

Caracterización de encadenamientos sectoriales en Bogotá y Regiones. El caso del Transporte Público

José Durán Lima

Jefe, Unidad de Integración Regional
CEPAL, Naciones Unidas

Bogotá, 15 de diciembre de 2023

Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)

Una Matriz de insumo producto multirregional para Colombia 2018.



NACIONES UNIDAS

CEPAL



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



UNIVERSIDAD
SERGIO ARBOLEDA



cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Sumario

- Motivación: **Necesidad de medir y evaluar política CE en Colombia**
- Característica de la MIP Multirregional (regiones y sectores)
- Estructura económica (regiones y sectores)
- Metodología para tipificar los sectores económicos
- Tipificación de sectores económicos
 - Bogotá
 - Cundinamarca
 - Antioquia
- El transporte en las regiones seleccionadas
- Simulaciones de impacto: Implementación de la hoja de ruta de electromovilidad de Bogotá

Bogotá lidera la flota de buses eléctrico en el transporte público urbano e impulsa la agenda de impulsar la electromovilidad.

Antioquia (Medellín): 69



METROPLÚS

Valle del Cauca (Cali) 35



ALCALDÍA DE
SANTIAGO DE CALI



Bogotá
1485



TRANSMILENIO

Se identificó la necesidad de incluir el enfoque regional

Es necesario evaluar los efectos de la política pública a fin de determinar dónde están los espacios que abre la promoción de la electromovilidad mediante el aumento del transporte público urbano utilizando buses eléctricos ¿Cuál es el efecto sobre el PIB y el empleo? ¿Qué otros sectores son impulsados?

Características de la MIP Multirregional de Colombia

- Un total de 9 Regiones.
- Antioquia, Atlántico, Bogotá, Bolívar, Cundinamarca, Santander, Meta, Valle y Resto del país.
- 30 sectores productivos.
- Año: 2018.
- Disponible para su uso público (pedir al correo: jose.duran@cepal.org)
- Más adelante generalidades y algunos ejercicios de estructura sectorial.
- Se realiza el análisis de la tipología de sectores económicos utilizando la metodología de Rasmussen y Hirschmann.

Selección de regiones y agregación de sectores y de la matriz insumo-producto interregional (MRIO) de Colombia

Colombia: Departamentos seleccionados para la elaboración de una MIP multirregional, año 2021

(Variables de referencia en porcentajes del total, año 2021)

Regiones seleccionadas	Población	PIB	Carga	Exportaciones	Importaciones	Carga aérea	Pasajeros
1.- Bogotá D.C.	15	26	5	15	47	35	20
2.- Cundinamarca	6	6	15	8	9	0	0
3.- Atlántico	5	5	8	8	5	1	0
4.- Antioquia	13	15	11	28	15	33	36
5.- Valle del Cauca	9	10	20	9	9	19	14
6.- Santander	5	6	5	2	2	0	1
7.- Bolívar	4	4	7	9	6	7	17
8.- Meta	2	2	6	0	0	2	1
8 departamentos seleccionados	60	74	77	79	93	97	90
9.- Otros 25 departamentos	40	26	23	21	7	3	10
Total	100	100	100	100	100	100	100

Fuente: CEPAL, sobre la base de información oficial de PIB Territorial obtenida del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE), Departamento Nacional de Planeación (DNP), y Ministerio de Industria, Comercio, Industria y Turismo (MINCIT). En línea en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>; <https://www.mincit.gov.co/estudios-economicos/perfiles-economicos-por-departamentos>

Los siete departamentos + Bogotá:

- En ellos reside 47% de la población total del país y 64% de la urbana
- Se moviliza 82% del transporte público urbano masivo y se origina 76% de los pasajeros por vía aérea en rutas nacionales
- Genera 70% de la energía eléctrica, así como el 77% de la carta de transporte.
- Están situados en las regiones Andina, Caribe y Orinoquía

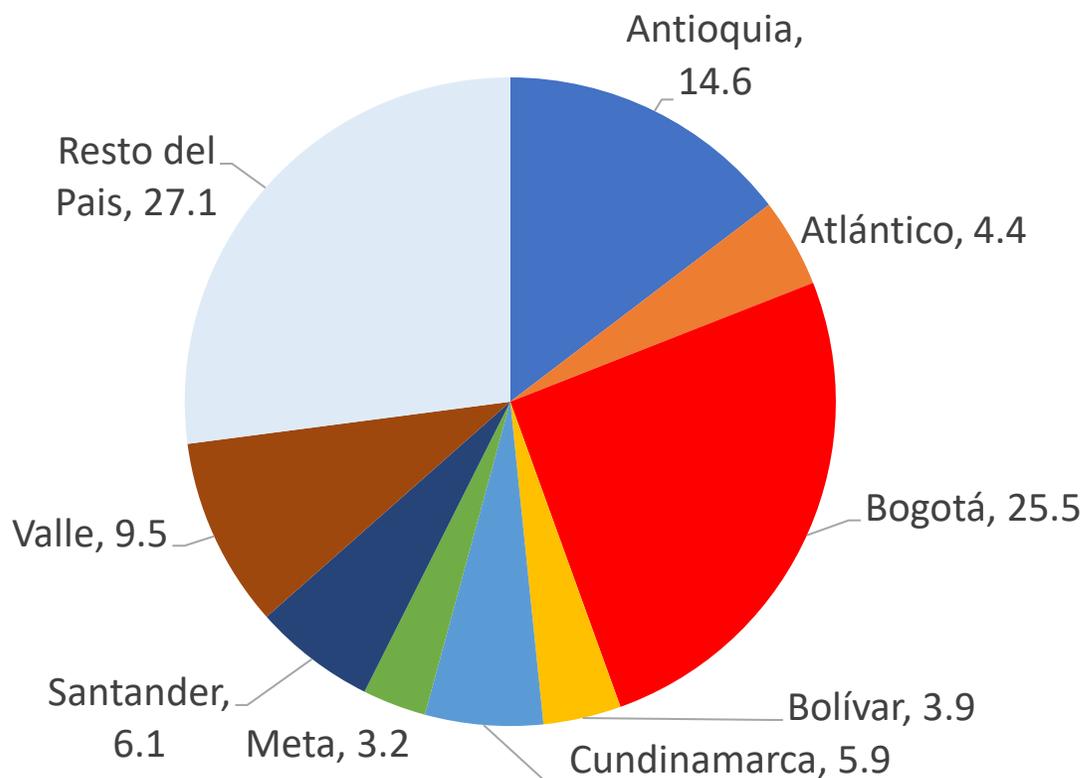
Agregación de sectores (30) de la matriz insumo-producto interregional (MRIO) de Colombia

