



Munich Personal RePEc Archive

# **Construction of an updated Input-Output Matrix using the COU 2019**

Michelena, Gabriel Nicolas

Universidad de Buenos Aires

20 November 2023

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/119228/>  
MPRA Paper No. 119228, posted 28 Nov 2023 07:33 UTC

# **Construcción de una Matriz Insumo Producto partir de los COU 2019**

Gabriel Michelena<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Buenos Aires *pmiguelena@gmail.com*

## **Abstract**

Quantitative analysis of public policies is essential for their design and implementation. One of the most widely used tools for this type of work has historically been the input-output matrices (IO). However, in Argentina this task has been difficult in recent years due to the lack of an updated matrix that reflects the current features of the domestic economic structure. In this regard, it is necessary to clarify that the last officially published IO matrix dates back to 1997. Therefore, the main objective of this document is to present in detail the work carried out for the construction of an updated IO matrix through a reordering of the Supply and Use Tables, based on the year 2019.

## **Resumen**

El análisis cuantitativo de las políticas públicas es fundamental a la hora del diseño e implementación de estas. Una de las herramientas más utilizadas para este tipo de trabajos han sido históricamente las matrices insumo producto (MIP). Sin embargo, en la Argentina esta tarea se ha visto dificultada en los últimos años debido a la falta de una matriz actualizada, que refleje las características actuales de la estructura económica nacional. En este sentido, resulta necesario aclarar que la última MIP publicada de manera oficial data del año 1997. Por lo tanto, el principal objetivo de este documento consiste en presentar con detalle el trabajo realizado para la construcción de una MIP actualizada mediante un reordenamiento de los Cuadros de Oferta y Utilización, con base en el año 2019.

# Índice

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>La Matriz Insumo Producto: Conceptos Básicos</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>El COU 2019</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>La MIP 2019</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Análisis de los encadenamientos</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Comentarios finales</b>	<b>24</b>
<b>A</b>	<b>La metodología para la construcción de la MIP 2019</b>	<b>26</b>
<b>B</b>	<b>El modelo MIP</b>	<b>36</b>
B.1	El modelo de las cantidades . . . . .	36
B.2	El modelo dual de los precios . . . . .	40
<b>C</b>	<b>El balanceo de la MIP</b>	<b>43</b>

# 1 Introducción

El análisis cuantitativo de las políticas públicas es fundamental a la hora del diseño e implementación de las mismas. Una de las herramientas más utilizadas para este tipo de trabajos han sido históricamente las matrices insumo producto (MIP). La MIP es un registro ordenado de las transacciones intersectoriales que se producen en la economía, con el objetivo de producir bienes y servicios que tienen como destino la demanda final o bien la oferta de insumos intermedios. Por lo tanto, la MIP permite modelar las interrelaciones entre las distintas actividades productivas, así como los impactos directos e indirectos que son producidos a partir de cambios exógenos en la producción de una actividad o en cualquier componente de la demanda final.

Sin embargo, en la Argentina esta tarea se ha visto dificultada en los últimos años debido a la falta de estadísticas o a la desactualización de las mismas. En este sentido, resulta necesario aclarar que la última MIP publicada de manera oficial data del año 1997<sup>1</sup>, y fue construida en el ámbito de la Secretaría de Política Económica con la participación conjunta del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) y la Subsecretaría de Programación Macroeconómica. Este desfasaje entre la información disponible y la estructura actual de la economía vuelve necesario la búsqueda de alguna alternativa que posibilite la evaluación de políticas a partir de una matriz más actualizada, que refleje en forma más precisa la estructura económica de nuestro país.

En los últimos años se han realizado diversos intentos por actualizar la MIP, a partir de los Cuadros de Oferta y Utilización (COU) publicados por el INDEC. El COU está compuesto de una matriz de oferta y una matriz de utilización. La matriz de utilización, valuada a precios de comprador, es similar a la MIP y contiene las transacciones intersectoriales de productos que ofrecen y demandan las distintas

---

<sup>1</sup><https://www.indec.gob.ar/indec/web/Institucional-Indec-InformacionDeArchivo-5>

actividades productivas. A diferencia de la MIP, las filas muestran la oferta de bienes y servicios, según el tipo de producto (CPC), y las columnas la estructura de costo de cada sector económico, según tipo de actividad económica (CIIU). Por su parte, la matriz de oferta a precios de comprador consiste en una matriz rectangular cuyas filas indican la oferta de bienes y servicios, mientras que las columnas señalan la composición de la oferta doméstica para cada una de las actividades. Además, incluye las columnas referidas a las importaciones y los ajustes de valuación necesarios para obtener la oferta total, nacional e importada, para cada producto.

No obstante, es importante resaltar que la MIP no es equivalente al COU. La MIP es una herramienta analítica (INDEC, 2022), con igual número de filas y columnas, que permite la estimación de una matriz inversa para estimar los efectos directos e indirectos de cambios en la demanda. Por el otro, el COU es una herramienta estadístico-contable que sirve para evaluar la estructura de costos y la composición de la oferta de los sectores productivos. Si bien la MIP puede elaborarse potencialmente a partir del COU, esto requiere de otras fuentes de información adicionales, como por ejemplo de una matriz de importaciones.

En este sentido, en los últimos años han existido algunas de iniciativas para actualizar la MIP mediante el uso de los COU, las cuales enfrentan el problema de no contar con una matriz de importación actualizada. Uno de ellos es el trabajo de [Beyrne \(2015\)](#), en la Secretaria de Planificación del Desarrollo. En este trabajo el autor utiliza el COU con base 2004, para el cual el INDEC publicó en forma transitoria una matriz de importaciones, que luego fue eliminada del sitio web. Otro de los aportes, es un trabajo realizado por [Capobianco \(2018\)](#) en el marco de la Secretaría de Transformación Productiva (STP), que utiliza las mismas fuentes que el trabajo anterior, aunque actualiza los vectores de la demanda final y las cuentas de producción, para obtener una MIP con un año base 2015.

En el presente trabajo retomamos este enfoque, mediante un reordenamiento

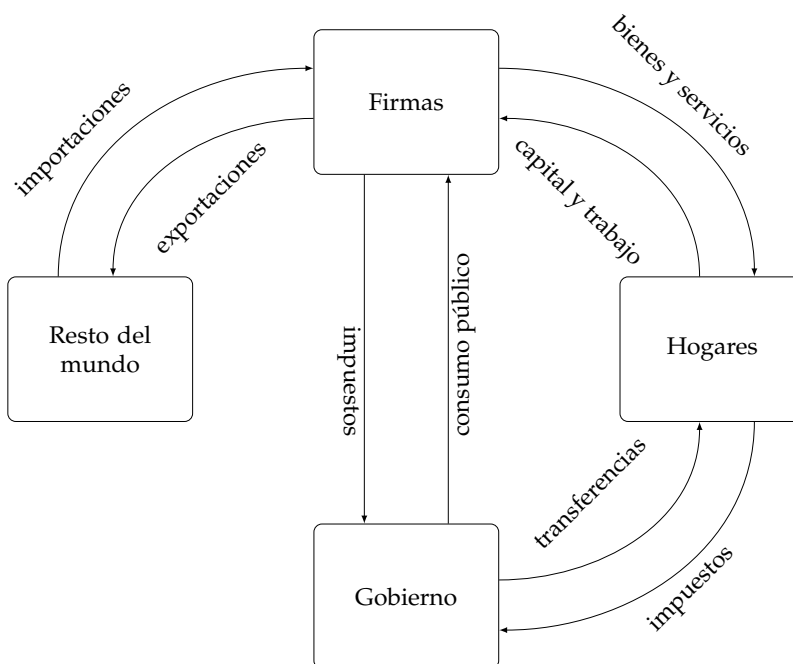
del COU 2019 publicado en forma reciente por el INDEC. Este reordenamiento posibilita la construcción de una Matriz Insumo Producto, la cual permite realizar ejercicios de simulación, así como analizar la estructura económica y las relaciones intersectoriales de la economía. Por lo tanto, el principal objetivo de este documento consiste en presentar con detalle el trabajo realizado para su construcción, así como de desarrollar el modelo MIP, que nos permite estimar cambios en la producción y el empleo a partir de variaciones exógenas en la demanda final.

Sin tener en cuenta la sección actual, el trabajo está organizado de la siguiente manera. En la segunda sección realizamos una breve introducción a las matrices insumo producto, para aquellos lectores que no están familiarizados con el tema. La sección tercera realiza una breve presentación de la estructura de los COU. En la cuarta introducimos en forma resumida la metodología utilizada para la transformación del COU en una MIP. La sección cinco presenta un análisis simplificado de los encadenamientos productivos, clasificando a los sectores de acuerdo a su posición en el entramado productivo. Por último, la sección seis presenta los comentarios finales y conclusiones que pueden ser extraídos de este trabajo.

## 2 La Matriz Insumo Producto: Conceptos Básicos

Los modelos multisectoriales tienen una larga tradición que puede remontarse al trabajo seminal de [Leontief \(1951\)](#). La figura 1 presenta un esquema simplificado del flujo circular, en el mismo espíritu de la *Tableau Economique* de [Quesnay \(1759\)](#). Las firmas demandan trabajo e insumos intermedios y emplean capital para producir bienes y servicios que son vendidos a los hogares, a otras firmas, al gobierno o al resto del mundo. Con su ingreso, los hogares compran bienes, pagan impuestos ( $T$ ) y ahorran el resto ( $S$ ). A su vez, el gobierno recauda dinero mediante impuestos, demanda bienes y servicios ( $G$ ), (des)ahorra y además realiza transferencias a otras instituciones. Los flujos de gastos, ingresos y transferencias generan como contrapartida cambios en la inversión ( $I$ ) y el ahorro.

