

Universidad Sergio Arboleda

Escuela de Economía

Maestría en Economía Urbana y regional

Costos de transporte de carga, competitividad y ocupación del territorio en la Región Bogotá¹

Stephanie Hernández Gaitán

Tutor: Alex Smith Araque Solano

Resumen

La ciudad de Bogotá se destaca por poseer una alta concentración urbana y económica, que junto a sus municipios aledaños es considerada el pilar principal de la economía del país en virtud de los encadenamientos con las restantes economías regionales. El rezago en infraestructura vial que aqueja a la economía colombiana tiene incidencia en los altos costos de transporte de carga que se reflejan en los precios de los bienes que asumen los agentes económicos de forma que pone en duda la competitividad regional y nacional. El análisis del presente artículo parte de las inversiones en infraestructura vial que ha establecido el gobierno nacional a través del Plan Maestro de Transporte Intermodal y de la reducción en los costos de transporte de carga que allí se plantea y se evalúa el efecto de estas inversiones y reducción de márgenes en términos del PIB a través del Modelo de Equilibrio General Computable Espacial y el impacto en la competitividad regional a través de la estimación de un modelo gravitacional. Los resultados indican que la inversión en infraestructura se ve reflejada en el crecimiento de la actividad económica como en los flujos de comercio que impactan positivamente la competitividad y que puede incentivar la decisión de localización y/o relocalización de las empresas.

Clasificación JEL: D11, D21, D41, D58, R42, O11

Palabras clave: costos de transporte de carga, inversión en infraestructura, modelo de equilibrio general computable espacial, ocupación del territorio, impacto económico

¹ Documento financiado en el marco del proyecto del SGR código BPIN 2016000100031 y convenio 369 de 2018 para el “Desarrollo de un Simulador para Modelar la Ocupación de la Ciudad Región Bogotá D.C.

1. Introducción

La importancia de los costos de transporte en la teoría económica parte de Von Thünen y se formaliza con la Nueva Geografía Económica que permite explicar las aglomeraciones económicas y la localización con costos de transporte. La inversión en infraestructura en el sector de transporte, integra y articula el territorio conectando los centros de producción con los de consumo lo que incide en la disminución de costos de transporte impactando positivamente en la competitividad (BID, 2015). Los datos empíricos para Colombia arrojan que, bajo un marco nacional, la reducción del 1% en los costos de transporte puede aumentar las exportaciones anuales del sector agrícola en 7,9%, del sector manufacturero en 7,8% y del sector minero en 5,9% (OECD, 2017). En este sentido, el transporte de carga es un sector esencial en la dinámica económica de un país, por lo que una combinación óptima de modos de transporte y/o planes estratégicos de mejora en la red configura una dinámica virtuosa reductora de los costos de comercialización y de allí a los propios precios finales de las mercancías.

El impacto positivo que tiene la inversión en infraestructura sobre el crecimiento económico es innegable y según la literatura se reconocen al menos tres efectos sobre el producto agregado. El primero de ellos hace referencia a la relación directa entre inversión y formación del PIB, a través de la producción de servicios de transporte y sectores en los que se hacen inversiones en infraestructura complementaria como gas, electricidad, acueducto, telecomunicaciones, entre otros. El segundo efecto tiene en cuenta las externalidades positivas sobre la producción y el nivel de inversión agregado, fomentando un mayor crecimiento a largo plazo. Por último, se origina un efecto indirecto de mayor productividad en el resto de los insumos del proceso productivo y de las firmas, haciendo más eficientes las cadenas de provisión de insumos y distribución y aumentando las economías de escala. Cada uno de estos efectos permite la optimización de costos de los agentes económicos (Patricio & Sánchez, 2004)(Perdomo, 2005).

Diversos estudios han capturado los impactos de inversión en infraestructura en el país haciendo uso de modelos de equilibrio general computable (EGC). De forma general, estos modelos permiten recrear una economía real mediante un sistema de ecuaciones numéricas y por medio de ajustes vía precios, se vacían los mercados obteniendo solución del sistema de ecuaciones y prediciendo el comportamiento de las cantidades en la economía de análisis. Así mismo, con estos modelos se pueden evaluar efectos micro y macroeconómicos directos, pero también capturar los efectos indirectos de cualquier política o cambio en los mercados internos, interregionales, internacionales y de factores (Steiner & Rodrigo, 2017)(Robson et al., 2018). Un estudio realizado por el Sector de Integración y Comercio del Banco Interamericano de Desarrollo muestra, por medio de un modelo de equilibrio general computable (EGC) BID-INT² desagregado por países de América Latina y el Caribe, los principales efectos de la inversión en infraestructura de transporte sobre la economía: reducción de los costos de transporte, estimulación del crecimiento económico a través del consumo y el empleo, y mayor productividad a causa de una asignación de factores de producción más eficiente. Esto, en conjunto, genera un aumento del 27% en las exportaciones intrarregionales y aumenta la competitividad para comercializar en los mercados mundiales y regionales.

² Más información en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Modelo-de-equilibrio-general-computable-BID-INT-Marco-te%C3%B3rico-y-aplicaciones.pdf>

Otros estudios realizados para la economía colombiana, muestran resultados económicos positivos, un ejemplo de ello se encuentra en (Perdomo, 2005), quien estima a través de un modelo de EGC dinámico, que la inversión permanente de un punto porcentual del PIB en infraestructura de transporte permite alcanzar un PIB real 120% mayor después de 100 años, adicionalmente se lograría un impacto positivo sobre el salario real y el consumo final, 140% y 130%, respectivamente y comparado con el escenario base, que para el estudio de referencia fue tomada la Matriz de Contabilidad Social (SAM) de Colombia del 2001.

Por último, el modelo de EGC de Fedesarrollo estima el crecimiento económico, la tasa de desempleo y la pobreza monetaria en Colombia tras una inversión en infraestructura, específicamente considerando algunos proyectos del Plan Maestro de Transporte Intermodal. Los resultados reflejan que una inversión promedio en infraestructura del 0,5% del PIB por año, aumenta en promedio la tasa de crecimiento económico en 0,8% anual y reduce en promedio la tasa de desempleo en 0,6% y la tasa de pobreza en 0,5% por año, (Mejía & Delgado, 2020). En Colombia, como en otras economías en desarrollo, el transporte de carga se realiza principalmente por modo carretero y dada la creciente demanda de bienes que en general presentan las economías actuales, se ha abusado del uso de las redes viales, generando diversas externalidades negativas como la congestión del tráfico, aumento del consumo de energía, impacto negativo en el medio ambiente, altos costos de logística e ineficiencias en las cadenas de suministro (Bhattacharya et al., 2014), (Yamada et al., 2009). A pesar del rápido desarrollo del proceso de globalización y regionalización económica, no hay mejora en la infraestructura existente.

En este sentido, sería oportuno que el Gobierno Nacional materialice sus esfuerzos en planeación y desarrollo de una infraestructura de transporte integral por medio de la inversión pública, con el objetivo de lograr una disminución en los costos de transporte y obtener un flujo de bienes más competitivo a nivel nacional e internacional. No obstante, la reestructuración del sector de transporte de carga es en consecuencia un problema central de la política pública de los gobiernos nacionales, sin dejar a un lado la participación de las administraciones locales y regionales de un país, (Acosta, 2004), (Mauricio & Garzón, 2004). Así mismo, su mejora no solo se orienta a resultados económicos, sino también en calidad de vida para sus habitantes (CCI, 2016). En este documento se aborda el efecto de una disminución en los costos de transporte de carga en dos ejes; por un lado, capturar por medio de un modelo de Equilibrio General Computable Espacial³ (EGCE) los efectos económicos de la reducción de costos de transporte de carga relacionado con la inversión en infraestructura vial que está contenida en el Plan Maestro de Transporte Intermodal; por otro lado, se analiza la competitividad regional, a través de un modelo gravitacional de carga, que refleja el cambio en los flujos de carga cuando se reducen los costos de transporte.