	1	Agropecuario				
	2	Silvicultura y pesca				
→	3	Petróleo crudo y gas				
	4	Resto de minería				
	5	Elaboración alimentos, bebidas y tabaco				
	6	Textiles, confecciones cuero y calzado				
	7	Madera, papel y cartón y actividades de impresión				
→	8	Refinación de petróleo				
	9	Químicos, farmacéuticos, caucho y plástico				
	10	Fabricación de productos minerales no metálicos				
	11	Productos metalúrgicos básicos, productos metálicos, M&E, equipo eléctrico, informático y repa				
→	12	Fabricación de vehículos automotores, remolques y semirremolques				
→	13	Fabricación de otros tipos de equipo de transporte				
	14	Fabricación de muebles, colchones y somieres; otras industrias manufactureras				
→	15	Electricidad y gas				
	16	Agua, evacuación de aguas residuales y saneamiento ambiental				
	17	Construcción de edificaciones residenciales y no residenciales				
→	18	Obras civiles y actividades especializadas en construcción				
	19	Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores y motocicletas				
→	20	Transporte urbano público pasajeros (buses) mci				
→	21	Transporte urbano público pasajeros (buses) EV				
→	22	Transporte interurbano urbano público pasajeros mci				
→	23	Demás transporte público (carga terrestre, tuberías, etc.)				
	24	Transporte aéreo y acuático				
	25	Almacenamiento				
	26	Alojamiento y servicios de comida				
	27	Información y comunicaciones				
	28	Actividades financieras y de seguros y actividades inmobiliarias				
	29	Administración pública y defensa; planes de seguridad social de afiliación obligatoria				
	30	Demás servicios				

Diez sectores están relacionados con la transición a la electromovilidad (18% del VAB)

Bogotá y Cundinamarca representan el 32% del Valor Agregado Nacional. Antioquía y Valle otro 25%.

Colombia, Distribución del Valor Agregado en la Matriz Multirregional, 2018



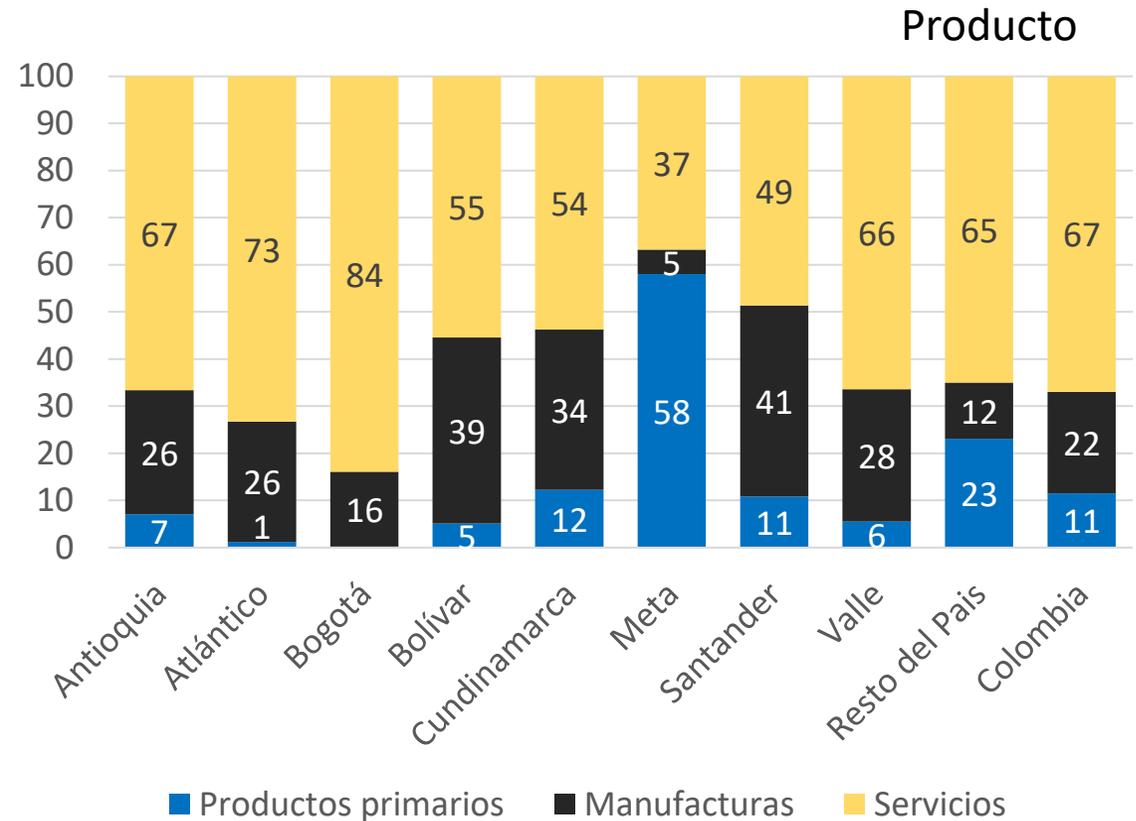
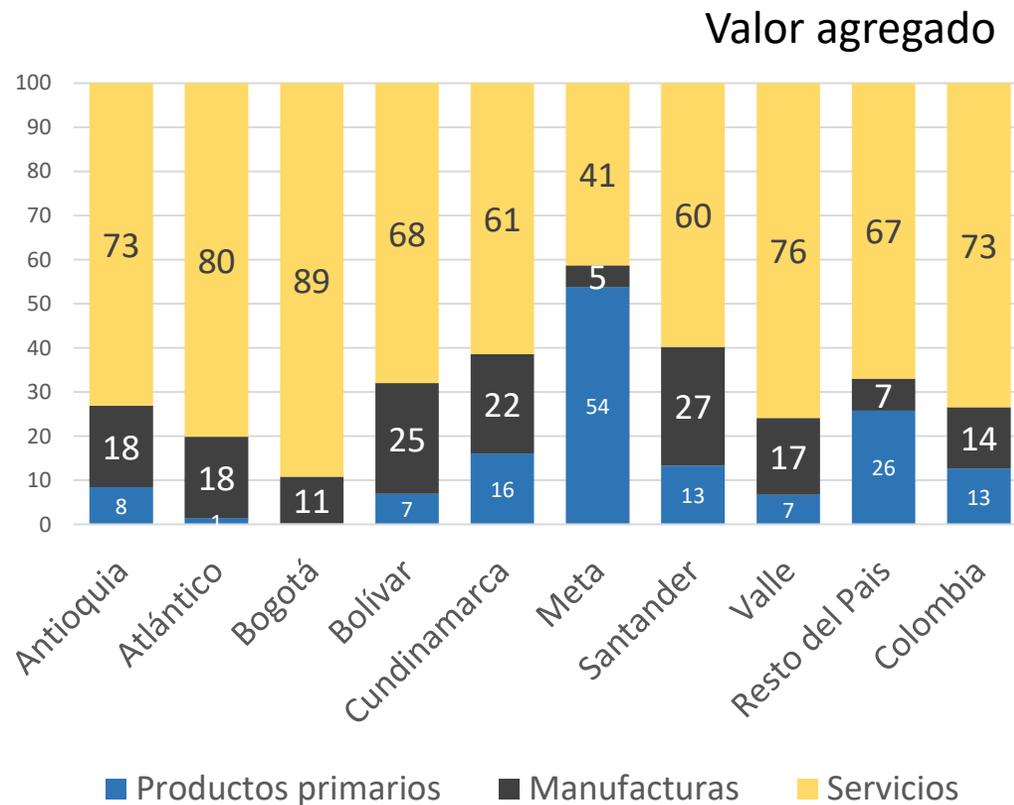
Distribución sectorial (33 Regiones)



Estructura económica de los principales sectores agregados, 2018.

