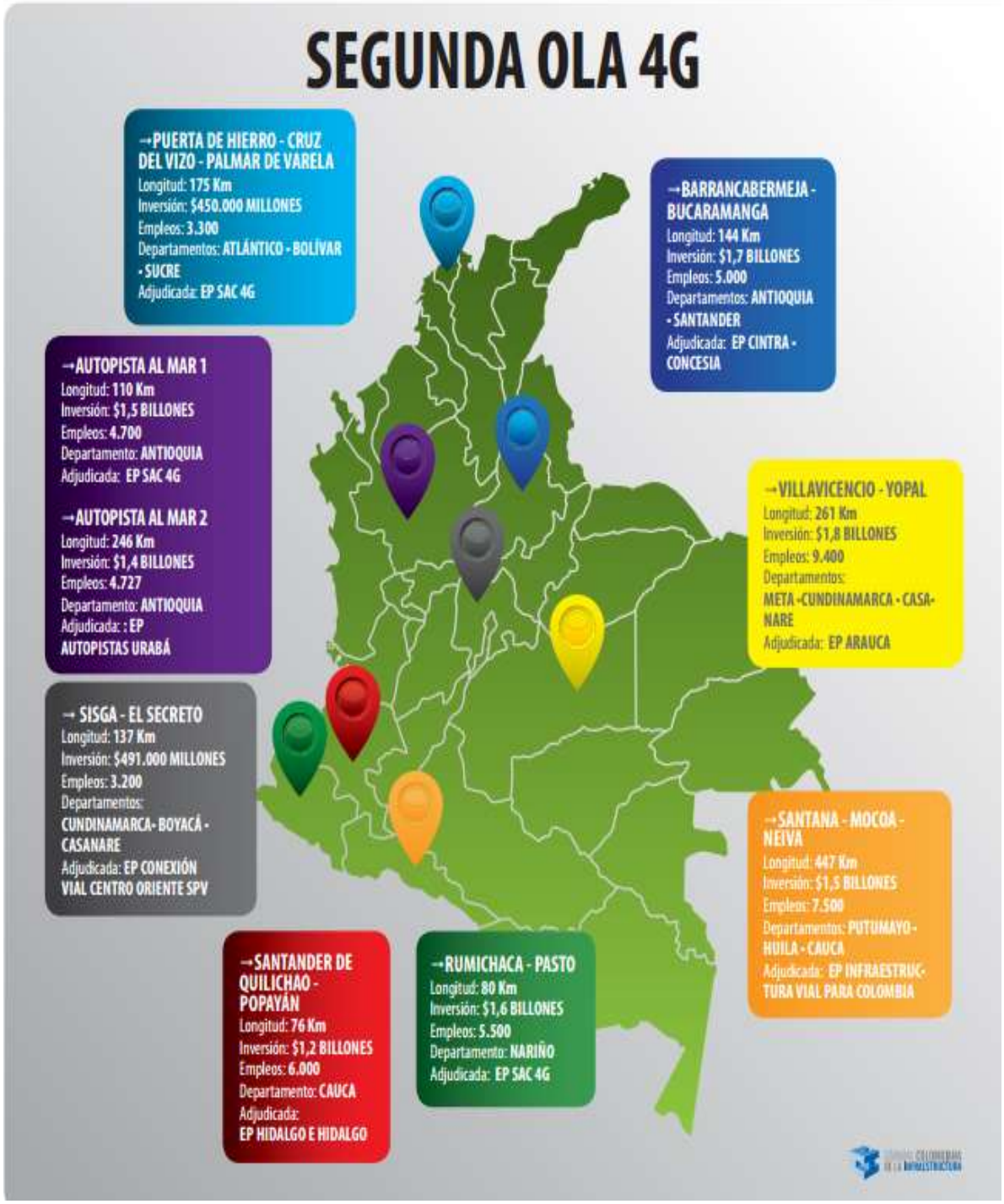
Zapata C. Victoria E., (2015) "Análisis de competitividad de los países de la Comunidad Andina de Naciones," REVISTA DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE, vol. 12(1), pages 83-57, November.