2. Costos de transporte de carga

³ Programación del proyecto “Desarrollo de un simulador para modelar la ocupación de la ciudad región Bogotá D.C.”

En esta sección se presentan los costos de transporte de carga y el flujo de carga al interior del país, para lo cual la sección se divide en tres partes: en la primera se pone en evidencia el comparativo de los costos de transporte de carga de Colombia frente a otros países de América Latina; en la segunda se muestra el movimiento de carga y costos asociados entre Bogotá y cinco regiones relevantes para la economía del país; en la tercera se muestra el movimiento de carga y costos asociados entre Bogotá y su región, configurada por las subregiones: Sabana Centro y La Calera; Sabana Occidente; Gualivá; Sumapaz y Soacha; Alto Magdalena y Melgar.

2.1. Colombia y resto del mundo

Los costos logísticos en los países de la OCDE son en promedio 9%, mientras que en Colombia representan 12,6% de las ventas. Con base en lo anterior, el país enfrenta costos logísticos altos y en cuanto a los costos que se refieren netamente al transporte, estos tienen una participación del 30,7% del costo logístico total⁴ según la última Encuesta Nacional de Logística 2020. Al respecto, el Banco mundial en su informe “Doing Business” del año 2016 mide el comercio transfronterizo bajo los factores de tiempo y costo de exportación e importación, en lo cual el país ocupa el puesto 110 de 189 países.

Tabla 1. Costo de exportar por contenedor y tonelada

País	Costo de exportación (US\$)		Transporte interno (US\$)		Participación de transporte interno %
	Contenedor	Tonelada	Contenedor	Tonelada	
Bolivia	840	56	750	50	0,89
México	1.677	112	1.217	82	0,73
Colombia	2.160	144	1.525	102	0,71
Costa Rica	1.027	68	600	39	0,58
Panamá	720	48	390	26	0,54
Chile	685	46	345	23	0,50
Paraguay	2.015	134	1.000	67	0,50
Brasil	2.344	156	1.159	76	0,49
Ecuador	1.460	97	675	45	0,46
República Dominicana	799	53	296	20	0,37
Perú	788	53	278	19	0,35
Uruguay	1.626	108	300	19	0,18

Fuente: Banco Mundial, Doing Business 2016

De acuerdo con la tabla anterior, exportar un contenedor en Colombia cuesta aproximadamente US\$ 2.160 equivalente a US\$144 por tonelada, de los cuales US\$102 corresponden al transporte

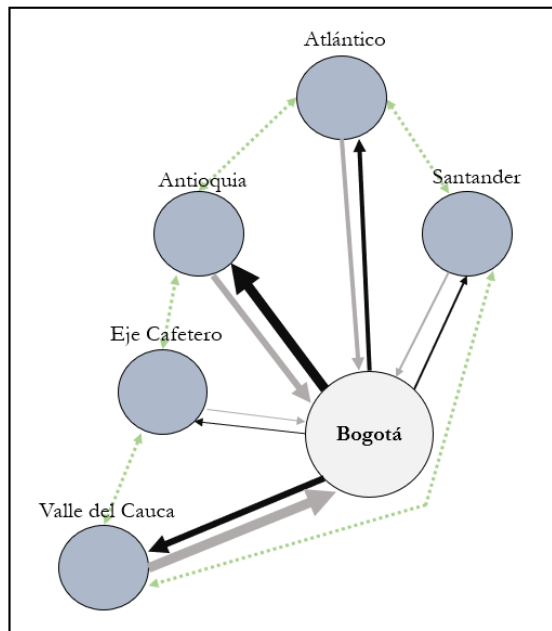
⁴ El costo logístico se compone de: costos de almacenamiento; costos de transporte; costos administrativos; costos de inventarios; y otros costos.

interno, es decir, un 71% del costo total. Una participación alta teniendo en cuenta que el transporte interno en otros países de América Latina es en promedio el 53% de los costos totales. Es evidente que los costos de comerciar en el país son altos. El trabajo de (García et al., 2016) menciona que son 4 o 5 veces más altos los costos en Colombia que en otros países, ya que el costo de fletes de importación tiende a igualar el precio de compra en bodega del país productor. Lo anterior, a raíz del alto costo del transporte interno y de la inseguridad que representa transportar la carga. Según (Esguerra & Parra, 2016) es necesario promover planes que incluyan inversión en infraestructura de transporte dado que la mala conectividad repercute negativamente en el desempeño de las empresas a causa de los altos costos y gran incertidumbre, igualmente, se hace necesario facilitar los procesos de exportación y disminuir barreras arancelarias.

2.2. Región Bogotá y resto del país

La relación comercial que hay al interior del país, se analiza con base en el Registro Nacional de Despacho de Carga del Ministerio de Transporte. En la figura 1 sintetiza el flujo de carga en el país sobre las principales regiones de gran importancia para la economía nacional en donde Bogotá- Cundinamarca centralizan o son referente del movimiento de carga en el país. Las flechas indican el nivel de carga que Bogotá envía a las diferentes regiones del país y que a su vez recibe de estos lugares en el año 2016. Algunas de estas regiones cuentan con puntos estratégicos con conexión del comercio internacional con el interior del país.

Figura 1. Sistema regional y movilidad de carga Bogotá – Resto del País



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se describe con detalle los movimientos de carga en toneladas que se realizan entre estas regiones y la capital del país. Bogotá recibe el 44% de carga de estos cinco lugares del país y entre ellos, las regiones que más se destacan por la cantidad de toneladas transportadas a la

capital son Valle del Cauca y Antioquia, con una participación cercana al 72% del total de la carga movida de estas regiones a Bogotá. De forma recíproca, Bogotá hace envío de mercancías a cada una de estas regiones, por supuesto el flujo comercial es a las ciudades centro de estas regiones, pero existe un déficit de comercio de Bogotá cercano a las 3 millones de toneladas. Es decir, la ciudad es importadora neta lo que indica la importancia del Distrito para el país.

Tabla 2. Movimiento y costo de carga entre regiones y Bogotá

Región	Ida			Retorno		
	Toneladas	%	Costo*T	Toneladas	%	Costo*T
Antioquia	1.027.289	18,8%	91.098	730.978	29,4%	98.136
Atlántico	919.856	16,8%	141.447	465.092	18,7%	143.195
Eje Cafetero	311.066	5,7%	95.912	226.321	9,1%	93.796
Santander	325.467	6,0%	92.414	337.232	13,6%	110.832
Valle	2.881.276	52,7%	121.067	728.812	29,3%	105.273
Total	5.464.954	100,0%	115.726	2.488.435	100,0%	109.974

Fuente: RNDC, 2016. Cálculos propios

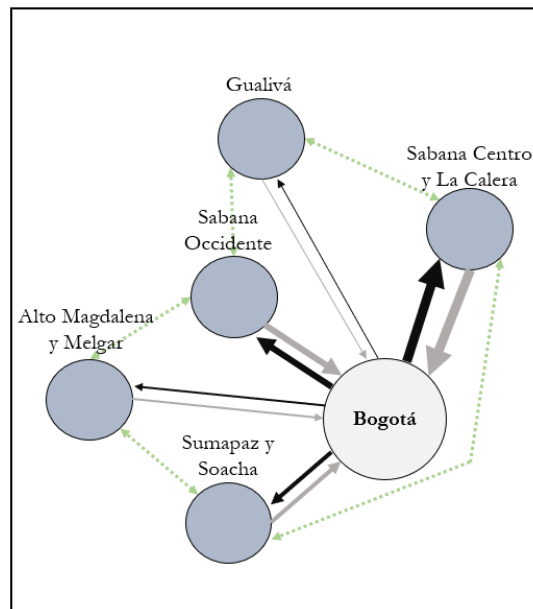
El gran volumen de carga que se moviliza entre Bogotá y diferentes regiones del país se realiza por modo terrestre, siendo este el modo principal de intercambio comercial a nivel nacional. En la tabla se aprecian los costos por tonelada tanto de ida como de retorno a Bogotá. En la columna el costo total es el ponderado por la participación del movimiento de carga. El movimiento de carga de la región del Valle y del Atlántico hacia Bogotá tiene el mayor costo de ida, mientras que en el caso de esta última región es la de mayor costo para lo referente al retorno. Nótese que los diferenciales de costos de retorno sugieren un arancel protector, sobre todo de Antioquia y Santander, pero la explicación del diferencial de comercio está en la capacidad de compra de Bogotá. No habría otra explicación al enorme déficit con El Valle y en general con el país.