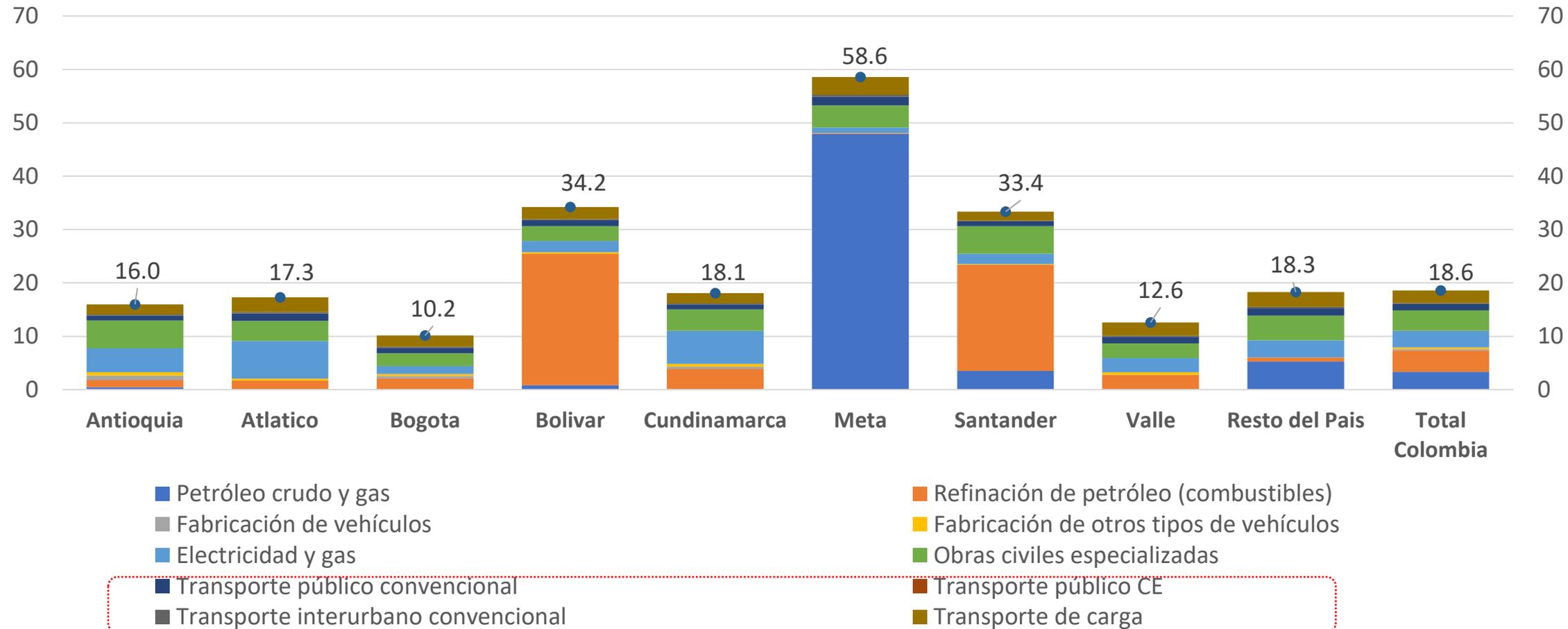
3 grandes agregaciones (Primarios, Manufacturas y Servicios)

Antioquia, Atlántico, Bogotá, Cundinamarca, Santander, Meta, Valle y Resto del país: VAB y Producción según grandes sectores económicos. Ej; Seguridad Social.



Los sectores vinculados con la electromovilidad representan alrededor de un 18,6% del PIB

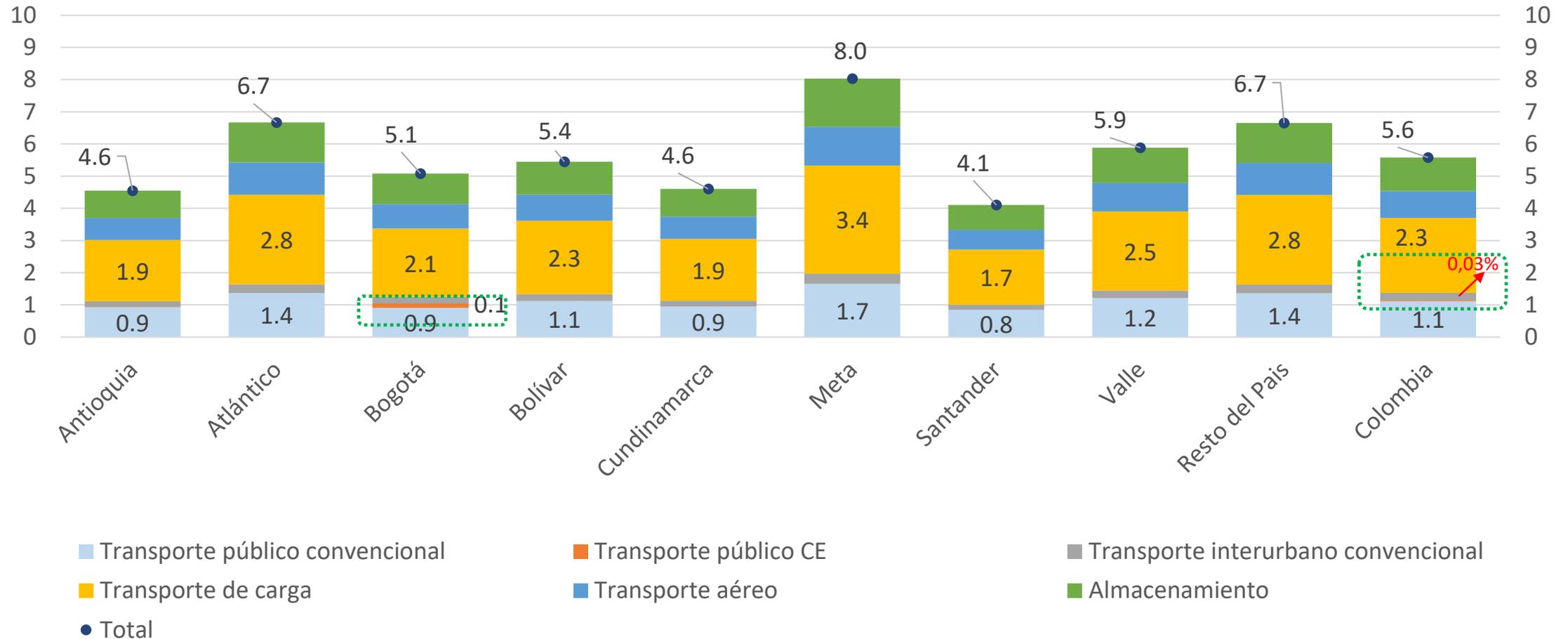
Colombia: Sectores económicos vinculados con la electromovilidad (% del PIB total)