6. Anexos

Anexo 1 Detalle concesiones viales por generación



Anexo 2 Detalle inversión Cuarta generación concesiones viales



Anexo 3: Estimación modelo pool ols

```
      Source |       SS       df       MS              Number of obs =     359
-------------+------------------------------           F(  4,   354) =   12.18
       Model |  44.8740915     4  11.2185229            Prob > F      =  0.0000
    Residual |  325.943266   354  .920743691           R-squared     =  0.1210
-------------+------------------------------           Adj R-squared =  0.1111
       Total |  370.817358   358  1.03580268           Root MSE      =  .95955

------------------------------------------------------------------------------
       lnpib |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         lg4 |   .5620806   .2446055     2.30   0.022      .081018    1.043143
      NoVict |   7.00e-06   2.76e-06     2.54   0.012     1.57e-06    .0000124
         Exp |   .0379875   .0062005     6.13   0.000     .0257931    .0501819
          td |   .0316979   .0169596     1.87   0.062    -.0016563     .065052
       _cons |    14.9877   .2426359    61.77   0.000     14.51051    15.46489
------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4: Estimación efectos fijos

```
Fixed-effects (within) regression               Number of obs      =       359
Group variable: id_dto                          Number of groups   =        24

R-sq:  within  = 0.5870                         Obs per group: min =        14
       between = 0.0627                                        avg =      15.0
       overall = 0.0512                                        max =        15

                                                F(4,331)           =    117.59
corr(u_i, Xb)  = 0.0585                         Prob > F           =    0.0000

------------------------------------------------------------------------------
       lnpib |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         lg4 |   .1491279   .0381172     3.91   0.000     .0741455    .2241104
      NoVict |  -3.19e-06   6.59e-07    -4.83   0.000    -4.48e-06   -1.89e-06
         Exp |   .0146852   .0010665    13.77   0.000     .0125872    .0167831
          td |  -.0070384   .0035905    -1.96   0.051    -.0141014    .0000246
       _cons |    15.9297    .050017   318.49   0.000     15.83131    16.02809
-------------+----------------------------------------------------------------
     sigma_u |  1.0051585
     sigma_e |  .14378662
         rho |  .97994741   (fraction of variance due to u_i)
------------------------------------------------------------------------------
F test that all u_i=0:     F(23, 331) =   671.06             Prob > F = 0.0000
```

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5: Estimación modelo efectos aleatorios

```
Random-effects GLS regression                   Number of obs      =       359
Group variable: id_dto                          Number of groups   =        24

R-sq:  within  = 0.5869                         Obs per group: min =        14
       between = 0.0657                                        avg =      15.0
       overall = 0.0518                                        max =        15

                                                Wald chi2(4)       =    466.40
corr(u_i, X)   = 0 (assumed)                    Prob > chi2        =    0.0000

------------------------------------------------------------------------------
       lnpib |      Coef.   Std. Err.      z    P>|z|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         lg4 |   .1501829   .0383012     3.92   0.000     .0751139     .225252
```

```
      NoVict |  -3.14e-06   6.62e-07    -4.75   0.000    -4.44e-06   -1.85e-06
         Exp |   .0147505   .0010713    13.77   0.000     .0126507    .0168503
          td |  -.0069247   .0036052    -1.92   0.055    -.0139908    .0001414
       _cons |   15.92252   .1983953    80.26   0.000     15.53367    16.31137
-------------+----------------------------------------------------------------
     sigma_u |  .93570132
     sigma_e |  .14378662
         rho |  .97693113   (fraction of variance due to u_i)
------------------------------------------------------------------------------
```

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6: Prueba de Hausman

```
Note: the rank of the differenced variance matrix (3) does not equal the number of
coefficients being tested (4); be sure this is what you
        expect, or there may be problems computing the test.  Examine the output of your
estimators for anything unexpected and possibly
        consider scaling your variables so that the coefficients are on a similar scale.