2.3. Bogotá Región

En cuanto al intercambio comercial entre Bogotá y la Región⁵, La figura 2 muestra el nivel de flujo de carga ilustrado por medio de las flechas, en lo cual se evidencia una fuerte relación entre la subregión Sabana Centro y La Calera con Bogotá, pues las exportaciones que esta subregión hace a la capital representan el 73% del total de carga de la región. Las principales mercancías transportadas son cerveza, insumos para hacer pavimento, productos de porcelana, productos intermedios de hierro o de acero sin alear, cerámica, madera y leche. Paralelamente, Bogotá exporta a esta subregión casi el mismo porcentaje de carga, 72%, por supuesto transportando otro tipo de mercancía como vidrio, papel, cartón, madera, preparaciones de belleza, entre otros.

⁵ Un sistema configurado por las subregiones Sabana Centro y La Calera; Sabana Occidente; Gualivá; Sumapaz y Soacha; Alto Magdalena y Melgar.

Figura 2. Sistema regional y movilidad de carga Bogotá – Región



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 se presenta el movimiento de carga en toneladas y costo de transporte asociado que existe entre cada una de las subregiones y Bogotá. La primera observación es la importancia del comercio de esta subregión, cerca del 45% del movimiento de carga de las regiones anteriores. En segundo lugar, el comercio con Cundinamarca tiene una importancia absoluta si se mira en términos comparativos a las regiones. Sabana Centro por ejemplo moviliza el 62% de la mayor carga nacional a Bogotá, que es la del Valle. En este sentido esta sub región es más importante que el resto de regiones nacionales. Por supuesto esto se debe moderar en virtud de los tránsitos de mercancías. Es decir, estas subregiones importan mercancías del resto del país.

Ahora bien, la fuerte relación comercial entre Bogotá y la subregión Sabana Centro y La Calera, prácticamente se origina por las transacciones entre Bogotá y Tocancipá en la cual predomina el movimiento de carga de dos bienes. Por un lado, el 75% de las exportaciones que hace Tocancipá a Bogotá es de cerveza de malta, y Bogotá por su parte prácticamente solo exporta a Tocancipá algunos productos de vidrio, pues del total de la mercancía que Bogotá exporta a este municipio, este producto representa el 91% de la carga.

Tabla 3. Movimiento de carga entre Subregiones y Bogotá

Región	Ida			Retorno		
	Toneladas	%	Costo*T	Toneladas	%	Costo*T
Sabana Centro	1.788.697	73,27%	22.262	1.032.518	72,53%	19.507
Sabana Occidente	563.295	23,07%	51.753	254.365	17,87%	48.006
Sumapaz y Soacha	59.337	2,43%	36.773	59.667	4,19%	66.385
Alto Magdalena	23.012	0,94%	38.806	55.377	3,89%	62.084
Gualivá	6.823	0,28%	44.262	21.597	1,52%	69.361

Total	2.441.164	100,00%	29.637	1.423.524	100,00%	28.977
-------	-----------	---------	--------	-----------	---------	--------

Fuente: RNDC, 2016. Cálculos propios

Respecto del costo es notoria la diferencia de Sabana Centro, aquí se tienen los menores costos de transporte por tonelada. Por último, es indiscutible la importancia de Bogotá y las subregiones de análisis de Cundinamarca en la economía nacional, en conjunto movilizan al resto del país el 12,7% de la carga total, participación que supera el flujo de carga que se origina desde lugares que cuentan con algunas ventajas geográficas como Buenaventura (10,7%), Barranquilla (7,8%) Medellín (2,1%), Cali (2,1%), Bucaramanga (1,8%). Sin embargo, el costo de transporte que asume Bogotá y la Región al comercializar con el resto del país es aproximadamente 34% más alto si se compara con los costos del resto del país. Así mismo, tanto la lejanía que existe a los puertos como la congestión vial, amenazan aún más la productividad y ponen en peligro la sostenibilidad de la vida urbana (Thomson & Bull, 2002) y (Lupano & Sánchez, 2009).

3. Costos de transporte de carga y localización de agentes

El espacio es factor esencial en las relaciones sociales y los procesos productivos, juega un papel preponderante en la localización de los agentes puesto que no todos los lugares permiten obtener los mismos niveles de utilidad y rentabilidad. Las aglomeraciones presentan una serie de ventajas espaciales como la variedad de los bienes y productos ofrecidos, un mayor salario entre otros, lo que atrae a una red de consumidores y proveedores a escoger una localización sobre otra (Gutiérrez, 2011). En Colombia, las relaciones comerciales han estado condicionadas por la existencia de barreras geográficas que incrementan los costos de transporte interregional y con ello se fragmenta el mercado doméstico a pesar de las inversiones ya rezagada inversión, (Bushnell, 1996), (Pérez, 2005), (Gutiérrez, 2011).

Un aspecto importante de la planificación de políticas a largo plazo, como es el caso de la política de transporte, es su impacto en la ubicación de las empresas, la expansión urbana, el cambio de uso de la tierra, los flujos turísticos, el medio ambiente y otros aspectos de las economías intrarregionales e interregionales. La temporalidad de la elasticidad de la demanda tiene un papel relevante, pues a largo plazo, los consumidores o las empresas pueden adaptarse mejor a los precios, y en el corto plazo no. Por tanto, la demanda a largo plazo tiende a ser más elástica que la demanda a corto plazo y en teoría, las empresas y los hogares pueden variar su elección de localización y compra de activos en el largo plazo, mientras que en el corto plazo no (Oum et al., 1992).

De acuerdo con (Fuentes et al., 2019) y su análisis de la localización y relocalización industrial en Colombia para el periodo 2005-2015, los establecimientos industriales se trasladan para aprovechar las ventajas que ofrecen otros territorios, (Duch, 2015). Sin embargo, es preciso mencionar que la inversión en infraestructura de transporte puede ocasionar una ventaja comparativa entre regiones y puede favorecer a regiones con mejor dotación de factores, conduciendo a que las empresas se trasladen a regiones prósperas y gocen de los beneficios por la cercanía al mercado doméstico (Sánchez, 2006). En este ejercicio se evalúa el efecto de las inversiones por fuera de Bogotá y su región.

Un segundo agente por considerar, son los hogares, y cómo una mejora en la infraestructura de transporte de carga puede influir en su decisión de localización en la región. La participación del gasto de los hogares frente a diferentes grupos de bienes, conociendo que los hogares urbanos gastan en promedio un 60% de sus ingresos en alimentos y vivienda, este último con la participación más alta. Las elasticidades estimadas del sistema lineal de gasto se muestran a continuación, (Cortés & Pérez, 2010).