Fuente: CEPAL, en base a información de la MIP Multirregional de Colombia, 2018

Como proporción del PIB del país, el transporte público CE es imperceptible (0,03%), y 0,1% en Bogotá. El transporte público convencional es dominante (1,1%)

Colombia: Participación del sector Transporte en el PIB (en porcentajes)

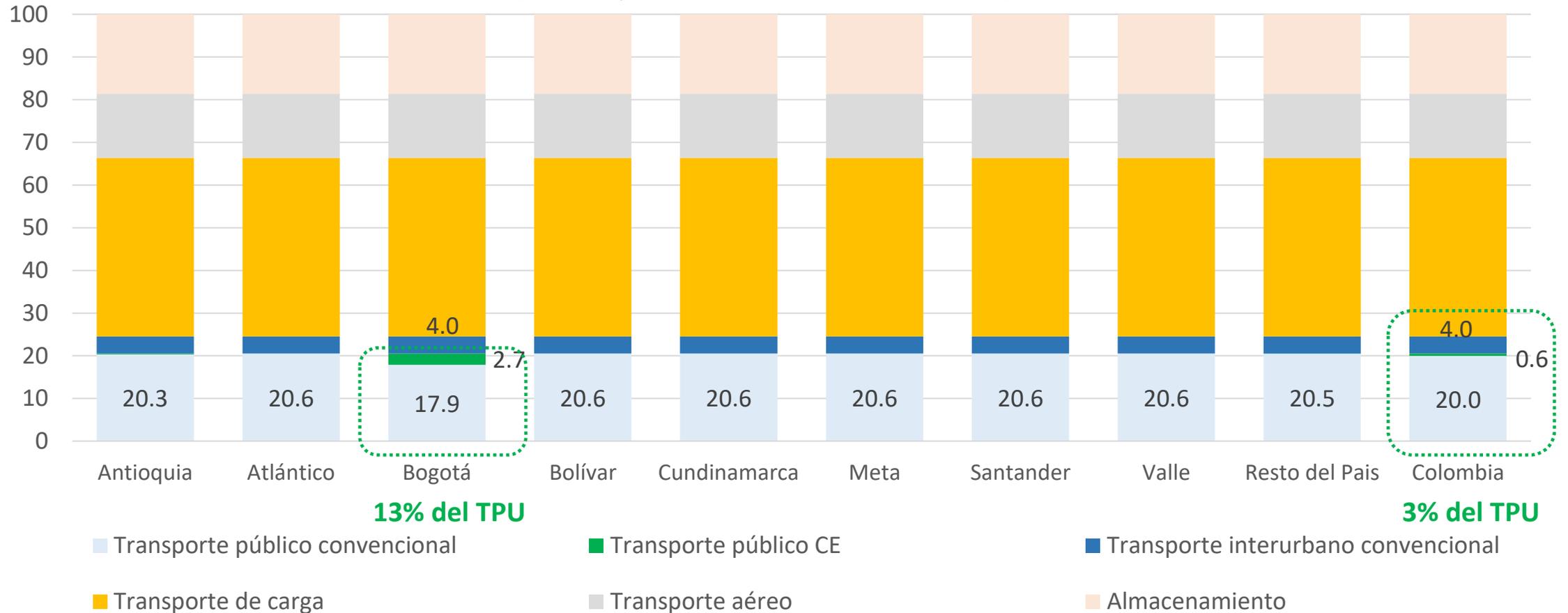


Fuente: CEPAL, en base a información de la MIP Multirregional de Colombia, 2018

Dentro de las actividades vinculadas directamente al transporte, el transporte público CE alcanza 0,6% del PIB, concentrado en Bogotá (2,7%)

Colombia y regiones seleccionadas: Distribución de actividades vinculadas al transporte

(En porcentajes del total de Servicios de transporte)



TPU = Transporte Público Urbano

Fuente: CEPAL, en base a información de la MIP Multirregional de Colombia, 2018

Metodología: Encadenamientos productivos con énfasis territorial

- Los encadenamientos productivos son los vínculos que se establecen entre sectores/regiones en el proceso productivo.
- Los ***encadenamientos hacia atrás (BL)*** muestran los vínculos productivos relacionados con las demandas de insumos de una industria desde el resto de las industrias. Esto pueden ya apreciarse en la matriz la *matriz de coeficientes técnicos A (Inversa de Leontief)*.
Encadenamientos aguas abajo
- Para los ***encadenamientos hacia delante (FL)***, muestran los vínculos productivos relacionados con la oferta de insumos y servicios de una industria con el resto de la industria. Su cálculo se realiza con la matriz de *coeficientes de distribución B (Inversa de Ghosh)*.
Encadenamientos aguas arriba



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Formalmente, su cálculo se realiza a partir de la definición de las inversas de Leontief y Ghosh

Hacia atrás (BL)

$$L = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} \\ l_{21} & l_{22} & l_{23} \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} \end{bmatrix}$$

Inversa de Leontief

$$L = (I - A)^{-1}$$

Hacia adelante (FL)

$$G = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} & g_{13} \\ g_{21} & g_{22} & g_{23} \\ g_{31} & g_{32} & g_{33} \end{bmatrix}$$

Inversa de Ghosh

$$G = (I - B)^{-1}$$

A partir de allí obtenemos los Índices de Rasmussen y Hirschman

Backward linkages (BL)

Encadenamientos hacia atrás

$$BL_j = \frac{\sum_{i=1}^N l_{ij}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N l_{ij}}$$

Forward linkages (FL)

Encadenamientos hacia adelante

$$FL_i = \frac{\sum_{j=1}^N g_{ij}}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N g_{ij}}$$

- ✓ Suma de multiplicadores y su relación con el promedio de todos los sectores económicos.
- ✓ Se calcula a nivel de sectores.
- ✓ **IRH > 1, indicio de mayores eslabonamientos**

Tipología sectorial a partir de los Índices de Rasmussen y Hirschman

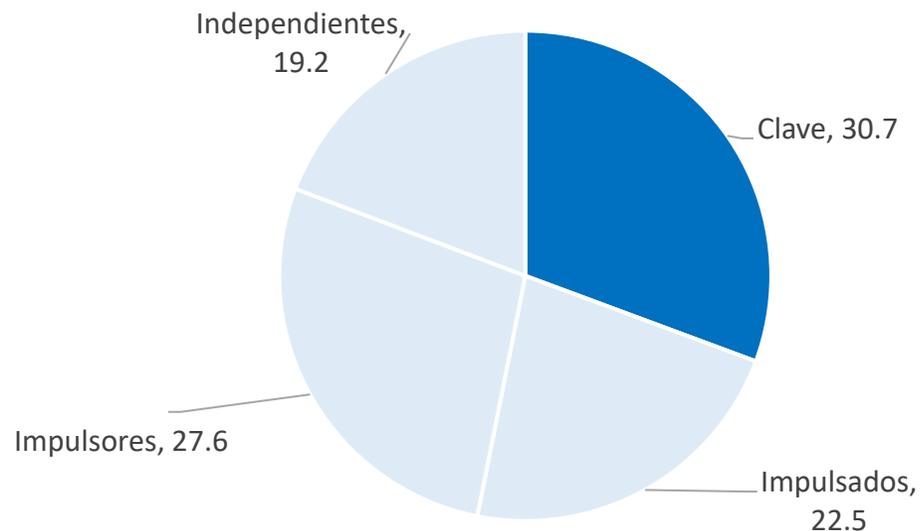
	Encadenamientos hacia atrás < 1	Encadenamientos hacia atrás > 1
Encadenamientos hacia adelante > 1	(II) Sectores IMPULSADOS	(I) Sectores CLAVES
Encadenamientos hacia adelante < 1	(III) Sectores INDEPENDIENTES	(IV) Sectores IMPULSORES