Figura 1: Flujo circular simplificado de la economía.



Esta información, puede ser consolidada siguiendo la contabilidad propuesta por [Leontief \(1951\)](#), en la forma de matrices de insumo producto. Entre sus principales



ventajas, resalta el hecho de fusionar en una sola matriz a la información resultante de las cuentas nacionales con las transacciones sectoriales de producción y demanda sectorial. Cada fila representa las ventas realizadas para cada actividad productiva, mientras que las columnas representan a un sector de la economía. La regla principal que debe cumplirse es que la suma de las filas y de las columnas deben ser iguales. En cuanto a las columnas, la suma total representa la restricción presupuestaria que enfrenta cada sector productivo, mientras que la suma de las filas representa a la demanda total realizada por los diferentes sectores institucionales de la economía.

La demanda final (F), de cada bien  $j$ , es igual al valor demandado efectivamente bajo distintos conceptos como son el consumo privado (C), la inversión (I), el consumo público (G) y las exportaciones (E).

$$F_j = C_j + I_j + G_j + E_j \quad (2.1)$$

Por su parte, la oferta (X) comprende el valor de todos los bienes y servicios producidos, los cuales se obtuvieron utilizando valor agregado (VAB), insumos intermedios locales (X) e importados (M).

$$X_j = VAB_j + \sum_i X_{i,j} + \sum_i M_{i,j} \quad (2.2)$$

*Expost* siempre la demanda total, que incluye a los insumos intermedios, es igual al nivel de producción efectivo. En equilibrio, el gasto planeado es igual a la producción efectiva.

$$PBI = \sum_j VAB_j = C_j + I_j + G_j + X_j - \sum_i M_{i,j} \quad (2.3)$$

Finalmente, la suma del valor agregado bruto debe retribuir al trabajo (W) y al capital (K), además de pagar los impuestos (T) netos de subsidios (S).

$$VAB_j = W_j + K_j + T_j - S_j \quad (2.4)$$

Esta información puede resumirse de manera simple y ordenada a través de la siguiente matriz insumos producto:

Cuadro 1: Formato estándar de la Matriz Insumo Producto

	Prod 1	...	Prod N	Cons	Inv	G	Expo	VBP
Prod 1	$X_{i,1}$	...	$X_{1,n}$	$C_1$	$I_1$	$G_1$	$E_1$	$X_1$
...	...	...	...	...	...	...	...	...
Prod N	$X_{n,1}$	...	$X_{n,n}$	$C_n$	$I_n$	$G_n$	$E_n$	$X_n$
Ins. Impo 1	$M_{i,1}$	...	$M_{1,n}$					
...	...	...	...					
Ins. Impo N	$M_{n,1}$	...	$M_{n,n}$					
Salarios	$W_1$	...	$W_n$					
Beneficios	$B_1$	...	$B_n$					
Impuestos - Sub	$(T - S)_1$	...	$(T - S)_n$					
VBP	$X_1$	...	$X_n$					

Si bien estas identidades contables resultan de utilidad para describir el funcionamiento de la economía, no constituyen en si mismo un modelo con sus respectivas ecuaciones de comportamiento. Al igual que cualquier modelo económico, el enfoque insumo producto se basa en un conjunto de supuestos que le dan sustento y permiten que realice estimaciones y predicciones con respecto a las variables que lo componen. En este sentido, uno de los supuestos más importantes que deben realizarse es acerca de la función de producción de las actividades productivas. El modelo insumo producto descansa sobre el supuesto de que los sectores producen utilizando una función de producción de Leontief con coeficientes técnicos fijos, tal que:

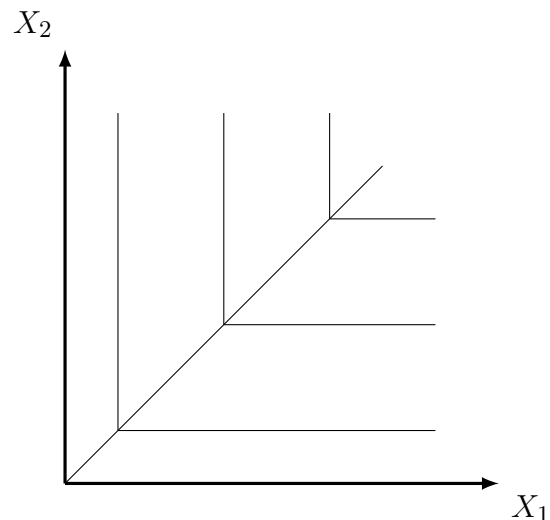
$$X_j = \min \left( \frac{X_{1,j}}{a_{1,j}}; \dots; \frac{X_{n,j}}{a_{n,j}} \right) \quad (2.5)$$

en donde el coeficiente técnico  $a_{i,j}$  es igual a:

$$a_{i,j} = \frac{X_{i,j}}{X_j} \quad (2.6)$$

Esta especificación de la función de producción implica asumir que las firmas producen con economías constantes a escala, ya que la demanda de insumos siempre sufrirá cambios proporcionales al nivel de producción de cada actividad. Además el ratio de utilización entre los distintos insumos, e incluso entre los componentes del valor agregado, no cambia como resultado de variaciones en los precios.

Figura 2: Función de producción de Leontief



Otro supuesto importante del modelo IP es que no deben existir restricciones de oferta en la economía, tales como insuficiencia de mano de obra, capacidad instalada limitada o falta de acceso a insumos importados.

### 3 El COU 2019

El INDEC llevó a cabo en los últimos años la revisión 2018-2021 de las cuentas nacionales trimestrales, de los cuales surgieron nuevos cuadros de oferta y utilización (COU) actualizados, los cuales son utilizados como un marco general que le otorga

coherencia a las estimaciones realizadas por el lado de la demanda y de la oferta. El COU 2019 presenta un total 107 actividades y 224 productos, por lo que tiene dimensiones casi similares a las de la versión 2018 y es algo más reducido que la versión anterior de 2004. A modo de referencia, el COU 2004 tiene un total de 168 rubros y 272 productos.

La valuación de los flujos que están contenidos en los COU, así como en la MIP, es un aspecto sumamente relevante que debe ser tenido en cuenta. En la práctica suele utilizarse alguno de los siguientes tres métodos disponibles:

1. Precios de comprador: es la cantidad pagada por el comprador (excluido el IVA); incluye los gastos de transporte (que se supone paga por separado) y los márgenes del comercio
2. Precios de productor: es el monto a cobrar por el productor excluyendo el IVA y los márgenes comerciales y al transporte
3. Precios básicos: es el monto a cobrar por el productor, exceptuando cualquier impuesto y sumándoles los subsidios a los productos. Excluye los márgenes de transporte y comercio

En el COU 2019, tanto las transacciones intersectoriales como la demanda final están valuadas a precios de comprador. Por un lado, el valor agregado, el valor bruto de producción, así como la oferta sectorial nacional, son valuadas a precios básicos. Por otro, al sumar las importaciones, los márgenes y los impuestos, la oferta total está valorizada nuevamente a precios de comprador. En el caso de la MIP, las transacciones intersectoriales y la demanda final en bienes y servicios nacionales suelen valorarse a precios básicos ([Schuschny, 2005](#)).

El COU está siempre dividido en dos matrices principales, a diferencia de la MIP cuya información suele estar integrada en una sola matriz. Las matrices de oferta y

utilización dan cuenta de la composición de la oferta, así de como las estructuras de costo de las actividades productivas y el ingreso generado en la producción.

La matriz de oferta del COU 2019 tiene la siguiente estructura agregada:

Cuadro 2: Cuadro de Oferta 2018.

	act 1-107	impo	adj	tax.m	tax.ind	marg	t.iva
com 1							
com 2							
com ...							
com 224							

Fuente: Elaboración propia en base a INDEC.

Los elementos de la matriz de oferta son los siguientes:

- act: producción nacional por actividad a precios de comprador.
- impo: bienes, servicios, adquisiciones en el extranjero de los residentes a precios CIF.
- adj: ajuste cif/fob considerando los márgenes pagados y cobrados de flete y seguros internacionales.
- tax.m: derechos de importación.
- tax.ind: impuestos indirectos que incluyen ingresos brutos y derechos de exportación.
- marg: márgenes de transporte y distribución.
- tax.iva: impuesto a las ventas finales.

Por otra parte, la matriz de utilización del COU 2019 refleja la estructura de costos de las distintas actividades y presenta la siguiente estructura agregada:

Cuadro 3: Cuadro de utilización 2018.

	act 1-107	hhd	gob	row	inv	dstk
com 1						
com 2						
com ...						
com 224						
vab						

Fuente: Elaboración propia en base a INDEC.