Tabla 4. Elasticidades estimadas del sistema lineal de gasto

Grupo de bienes	Elasticidad
Alimentos	0.913
Educación	1.133
Servicios de vivienda	0.963
Salud	0.950
Transporte	1.081
Vestuario	1.002
Otros	1.005

Fuente: (Cortés & Pérez, 2010)

Tabla 5. Coeficientes del sistema lineal de gasto

Grupo de bienes	Coefficiente β
Alimentos	0.201
Educación	0.110
Servicios de vivienda	0.281
Salud	0.028
Transporte	0.126
Vestuario	0.077
Otros	0.176

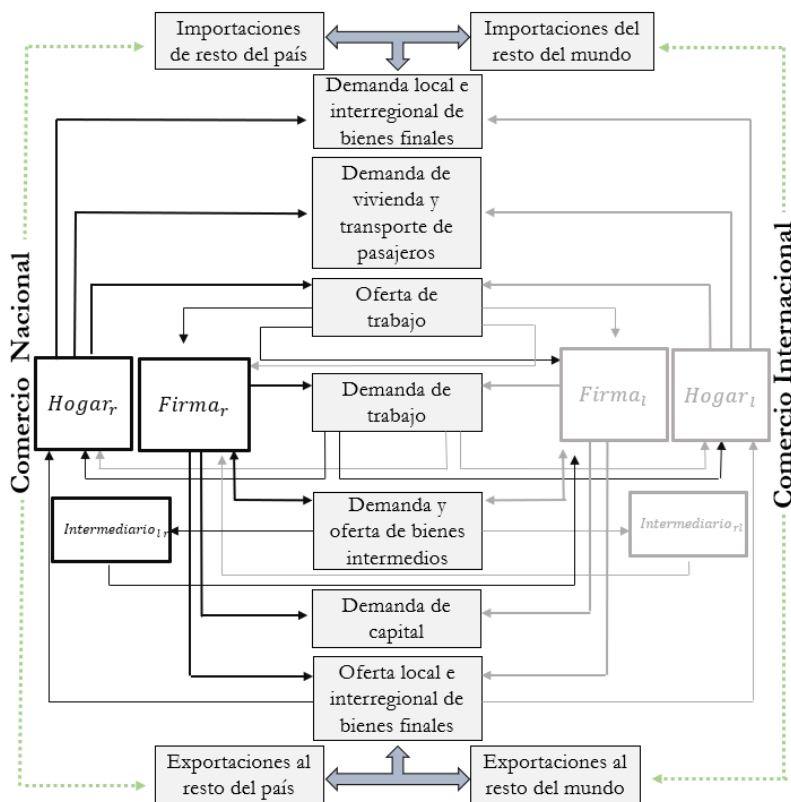
Fuente: (Cortés & Pérez, 2010)

Los bienes con elasticidad gasto más baja son los alimentos, servicios de la vivienda y la salud, indicando que son bienes necesarios. En el caso de los otros grupos de bienes, su elasticidad indica que tienden a ser bienes de lujo. En cuanto a los coeficientes estimados del sistema lineal de gasto, que se muestran en la tabla 2, se evidencia que los grupos de bienes cuya participación se incrementa más cuando aumenta el gasto total son los de servicios de la vivienda y alimentos. Como la demanda a largo plazo tiende a ser más elástica que la demanda a corto plazo los hogares se relocalizarían en el largo plazo, dado que en promedio gastan alrededor del 35% de su gasto en vivienda. El mecanismo de transmisión de los beneficios de las inversiones en infraestructura de transporte y la localización se da a través del efecto renta generado por la reducción de los precios de los bienes, el incremento del PIB presiona la estructura urbana y de allí un incremento en el precio de la vivienda para evadir el costo de congestión, (Tikoudis et al., 2012), (Polyzos & Tsiotas, 2020).

4. Modelo de Equilibrio General Computable Espacial

Bajo el marco del proyecto “*Desarrollo de un simulador para modelar la ocupación de la ciudad región Bogotá D.C.*” se utiliza el Modelo de Equilibrio General Computable Espacial (MEGCE) para simular la inversión en infraestructura detallada en el Plan Maestro de Transporte Intermodal y la disminución en los costos de transporte de carga que este contempla. El análisis se enfoca en el impacto económico de la Región Bogotá. El modelo está conformado por siete (7) regiones Bogotá D.C., las subregiones Sabana Centro y La Calera, Sabana Occidente, Gualivá, Sumapaz y Soacha, Alto Magdalena y Melgar, finalmente una región que agrupa el resto de país. El siguiente esquema muestra la estructura productiva de cada región y de forma general su conexión con el módulo de exportación e importación interregional, nacional e internacional:

Mapa conceptual 3. Estructura productiva y flujo de comercio



Fuente: Elaboración propia

Se asume que en cada región r existen productores de la i -ésima mercancía y que cada productor se especializa en una sola mercancía, por tanto se tendrán i distintos productores cuya producción se vende al mercado doméstico/local o se exporta, entre tanto, existe una población de individuos llamados intermediarios, comerciantes o traders cuya actividad económica consiste en distribuir el bien en el que se especializan (considerando un intermediario por cada mercancía) entre las distintas regiones r y gracias a sus servicios, estos obtienen un margen de ganancia. La demanda final reúne a diversos tipos de hogares e instituciones que valoran sus decisiones económicas (oferta de factores y demanda de bienes) en términos de los precios de mercado. En este modelo existen diversos módulos, los cuales presentan los distintos problemas de optimización anidados correspondientes a la modelación microeconómica de los agentes de la economía, así como la modelación de la estructura regional – espacial. La modelación utiliza funciones matemáticas que generan agregaciones de bienes e índices de precios, que a su vez hacen parte de otro problema de optimización que se resuelve en otro módulo.

Comercio interregional

El módulo de comercio interregional especifica la modelación de los costos de transporte y las elecciones óptimas de las importaciones interregionales, exportaciones interregionales y el respectivo cierre del módulo con precios endógenos como variable de ajuste y flujo de comercio

endógeno, ante choques exógenos en costos del transporte (Céspedes, et. al, s.f⁶). En primer lugar, las importaciones interregionales se modelan a partir de lo expresado en la ecuación 1:

$$Q_{D,i,l} = m_{i,l} = \gamma_{i,l} \left(\sum_{r=1}^n \delta_{r,i,l} m_{r,i,l}^{\rho_l} \right)^{\frac{1}{\rho_l}} \quad (1)$$

$$\gamma_{i,l} > 0, \sum_{r=1}^n \delta_{r,i,l} = 1, \delta_{r,i,l} \geq 0, \rho_l < 1, \rho_l \neq 0$$

Donde l denota la región que importa el bien i de la región r , $Q_{D,i,l}$ representa el bien Argminton o bien compuesto modelado a partir de una función CES, dado que permite representar la elección entre el bien i producido en la misma región o el bien i importado de las otras regiones ($m_{r,i,l}$). En ese sentido, $m_{i,l}$ se refiere al consumo nacional del bien i efectuado por la región l . Nótese que la idea de bien compuesto sugiere la agregación de bienes de la misma clase provenientes de diversas regiones. Ahora, el costo de consumir los bienes importados está en función de los precios como se muestra a continuación:

$$\sum_{r=1}^n p_{r,i,l} (1 + t_{r,i,l}) m_{r,i,l} = I \quad (2)$$

$$p_{m,i,l} m_{i,l} = I$$

donde $p_{r,i,l}$ es el precio del bien diferenciado i comprado por la región l a la región vendedora r , el parámetro $t_{r,i,l}$ corresponde al margen de transporte y de comercio, y $p_{m,i,l}$ el índice de precios de las importaciones agregadas que la región l paga al resto de regiones. $t_{r,i,l}$ funciona como una distorsión *ad valorem* sobre el precio de producción del bien i en la región de origen r , la cual permite transmitir a los precios el efecto de una mayor eficiencia o ineficiencia en la conexión entre mercados, gracias a ajustes o rezagos de inversiones en infraestructura o intervenciones en movilidad (Vold & Jean-Hansen, 2007)⁷.