- **Bogotá**

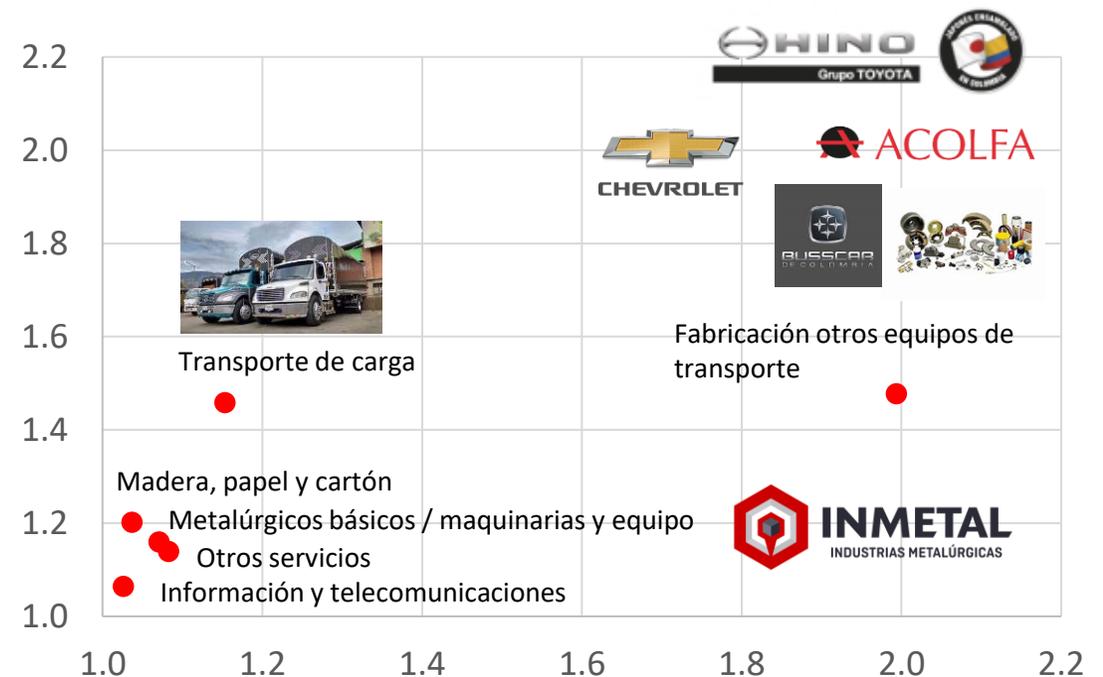


En el caso de Bogotá, entre los sectores claves se cuentan otros equipos de transporte, transporte de carga, .

Bogotá: Distribución de tipos de sectores



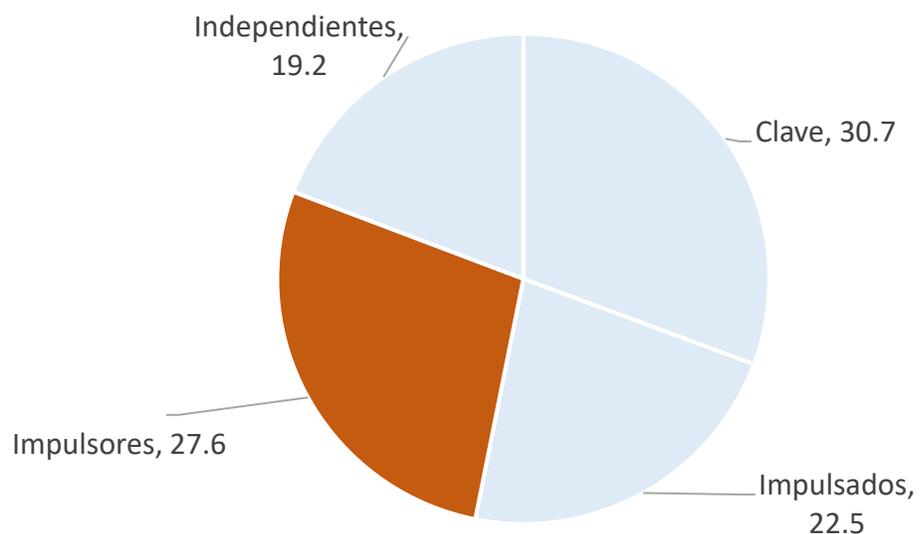
Bogotá: Principales sectores Clave



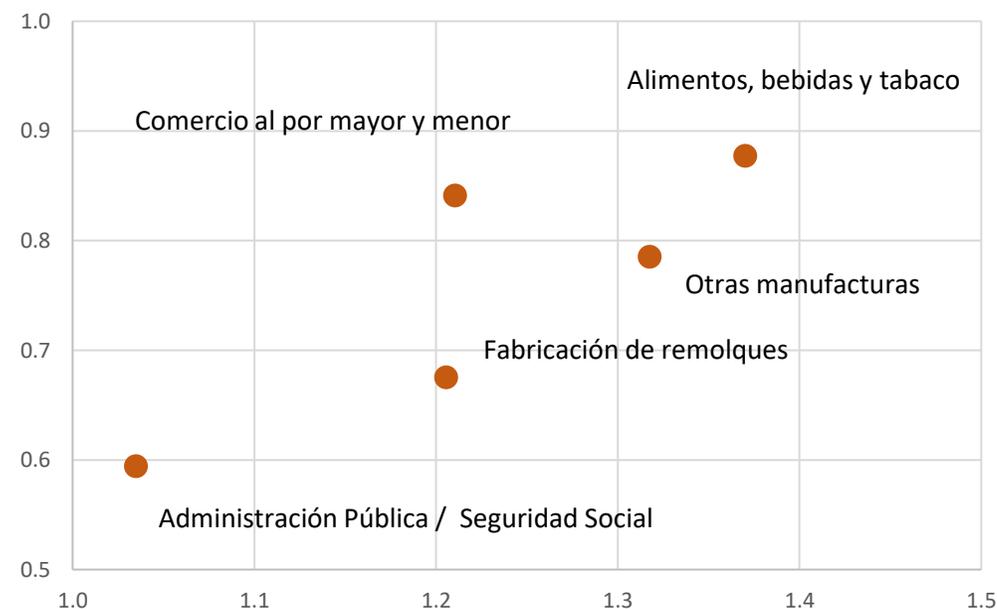
Fuente: CEPAL, en base a información de la Matriz Multirregional de Colombia

En el caso de Bogotá, entre los sectores impulsores destacan alimentos, bebidas y tabaco, fabricación de remolques, comercio y servicios públicos.

