

# Homogenización tributaria y ocupación del territorio<sup>1</sup>

**Autores**

## **Introducción**

En el marco del convenio de la Universidad Sergio Arboleda con la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá – SDP, el cual tiene como objetivo desarrollar un simulador para modelar la ocupación de la ciudad región Bogotá D.C, se inscribe el presente artículo específicamente en el modelo de Equilibrio General Computable Espacial (MEGCE), uno de los cuatro (4) modelos<sup>2</sup> que integran el simulador.

De manera general, los modelos de equilibrio general computable espacial tienen la capacidad de predecir de manera diferenciada en el espacio los posibles impactos en materia económica, social, ambiental, etc. de las diferentes políticas públicas, dado que realiza la modelación de las relaciones económicas entre los distintos agentes de las unidades espaciales definidas en el modelo. El escenario base del modelo, debe replicar la estructura económica y social de cada una de las unidades espaciales en un momento determinado del tiempo, así como sus interrelaciones a través de la caracterización del comercio de bienes y servicios, la movilidad del factor trabajo, entre otros.

A partir de la consolidación del MEGCE, el objetivo del presente trabajo es analizar los impactos económicos y de ocupación del territorio que se generan a nivel regional, a partir de un ejercicio de homogenización tributaria en 5 de las 7 Unidades Regionales de Análisis (URAs) definidas para este modelo: Sabana Centro y La Calera, Sabana Occidente, Sumapaz y Soacha, Alto Magdalena y Melgar y por último Gualivá<sup>3</sup>. El ejercicio de homogenización tributaria distingue la configuración fiscal de las cinco URAS a partir de las estadísticas recolectadas entre el 2000 al

---

<sup>1</sup> Artículo financiado a través del convenio de 2018 del proyecto denominado “Desarrollo de un simulador para modelar la ocupación de la ciudad región Bogotá D.C.”,

<sup>2</sup> Modelo de Equilibrio General Computable Espacial, Modelo de Estructura Urbana, Modelo de Transporte y Modelo LUTI.

<sup>3</sup> Estas URAs se conforman a partir de la agrupación de municipios del departamento de Cundinamarca, con excepción de Alto Magdalena y Melgar, que incluye Melgar el cual es un municipio del departamento del Tolima.

2018. En el estudio se utilizarán diversos enfoques relacionados con la definición de *clusters* para los municipios y para el cálculo del aumento de la relación ingresos tributarios a ingresos totales como criterio de homogenización, un sistema de ecuaciones fiscales y la maximización de la función de ingreso tributario  $\sum_i \phi_i B_i$  que corresponde a los vectores  $\phi_i$  (tasas impositivas) y  $B_i$  (base tributaria del impuesto  $i$ ) a fin de encontrar los montos adecuados para incrementar los ingresos tributarios provenientes de predial, industria y comercio y sobretasa a la gasolina. Los pasos metodológicos anteriores permitieron calcular el aumento de los ingresos tributarios, los cuales unidos con la estructura actual de dichos ingresos serán llevados a la sección contra factual del MEGCE para analizar los impactos de diverso orden que se pueden generar en la economía regional.

En este orden de ideas el artículo presenta la siguiente estructura: identificación de las principales fuentes tributarias en los territorios, indicadores de desempeño fiscal en las URAs de estudio, aplicación de criterios de homogenización tributaria en las URAs, descripción del modelo de equilibrio general computable espacial MEGCE que sirve de base para calcular los impactos regionales de los posibles cambios fiscales en las diferentes regiones de estudio, impacto contrafactual y por último las conclusiones.

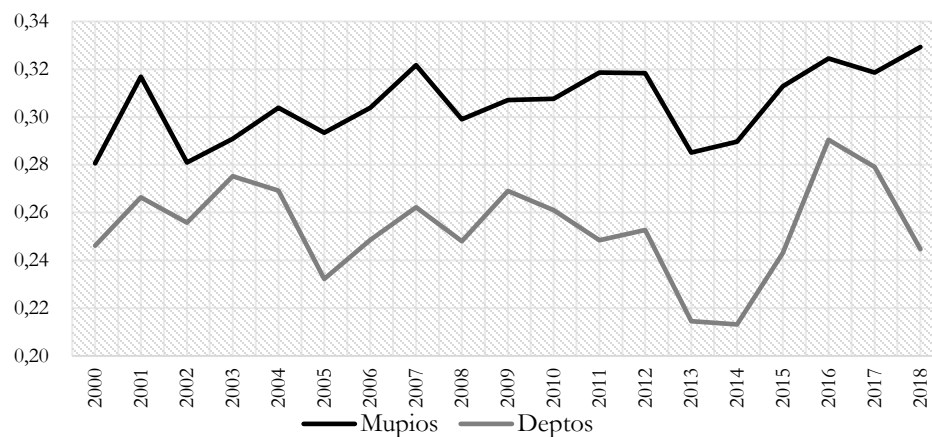
### **Principales fuentes tributarias en los territorios**

La Constitución Nacional sustenta que los principios básicos para el cobro de los impuestos corresponden a: justicia, equidad, eficiencia y progresividad, recursos pilares para la política pública del manejo estable de la economía, distribución del ingreso y asignación de recursos. Esto último, relacionado con la dotación de los servicios públicos tales como: educación, salud, agua potable, etc. (Serrano, 2014).

A partir de la información del Formulario Único Territorial (FUT), en la figura 1 se presenta la relación de los ingresos tributarios sobre los ingresos totales de los municipios y departamentos de todo el país, la cual permite evidenciar que esta relación tributaria es mayor para los municipios que para los departamentos, entendiendo que en el marco de las políticas de descentralización del

país, especialmente la ley 715 de 2001, los recursos del gobierno central principalmente se transfieren a los departamentos (Bonet, 2006), así como los municipios tienen más tipos de fuentes para la captación de recursos.

**Figura 1.** *Relación tributaria por municipios y departamentos del país 2000-2018*



Fuente: Cálculos propios con base en el formato único territorial (FUT)

Ahora bien, la tabla 1 presenta la composición municipal de cada una de las URAs (tabla 1), así como su importancia en el valor agregado de Cundinamarca. Las URAs representan el 77,4% de la economía del departamento, con mayor importancia Sabana Centro, Sabana Occidente y Sumapaz, explicado principalmente por su estrecha relación con Bogotá en términos de empleo, localización de la vivienda y comercialización de bienes y servicios.

**Tabla 1**

*Composición municipal de cada URA*

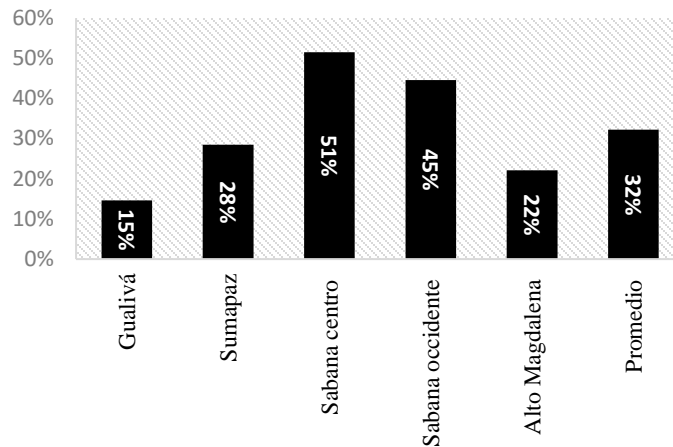
URA	Municipios	Participación sobre el Valor Agregado de Cundinamarca
<b>Sabana Centro</b>	Cajicá, Chía, Cogua, Cota, Gachancipá, La Calera, Nemocón, Sopó, Tabio, Tenjo, Tocancipá, Zipaquirá	32,3%
<b>Sabana Occidente</b>	Bojacá, El Rosal, Facatativá, Funza, Madrid, Mosquera, Subachoque, Zipacón	20,5%
<b>Sumapaz</b>	Soacha, Arbeláez, Cabrera, Fusagasugá, Granada, Pandi, Pasca, San Bernardo, Silvania, Tibacuy, Venecia	17,2%

<b>Gualivá</b>	Albán, La Peña, La Vega, Nimaima, Nocaima, Quebradanegra, San Francisco, Sasaima, Supatá, Útica, Vergara, Villeta	3,0%
<b>Alto Magdalena</b>	Agua de Dios, Girardot, Guataquí, Jerusalén, Nariño, Nilo, Ricaurte, Tocaima, Melgar*	4,4%

\*Melgar hace parte del departamento del Tolima, pero se tiene en cuenta dentro de la URA por ser un destino turístico importante para la región Bogotá-Cundinamarca. El porcentaje de participación no incluye el valor agregado de este municipio.

