

# **Departamento Administrativo Nacional de Estadística**



**Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales  
(DSCN)**

**Grupo de cuentas satélite**

**Metodología de la Matriz Insumo-Producto (MIP)**

Julio de 2013

# **Metodología de la Matriz Insumo-Producto (MIP)**

JORGE RAÚL BUSTAMANTE ROLDÁN  
**Director**

JUAN CARLOS GUATAQUÍ ROA  
**Subdirector**

MARIO CHAMIE MAZZILLO  
**Secretario General**

EDUARDO EFRAÍN FREIRE DELGADO  
**Director de Metodología y Producción Estadística**

NELCY ARAQUE GARCÍA  
**Directora de Regulación, Planeación, Estandarización y Normalización**

LILIANA ACEVEDO ARENA  
**Directora de Censos y Demografía**

ANA VICTORIA VEGA ACEVEDO  
**Directora de Síntesis y Cuentas Nacionales**

MIGUEL ANGEL CÁRDENAS CONTRERAS  
**Director de Geoestadística**

SORAYA PEÑARANDA GÓMEZ  
**Directora de Difusión, Mercadeo y Cultura Estadística (e)**

**Directora Técnica de Síntesis y Cuentas Nacionales**

Ana Victoria Vega Acevedo

**Coordinadora grupo cuentas satélite**

Nohora Silvia Palencia Guevara

**Asesores de la Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales**

Evaristo Manuel Arrieta Pico

Jorge Enrique Centanaro Martínez

Mariana Magdalena Cortés Arévalo

Marie Monique Pinot

**Metodología de la Matriz Insumo Producto (MIP) base 2005 elaborada por:**

Andrea Paola García Ruiz

**Actualización metodología base 2005 y Matriz Insumo Producto (MIP) 2010 elaborada por:**

Andrea Paola García Ruiz

Luis Javier Uribe Moya

**Edición**

Jorge Enrique Gómez Vallejo

# CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN .....	5
1. MARCO DE REFERENCIA DEL MODELO DE INSUMO-PRODUCTO .....	6
1.1. Marco teórico .....	6
1.2. Matriz Insumo-Producto .....	7
1.3. Usos de la Matriz Insumo Producto (mip).....	8
1.4. Marco Conceptual de LAS Matrices de Insumo Producto (MIP) .....	9
1.4.1. Matriz tipo producto-producto.....	9
1.4.2. Matriz tipo actividad-actividad. ....	10
1.5. Estructura de la MIP .....	10
2. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO 2005 .....	15
2.1. CÁlculo de la matriz de utilización a precios básicos .....	15
2.2. Construcción de la MIP 2005, tipo producto-producto .....	16
2.2.1. Análisis de las producciones secundarias.....	16
2.2.2. Traslado de los consumos intermedios de las producciones secundarias.....	19
2.2.3. Traslado de la remuneración a los asalariados y los impuestos de las producciones secundarias.....	25
2.2.4. Traslado del excedente bruto de explotación y el ingreso mixto asociado a las producciones secundarias.....	26
2.3. Separación de los componentes nacional e importado .....	27
3. CÁLCULO DE LOS MULTIPLICADORES DE LEONTIEF .....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29

## INTRODUCCIÓN

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) ha publicado Matrices Insumo Producto (MIP) para los años 2005 y 2010, en el marco del año base 2005 de las cuentas nacionales. Otras entidades han elaborado MIP con cobertura regional, utilizando metodologías similares a la nacional, con fines de planeación económica o como complemento a las cuentas económicas regionales, departamentales y municipales. El Banco de la República y las secretarías de planeación y desarrollo económico, del nivel departamental y municipal, han desarrollado mediciones para la región Caribe, los departamentos de Cundinamarca y Valle del Cauca y para la ciudad de Bogotá D.C.

Los propósitos analíticos de cada una de estas investigaciones dependen de las necesidades de cada institución, que van desde conocer los impactos de la política económica, en general, hasta establecer las relaciones de la región con el resto de la economía nacional.

La elaboración de la MIP hace parte del programa estadístico de Cuentas Nacionales y Macroeconomía, enmarcado dentro del Plan Estadístico Nacional, del DANE. La MIP constituye un esfuerzo investigativo de la Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN), que complementa los lineamientos estadísticos de Naciones Unidas, bajo el marco conceptual del Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) 1993 y 2008.

Este documento metodológico consta de tres partes. La primera presenta el marco de referencia del modelo de insumo-producto; el segundo aparte muestra la metodología que se empleó en el DANE para el cálculo de la MIP y la tercera parte detalla cómo se realizaron los cálculos de los multiplicadores de Leontief.

La metodología para la elaboración de la MIP correspondiente a la base 2005, tiene como punto de partida el Cuadro Oferta Utilización (COU), a partir del cual se calculan las transacciones productivas a precios básicos. Posteriormente, se desarrollan las hipótesis tecnológicas para obtener una matriz simétrica tipo producto-producto y finalmente se separa el componente importado del doméstico para calcular los multiplicadores de Leontief.

Los productos resultantes de esta investigación son tres matrices:

- Matriz insumo-producto, producto por producto
- Matriz doméstica insumo-producto, producto por producto
- Matriz de multiplicadores de Leontief.

La elaboración de este instrumento estadístico, de cobertura nacional, da respuesta a las necesidades de información económica especializada, tanto para los investigadores particulares, como para el sector académico, instituciones públicas y organismos multilaterales.

La metodología de la MIP fue publicada originalmente en julio de 2012, con ocasión de la presentación de los resultados de la MIP 2005; en julio de 2013, se presentan los resultados de la MIP 2010 y por tanto, algunos de los elementos descriptivos han sido actualizados.

# 1. MARCO DE REFERENCIA DEL MODELO DE INSUMO-PRODUCTO

## 1.1. MARCO TEÓRICO

Consientes Históricamente, los precursores del análisis de insumo-producto datan de la primera mitad del siglo XVIII. El primer esfuerzo por capturar los flujos inter-industriales de una economía pertenece a François Quesnay (1694-1774) con su modelo *Tableau Economique*. Quesnay hacía parte de la escuela de pensamiento económico de los fisiócratas y, aunque el objetivo de su *Tableau Economique* radicaba en un análisis del sector agrícola, su instrumento logró representar de una manera muy básica una economía y sus transacciones productivas. En este modelo se resaltaban los procesos de producción, circulación del dinero e insumos y la distribución del ingreso. Algunos de los principales aportes del *Tableau Economique* de Quesnay, que aún siguen presentes en el análisis de insumo-producto, son: 1) la relación de trabajo productivo con los excedentes y 2) la interdependencia en los procesos de producción.

Gran parte de las bases teóricas de los economistas clásicos parten de las ideas conceptualizadas en el modelo de Quesnay, tales como el crecimiento económico, la acumulación de capital a partir de los excedentes de producción, la producción como un proceso circular y la relación interdependiente entre los agentes de una economía.

Leon Walras (1834-1910), perteneciente a la escuela de los marginalistas, introdujo al modelo insumo producto el concepto de los coeficientes de producción, sin embargo, su concepto del stock de recursos productivos como un flujo variable independiente para cada periodo no le permitió desarrollar una teoría coherente para la acumulación de capital.

Las bases del análisis de insumo-producto fueron propuestas por Quesnay y desarrolladas por Walras, pero es Wassily Leontief (1905-1999) la persona que logró plantear una teoría concreta de insumo-producto, fue el primero en utilizar una matriz como representación de una economía. Su modelo evidencia las relaciones inter-industriales dentro de una economía, mostrando cómo la producción de una actividad puede llegar a ser el insumo para otra actividad económica, donde cada columna de la matriz insumo-producto determina el valor monetario de los insumos por actividad o por producto y cada fila representa el valor monetario de la producción.

Los principales aportes de Leontief para el modelo de insumo-producto fueron: 1) los coeficientes de producción que expresan las relaciones entre los sectores de una economía y calculados estadísticamente, 2) La estimación de estos coeficientes de producción es suficientemente estable para ser comparada en análisis no dinámicos con otros coeficientes y 3) el modelo permite evaluar el impacto de las políticas económicas tomando en consideración los efectos directos e indirectos (por medio de los multiplicadores) en los flujos inter-industriales.

Sin embargo, en el desarrollo de la teoría de insumo-producto, Leontief encontró dos grandes dificultades que aún están presentes en este tipo de análisis. En primer lugar, es necesario tener información detallada, actualizada y depurada de las transacciones económicas de la región o nación que se esté analizando. Por lo general, esta información proviene de varias fuentes y se hace necesario hacer el esfuerzo previo de reunirla toda y

hacerla consistente. La segunda dificultad está asociada al supuesto de estabilidad a largo plazo de los coeficientes de producción, los cuales no corresponden a los cambios estructurales y tecnológicos que se dan en una economía. De ahí la necesidad de recalcular la matriz de insumo-producto cada vez que la economía muestre cambios estructurales importantes, que afecten las relaciones productivas en una economía.