El problema de optimización – proceso de maximización de la ecuación (1) dada la ecuación (2), consiste en que cada región l , para cada bien i , selecciona el origen r de las importaciones regionales al menor costo posible. En la solución, también se obtiene el índice de precios del bien i importado por la región l (ecuación 4), el cual depende del parámetro de sustitución (ρ_l), la participación en el total de las importaciones provenientes de cada región ($\delta_{r,i,l}$), el precio del bien i en la región r ($p_{r,i,l}$) y los costos de transacción ($t_{r,i,l}$).

$$p_{m,i,l} = \gamma_{i,l}^{-1} \left(\sum_{r=1}^n \left[\left(p_{r,i,l} (1 + t_{r,i,l}) (\delta_{r,i,l})^{-\frac{1}{\rho_l}} \right)^{\frac{\rho_l}{\rho_l - 1}} \right]^{\frac{\rho_l - 1}{\rho_l}} \right) \quad (4)$$

⁶ Capítulo técnico del Modelo de Equilibrio General Computable Espacial aún sin publicar.

⁷ Posibles fuentes de información sobre costos de transporte entre regiones, se tienen el SICE-TAC (Sistema de Información de Costos Eficientes para el Transporte Automotor de Carga), SIPSA (Sistema de información y precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario y el RNDC (Registro Nacional de Despachos de Carga).

En segundo lugar, las exportaciones interregionales se modelan a partir de lo expresado en la ecuación 5.

$$Z_{D_i,r} = e_{i,r} = \gamma_{i,r}^e \left(\sum_{l=1}^n \delta_{l,i,r}^e e_{l,i,r} \rho_r^e \right)^{\frac{1}{\rho_r^e}} \quad (5)$$

$$\gamma_{i,l}^e > 0, \sum_{l=1}^n \delta_{l,i,r}^e = 1, \delta_{l,i,r}^e \geq 0, \rho_r^e > 1$$

Las exportaciones regionales del bien i efectuadas por la región r , denotadas como $e_{i,r}$, pueden dirigirse a otras regiones l , de tal manera que $e_{l,i,r}$ denota a las exportaciones del bien i efectuadas por la región r cuyo destino es la región l , siendo la agregación de la frontera transformación tipo CET la ecuación (6), cuya concavidad se garantiza por la condición $\rho_r^e > 1$ (Céspedes, et. al, s.f). El ingreso recibido por los bienes exportados está en función de los precios como se muestra en las siguientes ecuaciones:

$$\sum_{l=1}^n p_{l,i,r} e_{l,i,r} = I^e \quad (6)$$

$$p_{e_{i,r}} e_{i,r} = I^e$$

En la ecuación (6), $p_{l,i,r}$ es el precio del bien i comprado por la región l a la región vendedora r y en la ecuación (7), $p_{e_{i,r}}$ es el índice de precios de las exportaciones agregadas, correspondiente a las ventas de la región r al resto de regiones. El problema de optimización corresponde a maximizar la ecuación (6) sujeta a la ecuación (5), donde cada región r , para cada bien i , selecciona el destino l de las exportaciones regionales. Así mismo se toma el índice de precios $p_{e_{i,r}}$ y las exportaciones regionales agregadas $e_{i,r}$ de la ecuación (6) para que en el módulo de comercio interregional quede identificada la asignación óptima entre las exportaciones hacia otras regiones y el consumo doméstico de la región, por tanto, para cada región r y cada bien i , se tiene un índice de precios agregado para exportaciones regionales $p_{e_{i,r}}$ y un análogo de índice de precios agregado para el consumo doméstico $p_{d_{i,l}}$. El índice de precios del bien nacional exportado regionalmente por la región r es (Céspedes, et. al, s.f):

$$p_{e_{i,r}} = \gamma_{i,r}^e{}^{-1} \left(\sum_{l=1}^n \left[\left(p_{l,i,r} (\delta_{l,i,r}^e)^{-\frac{1}{\rho_r^e}} \right)^{\frac{\rho_r^e}{\rho_r^e-1}} \right] \right)^{\frac{\rho_r^e-1}{\rho_r^e}} \quad (7)$$

Con base en las especificaciones de las importaciones y exportaciones interregionales, el cierre interregional radica en dos ecuaciones que reflejen una identidad. La primera ecuación será una identidad entre el valor por unidad de la mercancía exportada desde la región r al destino l y el valor por unidad de esa misma mercancía importada por la región l del destino r . Lo anterior, sin incluir los márgenes de transporte y de comercio. La segunda ecuación será una identidad entre la cantidad de mercancía exportada por la región r a la región l y la cantidad de esa misma

mercancía importada por la región l del destino r . Por último, se considera como numerario el precio local, es decir, las exportaciones que hace r a l y las importaciones que hace l de r serán igual a 1 para $l = r$ (Céspedes, et. al, s.f).

Firmas

Cada una de las regiones tiene una estructura productiva mediante la cual produce cada uno de los bienes disponibles en la economía. En ese sentido, la producción bruta del bien j de la región r tiene la forma de una función Leontief, tal como se muestra en la ecuación 8:

$$Z_{jr} = \min \left\{ \frac{Y_{jr}}{a_{ij}^Y}, \min \left\{ \frac{X_{1jr}}{a_{1ij}^X}, \dots, \frac{X_{njr}}{a_{nij}^X} \right\} \right\} \quad (8)$$

X_{njr} representa los insumos para producir el bien j , a_{1ij}^X/a_{ij}^Y representa los coeficientes técnicos, y Y_{jr} representa el valor agregado, que a su vez está modelado a partir de una función CES para representar la combinación de capital y trabajo que permite llevar a cabo la producción (ver ecuación 9).

$$Y_{jr} = b_{jr} \left(\left(\beta_{hjr} F_{L,j,r} \right)^{\rho_{jr}} + \left(\beta_{kjr} F_{K,j,r} \right)^{\rho_{jr}} \right)^{1/\rho_{jr}} \quad (9)$$

β_{hjr} representa las participaciones de cada factor en el valor agregado, las cuales deben sumar 1 ($\sum_{h \in H} \beta_{hjr} = 1$), b_{jr} el grado de homogeneidad de la función y ρ_{jr} el parámetro de sustitución de la función.

Hogares

Los hogares se enfrentan al problema de maximización de la función de utilidad, que a su vez maximiza una función que agrega dos funciones de subutilidad: U_l^H , que depende del consumo de bienes y U_l^V , que es una subfunción de utilidad locacional, i.e., que depende de mercancías caracterizadas el espacio físico donde se consumen (vivienda y viajes entre regiones):

$$U_{hl} = U_l^H + U_l^{V,t} \quad (10)$$

Esta función de utilidad se encuentra sujeta al ingreso del consumidor como se muestra a continuación:

$$\sum_i p_{i,l} Q_{i,l}^H = F_{H,l} - S_{H,l} - T_{H,l} \quad (11)$$

$\sum_i p_{i,l} Q_{i,l}^H$ representa el gasto total del hogar, $F_{H,l} = \sum_{\psi \in \Omega} p_{\psi,l} f_{\psi,l}$ corresponde a la remuneración a factores, $S_{H,l} = s_{H,l} \sum_{\psi \in \Omega} p_{\psi,l} f_{\psi,l}$ al ahorro y $T_{H,l} = t_{\Gamma,l} \sum_{\psi \in \Omega} p_{\psi,l} f_{\psi,l}$ a los impuestos, donde $s_{H,l}$ representa la tasa de ahorro, $t_{\Gamma,l}$ los impuestos a la producción y el

conjunto $\Omega = \{K, L\}$ representa a los factores de producción. Así, la restricción es equivalente a:

$$\sum_{i \in B} p_{i,l} Q_{i,l}^H = \sum_{\psi \in \Omega} p_{\psi} f_{\psi,l} - s_{H,l} \sum_{\psi \in \Omega} p_{\psi} f_{\psi,l} - t_{\Gamma_l} \sum_{\psi \in \Omega} p_{\psi} f_{\psi,l} \quad (12)$$