La figura 2 muestra la relación ingresos tributarios sobre ingresos totales para las URAs, en donde se refleja que Gualivá, Alto Magdalena y Sumapaz son las de mayor dependencia fiscal, a diferencia de las URAs de Sabana Centro y Sabana Occidente las cuales presentan menor dependencia fiscal, soportado en que son las URAs con mayor dinámica económica en el departamento.

**Figura 4. Relación tributaria promedio 2000-2018**



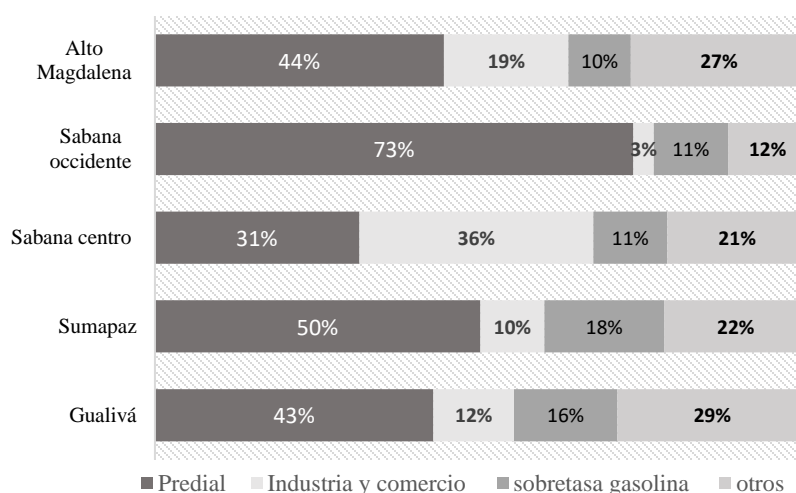
Fuente: cálculos propios con base en FUT

Esta relación para las URAs de Sabana Centro y Sabana Occidente, han mantenido su relación por encima del 40%, mientras Gualivá, Sumapaz y Alto Magdalena, en dicha relación no han superado el promedio del 32%. Para estas últimas tres URAs la mayor proporción de ingresos es mediante transferencias nacionales, en Gualivá, Sumapaz y Alto Magdalena los ingresos por concepto de transferencias nacionales representan respectivamente, 64% ,65% y 58% de los ingresos totales

Ahora bien, la figura 6 representa la distribución promedio de los ingresos tributarios para las cinco URAs, desde el año 2000 al 2018, la cual evidencia que el concepto con mayor participación dentro de los ingresos tributarios en las URAs es el de predial, seguido por el de industria y comercio y sobretasa a la gasolina. Por lo anterior, estos tres impuestos serán los sujetos de modificación para elaborar el análisis de homogenización propuesto en el presente documento. A continuación se presenta una breve descripción de los mismos:

**Figura 6:**

*Distribución en ingresos tributarios de la muestra 2000-2018*



Fuente: Cálculos propios con base en FUT

- El impuesto predial tiene como base gravable el avalúo catastral y diferentes tarifas según lo estipulen los estatutos tributarios de los municipios y Distritos, dado que son quienes tienen a su cargo la administración, recaudo y control. No obstante, este impuesto no tiene el mejor recaudo dado el rezago en el catastro. Según la Federación Colombiana de Municipios (2008), para mejorar esa situación se debe evitar el monopolio del IGAC en la realización de los avalúos dados sus altos costos derivados, lograr que las entidades públicas beneficiarias de la actualización catastral contribuyan a financiar el costo de los avalúos, reducir costos mediante la asociación de municipios colindantes, definir zonas geo-económicas las cuales permitan determinar con mayor grado de generalidad los precios

por metro cuadrado en la valoración de predios, así como valerse de los estudios efectuados para la estimación de la plusvalía o las contribuciones de valorización.

- El impuesto de industria y comercio, es un impuesto que se genera por el ejercicio o realización directa o indirecta de cualquier actividad industrial, comercial o de servicios en un determinado municipio y se causa independientemente si existe posesión o no del establecimiento de comercio, dado que la base son los ingresos netos generados por la actividad económica, y las tarifas administradas por cada ente territorial. Según Fenworth (2017) este impuesto es el segundo gravamen más oneroso para las empresas después del impuesto de renta.
- La Sobretasa a la gasolina: Según sentencias de la Corte Constitucional es una renta endógena de los municipios y es por tanto un impuesto de titularidad de las entidades territoriales y debe considerarse como un recurso propio inmune a la intervención legislativa. La ley 488 de 1998 en su capítulo vi, artículo 117 autoriza a los municipios, distritos y departamentos a adoptar la sobretasa a la gasolina. El hecho generador está constituido por el consumo de gasolina motor extra o corriente, nacional o importada, nafta o cualquier combustible o líquido derivado del petróleo que se utilice como carburante en motores de combustión interna diseñados para utilizarse con gasolina.

### **Selección y agrupación de municipios**

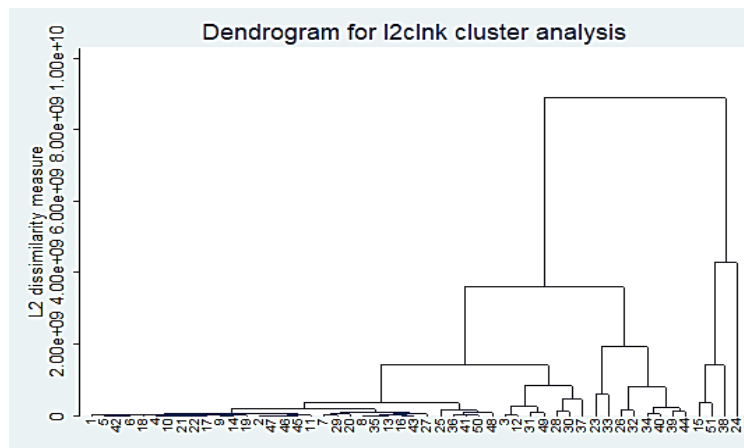
La relación tributaria promedio entre el 2000 al 2018 de todos los municipios de las URAs del estudio es cercana al 47%, cifra es superior a la relación tributaria promedio de todos los municipios del país (cercana al 30%) y evidencia, de otra parte, las mejores condiciones de estructura fiscal y económica en general que presentan algunas de las URAs de esta zona del país.

No obstante, para algunos de los municipios pertenecientes a las URAs alcanzar esa relación tributaria promedio del 47%, presentaría grandes dificultades debido a que se encuentran con promedios muy inferiores por la gran dependencia que tienen de las transferencias. Por lo anterior,

a través de la metodología *clúster*, se agruparon municipios con características socioeconómicas comunes como son las relacionadas con la población de cada municipio, el valor urbano rural, pago del impuesto predial, el consumo de energía eléctrica de tipo comercial e industrial y pago del impuesto de industria y comercio. La metodología utilizada muestra el siguiente *dendrograma* (figura 7), donde el eje de las X corresponde al número de orden dado a cada municipio y se puede observar la posibilidad de escoger de 5 a 6 grupos, que después de realizar diferentes pruebas se seleccionan 5 grupos, dado que un número mayor no aporta mayores diferencias.

**Figura 7**

*Clústers*



Fuente: Cálculos propios

La tabla 2 muestra las diferencias notables por grupos en los promedios de las variables utilizadas (valores mínimos, promedios y máximos) que suponen diversidad en los grupos seleccionados. Los grupos así seleccionados permiten reducir el impacto del aumento de la tributación por municipios, debido a utilización del promedio del grupo dado por la técnica del *cluster* y no el promedio general de los municipios sin agrupar, en cuyo caso no se tendría en cuenta las dimensiones y especificidades de cada uno de los municipios.