Bogotá: Distribución de tipos de sectores



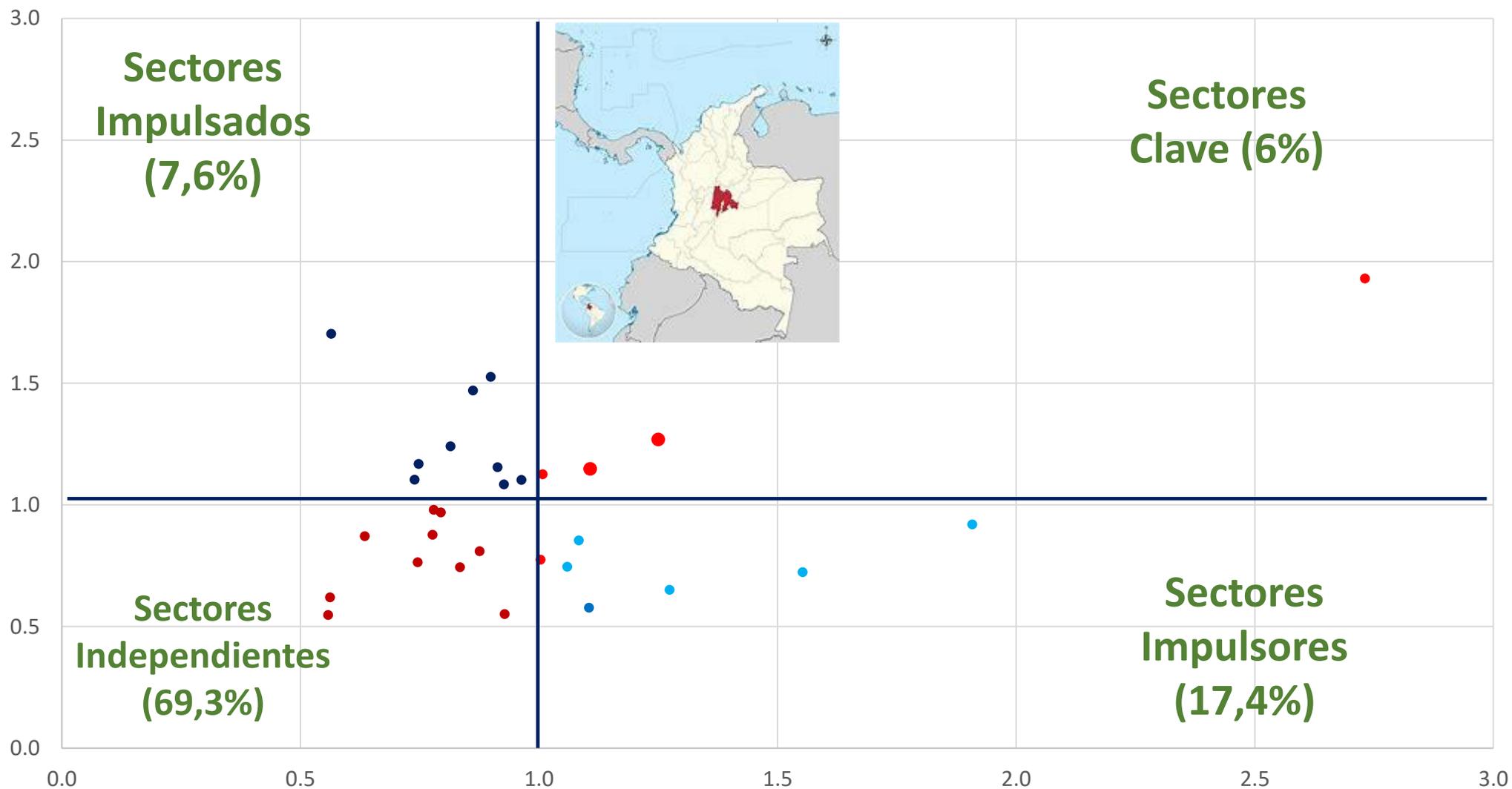
Bogotá: Principales sectores Impulsores



Fuente: CEPAL, en base a información de la Matriz Multirregional de Colombia

- **Cundinamarca**

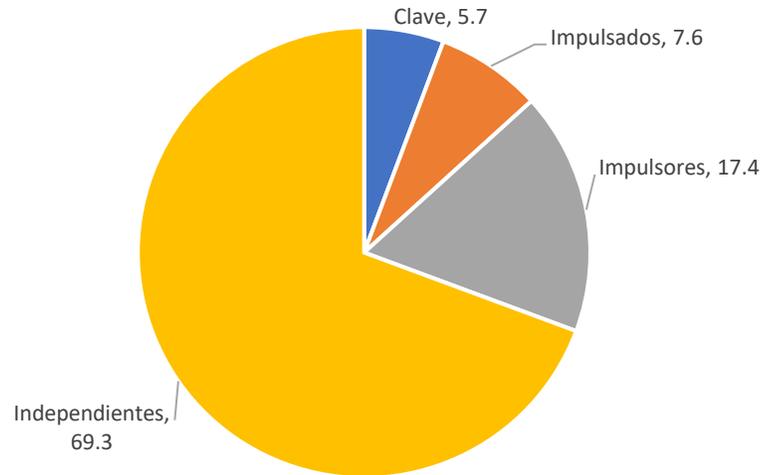
Caracterización sectorial de encadenamientos en Cundinamarca



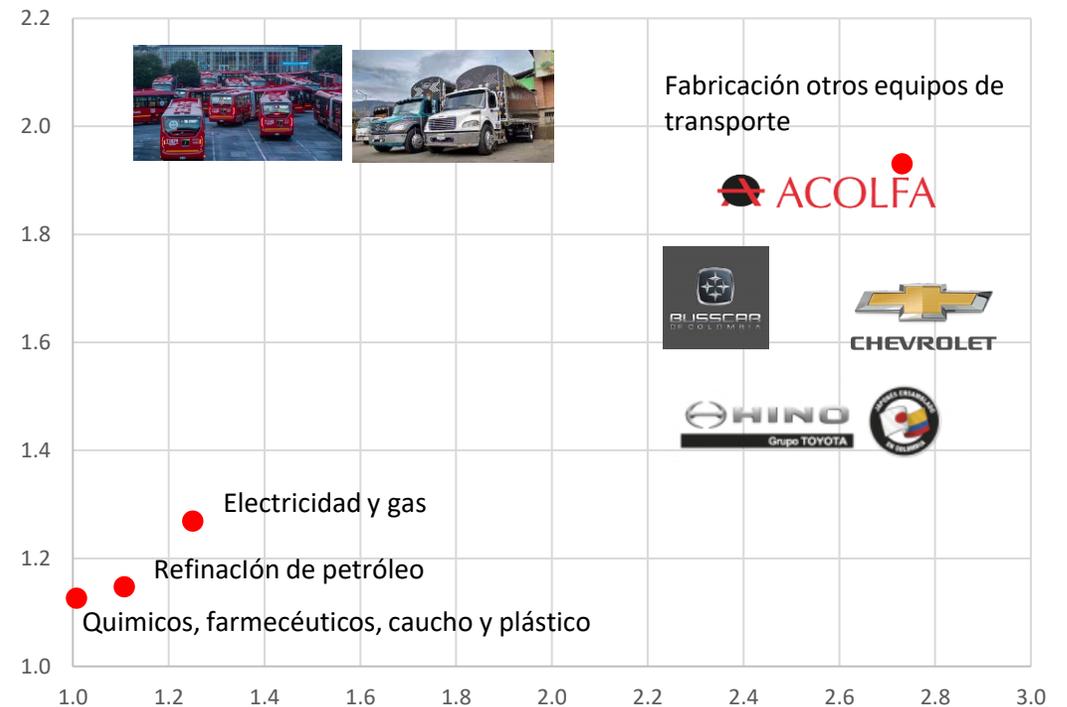
Fuente: CEPAL, en base a información de la Matriz Multirregional de Colombia