Es decir,

$$\sum_{i \in B} p_{i,l} Q_{i,l}^H = (1 - s_{H,l} - t_{\Gamma_l}) \sum_{\psi \in \Omega} p_{\psi,l} f_{\psi,l} \quad (13)$$

5. Matriz de contabilidad social

El modelo de MEGCE, tiene como fuente de información la Matriz de Contabilidad Social Regional (RSAM por sus siglas en inglés) la cual captura en y entre las unidades espaciales que contempla el modelo, la interacción entre las actividades de producción, las cuentas de los factores de producción y las transacciones de los sectores institucionales para el año 2015. Al igual que para la construcción de una MCS nacional, la MCS regional necesita las mismas fuentes de información, es decir, para su elaboración es necesario contar con los Cuadro Oferta Utilización (COU) regionalizado para calcular los equilibrios por productos y ramas de actividad, las Cuentas Económicas Integradas (CEI) regionalizadas y el uso de las cuentas nacionales, departamentales o municipales, estas últimas en el marco de los procesos de la Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN) del DANE⁸

La SAM realiza los equilibrios oferta utilización para las siguientes 15 agrupaciones: 1. Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, 2. Explotación de minas y canteras, 3. Industrias manufactureras, 4. Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; Distribución de agua; evacuación y tratamiento de aguas residuales, gestión de desechos y actividades de saneamiento ambiental, 5. Construcción de edificaciones residenciales y no residenciales, 6. Construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de otras obras de ingeniería civil, 7. Actividades especializadas para la construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil (Alquiler de maquinaria y equipo de construcción con operadores), 8. Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicleta; Alojamiento y servicios de comida, 9. Transporte y Almacenamiento, 10. Información y comunicaciones, 11. Actividades financieras y de seguros, 12. Actividades inmobiliarias, 13. Actividades profesionales, científicas y técnicas; Actividades de servicios administrativos y de apoyo, 14. Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria; Educación; Actividades de atención de la salud humana y de servicios sociales y 15. Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios; Actividades de los hogares individuales en calidad de empleadores; actividades no diferenciadas de los hogares individuales como productores de bienes y servicios para uso propio.

⁸ Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE

Con base en los registros de la totalidad de transacciones económicas entre agentes que refleja la SAM es posible identificar la equivalencia macroeconómica entre la oferta y la utilización de los bienes y servicios del total de la economía, como se muestra en la ecuación 14 y 15. De esta forma, la oferta total⁹ está dada por la producción (P_{ri}) que realizan las unidades regionales, las importaciones regionales ($Mreg_{ri}$) y las importaciones del resto del mundo (M_{ri}). Por su parte, la utilización de los bienes y servicios puede estar orientada a satisfacer la demanda que realizan las unidades de producción mediante el Consumo Intermedio (CI_{ri}), lo que demandan los hogares y el gobierno mediante el Gasto de Consumo Final (GCF_r), los recursos que se conservan para ser consumidos en periodos futuros correspondientes a la Formación Bruta de Capital (FBK_r), las exportaciones interregionales ($Xreg_r$) y las exportaciones al resto del mundo (X_r).

$$\begin{aligned} Oferta_{ri} &= Utilización_{ri} & (14) \\ \forall r &= 1, 2, \dots, 7 \\ \forall i &= 1, 2, \dots, 15 \end{aligned}$$

$$P_{ri} + Mreg_{ri} + M_{ri} = CI_{ri} + GCF_{ri} + FBK_{ri} + Xreg_{ri} + X_{ri} \quad (15)$$

La matriz de contabilidad social regional es el estado base del MEGCE, dado que refleja una economía en equilibrio y permite hacer la calibración de los parámetros del modelo, para finalmente hacer las respectivas simulaciones de política pública.

6. Escenario y resultados modelo EGCE

El choque que se incorpora al MEGCE está relacionado con la inversión en infraestructura contenida en el Plan Maestro de Transporte Intermodal (PMTI), el cual contempla una serie de proyectos de infraestructura intermodal con una visión de tiempo de 20 años y cada proyecto categorizado en red básica o redes de integración. El PMTI define a la red básica como “*corredores multimodales entre las aglomeraciones del Sistema de Ciudades definidas en el documento Conpes 3819 de 2014, los puertos marítimos y los pasos de frontera. En el Sistema de Ciudades se concentra el 80% de la población del país y una proporción similar del PIB. El objetivo de esta red en el PMTI es fortalecer el comercio exterior y el desarrollo regional*”, de igual forma, se definen a las redes de integración como “*corredores regionales que pudieran convertirse en parte de la red vial primaria y proyectos de accesibilidad de regiones apartadas y con problemas de orden público o pobreza. El objetivo de esta red es apoyar el desarrollo regional y la integración territorial*”.

Se establece una inversión anual de 10,5 billones durante la visión de tiempo contemplada y con financiación total a través de deuda. El PMTI plantea 101 intervenciones viales dentro de la red básica que comprenden 12.681 km de redes primarias (mantenimiento de 7.869 km de red no concesionada y 4.812 km de construcción y mejora) y 52 proyectos en las redes de integración

⁹ En la SAM la matriz de oferta expresa la producción a precios básicos de manera que los márgenes de comercio, de transporte y los impuestos puedan ser analizados separadamente. No obstante, para conservar el equilibrio entre la oferta y la utilización de los bienes y servicios, los márgenes de transporte y comercio se incluyen como producción y los impuestos y subvenciones se registran como ingresos del gobierno para equilibrar las utilidades totales de la economía.

que comprenden 6.880 km. Lo anterior, implica en términos de competitividad para el país, una reducción del 6% en los costos de transporte, el cual también se incluye en el modelo como choque en el flujo de márgenes de transporte de la URA resto país, teniendo en cuenta que los proyectos están fuera de la región Bogotá Cundinamarca.

Con base en lo anterior, el cuadro de salida de la simulación arroja un impacto directo en el valor agregado de la actividad *Construcción de carreteras y vías de ferrocarril, de proyectos de servicio público y de otras obras de ingeniería civil* para la economía de resto de país, dado que es el sector que recibe el choque en inversión. Ahora bien, como se tiene un resultado de equilibrio general, y las URAS están conectadas a través del consumo de bienes y servicios intermedios y finales, se puede evidenciar un incremento importante de varias actividades en Bogotá, principalmente Construcción de Obras Civiles en Bogotá, lo cual se puede interpretar como la reacción de esta economía, la más importante del país, en la búsqueda de mayor conexión con su entorno. En las subregiones también se evidencia un cambio positivo, pero relativamente más bajo que Bogotá. Teniendo en cuenta que los resultados se pueden ordenar en la tabla 6, que contiene las 15 actividades económicas y las entidades territoriales compuestas por Bogotá y las cinco subregiones, es posible identificar en donde ocurrieron los cambios más representativos. Estos cambios se identifican como aquellos que se encuentran por encima del promedio de cada una de las actividades.