**Tabla 2**

*Diferencias por grupos- Resumen de las estadísticas*

Grupo	Población	Valor Urbano	predial	Energía	Industria y comercio
1	20070	1.68e+09	14696	6.67e+07	11653

	67394.75	2.34e+09	20284	1.46e+08	33095.75
	126409	3.61e+09	29397	3.50e+08	77065
2	2233	1.34e+07	128	16215	47
	5890056	4.67e+07	3.393.889	1241180	1750556
	12378	8.47e+07	675	1.60e+07	629
3	634.66	4.62e+09	24353	3.47e+07	9438
	87819.16	6.13e+09	37352.25	1.55e+08	41952
	139805	8.90e+09	61215	2.80e+08	70560
4	9059	1.38e+08	974	1960081	190
	15155.79	2.14e+08	2095571	1.88e+07	1396786
	23214	3.77e+08	4238	1.08e+08	5566
5	9711	5.98e+08	4681	3682558	1038
	38712.14	9.00e+08	7.815.286	3.62e+07	7969857
	136950	1.43e+09	11911	1.05e+08	23957
Total	634.66	1.34e+07	128	16215	47
	29012.19	1.05e+09	7.879.118	4.56e+07	10020.96
	139805	8.90e+09	61215	3.50e+08	77065

Por su parte, la tabla 3 muestra la clasificación de cada municipio en los 5 grupos seleccionados, donde los grupos 2 y 4 concentran la mayoría de los municipios del estudio (62,74%).

**Tabla 3**

*Clasificación de municipio por clúster*

Grupo	Grupo1	Grupo2	Grupo3	Grupo4	Grupo5
Municipios	Cajicá	Albán	Fusagasugá	San Francisco	La Vega
	Cota	La Peña	Chía	Sasaima	Villeta
	Tenjo	Nimaima	Funza	Arbeláez	La Calera
	Tocancipá	Nocaima	Soacha	Granada	Sopó
	Zipaquirá	Quebrada Negra		Silvania	Tabio
	Madrid	Supatá		Cogua	Facatativá
	Mosquera	Útica		Gachancipá	Ricaurte
	Girardot	Vergara		Nemocón	
		Cabrera		Bojacá	
		Pandi		El Rosal	
		Pasca		Subachoque	
		San Bernardo		Agua de Dios	
		Tibacuy		Nilo	
		Venecia		Tocaima	
		Zipacón			
		Guataqui			



---

Jerusalén  
Nariño

---

Fuentes: Elaboración propia

### Cálculo del incremento tributario

La metodología utilizada busca incrementar los ingresos tributarios correspondientes a predial, industria y comercio y sobretasa a la gasolina, debido a que son los impuestos principales de cada uno de los municipios y para los cuales se dispone de las estadísticas respectivas en el período 2000 a 2018, suministradas por el Formato Único Tributario (FUT). Los otros ingresos tributarios se dejan constantes en el presente ejercicio. Esta metodología contiene diversas ecuaciones fiscales, las cuales permiten el cálculo del incremento del recaudo tributario individual a fin de que los municipios seleccionados tengan la estructura fiscal esperada.

$$I_c = I_{tr} + \bar{I}_{ntr}$$

$$I_{tr} = \text{Predial} + \text{IndCo} + \text{SobreTgas} + \bar{O}I_{tr}$$

El incremento tributario necesario para alcanzar la relación ingresos tributarios respecto a los ingresos corrientes promedios de cada grupo (*cluster*) responde a las ecuaciones siguientes:

$$(\Delta I_{tr} + I_{tr}) / (I_t + \Delta I_{tr}) = r^*$$

$$(\Delta I_{tr} + I_{tr}) = r^* (I_t + \Delta I_{tr})$$

$$\Delta I_{tr}(1 - r^*) = r^* I_t - I_{tr}$$

$$\Delta I_{tr} = (r^* I_t - I_{tr}) / (1 - r^*)$$

Donde:

$I_t$ : Ingreso total

$I_c$ : Ingreso corriente

$I_{tr}$ : Ingresos tributarios

$I_{tri}$ : Ingresos tributarios i (predial, IndCo, sobreTgas)

$I_{trini}$ : Ingreso tributario inicial

$I_{trneto}^*$ : Ingreso tributario neto esperado

$\bar{I}_{\text{nttr}}$ : Ingresos no tributarios

$\overline{OI}_{\text{tr}}$ : Otros ingresos tributarios

$\Delta I_{\text{tr}}$ : Incremento en los ingresos tributario

$\emptyset_i$ : Vector de tasa implícita promedio del recaudo i

$B_i$ : Vector de base tributaria i

$r^*$ : relación incremento de ingresos tributarios a ingreso total

En la tabla 4 se aprecia el incremento tributario ( $\Delta I_{\text{tr}}$ , última columna) necesario para alcanzar la relación promedio del grupo entre los ingresos tributarios y los ingresos totales, para cada uno de los municipios escogidos a partir de registrados en el FUT en el 2018. La tabla muestra incrementos importantes para Zipaquirá, Girardot, Fusagasugá, Soacha y Facatativá. Esto sugiere que los ajustes tributarios deberán realizarse a partir de un plan a varios años, con metas claras relacionadas con tasas impositivas, bases tributarias y recaudos en el período establecido<sup>4</sup>.

**Tabla 4**

*Incremento tributario ( $\Delta I_{\text{tr}}$ ) por municipio / Millones de pesos*

Municipio	$I_t$	$I_{tr}$	Predial	IndCo	SobreTgas	Otros	$\Delta I_{tr}$
Tocancipá	151.147	86.898	23.009	51.997	1.266	10.626	2.602
Zipaquirá	153.457	53.741	18.573	14.701	3.776	16.691	43.930
Mosquera	154.998	86.927	29.398	43.970	5.747	7.812	7.897
Girardot	133.012	46.384	20.801	11.654	4.111	9.819	38.468
La Peña	15.940	919	129	120	44	626	782
Útica	9.815	897	290	150	89	368	114
Vergara	12.404	773	202	122	82	366	545
Pandi	11.412	869	341	84	93	351	325
San Bernardo	11.841	1.189	522	183	112	372	17
Venecia	6.696	513	187	70	29	227	187
Jerusalén	12.330	666	161	92	-	413	373
Fusagasugá	173.850	54.877	28.683	9.439	5.119	11.636	30.277
Soacha	440.863	112.031	35.159	45.625	11.117	20.130	43.035
San francisco	13.769	2.684	974	345	734	631	2.078
Sasaima	12.221	2.968	1.333	482	274	879	1.396

<sup>4</sup> Es importante aclarar que este ejercicio de homogenización tributaria fue diseñado y en gran parte ejecutado antes de la actual pandemia del coronavirus, motivo por el cual, programas como los aquí planteados tendrán que esperar hasta que se normalice la situación económica y fiscal de los territorios.

Arbeláez	13.627	1.894	1.033	191	120	550	1.424
Granada	16.098	3.383	1.103	769	961	550	2.613
Silvania	24.690	7.043	3.461	614	1.707	1.260	1.279
Nemocón	18.369	5.635	1.601	881	433	2.720	370
Bojacá	13.543	3.759	1.102	1.319	412	926	855
El Rosal	22.116	6.829	2.740	1.922	582	1.585	380
Agua de Dios	14.524	2.994	1.219	449	254	1.072	2.443
Tocaima	22.971	6.150	2.761	668	634	2.087	1.781
La Vega	21.402	8.703	4.682	1.038	1.109	1.874	3.737
Villeta	28.856	10.847	5.518	1.831	959	2.540	6.793
Tabio	24.084	10.514	5.771	1.038	784	2.921	2.778
Facatativá	131.413	44.856	11.912	23.957	4.296	4.691	39.925

Fuente: Cálculos propios

Después del cálculo del incremento de los ingresos tributarios totales por municipio es necesario distribuir este monto entre los impuestos de predial, industria y comercio y sobretasa a la gasolina, acción que se realizará a partir del peso relativo de cada uno de los tributos sobre los ingresos tributarios antes señalados en el año base (2018). Lo anterior responde al siguiente conjunto de ecuaciones:

$$I_{tr} = \Delta \text{Pred} + \Delta \text{IndCom} + \Delta \text{Sobrtagas} + \Delta \overline{O}I_{tr}, \text{ donde } \Delta \overline{O}I_{tr} = 0$$

En otras palabras, se supone constante los otros ingresos tributarios.

$$I_{tr} - \overline{O}I_{tr} = I_{tr\text{neto}}$$

$$\Delta I_{tr} = \Delta I_{tr}\text{Pred} / I_{tr\text{neto}} + \Delta I_{tr}\text{IndCo} / I_{tr\text{neto}} + \Delta I_{tr}\text{SobreTgas} / I_{tr\text{neto}}$$

Luego de la distribución del incremento total tributario entre predial, industria y comercio y sobretasa a la gasolina, se emplea el método de maximización de la función total  $\sum_i \phi_i B_i$  ( $i=1,2,3$ ), por municipio, sujeto de manera conjunta a las restricciones de valores menor o igual para la base inicial y el incremento del impuesto, con el objeto de analizar la posibilidad de aumentar las tasas, las bases tributarias o ambas a la vez.