                ---- Coefficients ----
             |      (b)          (B)            (b-B)     sqrt(diag(V_b-V_B))
             |     fixed        random       Difference          S.E.
-------------+------------------------------------------------------------
         lg4 |    .1491279     .1501829        -.001055               .
      NoVict |   -3.19e-06    -3.14e-06       -4.13e-08               .
         Exp |    .0146852     .0147505       -.0000653               .
          td |   -.0070384    -.0069247       -.0001137               .
------------------------------------------------------------------------------
                           b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
            B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

    Test:  Ho:  difference in coefficients not systematic

                chi2(3) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
                        =    -0.52    chi2<0 ==> model fitted on these
                                      data fails to meet the asymptotic
                                      assumptions of the Hausman test;
                                      see suest for a generalized test
```

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7: Estimación Modelo de efectos fijos en el tiempo

```
Fixed-effects (within) regression               Number of obs      =       359
Group variable: id_dto                          Number of groups   =        24

R-sq:  within  = 0.8506                         Obs per group: min =        14
       between = 0.0942                                        avg =      15.0
       overall = 0.0259                                        max =        15

                                                F(18,317)          =    100.30
corr(u_i, Xb)  = -0.0356                        Prob > F           =    0.0000

------------------------------------------------------------------------------
       lnpib |      Coef.   Std. Err.      t    P>|t|     [95% Conf. Interval]
-------------+----------------------------------------------------------------
         lg4 |  -.0238366   .0278776    -0.86   0.393    -.0786851    .0310119
      NoVict |  -1.18e-06   4.39e-07    -2.68   0.008    -2.04e-06   -3.14e-07
         Exp |  -.0021517   .0024346    -0.88   0.377    -.0069417    .0026383
          td |   .0052258   .0023667     2.21   0.028     .0005694    .0098822
 _Iyear_2001 |          0  (omitted)
 _Iyear_2002 |   .0185491   .0258594     0.72   0.474    -.0323287    .0694269
 _Iyear_2003 |   .0521194   .0261433     1.99   0.047     .0006831    .1035557
 _Iyear_2004 |    .109233   .0263464     4.15   0.000     .0573971    .1610689
 _Iyear_2005 |   .1978619   .0506898     3.90   0.000      .098131    .2975927
```

```
 _Iyear_2006 |   .2595054   .0512587     5.06   0.000     .1586553    .3603556
 _Iyear_2007 |   .3257755   .0511027     6.37   0.000     .2252322    .4263188
 _Iyear_2008 |   .3653781   .0522431     6.99   0.000      .262591    .4681652
 _Iyear_2009 |   .3780789    .050819     7.44   0.000     .2780937    .4780642
 _Iyear_2010 |   .4182714   .0506945     8.25   0.000     .3185313    .5180115
 _Iyear_2011 |   .4816112   .0500671     9.62   0.000     .3831055    .5801169
 _Iyear_2012 |   .5327077   .0528076    10.09   0.000       .42881    .6366053
 _Iyear_2013 |   .5798213   .0528037    10.98   0.000     .4759314    .6837113
 _Iyear_2014 |   .6278833   .0539127    11.65   0.000     .5218114    .7339552
 _Iyear_2015 |   .6510563   .0539404    12.07   0.000       .54493    .7571827
       _cons |   15.66188   .0381196   410.86   0.000     15.58689    15.73688
-------------+----------------------------------------------------------------
     sigma_u |  1.0240822
     sigma_e |  .08835163
         rho |   .9926118   (fraction of variance due to u_i)
------------------------------------------------------------------------------
F test that all u_i=0:     F(23, 317) =  1592.05             Prob > F = 0.0000
```

Anexo 8: Pruebas de normalidad

```
sktest residualsfix

                    Skewness/Kurtosis tests for Normality
                                                       ------- joint ------
    Variable |    Obs   Pr(Skewness)   Pr(Kurtosis)  adj chi2(2)    Prob>chi2
-------------+---------------------------------------------------------------
residualsfix |    359      0.0000         0.1312        26.48         0.0000
```

Fuente: Elaboración propia

hist residualsfix

(bin=18, start=15.262506, width=.0598171)

```
. swilk residuals

                   Shapiro-Wilk W test for normal data

    Variable |    Obs       W           V         z       Prob>z
-------------+-------------------------------------------------
residualsfix |    359    0.92457     18.853     6.953    0.00000
```

```
xtcsd, pesaran abs


Pesaran's test of cross sectional independence =    36.701, Pr = 0.0000

Average absolute value of the off-diagonal elements =     0.596
```

Fuente: Elaboración propia