Tabla 6. Cambios porcentuales en valor agregado por actividades económicas y unidades espaciales de análisis

Actividad económica	Bogotá	Sabana Centro	Sabana Occidente	Soacha y Sumapaz	Alto Magdalena	Gualivá
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	1,25%	1,02%	1,43%	1,67%	1,06%	1,85%
Explotación de minas y canteras	1,32%	1,51%	1,51%	1,41%	1,66%	1,51%
Industrias manufactureras	1,59%	1,80%	1,79%	1,79%	1,58%	1,97%
Electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; distribución agua; aguas residuales	0,64%	0,68%	0,43%	0,95%	-0,17%	-0,04%
Construcción de edificaciones	4,77%	1,39%	1,39%	1,28%	0,65%	1,23%
Construcción de carreteras y vías, ingeniería civil	4,74%	1,39%	1,39%	1,28%	0,65%	1,22%
Actividades especializadas construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil	2,13%	1,62%	1,65%	1,87%	0,44%	0,00%
Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos; Alojamiento y servicios de comida	1,83%	2,22%	2,22%	1,71%	0,97%	2,00%
Transporte y almacenamiento	1,06%	1,44%	1,24%	1,54%	0,98%	1,16%
Información y comunicaciones	0,90%	1,54%	1,34%	1,65%	1,70%	0,86%
Actividades financieras y de seguros	1,10%	1,94%	1,59%	1,83%	1,17%	1,69%
Actividades inmobiliarias	1,14%	1,66%	1,38%	1,53%	0,95%	0,62%

Actividades profesionales, científicas y técnicas	0,84%	1,41%	1,18%	1,68%	1,45%	1,44%
Administración pública y defensa; Educación; salud humana y servicios sociales	-2,18%	-0,25%	-0,68%	-0,33%	-2,87%	-2,34%
Actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios	0,75%	0,40%	0,13%	1,37%	-1,10%	-0,68%

Fuente: Cálculos propios.

La primera actividad económica por resaltar es la de *Industrias manufactureras*. Las subregiones en donde se evidencia un crecimiento superior al promedio son Sabana Centro; Sabana Occidente; Soacha y Sumapaz; y Gualivá. Lo que se puede explicar por la mejora en la conectividad que surge de mejor infraestructura vial y que puede generar incentivos a las industrias para tomar decisiones de localización o relocalización. Paralelamente, la actividad inmobiliaria se dinamiza en mayor proporción en las subregiones Sabana Centro, Sabana Occidente y Soacha y Sumapaz. Así mismo, en estas tres subregiones, la actividad de *Transporte y almacenamiento* presenta cambios positivos relativamente altos. Este hecho puede ser explicado por mayor eficiencia en términos de conectividad en el sistema logístico, convirtiendo estas subregiones en localizaciones estratégicas de desconcentración de carga que puede provenir del resto del país o de otras subregiones. En cuanto a la Subregión de Gualivá, se destaca el crecimiento del valor agregado en actividades económicas como *Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca; Explotación de minas y canteras; Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos; Alojamiento y servicios de comida*. Lo anterior, se puede explicar por la composición sectorial de su economía, la cual se encuentra fuertemente asociada a la actividad agrícola y de servicios turísticos.

7. Modelo gravitacional y competitividad

Los modelos gravitacionales, se tienen dos grandes usos; el primero mide la intensidad de interacción entre dos puntos en el espacio y este uso del modelo se le conoce como *modelo de flujo*; el segundo uso, mide la accesibilidad de cada punto en el espacio, respecto a todo el espacio que lo rodea y este uso del modelo se le conoce como *modelo de potencial* (Camagni, 2005). El análisis econométrico que se realiza en esta sección se aborda con base en el modelo de flujo y bajo la caracterización que se plantea en (Roda, 2012), con el fin de establecer las relaciones entre los flujos de carga de Bogotá y su Región¹⁰ y los costos de transporte de carga, continuando con el escenario de una reducción del 6% en los costos de transporte.

La variable dependiente es la cantidad de viajes entre el origen i y el destino j , en donde $i \neq j$, estos origen-destino son cada uno de los municipios que configuran el espacio regional de Bogotá D.C. y los municipios que conforman las subregiones de Alto Magdalena y Melgar; Gualivá; Sabana Centro y La Calera; Sabana Occidente; y Sumapaz y Soacha, todo en un periodo de tiempo de un año. Las variables explicativas o de “atracción” son costo de viaje, calculado como el costo promedio de viaje entre un par origen-destino; se incluye la población para capturar la

¹⁰ Configurada por las subregiones: Sabana Centro y La Calera; Sabana Occidente; Gualivá; Sumapaz y Soacha; Alto Magdalena y Melgar.

intensidad del comercio de bienes básicos de consumo de baja elasticidad ingreso; valor agregado (VA) del origen i ; valor agregado por actividad económica (primaria, secundaria, terciaria) del origen i y del destino j . Se incluyó una dummy (URA) para controlar los flujos de comercio que están asociados a la conexión entre municipios que pertenecen a la misma subregión. Todas las variables continuas se expresan en logaritmos. La variable dependiente y la variable de costo promedio de viaje se calcularon a partir de la información del Registro Nacional de Despacho de Carga (2018); la información poblacional, se obtuvo del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 del DANE; el valor agregado total y por actividad económica, se obtuvo del Sistema de Cuentas Nacionales del DANE (2018).

Tabla 7. Resultados modelo gravitacional del comercio.

Variable	Coficiente
Costo de viaje	-0.313**
Población de destino	0.056
Valor agregado de origen	-1.387***
URA	0.751***
VA agrícola Destino	-0.148**
VA agrícola Origen	-0.004
Va Industria Origen	1.386***
Va Industria Destino	0.242***
Va Terciario Origen	0.794***
Va Terciario Destino	0.451***
Constante	-0.467

Fuente: Cálculos propios.

Se estimaron varios modelos con distintas configuraciones pero se tomó el más completo que tenía el mejor ajuste de todos. De acuerdo con los resultados reportados en la Tabla 7, una disminución del 10% en el costo promedio de transporte de carga se refleja en un incremento del flujo de comercio en 3,1%. Esto se puede observar en perspectiva frente a la situación nacional. Nótese que el coeficiente es mucho más bajo, lo que resalta la conectividad regional de Bogotá Cundinamarca y la dificultad de la región con el resto del país. Esta región tiene una buena accesibilidad entre subregiones, sin ser óptima, por su puesto. La población de destino no es estadísticamente significativa lo que sugiere ya una dinámica económica fuerte entre estas subregiones más allá de la población. Es decir, la localización empresarial es función del mercado de la región, parece que hubiera cierta homogeneidad del espacio. El Valor agregado del municipio de origen indica una clara relación de exportación al centro del sistema de ciudades y no al revés. Si el municipio tiene un alto valor agregado en su economía, es receptor del comercio de mercancías, los de menor valor agregado son exportadores.

El coeficiente asociado a la variable que controla el comercio interno de cada subregión resulta positivo y significativo, lo que evidencia un mayor nivel relativo de comercio entre los municipios que pertenecen a la misma subregión. Lo interesante de las actividades es la importancia de la actividad industrial en el municipio de origen y de destino. Ambas tienen el mayor coeficiente. Si el valor agregado de la actividad secundaria del municipio donde se origina el viaje se incrementa en 1% el comercio se incrementa en 0.92%. Si se incrementa 1% el valor agregado industrial del municipio de destino de la carga este comercio se incrementa en 0.4%. Las

actividades primaria y terciaria son también relevantes pero la industria lo es mucho más. En el primer caso el valor agregado de la actividad agrícola no es relevante en toda la región de forma que hay comercio entre ellas, pero es marginal. Aquellos municipios con alto valor agregado agropecuario no exportan.

De acuerdo con los modelos planteados, es importante resaltar que, como ya se ha mencionado, los altos costos de transporte que se asumen en el país por el rezago en infraestructura vial repercuten negativamente en la competitividad de las regiones, debido a que las entidades territoriales no se articulan y/o complementan entre sí. De hecho, una de las principales conclusiones de Roda (2012) es que *“las mejoras en infraestructura se traducen en una mayor especialización de las bases productivas de las economías regionales y, con ello, una mayor productividad”*. Los resultados parecen estar mostrando la configuración actual de la producción de los municipios de Cundinamarca y su relación con Bogotá en particular. Una URA como Sabana Centro tiene una fuerte localización de empresas que envían un volumen de carga importante a Bogotá, pero su sector industrial dentro de su gran economía implica un *bajo volumen* de carga comparada con toda la carga que llega a la ciudad. Esta región tiene una alta especialidad en bienes industriales y del sector terciario cuyo gran problema es la infraestructura que la conecta con el resto del país principalmente.

8. Conclusiones

El movimiento de carga en el país muestra la importancia de Bogotá Región como centro económico de producción y comercialización de bienes y servicios. Por la relación del movimiento de carga se puede decir que con Bogotá y una buena parte del país se configura una relación centro periferia en donde la región tiene el sector productivo más moderno y una buena parte del resto del país es exportador regional de bienes primarios.

Los sectores que se dinamizan en Bogotá con las inversiones en infraestructura nacional son los de construcción de obras civiles, construcción de edificaciones, actividades especializadas, comercio e industrias manufactureras. Las mejoras de la infraestructura de transporte en el resto del país implican una mayor demanda de la propia infraestructura vial en la ciudad que responda a los mayores flujos de comercio, mientras que el sector de edificaciones deriva su crecimiento del crecimiento de toda la economía y del drenaje que hace en la productividad ganada por los agentes de la región. Tanto actividades especializadas como industrias manufactureras crecen por una mayor demanda de bienes intermedios de los sectores de construcción. En ese sentido, la ganancia industrial es significativa, en tasa es menor, pero en magnitud es superior a los anteriores sectores. En la región es una tasa superior, pero es evidente que la mejor infraestructura especializa aún más a Bogotá y la región en industria. La reducción en los costos de transporte también beneficia en gran medida el sector de Comercio de toda la región, sustentando en un mayor flujo de bienes y márgenes de comercialización entre las URAS especificadas en el MEGCE.

Un frente importante de trabajo futuro hace referencia al efecto de construir toda la infraestructura del Plan de Logística de la región y sus efectos sobre la economía de Bogotá Región, en primer lugar. En segundo lugar, dados los efectos sobre el sector de edificaciones, se necesita profundizar sobre si este sector drena las ganancias de competitividad y si las ganancias

llegan al consumidor final. Para esto se necesita ajustar el modelo para incorporar el poder de mercado en algunos sectores, pero es una tarea que se necesita abordar con cierta urgencia ahora que se discute la ciudad región y se necesitan recursos de financiamiento de infraestructura regional, sobre todo de movilidad de personas.

Referencias

- Acevedo, J. A., Urquiaga, A. J., & Gómez, M. I. (2001). *Gestión de la cadena*.
- Acosta, Z. (2004). Regulación de los servicios de transporte en Colombia y Comercio Internacional. *Economía*, 265, 1–33.
- ANI. (2017). Agencia Nacional de Infraestructura. *Agencia Nacional de Infraestructura*, 35. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- ANIF. (2014). *Costos de Transporte, Multimodalismo y la competitividad de Colombia*. *Cci*, 1–110. [https://www.infraestructura.org.co/documentos/economicos/Costos de transporte, multimodalismo y competitividad en Colombia \(ANIF Nov-2014\).pdf](https://www.infraestructura.org.co/documentos/economicos/Costos%20de%20transporte,%20multimodalismo%20y%20competitividad%20en%20Colombia%20(ANIF%20Nov-2014).pdf)
- Bhattacharya, A., Kumar, S. A., Tiwari, M. K., & Talluri, S. (2014). An intermodal freight transport system for optimal supply chain logistics. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 38, 73–84. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2013.10.012>
- BID. (2017). *El transporte automotor de carga en América Latina*. <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8227/El-transporte-automotor-de-carga-en-America-Latina-Soporte-logistico-de-la-produccion-y-el-comercio.PDF?sequence=1>
- BID. (2015). *Infraestructura, logística y conectividad: Uniendo a las Américas*. 11.
- Camagni, R. (2005). Economía urbana. Antoni Bosch Editor
- CCI. (2016). *Estudio de caracterización del sector de la infraestructura de transporte*. 104. <http://www.redalyc.org/pdf/4259/425942453006.pdf>
- CEPAL. (2003). Congestion De Transito: El Problema y cómo Enfrentarlo. In *United Nations Publications*. (Vol. 87). https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/27813/6/S0301049_es.pdf
- Díaz, M., Gabriel, L., Maza, C., Manuel, V., Manuel, V., & Maza, C. (2011). Evaluación de los parámetros de las funciones de costo en la red estratégica de transporte de carga para Colombia. *Ingeniería y Desarrollo*, 29(2), 286–307.
- DNP. (2018). Informe de resultados Encuesta Nacional Logística 2018. In *Departamento Nacional de Planeación*.
- Esguerra, M. del P., & Parra, S. (2016). Colombia, por fuera las cadenas globales de valor : ¿causa o síntoma del bajo desempeño exportador? *Borradores de Economía; No. 966*. <http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/6277>
- García, J., López, D. C., & Montes, E. (2016). Los costos de comerciar en Colombia : aproximación basada en una comparación de precios. *Coyuntura Económica: Investigación Económica y Social*, XLVI, No., 75–139. <http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/6285>
- Grangier, P., Gendreau, M., Lehuédé, F., & Rousseau, L. M. (2017). A matheuristic based on large neighborhood search for the vehicle routing problem with cross-docking. *Computers and Operations Research*, 84, 116–126. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2017.03.004>
- Leal, E., & Perez, G. (2009). Plataformas Logísticas : Elementos conceptuales y rol del sector

público. *Boletín de La Cepal*, 4.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36112/FAL-274-WEB_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Lupano, J. A., & Sánchez, R. J. (2009). Políticas de movilidad urbana e infraestructura urbana de transporte. *Colección Documento de Proyecto, Publicación de Las Naciones Unidas*.
http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/2/35492/P35492.xml&xsl=/publicaciones/ficha.xsl&base=/publicaciones/top_publicaciones.xsl
- Mauricio, M., & Garzón, C. (2004). *Análisis de medios multimodales en transporte de carga y su influencia en la competitividad de productos en el mercado internacional*.
- Mejía, L. F., & Delgado, M. E. (2020). *Impacto macroeconómico y social de la inversión en infraestructura en Colombia, 2021-2030*.
- OECD. (2017). Estudios Económicos de la OCDE Colombia. *Estudios Económicos de La OCDE Colombia*, 46. www.oecd.org/eco/surveys/economic-survey-colombia.htm
- Patricio, R., & Sánchez, R. (2004). *Desarrollo de Infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual*. 75.
- Perdomo, A. (2005). *Modelo de infraestructura en transporte: El capital de infraestructura como un capital complementario*.
- Rios, R. (2015). *Modelo de Transporte de Mercancías para la Planificación de Sistemas Multimodales*.
- Robson, E. N., Wijayarathna, K. P., & Dixit, V. V. (2018). A review of computable general equilibrium models for transport and their applications in appraisal. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 116, 31–53. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.06.003>
- Roda, P. (2012). Conectividad Interurbana. Producto N°4, Misión Sistema de Ciudades; Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, Colombia
- Steiner, R., & Rodrigo, S. (2017). Un modelo de equilibrio general dinámico para la evaluación de la política económica en Colombia. Fedesarrollo.
- Thomson, I., & Bull, A. (2002). La congestión del tránsito urbano: causas y consecuencias económicas y sociales. *Revista de La CEPAL*, 76, 109–121.
- Wisittipanich, W., & Hengmeechai, P. (2017). Truck scheduling in multi-door cross docking terminal by modified particle swarm optimization. *Computers and Industrial Engineering*, 113, 793–802. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2017.01.004>
- Yamada, T., Russ, B. F., Castro, J., & Taniguchi, E. (2009). Designing multimodal freight transport networks: A heuristic approach and applications. *Transportation Science*, 43(2), 129–143. <https://doi.org/10.1287/trsc.1080.0250>