Los elementos de la matriz de utilización son los siguientes:

- act: consumo intermedio, por ramas de actividad.
- vab: valor agregado bruto a precios básicos.
- row: bienes, servicios, adquisiciones en la economía nacional de no residentes a precios FOB.
- hhd: consumo final de los hogares y de las asociaciones sin fines de lucro (ISFLSH).
- gov: consumo final de las administraciones públicas en los distintos niveles de gobierno.
- inv: formación bruta de capital fijo.
- dstk: variación de existencias.

## 4 La MIP 2019

La obtención de una MIP a partir de los COU requiere de sucesivas transformaciones y reordenamientos de información. La metodología necesaria para transformar a los

COU en una matriz insumo producto cuadrada, siguiendo los lineamientos trazados en [Wirkierman \(2015\)](#), [Beyrne \(2015\)](#) y [Eurostat \(2008\)](#), se encuentra desarrollada en detalle en el Anexo metodológico del trabajo. En este punto resulta importante resaltar que todos los elementos necesarios para la construcción de la MIP están contenidos en los COU publicados por el INDEC, a excepción de la matriz de importaciones.

La actualización de la matriz de importaciones es un elemento clave a resolver, dado que los COU solo proveen información sobre la demanda total de importaciones. Para resolver esta falta de información, resultó necesario utilizar una antigua matriz de importaciones con base 2004, publicada originalmente por el INDEC, la cual fue posteriormente eliminada en la revisión de las cuentas nacionales del año 2016.

Con el objetivo de actualizar la información de esta matriz, se actualizaron la suma de las filas, utilizando los datos del comercio internacional disponibles públicamente en WITS/COMTRADE<sup>2</sup>. Estos cambios realizados generan diferencias entre la suma de las filas y las columnas de la matriz de importaciones, por lo que resulta necesario realizar un ajuste que permita obtener una matriz balanceada. Para resolver este problema existen principalmente dos métodos de ajuste para hacer consistente la matriz: el método de Entropía Cruzada (EC) y el método RAS. Existen varios estudios ([McDougall, 1999](#)) que demuestran que ambos métodos son compatibles entre sí, en el sentido de que el RAS puede ser interpretado como un modelo de entropía generalizada. En este trabajo utilizamos el método RAS, cuya metodología aparece tratada en detalle en el anexo del documento. Para un mayor detalle, en el Anexo se detalla la metodología correspondiente.

Finalmente, dicha matriz fue convertida a un formato insumo producto, de industrias por industrias, utilizando la matriz de oferta del año 2004, para luego ser transformada a una dimensión de 107 actividades, con una desagregación similar a

---

<sup>2</sup><https://wits.worldbank.org/WITS/WITS/Restricted/Login.aspx>

la del año 2019. Por otra parte, se utilizaron los valores de los consumos intermedios importados para derivar el vector de importaciones de la demanda final, restando estos al vector de importaciones totales disponible en el COU 2019.

Por último, fue necesario ajustar los vectores de importaciones y exportaciones para asignar el total del consumo de los no residentes en el mercado doméstico y el gasto de los residentes en el exterior. Por simplicidad, la asignación fue realizada siguiendo la misma composición de los vectores de importaciones y exportaciones.

En la tabla dispuesta a continuación, presentamos los valores numéricos que toma la MIP estimada:



Cuadro 4: Matriz Insumo Producto 2019 en millones de pesos corrientes

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	DF
Agricultura y Pesca	329,603	-	1,155,120	33,976	10,292	-	2,837	131	89	219	155	35	161	83,125	-	2,818	1,218	463	828	921,053
Minería y Energía	279	222,594	9,153	295	525	475,715	18,188	19,748	12,474	111	256	73,389	24,562	4,456	6,047	23,721	5,205	3,734	848	498,257
Alimentos y Bebidas	105,654	1,860	347,903	7,861	6,462	991	15,704	1,252	16,717	6,834	1,381	1,128	1,633	216,476	8,455	7,979	12,797	25,560	5,045	2,681,178
Textil y calzado	7,888	827	17,740	60,153	2,663	199	14,430	780	6,946	5,825	1,218	81	438	25,540	3,626	7,601	7,486	16,756	3,464	209,912
Madera y papel	2,854	4,113	57,266	1,749	84,276	452	18,600	6,188	7,331	14,757	1,523	808	17,865	93,994	13,052	70,389	10,260	18,391	10,856	144,878
Refinados	62,607	4,498	11,333	813	2,196	13,492	42,898	5,757	5,922	1,477	536	24,028	4,383	45,428	171,788	8,208	18,533	4,346	8,504	380,295
Químicos y Plásticos	155,510	12,335	92,798	13,427	29,799	18,706	230,383	7,720	36,065	21,953	13,996	6,881	20,221	89,044	31,137	24,103	11,570	75,893	15,471	604,081
Minerales no metálicos	1,554	5,465	15,904	215	749	106	4,348	25,423	3,876	1,088	2,079	4,096	177,801	5,735	901	21,011	1,226	3,107	981	30,855
Maquinaria y Metales	25,325	42,088	64,586	4,978	8,608	10,194	36,410	7,608	264,131	40,752	35,410	7,526	164,833	19,313	32,651	29,405	4,110	5,608	6,004	458,751
Otros manufactureros	5,681	2,751	8,092	827	4,933	828	4,385	704	10,596	24,056	12,752	2,676	27,746	16,086	78,343	14,225	5,424	11,904	8,094	213,860
Autos y autopartes	4,356	806	7,490	905	1,792	846	2,382	854	12,035	2,108	12,326	1,610	2,851	13,552	49,052	3,913	1,602	1,846	3,244	484,428
Electricidad, gas y agua	7,160	37,530	55,754	5,408	6,492	4,887	31,853	12,993	22,728	4,656	3,170	241,610	16,284	109,891	55,109	19,501	26,028	32,896	13,028	343,824
Construcción	-	1,703	-	-	-	-	-	122	151	11	-	26,367	-	18,711	28,620	60,392	24,463	20,553	2,608	1,386,737
Comercio y Turismo	211,357	55,690	306,026	31,022	52,580	33,999	120,890	33,653	98,561	35,375	42,623	45,754	123,034	335,678	293,833	196,280	60,478	140,978	72,935	3,298,855
Transporte y Comunicaciones	212,185	18,440	115,977	6,929	17,532	25,223	38,170	12,989	29,995	10,090	8,266	42,008	14,910	176,744	492,526	190,853	31,214	49,817	27,158	1,623,627
Serv. Empresariales y Financieros	56,919	53,841	110,164	10,264	21,324	13,114	60,030	9,058	34,640	15,399	16,697	55,356	30,847	497,909	347,654	542,045	153,754	146,187	101,848	2,019,933
Administración pública	293	352	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,914	1,010	2,249	-	-	1,260	2,030,893
Enseñanza y Salud	60	1,204	723	89	249	21	632	154	346	243	183	18	-	8,702	10,155	42,696	5,921	153,227	52,380	2,673,576
Otros servicios	1	1,564	6,608	211	2,016	11	5,434	58	1,515	622	1,380	40	800	34,498	14,064	31,836	55,819	25,560	50,675	909,429
Impo+Tax	205,983	73,919	207,114	59,519	77,350	87,941	345,980	19,656	190,366	95,891	296,924	128,997	115,157	224,833	259,310	171,880	133,144	64,505	75,806	-
VAB	1,146,598	857,973	883,119	154,931	249,766	130,291	517,520	141,667	512,307	172,472	157,121	388,393	826,911	3,559,978	1,248,331	2,827,118	1,473,471	2,149,251	681,104	-
VBP	2,541,866	1,399,554	3,472,870	393,570	579,604	817,016	1,511,073	306,518	1,266,790	453,938	607,997	1,050,800	1,570,437	5,589,604	3,144,654	4,296,983	2,045,972	2,950,582	1,142,141	-

Fuente: Elaboración propia en base al COU 2019.

Uno de los elementos más interesantes a la hora de evaluar el impacto de políticas mediante el modelo insumo producto es la dimensión de los efectos laborales. No obstante, el INDEC no ha publicado hasta el momento un vector de empleo que sea consistente con el nivel de desagregación empleado en la COU 2019, por lo que fue necesario construir esta cuenta satélite. Para su elaboración nos basamos principalmente en los datos publicados en la cuenta generación del ingreso del INDEC. Lamentablemente, esta serie cuenta con dos limitaciones importantes. Por un lado, no posee una desagregación similar a la de las cuentas del PBI sectorial, ya que por ejemplo la industria aparece agregada como una sola actividad. Además, si bien separa al vector de empleo para las distintas categorías ocupacionales, presenta agregada la remuneración al trabajo asalariado, sin indicar que porción corresponde al trabajo registrado, al no registrado y a los impuestos al trabajo.