La MIP, como herramienta para el análisis económico, fue acogida cada vez más por las organizaciones encargadas de la producción estadística económica de diferentes países, hasta llegar a la división de estadísticas de la Organización de la Naciones Unidas (ONU), que junto con el Fondo Monetario Internacional (FMI), el Banco Mundial (BM), la división de estadísticas de la Unión Europea (Eurostat) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE), han publicado el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN), en el cual se propone un marco completo de la contabilidad nacional y se sugieren el cálculo de la MIP.

Los alcances de la MIP abarcan varios y diferentes dominios del análisis económico, de ahí su potencial como instrumento estadístico y analítico. Entre sus usos se puede destacar la simulación de procesos inflacionarios en los salarios, los efectos de aumentar el gasto público, la estimación de los requerimientos de capital para el desarrollo económico y proyecciones del crecimiento de las actividades productivas. Más recientemente, el análisis insumo-producto se dirige al estudio del crecimiento y el desarrollo económico.

Diversas técnicas se pueden utilizar a partir de la información: proyecciones basada en los coeficientes de la MIP, multiplicadores de ingresos, multiplicadores de empleo, análisis insumo-producto regional y análisis de tendencias productivas. Las ventajas estadísticas y la versatilidad de la MIP hacen que el análisis insumo-producto se mantenga como una de las principales ramas de los estudios macroeconómicos aplicados. En 1988, economistas y profesionales expertos en este tipo de análisis se asociaron bajo la *International Input-Output Association* (IIOA), cuya sede se encuentre en Viena, Austria. A partir de entonces, el análisis de insumo-producto se ha institucionalizado en varias regiones y países del mundo y su uso se viene aplicando cada vez más a nuevos temas dentro del análisis económico.

## **1.2. MATRIZ INSUMO-PRODUCTO**

La Matriz Insumo Producto (MIP) es el resultado de la aplicación del modelo de insumo-producto. Esta constituye un instrumento analítico derivado del Cuadro Oferta Utilización de productos (COU), cuyo objetivo es ampliar el horizonte analítico de la información producida por cuentas nacionales, relacionando, en un solo cuadro, las relaciones de producción y consumos intermedios de una economía.

La MIP se compila a partir del COU, elaborado de acuerdo con los lineamientos metodológicos de las cuentas nacionales. “Las matrices insumo-producto no pueden compilarse sin pasar por la etapa de elaboración de los cuadros oferta y utilización (excepto bajo supuestos muy restrictivos). Por tanto, se trata de instrumentos analíticos cuya compilación supone inevitablemente cierto grado de modelización.” (Naciones Unidas et al., 2008-28.2).

En Colombia, el COU, de publicación anual, integra los elementos de la oferta y la demanda al establecer relaciones de equilibrio para cada uno de los productos de la economía. El COU es rectangular, porque tiene más productos (filas) que ramas de actividad económica (columnas), aunque se publica en matrices cuadradas<sup>1</sup>. El COU es asimétrico debido a que los elementos de las filas (productos) son diferentes a los elementos de las columnas (ramas de actividad económica) y se construye a partir de información estadística de los establecimientos<sup>2</sup> en los que se identifican producciones principales y secundarias.

Por su parte, la MIP es una construcción analítica que satisface determinadas propiedades matriciales y no una observación estadística directa (Naciones Unidas et al., 2008-28.67). La simetría de la MIP se logra cuando los componentes de las columnas son iguales a los de las filas, es decir, cuando se tienen actividades económicas, tanto en las filas, como en las columnas o cuando se tienen productos en las filas y en las columnas de una misma matriz.

En esencia, una matriz insumo-producto se deriva de un cuadro de utilización donde las columnas que representan las industrias<sup>3</sup> en ambos cuadrantes de la izquierda se sustituyen por productos o donde los productos se sustituyen por industrias. La matriz de consumo intermedio resultante es cuadrada, y muestra productos tanto en filas como en columnas o industrias en ambas. En ambos casos, los totales de las filas de la matriz coinciden con los totales de las columnas de la matriz, producto por producto o industria por industria, según sea el caso. Por tanto, las matrices resultantes son simétricas. (Naciones Unidas et al., 2008-28.32).

### **1.3. USOS DE LA MATRIZ INSUMO PRODUCTO (MIP)**

La MIP presenta la información sobre el sistema productivo nacional, dispuesta de tal manera que permite establecer interrelaciones sectoriales y que tiene propiedades algebraicas que la hacen una herramienta apropiada para estimar el efecto de modificaciones de los precios relativos, de los requerimientos de mano de obra y capital frente a variaciones de la producción, de cambios en la demanda, entre otros (Naciones Unidas et al., 2008-28.35).

La matriz de multiplicadores de Leontief derivada de la elaboración de la MIP, es una de las potencialidades analíticas de las matrices insumo-producto. Los multiplicadores miden los incrementos en el valor de la producción ocasionados por variaciones de la demanda final. Por ejemplo, un incremento de la demanda final de obras de construcción, incrementa, en primer lugar, los requerimientos de insumos directos (productos minerales, metalúrgicos, madera, cemento, etc.). Posteriormente,

el aumento de la demanda de todos estos productos ocasiona una serie adicional de aumentos en la producción para todos los productos y esto a su vez desencadena otra serie de aumentos de la producción y así sucesivamente. Cada serie de efectos es menor que la última hasta que a la larga se vuelve insignificante. El total de los efectos a partir de la segunda serie y las posteriores se denomina efecto indirecto de un cambio de demanda. (Naciones Unidas et al., 2008-28.39).

---

<sup>1</sup> El COU 2005 se elaboró a nivel de 369 productos y 61 ramas de actividad y en la publicación los productos se agregan a 61

<sup>2</sup> Un establecimiento se define como una empresa, o parte de una empresa, situada en un único emplazamiento y en el que sólo se realiza una actividad productiva o en el que la actividad productiva principal representa la mayor parte del valor agregado

<sup>3</sup> En Colombia se utiliza el término rama de actividad económica para referirse a lo que el SCN 2008 denomina industrias.



En general, a partir de la MIP se pueden cuantificar los efectos directos e indirectos sobre la estructura productiva, ante cambios en las variables económicas consideradas exógenas. Por ejemplo, permite calcular los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante, debido a un aumento o disminución de la demanda final, de cambios en los precios relativos, impuestos o condiciones del comercio exterior. Otras utilidades apuntan a la elaboración de matrices de contabilidad social y análisis de nivel microeconómico sobre el comportamiento industrial.

Uno de los objetivos principales de la elaboración de esta MIP es la elaboración de una matriz de contabilidad social, por tal razón se desarrolló la MIP producto-producto. Este tipo de matrices han sido las más frecuentes en el contexto colombiano.

#### **1.4. MARCO CONCEPTUAL DE LAS MATRICES DE INSUMO PRODUCTO (MIP)**

La matriz insumo producto se puede presentar de dos formas: producto-producto o actividad-actividad. La definición del tipo de matriz depende de las relaciones productivas que se quieran reflejar y de los objetivos del análisis económico propuesto.

##### **1.4.1. Matriz tipo producto-producto.**

Permite un análisis con mayor grado de homogeneidad técnica en términos de estructura de costos. La MIP producto-producto es comúnmente utilizada en análisis de productividad, de variaciones de precios relativos y variaciones en los factores de producción capital-trabajo.

Este tipo de simetría requiere convertir las columnas del COU, de ramas de actividad económica a productos, por tanto, supone trasladar, del cuadro de oferta, las producciones secundarias a la columna donde se ubica la producción principal, de manera que, posterior al traslado, las columnas no constituyen ramas de actividad, sino unidades de producción homogéneas<sup>4</sup>. Para trasladar los consumos intermedios asociados de las producciones secundarias, se establecen supuestos sobre la estructura de costos de dichas producciones. La estructura de costos de las producciones secundarias se pueden calcular utilizando hipótesis sobre la similitud que tienen con las estructuras de la rama de actividad económica que realiza la producción principal o con la que la produce de forma secundaria.

Los supuestos de transferencia de los consumos intermedios de las producciones secundarias se resumen en dos modelos. El modelo de tecnología por producto o de tecnología por actividad. En ellos se aplica el supuesto de que la estructura de costos de las producciones secundarias es igual a la producción primaria que le corresponde o a la actividad en la que se encuentra.

Los vectores de gasto de consumo final, formación bruta de capital y exportaciones del COU, son iguales en la MIP producto-producto, mientras que los componentes del valor agregado deben ser recalculados para que correspondan con la unidad de análisis que es la unidad de producción homogénea.

---

<sup>4</sup> “En la mayoría de los campos de la estadística, la elección de la unidad estadística y de la metodología utilizada depende de los fines para los que se van a utilizar las estadísticas resultantes. En el ámbito del análisis de insumo-producto, la situación óptima sería aquella en la que cada unidad de producción se dedicara únicamente a una actividad productiva, por lo que una industria podría formarse agrupando todas las unidades dedicadas a un tipo concreto de actividad productiva sin intrusión de actividades secundarias. Esta clase de unidad se conoce como “unidad de producción homogénea” (Naciones Unidas, 2008)

#### 1.4.2. Matriz tipo actividad-actividad.

La rama de actividad económica, como elemento de análisis, está más estrechamente relacionada con las fuentes de información estadística, tales como encuestas y registros administrativos. La MIP tipo actividad-actividad es utilizada, por ejemplo, para medir el impacto de una reforma fiscal sobre la estructura productiva de un país (Eurostat, 2008).

Este tipo de matriz supone convertir las filas del COU, de productos a actividades económicas, es decir, totalizar en la diagonal la producción principal y las secundarias.

Para trasladar los consumos intermedios se deben identificar las ramas de actividad económica que producen los insumos a fin de trasladarlos. Este proceso puede requerir investigaciones adicionales o establecer supuestos sobre la estructura de la demanda.

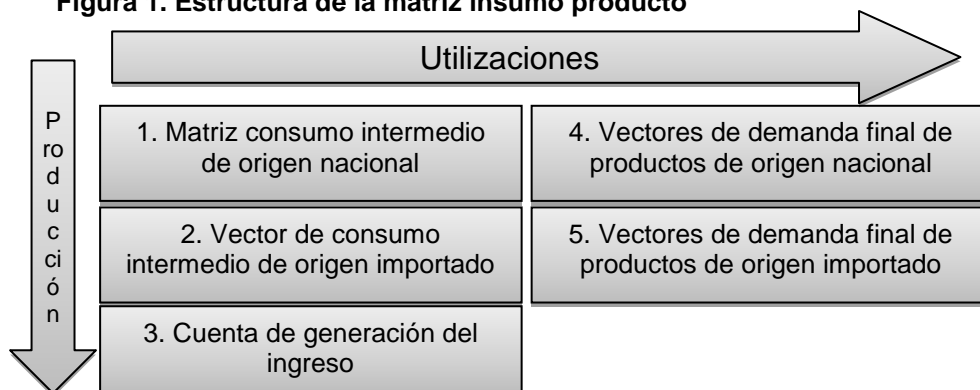
Los componentes del valor agregado, por rama de actividad económica del COU, son iguales en la MIP tipo actividad-actividad, mientras que las demandas finales, que se disponen por producto, deben ser trasladadas a las ramas de actividad económica de donde provienen.

### 1.5. ESTRUCTURA DE LA MIP

Independientemente del tipo de MIP que se calcule, su estructura está compuesta por cinco submatrices<sup>5</sup>, como lo ilustra la figura 1:

1. Matriz de consumos intermedios de origen nacional
2. Vector de consumo intermedio de origen importado.
3. Cuenta de generación del ingreso.
4. Vectores de demanda final de productos de origen nacional
5. Vectores de demanda final de productos de origen importado.

Figura 1. Estructura de la matriz insumo producto



Fuente: DANE, Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN).

<sup>5</sup> Todas las submatrices están medidas a precios básicos.

Vista en columnas, la MIP describe las funciones de producción, que se componen de los consumos intermedios desagregados en los de origen nacional (1) e importado (2) y de la cuenta de generación del ingreso (3), la cual presenta las correspondientes remuneraciones al factor trabajo, capital y los impuestos. La matriz de consumo intermedio de origen nacional refleja la interdependencia existente entre las unidades de producción, en la medida en que cada función de producción define a su vez la unidad que le provee los consumos intermedios necesarios para dicha producción.

La sumatoria en filas presenta las utilizaciones de la producción nacional, tanto la utilización en demanda intermedia (1), como en demanda final (4). El total de las utilizaciones de la producción nacional (filas) es igual a la producción de las columnas.

De igual manera, las utilizaciones de las importaciones se agrupan en el vector de consumo intermedio de origen importado (2) y en los componentes de la demanda final de origen importado (5).

A continuación, se describen las ecuaciones de equivalencia entre la producción y sus utilizaciones.

La función de producción, representada en cada columna, está compuesta por la suma de los consumos intermedios de origen nacional, los insumos de origen importado y la remuneración a los factores de producción contenida en el valor agregado:

$$X_i = x_{1i} + x_{2i} + \dots + x_{ni} + ra_i + t_i + ebe_i + im_i + ck_i + xm_i$$

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ji} + v_i \quad 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n \quad (1)$$

Donde,

$X_i$  = Valor de la  $i$ -ésima producción.

$x_{ji}$  = Valor del  $j$ -ésimo consumo intermedio de origen nacional requerido para la producción de  $i$ .

$xm_i$  = Valor del consumo intermedio importado para la producción de  $i$ .

$ra_i$  = Valor de la remuneración del factor trabajo necesaria la producción de  $i$ .

$t_i$  = Valor de los impuestos pagados menos subvenciones por la producción de  $i$ .

$ebe_i$  = Valor del excedente bruto de explotación generado por la producción de  $i$ .

$im_i$  = Valor del ingreso mixto generado por la producción de  $i$ .

$ck_i$  = Valor consumo de capital fijo del  $i$ -ésimo producto.

$v_i$  = Valor agregado generado por la producción de  $i$ .

Por otra parte, la función de utilización de la producción nacional se representa en la ecuación 2. Las utilizaciones están compuestas por la sumatoria de los consumos intermedios y las demandas finales de la producción de origen nacional. A su vez, esta investigación desagrega la demanda final en: gastos de consumo final realizado por hogares, el gobierno y por las Instituciones Sin Fines de Lucro que Sirven a los Hogares (ISFLSH), además de la Formación Bruta de Capital (FBK) y las exportaciones.

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i \quad 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n \quad (2)$$

$$X_i = x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{in} + cf_i + fbk_i + ex_i$$

Donde,

$X_i$  = Valor de las utilizaciones de la  $i$ -ésima producción.

$x_{in}$  = Valor de consumo intermedio de  $i$  de origen nacional necesario para realizar la  $n$ -ésima producción.

$y_i$  = Valor de la demanda final de la producción nacional de  $i$ .

$cf_i$  = Valor del gasto de consumo final de los hogares, del gobierno y de las ISFLSH del producto  $i$  de origen nacional.

$fbk_i$  = Valor de la formación bruta de capital fijo y de la variación de existencias de  $i$ .

$ex_i$  = Valor de las exportaciones menos importaciones de  $i$ .

De esta forma, la producción y sus diferentes usos económicos se expresan en la igualdad entre (1)=(2):

$$\sum_{j=1}^n x_{ji} + x_M + v_i = X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i \quad 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n$$

Esta presentación matricial y simétrica, resultante de la MIP, implica los siguientes supuestos (Schuschny, 2005):

- Hipótesis de homogeneidad sectorial: cada insumo es suministrado por un sólo sector de producción, no hay producciones secundarias.
- Hipótesis de invarianza de precios relativos a fin de homogeneizar la medición de los agregados.
- Hipótesis de aditividad: el efecto total sobre la producción de varios sectores es igual a la suma de efectos sobre la producción de cada uno de los sectores.
- Hipótesis de proporcionalidad estricta: la cantidad de insumos es proporcional al nivel de producción de cada producto o sector, es decir, el nivel de la  $i$ -ésima producción necesaria para la producción de  $j$  ( $x_{ij}$ ), es una proporción constante ( $a_{ij}$ ) de la producción total de  $j$  ( $X_j$ ). Esta hipótesis se expresa en la ecuación 3:

$$x_{ij} = a_{ij} * X_j \quad 1 \leq i \leq n \text{ y } 1 \leq j \leq n \quad (3)$$

Donde,  $a_{ij}$  es un coeficiente técnico.

Despejando  $X_j$  de la ecuación

$$X_j = \frac{x_{ij}}{a_{ij}} \quad 1 \leq i \leq n, \quad 1 \leq j \leq n \text{ y } \forall a_{ij} \neq 0 \quad (4)$$

El coeficiente  $a_{ij}$  es constante para el periodo de referencia de elaboración de la MIP, por tanto, la función de producción del modelo Leontief es lineal.

A partir de esta construcción matricial, se elabora un modelo matemático en el que figuran parámetros, variables endógenas y exógenas. Las variables endógenas son las que han de

ser explicadas y se caracterizan por estar influidas por las restantes variables del modelo. El consumo intermedio es una variable endógena, mientras que los elementos de la demanda final y las importaciones constituyen variables exógenas.

Los multiplicadores de Leontief, obtenidos a partir de la elaboración de la MIP, tienen por objetivo medir los requerimientos directos e indirectos en la estructura productiva interna, ocurridos por cambios en la demanda final. Para calcularlos, es necesario expresar los usos de la producción (ecuación 2), en términos de coeficientes técnicos (ecuación 3), como se representa en la siguiente ecuación:

$$X_i = \sum_{j=1}^n x_{ij} + y_i = \sum_{j=1}^n (a_{ij} * X_j) + y_i \quad 1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq n$$

De esta forma, la expresión matricial de la utilización de la producción total en la MIP, en términos de coeficientes técnicos es:

$$x = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix}$$

$$x = A x + y \quad x \in \mathbf{R}^{n \times 1}, \quad A \in \mathbf{R}^{n \times n}, \quad y \in \mathbf{R}^{n \times 1} \quad (5)$$

Donde,  $A$  se denomina matriz de requerimientos directos, porque indica la proporción en que los insumos deben ser demandados, por unidad de producción de cada uno de los bienes y servicios de la economía.

A su vez, el incremento de los requerimientos directos, demanda la producción de otros consumos intermedios para su producción, generando una cadena de producciones derivadas que se pueden calcular despejando  $x$  de la ecuación (3):

$$x = (I - A)^{-1} y \quad x \in \mathbf{R}^{n \times 1}, \quad A \in \mathbf{R}^{n \times n}, \quad y \in \mathbf{R}^{n \times 1}$$

$$x = B y \quad \text{donde, } B = (I - A)^{-1}$$

La matriz  $B$  es llamada matriz inversa de Leontief o de requerimientos directos e indirectos porque permite cuantificar la relación total entre las variables exógenas, tales como los componentes de la demanda final y las importaciones, con las variables endógenas.

Cada elemento  $b_{ij}$  de la matriz de Leontief, representa la cantidad de producción que debería realizar la unidad de producción el sector  $i$  para satisfacer una unidad de demanda final  $j$  de origen nacional (Schuschny, 2005)

La matriz  $(I-A)$  se conoce como matriz de Leontief en honor al precursor de la utilización de las matrices insumo producto, mientras que  $(I-A)^{-1}$  se conoce con el nombre de matriz inversa de

Leontief. Esta última formulación es la que otorga la capacidad analítica al modelo insumo-producto. (ONU, 2008-28.38).

En la formulación del modelo de insumo-producto, existen cuatro propiedades en el cálculo de los coeficientes de Leontief. Dependiendo del tipo de análisis económico propuesto, el cumplimiento de una o varias de estas propiedades se reflejará en la coherencia económica del modelo:

- Balance material de Leontief: Los requerimientos de insumo del total de la producción deben igualar el total de insumos
- Balance financiero: Los costos de producción deben ser iguales al valor de los insumos.
- Invarianza de precios: los precios de los insumos y los productos se mantendrán invariables con respecto a los precios de un año base.
- Invarianza de escala: si las proporciones de insumo-producto son constantes para cada actividad entonces los coeficientes de Leontief deben ser fijos.

El cumplimiento de estas propiedades está asociado al tipo de modelo de tecnología que se utilice para la transferencia de producciones secundarias<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Ten Raa y Jansen (1990) establecen el marco teórico y la formulación matemática de cada una de las propiedades. Según el modelo de transferencias de costos que se aplique en el modelo de insumo-producto, una o varias de estas propiedades no se cumplirán. Lo que queda demostrado matemáticamente en el modelo.

## **2. METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DE LA MATRIZ INSUMO-PRODUCTO 2005**

El punto de partida para la elaboración de la matriz insumo producto MIP es el Cuadro Oferta Utilización (COU), al cual se realizan una serie de transformaciones para convertirlo en una MIP producto-producto y con la estructura descrita en la sección 1.4 y grafico 1.

Las transformaciones del COU a la MIP tienen como propósito separar las variables endógenas y exógenas consideradas en el análisis económico, a fin de establecer posteriormente los efectos multiplicadores sobre la estructura productiva (endógena). Elaborar el COU a precios básicos permite separar el componente exógeno que representan los impuestos a los productos. La deducción de los márgenes de comercio y transporte se elabora para conformar la producción comercio y transporte respectivamente, el propósito de dicha deducción es homogenizar la unidad de análisis; otra desagregación necesaria es la separación de los insumos de origen nacional (endógena), de los importados (exógena).

La primera etapa en la construcción de la MIP, consiste en elaborar la matriz de utilización del COU a precios básicos. Para obtenerla, a cada elemento de la matriz de utilización se le descuentan los márgenes de comercio, los márgenes de transporte, los impuestos a los productos y las subvenciones a los productos

En una segunda etapa, los cuadros de producción y consumos intermedios<sup>7</sup> se transforman en matrices cuadradas y simétricas de tal manera que los totales de las filas sean iguales a los totales de las columnas. Para ello se identifican los costos asociados a las producciones secundarias y se trasladan a las actividades donde son principales, con lo cual se obtienen funciones de producción homogéneas<sup>8</sup>.

En la tercera etapa, la matriz simétrica de consumos intermedios y los vectores de demanda final, a precios básicos, se desagregan en los componentes nacional e importado.

A continuación se explican, en forma detallada, cada una de las etapas seguidas.

### **2.1. CÁLCULO DE LA MATRIZ DE UTILIZACIÓN A PRECIOS BÁSICOS**

La matriz de utilización a precios básicos se obtuvo deduciendo, de la matriz de utilización a precios comprador, los márgenes de comercio y de transporte, los impuestos y las subvenciones a los productos.

En los balances oferta-utilización de los productos, elaborados en las cuentas nacionales, aparecen los vectores de impuestos, subvenciones y márgenes de comercio y transporte, desagregados en los componentes de la demanda: consumo intermedio, gastos de consumo

---

<sup>7</sup> La unidad de observación estadística de los cuadros de producción y consumos intermedios del COU, es el "establecimiento", el cual registra la producción principal y secundaria, de manera que los costos de producción corresponden a estas dos clases de producción

<sup>8</sup> Una función de producción homogénea es aquella cuyos consumos intermedios y factores productivos son únicos para producir un producto o grupo de productos de la misma naturaleza.

final, formación bruta de capital y exportaciones. En los componentes de la demanda final (gastos de consumo final, formación bruta de capital y exportaciones) solamente se trata de restarlos. Para el consumo intermedio se conocen totales por producto y es necesario distribuirlos en las ramas de actividad que consumen el producto, para ello estos elementos se distribuyen de acuerdo con la participación del producto en las ramas de actividad.

Los impuestos y derechos sobre importaciones tienen un tratamiento especial, debido a que son un componente de la oferta que no se desagrega en los elementos de la demanda, para realizar esta desagregación se utilizó la estructura de las importaciones registradas según Uso o Destino Económico (CUODE).

## **2.2. CONSTRUCCIÓN DE LA MIP 2005, TIPO PRODUCTO-PRODUCTO**

En Colombia, tradicionalmente se han elaborado matrices simétricas producto-producto orientadas al estudio de la productividad e inflación y, en otros casos, para establecer relaciones funcionales entre los componentes exógenos y endógenos de la economía, a partir del uso de multiplicadores y análisis de los encadenamiento hacia atrás y hacia adelante.

La matriz producto-producto se logra cuando las categorías de análisis expresadas en las filas son las mismas que en las columnas, para ello, las ramas de actividad del COU se convierten en productos, lo cual supone unidades de producción homogéneas, es decir, una matriz de producción diagonal (sin producciones secundarias) y un traslado de los consumos intermedios y componentes del valor agregado asociados a las producciones secundarias. Para convertir el COU a precios básicos en una matriz producto-producto se desarrollaron las siguientes etapas:

- Análisis de las producciones secundarias
- Traslado de los consumos intermedios de las producciones secundarias
- Traslado de la remuneración a los asalariados y los impuestos de las producciones secundarias
- Traslado del excedente bruto de explotación y el ingreso mixto asociado a las producciones secundarias

### **2.2.1. Análisis de las producciones secundarias.**

El SCN 2008 define varias categorías de producciones secundarias, de acuerdo con la naturaleza de la producción, de las cuales se deduce la metodología para trasladar las producciones, así:

- Producción subsidiaria: se origina como extensión económica de la actividad principal y no guarda relación tecnológica alguna con la ella. Es el caso de las producciones de comercio generado en la venta de materias primas o del servicio de transporte producido y vendido a un tercero como extensión del sistema de distribución establecido para la producción principal.
- Producción conjunta: se realiza a partir de materias primas comunes a la producción principal y pueden llegar a tener procesos productivos muy similares, ejemplo de ella, son los productos mineros y químicos derivados en la industria.

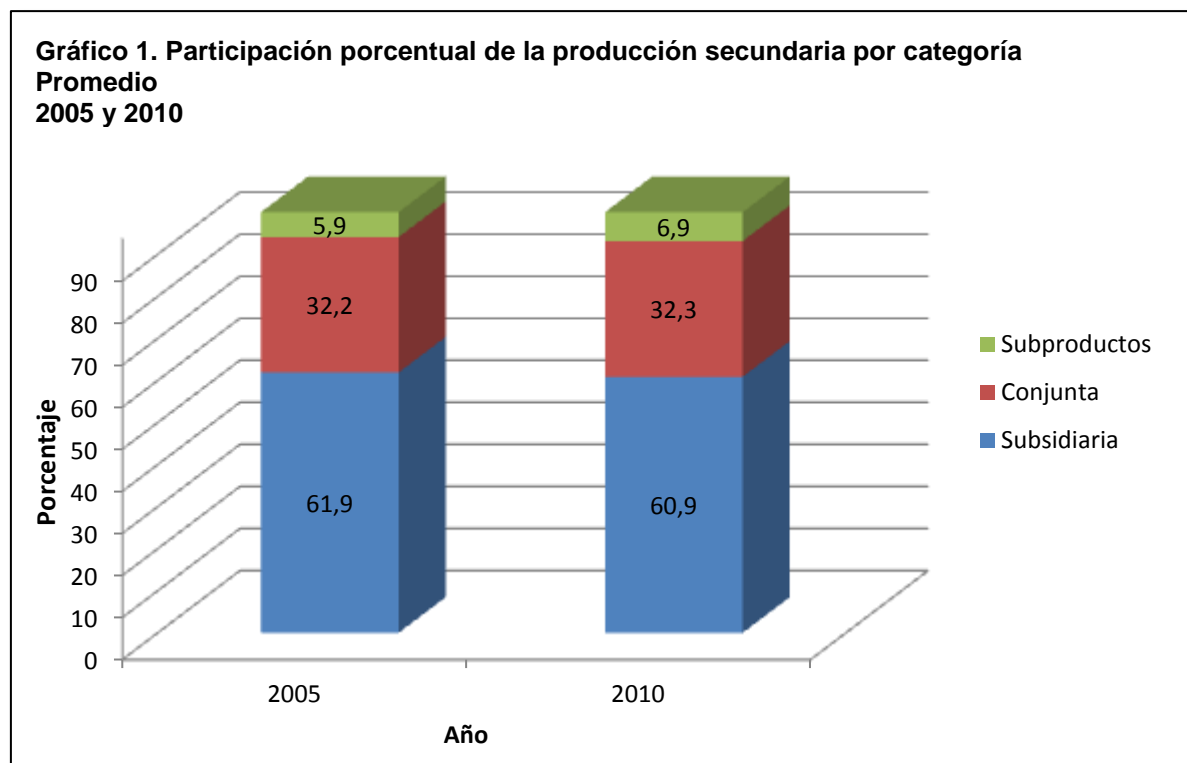


- **Subproductos:** se producen a lo largo del proceso de la producción principal, pero su origen puede ser considerado incidental o accesorio. Es el caso de los materiales reciclables obtenidos al final de un proceso productivo o subproductos derivados. Por ejemplo, la producción de cueros es derivada de la producción de carnes.

El nivel de agregación definido para el ejercicio de construcción de una MIP, influye en la cantidad de producciones secundarias resultantes a trasladar. Esta investigación optó elaborar una MIP producto-producto de tamaño 61x61, consistente con el nivel en el que se publica el COU.

Para el año 2010, el COU muestra producciones secundarias por valor de 39.208 miles de millones de pesos, las cuales representan 6,6% de la producción total de la economía. Este porcentaje permite afirmar que la producción de las ramas de actividad, del COU de 61x61, tiene un alto grado de homogeneidad técnica.

El gráfico 1 muestra la composición porcentual del total de la producción secundaria por categorías para los años 2005 y 2010.

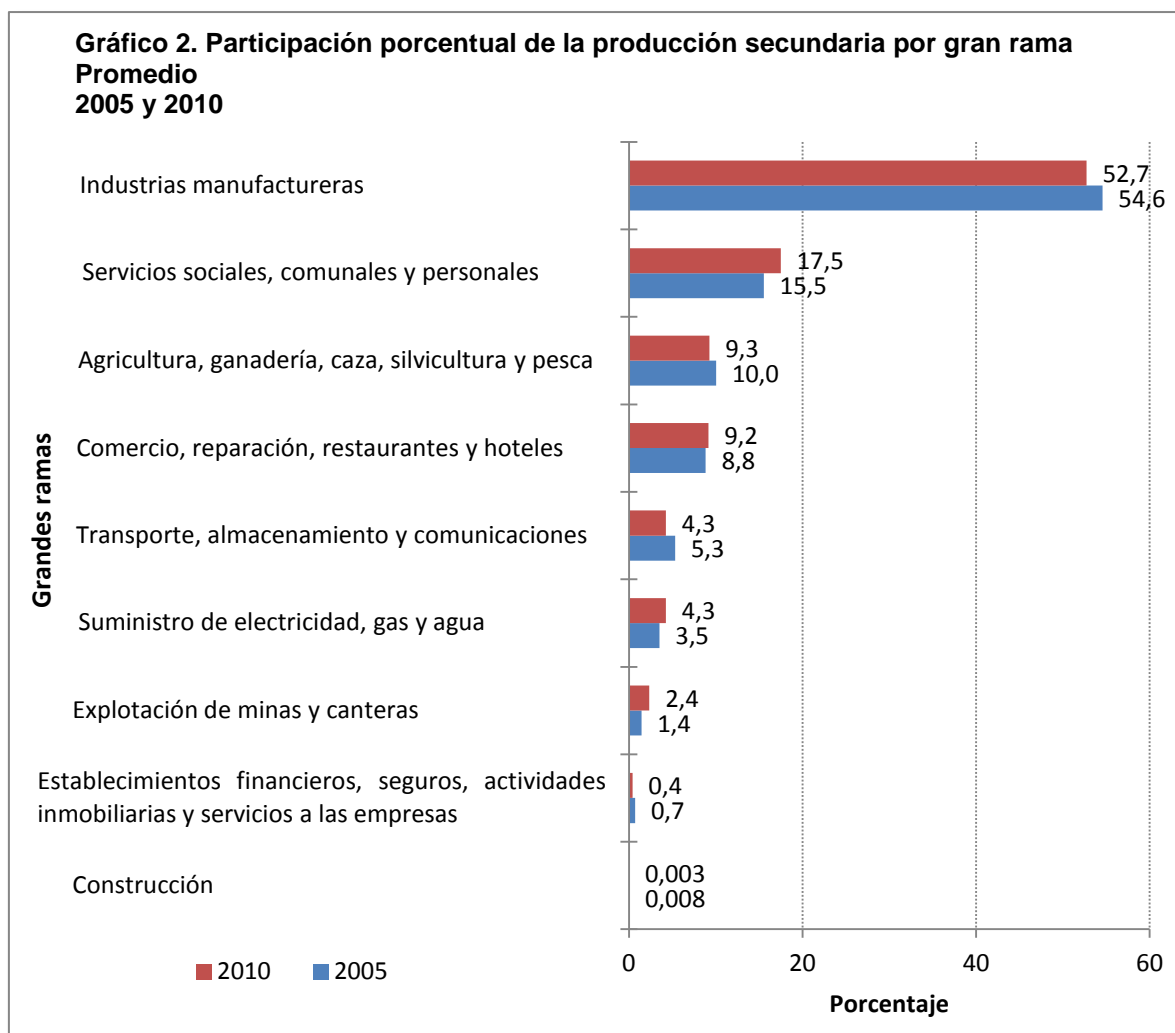


Fuente: DANE, Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN), Matriz de oferta 2005 y 2010

La composición de las producciones secundarias para los años 2005 y 2010 eran muy similares. Para los dos años las producciones subsidiarias representaban en promedio más del 60% de la producción secundaria total, pasando de 15.000 mil millones de pesos en el año 2005 a 23.000 mil millones de pesos en el 2010. Con respecto a las producciones conjuntas, representaban aproximadamente 32% de las producciones secundarias. Estas aumentaron en 77%, llegando a representar 12.000 mil millones de pesos en 2010.

Finalmente, los subproductos, que corresponden en gran medida a los desperdicios y desechos recuperados, oscilaban entre 6 y 7% de la producción secundaria total.

El gráfico 2 presenta la composición de las producciones secundarias por grandes ramas para el promedio de los años 2005 y 2010.



Fuente: DANE, Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN), Matriz de oferta 2005 y 2010

Más de la mitad de las producciones secundarias se generaban en la gran rama de industrias manufactureras (más del 50% del total de la producción secundaria total). Estas representaban en el año 2005 13.000 mil millones de pesos y en el 2010, 20.000 mil millones, creciendo a una tasa de 50%. La gran rama que le seguía en participación es la de servicios, comunales y personales que para el 2010 representaba 17,5% de las producciones secundarias llegando a niveles de 6.500 mil millones de pesos.

Si bien las grandes ramas de suministro de electricidad, gas y agua, y explotación de minas y canteras no representan un parte importante del total de las producciones secundarias, son las ramas que mayor crecimiento tuvieron entre 2005 y 2010 (85,6% y 144,9% respectivamente).

Para el año 2010, las ramas de actividad económica en las que más se concentraban las producciones secundarias, como porcentaje de la producción total de cada rama, eran:

**Tabla 1. Concentración de las producciones secundarias, según ramas de actividad económica 2010**

Ramas	Participación producción subsidiaria	Participación producción conjunta	Participación producción subproductos	Participación producción secundaria	Porcentaje
Servicios de asociaciones y esparcimiento, culturales, deportivos y otros servicios de no mercado	28,5	0,0	0,0	28,5	28,5
Productos alimenticios n.c.p	2,6	21,7	0,1	24,4	24,4
Azúcar y panela	3,8	11,6	8,6	24,1	24,1
Equipo de transporte	21,3	1,8	0,6	23,7	23,7
Servicios de alcantarillado y eliminación de desperdicios, saneamiento y otros servicios de protección del medio ambiente	0,7	2,3	18,1	21,1	21,1
Edición, impresión y artículos análogos	16,6	2,5	0,1	19,2	19,2

Fuente: DANE, Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales (DSCN), Matriz de oferta 2005 y 2010

El bajo porcentaje de las producciones secundarias en la economía colombiana y su alta concentración en algunas actividades, facilita la implementación de una metodología uniforme para trasladar las producciones secundarias y sus correspondientes consumos intermedios y remuneraciones a los factores.

### 2.2.2. Traslado de los consumos intermedios de las producciones secundarias.

Trasladar los insumos correspondientes a las producciones secundarias requiere disponer de información sobre la estructura de costos de dichas producciones, que en la mayoría de las encuestas económicas no se registra. Por tal razón, el SCN recomienda acudir a métodos matemáticos para realizar estos traslados, en el caso de las matrices producto-producto, se aplican dos tipos de hipótesis:

- Hipótesis de tecnología producto: un producto o mercancía tiene la misma estructura de insumos, cualquiera que sea la industria en que se produce.
- Hipótesis de tecnología de industria: una industria tiene la misma estructura de insumos, cualquiera sea a composición de su producción.

En la construcción de la MIP se utilizó una combinación de las dos hipótesis. Se partió, en un principio, de la hipótesis de tecnología producto<sup>9</sup>, sin embargo con el propósito de evitar elementos económicamente incoherentes (consumos intermedios negativos) requirió el empleo de la hipótesis de tecnología de industria.

El cuadro 1 muestra las implicaciones estadísticas y económicas de la utilización de las hipótesis de tecnología de producto y de industria. Este cuadro se elabora utilizando un ejemplo presentado en el SCN 2008 (Naciones Unidas et al., 2008), en este, la rama de actividad '4 Construcción' genera una producción secundaria de la rama de actividad '3 Manufactura', por un valor de 6.

En el cuadro, la columna 1 presenta la estructura de costos del COU, tanto para la manufactura, como para la construcción; la columna 2, los coeficientes técnicos de ambas ramas de actividad; en la columna 3 se calculan los traslados resultantes, aplicando la hipótesis de tecnología de producto, la cual implica que el valor de la producción secundaria se traslada de acuerdo con la estructura de costos de la rama donde se realiza como producción principal; finalmente, la columna 4 muestra los traslados resultantes, aplicando la hipótesis de tecnología de industria, es decir, suponiendo que la estructura de costo de cualquier producción secundaria es la de la rama de actividad que la produce.

---

<sup>9</sup> Ten Raa y Jansen (1990), demuestra que únicamente los resultados del modelo de tecnología de producto cumple con las cuatro propiedades deseables de un análisis de insumo-producto.

**Cuadro 1. Resultados de la aplicación de las hipótesis de tecnología de producto y de industria, para las ramas construcción y manufactura**

Producto / Rama actividad	Cuadro Utilización (1)		Coeficientes técnicos (2)		Tecnología de producto (3)			Tecnología de industria (4)		
	Manufactura	Construcción	Manufactura	Construcción	Traslados	Manufactura	Construcción	Traslados	Manufactura	Construcción
Producción total	1.861	208	100,0	100,0	6,0	1.867	202	6,0	1.867	202
1 Agricultura, silvicultura y la pesca	71	0	3,8	-	0,2	71	(0)	-	71	-
2 Minerales; electricidad, gas y agua	190	1	10,2	0,5	0,6	191	0	0,0	190	1
3 Manufactura	675	63	36,3	30,3	2,2	677	61	1,8	677	61
4 Construcción	9	5	0,5	2,4	0,0	9	5	0,1	9	5
5 Comercio, alojamiento, restaurantes y transporte	65	3	3,5	1,4	0,2	65	3	0,1	65	3
6 Finanzas y seguros	36	5	1,9	2,4	0,1	36	5	0,1	36	5
7 Servicios inmobiliarios, de alquiler y leasing	15	1	0,8	0,5	0,0	15	1	0,0	15	1
8 Servicios a las empresas	70	12	3,8	5,8	0,2	70	12	0,3	70	12
9 Servicios sociales y a la comunidad	1	0	0,1	-	0,0	1	(0)	-	1	-
10 Otros servicios	1	0	0,1	-	0,0	1	(0)	-	1	-
11 Administración pública	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo intermedio total	1.133	90	60,9	43,3	3,7	1.137	86	2,6	1.136	87
Valor agregado bruto total	728	118	39,1	56,7	2,3	730	116	3,4	731	115

Fuente: Naciones Unidas et al.. Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) 2008

-: Sin información

En el cuadro 1 se puede observar que la utilización de la hipótesis de tecnología de producto conduce a consumos intermedios negativos, económicamente incoherentes. Estas cifras negativas se originan debido a la deficiente representatividad de los costos de las producciones secundarias en los registros de las encuestas económicas. Por ejemplo, en la rama 'Manufactura' el coeficiente técnico del producto 'Agricultura, silvicultura y la pesca' (fila 1, columna 2-manufactura) es 3,8%, que multiplicado por 6, indica que se debe trasladar 0,228 del consumo intermedio de la rama 'Construcción' a la rama 'Manufactura'. Sin embargo, la rama 'Construcción' no tiene consumo intermedio del producto 'Agricultura, silvicultura y la pesca' y al deducir este valor se obtiene un consumo intermedio negativo.

Por su parte, la utilización de la hipótesis de tecnología de industria puede llevar a conclusiones incorrectas en el caso de las producciones subsidiarias, ya que éstas tienen estructuras de costos distintas a la rama de actividad a la que pertenecen. Por ejemplo, en el caso colombiano, las actividades agrícolas hacen una producción subsidiaria de 'construcción', si se utiliza la hipótesis de industria, todos los consumos intermedios asociados a la producción agrícola (semillas, productos agrícolas y textiles) se trasladarían proporcionalmente al producto 'construcción' y se obtendría un producto 'construcción' cuyos consumos intermedios son ficticios, porque no guardan relación tecnológica alguna con la producción agrícola.

Como resultado de la revisión de las metodologías de algunos países latinoamericanos y de las recomendaciones del SCN 2008, se estableció que los lineamientos internacionales se orientan a combinar las hipótesis de tecnología de producto y de industria o añadir supuestos adicionales ante la imposibilidad estadística de disponer estructuras de costos para las producciones secundarias.

Por tal razón, esta metodología utiliza la hipótesis de tecnología de producto, considerando que la actividad que realiza la producción, de forma principal, suministra mejor información acerca de los insumos necesarios para la producción de un producto en el cual es especializada, incluso aunque sea producido por otra rama de actividad.

A fin de evitar inconsistencias económicas (consumos intermedios negativos), esta metodología añade el supuesto de que solo pueden ser trasladados consumos intermedios que sean comunes entre la rama de actividad que hace la producción principal y la que hace la producción secundaria. Es decir, previamente a la aplicación de la hipótesis de tecnología de producto, se seleccionan los insumos a ser trasladados, teniendo en cuenta que sean utilizados por las ramas de actividad participantes en el traslado, dando lugar a coeficientes técnicos ajustados por dicha condición.

Utilizando el ejemplo que se presenta en el SCN 2008, se ilustran los resultados de la metodología implementada. El cuadro 2 muestra en la columna 1 los consumos intermedios obtenidos del COU, para las ramas de actividad manufactura y construcción; en la columna 2, se calcula el coeficiente técnico ajustado, es decir, calculado solo con los consumos intermedios comunes entre las dos ramas de actividad; la columna 3, muestra los traslados de consumo intermedio resultantes de la aplicación de la hipótesis de tecnología de producto, en el caso de una producción secundaria de manufactura que realiza la rama de actividad construcción por valor de 6.

**Cuadro 2. Resultados de la metodología implementada en la elaboración de la Matriz Insumo Producto (MIP), a partir del ejemplo presentado en el Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) 2008**

Producto / Rama actividad	Cuadro Utilización (1)		Coeficiente técnico ajustado (2)	Tecnología de producto (3)		
	Manufactura	Construcción		Manufactura	Traslados	Manufactura
Producción total	1.861	208	100,0	-	71	-
1 Agricultura, silvicultura y la pesca	71	-	-	-	71	-
2 Minerales; electricidad, gas y agua	190	1	10,2	0,6	191	0
3 Manufactura	675	63	36,3	2,2	677	61
4 Construcción	9	5	0,5	0,0	9	5
5 Comercio, alojamiento, restaurantes y transporte	65	3	3,5	0,2	65	3
6 Finanzas y Seguros	36	5	1,9	0,1	36	5
7 Servicios inmobiliarios, de alquiler y leasing	15	1	0,8	0,0	15	1
8 Servicios a las empresas	70	12	3,8	0,2	70	12
9 Servicios sociales y a la comunidad	1	-	-	-	1	-
10 Otros servicios	1	-	-	-	1	-
11 Administración pública	-	-	-	-	-	-
Consumo intermedio total	1.133	90	57,0	3,4	1.136	87

Fuente: Naciones Unidas et al.. Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) 2008

:- Sin información

El cálculo del coeficiente técnico ajustado (columna 2), utilizando solo los consumos intermedios comunes, es 57%, valor menor a 60,9% obtenido en el cuadro 1, en el cual se utilizaban todos los consumos intermedios. De esta forma, el valor total de consumo intermedio a ser trasladado es 3,4 en lugar de 3,7, que se trasladaría calculando coeficientes técnicos para todos los insumos.

La diferencia entre el coeficiente técnico calculado con todos los insumos de la producción principal y el calculado utilizando solamente los insumos comunes, constituye un indicador del tipo de producción secundaria realizada. A mayor diferencia se puede interpretar que la producción secundaria es subsidiaria y a menor diferencia que es una producción conjunta. Los subproductos, como el material para reciclaje, en general, no tienen consumos

intermedios asociados y el valor de mercado que se obtiene por su producción se traduce exclusivamente en un mayor o menor excedente bruto de explotación o ingreso mixto.

### **2.2.3. Traslado de la remuneración a los asalariados y los impuestos de las producciones secundarias.**

El traslado de la remuneración a los asalariados se hace con base en su participación en la producción. Se calculó un promedio ponderando para la participación de la remuneración a los asalariados de la rama que realiza la producción principal (0,3) con la que realiza la producción secundaria (0,7). Esta ponderación permite tener en cuenta, por una parte, la participación de la rama que hace la producción especializada y por otra, evitar valores negativos al tener en cuenta las restricciones del valor de la remuneración, de la rama que hace la producción secundaria.

En cuanto a impuestos y subvenciones a los productos, estos representaban 1,2% de la producción del año 2005. A su vez, los impuestos están conformados principalmente por las contribuciones parafiscales<sup>10</sup> que representaban 34,5% del total de los impuestos y subvenciones; el Impuesto de Industria y Comercio (ICA) representaba 34,8% y otros impuestos<sup>11</sup> el 31% restante. Los traslados del total de impuestos y subvenciones se realizan de la misma forma que la remuneración a los asalariados, en función a su participación en la producción.

Utilizando los datos del ejemplo, el cuadro 3 muestra el proceso realizado para distribuir la remuneración a los asalariados y los impuestos y subvenciones a la producción. En la columna 1 se presentan las magnitudes de la remuneración a los asalariados y de los impuestos y subvenciones provenientes del COU, del ejemplo presentado en el SCN 2008; en la columna 2, se calculan las participaciones porcentuales de la remuneración a los asalariados y de los impuestos subvenciones en la producción de cada rama, así como el promedio ponderado de las particiones de las ramas que participan en el traslado; la columna 3, es el resultado de multiplicar la producción secundaria a trasladar por la participación ponderada calculada en el columna 2. En el caso del traslado de remuneración a los asalariados la operación sería 6 (producción secundaria a trasladar) por 35,4% (participación porcentual ponderada), dando como resultado un traslado por valor de 2,124

---

<sup>10</sup> SENA, ICBF, ESAP y Escuelas e institutos técnicos.

<sup>11</sup> Timbre Nacional, vehículos(derechos de tránsito e impuesto sobre vehículos automotores), impuesto a las ventas por el sistema de clubes, licencias de funcionamiento de establecimientos públicos; contribuciones, licencias, registro y salvoconducto de armas; impuesto de pesas y medidas, Junta central de contadores, avisos, tableros y vallas,tarifa pro desarrollo, estampillas, alumbrado público, licencias ambientales, tasa por contaminación de recursos naturales, financiación sector justicia, contribución para la descentralización, fondo rotatorio del Ministerio de Minas y Energía, fondo de riesgos profesionales, fondo de seguridad y convivencia, comisión de regulación de energía y gas, comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico, comisión de regulación de telecomunicaciones, contribución a superintendencias, otros impuestos departamentales, otros impuestos municipales, otros impuestos distritales, aporte sobre ingresos brutos de las notarías.



Finalmente, la columna 4 muestra los resultados por producto que pasan a conformar la MIP.

**Cuadro 3. Proceso para la distribución de la remuneración a los asalariados y los impuestos y subvenciones a la producción**

Producto / Rama actividad	Cuadro Utilización (1)		Participación % en la producción (2)			Traslados utilizando la participación ponderada (3)	Resultados por producto (4)	
	Manufactura	Construcción	Manufactura	Construcción	Ponderado		Manufactura	Construcción
Producción total	1.861	208	100,0	100,0	100,0	--	--	--
Remuneración a los asalariados	547	79	29,4	38,0	35,4	2,1	545	81
Impuestos y subvenciones	43	5	2,3	2,4	2,4	0,1	43	5

Fuente: Naciones Unidas et al.. Sistema de Cuentas Nacionales (SCN) 2008

--: No aplica

#### **2.2.4. Traslado del excedente bruto de explotación y el ingreso mixto asociado a las producciones secundarias.**

Esta variable se calcula como el saldo resultante del valor total de la producción por producto, menos los consumos intermedios, la remuneración a los asalariados y los impuestos y subvenciones.

La distribución entre el excedente bruto de explotación y el ingreso mixto se hace utilizando la estructura identificada en la rama de actividad que realiza la producción característica del producto.

El principal problema en la elaboración de la MIP es la posibilidad de utilizar métodos matemáticos que conduzcan a obtener resultados económicamente incoherentes. La existencia de valores negativos es el resultado de una atribución errónea de insumos o de valor agregado a las producciones secundarias que son trasladadas. Esto puede ser debido a la ausencia de información estadística asociada a las producciones secundarias o a dificultades en la identificación de sus insumos y valor agregado asociado.

Solucionar los problemas de medición o distribución de producciones secundarias resulta muy complicado. Por lo general, al elaborar la MIP las matrices de oferta y utilización ya están publicadas y no es posible modificarlas. Sin embargo, el ejercicio de la elaboración de la MIP sirve para detectar problemas en ramas o actividades que presenten estos valores negativos para luego implementar soluciones en las próximas publicaciones.

### 2.3. SEPARACIÓN DE LOS COMPONENTES NACIONAL E IMPORTADO

La desagregación de la MIP en los componentes nacional e importado, permite distinguir una variable endógena (consumo intermedio de origen nacional) de una exógena (consumo intermedio de origen importado), lo cual es una característica indispensable del análisis insumo-producto.

La separación del componente importado en la MIP, tiene como punto de partida la separación realizada sobre la matriz de utilización a precios básicos. Este proceso se inicia con la distinción entre las importaciones registradas y las no registradas. Las importaciones registradas<sup>12</sup> se clasifican según Uso o Destino Económico (CUODE), clasificación a partir de la cual es posible diferenciar las destinadas a materias primas (consumo intermedio), consumo final o formación de capital. El vector de importaciones registradas destinadas al consumo intermedio, se distribuye entre las ramas de actividad de acuerdo con la estructura identificada en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM).

Las importaciones no registradas incluyen el contrabando, las zonas francas, los bienes adquiridos en puerto por medios de transporte, el enclave y los Servicios de Intermediación Financiera Medidos Indirectamente (Sifmi). Las importaciones no registradas se distribuyen de acuerdo con la naturaleza del producto o investigaciones especiales realizadas previamente. Por ejemplo, los bienes adquiridos en puerto son consumidos únicamente por las ramas de actividad del transporte aéreo y marítimo. Otro ejemplo, son los Sifmi, en los cuales, a lo largo del proceso de cálculo de las importaciones, se determinan las ramas de actividad que los consumen. Al deducir de la matriz de utilización los productos importados, se obtiene la matriz de utilización de producción nacional.

De esta forma, la matriz de consumos intermedios importados se deduce del cuadrante de consumos intermedios de la MIP, lo cual supone que las importaciones de consumos intermedios están destinadas especialmente a la producción principal. La suma en columnas de la matriz de consumos intermedios importados da lugar al vector de consumo intermedio importado.

---

<sup>12</sup> Las exportaciones e importaciones registradas de bienes son aquellas que cruzan la frontera y que tramitan la documentación aduanera correspondiente.

### 3. CÁLCULO DE LOS MULTIPLICADORES DE LEONTIEF

La matriz de requerimientos directos e indirectos, por unidad de demanda final, para la economía o 'matriz de multiplicadores 2005, permite establecer los requerimientos totales de producción nacional, que son necesarios ante cambios en los componentes de la demanda final, también pueden ser utilizados para estimar los efectos en el nivel general de precios, ante variaciones de precios de los factores de producción. (Naciones Unidas et al., 2008)

La matriz de requerimientos se calcula a partir de la MIP tipo producto-producto, descontando el componente importado, a precios básicos del año 2005. Se utiliza el siguiente procedimiento<sup>13</sup>:

- a. Cálculo de la matriz de coeficientes técnicos *Matriz A* : corresponde a la matriz de participaciones porcentuales de cada insumo por unidad de producción económica.
- b. Cálculo de la *Matriz (1 - A)*: se resta de una matriz identidad de tamaño 61x61 la matriz de coeficientes técnicos de productos, calculada en el numeral anterior.
- c. Cálculo de la matriz de requerimientos directos e indirectos de Leontief *Matriz (1 - A)<sup>-1</sup>*: se calcula inversa de la *Matriz (1 - A)*.

---

<sup>13</sup> Este proceso es descrito más detalladamente en el marco teórico expuesto al inicio de este documento.

## BIBLIOGRAFÍA

Álvarez, Rubén; Blanc, Mariano; Fernández, Esteban; García, Ana; Los, Bart y otros. Estructura input-output y dinámica económica. Editorial club universitario. Alicante, España.

Banco Central de Venezuela. Ficha técnica de estimación Matriz Insumo producto, Año 1997. En [www.bcv.org.ve/cuadros/series/mip97/fichatecnica.pdf](http://www.bcv.org.ve/cuadros/series/mip97/fichatecnica.pdf) Última revisión: julio de 2011.

Banguero, Harold; Duque, Henry; Garizado, Paula; Parra, Diego. Estimación de la matriz insumo producto simétrica para el Valle del cauca - año 1994. Universidad Autónoma de Occidente, Grupo de Investigación Economía & Desarrollo GIED. Diciembre de 2006.

Bonet, Jaime. Cambio estructural regional en Colombia: una aproximación con matrices insumo-producto. Banco de la Republica, Centro de estudios económicos regionales. Documentos de trabajo sobre economía regional No 62. Cartagena de Indias, 2000.

----. La Matriz Insumo Producto del Caribe Colombiano. Banco de la Republica, Centro de estudios económicos regionales. Documentos de trabajo sobre economía regional No 15. Cartagena de Indias, 2000.

Centanaro Jorge y León Alejandro. Relaciones intersectoriales de producción y empleo para análisis de políticas de demanda, el caso colombiano. Senalde. Santafé de Bogotá, 1982. Páginas 13-45.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Metodología de la base 2005. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. Bogotá, 2010.

----. Metodología de elaboración del Cuadro Oferta y Utilización a precios básicos 2005 y matriz de importaciones de la base 2005. Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales. Bogotá, 2011.

Departamento Administrativo de Planeación de Cundinamarca. Cuentas económicas de Cundinamarca 1990-2002, Matriz insumo producto 2000, 2001, 2002. Secretaría de Planeación, Departamento de Cundinamarca.

Duque, Henry; Castañeda, Jessica; Garizado, Paula. Análisis de los multiplicadores de producción a partir de la matriz insumo-producto simétrica para Colombia - año 1994. Universidad Autónoma de Occidente, Grupo de Investigación Economía & Desarrollo – GIED. Presentado en la “I jornada de análisis input-output”. Oviedo 22 y 23 de septiembre de 2005.

Eurostat. Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables. Office for Official Publications of the European Communities. Luxembourg, 2008

Frigolett Hernán. Insumo-Producto en el contexto del modelo económico global del Sistema de Cuentas Nacionales 1993. Documento de trabajo, Centro de Proyecciones Económicas,

División de Estadística y Proyecciones Económicas, Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Santiago de Chile, 2005

----. Cuentas de producción y análisis de Insumo-Producto: hacia la integración de los datos micro, meso y macroeconómicos. Documento de proyectos. Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Santiago de Chile, 2005.

Haro, Rodolfo. Metodología para la estimación matemática de la matriz insumo-producto simétrica. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos CEMLA, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática INEGI. México D.F, 2008.

Henríquez, Claudia y Venegas, José. Contenido de Importaciones en las Exportaciones Chilenas 1986-2005: análisis de insumo producto. Estudios económicos estadísticos, Banco Central de Chile No. 58. Santiago de Chile, Julio de 2007.

Hernandez, Gustavo. Matrices Insumo-Producto y Análisis de Multiplicadores: una aplicación para Colombia. Archivos de economía Documento 373. Departamento Nacional de Planeación, Dirección de Estudios Económicos. Bogotá D.C., enero de 2011.

Instituto Nacional de Estadística y Censos de Argentina INDEC (internet). Comprendiendo la utilidad de la Matriz de Insumo-Producto MIP. Disponible en: <http://www.indec.mecon.ar/mip/mip.htm>. Última consulta: julio de 2011.

----, Matriz Insumo Producto para Argentina 1997, Secretaría de política Económica, Ministerio de Economía. Buenos Aires Argentina, 1997.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). Matriz de insumo producto de México 2003, clasificación SCIAN 2002. Sistema de cuentas nacionales de México, Dirección general de estadísticas económicas, Dirección general adjunta de cuentas nacionales.

León, Patricio y Marconi Salvador. La contabilidad nacional: teoría y métodos. Tercera edición revisada. Ediciones ABYA-YALA. Quito-Ecuador, 1999.

Lora, Eduardo. Técnicas de medición económica. Metodología y aplicaciones en Colombia. Tercera Edición. Alfaomega Colombiana S.A. Bogotá D.C. 2005.

Naciones Unidas (UN), Fondo Monetario Internacional (FMI), Banco Mundial (BM), Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), Comisión de las Comunidades Europeas. Sistema de Cuentas Nacionales 1993. Bruselas, Luxemburgo, Nueva York, París, Washington D.C. 1993.

Naciones Unidas (UN), Fondo Monetario Internacional (FMI), Banco Mundial (BM), Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), Comisión de las Comunidades Europeas. Sistema de Cuentas Nacionales 2008. Bruselas, Luxemburgo, Nueva York, París, Washington D.C. 2009.

Secretaría Distrital de Desarrollo Económico. Metodología de cálculo de la matriz simétrica insumo producto distrital 2007 y la matriz de multiplicadores de empleo 2007. Bogotá, 2010.

Schuschny, Andrés. Tópicos sobre el Modelo de Insumo-Producto: teoría y aplicaciones. Serie 37 Estudios estadísticos y prospectivos, Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Santiago de Chile, 2005.