En el caso de Cundinamarca, entre los sectores claves se cuenta la Fabricación de automotores, además de Electricidad y gas, entre otros

Cundinamarca: Distribución de tipos de sectores

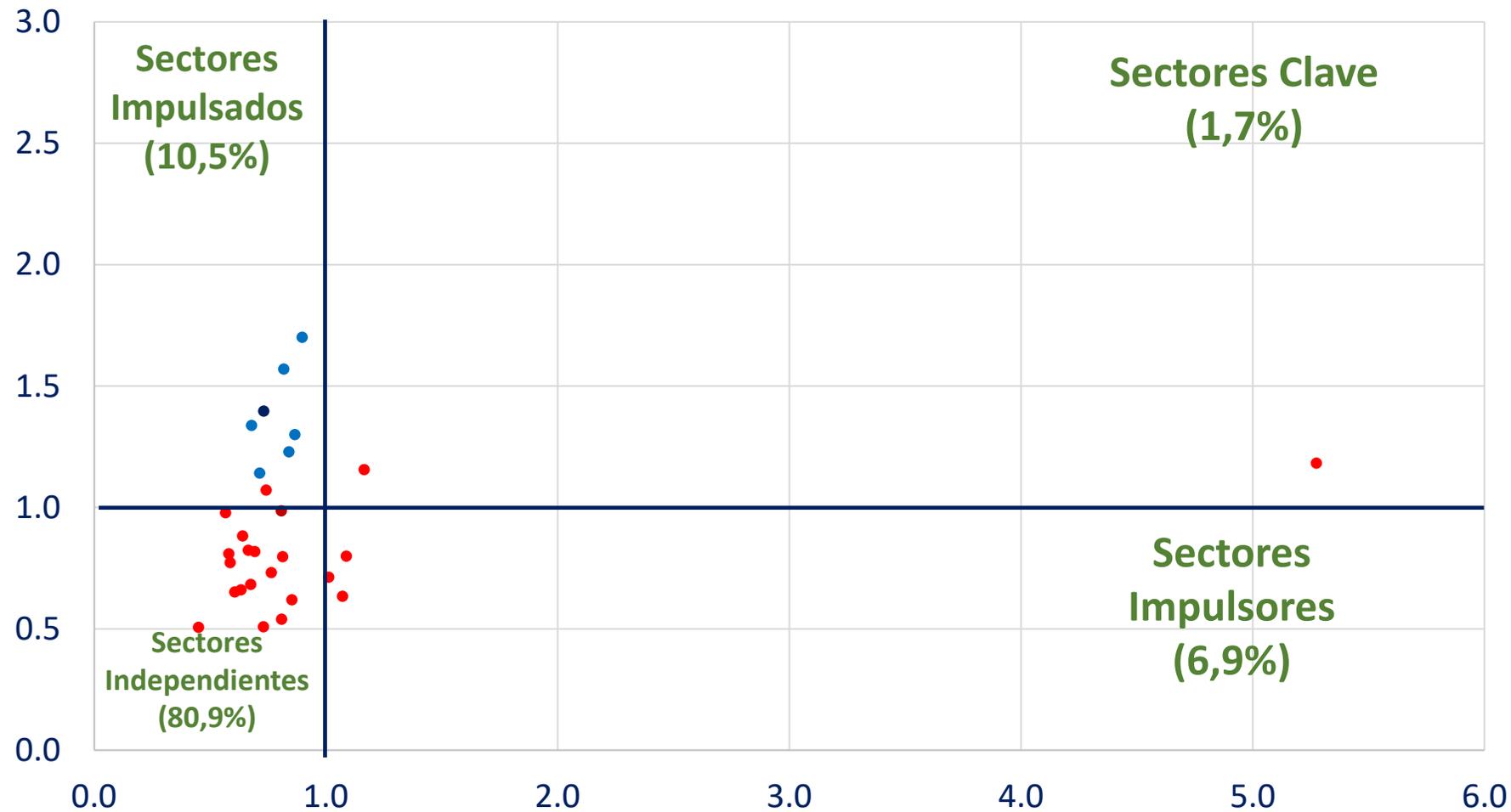


Cundinamarca: Principales sectores Clave



- **Antioquia**

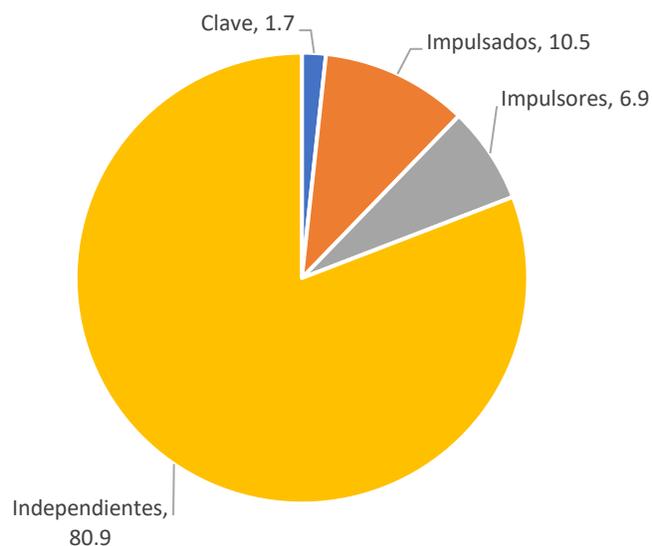
Caracterización sectorial de encadenamientos en Antioquía



