

# Una matriz insumo producto (MIP) multirregional para Colombia, 2018

**Jaime Vallecilla**  
Consultor CEPAL  
Naciones Unidas



NACIONES UNIDAS

CEPAL



ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.



UNIVERSIDAD  
SERGIO ARBOLEDA



cooperación  
alemana  
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)

Una Matriz de insumo producto multirregional para Colombia 2018.

# Temario

---

- Aspectos metodológicos del insumo producto;
- Matrices nacionales versus matrices regionales (matriz multirregional);
- Supuestos y desafíos sorteados en el proceso de ensamble;
- Selección sectorial y regional.

# Aspectos metodológicos del análisis insumo-producto: matrices nacionales y multirregionales

# Aspectos metodológicos del Modelo Insumo Producto (IO)

---

- **El análisis insumo-producto permite:**
  - Conocer y cuantificar la interrelación de las actividades económicas;
  - Conocer el intercambio de bienes y servicios con otras regiones del país y otros países,
  - Descomponer el consumo y la inversión;
  - Desagregar la participación de los factores en el valor agregado generado en las economías de un país(es) y región(es) o entidades territoriales más pequeñas.
- **Las primeras matrices y tablas Insumo Producto (I-O) se elaboraron para países:**
  - Leontief: Estados Unidos (1930 y 1940);
- **A mediados de los cincuenta se elaboraron matrices regionales:**
  - Moore and Petersen: Utah 1955;
  - Isard and Kuenne: 1953 New York - Philadelphia
- **En los años setenta se elaboraron matrices con sectores específicos:**
  - Kubursi y *otros*: Toronto 1975;

# La MIP como herramienta de análisis económico

---

- La MIP de un país permite medir y describir las interrelaciones productivas de una economía, incluyendo los vínculos que surgen del comercio con el resto del mundo.
- Las MIP multi-países permiten medir las interrelaciones productivas entre economías.
- Las matrices insumo producto multirregiones permiten el análisis de las interrelaciones productivas entre diversas regiones de un mismo país.

# La MIP como herramienta de análisis económico

---

Fuentes para elaboración MIP:

- Cuentas Nacionales
- Censos económicos
- Encuestas de gastos e ingresos de hogares



Así se construyen los Cuadros de Oferta y Utilización (COU)

Las tablas simétricas son las más utilizadas (tecnología de industria y producto)

# La MIP como herramienta de análisis económico

- **Esquema 1.** Estructura simplificada de una MIP simétrica nacional

	Sectores j					Demanda final			Empleos totales	
	1	2	3	...	N	C	FBC	e		
Sectores i	1	Demanda intermedia: Insumos, consumos o usos intermedios (Z)					y			Valor Bruto de Producción (VBP)
	2									
	3									
	⋮									
	N									
Importaciones	Insumos intermedios importados (Z <sup>M</sup> )									
	Impuestos, fletes y seguros									
Valor agregado (VAB)	Remuneración de asalariados									
	Excedente Bruto de Explotación									
	Impuestos menos subsidios									
Recursos totales	Valor Bruto de Producción (VBP)									

# Aspectos metodológicos I-O - Tabla (Uni)regional

---

- Una tabla (uni)regional es similar a una nacional, si bien es necesario medir y presentar separadamente los flujos de ventas a otras regiones y de compras originadas en otras regiones, además de los flujos de comercio exterior (M y X)



## Aspectos metodológicos -Tabla (uni)regional

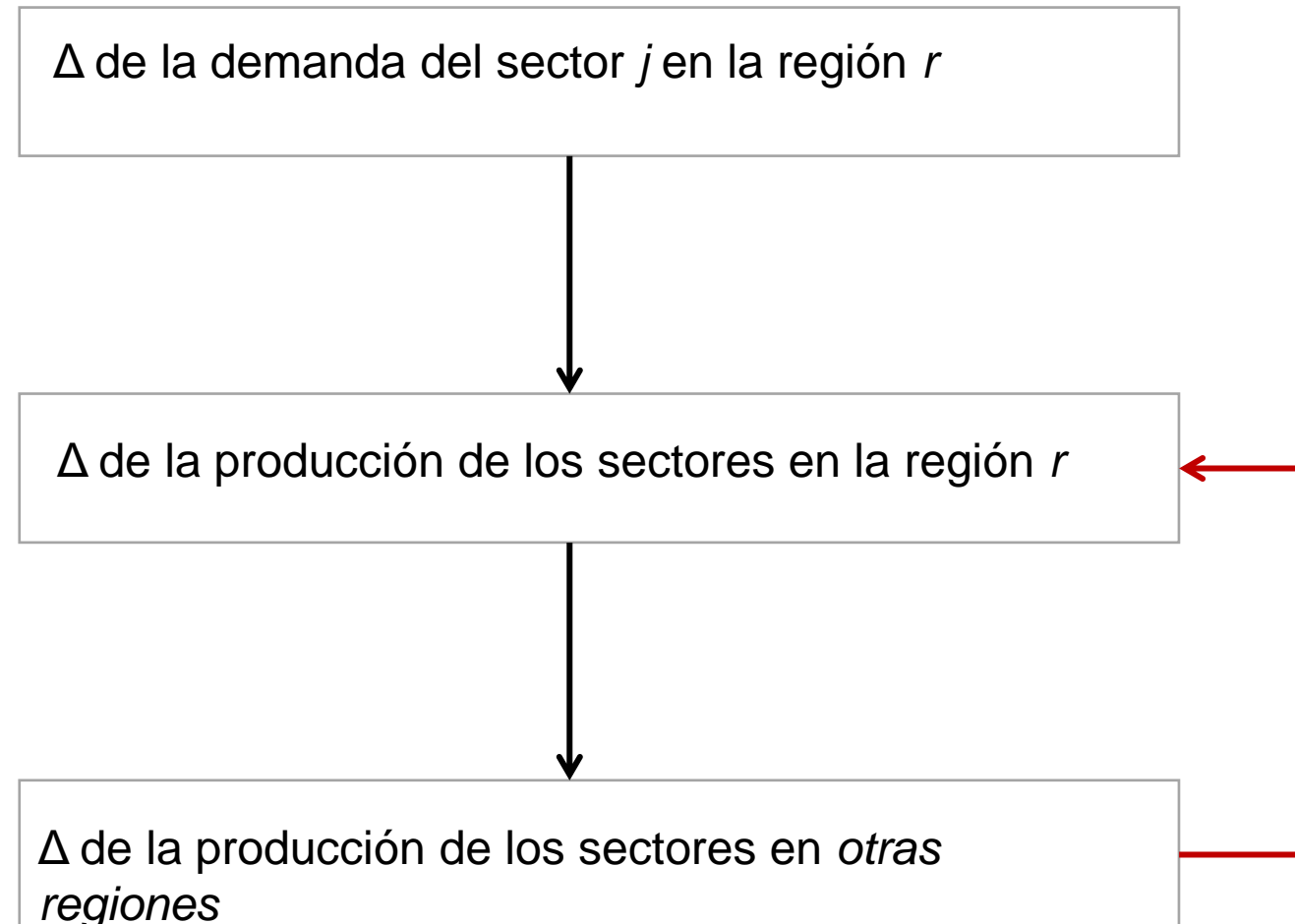
---

- Aun si una tabla incluye el valor total de los flujos interregionales de bienes y servicios ( $M_c$  y  $E_c$ ), no se pueden identificar las regiones de donde provienen o hacia donde se dirigen los flujos interregionales de bienes y servicios ni su magnitud y, por tanto, no se captan los efectos de repercusión.

**M = Importaciones**

**E = Exportaciones**

# Esquema del efecto de repercusión (“spillover effect”)



# Tabla (Uni)regional (Departamento de Caldas)

- Esta tabla I-O 3 x 3 sectores representa la economía de Caldas (año 2012)

Caldas: Tabla U (c x i) insumos regionales en precios básicos versión reducida, 2012 (miles de millones de \$)

Sectores Productos	Recursos	Industria	Construcción,	Comercio	Total DI	Consumo final		FBC	Exportaciones		Total DF	Total Demanda	
	naturales	manufacturera	energía, agua, etc.	y servicios		Hogares (*)	Gobierno	FBCF	Variación inventarios	E <sub>w</sub>			E <sub>c</sub>
Recursos naturales	31	540	10	33.8	615	298	0	85	-9	9	252	635	1,250
Industria	60	611	312	239.4	1,222	977	6	36	21	912	832	2,784	4,006
Construcción, energía, agu	10	72	286	186.6	554	281	0	1,598	0	0	333	2,212	2,766
Comercio y servicios	89	481	417	1,955	2,943	3,093	2,254	76	0	0	215	5,639	8,582
Total insumos intermedios	190	1,705	1,025	2,415	5,334	4,650	2,260	1,794	12	921	1,632	11,269	16,603
Producción bruta	1,293	3,987	2,742	8,582	16,603								
VAB	956	1,362	1,461	5,430	9,209								
W	456	334	443	3,303	4,536								
GOS	497	987	962	2,004	4,451								
Tx-s	3	41	55	123	222								
M <sub>w</sub>	65	231	140	381	816	106	0	0	14			120	936
M <sub>c</sub>	82	688	117	356	1,244	1,248	2	111	37			1,397	2,641
L	98,662	37,292	28,717	239,040	403,710								

Fuente: Cálculos propios

# Modelos de dos o más regiones –IRIO y MRIO

---

- Existen dos enfoques dependiendo de si se dispone de un conjunto completo de datos intrarregionales e interregionales o de si –como es lo más frecuente- no se conocen y es necesario estimarlos.
- El primero se conoce como Intrarregional Input-Output (IRIO) y el segundo como Multiregional Input-Output (MRIO). Son diferentes y su estructura matricial también
- El MRIO utiliza una matriz de coeficientes *técnicos* regionales  $\mathbf{A}^r$  y no una matriz de coeficientes de *insumos* regionales  $\mathbf{A}^{rr}$ . Es decir, sólo requiere el valor del insumo  $i$  proveniente del sector  $j$  y no la región de origen del insumo.

# Metodología – Etapas de elaboración de una MRIO

1. Agregación de sectores y selección de regiones de la matriz insumo-producto interregional (MRIO) para Colombia. La agregación de sectores tiene en cuenta los planteamientos de Miller and Blair (2022) sobre este tema y la disponibilidad de la información disponible **(sobre este punto volveremos más adelante)**
2. Elaboración de matrices de oferta ( $S$ ) y de uso intermedio doméstico ( $U^d$ ) para cada región y matriz  $A$ , que ensambla las matrices  $U^d$
3. Elaboración una matriz origen-destino de los flujos de bienes y servicios interregionales
4. En la cuarta etapa se elabora la matriz  $C$ , una matriz diagonal cuyos elementos describen los flujos *interregionales*  $\hat{c}^{rs}$  y  $\hat{c}^{rs}$  e *intrarregionales*  $\hat{c}^{ss}$  y  $\hat{c}^{rr}$
5. Elaboración de los vectores de exportaciones e importaciones de bienes para cada región y de demanda final
6. En el último paso se presentan las expresiones correspondientes a la matriz de Leontief modificada para realizar las simulaciones de impacto y otras



## Metodología – Etapas de elaboración de una MRIO

---

- ② Se estiman los coeficientes técnicos regionales, al final de la cual se obtiene una matriz  $A$  de las nueve regiones  $270 \times 270$

$$A = \begin{bmatrix} A^1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & A^9 \end{bmatrix}$$

- ③ Se elabora una matriz origen-destino de los flujos de bienes y servicios interregionales a partir de información disponible, sin importar el sector de destino en la región receptora; es decir, sin diferenciar entre bienes y servicios intermedios y de demanda final

Región de origen	Región de destino			
	1	2	...	$p$
Sectores				
1	$z_{11i}$	$z_{12i}$	...	$z_{1pi}$
2	$z_{21i}$	$z_{22i}$	...	$z_{2pi}$
⋮	⋮	⋮	...	⋮
$p$	$z_{p1i}$	$z_{p2i}$	...	$z_{ppi}$
Total	$T_{1i}$	$T_{2i}$	...	$T_{pi}$

Fuente: Adaptado de Miller and Blair (2009 y 2022)

La suma en cada columna representa el total de los envíos del producto  $i$  a la región dada desde todas las regiones. Así, tomando como ejemplo la columna 2 el total  $T^2_i$  corresponde a:

$$T^2_i = z_i^{12} + z_i^{22} + \dots + z_i^p$$



## Metodología – Etapas de elaboración de una MRIO

- ④ Dividiendo cada elemento de la columna 2 por el total  $T_i^s$ , se llega a coeficientes que representan la *proporción* de todo el producto  $i$  que se origina en cada región  $r$  ( $r = 1, 2, \dots, p$ ) y esa proporción se nota  $c^{rs}$

$$c_i^{rs} = z_i^{rs} / T_i^s$$

Para cada par de origen-destino de regiones, los coeficientes se pueden representar como el vector columna  $\mathbf{c}^{rs}$  del enésimo elemento:

$$\mathbf{c}^{rs} = \begin{bmatrix} c_1^{rs} \\ \vdots \\ c_n^{rs} \end{bmatrix}$$

Cada elemento muestra la proporción del monto total de cada producto utilizado en  $s$  que proviene de  $r$ .

- ④ A continuación, se construyen las matrices diagonales de flujos *interregionales*  $\hat{c}^{rs}$  e *intrarregionales*  $\hat{c}^{ss}$  y la matriz  $\mathbf{C}$  (ensamble de las anteriores)

$$\mathbf{v}^{rs} = \begin{bmatrix} c_1^{rs} & 0 \dots & 0 \\ 0 & c_2^{rs} & \vdots \\ 0 & 0 & c_n^{rs} \end{bmatrix}$$

$$\hat{c}^{ss} = \begin{bmatrix} c_1^{ss} & 0 \dots & 0 \\ 0 & c_2^{ss} & \vdots \\ 0 & 0 & c_n^{ss} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{C} = \begin{bmatrix} \hat{c}^{rr} & \hat{c}^{rs} \\ \hat{c}^{sr} & \hat{c}^{ss} \end{bmatrix}$$

## Metodología – Etapas de elaboración de una MRIO

---

- ⑤ Se elaboran los vectores de exportaciones de bienes y servicios para cada región y de demanda final

$$Ew = \begin{bmatrix} e^1 \\ \vdots \\ e^9 \end{bmatrix}$$

$$f = \begin{bmatrix} f^1 \\ \vdots \\ 9 \end{bmatrix}$$

- ⑥ Se agrupan matrices y vectores para obtener la expresión de la nueva producción

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

$$(I - CA)x = Cf$$

$$x = (I - CA)^{-1}Cf$$

# La Matriz insumo-producto Multirregional: Un ejemplo de 3 regiones

- **Esquema 2.** Estructura de una Matriz multirregional de 3 regiones

	Demanda intermedia			Demanda final				Ajustes preliminares	Producción total (VBP)
	Región A	Región B	Región C	Región A	Región B	Región C	Resto del Mundo		
Región A	$Z^{A,A}$	$Z^{A,B}$	$Z^{A,C}$	$F^{A,A}$	$F^{A,B}$	$F^{A,C}$	$X^{A, Rdm}$	$Pr^A$	$VBP^A$
Región B	$Z^{B,A}$	$Z^{B,B}$	$Z^{B,C}$	$F^{B,A}$	$F^{B,B}$	$F^{B,C}$	$X^{B, Rdm}$	$Pr^B$	$VBP^B$
Región C	$Z^{C,A}$	$Z^{C,B}$	$Z^{C,C}$	$F^{C,A}$	$F^{C,B}$	$F^{C,C}$	$X^{C, Rdm}$	$Pr^C$	$VBP^C$
Importaciones desde el resto del mundo (Rdm)	$Z^{Rdm,A}$	$Z^{Rdm,B}$	$Z^{Rdm,C}$						
Fletes y seguros	$SFZ^A$	$SFZ^B$	$SFZ^C$						
Insumos totales	$IT^A$	$IT^B$	$IT^C$						
Valor agregado a precios básicos	$VAB^A$	$VAB^B$	$VAB^C$						
Producción total	$VBP^A$	$VBP^B$	$VBP^C$						

Demanda final (Y)

Insumos intermedios (Z)

Valor Agregado (VAB)

Insumos intermedios Región A desde la propia Región A

Insumo intermedios intrerregionales de Región A desde Región B

# 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 Subnacional 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
<b>8 departamentos seleccionados</b>	<b>60</b>	<b>74</b>	<b>77</b>	<b>79</b>	<b>93</b>	<b>97</b>	<b>90</b>
9.- Otros 25 departamentos	40	26	23	21	7	3	10
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

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 <sup>23</sup> (18% del VAB)

## Dificultades y supuestos en la elaboración de una MRIO

---

- En la literatura existente sobre el tema se ha señalado la discrepancia entre el número de matrices multi-países (IRIO) y sus aplicaciones y el de las MRIO en el nivel sub-nacional.
- La principal discrepancia reside en la menor disponibilidad de la información requerida para la construcción de las MRIO en el nivel sub-nacional. Como el costo de elaborar esta información es muy alto, hay que desarrollar métodos que regionalicen una matriz nacional existente construyendo un conjunto de tablas unirregionales, que luego se ensamblan por medio del comercio interregional.



## Dificultades y supuestos en la elaboración de la MRIO 9 Colombia

---

- Aunque el DANE publica regularmente datos de varias actividades –entre ellos el PIB de Bogotá y Departamentos- que sirven de apoyo a las labores de construcción de la MRIO 9. Asimismo, la información publicada por otros organismos gubernamentales también se puede utilizar directamente o facilita la estimación de datos para estas labores.
- En la construcción inicial de las matrices regionales se supone la misma estructura de insumos intermedios de la matriz Ud nacional en las regiones, debido a que excepto industria manufacturera, no hay estructura de insumos intermedios por sector y región. En una versión final se ajustarán algunos sectores manufactureros con la EAM - DANE .
- En servicios, la información es muy restringida y en algunos sectores no es posible medir los flujos interregionales

## Fuentes principales de información – dificultades y ajustes

Fuente	Datos	Dificultades / ajustes
DANE	EAM matrices productos y materias primas Bogotá + departamentos  EAM archivo completo PIB 25 actividades solicitada por el consultor COU Cuentas Nacionales solicitada por CEPAL y no publicada	Producción bruta e insumos intermedios manufactureros se ajustan en CN Reserva estadística Desagregación insuficiente Desagregación insuficiente
DIAN	SIEX - Exportaciones e importaciones	Las importaciones están concentradas en Bog +Cun +Ant + Vall
Ministerio de Transporte	Matriz O-D carga por carretera municipios y departamentos	Las cifras provienen de una muestra sin factor de expansión
Aerocivil Ministerio de Minas SUI DANE	Matriz O-D pasajeros salidos y entrados Generación de energía según fuente  Consumo de energía eléctrica Transporte Terrestre y alojamiento –Cuenta satélite de turismo	Bog y Cun no se separan

Síguenos en:



<https://www.cepal.org/es>



[https://twitter.com/cepal\\_onu](https://twitter.com/cepal_onu)



<https://www.facebook.com/cepal.onu>



<https://www.youtube.com/user/CEPALONU>



<https://www.flickr.com/photos/cepal>



Ciudades Inclusivas, Sostenibles e Inteligentes (CISI)