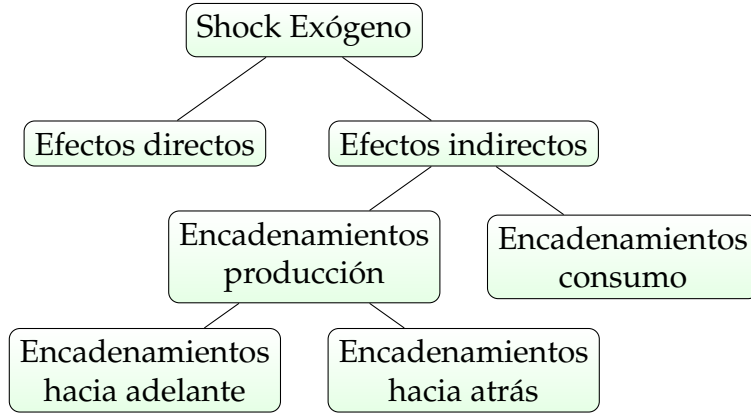
Aquí empleamos una estrategia de estimación de *arriba hacia abajo* (Reinert y Roland-Hoist, 1997) con el objetivo primario de consolidar el nivel total de empleo y actividad de la economía, para luego ir desagregando progresivamente hasta alcanzar la asignación sectorial buscada. Para los agregados totales siempre fueron respetados los valores provistos por la cuenta generación del ingreso. La fase de asignación sectorial del empleo comienza por la estimación de los puestos de trabajo de los asalariados privados registrados, que fueron obtenidos de la base del Observatorio de Empleo y Dinámica Empresarial (OEDE), perteneciente al Ministerio de Trabajo. En el caso del empleo no registrado y cuentapropista, la asignación sectorial fue realizada utilizando la información disponible en la Encuesta Permanente de Empleo Anual (EPH). Debido a que el tamaño muestral de una encuesta suele ser insuficiente para realizar una correcta estimación, se utilizó una onda de encuestas que cubren el periodo 2017-2019.

## 5 Análisis de los encadenamientos

Los cambios en los precios relativos y en la tecnología con el pasar de los años altera las estructuras de costos interindustriales y sus efectos multiplicadores sobre el resto de la economía. El análisis de los efectos multiplicadores de la matriz de Leontief se destaca en los trabajos de [Rasmussen \(1956\)](#) y [Hirschman \(1958\)](#) y permite analizar ventajas y encontrar los sectores productivos con mayores posibilidades de crecimiento, que incluso puedan llegar a impactar sobre el funcionamiento del resto de la economía. Por lo tanto, dicha evaluación será de suma utilidad al momento de analizar diferentes opciones de política.

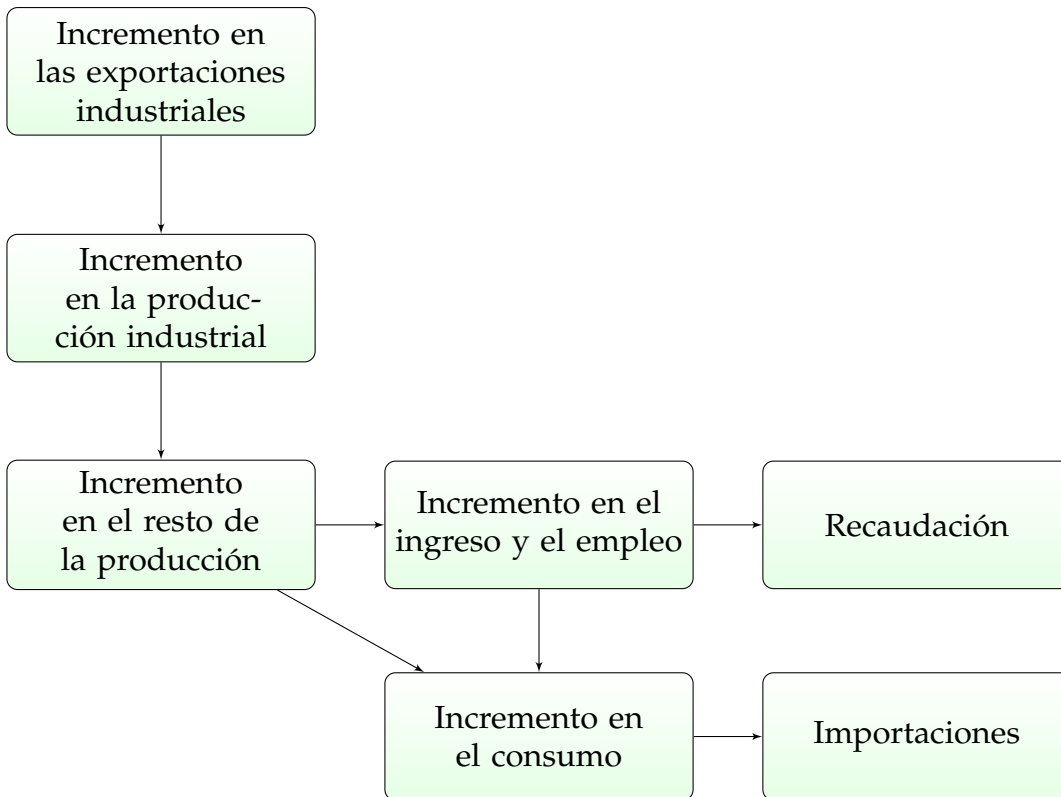
Los encadenamientos, en el marco de la MIP, pueden ser definidos como los vínculos que se establecen entre las actividades en el proceso productivo. Cuando aumenta la demanda final, algunas empresas en la cadena de producción, como proveedoras del producto final o bien como oferentes de insumos intermedios, verán incrementada su producción. [Hirschman \(1958\)](#) utiliza el concepto de eslabonamiento hacia atrás (backward linkages) cuando el efecto incide sobre los insumos que se utilizan en el producto, mientras que utiliza la clasificación de eslabonamiento hacia delante (forward linkages), cuando el estímulo va de las materias primas hacia el producto terminado.

Cuadro 5: Encadenamientos en la MIP



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 6: Funcionamiento de la MIP



Fuente: Elaboración propia.

El primer grupo constituye los multiplicadores hacia atrás, y muestran la produc-

ción total que sería necesaria en la economía para abastecer un incremento unitario de la demanda final de la actividad económica  $j$ . El cómputo de estos se establece con la ecuación 5.1 donde el multiplicador simple de producción de la industria  $j$  es la suma de los efectos directos e indirectos que provienen de la matriz inversa de Leontief, para todos los sectores que le venden insumos a dicha industria.

$$BL_j = \sum_i b_{i,j} \quad (5.1)$$

en donde  $b_{i,j}$  es el coeficiente  $(i,j)$  de la matriz  $B$ .

Los multiplicadores hacia adelante estiman cuanta producción adicional será realizada por el sector  $i$  en el caso que la demanda final de todas las ramas se expandiera en una unidad.

$$FL_j = \sum_j b_{i,j} \quad (5.2)$$

A partir de la clasificación desarrollada por Pino (2004) pueden clasificarse a los sectores en cuatro grupos de acuerdo al arrastre hacia adelante y hacia atrás que tienen en promedio sobre el resto de los sectores de la economía.

El primer indicador, se denomina poder de dispersión (PD) y presenta la extensión relativa de los productos de una industria sobre el resto de los sectores productivos de la economía.

$$PD_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_i b_{i,j}}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j b_{i,j}} \quad (5.3)$$

El segundo viene dado por la ecuación 5.4 y se lo suele denominar sensibilidad de la dispersión (SD), indicando la extensión en que el sistema de industrias pesa sobre una industria en particular.

$$SD_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_j b_{i,j}}{\frac{1}{n^2} \sum_i \sum_j b_{i,j}} \quad (5.4)$$

Así, se pueden clasificar los sectores cómo:

- Sectores Claves: Son aquellos cuyo arrastre hacia adelante (SD) cómo hacia atrás (PD) superan el nivel de arrastre promedio y, por lo tanto, son superiores a 1.
- Sectores Estratégicos: Refieren a aquellos rubros que pueden generar estrangulamientos del sistema económico, dado que tienen más arrastre hacia adelante ( $SD > 1$ ) pero menos arrastre hacia atrás ( $PD < 1$ ) que el promedio de los sectores.
- Sectores Impulsores: Son aquellos que tienen capacidad de impulsar la producción y el empleo del resto de las actividades económicas, teniendo encadenamientos hacia atrás por encima del promedio ( $PD > 1$ ) pero hacia adelante menos importantes que la media sectorial ( $SD < 1$ ).
- Sectores Independientes: Son aquellos cuyos arrastres son inferiores a los arrastres promedio de la economía (SD y PD menores a uno).

En la tabla 7 y la figura 3 se presenta la comparación de los multiplicadores de producción, destacando los eslabonamientos hacia adelante (FL) o hacia atrás (BL), así cómo la comparación intersectorial basado en los indicadores SD y PD.

Los resultados obtenidos de alguna forma reafirman la intuición generada en los trabajos anteriores de [Beyrne \(2015\)](#) y [Capobianco \(2018\)](#). Una parte del sector de servicios, como la administración pública, la salud y la educación, son actividades de carácter independiente sin interrelaciones significativas con el resto de la economía. Por otro lado, los servicios profesionales, los financieros y el comercio son sectores estratégicos con importantes encadenamientos hacia adelante.

Las actividades industriales son en general impulsoras, con fuertes encadenamientos hacia atrás, ya que utilizan en forma intensiva insumos del resto de la economía. Por otra parte, los sectores de insumos difundidos como madera, papel, metales y químicos son actividades claves, ya que empujan a otros sectores y, al mismo tiempo, son fuertemente demandados por el resto de la producción. La actividad automotriz cobra especial relevancia, ya que su fuerte contenido importado la vuelve un sector independiente, sin eslabonamientos muy significativos.

Finalmente, dentro del sector primario, la agricultura es el único sector clave, mientras que la minería y la energía son sectores estratégicos que ingresan en la función de costos de las principales actividades productivas.

Cuadro 7: Multiplicadores de producción y de demanda en la MIP 2019. Eslabonamientos hacia atrás y hacia adelante. Clasificación

Sector	PD	SD	DBL	DFL	Clasificación
Agricultura	1.10	1.39	1.86	2.35	Clave
Pesca	0.86	0.64	1.46	1.08	Independientes
Minas y canteras	0.92	1.04	1.55	1.77	Estratégicos
Petróleo y Gas	0.91	1.25	1.54	2.11	Estratégicos
Alimentos	1.36	1.04	2.31	1.76	Clave
Bebidas	1.19	0.68	2.02	1.15	Impulsores
Tabaco	1.10	0.62	1.87	1.05	Impulsores
Textil y calzado	1.06	0.83	1.80	1.40	Impulsores
Madera y papel	1.03	1.05	1.74	1.78	Clave
Refinados	1.27	0.97	2.16	1.64	Impulsores
Quimicos	1.03	1.28	1.74	2.18	Clave
Caucho y plastico	1.02	0.90	1.74	1.52	Impulsores
Minerales no metalicos	1.06	0.81	1.80	1.37	Impulsores
Metales	1.05	1.40	1.78	2.37	Clave
Maquinaria	1.03	0.71	1.74	1.21	Impulsores
Otros manufactureros	1.00	0.82	1.70	1.38	Impulsores
Autos y autopartes	0.83	0.70	1.42	1.19	Independientes
Electricidad, gas y agua	1.11	1.33	1.89	2.25	Clave
Construcción	0.99	0.71	1.68	1.21	Independientes
Comercio	0.83	2.41	1.41	4.08	Estratégicos
Hoteles y restaurantes	1.22	0.82	2.07	1.39	Impulsores
Transporte	1.12	1.36	1.90	2.31	Clave
Comunicaciones	1.10	1.04	1.87	1.76	Clave
Intermediación financiera	0.96	1.03	1.62	1.74	Estratégicos
Serv. Empresariales	0.85	1.94	1.43	3.30	Estratégicos
Administracion publica	0.80	0.60	1.36	1.02	Independientes
Enseñanza	0.74	0.60	1.25	1.02	Independientes
Salud	0.91	0.73	1.54	1.24	Independientes
Otros servicios	0.95	0.73	1.61	1.24	Independientes
Servicio doméstico	0.59	0.59	1.00	1.00	Independientes

Fuente: Elaboración propia.





una deficiencia en las estadísticas actuales. No obstante, esta versión de la MIP es lo suficientemente robusta como para ser utilizada en el análisis de los encadenamientos, así como en la generación de proyecciones y en la evaluación de las políticas públicas.

## A La metodología para la construcción de la MIP 2019

En la presente sección vamos a desarrollar la metodología necesaria para transformar a los COU en una matriz insumo producto cuadrada, siguiendo los lineamientos trazados en [Wirkierman \(2015\)](#), [Beyrne \(2015\)](#) y [Eurostat \(2008\)](#). En este punto resulta importante resaltar que todos los elementos necesarios para la construcción de la MIP están contenidos en los COU publicados por el INDEC, a excepción de la matriz de importaciones, cuya última publicación tiene como año base al año 2004.

A partir de los cuadros de utilización y oferta (COU), es posible definir las siguientes matrices:

$$\left( V \quad q \quad m \quad t_m \quad t_q \quad \theta_c \quad \theta_t \quad t_{iva} \quad s \quad U_x^{(pc)} \quad U_f^{(pc)} \right)$$

Donde, considerando un esquema con m productos, n industrias y k componentes para la demanda final:

- $V_{(m \times n)}$  : oferta del producto i por parte de la industria j a precios básicos
- $q_{(m \times 1)}$  : valor bruto de la producción por producto a precios básicos;
- $m_{(m \times 1)}$  : importaciones por producto a precios CIF;
- $t_{(m \times 1)}$  : derechos de importación por producto;
- $t_{q_{(m \times 1)}}$  : impuestos netos de subsidios a los productos;
- $\theta_{c_{(m \times 1)}}$  : márgenes de comercio;
- $\theta_{t_{(m \times 1)}}$  : márgenes de transporte;
- $t_{iva_{(m \times 1)}}$  : impuesto al valor agregado no deducible;
- $s_{(m \times 1)}$  : oferta total a precio de comprador por producto;

- $u_{x(mxk)}^{(pc)}$  : utilización intermedia total (producida localmente e importada) del producto i por parte de la actividad j;
- $u_{f(mxk)}^{(pc)}$  : utilización final total del producto i por parte de la categoría de demanda final k a precios de comprador.

A partir de estas matrices, es posible establecer las siguientes identidades:

1. Oferta total (precios de mercado)

$$\mathbf{s} = (\mathbf{q} + \mathbf{m}) + (\mathbf{t}_m + \mathbf{t}_q + \mathbf{t}_{iva}) + (\theta_c + \theta_t)$$

2. Oferta total (Insumos + Demanda)

$$\mathbf{s} = \mathbf{U}_x^{pc} \cdot \mathbf{e}_x + \mathbf{u}_f^{pc} \cdot \mathbf{e}_f$$

3. Valor de producción por producto (precios básicos)

$$\mathbf{q} = \mathbf{V} \cdot \mathbf{e}_x$$

4. Valor de producción por industria (precios básicos)

$$\mathbf{x}^T = \mathbf{e}_p^t \cdot \mathbf{V}$$

5. Valor agregado de producción por industria (precios básicos)

$$\mathbf{y}^T = \mathbf{x}^T - \mathbf{e}_p^T \cdot \mathbf{U}_x^{pc}$$

Donde los operadores matriciales son:

$$e_{x(nx1)} = \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} ; e_{p(mx1)} = \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} ; e_{f(kx1)} = \begin{bmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix}$$

A partir de estas identidades, pueden presentarse los siguientes sistemas:

$$\text{(Sistema-Make)} \quad \begin{bmatrix} V & q \\ x^T & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{(Sistema-Use)} \quad \begin{bmatrix} U_x^{pc} & U_f^{pc} & s \\ y^T & 0 & 0 \\ x^T & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Para construir un sistema Insumo Producto (IP) es necesario transformar el Sistema Use, que expresa la oferta total a precios de comprador, en un nuevo sistema que refleje la oferta de producción doméstica a precios básicos. Para ello se requiere:

1. Separar la utilización doméstica de aquella importada.
2. Separar los márgenes de comercio y transporte de cada celda de utilización intermedia y final a precios de comprador.
3. Separar los distintos impuestos de cada celda de utilización intermedia y final a precios de comprador.
4. Reagrupar los márgenes de comercio, financieros y de transporte por el lado de los usos en filas específicas, correspondientes a los productos de servicios de comercio y transporte .

Una de las precondiciones para implementar esta metodología es que se cuenta con las matrices de utilización intermedia y final importada:

$$\begin{bmatrix} U_x^m & U_f^m \end{bmatrix}$$

Que satisfacen:

$$\mathbf{m} + \mathbf{t}_m = U_x^m \cdot \mathbf{e}_x + U_f^m \cdot \mathbf{e}_f \quad (1)$$

Es decir, las celdas de las matrices de importaciones incluyen la utilización importada CIF así como los derechos de importación.

Definimos los siguientes vectores y matrices:

$$\mathbf{s}_{(-m)} = \mathbf{s} - \mathbf{s}_{(m)} \quad (2)$$

$$\mathbf{s}_{(m)} = \mathbf{m} + \mathbf{t}_m \quad (3)$$

$$\mathbf{U}^{(pc,-m)} = \mathbf{U}^{(pc)} - \mathbf{U}^{(m)} \quad (4)$$

$$\mathbf{U}_f^{(pc,-m)} = \mathbf{U}_f^{(pc)} - \mathbf{U}_f^{(m)} \quad (5)$$

Para lo cual deben verificarse las siguientes igualdades:

$$\mathbf{s} = \mathbf{s}_{(-m)} + \mathbf{s}_{(m)} \quad (6)$$

$$\mathbf{U}_f^{(pc)} = \mathbf{U}_f^{(pc,-m)} + \mathbf{U}_f^{(m)} \quad (7)$$

$$\mathbf{U}_x^{(pc)} = \mathbf{U}_x^{(pc,-m)} + \mathbf{U}_x^{(m)} \quad (8)$$

Para separar los márgenes de comercio, financieros y transporte es necesario, por un lado, distinguir entre los márgenes positivos, los que se observan en cada compra de cada sector al adquirir un insumo, de los márgenes negativos, los que se verifican en cada venta del sector comercio, financiero o transporte al resto de los sectores.

Por otro lado, la redistribución de los márgenes para los productos implicados depende de la estructura porcentual de los elementos con signo negativo. Para esto se calcula un ponderador por la cantidad de industrias del sector comercio y del sector transporte, definidos de la siguiente manera:

$$\mathbf{w}_c = \frac{\theta_c^{(-)}}{e_p^T \cdot \theta_c^{(-)}} \quad (9)$$

$$\mathbf{w}_t = \frac{\theta_t^{(-)}}{e_p^T \cdot \theta_t^{(-)}} \quad (10)$$

$$\mathbf{w}_f = \frac{\theta_f^{(-)}}{e_p^T \cdot \theta_f^{(-)}} \quad (11)$$

Para estimar una matriz de márgenes de comercio y transporte se debe asumir que las industrias pagan márgenes de comercio y transporte en proporción al consumo intermedio (y final) que hacen de cada producto.

A partir de:

$$\mathbf{s}_{(-m)} = \mathbf{U}_x^{(pc, -m)} \cdot e_x + \mathbf{U}_x^{(pc, -m)} \cdot e_f$$

A partir de dicho principio general, el operador para estimar la matriz de márgenes puede ser formulado de la siguiente manera:

### Márgenes

$$\mathbf{M}_{ct} = \left[ (\mathbf{I} - \omega_c \mathbf{e}_p^T) \cdot \hat{\theta}_c^{(+)} + (\mathbf{I} - \omega_t \mathbf{e}_p^T) \cdot \hat{\theta}_t^{(+)} + (\mathbf{I} - \omega_f \mathbf{e}_p^T) \cdot \hat{\theta}_f^{(+)} \right] \cdot \mathbf{s}_{(-m)}^{-1}$$

Adicionalmente, podemos proceder con la derivación de los vectores impositivos:

### (Impuestos netos a los productos)

$$\mathbf{M}_{tq} = \hat{\mathbf{t}}_q \cdot \mathbf{s}_{(-m)}^{-1}$$

### Derechos de importación

$$\mathbf{M}_{tm} = \hat{\mathbf{t}}_m \cdot \mathbf{s}_{(m)}^{-1}$$

## IVA no deducible

$$\mathbf{M}_{iva} = \hat{\mathbf{t}}_{iva} \cdot \left[ \mathbf{U}_f^{(pc,-m)} \cdot \mathbf{e}_f \right]^{-1}$$

Por lo tanto con  $\mathbf{M}_{tq}$ ,  $\mathbf{M}_{tm}$ ,  $\mathbf{M}_{iva}$  resulta posible estimar las matrices de utilización intermedia y final de la producción doméstica a precios básicos, a partir de las siguientes sustracciones

$$\mathbf{U}_x^{(pb)} = \mathbf{U}_x^{(pc,-m)} - \mathbf{M}_{tq} \cdot \mathbf{U}_x^{(pc,-m)} - \mathbf{M}_{ct} \cdot \mathbf{U}_x^{(pc,-m)} \quad (12)$$

$$\mathbf{U}_f^{(pb)} = \mathbf{U}_x^{(pc,-m)} - \mathbf{M}_{tq} \cdot \mathbf{U}_f^{(pc,-m)} - \mathbf{M}_{ct} \cdot \mathbf{U}_f^{(pc,-m)} - \mathbf{M}_{iva} \cdot \mathbf{U}_f^{(pc,-m)} \quad (13)$$

Por otro lado, las matrices de utilización intermedia y final importada a precios CIF pueden obtenerse sustrayendo las tasas impositivas de las matrices y vectores de importaciones brutos:

$$\mathbf{U}_x^{(pb,m)} = (\mathbf{I} - \mathbf{M}_{tm}) \cdot \mathbf{U}_x^{(m)} \quad (14)$$

$$\mathbf{U}_f^{(pb,m)} = (\mathbf{I} - \mathbf{M}_{tm}) \cdot \mathbf{U}_f^{(m)} \quad (15)$$

A partir de la deducción del componente impositivo de los vectores y matrices a precios de comprador, resulta posible identificar a los vectores para cada tipo de impuesto, a fin de determinar posteriormente los impuestos totales de cada industria:



$$\tau_{q_x}^T = \mathbf{e}_p^T \cdot \mathbf{M}_{t_q} \cdot \mathbf{U}_x^{(pc,-m)} \quad (16)$$

$$\tau_{q_f}^T = \mathbf{e}_p^T \cdot \mathbf{M}_{t_q} \cdot \mathbf{U}_f^{(pc,-m)} \quad (17)$$

$$\tau_{m_x}^T = \mathbf{e}_p^T \cdot \mathbf{M}_{t_m} \cdot \mathbf{U}_x^{(m)} \quad (18)$$

$$\tau_{m_f}^T = \mathbf{e}_p^T \cdot \mathbf{M}_{t_m} \cdot \mathbf{U}_f^{(m)} \quad (19)$$

$$\tau_{iva}^T = \mathbf{e}_p^T \cdot \mathbf{M}_{iva} \cdot \mathbf{U}_f^{(pc,-m)} \quad (20)$$

De este modo, articulando los distintos objetos definidos en un arreglo matricial, los sistemas Make-Use pueden formularse como:

$$\text{(Sistema-Make)} \quad \begin{bmatrix} V & q \\ x^T & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{(Sistema-Use)} \quad \begin{bmatrix} U_x^{pb,d} & U_f^{pb,d} & q \\ m_x^T & m_f^T & m \\ \tau_x^T & \tau_f^T & \tau \\ y^T & 0 & 0 \\ x^T & 0 & s \end{bmatrix}$$

A continuación, se presentan las ecuaciones que sintetizan las relaciones entre las variables del esquema:

$$\begin{aligned}
\text{(Balance de productos)} \quad q &= V \cdot e_x = U_x^{(pb,d)} \cdot e_x + U_f^{(pb,d)} \cdot e_f \quad (21) \\
\text{(Relaciones costo-ingreso)} \quad x^T &= e_p^T U_x^{(pb,d)} + m_x^T \tau_x^T + y^T \quad (22) \\
\text{(Importaciones)} \quad m &= m_x^T \cdot e_x + m_f^T \cdot e_f \quad (23) \\
\text{(Impuestos netos)} \quad \tau &= \tau_x^T e_x + \tau_f^T e_f \quad (24) \\
\text{(Demanda final a precios de comprador)} \quad e_p^T \cdot U_f^{(pc)} &= e_p^T \cdot U_f^{(pb,d)} + m_f^T + \tau_f^T \quad (25) \\
\text{(Oferta total a precios de comprador)} \quad s &= e_p^T \cdot q + m + \tau \quad (26)
\end{aligned}$$

Para trabajar analíticamente con un esquema IP todavía resulta necesario convertir el Sistema Use en un Sistema Insumo Producto, por lo que aún resta realizar algunas operaciones adicionales. Debido a que en los COU el número de industrias es distinto al número de productos, resulta necesario realizar una transformación, mediante algún supuesto sobre la tecnología empleada, para reasignar la producción secundaria de las industrias (Eurostat, 2008).

En este trabajo se utilizará un modelo de transformación que supone una estructura fija de venta de productos, es decir que se supone que cada producto tiene su propia estructura de venta específica, sin importar la industria donde es producido (Beyrne, 2015). Esta estructura de venta es igual a la participación de cada actividad en la oferta de cada producto en las cuales es vendido hacia los respectivos usuarios intermedios y finales.

Primero hay que considerar a las siguientes ecuaciones para un Sistema Make-Use genérico:

$$\text{(Nominal)} \quad V \cdot e = U \cdot e + u_f \quad (27)$$

$$q = V \cdot e \quad (28)$$

$$x = V^T \cdot e \quad (29)$$

Asimismo se definen tres matrices auxiliares, útiles para la formulación algebraica:

<b>Nominal</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Matriz</b>
$\Gamma = \mathbf{U} \cdot \hat{x}^{-1}$	$(m \times n)$	Insumos x Industria
$N = \hat{q}^{-1} \cdot \mathbf{V}$	$(m \times n)$	Cuotas de mercado
$C = \mathbf{V} \cdot \hat{x}^{-1}$	$(m \times n)$	Mix de productos

Partiendo de  $\mathbf{V} \cdot e = \mathbf{U} \cdot e + \mathbf{u}_f$ , se definen:

$$\begin{aligned} \text{(VBP por industria)} \quad N^T \mathbf{V} \cdot e &= x \\ \text{(Utilización intermedia)} \quad N^T \cdot \mathbf{U} \cdot e &= A \cdot x \\ \text{(Coeficientes técnicos)} \quad N^T \cdot \mathbf{u}_f &= f \end{aligned}$$

Obteniendo el siguiente sistema Industria x Industria:

$$x = A \cdot x + f$$

A partir de la transformación realizada se pueden especificar las siguientes matrices y vectores:

$$\text{(Matriz de transacciones intermedias)} \quad \mathbf{X}_{m \times n} = N^T \mathbf{U}_x^{(pb,d)}$$

$$\text{(Matriz de demanda final)} \quad \mathbf{F}_{n \times k} = N^T \mathbf{U}_f^{(pb,d)}$$

$$\text{(Vector de demanda final)} \quad f_{n \times 1} = F \cdot e_f$$

$$\text{(Importaciones finales)} \quad m_{f,1 \times 1} = m_f^T \cdot e_f$$

$$\text{(Impuestos netos a los usos finales)} \quad \tau_{f,1 \times 1} = \tau_f^T \cdot e_f$$

Obteniendo finalmente el Sistema-IP:

$$\begin{bmatrix} x & f & x^T \\ m^T & m^f & m \\ \tau^T & \tau^f & \tau \\ y^T & 0 & 0 \\ x^T & 0 & s \end{bmatrix}$$

## B El modelo MIP

### B.1 El modelo de las cantidades

A partir del desarrollo previo se procede a desagregar el análisis de las políticas en dos módulos diferentes, los cuales en la mayor parte de los casos estarán conectados. Por un lado, en esta sección se tratarán la metodología ligada a la evolución de cambios en las cantidades dentro de la economía tales como variaciones en el gasto público, la inversión, las exportaciones o el consumo. Se deja para la siguiente sección la estimación de variaciones en los precios de los productos como resultado de modificaciones de política como pueden ser cambios en los impuestos (aranceles, a las actividades, a los factores, etc.) o bien el tipo de cambio.

Volviendo sobre los elementos presentados en el **Cuadro 1** resulta posible representar el modelo insumo producto mediante el siguiente subconjunto de matrices y vectores a partir del circuito del gasto:

$$x = X \cdot e + f \quad (7)$$

tal que  $\forall j = 1, \dots, n$  :

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \cdots & X_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} F_1 \\ \vdots \\ F_n \end{pmatrix}$$

Por otra parte, el mismo sistema puede ser representado partiendo del circuito del ingreso:

$$x^T = e^T \cdot x + e^T \cdot m + \tau^T + v^T \quad (8)$$

tal que  $\forall j = 1, \dots, n$  :

$$\begin{pmatrix} X_1 \cdots X_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{11} & \cdots & X_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & \cdots & X_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \cdots 1 \end{pmatrix} + \\ + \begin{pmatrix} M_{11} & \cdots & M_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ M_{n1} & \cdots & M_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \cdots 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \tau_1 \cdots \tau_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} VAB_1 \cdots VAB_n \end{pmatrix}$$

en todos los casos,  $u$  es igual al vector columna de unos.

Volviendo sobre el circuito del gasto resumido en la ecuación (7), resulta posible re expresarla de forma tal de llegar a la siguiente expresión

$$x = A \cdot x + f \tag{9}$$

en donde A es la matriz de requerimientos directos e indirectos y está compuesta por los coeficientes técnicos estimados previamente. Reescribiendo (9) en su forma matricial se obtiene:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} F_1 \\ \vdots \\ F_n \end{pmatrix}$$

Utilizando álgebra básica, y pasando elementos de un lado al otro, la ecuación (9) puede re expresarse de la siguiente forma:

$$x = (I - A)^{-1} \cdot f = B \cdot f \tag{10}$$

nuevamente en términos matriciales su equivalente es:

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ \vdots \\ X_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 - a_{11} & \cdots & 1 - a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 - a_{n1} & \cdots & 1 - a_{nn} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} F_1 \\ \vdots \\ F_n \end{pmatrix}$$

La matriz  $B = (I - A)^{-1}$  es la llamada matriz de Leontief. Cada elemento de B representa los requerimientos directos e indirectos de los insumos  $i$  por parte de la actividad  $j$ . Para entender el por qué resulta conveniente re interpretar a B como la expansión de una serie de potencias tal que:

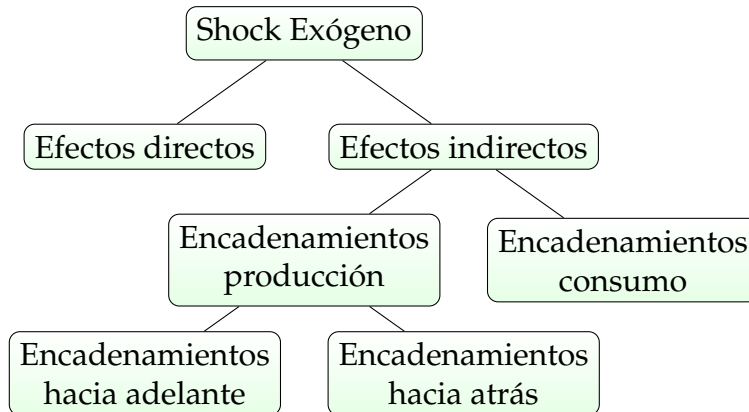
$$B = (I - A)^{-1} = I + A + A^2 + A^3 + A^4 + \dots + A^n = \sum_{k=0}^n A^k \quad (11)$$

A partir de la sucesión precedente se observa con mayor claridad como la matriz B captura los efectos directos más todos los impactos de segunda, tercer y hasta n vueltas. En consecuencia, cada elemento de la matriz B representa a la cantidad de producción total requerida para satisfacer una unidad adicional de demanda final. Supongamos, a partir de un ejemplo, que la demanda de hierro -neta de importaciones- se incrementa en U\$S 10.000. La matriz B capturaré el incremento inicial de la producción de hierro demandado, sumado al efecto directo en la demanda de todos los insumos que entran en la producción de hierro sumado a la demanda de insumos de estos últimos y así hasta llegar al infinito.

En el cuadro 8, podemos observar como los efectos de cada *shock* pueden ser subdivididos en distintos componentes para una mejor comprensión. Por ejemplo, en un primer momento un cambio en la demanda de bienes industriales tiene un efecto positivo y directo sobre su producción. Además, también tendrá un efecto indirecto sobre el resto de la economía. En lo que hace a la producción, al igual que bajo el análisis tradicional insumo producto, existen encadenamientos hacia adelante y hacia atrás, ya que cada sector utiliza como insumos otros bienes, pero además ingresa en la función de costos de las otras actividades productivas. Además,

también existe un encadenamiento ligado al aumento en el ingreso recibido por los hogares, mediante un aumento de los flujos que reciben de salarios y ganancias distribuidas. Esto, a su vez, genera un incremento en el consumo de los hogares que redundará en más producción y mayor empleo. Sin embargo, además de las *inyecciones* de demanda en la economía también existen *fugas*, debido a que parte del consumo privado será cubierto con mayores importaciones, lo que redundará en un aumento del ingreso del resto del mundo. De igual forma, cuando el gobierno cobra impuestos está limitando el efecto multiplicador del *shock* inicial.

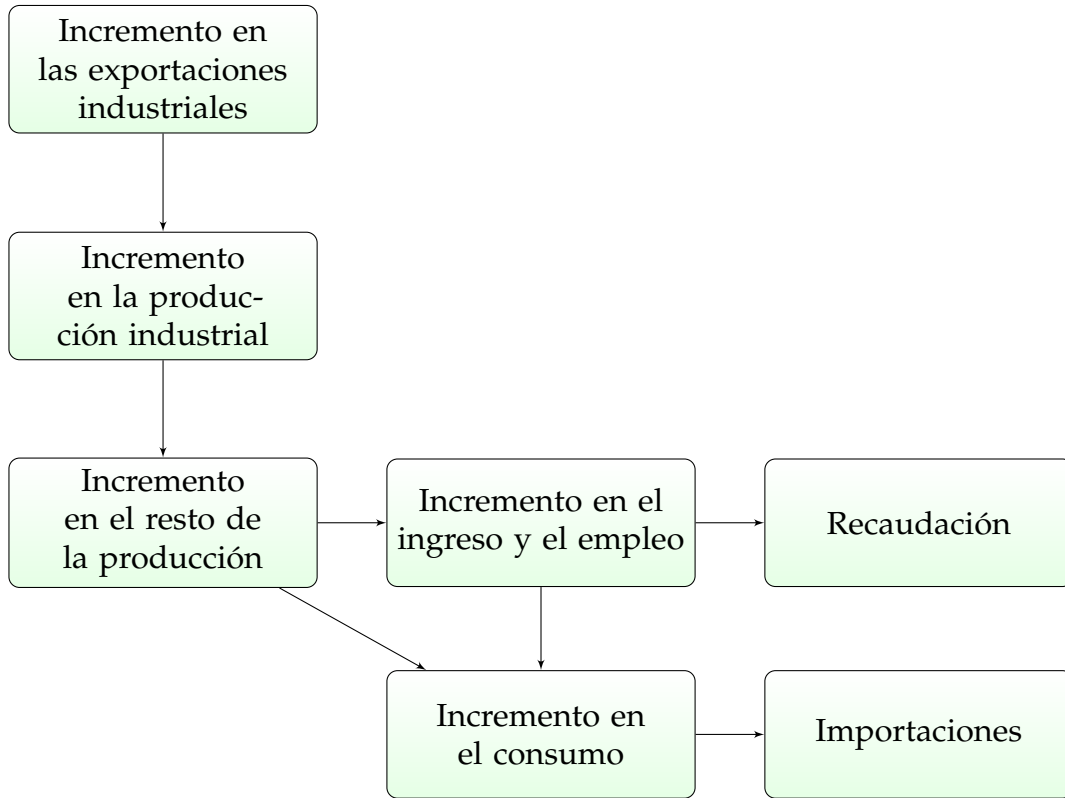
Cuadro 8: Encadenamientos en la MIP



Fuente: Elaboración propia.



Cuadro 9: Funcionamiento de la MIP



Fuente: Elaboración propia.

## B.2 El modelo dual de los precios

El modelo planteado por Leontief no solo permite estimar los cambios en la producción como resultado de variaciones en la demanda, sino que también permite aproximar cambios en el precio de los sectores a partir de variaciones en los costos unitarios. Si bien existen dos enfoques diferentes para expresar un sistema de precios (?), en esta sección solamente será tratado el modelo que parte de las matrices insumo producto monetarias, que son las más utilizadas en la práctica. Para ello resulta conveniente definir primero al valor agregado por unidad de producto ( $v$ ):

$$v_j = \frac{VAB_j}{X_j} \quad (12)$$

Sean  $p_j$  los precios de cada actividad  $j$ , podemos definir a la variable  $v$  tal que:

$$v_j = p_j - \sum_i a_{i,j} \cdot p_i \quad (13)$$

Intercambiando a las variables de un lado a otro de la igualdad se obtiene:

$$p_j = \sum_i a_{i,j} \cdot p_i + v_j \quad (14)$$

Expresando esta última ecuación en lenguaje matricial obtenemos la siguiente expresión:

$$p = A^T \cdot p + v \quad (15)$$

Nuevamente, aplicando algo de álgebra elemental se obtiene:

$$p = [(I - A)^T]^{-1} \cdot v \quad (16)$$

tal que  $\forall j = 1, \dots, n$  :

$$\begin{pmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 - a_{11} & \cdots & 1 - a_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 - a_{1n} & \cdots & 1 - a_{nn} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{pmatrix}$$

Resulta necesario resaltar que esta versión simplificada de los precios captura solamente cambios como resultado de alguna variación en el valor agregado o los impuestos. En ese sentido, esta especificación se acerca al enfoque estructuralista o poskeynesiano de los precios en línea con los modelos de (?), en contraposición a los modelos walrasianos en donde los precios ajustan sin restricciones hasta asegurar el equilibrio entre la oferta y la demanda en el mercado de bienes. Por estos motivos, pueden ser efectivos para proyectar la inflación cuando el origen de esta viene por el lado de los costos.

Este modelo simple de determinación de precios puede ser ampliado para incorporar cambios en el precio de los insumos importados a partir de variaciones en impuestos específicos, derechos de importación, costos internacionales de transporte o bien el tipo de cambio. Partiendo de la ecuación (13), e integrando los impuestos sobre los insumos domésticos en el valor agregado se obtiene:

$$v_j = p_j - \sum_i a_{i,j} \cdot p_i - \sum_i m_{i,j} \cdot p_i^m \quad (17)$$

Si nuevamente se lleva la ecuación a lenguaje matricial se tiene que:

$$p = A^T \cdot p + M^T \cdot p^m + v \quad (18)$$

Realizando el ya clásico pasaje de términos de un lado a otro de la igualdad llegamos a la expresión final:

$$p = [(I - A)^T]^{-1} \cdot v + [(I - A)^T]^{-1} \cdot M^T \cdot p^m \quad (19)$$

tal que  $\forall j = 1, \dots, n$  :

$$\begin{pmatrix} p_1 \\ \vdots \\ p_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 - a_{11} & \cdots & 1 - a_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 - a_{1n} & \cdots & 1 - a_{nn} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} v_1 \\ \vdots \\ v_n \end{pmatrix} + \\ + \begin{pmatrix} 1 - a_{11} & \cdots & 1 - a_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 - a_{1n} & \cdots & 1 - a_{nn} \end{pmatrix}^{-1} \cdot \begin{pmatrix} M_{11} & \cdots & M_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ M_{1n} & \cdots & M_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} p_1^m \\ \vdots \\ p_n^m \end{pmatrix}$$

## C El balanceo de la MIP

Tal como fue mencionado previamente, la actualización de la MIP incorpora información que provienen de dos fuentes alternativas: los COU 2019 y la matriz de importaciones de 2004. Por tal motivo, puede ocurrir que la matriz resultante del primer paso de la actualización no sea consistente, en el sentido de que la suma de las columnas y de las filas pueden diferir entre sí.

La técnica RAS es un método iterativo de ajuste biproporcional, por el cual una matriz de transacciones  $T$  de dimensión  $i \times j$  es ajustada hasta que la suma de sus columnas y filas se igualan a los dos vectores objetivos,  $u^*$  para las filas y  $v^*$  para las columnas. Este ajuste, es alcanzando multiplicando cada fila por una constante positiva, de tal forma que el total de la fila se iguala a la fila objetivo. De igual manera, las columnas serán multiplicadas por escalares hasta alcanzar su valor objetivo. Vale la pena resaltar que los símbolos utilizados buscan replicar a los que son hallados regularmente en la literatura.

Siguiendo la nomenclatura previa, el punto de partida de la secuencia es la matriz  $T^0$ , en donde el 0 refiere a la versión inicial de la matriz, la cual está desbalanceada. El valor entre paréntesis refiere al número de la iteración realizada, mientras que el símbolo  $\hat{\phantom{x}}$  sobre cualquier variable significa que el vector es reexpresado en forma de una matriz diagonal.

$$T^0 = T(0) = \begin{pmatrix} t(0)_{11} & \cdots & t(0)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t(0)_{n1} & \cdots & t(0)_{nn} \end{pmatrix}$$

En el siguiente paso es estimado el vector  $u(1)$ , tal que,

$$u(1) = T(0) \cdot e^f \tag{C.1}$$

$$u(1) = \begin{pmatrix} t(0)_{11} & \cdots & t(0)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t(0)_{n1} & \cdots & t(0)_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$$

Aquí es donde empieza el proceso de ajuste, ya que generalmente el valor obtenido para  $u(1)$  va a diferir del valor objetivo  $u^*$ .

$$\hat{r}(1) = \hat{u}^* \cdot (\hat{u}(1))^{-1} \quad (\text{C.2})$$

$$\hat{r}(1) = \begin{pmatrix} \hat{u}_1^* & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \hat{u}_n^* \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{\hat{u}(1)_1} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \frac{1}{\hat{u}(1)_n} \end{pmatrix}$$

una vez estimado  $r(1)$  obtenemos la primera matriz ajustada  $T(1)$ ,

$$T(1) = \hat{r}(1) \cdot T(0) \quad (\text{C.3})$$

$$T(1) = \begin{pmatrix} r(1)_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & r(1)_n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t(0)_{11} & \cdots & t(0)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t(0)_{n1} & \cdots & t(0)_{nn} \end{pmatrix}$$

La multiplicación precedente asegura que la suma de las filas de  $T(1)$  logre igualarse a  $u(1)$ . Sumando las columnas de  $T(1)$  obtenemos,

$$v(1) = e^c \cdot T(1) \quad (\text{C.4})$$

$$v(1) = \begin{pmatrix} 1 & \cdots & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t(1)_{11} & \cdots & t(1)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t(1)_{n1} & \cdots & t(1)_{nn} \end{pmatrix}.$$

comparando  $v(1)$  con su respectivo vector objetivo  $v^*$ , obtenemos como resultado un nuevo vector  $s(1)$ :

$$\hat{s}(1) = \hat{v}^* \cdot (\hat{v}(1))^{-1} \quad (\text{C.5})$$

$$\hat{s}(1) = \begin{pmatrix} \hat{v}_1^* & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \hat{v}_n^* \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \frac{1}{\hat{v}(1)_1} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & \frac{1}{\hat{v}(1)_n} \end{pmatrix}$$

Siguiendo con el procedimiento, la nueva matriz diagonal  $\hat{s}(1)$  es multiplicada por  $T(1)$  para obtener:

$$T(2) = \hat{s}(1) \cdot T(1) \quad (\text{C.6})$$

$$T(2) = \begin{pmatrix} s(1)_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & s(1)_n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} t(1)_{11} & \cdots & t(1)_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ t(1)_{n1} & \cdots & t(1)_{nn} \end{pmatrix}$$

La secuencia es reiniciada desde la ecuación (C.1) y el proceso iterativo debe repetirse hasta que sean cumplidas las condiciones  $u(n) = u^*$  y  $v(n) = v^*$ . En la práctica, esto implica suponer cierta tolerancia para la convergencia de ambos vectores. Cuando menor sea esta, mayor será el número de iteraciones requeridos para converger.

## Referencias

- Beyrne, G. (2015). Análisis de los encadenamientos productivos y multiplicadores a partir de la construcción de la matriz insumo producto argentina 2004. Technical report, Ministerio de Economía, Secretaria de Planificación del Desarrollo.
- Capobianco, S. (2018). La construcción de la matriz insumo producto 2015 (sin publicar). Technical report, Secretaria de Transformación Productiva, Ministerio de Producción.
- Eurostat (2008). Eurostat manual of supply, use and input-output tables. Technical report, Eurostat.
- Hirschman, G. (1958). *The strategy of economic development*. New Haven: Yale University Press.
- INDEC (2022). Cuadro de oferta y utilización (cou) 2019. Technical report, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
- Leontief, W. (1951). *The Structure of American Economy, 1919-1939: An Empirical Application of Equilibrium Analysis*. Oxford U.P; 2nd edition.
- McDougall, R. (1999). Entropy Theory and RAS are Friends. GTAP Working Papers 300, Center for Global Trade Analysis, Department of Agricultural Economics, Purdue University.
- Pino, A. (2004). Analisis de encadenamientos productivos para la economia regional: base 1996. Technical report, Universidad del Bio Bio, Region Chile.
- Quesnay, F. (1759). *Tableau économique*. London Macmillan.
- Rasmussen, N. (1956). *Studies in Inter-Sectoral Relations*. North Holland Publishing Company, Amsterdam.

Reinert, K. A. y Roland-Hoist, D. W. (1997). *Social Accounting Matrices*, page 94?121. Cambridge University Press.

Schuschny, A. (2005). Tópicos sobre el modelo de insumo-producto: teoría y aplicaciones. Documentos de trabajo, CEPAL.

Wirkierman, A. (2015). Notas de clase. Technical report, Cepal.