Las dos categorías principales de los tributos a analizar corresponden a la tasa implícita aquí denominada  $\phi_i$  (tasa implícita del recaudo i) y la base tributaria del recaudo  $B_i$  (base del recaudo i). Como se podrá suponer son múltiples las tasas para cada uno de los tributos analizados, por comodidad y simplificación se utiliza una tasa promedio para el ejercicio inicial; sin embargo, de acuerdo con la mayor información disponible en cada uno de los municipios escogidos se podría ajustar y buscar un mejor promedio de dicha tasa.

Debido a que los aumentos en las tasas impositivas podrían tener dificultades, entre otras razones; a procesos legales y políticos complicados, en algunos casos del orden nacional y en otros en los consejos municipales, o que dicho aumento ocasione el traslado de ciudadanos, industriales, comerciantes, constructores, etc., a municipios vecinos, donde se pueda continuar disfrutando de las economías de agrupación a costos menores, como ha sido el caso de Bogotá y municipios vecinos. Por lo anterior, de acuerdo con las circunstancias propias de cada municipio el énfasis del incremento del recaudo se podrá colocar en el aumento de las tasas impositivas ( $\phi_i$ ) o en  $B_i$  (volumen base del recaudo i) el cual podría presentar algún margen de maniobra en términos de aumentos, clasificaciones, actualizaciones, etc. Para la obtención del vector  $B_i$  (volumen base del recaudo i) se utiliza la siguiente metodología:

$$\begin{aligned}
 I_{trneto}^* &= I_{trneto} + \Delta I_{tr} \\
 I_{trneto} &= \sum_i \phi_i B_i \\
 \Delta I_{tr} &= \Delta \sum_i \phi_i B_i \\
 I_{trneto}^* &= \sum_i \phi_i B_i + \Delta \sum_i \phi_i B_i = (\sum_i \phi_i B_i)^{*5}
 \end{aligned}$$

---

<sup>5</sup> Programación de maximización en Matlab para el cálculo de tasas y bases tributarias por municipio

```

% Ejemplo: Municipio n
% Maximizar Impuestos.m*
% Definición de variables
% Pred:          Predial inicial
% InPred:        Incremento del predial
% IndCom:        Industria y Comercio inicial
% InIndCom:      Incremento de industria y comercio
% SobreTgas:     Sobretasa a la gasolina
% InSobreTgas:  Incremento a la sobretasa a la gasolina
% fi1:          tasa inicial de predial

```

Gracias a la cantidad de municipios a los cuales se les calculó el incremento tributario (x) y limitaciones de espacio, en la tabla 5 solo se muestran, a manera de ejemplo, dos municipios por grupo, donde aparecen además de los valores para el 2018 de los impuestos de predial, industria y comercio, sobretasa a la gasolina ( $I_{trneto}$ ), los impuestos estimados, más la distribución por impuesto, a partir del incremento tributario por municipio seleccionado ( $\sum_i \phi_i B_i$ )\* y los valores de los vectores  $\phi_i$ ,  $B_i$  estimados para los mismos impuestos.

**Tabla 5**

---

```

% fi2:      tasa inicial de industria y comercio
% fi3:      tasa inicial de sobretasa a la gasolina
% B1:      base de predial
% B2:      base de industria y comercio
% B3:      base de sobretasa a la gasolina
% h1:      Porcentaje de participación de la base de predial
% h2:      Porcentaje de participación de industria y comercio
% h3:      Porcentaje de participación de sobretasa a la gasolina
% Modelo
% Max f=Itr=fi1*B1+fi2*B2+fi3*B3
% S a
% fi1*B1 <= (Pred + IncPred);
% fi2*B2 <= (IndCo + IncIndCo);
% fi3*B3 <= (SobreTgas + IncSobretgas);
% Datos
Pred      = 18572.65;
InPred    = 22,021.77;
IndCom    = 14700.91;
InIndCom  = 17,431.02;
SobreTgas = 3776.34;
InSobreTgas = 4,477.64;
fi1 = 0.006;
fi2 = 0.006;
fi3 = 0.185;
h1 = 0.5;
h2 = 0.8;
h3 = 1;
B1 = Pred/fi1 + InPred*h1/fi1
B2 = IndCom/fi2 + InIndCom*h2/fi2
B3 = SobreTgas/fi3 + InSobreTgas*h3/fi3
A= [B1 0 0
    0 B2 0
    0 0 B3];
b=[(Pred+InPred) (IndCom+InIndCom) (SobreTgas+InSobreTgas)];
f=[-fi1 -fi2 -fi3];
lb=zeros(2,1);
x=linprog (f,A,b)

```

## resultados del ejercicio:

Municipio	Concepto	Predial	IndCo	SobreTgas	Suma	$\Delta I_{tr}$
Tocancipá	<i>Ini_Itrneto</i>	23.009	51.997	1.266	76.272	2.602
	$\phi_i \beta_i, Fin_{-}(\sum \phi_i \beta_i)^*$	23.792	53.416	1.309	78.517	
	Vector $\phi_i$	0,0061	0,006	0,185		
	Vector $\beta_i$	3.900.300	8.902.600	7.077		
Zipaquirá	<i>Ini_Itrneto</i>	18.573	14.701	3.776	37.050	43.930
	$\phi_i \beta_i, Fin_{-}(\sum \phi_i \beta_i)^*$	40.431	31.988	8.254	80.673	
	Vector $\phi_i$	0,0082	0,0067	0,185		
	Vector $\beta_i$	4.930.600	4.774.300	44.616		
Útica	<i>Ini_Itrneto</i>	290	150	89	528	114
	$\phi_i \beta_i, Fin_{-}(\sum \phi_i \beta_i)^*$	353	182	108	642	
	Vector $\phi_i$	0,0066	0,0062	0,185		
	Vector $\beta_i$	53.479	29.321	581		
Vergara	<i>Ini_Itrneto</i>	202	122	82	407	545
	$\phi_i \beta_i, Fin_{-}(\sum \phi_i \beta_i)^*$	473	287	192	953	
	Vector $\phi_i$	0,0084	0,0068	0,185		
	Vector $\beta_i$	56.290	42.270	1.040		
Fusagasugá	<i>Ini_Itrneto</i>	28.683	9.439	5.119	43.240	30.277
	$\phi_i \beta_i, Fin_{-}(\sum \phi_i \beta_i)^*$	49.051	15.954	8.703	73.708	
	Vector $\phi_i$	0,0076	0,0065	0,185		
	Vector $\beta_i$	6.454.100	2.454.400	47.044		
Soacha	<i>Ini_Itrneto</i>	35.159	45.625	11.117	91.901	43.035
	$\phi_i \beta_i, Fin_{-}(\sum \phi_i \beta_i)^*$	51.346	66.898	16.323	134.568	
	Vector $\phi_i$	0,0071	0,0064	0,185		
	Vector $\beta_i$	7.231.900	10.452.868	88.232		
Arbeláez	<i>Ini_Itrneto</i>	1.033	191	120	1.344	1.424
	$\phi_i \beta_i, Fin_{-}(\sum \phi_i \beta_i)^*$	2.134	393	247	2.774	
	Vector $\phi_i$	0,0081	0,0067	0,185		
	Vector $\beta_i$	263.470	58.670	1.335		
Granada	<i>Ini_Itrneto</i>	1.103	769	961	2.833	2.613
	$\phi_i \beta_i, Fin_{-}(\sum \phi_i \beta_i)^*$	2.122	1.470	1.848	5.439	
	Vector $\phi_i$	0,0079	0,0066	0,185		
	Vector $\beta_i$	268.620	222.700	9.987		
Tabio	<i>Ini_Itrneto</i>	5.771	1.038	784	7.593	2.778
	$\phi_i \beta_i, Fin_{-}(\sum \phi_i \beta_i)^*$	7.850	1.409	1.071	10.330	
	Vector $\phi_i$	0,0069	0,0063	0,185		
	Vector $\beta_i$	1.137.700	223.700	5.787		
Facatativá	<i>Ini_Itrneto</i>	11.912	23.957	4.296	40.165	39.925
	$\phi_i \beta_i, Fin_{-}(\sum \phi_i \beta_i)^*$	23.776	48.027	8.566	80.369	
	Vector $\phi_i$	0,008	0,0067	0,185		
	Vector $\beta_i$	2.972.000	7.168.200	46.302		

Fuente: Elaboración propia

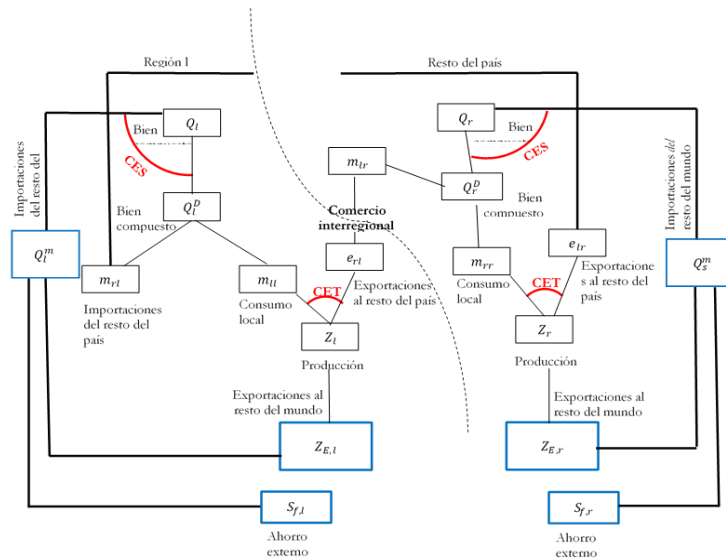
El ejercicio siguiente (parte 5) es incluir en el MEGCE los resultados del Tabla 4, relacionados con los incrementos de los ingresos tributarios calculados, con el objeto de analizar los posibles impactos que dichos impuestos acarrearán en la región de estudio.

### Especificación Modelo de Equilibrio General Computable Espacial (MEGCE)

#### Modelo

El MEGCE que tiene como unidades espaciales a Bogotá, las 5 URAs ya mencionadas y otra que agrupa el resto del país, recoge los aspectos walrasianos (versión de Arrow y Debreu), que representan la estructura actual de la economía colombiana para 2015, con la inclusión de aspectos espaciales de la región como el comercio interregional (Figura 1). A continuación, se señalan los elementos centrales del MEGCE que intervienen específicamente en esta aproximación de homogenización sin que ello agote la extensión y complejidad del modelo<sup>6</sup>:

**Figura 1:** Estructura de comercio regional y el resto del mundo



Fuente: (Rangel, 2018)

<sup>6</sup> Modelo MECGE elaborado en el marco del convenio “Desarrollo de un simulador para modelar la ocupación de la ciudad región Bogotá D.C.”

### Producción

La producción bruta del bien  $j$  de la región  $r$ , denotada como  $Z_{jr}$ , se modela a través de la forma de una función Leontief como se especifica en la ecuación 1

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

Donde las variables representan: los insumos para producir ( $X_{njr}$ ), valor agregado ( $Y_{jr}$ ) y los respectivos coeficientes técnicos ( $a_{ij}^{Y,X}$ ). Ahora bien, el valor agregado ( $Y_{jr}$ ) además esta especificado a través de una función CES, la cual denota la agregación de la forma funcional de los factores de producción de cada industria  $j$  en la región  $r$ , denotado en la ecuación 2 como  $F_{hjr}$ :

$$Y_{jr} = b_{jr} \left( \left( \beta_{hjr} F_{Lj,r} \right)^{\rho_{jr}} + \left( \beta_{hjr} F_{Kj,r} \right)^{\rho_{jr}} \right)^{\frac{1}{\rho_{jr}}} \quad (2),$$

donde  $\beta_{hjr}$  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  $\rho_{jr}$  el parámetro de sustitución de la función.

Por otra parte, la ecuación 3 denota la agregación de consumo intermedio del sector  $j$  en la región  $r$ :

$$X_{jr} = \min \left\{ \frac{X_{1jr}}{a_{1ij}^X}, \dots, \frac{X_{njr}}{a_{nij}^X} \right\}, \quad (3)$$

Donde  $a_{1ij}^X$  representa los coeficientes técnicos, y donde  $\sum_{i \in H} a_{1ij}^X = 1$ .

El modelo genera agregados a partir de relaciones óptimas anidadas, que permitan construir índices agregados de precios y cantidades. es necesario definir un precio. Así pues, los precios generados son

$$P_{jr}^Y Y_{jr} + \sum_{i \in I} P_{ijr}^X X_{jr} = P_{jr}^Z Z_{jr}, \quad \text{Donde } P_{jr}^Y Y_{jr} = \sum_{h \in H} P_{hjr}^F F_{jr}, \quad P_{jr}^X X_{jr} = \sum_{i \in I} P_{ijr}^X X_{ijr}$$

Se optimiza la ecuación con su respectiva ecuación de precios

$$\begin{aligned} Y_{jr} &= a_{ij}^Y Z_{jr}, \text{ para todo } j \in J, & X_{ijr} &= a_{ijr}^X Z_{jr}, \text{ para todo } j \in J \\ X_{ijr} &= a_{ijr}^X Z_{jr}, & X_{gjr} &= a_{gjr}^X Z_{jr}, & X_{ijr} &= a_{ijr}^X X_{jr}, \text{ para todo } j \in J \end{aligned}$$



$$X_{ijr} = \frac{a_{ijr}^X}{a_{gjr}^X} X_{gjr}$$

La ecuación siguiente resulta de reemplazar las anteriores condiciones de optimalidad en las ecuaciones de precios

$$P_{jr}^Y a_{ij}^Y Z_{jr} + \sum_{i \in I} P_{ijr}^X a_{ijr}^X Z_{jr} = P_{jr}^Z Z_{jr}, \quad \text{luego } P_{jr}^Y a_{ij}^Y + \sum_{i \in I} P_{ijr}^X a_{ij}^X = P_{jr}^Z$$

Índice de precios de la producción

$$P_{jr}^X = \sum_{i \in I} P_{ijr}^X a_{ij}^X$$

Índice de precios del consumo intermedio

Por último, se extrae la ecuación de índice de precios consistente con el modelo propuesto:

$$P_{jr}^Y = b_{jr}^{-1} \left( \sum_{h \in H} (\beta_{hjr})^{\frac{1}{1-\rho_{jr}}} (P_{hjr}^F)^{\frac{-\rho_{jr}}{1-\rho_{jr}}} \right)^{-\left(\frac{1-\rho_{jr}}{\rho_{jr}}\right)} \quad \text{con } \beta_{\rho} = (\beta_{hjr})^{\frac{1}{1-\rho_{jr}}}$$

## Importaciones interregionales

$r, l$  corresponde a regiones del país,  $i$  es el bien importado por la región  $l$ , cuyo origen es  $r$ ; conforme con la siguiente ecuación:

$$Q_{D,i,l} = m_{i,l} = \gamma_{i,l} \left( \sum_{r=1}^n \delta_{r,i,l} m_{r,i,l} \rho_l \right)^{\frac{1}{\rho_l}} \quad \gamma_{i,l} > 0, \quad \sum_{r=1}^n \delta_{r,i,l} = 1, \quad \delta_{r,i,l} \geq 0, \quad \rho_l < 1, \rho_l \neq 0$$

$m_{r,i,l}$  corresponde a los consumos del bien  $i$  local por la región  $l$  con origen la región  $r$ . La ecuación costo total de las importaciones regionales y la ecuación de importaciones totales

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

$p_{m_i,l}$  representa el índice de precios de las importaciones agregadas, comprado por la región  $l$  al resto de regiones;  $p_{r,i,l}$  es el precio del bien diferenciado  $i$  comprado por la región  $l$  a la región vendedora  $r$ ;  $t_{r,i,l}$  margen de transporte y de comercio. Se trata de:

$$\max_{\{m_{r,i,l}\}_{r=1,\dots,n}} m_{i,l} = \gamma_{i,l} \left( \sum_{r=1}^n \delta_{r,i,l} m_{r,i,l} \rho_l \right)^{\frac{1}{\rho_l}} \quad \text{s. a.} \quad \sum_{r=1}^n p_{r,i,l} (1 + t_{r,i,l}) m_{r,i,l} = I$$

Y el índice de índice de precios del bien nacional importado por la región  $l$  es

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

**4.3 Exportaciones:**  $r, l$  corresponde a regiones del país,  $i$  es el bien exportado  $i$  por la región  $r$ , cuyo origen es  $r$ ; está diferenciado por la localización nacional del destino  $l$ , conforme con la siguiente ecuación:

$$Z_{D_i,r} = e_{i,r} = \gamma_{i,r}^e \left( \sum_{l=1}^n \delta_{l,i,r}^e e_{l,i,r} \rho_r^e \right)^{\frac{1}{\rho_r^e}}, \quad \gamma_{i,r}^e > 0, \quad \sum_{l=1}^n \delta_{l,i,r}^e = 1, \quad \delta_{l,i,r}^e \geq 0, \quad \rho_r^e > 1$$

$e_{l,i,r}$  corresponde a las exportaciones del bien  $i$  efectuadas por la región  $r$  cuyo destino es la región  $l$ , la agregación es la frontera transformación tipo CET. Las ecuaciones de ingreso total de las exportaciones regionales y de exportaciones totales son:

$$\sum_{l=1}^n p_{l,i,r} e_{l,i,r} = I^e \quad \text{y} \quad p_{e_i,r} e_{i,r} = I^e$$

$p_{e_i,l}$  representa el índice de precios de las exportaciones agregadas, es decir, las ventas de la región  $l$  al resto de regiones;  $p_{l,i,r}$  es el precio del bien diferenciado  $i$  comprado por la región  $l$  a la región vendedora  $r$ ; Luego se trata de:

$$\max_{\{e_{l,i,r}\}_{l=1,\dots,n}} I^e = \sum_{l=1}^n p_{l,i,r} e_{l,i,r} \quad \text{s. a.} \quad \gamma_{i,r}^e \left( \sum_{l=1}^n \delta_{l,i,r}^e e_{l,i,r} \rho_r^e \right)^{\frac{1}{\rho_r^e}} = e_{i,r}, \quad e_{i,r} > 0$$

Y el índice de precios agregados para las exportaciones regionales  $p_{e_i,r}$  es

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

#### 4.4 Cierre interregional:

Sea  $Q_{D_i,l}$  el bien importado  $i$  por la región  $l$  el cual se diferencia por el origen  $r$  y se representa por la ecuación siguiente:

$$Q_{D_i,l} = m_{i,l} = \gamma_{i,l} \left( \sum_{r=1}^n \delta_{r,i,l} m_{r,i,l} \rho_l \right)^{\frac{1}{\rho_l}}, \quad \gamma_{i,l} > 0, \quad \sum_{r=1}^n \delta_{r,i,l} = 1, \quad \delta_{r,i,l} \geq 0, \quad \rho_l < 1, \quad \rho_l \neq 0$$

Dicho bien  $i$  exportado desde la región  $r$ , al destino  $l$ , conforme con la ecuación siguiente:

$$e_{i,r} = \gamma_{i,r}^e \left( \sum_{l=1}^n \delta_{l,i,r}^e e_{l,i,r} \rho_r^e \right)^{\frac{1}{\rho_r^e}}, \quad \gamma_{i,r}^e > 0, \quad \sum_{l=1}^n \delta_{l,i,r}^e = 1, \quad \delta_{l,i,r}^e \geq 0, \quad \rho_r^e > 1$$

Además, el gasto en los bienes importados de otras regiones está en función de los precios y las ecuaciones de costo total de las importaciones regionales e importaciones las cuales son en su orden

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

Asimismo, el ingreso recibido por los bienes exportados está en función de los precios y conforme con las ecuaciones de ingreso total de las exportaciones regionales

$$\sum_{l=1}^n p_{l,e_{i,r}} e_{l,i,r} = I^e, \quad p_{e_{i,r}} e_{i,r} = I^e, \quad p_{l,e_{i,r}} = p_{r,m_{i,l}}, \quad e_{l,i,r} = m_{r,i,l}, \quad p_{l,m_{i,r}} = p_{r,m_{i,l}}=1, \quad \text{para } l = r$$

Que refleja la identidad entre el valor por unidad de una mercancía exportada desde  $r$  al destino  $l$  y el valor por unidad de esa misma mercancía importada por la región  $l$ , donde se incluye los márgenes de transporte y comercio.

#### 4.5 Comercio exterior y consumo doméstico (Armington)

**Consumo:** sea  $Q_{i,l}$  el consumo del bien  $i$  en la región  $l$ , puede llegar del resto del mundo o provenir de la región  $l$  local, representada por la siguiente ecuación:

$$Q_{i,l} = \gamma_{Q_i} \left( \delta_{Q_{M_i,l}} (Q_{M_i,l})^{\rho_{Q_i}} + \delta_{Q_{D_i,l}} (Q_{D_i,l})^{\rho_{Q_i}} \right)^{\frac{1}{\rho_{Q_i}}}$$

$$\delta_{Q_{M_i,l}} + \delta_{Q_{D_i,l}} = 1, \quad \delta_{Q_{M_i,l}}, \delta_{Q_{D_i,l}} \geq 0, \quad \rho_{Q_i} < 1, \quad \gamma_{Q_i} > 0$$

Donde el costo de consumo del bien  $i$  está dado por las siguientes ecuaciones de gasto de consumo importado y doméstico

$$(1 + t_i^M)(1 + t_{i,l}^M) p_i^M Q_{M_i,l} + p_{i,l}^D Q_{D_i,l} = I^{Q_i}$$

$$0 \leq t_i^M < 1, \quad 0 \leq t_{i,l}^M < 1, \quad p_i^M, p_{i,l}^D > 0$$

En donde  $p_i^M$  es el índice de precios de las importaciones agregadas del resto del mundo;  $p_{i,l}^D$  es el precio del bien doméstico  $i$  comprado por la región  $l$ ; el parámetro  $t_i^M$  aranceles;  $t_{i,l}^M$  márgenes locales de transporte desde el resto del mundo hasta la región  $l$ ; y  $t_i^Q$  la tasa impositiva sobre los productos más los márgenes de comercio y de transporte. Así el problema de optimización por consumir corresponde a

$$Q_{M_i,l} = Q_{D_i,l} \left( \frac{(1 + t_i^M)(1 + t_{i,l}^M) \delta_{Q_{D_i,l}} p_i^M}{\delta_{Q_{M_i,l}} p_{i,l}^D} \right)^{\frac{1}{\rho_{Q_i}-1}}$$

Y el índice de precios resultante sería

$$p_{Q_i,l} = \frac{\gamma_{Q_i}^{-1} \left( \left( (1 + t_i^M)(1 + t_{i,l}^M) p_i^M (\delta_{Q_{M_i,l}})^{-\frac{1}{\rho_{Q_i}}} \right)^{\frac{\rho_{Q_i}}{\rho_{Q_i}-1}} + \left( p_{i,l}^D (\delta_{Q_{D_i,l}})^{-\frac{1}{\rho_{Q_i}}} \right)^{\frac{\rho_{Q_i}}{\rho_{Q_i}-1}} \right)^{\frac{\rho_{Q_i}-1}{\rho_{Q_i}}}}{(1 + t_i^Q)}$$

**Producción:**  $Z_{i,l}$  corresponde a la producción del bien  $i$  de la región  $l$  el cual puede ir al resto del mundo  $Z_{E_i,l}$  o al mercado local conforme con la siguiente ecuación

$$Z_{i,l} = \gamma_{Z_{i,l}} \left( \eta_{Z_{E_i,l}} (Z_{E_i,l})^{v_i} + \eta_{Z_{D_i,l}} (Z_{D_i,l})^{v_i} \right)^{\frac{1}{v_i}}, \quad \eta_{Z_{E_i,l}} + \eta_{Z_{D_i,l}} = 1, \quad \eta_{Z_{E_i,l}}, \eta_{Z_{D_i,l}} \geq 0, \quad v_i > 1, \quad \gamma_{Z_{i,l}} > 0$$

Y la ecuación de ingreso de la producción con destino doméstico y exportado y la ecuación de producción

$$(1 + t_i^E)(1 + t_{i,l}^E)p_i^E Z_{E_i,l} + p_{i,l}^D Z_{D_i,l} = I^{Z_i}, \quad 0 \leq t_i^E < 1, \quad 0 \leq t_{i,l}^E < 1 p_{i,l}^E, \quad p_{i,l}^D > 0, \quad \text{y} \quad (1 + t_i^Z)p_{Z_{i,l}} Z_{i,l} = I^{Z_i}, \quad 0 \leq t_i^Z < 1$$

Donde,  $t_{i,l}^E$  es el costo de poner en la frontera,  $t_i^E$  un impuesto o subsidio si es negativo,  $p_i^E$  el índice de precios de exportaciones agregadas;  $p_{i,l}^D$  el precio del bien doméstico  $i$  comprado por la región  $l$ ;  $t_i^E$  el gravamen o subsidio del gobierno; y  $t_i^Z$  es la tasa impositiva de la producción. Así del problema de optimización de la producción se obtiene

$$Z_{E_i,l} = Z_{D_i,l} \left( \frac{(1 + t_i^M)(1 + t_{i,l}^M)p_i^E \eta_{Z_{D_i,l}}}{p_{i,l}^D} \right)^{\frac{1}{v_i-1}}$$

Y el índice de precios

$$p_{Z_{i,l}} = \frac{\gamma_{Z_{i,l}}^{-1} \left( \left( (1 + t_i^E)(1 + t_{i,l}^E)p_i^E (\eta_{Z_{E_i,l}})^{-\frac{1}{v_i}} \right)^{\frac{v_i}{v_i-1}} + \left( p_{i,l}^D (\eta_{Z_{D_i,l}})^{-\frac{1}{v_i}} \right)^{\frac{v_i}{v_i-1}} \right)}{(1 + t_i^Z)}$$

**4.6 Comercio exterior y consumo doméstico más el módulo interregional de importaciones y exportaciones:** se fusiona en un solo módulo la estructura de comercio regional con el resto del mundo, que describe el siguiente diagrama (figura 1).

### El impacto contrafactual del incremento de los ingresos tributarios según el MEGCE

La tabla 6 muestra los incrementos tributarios calculados con anterioridad a nivel de municipio (tabla 4), los cuales se totalizan por URA. Los valores allí obtenidos ( $\Delta I_{tr}$ ) se introducen al MEGC

para medir el impacto en las regiones. Así, por ejemplo, Sabana Centro + La Calera tendría un incremento de los impuestos tributarios ( $\Delta I_{tr}$ ) de \$49.682 miles de millones lo cual representa un aumento de 14.3% sobre los ingresos totales, que corresponden a incrementos en predial (\$25.121 miles de millones), industria y comercio (\$19.696 miles de millones) y sobretasa a la gasolina (\$4.863 miles de millones).<sup>7</sup>

**Tabla 6**

*Resumen de los incrementos tributarios / millones de pesos*

Resumen de los incrementos tributarios por URA						
Región	IncPred	IncIndCO	IncSobretgas	$\Delta I_{tr}$	$\% \Delta I_{tr}$	$\% I_t$
Sabana Centro + La Calera	25,121	19,696	4,863	49,680	40.1%	14.3%
Sabana Occidente	15,306	28,741	5,010	49,057	38.5%	15.2%
Sumapaz+Soacha	39,773	29,124	10,261	79,158	54.0%	11.3%
Alto Magdalena + Melgar	24,881	13,259	4,926	43,066	100.6%	23.6%
Gualivá	9,627	3,254	2,563	15,444	75.3%	13.5%
IncPred	Incremento en predial					
IncIndCO	Incremento en industria y comercio					
IncSobretgas	Incremento en sobretasa a la gasolina					
$\Delta I_{tr}$	Incremento de los impuestos tributarios					
$\% \Delta I_{tr}$	Porcentaje de incremento de los impuestos tributarios					
$\% I_t$	Porcentaje de incremento tributario sobre los impuestos totales					

Fuente: cálculos propios

La información de los incrementos tributarios por municipios se introduce al MEGC de manera agregada, de acuerdo con el peso relativo que tienen los impuestos por ramas de actividad económica en cada una de las por URAs.<sup>8</sup> Las ramas con mayor peso tributario (tabla 7)

<sup>7</sup> Los municipios seleccionados para aumentar los ingresos tributarios corresponden a: Sabana Centro (Nemocón, Tabio, Tocancipá, Zipaquirá), Sabana Occidente (Bojacá, El Rosal, Facatativá, Mosquera), Sumapaz+ Soacha (Arbeláez, Fusagasugá, Granada, Pandi, San Bernardo, Silvania, Soacha, Venecia), Alto Magdalena+ Melgar (Agua de Dios, Girardot, Jerusalén, Tocaima), Gualivá (La Peña, La Vega, San Francisco, Sasaima, Útica, Vergara y Villeta)

<sup>8</sup> Las ramas en el caso de los impuestos a la producción corresponden a: agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca, explotación de minas y canteras, industrias manufactureras, electricidad, gas, vapor y aire acondicionado; distribución agua; aguas residuales, construcción de edificaciones, construcción de carreteras y vías, ingeniería civil, actividades especializadas construcción de edificaciones y obras de ingeniería civil, comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos; alojamiento y servicios de comida, transporte y almacenamiento, información y comunicaciones, actividades financieras y de seguros, actividades inmobiliarias, actividades profesionales, científicas y técnicas, administración pública y defensa; educación; salud humana y servicios sociales, actividades artísticas, de entretenimiento y recreación y otras actividades de servicios;

corresponden a los impuestos relacionados con comercio, actividades inmobiliarias y la administración pública, así por ejemplo, el 74.1% de la participación de los impuestos en Gualivá lo explican el comercio al por mayor y menor (20.3%), actividades inmobiliarias (20.17%), administración pública y defensa (33.63%). Se observa, además, que en Sabana Centro (SC) y Sabana Occidente (SO), aparecen con un peso relativo la industria manufacturera (URAs de mayor desarrollo), lo cual se refleja en una menor dependencia de la administración pública. Leer cuadro.

**Tabla 7**

<b>Agrupaciones con las mayores participaciones en los impuestos por URAs</b>						
<b>Concepto</b>	<b>Industrias manufactureras</b>	<b>Comercio al por mayor y al por menor, etc.</b>	<b>Actividades financieras y de seguros</b>	<b>Actividades inmobiliarias</b>	<b>Administración pública y defensa, etc.</b>	<b>Participación</b>
SC	8.67%	30.45%	10.00%	15.07%	15.29%	79.48%
SO	8.43%	25.46%	10.01%	14.52%	18.91%	77.33%
SS		19.08%		24.14%	26.00%	69.22%
AM		20.89%		20.50%	27.77%	69.16%
G		20.30%		20.17%	33.63%	74.10%
Promedio	8.55%	23.24%	10.00%	18.88%	24.32%	73.86%

Fuente: MEGC; SC: Sabana Centro; SO: Sabana Occidental; SS: Soacha+ Sumapaz; AM: Alto Magdalena+ Melgar; G: Gualivá.

En la tabla 8 se muestra que el impacto promedio en el valor agregado es menor al 1%, salvo en las URAs Alto Magdalena (-1.62) y Gualivá (-1.02) las de menor desarrollo económico. Se aprecia, además, que las actividades con mayor impacto (superior al 1.5% del promedio) corresponden a actividades financieras, seguros e inmobiliarias y en las URAs de mayor desarrollo (SC, SO) la información y comunicaciones.

**Tabla 8**

<b>Valor agregado regional promedio y mayores impactos</b>		
<b>Sabana centro</b>	Promedio	-0.339867%
	Información y comunicaciones	-0.822545%
	Actividades financieras y de seguros	-1.403973%
	Actividades inmobiliarias	-0.902759%
<b>Sabana occidente</b>	Promedio	-0.659006%
	Información y comunicaciones	-1.488128%
	Actividades financieras y de seguros	-3.251645%
	Actividades inmobiliarias	-1.002791%
<b>Soacha +Sumapaz</b>	Promedio	-0.762267%
	Actividades financieras y de seguros	-2.820300%
	Actividades inmobiliarias	-1.880035%
<b>Alto Magdalena</b>	Promedio	-1.616092%
	Actividades financieras y de seguros	-5.689665%
	Actividades inmobiliarias	-3.447970%
<b>Gualiva</b>	Promedio	-1.022751%
	Actividades financieras y de seguros	-3.867561%
	Actividades inmobiliarias	-2.975569%

Fuente: MEGC

Es importante precisar que el MEGC incluye el choque de gasto del gobierno financiado con los nuevos impuestos, en consonancia con la estructura del modelo de acuerdo con las proporciones de gasto del gobierno, eso efectivamente hace casi neutro el efecto en la economía, aunque negativo, con reasignaciones sectoriales.

Por su naturaleza, los modelos CGE son esencialmente distributivos, más no de crecimiento. Contemplan un gran número de sectores, pero no incorporan un tratamiento endógeno de la acumulación de factores y el cambio tecnológico. Por ende, son utilizados especialmente para describir la asignación de recursos a través de los sectores y agentes de la economía. (Steiner, 2017, pág. 12)

En otros términos, el MEGC contempla los estímulos intersectoriales de gasto y jalonamiento dado por la demanda y oferta de bienes y servicios, sin lograr capturar los efectos de la inversión, ahorro, crédito, acervo de capital, cambio tecnológico, efectos éstos aprehendido en los modelos de equilibrio dinámico que sí tienen en cuenta los factores aludidos.

En resumen, se aprecia primero que el impacto negativo global del incremento de los impuestos en el valor agregado no es significativo un MEGC estático, segundo, al inyectar en la economía los recursos obtenidos de los nuevos recursos públicos, dirigidos éstos a sectores clave, con mayor capacidad multiplicadora, un modelo de equilibrio general de tipo dinámico, recogería los impactos positivos del posible cambio tecnológico originado por las inversiones en obras

públicas, educación y salud, lo cual mostraría la viabilidad de una política impositiva de esta naturaleza.

**Tabla 9**

<b>Promedios de incrementos de impuestos</b>		
<b>URA</b>	<b>Producción Municipales</b>	<b>Productos Municipales</b>
Sabana Centro + La Calera	11.05%	9.96%
Sabana Occidente	23.13%	21.78%
Soacha + Sumapaz	47.52%	41.38%
Alto Magdalena + Melgar	47.43%	31.85%
Gualiva	46.12%	61.48%
Fuente MEGC		

La tabla 9 resultado del MEGC, relacionado con los incrementos promedios de los impuestos en cada una de las URAs, muestra que los impuestos a la producción (predial e industria y comercio) para Sabana Centro+ la Calera y Sabana Occidente (URAs de mayor desarrollo) son cercanos a los incrementos de los impuestos a los productos (gasolina), pero inferiores al resto de URAs.

## **Conclusiones**

El presente trabajo tiene como objetivo analizar el posible impacto del ejercicio de homogenización tributaria para varios municipios que tienen una estructura tributaria dependiente de las transferencias del orden nacional y departamental, en especial, las provenientes del sistema general de participaciones, es decir, de los ingresos corrientes de la nación, lo cual hace cada vez más difícil dar apoyo a las inmensas necesidades de los municipios del país en materia de educación, salud, agua potable, ambiente, etc.

Para lograr el objetivo se seleccionaron a través de clúster los municipios con mayor dependencia tributaria a partir de grupos formados por características comunes como son la población de cada municipio, el valor urbano rural, pago del impuesto predial, el consumo de energía de tipo comercial e industrial, pago del impuesto de industria y comercio, a los grupos así obtenidos se les aplicó una metodología para incrementar los recursos tributarios relacionados con predial, industria y comercio y sobretasa a la gasolina.



La metodología utilizada calcula los incrementos tributarios a nivel municipal, para luego agregarlos por URAs (ponderados por el peso tributario de las diferentes ramas) e introducirlos en el MEGC, lo cual permite observar que el impacto negativo en el valor agregado por URA es reducido y, si se supone, que los nuevos recursos fiscales son invertidos, por ejemplo en: educación, salud, obras públicas, etc., un modelo de equilibrio dinámico recogería los impactos positivos dados por los posibles cambios tecnológicos originados que en el tiempo por dichas inversiones.

## Referencias

- Burfischer, M. E. (2011). *Introduction to Computable Equilibrium Models*. New York: Cambridge University Press.
- Consulta Estados Financieros. (s.f.). Obtenido de CONTADURÍA GENERAL DE LA NACIÓN: [https://www.chip.gov.co/schip\\_rt/index.jsf](https://www.chip.gov.co/schip_rt/index.jsf)
- CUNDINAMARCA, D. D. (2016). *INFORME DE LA EVALUACION DEL DESEMPEÑO INTEGRAL MUNICIPAL PARA LA VIGENCIA 2015*. Bogotá.
- Departamento Nacional de Planeación. (2019). *DeptosMupios\_Base operaciones efectivas de caja 2000\_2018*. Bogota.
- DNP. (s.f.). Obtenido de Ejecuciones presupuestales 2000-2012: <https://www.dnp.gov.co/programas/desarrollo-territorial/Paginas/ejecuciones-presupuestales.aspx>
- DNP. (2019). *CIRCULAR 0006-4*. Bogotá.
- DNP. (s.f.). *MISIÓN SISTEMA DE CIUDADES*. Bogotá.
- Federación Colombiana de Municipios. (2008). *Tributación Municipal para la Equidad y el Desarrollo -Memorias del Primer foro nacional de autoridades*. Santa Marta.
- Fenworth, A. E. (6 de marzo de 2017). *Los impuestos colombianos son anticompetitivos*. Obtenido de <https://www.incp.org.co/los-impuestos-colombianos-son-anticompetitivos/>
- Guerrero, G. A. (2019). *DESARROLLO DEL MARCO CONCEPTUAL DE LA OBLIGACIÓN TRIBUTARIA Y ANTECEDENTES EN EL DERECHO COLOMBIANO*. En U.D.C.A. Bogotá.
- mendoza, A. P. (s.f.). *Conferencia MEGC*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Kd4ANKMIZyg&t=3s>
- Mendoza, A. P. (s.f.). *Conferencia MEGC*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Kd4ANKMIZyg&t=3s>
- Nobuhiro Hosoe, K. G. (2010). *Textbook of Computable General Equilibrium Model*. New York: Palgrave Macmillan.
- Rangel, E. C. (2018). *DOCUMENTO GENERAL AVANCE\_ INFORME MEGCE*. Bogotá.

- Serrano, M. G. (2014). Los impuestos territoriales en Colombia y la inequidad social. *Corporación Universitaria Republicana*.
- Steiner, R. S.-R. (2017). *UN MODELO DE EQUILIBRIO GENERAL DINÁMICO PARA LA EVALUACIÓN DE LA POLÍTICA ECONÓMICA EN COLOMBIA* . Bogotá: Fedesarrollo.
- T., M. ( 1998). *A Spatial Computable General Equilibrium Approach for Measuring Multiregional Impacts of Large Scale Transportation Projects*. In.: Lundqvist L., Mattsson LG.
- Varian, H. (1993). *Análisis Microeconómico*. Barcelona: Antoni Bosch.