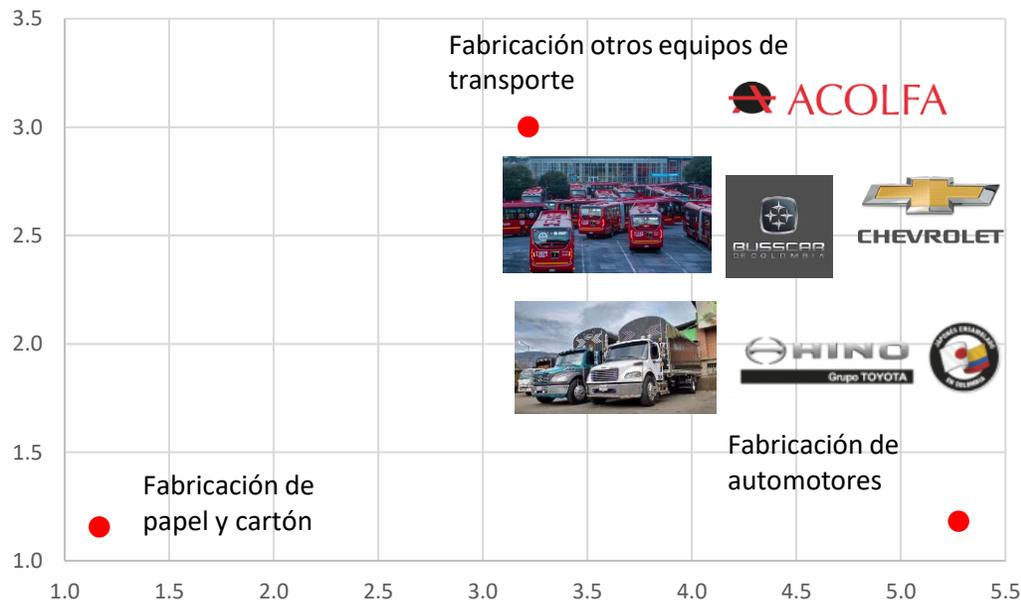
Fuente: CEPAL, en base a información de la Matriz Multirregional de Colombia

En el caso de Antioquia, entre los sectores claves se cuenta la Fabricación de automotores y Otros equipos de transporte

Antioquia: Distribución de tipos de sectores



Antioquia: Principales sectores Clave



Aplicaciones del Modelo de Leontief (Equilibrio Parcial)

- El PIB queda reflejado directamente en la matriz Inversa de Leontief
- El Producto calcularse también de la siguiente forma:

$$x = (I - A)^{-1} y$$

Donde:

x = Producto; y = demanda final

A partir del modelo insumo producto se puede calcular el aumento de la producción que resultaría del aumento de la demanda final de un sector económico

$$\Delta x = (I - A)^{-1} \Delta y$$

$$x' = x + \Delta x$$

Intuición detrás de las simulaciones realizadas

- Ante cambios en la demanda final de un sector particular, se estiman los impactos que se generan en toda la economía, considerando las interacciones entre todos los sectores económicos, todos recogidos por la matriz de multiplicadores / Inversa de Leontief
- **Lógica de la inversa de Leontief:** Un aumento de la demanda final en un sector conlleva un aumento de la producción del mismo, así como una mayor demanda de insumos, lo que implica un aumento de la producción de otros sectores.
- Cuando la demanda final de un bien aumenta, la producción total de dicho sector debe aumentar en una proporción mayor, ya que debe satisfacer el incremento de la demanda final y cubrir, simultáneamente, el aumento de las demandas intermedias.



NACIONES UNIDAS

CEPAL

Aplicación de la hoja de ruta de Bogotá. Flujos de inversión: 2023 - 2040

	MMCOP	USD
2023	\$2,416,931	\$604,232,675
2024	\$2,537,005	\$634,251,350
2025	\$2,609,085	\$652,271,250
2026	\$3,413,371	\$853,342,750
2027	\$3,452,373	\$863,093,250
2028	\$3,489,648	\$872,412,000
2029	\$4,024,986	\$1,006,246,500
2030	\$4,216,212	\$1,054,053,000
2031	\$4,246,598	\$1,061,649,500
2032	\$4,481,107	\$1,120,276,750
2033	\$4,521,487	\$1,130,371,750
2034	\$4,778,972	\$1,194,743,000
2035	\$4,885,442	\$1,221,360,500
2036	\$4,923,099	\$1,230,774,750
2037	\$5,028,903	\$1,257,225,750
2038	\$5,293,031	\$1,323,257,750
2039	\$5,293,785	\$1,323,446,250
2040	\$5,294,248	\$1,323,562,000
	\$74,906,283	\$454,405
		\$18,726,570,775

Fuente: Secretaria de Movilidad de Bogota

Aplicación de la hoja de ruta de Bogotá. Flujos de inversión por objetivos

PERIODO	OBJETIVO 1  Millones USD	OBJETIVO 2  Millones USD	OBJETIVO 3  Millones USD	OBJETIVO 4  Millones USD	TOTAL PERÍODO Millones USD
2023	USD 541	USD 0,02	USD 0,10	USD 0,02	USD 541
2024 - 2027	USD 2.705	USD 0,29	USD 0,75	USD 0,05	USD 2.706
2028 - 2031	USD 3.584	USD 0,28	USD 0,75	USD 0,05	USD 3.585
2032 - 2035	USD 4.193	USD 0,28	USD 0,57	USD 0,05	USD 4.194
2036 - 2039	USD 4.621	USD 0,28	USD 0,60	USD 0,05	USD 4.622
2040	USD 1.172	USD 0,07	USD 0,16	0	USD 1.172
TOTAL OBJETIVO	USD 16.816	USD 1,22	USD 2,93	USD 0,22	USD 16.821

*99% corresponde solo a TMSA (CAPEX y OPEX de renovación de SITP)

*Valor dólar USD = \$4436,2 COP (promedio Dic 31 2022 a Sept 15 2023)

Simulaciones y supuestos realizados con MIP de Bogotá

- Aumento del transporte público masivo cero emisiones, desde el nivel actual observado, a el doble (aproximadamente: a 3 000 buses).
- Aumento de la infraestructura relacionada con la electromovilidad. Se aumentó el nivel de demanda final observada en la MIP de Bogotá, en un factor de 2.2, resultante de aumentar una inversión acumulada de entre 16 mil y 18 mil millones de dólares.

Algunas conclusiones

- Bogotá resultó ser la región que cuenta con más encadenamientos productivos que el resto de los Departamentos de Colombia.
- Dado que el sector transporte público de pasajeros es un sector nuevo, todavía aparece como un sector poco conectado con el resto de los sectores.
- No obstante, se encontró que los sectores de Fabricación de vehículos, otro equipo de transporte, energía eléctrica, Química y farmacéutica, Caucho y plástico, transporte de carga, entre otros están altamente conectados, siendo claves.
- Simulados los efectos de cambios en la demanda final de aumento del parque automotor de buses cero emisiones, en un 50%, derivaría en aumento de la Producción **de 0,5% del PIB regional (sin inversiones)**
- **Cuando se simulan los efectos de la inversión en infraestructura, el aumento del PIB de Bogotá se elevaría 6,3% (con inversiones).**

Caracterización de encadenamientos sectoriales en Bogotá y Regiones. El caso del Transporte Público

José Durán Lima

Jefe, Unidad de Integración Regional
CEPAL, Naciones Unidas

Bogotá, 15 de diciembre de 2023

Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)

Una Matriz de insumo producto multirregional para Colombia 2018.



NACIONES UNIDAS

CEPAL



ALCALDÍA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.



UNIVERSIDAD
SERGIO ARBOLEDA



cooperación
alemana
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT