

La tabla simétrica de la economía catalana en el Marco Input-Output de Cataluña 2011

Jesús Muñoz, Jonatan Jorba y Sergio Plaza (Idescat)

1. Introducción

El marco input-output constituye el núcleo central del sistema de cuentas de una economía, ya que contiene la descripción de los procesos productivos (estructura de costes, renta generada y ocupación) así como la información de los flujos de bienes y servicios que se desarrollan en la misma (producción, importaciones, consumo intermedio, consumo final, exportaciones y formación bruta de capital).

En términos generales, el marco input-output de una economía viene definido por tres tipologías de tablas que incluyen los principales datos macroeconómicos, y que son la tabla de origen, las tablas de destino y la tabla simétrica. En relación a las dos primeras, las tablas de origen y de destino ofrecen información descriptiva de las relaciones intersectoriales y con el exterior de una economía. Sin embargo, una de sus aplicaciones más relevantes es el hecho de que permiten elaborar la tabla simétrica, siendo esta una herramienta fundamental para el análisis de impacto económico, de productividad, energético o ambiental, entre otros, en el marco de la línea de investigación iniciada en la primera mitad del siglo pasado por Leontief.

En este contexto, el Idescat ha incorporado por primera vez en la estadística oficial la tabla simétrica de la economía catalana, calculada a partir de las tablas de origen y de destino a precios básicos, completando por consiguiente el Marco Input-Output de Cataluña 2011 (MIOC 2011, en adelante). Esta tabla se puede definir como aquella matriz que reordena e integra la información contenida en las tablas de origen y de destino, posibilitando así su uso como instrumento de análisis económico.

La construcción de la tabla constituye un proceso estadístico que implica un cambio sustancial de enfoque, pasando del empleo de matrices que relacionan ramas de actividad con sus respectivos productos a una única tabla donde se relacionan productos con productos y, en consecuencia, reflejando las funciones de producción de los bienes y servicios de la economía a partir de todos los *outputs*. De este modo, la tabla simétrica reproduce en una misma tabla el equilibrio oferta-demanda de una economía, ya que la oferta total a precios básicos por producto (vector fila) es igual a la demanda total a precios básicos por producto (vector columna). Esta relación se ha definido con un nivel de detalle de 82 productos.

En la próxima sección se describen los aspectos fundamentales de la construcción de la tabla simétrica de una economía, definiendo las dos tipologías principales existentes (tablas por productos y por ramas de actividad) así como las hipótesis sobre la tecnología de producción que se pueden asumir para garantizar la coherencia económica y la robustez estadística. En la tercera sección se describe el proceso seguido para la construcción de la tabla simétrica del MIOC-2011, incidiendo especialmente en el tratamiento de los valores negativos y de las producciones secundarias y consumos intermedios de las ramas de provisión mixta. Asimismo, se detalla la aproximación econométrica seguida para proceder a la elección de la hipótesis de producción más adecuada para cada uno de los productos del MIOC-2011, y que constituye una de sus principales aportaciones metodológicas. Finalmente, el artículo concluye con un resumen de las principales conclusiones y unos anexos con información complementaria a la expuesta en secciones previas.

2. La construcción de la tabla simétrica de una economía

El cálculo de la tabla simétrica de una economía es un proceso estadístico que implica la reordenación de la información de las producciones principales y secundarias contenida en la tabla de origen, así como de los usos o consumos intermedios de las tablas de destino a precios básicos, en una matriz que relaciona productos con productos o ramas de actividad con ramas de actividad en *outputs* homogéneos.

El proceso de construcción de la tabla simétrica a partir de la información de las tablas de origen y de destino a precios básicos se puede dividir en cuatro etapas:

- La primera etapa requiere definir el tipo de tabla simétrica que se desea construir, y que puede ser una tabla por productos o bien por ramas de actividad. Las tablas producto por producto son teóricamente más homogéneas en la descripción de los flujos que componen una economía y, por este motivo, son más adecuadas en la práctica para la mayor parte de análisis input-output. Es por este motivo que ya desde el Sistema Europeo de Cuentas de 1995 (SEC-95) se consideró que las tablas por producto eran las más adecuadas para el análisis económico y, por lo tanto, se adoptaron como método preferente para la construcción del marco input-output de las economías europeas. Las ventajas que aporta la disponibilidad de una tabla simétrica por producto, especialmente la posibilidad de conocer la función de producción de cada uno de los *outputs* de la economía, han llevado al Idescat a optar por esta alternativa para la construcción de dicha tabla.
- En una segunda fase, es imprescindible definir el nivel de agregación de los productos o ramas de actividad que se considerarán en la tabla simétrica. Es recomendable encontrar un equilibrio entre una mayor agregación, que simplifica cálculos pero puede distorsionar la interpretación económica de los resultados, y una desagregación excesiva, útil a efectos de análisis pero que dificulta su construcción.
- El tercer paso comprende la transferencia de las producciones secundarias de cada rama de actividad en la tabla de origen hacia aquellas ramas de las que son la producción principal. Este proceso debe realizarse con precaución ya que, como señala Eurostat (2008), existen diferentes tipologías de producciones secundarias según su relación con el proceso de producción principal y, por tanto, se requieren aproximaciones diferentes para llevar a cabo estas reasignaciones.
- Finalmente, el ajuste realizado en la etapa anterior con las producciones secundarias de cada rama en la tabla de origen hace necesaria la transferencia de los consumos intermedios empleados para la producción de estos bienes a las ramas correspondientes. El SEC-2010 establece que esta redistribución debería realizarse mediante la utilización de información estadística y técnica complementaria, y en aquellos casos en que ésta no existiera o fuese insuficiente, estableciendo hipótesis sobre la tecnología de producción (en las matrices por productos) o sobre la estructura de ventas de las ramas de actividad (en las matrices que relacionan ramas) que permitan llevar a cabo estas transferencias garantizando la robustez de los resultados obtenidos. En general, esta etapa suele comprender la adopción de diferentes hipótesis, configurando lo que en la literatura se conoce como un método híbrido.

Seguidamente se detallan los principales aspectos metodológicos a tener en consideración para la construcción de una tabla simétrica.

2.1. Cuestiones metodológicas para la construcción de tablas simétricas

Uno de los aspectos más relevantes a tener en consideración para la elaboración de la tabla simétrica de una economía es el proceso de transferencia de las producciones secundarias de cada rama de actividad a aquella rama de la cual constituyen el *output* principal. Éste es, probablemente, el paso más complejo de todo el proceso, ya que requiere disponer de información de los *inputs* asociados a la producción de cada uno de los bienes y servicios que son producidos de forma secundaria, siendo ésta una información a menudo no disponible o, en el mejor de los casos, de difícil obtención. Además, conviene tener presente que las producciones secundarias pueden presentar una relación más o menos intensa con el *output* principal de cada rama de actividad, hecho que dificulta aún más si cabe el proceso de transferencia. En este sentido, conviene tener presente las clasificaciones que hicieron Eurostat (2008) y

la Comisión Europea y las Naciones Unidas (2000) de producciones secundarias en los siguientes tres grupos de bienes:

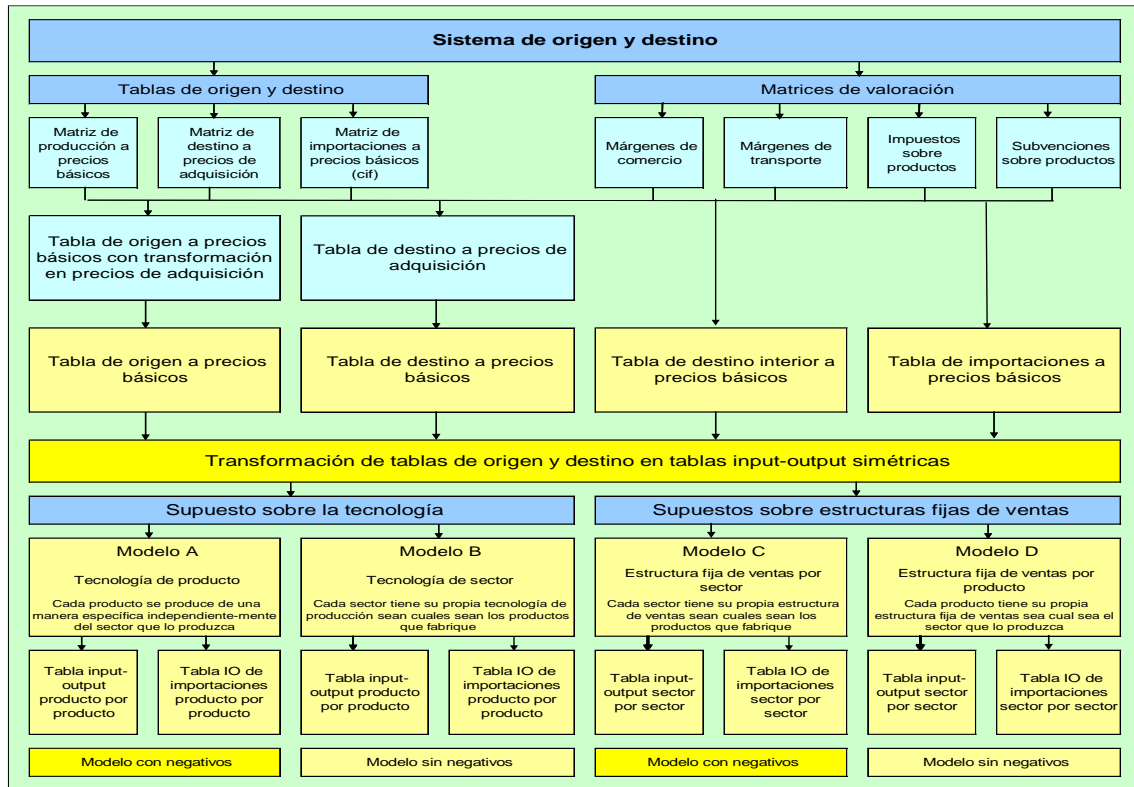
- *Subsidiary products*: son aquellas producciones secundarias que no guardan ninguna relación tecnológica con el *output* primario de la rama de actividad. Un ejemplo podría ser la obtención de productos cárnicos por parte de la rama de servicios sociales, ya que la tecnología de producción de estas ramas es considerablemente diferente.
- *By-products*: son aquellos productos que se generan simultáneamente con otro como resultado del proceso de producción de este último y que se pueden considerar producciones secundarias de éste. La generación de productos energéticos en la actividad siderúrgica sería un ejemplo.
- *Joint products*: son aquellos productos que se generan simultáneamente con otro pero que no se pueden considerar producciones secundarias de éste. En este sentido, se podría pensar en la generación de materiales propios de la industria de la piel y cuero por parte de la rama ganadera a modo ilustrativo.

En general, es difícil encontrar casos en los que la producción secundaria encaje de manera exacta en uno de estos grupos y a menudo nos encontramos delante de situaciones en las que habrá costes comunes y otros costes que se podrán atribuir a los diferentes productos obtenidos.

Más allá de las diferentes tipologías de producciones secundarias existentes, la transferencia de consumos intermedios entre ramas requiere disponer de información estadística y técnica complementaria para garantizar que se llevan a cabo de acuerdo con la estructura de producción de cada uno de los *outputs* considerados. Lamentablemente, este tipo de información detallada que se requiere en ambos casos es a menudo inexistente o, en el mejor de los casos, insuficiente y, por lo tanto, se hace necesario establecer hipótesis que permitan realizar las transferencias respetando la coherencia económica de los datos. Estos supuestos guardan relación con la tecnología de producción de cada bien o servicio, en el caso de las tablas producto por producto, y con la estructura fija de ventas de cada rama, en aquellas que relacionan ramas de actividad. De este modo, pueden definirse cuatro métodos estándar para derivar las tablas simétricas en un marco input-output, y que son:

- *La hipótesis de tecnología de producto*: es el método empleado con más frecuencia para derivar las tablas simétricas por producto. Bajo esta hipótesis se considera que todos los productos de un grupo de bienes o servicios tienen la misma estructura de *inputs* con independencia de cuál sea la rama de actividad que lo produzca. En este sentido, conviene recordar que Naciones Unidas adoptó en 1993 la propuesta de caracterización de Kop Jansen y Ten Raa (1990) para construir tablas input-output producto por producto empleando la hipótesis de tecnología de producto por su adecuación a los axiomas deseables, como son los de equilibrio material y financiero y la invariancia ante cambios de escala y de precios. En el mismo sentido, Eurostat (2008) ha adoptado este criterio a pesar de reconocer las debilidades que presenta, y que principalmente se concentran en la obtención de valores negativos en la tabla resultante que requerirán de tratamientos técnicos y estadísticos posteriores. En todo caso, la tecnología de producto parece la aproximación más adecuada para el tratamiento de las reasignaciones de producciones secundarias del tipo *subsidiary products*.
- *La hipótesis de tecnología de rama o sector*: es el otro método disponible para realizar la transferencia de producciones secundarias en la construcción de tablas simétricas input-output producto por producto. Bajo esta hipótesis se considera que cada rama de actividad tiene su propia forma de producir bienes y servicios, con independencia de cuáles sean. De esta manera, cada rama de actividad tendría un determinado proceso productivo, caracterizado por sus *inputs* y por una determinada estructura de costes, que es común para todos y cada uno de los *outputs* que produzca. La aplicación de este método tiene la ventaja de que, por

construcción, no es posible obtener valores negativos en la matriz resultante, pero en cambio pueden aparecer consumos intermedios poco coherentes. Así, por ejemplo, es posible obtener un resultado que indique que para producir una unidad de servicios auxiliares administrativos sea necesario consumir un determinado número de unidades de productos agrarios, resultado poco coherente desde una perspectiva económica. A pesar de todo, la hipótesis de tecnología de rama constituiría la aproximación más adecuada para tratar las producciones secundarias tipo *by-products* y *joint products*.



- *La hipótesis de estructuras fijas de ventas de las ramas de actividad:* en las matrices simétricas input-output definidas rama por rama, la transferencia de inputs y outputs se lleva a cabo por filas, imponiendo una condición en la estructura de ventas de cada industria. Una posibilidad para llevar a cabo este ejercicio es la que contempla esta hipótesis, según la cual cada rama tiene su estructura propia de ventas, con independencia de la combinación de productos que ésta genere. Conviene advertir que la aplicación de esta hipótesis puede derivar en resultados poco coherentes desde una perspectiva económica, ya que serán muy pocos los casos en los que los establecimientos de una rama de actividad ofrezcan sus productos en la misma proporción a sus destinatarios. Además, la adopción de este supuesto puede dar lugar a la aparición de valores negativos en la matriz resultante, algo similar a lo que sucede con la hipótesis de tecnología de producto en las tablas definidas producto por producto.
- *La hipótesis de estructuras fijas de ventas de los productos:* la alternativa al anterior supuesto en el marco de las tablas simétricas input-output por ramas de actividad consiste en suponer que cada producto tiene su estructura específica de ventas con independencia de la rama de actividad que lo haya producido. De esta manera, se puede considerar que asumir la hipótesis de estructuras fijas de ventas de los productos sería equivalente a la adopción de la hipótesis de tecnología de producto en las matrices construidas producto por producto, con la diferencia de que, por construcción, las primeras no pueden dar lugar a valores negativos en la matriz resultante.

Según Eurostat, el grueso de los estados miembros de la UE elabora sus tablas simétricas input-output desde una perspectiva de producto por producto por su mayor homogeneidad y su mejor adecuación a efectos del análisis económico para el que son empleadas. Por este motivo, el Idescat ha optado por seguir esta aproximación para construir la tabla simétrica del MIOC-2011.

2.2. El método híbrido para la construcción de tablas simétricas

El establecimiento de hipótesis tecnológicas referentes a la producción de los diferentes *outputs* de una economía en la construcción de tablas simétricas input-output producto por producto depende de las características intrínsecas de los propios *outputs* y de las ramas de actividad consideradas. Así, aplicar la misma hipótesis tecnológica para todas las producciones de una economía puede generar a resultados inconsistentes desde una perspectiva económica o bien dar lugar a valores negativos en la matriz simétrica resultante.

Una alternativa para superar estas dificultades sería adoptar una aproximación mixta entre la hipótesis de tecnología de producto y la de rama, en función del tipo de producción secundaria a reasignar, dando lugar al conocido como método híbrido en la terminología SEC. La forma clásica de aplicación de esta metodología sería dividiendo la tabla de origen en dos partes:

- Una primera parte que contendría las producciones principales y las secundarias no relacionadas tecnológicamente con las primeras (*subsidiary products*), en la que se aplicaría la hipótesis de tecnología de producto.
- La segunda parte comprendería las producciones secundarias vinculadas tecnológicamente a la producción principal de cada rama de actividad (*by-products* y *joint products*), donde sería de aplicación la hipótesis de tecnología de rama o sector.

Desde un punto de vista práctico, la aplicación de este método híbrido requiere de la construcción de una matriz híbrida que será cuadrada, con tantas columnas y filas como productos se hayan considerado en la construcción del marco input-output, y que recogerá la información sobre el tipo de tecnología de aplicación para cada uno de los productos (véase el anexo 1 para una descripción detallada del procedimiento matemático empleado para el cálculo de la matriz híbrida).

En este punto hay que recordar la relevancia que tiene la elección de la hipótesis tecnológica aplicable a cada bien o servicio, decisión que a menudo se lleva a cabo empleando criterios técnicos establecidos de forma *ad hoc* por parte de los expertos, en base a la información económica y al conocimiento de la actividad productiva. No obstante, y como se verá en la próxima sección, recientemente han surgido otras aproximaciones que facilitan el proceso de elección de las hipótesis tecnológicas con criterios técnicos más objetivos, como por ejemplo es el método econométrico de Rueda-Cantuche y Ten Raa (2013). Este método se ha empleado por primera vez en la estadística oficial por parte del Idescat en la elaboración de la tabla simétrica del MIOC-2011, ya que añade un criterio objetivo para la determinación de la verosimilitud de las hipótesis tecnológicas y contribuye, en consecuencia, a reducir considerablemente la discrecionalidad de la elección.

3. La tabla simétrica en el MIOC-2011

El proceso de construcción de la tabla simétrica en el MIOC-2011 se ha llevado a cabo siguiendo las etapas y recomendaciones de Eurostat (2008), anteriormente descritas. En este sentido, se ha optado por la construcción de una tabla simétrica producto por producto que contiene una parte central donde se explicitan las unidades de cada bien o servicio que son necesarias para producir una unidad de cada uno de los 82 tipos de *outputs* homogéneos en los que se ha clasificado la economía catalana, si bien ha sido necesario recurrir a los datos de las tablas de origen y de destino de trabajo interno, con un nivel de detalle de 148 ramas de actividad, para completar algunas de las operaciones realizadas. Partiendo de

esta información se ha procedido a la reasignación de las producciones secundarias y de los correspondientes consumos intermedios siguiendo el método híbrido.

La determinación de los casos en los que es de aplicación una u otra hipótesis se ha realizado mediante la aplicación de los contrastes econométricos de verosimilitud definidos por Rueda-Cantucho y Ten Raa (2013) para cada uno de los 82 *outputs* homogéneos definidos. La aplicación de estos tests constituye la principal aportación metodológica en la construcción de la matriz simétrica del MIOC-2011. Sin embargo, antes ha sido necesario realizar un tratamiento específico en el caso de las ramas de servicios de provisión mixta, conocidas también como ramas de servicios de no mercado. Seguidamente se exponen estos procedimientos.

3.1. Tratamiento específico de las ramas de provisión mixta

Entre las 82 ramas de actividad consideradas en la sectorización del MIOC-2011 se incluyen los bienes y servicios que se pueden encontrar en la economía catalana. Un caso especialmente relevante en este sentido es el que tiene que ver con las actividades comprendidas en los servicios de provisión mixta, esto es, aquéllos que, con independencia de que su productor sea un agente público o privado, proveen de servicios públicos. En este bloque se incluyen los bienes y servicios que ofrece la administración pública, la educación en todas sus tipologías, la sanidad (incluyendo actividades hospitalarias y otros servicios médicos y odontológicos) y los servicios sociales con y sin alojamiento.

Un primer aspecto a considerar en el caso de estas ramas de provisión mixta es que se trata de sectores de actividad para los cuales no se dispone de una única fuente de información económica estructural que facilite disponer de estimaciones de sus principales magnitudes de forma integral. Además, su naturaleza, total o parcialmente pública, determina unas fuentes de información heterogéneas y fragmentadas. En consecuencia, el tratamiento de los datos disponibles de las diferentes fuentes para consolidarlas a los efectos de la construcción de las matrices básicas del MIOC-2011, principalmente de la tabla de origen y la de destino, reviste una importante complejidad.

Otro aspecto que requiere de una atención especial en relación a estas ramas de actividad es el que hace referencia al proceso de reasignación de las producciones secundarias que generan. En concreto, la información de las producciones de cada una de estas ramas es fruto de un proceso constructivo, como se ha señalado, y un análisis detallado de la misma permite apreciar los siguientes aspectos:

- La rama de administraciones públicas produce principalmente bienes y servicios de la administración, pero también genera, entre otras, producciones secundarias de servicios de transporte terrestre de pasajeros y de servicios de investigación y desarrollo.
- La rama de servicios de educación no superior produce secundariamente servicios de transporte terrestre de pasajeros, servicios de comida y bebidas y servicios de alojamiento.
- La rama de servicios de educación superior genera, a parte de su producción principal, servicios de investigación y desarrollo.
- En la rama de otros servicios educativos se incluyen producciones secundarias de servicios de investigación y desarrollo.
- Los servicios hospitalarios incluyen producciones secundarias de servicios médicos y odontológicos que no son de tipo hospitalario así como también servicios de investigación y desarrollo.
- Los servicios médicos y odontológicos incluyen la producción secundaria de servicios de investigación y desarrollo. En cambio, no incluyen la producción secundaria que generaban los servicios hospitalarios de esta rama y que se han citado en el punto anterior.
- Finalmente, los servicios sociales con y sin alojamiento incorporan producciones secundarias de servicios de investigación y desarrollo.

Así pues, no tener en consideración que las siete ramas de no mercado incorporan datos directos de diversas producciones secundarias podría suponer una pérdida de información relevante.

Una vez realizado este tratamiento específico de las ramas de provisión mixta se ha procedido a elaborar la matriz híbrida para la reasignación de las producciones secundarias a las ramas de actividad de las que eran productos principales dentro de la tabla de origen, proceso éste que se describe en el siguiente apartado.

3.2. La construcción de la matriz híbrida

El proceso de transferencia de las producciones secundarias a las ramas de actividad de las que son el *output* principal requiere disponer de información estadística adecuada, si bien ésta muchas veces es insuficiente o en el peor de los casos inexistente. Por este motivo, se hace necesario establecer hipótesis sobre la tecnología de producción de cada uno de los bienes y servicios considerados para poder realizar dicha reasignación. La hipótesis tecnológica a asumir será distinta en cada caso, en función de las características de los diferentes *outputs*, requiriendo, como paso intermedio, la elaboración de una matriz híbrida.

La matriz híbrida, que es un elemento fundamental para el cómputo de la tabla simétrica de una economía, se obtiene dividiendo la tabla de origen en dos partes, una que recogerá las producciones de aquellos bienes y servicios que por sus especificidades, se producen siempre con la misma estructura de consumos intermedios (hipótesis de tecnología de producto), y la otra que reflejará aquellos productos que se generan siempre siguiendo la tecnología de la rama de actividad de la que son la producción principal (hipótesis de tecnología de rama). De este modo, la matriz híbrida supone un punto intermedio entre ambos extremos, de acuerdo con lo indicado en Eurostat (2008), e implica tener que decidir para cada uno de los productos en los que se ha sectorizado la economía qué hipótesis tecnológica es la más adecuada para cada caso. En este sentido, la decisión de la hipótesis más coherente se ha llevado a cabo tradicionalmente en base a criterios técnicos determinados de manera discrecional. Sin embargo, existen herramientas que permiten objetivizar esta decisión, siendo una de estas, basada en contrastes econométricos, la que se ha empleado en la construcción de la tabla simétrica del MIOC-2011. Esta técnica se describe en el siguiente apartado.

3.3. Los contrastes de verosimilitud de la tecnología de producción

El Idescat ha empleado por vez primera en la estadística oficial una nueva aproximación econométrica al uso de la cual facilita la adopción de la hipótesis tecnológica a aplicar a cada uno de los 82 tipos de bienes y servicios considerados en el MIOC-2011: la de los contrastes de verosimilitud de Rueda-Cantucho y Ten Raa (2013). El punto de partida de este método son los coeficientes de la tabla input-output producto por producto, que se pueden definir de forma genérica mediante la siguiente expresión:

$$[1] \quad a_{ij} = \frac{u_{ij} - \sum_{k \neq j} a_{ijk} v_{jk} + \sum_{k \neq j} a_{ikj} v_{kj}}{\sum_k v_{kj}}$$

Donde a_{ij} es la cantidad del producto i empleada por la rama j , a_{ijk} es la cantidad de producto i empleada por la rama j en la producción de una unidad del bien k , u_{ij} es la cantidad del *input* i consumida por la rama j y v_{jk} , por ejemplo, sería la producción de k que ha generado la rama j . Intuitivamente, lo que se propone llevar a cabo es restar a los coeficientes originales los consumos del *input* i que no se hayan empleado para la producción principal de la rama j considerada y sumarle los consumos intermedios que hicieron las otras k ramas (diferentes de j) del *input* i para producir el bien j de forma secundaria.

Para calcular los coeficientes de la expresión [1] se establecerán hipótesis sobre la tecnología de producción de cada uno de los bienes y servicios de la economía.

3.3.1. Contraste de la hipótesis de tecnología de producto

Bajo la hipótesis de tecnología de producto, todos los bienes y servicios tendrían una única estructura de *inputs* con independencia de la rama de actividad que los fabricase, es decir que se cumpliría la siguiente condición:

$$[2] a_{ijk} = a_{ik}^{TP} \text{ para todo } j$$

Sustituyendo la expresión [2] en [1] se obtendrá la expresión de la fórmula de la tecnología de producto según Rueda-Cantuche y Ten Raa (2009):

$$[3] u_{ij} = \sum_k a_{ik}^{TP} v_{jk}$$

En términos analíticos, la formulación de la hipótesis de tecnología de producto vendría dada por la siguiente expresión:

$$[4] H_0: a_{ik}^{TP}(j) = a_{ik}^{TP} \text{ para todo } j = 1, 2, \dots, n$$

Así, si se verifica que para cada una de las j ramas de actividad el coeficiente input-output que señala el uso del input i para producir el bien k es idéntico, entonces se cumple la hipótesis nula de tecnología de producto en el caso del output k . En otras palabras, bajo la hipótesis nula se podría afirmar que la producción del bien k a partir del *input* i se lleva a cabo de la misma manera con independencia de cuál sea la rama de actividad que esté produciendo este *output*.

Una vez definida esta hipótesis nula, el procedimiento de contrastación de la misma es muy similar a la aplicación de un test de Chow de cambio estructural, y se lleva a cabo mediante un test F (Gujarati, 2003), donde este estadístico se computará de acuerdo con la siguiente expresión:

$$[5] F = \frac{(RSS_c - (RSS_1 + RSS_2 + \dots + RSS_n)) / (n-1)}{(RSS_1 + RSS_2 + \dots + RSS_n) / (r-n)}$$

Donde RSS_c es la suma de los residuos cuadrados de la regresión de los errores sobre los *inputs* bajo la hipótesis nula de la tecnología de producto (expresión [4]) y $(RSS_1 + RSS_2 + \dots + RSS_n)$ es la suma de los residuos cuadrados de las regresiones de los errores sobre los *inputs* suponiendo la hipótesis alternativa, según la cual cada uno de los bienes k se produciría de forma diferente (requeriría unos consumos diferentes de los i *inputs*) en función de la rama j que lo está produciendo. Los grados de libertad de esta F , que serán fundamentales para determinar su significación estadística, son $(n-1)$, siendo n el número de ramas de actividad que producen el bien k para el cual contrastamos la hipótesis de tecnología de producto, y $(r-n)$, que es la diferencia entre el número de empresas y el número de ramas que producen el bien k analizado. Para la construcción de este estadístico, es imprescindible que el número de empresas consideradas sea superior al número de *inputs* para garantizar la existencia de grados de libertad positivos en las regresiones econométricas. En consecuencia, será determinante disponer de una muestra suficientemente grande y con un número de ramas de actividad que produzcan el bien objeto de análisis superior a la unidad, ya que en caso contrario no se dispondrá de grados de libertad suficientes para contrastar la hipótesis de tecnología de producto.

Un aspecto relevante a tener presente hace referencia al hecho de que el contraste de esta hipótesis se ha llevado a cabo para cada uno de los k productos definidos en la economía (un total de 82 en el caso del MIOC-2011) y para cada uno de los i *inputs* empleados en la producción de este bien, teniendo en consideración en cada caso cada una de las j ramas que fabrican el referido *output* y considerando el conjunto de empresas que dentro de la muestra generan el producto. En la medida en que aceptemos la hipótesis nula en la mayor parte de los *inputs* estaremos en condiciones de poder aceptar la hipótesis de tecnología de producto para el bien o servicio considerado, en base a la ratio ponderada del número de *inputs* aceptados sobre el total de *inputs* empleados. Los pesos empleados se corresponderían, en todo caso, a la estructura de consumos intermedios de las empresas de la muestra que produzcan el bien k con independencia de la rama a la que pertenezcan.

En este punto, conviene señalar que los resultados de este contraste de hipótesis no son suficientes *per se* para determinar qué supuesto es el más adecuado a aplicar para cada uno de los bienes y servicios de la economía por lo que respecta a su tecnología de producción. En otras palabras, es necesario complementar los resultados del test F obtenidos en el contraste de la hipótesis de tecnología de producto con los obtenidos en el test de la hipótesis de tecnología de rama. La decisión final dependerá de la mayor verosimilitud de uno u otro supuesto en ambos contrastes. En caso de no ser posible

computar ambos contrastes, las conclusiones que puedan extraerse de uno solo de estos dos tests no son suficientemente concluyentes y, por lo tanto, habrá que atenerse a otros criterios de información disponible para tomar la decisión correspondiente a efectos de la construcción de la matriz híbrida.

3.3.2. Contraste de la hipótesis de tecnología de rama

La hipótesis de tecnología de rama establece que cada rama de actividad tiene su propia estructura de *inputs* con independencia de la combinación de productos que genere. Por lo tanto, bajo esta hipótesis se tendría que cumplir que:

$$[6] a_{ijk} = a_{ij}^{TR} \text{ para todo } k$$

De manera que sustituyendo la expresión [6] en [1] se obtiene la fórmula de la hipótesis de tecnología de rama:

$$[7] u_{ij} = a_{ij}^{TR} \sum_k v_{jk}$$

El fundamento del método econométrico seguido se basa en añadir un término de perturbación en las expresiones [3] y [7] y estimarlo respecto de los coeficientes input-output siguiendo la aproximación de Matthey y Ten Raa (1997) para poder contrastar la verosimilitud de las hipótesis mediante tests F en cada caso, respectivamente. Los datos empleados para realizar las estimaciones serán los de las empresas de la muestra, cada una de las cuales pertenece a una submuestra definida por su rama de actividad. Así, la hipótesis de tecnología de producto se verá confirmada si los coeficientes de los *inputs* son iguales para cada una de las submuestras en el *output* específico que se esté analizando. De acuerdo con Rueda-Cantucho y Ten Raa (2013), la imposición de esta igualdad incrementará las sumas de los residuos cuadrados y este incremento se reflejará en el estadístico F. Algo parecido habrá que hacer para testar la hipótesis de tecnología de rama, con las correspondientes adaptaciones.

Teniendo en consideración los aspectos anteriores, el supuesto de tecnología de rama requiere de la definición de la siguiente hipótesis nula como punto de partida:

$$[8] H_0: a_{ij}^{TR}(k) = a_{ij}^{TR} \text{ para todo } k = 1, 2, \dots, m_s$$

Como se puede apreciar, bajo esta hipótesis la producción de cualquier bien secundario en la rama *j* se llevaría a cabo con la misma estructura de consumos de inputs intermedios *i* sea cual sea el *output* secundario *k* al que nos referimos.

De esta manera, una vez definida la hipótesis nula de tecnología de rama, la siguiente etapa consiste en estimar la regresión del uso de cada uno de los *i* *inputs* empleados por las empresas que forman parte de la rama *j* en la generación de sus *outputs* principales y secundarios respecto de éstos, para construir un test F parecido al que en econometría estándar se emplea para contrastar la igualdad de los coeficientes de regresión de una forma flexible. La expresión resultante es el siguiente estadístico F con el cual se contrastará la hipótesis nula que se ha definido en la expresión [8]:

$$[9] F = \frac{(R\hat{\beta}-r)[R(X'X)^{-1}R']^{-1}(R\hat{\beta}-r)/(m_s-1)}{RSS/(m_j-m_s)}$$

Donde *X* es la matriz de variables explicativas (el *output* de la rama *j* por tipo de producto, en columnas), *RSS* es la suma de los cuadrados ordinarios de los residuos y *R*, *r*, y β se pueden expresar como:

$$[10] R = \begin{pmatrix} 1 & -1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & & 0 & 0 \\ & \vdots & & \ddots & & \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 & -1 \end{pmatrix}, r = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix} \text{ y } \beta = \begin{pmatrix} a_{ij}^{TR}(1) \\ \vdots \\ a_{ij}^{TR}(m_s) \end{pmatrix}$$

Los grados de libertad del estadístico F de la expresión [9] vienen definidos por el número de ecuaciones independientes de la hipótesis nula, es decir, el número de producciones secundarias de la rama *j* menos uno, ($m_s - 1$), y el número de empresas de la rama *j* menos el número de producciones

secundarias de la misma. Por lo tanto, el cálculo de este estadístico requiere disponer de un número de producciones secundarias superior a la unidad así como de una muestra de empresas para cada una de las j ramas superior al número de producciones secundarias, ya que de otro modo no se podrá computar. En aquellos casos en los que se den ambas condiciones se podrá computar el estadístico F que permitirá contrastar la hipótesis de igualdad de los coeficientes de regresión y , en consecuencia, saber si los requerimientos del *input* i son independientes del producto que esté generando la rama j . En la medida en que aceptemos la hipótesis nula en la mayor parte de los *inputs* estaremos en condiciones de poder aceptar la hipótesis de tecnología de producto para el bien considerado, en base a la ratio ponderada del número de *inputs* aceptados sobre el total de *inputs* empleados. En este caso, los pesos empleados se corresponden a las estructuras de *inputs* de las empresas de la correspondiente rama j .

3.3.3. Resultados de la comparación de los contrastes de hipótesis de tecnología de producción

Un aspecto relevante que conviene tener presente en relación al cómputo de ambos estadísticos F para el contraste de las hipótesis nulas de las expresiones [4] y [8] es que únicamente es posible realizarlo partiendo de los datos de los *inputs* y de producciones a nivel de empresas y partiendo de estas informaciones a precios básicos¹. Además, es importante recordar que los resultados que se obtengan y , por lo tanto, su significación en términos estadísticos, dato relevante a efectos de construir la tabla simétrica, depende en gran medida del nivel de agregación de las ramas de actividad (y , por lo tanto, de los productos homogéneos que se hayan definido), siendo los valores de las F obtenidas altamente dependientes de los datos empleados en sus cómputos. En otras palabras, la ausencia de homogeneidad en la clasificación de las actividades sesga las regiones de aceptación o de rechazo de las hipótesis nulas, y generalmente a favor de la hipótesis de tecnología de rama.

Una vez se dispone de la información ofrecida por los test F de las citadas hipótesis tecnológicas, la decisión final vendrá dada por el resultado combinado de ambos estadísticos. Así pues, los valores de las F calculadas nos indicarán, por ejemplo, la verosimilitud de que la hipótesis de la tecnología de producto (o de la de rama) sea la que habría que aplicar al producto k considerado (o bien a la rama j en sus diferentes producciones).

El anexo 2 muestra los resultados obtenidos en la aplicación de los contrastes de hipótesis tecnológicas para las 82 ramas de actividad y productos de la economía catalana en el marco del MIOC-2011. Como se puede apreciar, de las 82 ramas consideradas, se han podido calcular ambos contrastes de hipótesis para 40 de ellas, y en 34 de los casos se obtienen unos resultados que apuntan a una mayor verosimilitud de la hipótesis de producto, mientras que en los otros 6 los tests F parecen indicar una mayor probabilidad de tecnología de rama.

Para definir la hipótesis tecnológica aplicable al resto de ramas ha sido necesario recurrir a otras informaciones técnicas que permitiesen identificar el supuesto más plausible de comportamiento para poder llevar a cabo la construcción de la tabla simétrica. Asimismo, en uno de los casos en los que los test F apuntan a la hipótesis de la tecnología de rama, el de la fabricación de vehículos de motor, el resultado obtenido parece poco coherente con las características propias del sector y , en consecuencia, finalmente se ha optado por la tecnología de producto. En este sentido, conviene tener presente que los contrastes econométricos han de ser empleados como una herramienta complementaria al análisis técnico y económico que debe conducir el proceso de construcción de la tabla simétrica y que, en caso de duda, se ha optado por la aplicación de la hipótesis de producto por las propiedades deseables que presenta en términos de un posterior análisis de impactos económicos, siguiendo las recomendaciones de Eurostat (2008).

Así pues, el resultado final del análisis de las 82 ramas de actividad del MIOC-2011 se puede resumir en los siguientes puntos:

¹ En este sentido, conviene tener presente que los consumos intermedios de las empresas provenientes de las encuestas se hallan disponibles a precios de adquisición, motivo por el cual se hace necesario homogeneizar las valoraciones respecto al MIOC-2011 empleando la información disponible de márgenes comerciales e impuestos para cada una de las ramas de actividad.

- En 67 de las 82 ramas consideradas se ha asumido la hipótesis de tecnología de producto, mientras que en 9 de ellas se ha optado por la hipótesis de tecnología de rama. En concreto, las ramas de actividad en las que se ha adoptado la tecnología propia del sector son las de pesca y acuicultura, la industria maderera y del corcho (excluyendo muebles y cestería), las ramas de comercio al por mayor y de comercio al por menor (excluyendo el comercio al por menor de vehículos de motor y motocicletas), la de actividades postales y de correos, la de servicios técnicos de arquitectura e ingeniería, las actividades de alquileres, la rama de agencias de viajes y operadores turísticos y las actividades administrativas de oficina y auxiliares.
- Las ramas agraria, ganadera y de silvicultura han recibido un tratamiento específico derivado del origen de sus datos (son ramas donde la Encuesta de Consumos Intermedios –en adelante, ECI- fue empleada con carácter complementario) y en todas ellas se ha adoptado la hipótesis de tecnología de producto.
- Las ramas de coquerías y refinación de petróleo y de producción y distribución de energía eléctrica y de gas también han tenido que ser tratadas específicamente al ser sectores excluidos de la ECI y se ha optado por mantener la hipótesis por defecto de la tecnología de producto.
- En el caso de las ramas de transporte ferroviario y de otros tipos de transporte terrestre de pasajeros, la reducida dimensión de la muestra y las especificidades del sector han impedido computar los tests F. Se ha optado en ambos casos por la hipótesis por defecto de tecnología de producto.
- Las ramas de servicios de mediación financiera, de seguros y fondos de pensiones y las actividades auxiliares de mediación financiera y seguros han requerido un tratamiento específico debido a las fuentes estadísticas empleadas para su construcción (en los tres casos, diferentes de la ECI, por las especificidades de su sistema de contabilidad). De nuevo, se optó por la tecnología de producto como referencia.
- Además, y como se ha descrito anteriormente, las ramas de servicios de provisión mixta han sido objeto de tratamiento específico gracias a la disponibilidad de información detallada de estos sectores de la economía catalana.

Como se puede apreciar, en general se ha optado por la hipótesis de la tecnología de producto para los bienes objeto de consideración, y sólo en aquéllos casos en los que ha sido posible calcular ambos test F y éstos han indicado de manera inequívoca la mayor verosimilitud de la hipótesis de tecnología de rama, se ha optado por esta última.

Una vez clasificadas las diferentes actividades atendiendo a la hipótesis tecnológica más verosímil en cada caso, se ha procedido a construir la matriz híbrida, siguiendo las orientaciones de Eurostat (2008) y de acuerdo con el procedimiento descrito anteriormente. Seguidamente, se ha procedido a construir la tabla simétrica input-output de acuerdo con el método híbrido. La aplicación de esta metodología no ha impedido que surjan valores negativos en algunos de los coeficientes de la matriz simétrica estimada, los cuales han tenido que ser tratados siguiendo el procedimiento descrito en la siguiente sección.

3.4. El tratamiento de los negativos en la tabla simétrica

La aplicación de la metodología híbrida para la construcción de la tabla simétrica input-output no evita que puedan obtenerse valores negativos en algunos de los coeficientes de la misma, los cuales han requerido de un tratamiento específico. Así, en aquellos supuestos en los que los valores negativos obtenidos han sido de una dimensión económicamente relevante, se ha realizado una corrección caso por caso, analizando las producciones secundarias la reasignación de las cuales ha comportado, como resultado, una transferencia de consumos intermedios que ha derivado en estos valores. Sin embargo,

el peso de estos valores respecto del total en el caso del MIOC-2011 ha sido moderado y han sido en todo momento casos muy localizados.

En relación a los valores negativos de menor magnitud, se ha procedido a aplicar una variante del método GRAS. El método GRAS, propuesto inicialmente por Günlük-Senesen y Bates (1988) y formalizado más recientemente por Junius y Oosterhaven (2003), es una técnica biproporcional frecuentemente empleada para equilibrar y actualizar tablas input-output con elementos positivos y negativos por su facilidad para la implementación práctica en términos de programación. La utilización de una solución de tipo GRAS simplificada ha permitido la eliminación de los valores negativos a la vez que ha garantizado la coherencia económica de los datos finalmente considerados en la tabla simétrica input-output.

3.5. Principales resultados

El resultado final de las etapas descritas en las secciones precedentes ha sido la obtención de la tabla simétrica input-output de Cataluña en el marco del MIOC-2011, disponible en el web del Idescat². La disponibilidad de las tablas de origen y de destino a precios básicos, con detalle (en el caso de esta última) de los consumos domésticos y foráneos ha permitido descomponer la tabla simétrica global en tres subtablas, de manera que se dispone también de la tabla simétrica a partir de los consumos intermedios de origen catalán, del resto de España y del resto del mundo.

La tabla simétrica construida, junto con sus respectivas subtablas, permite analizar los consumos necesarios de cada bien o servicio necesarios para generar una unidad de *output* de cada uno de los 82 productos. Para comprender mejor el funcionamiento de la parte central de la tabla simétrica, supongamos a modo de ejemplo que queremos analizar el caso de la producción de industrias cárnicas, tomando como referencia la tabla global (que contempla los consumos intermedios con los tres orígenes posibles). En este caso, los consumos intermedios suponen más del 80% del valor de la producción de esta rama, medido a precios básicos. Entre estos consumos intermedios, los productos ganaderos serían los principales *inputs* necesarios para generar este *output*, ya que representan más de un tercio del valor de producción, seguidos por las fabricaciones propias de la rama de industrias cárnicas. Asimismo, los servicios de comercio al por mayor representan una cifra algo superior al 5% de su producción a precios básicos. De forma similar se podrían computar las contribuciones para cada uno de los 82 productos considerados en el MIOC-2011. La diferencia entre el importe total de los consumos intermedios y el valor de producción a precios básicos se correspondería al valor añadido bruto de la rama de actividad de las industrias cárnicas, superior a los mil millones de euros.

Por otra parte, el análisis de los datos de la industria cárnica por filas en lugar de por columnas nos permite definir en la obtención de qué bienes interviene este producto. Así, por ejemplo, más allá de su contribución crucial en la propia rama, los productos cárnicos intervienen en la obtención de otros productos alimenticios, de productos ganaderos, de los servicios de comidas y bebidas y de los servicios de comercio al por mayor y al por menor, entre otros. Asimismo, a parte de los casi cuatro mil millones de euros que suponen los consumos intermedios de estos bienes para los diferentes productos situados en las columnas de la matriz simétrica, hay que añadir que una parte no despreciable de la producción de la industria cárnica (alrededor de dos mil millones de euros) se destinan a la demanda final de los consumidores. Además, cerca de una quinta parte de los consumos totales de la industria cárnica son exportaciones al resto de España y otra cantidad similar son ventas al resto del mundo. Por último, es importante recordar que la suma de todos los conceptos de demanda de la producción de las cárnicas (los usos totales a precios básicos) coincide con los recursos totales de estos bienes, entendida ésta como la suma de la producción doméstica a precios básicos más las importaciones.

Más allá de este tipo de análisis descriptivos, la disponibilidad de las tablas simétricas input-output permite realizar cálculos más elaborados para describir el impacto de ciertos *shocks* sobre sectores determinados de la economía, constituyendo uno de los principales atractivos de este tipo de tablas.

² Véase el siguiente enlace: <http://www.idescat.cat/dades/mioc/2011/?lang=es>.

Esta modalidad de análisis queda fuera del objeto de este trabajo, pero en todo caso es importante señalar el amplio abanico de posibilidades que ofrece la disponibilidad de todas las tablas que configuran, en conjunto, el marco input-output de una economía.

4. Conclusiones

La construcción de la tabla simétrica input-output de la economía catalana para el año 2011 ha supuesto disponer, por primera vez en la estadística oficial de Cataluña, de un marco input-output completo para la completa descripción y caracterización de la realidad económica. Esta tabla supone un cambio de perspectiva respecto de las tablas de origen y de destino a precios básicos, ya que relaciona productos con productos, en términos de *outputs* homogéneos. De esta manera, la tabla simétrica en el MIOC-2011 refleja el equilibrio oferta-demanda, ofreciendo un detalle de los consumos intermedios que son necesarios para producir cada uno de los productos definidos para los 82 *outputs* homogéneos en los que se ha sectorizado la economía catalana. Asimismo, la tabla simétrica incorpora la información de los consumos finales, de las exportaciones y de las importaciones, de los componentes del valor añadido y de los puestos de trabajo. Además, en el marco del MIOC-2011 se detallan las principales magnitudes según el origen de los consumos intermedios, atendiendo al hecho de si son de origen doméstico, del resto de España y del resto del mundo. Se trata, pues, de una herramienta fundamental para el análisis macroeconómico.

En este sentido, conviene señalar que una de las principales aportaciones que diferencia el ejercicio del cálculo de la tabla simétrica en el MIOC-2011 respecto de versiones previas de las tablas input-output catalanas no es únicamente la exhaustividad de la información que incorporan, por lo que respecta al conjunto de tablas computadas, sino también al método de cálculo de la tabla simétrica. De la misma manera, es importante tener presente que por primera vez se ha calculado en la estadística oficial catalana una tabla simétrica empleando una aproximación econométrica que ha permitido añadir robustez a los resultados finales y que ha facilitado el proceso de toma de decisiones respecto de la hipótesis tecnológica a adoptar en la construcción de la matriz híbrida, paso previo para la obtención de la tabla simétrica input-output. Además, el proceso de implementación del método híbrido se ha llevado a cabo teniendo en cuenta las especificidades de algunas ramas que han requerido de tratamiento detallado, y de forma especial en aquellas relacionadas a los servicios de provisión mixta (administración pública, sanidad, enseñanza y servicios sociales).

Más allá de las cuestiones metodológicas, el ejercicio de construcción de la tabla simétrica de Cataluña tiene un interés inherente por lo que respecta a la vertiente descriptiva de la producción de los *outputs* de la economía y, especialmente, en relación al análisis de impactos económicos, de productividad, ambientales y similares que se quieran analizar. Éstas son solo algunas de las líneas de trabajo futuras que permitirá explorar la tabla simétrica input-output de Cataluña.

Bibliografía

Comisión Europea y Naciones Unidas (2000): *Handbook of Input-Output Table Compilation and Analysis*.

Eurostat (2008): *Eurostat Manual of Supply, Use and Input-Output Tables*, Luxemburg, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

Eurostat (2013): *European System of Accounts. ESA 2010*, Luxemburg, Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.

Gujarati, D.N. (2003): *Basic Econometrics*, Nova York, Mc. Graw-Hill.

Günlük-Senesen, G. y J.M. Bates (1988): *Some Experiments With Methods of Adjusting Unbalanced Data Matrices*, Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 151, p. 473-490.

Jácome, R., Suárez, M., Teijeiro, M. T. y C. Vilas (2010): *Metodología utilizada en la elaboración de la matriz simétrica del Marco Input-Output de Galicia 2005 (MIOGAL-2005)*, artículo presentado en las XVII Jornadas de Estadística de las Comunidades Autónomas.

Junius, T. y J. Oosterhaven (2003): *The Solution of Updating or Regionalizing a Matrix with Both Positive and Negative Elements*, *Economic Systems Research*, 15, p. 87-96.

Kop Jansen, P. y T. Ten Raa (1990): *The Choice of Model in the Construction of Input-Output Coefficients Matrices*, *International Economic Review*, 31 (1), p. 213-227.

Mattey, J.P. y T. Ten Raa (1997): *Primary Versus Secondary Production Techniques in US Manufacturing*, *Review of Income and Wealth*, 43, p. 449-464.

Naciones Unidas, Eurostat, Fondo Monetario Internacional, OCDE y Banco Mundial (1993): *A System of National Accounts 1993*.

Rueda-Cantuche, J.M. y T. Ten Raa (2007): *Stochastic Analysis of Input-Output Multipliers on the Basis of Use and Make Tables*, *Review of Income and Wealth*, 53, p. 318-334.

Rueda-Cantuche, J.M. y T. Ten Raa (2009): *The Choice Model in the Construction of Industry Coefficients Matrices*, *Economic Systems Research*, 21, p. 91-123.

Rueda-Cantuche, J.M. y T. Ten Raa (2013): *Testing Assumptions Made in the Construction of Input-Output Tables*, *Economic Systems Research*, 25(2), p. 170-189.

Annexo 1. Procedimiento matemático de cálculo de una matriz híbrida

El proceso de transferencia de producciones secundarias y consumos intermedios desde las ramas de actividad productoras a aquellas ramas de las que son producción principal puede expresarse en clave de operaciones matriciales que, a su vez, se pueden introducir en el *software* estadístico correspondiente para proceder a su cómputo.

Si se quiere construir una tabla simétrica input-output producto por producto, se tendrá que partir de las tablas de origen y de destino a precios básicos:

Tabla de origen a precios básicos

		RAMAS DE ACTIVIDAD DEL MIOC-2011							
		Rama 1	RAMAS (CCAE-2009)		Rama 82	Total producción doméstica	Importaciones	Matrices de valoraciones	Oferta total a precios básicos
PRODUCTOS (CPA)									
Producto 1	⋮	Matriz Vt							Vector q
Producto 82									
Total									

Tabla de destino a precios básicos

		CONSUMOS INTERMEDIOS POR RAMAS DE ACTIVIDAD							
		Rama 1	RAMAS (CCAE-2009)		Rama 82	Total producción doméstica	Usos finales	Oferta total a precios básicos	
PRODUCTOS (CPA)									
Producto 1	⋮	Matriz U					Vector Y	Vector q	
Producto 82									
COMPONENTES DEL VAB									Matriz W
Remuneración de los asalariados									
Otros impuestos netos sobre la producción									
Excedente bruto de explotación									

Donde:

- Vt es la producción a precios básicos de la rama de actividad por producto. Constituye la parte central de la tabla de origen cuadrada a precios básicos.
- U son los consumos intermedios a precios básicos de la rama de actividad por producto. Constituye la parte central de la tabla de destino a precios básicos.
- W es la submatriz que contiene los componentes del valor añadido bruto por rama de actividad. En concreto, es la submatriz de la tabla de destino cuadrada a precios básicos.

Entonces, se puede definir H, que será la matriz híbrida de ceros y unos que indicará el tipo de hipótesis que se desea emplear para transferir las correspondientes producciones secundarias.

Partiendo de la matriz H y de las tablas de origen y de destino, se podrán computar:

- La matriz S, que será la parte central de la tabla simétrica de consumos intermedios a precios básicos producto por producto.
- La matriz E, que contendrá las filas correspondientes a los componentes del valor añadido bruto por productos homogéneos.

Tabla simétrica input-output

		PRODUCTOS (CPA)					
		Producto 1	...	Producto 82	Total producción doméstica	Usos finales	Demanda total a precios básicos
PRODUCTOS (CPA)	Producto 1	Matriz S				Vector Y	Vector q
	...						
	Producto 82						
COMPONENTES DEL VAB		Matriz W					
Remuneración de los asalariados							
Otros impuestos netos sobre la producción							
Excedente bruto de explotación							
Oferta total a precios básicos		Vector gt					

Siguiendo el modelo sugerido por Eurostat (2008), la construcción de las matrices S y E para construir la tabla simétrica requiere hacer las siguientes operaciones:

- $V1 = (Vt * H)^t$, donde V1 define la parte de la tabla de origen donde se aplica la hipótesis de tecnología de producto.
- $V2 = V - V1$, donde V2 es la parte de la tabla de origen donde se aplica la tecnología de rama.
- $C1 = V1t * \text{inverso}[\text{diagonal}(g1)]$, donde C1 son las contribuciones de cada producto a la producción total de la rama.
- $D2 = V2 * \text{inverso}[\text{diagonal}(q)]$, donde D2 son las contribuciones de cada rama a la oferta total del producto.
- $R = \text{inverso}(C1) * [I - \text{diagonal}(D2t * i)] + D2$, donde R es la matriz de transformación bajo la hipótesis mixta (tecnología de rama combinada con tecnología de producto).
- $Z = U * \text{inverso}[\text{diagonal}(g)]$, donde Z es la relación entre los consumos intermedios y la producción por rama de actividad.
- $S = Z * R * \text{diagonal}(q)$, donde S es la matriz de consumos intermedios a precios básicos producto por producto.
- $L = W * \text{inverso}[\text{diagonal}(g)]$, donde L es la relación entre el valor añadido y la producción por rama de actividad.
- $E = L * R * \text{diag}(q)$, donde E es la matriz de componentes del valor añadido producto por producto.

Como se puede comprobar, la correcta realización de los cálculos anteriores permitirá obtener una tabla simétrica input-output que contendrá, entre otros, un vector fila (gt) con la oferta total de la economía (la contenida en la tabla de origen), y un vector columna (q) con la demanda total a precios básicos (la misma que aparecía en la tabla de destino). Por tanto, reproducirá el equilibrio oferta-demanda de la economía.

Annexo 2. Resultados de la aplicación de los contrastes econométricos de Rueda-Cantuche y Ten Raa (2013) en el MIOC-2011

La tabla siguiente muestra los resultados del cálculo de los tests F de contraste de las hipótesis tecnológicas aplicadas a las ramas de actividad consideradas en el MIOC-2011, siguiendo la aproximación econométrica de Rueda-Cantuche y Ten Raa (2013). En este sentido, se incluyen únicamente los resultados de las ramas para las que ha sido posible calcular ambos contrastes de hipótesis.

Rama	CCAE-09	Ramas de actividad	Producto	Rama	Decisión
5	05-09	Industrias extractivas	87,4%	29,8%	P
6	101	Industrias cárnicas	52,6%	3,2%	P
7	105	Fabricación de productos lácteos	100,0%	30,3%	P
9	10p+12	Fabricación de otros productos alimenticios y tabaco	95,1%	33,9%	P
11	14	Confección de prendas de vestir	91,4%	0,3%	P
13	16	Industria maderera y del corcho, exc. muebles y cestería	17,9%	34,5%	R
14	17	Industria papelera	98,0%	64,5%	P
15	18	Artes gráficas y soportes registrados	85,3%	69,9%	P
17	20	Industrias químicas	87,8%	2,1%	P
19	22	Fabricación de productos de caucho y plásticos	77,2%	5,9%	P
20	23	Fabricación de otros productos minerales no metálicos	89,2%	2,6%	P
21	24	Metalurgia	100,0%	1,6%	P
22	25	Fabricación de productos metálicos, exc. maquinaria	91,0%	2,6%	P
23	26	Fabricación de productos informáticos y electrónicos	19,7%	5,2%	P
24	27	Fabricación de materiales y equipos eléctricos	86,9%	2,5%	P
25	28	Fabricación de maquinaria y equipos ncaa	54,5%	4,1%	P
26	29	Fabricación de vehículos de motor, remolques y semiremolques	13,3%	16,1%	R
28	31	Fabricación de muebles	98,7%	0,1%	P
29	32	Industrias manufactureras diversas	81,9%	0,9%	P
30	33	Reparación e instalación de maquinaria y equipos	43,5%	10,2%	P
34	37-39	Servicios de gestión de residuos y saneamiento	51,0%	13,6%	P
36	45	Venta y reparación de vehículos de motor y motocicletas	71,3%	2,5%	P
37	46	Comercio al mayor e intermediarios, exc. vehículos de motor	9,6%	20,5%	R
44	52	Almacenamiento y actividades afines al transporte	87,0%	32,8%	P
46	55	Servicios de alojamiento	89,9%	53,1%	P
47	56	Servicios de comida y bebidas	74,8%	34,9%	P
48	58	Edición	55,5%	8,4%	P
52	62-63	Servicios de información y tecnologías de la información	81,3%	5,2%	P
56	68	Actividades inmobiliarias	12,7%	0,6%	P
57	69-70	Actividades jurídicas, contables y asesoría fiscal	57,9%	7,5%	P
58	71	Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería	52,3%	64,9%	R
59	72	Investigación y desarrollo	81,5%	22,4%	P
60	73	Publicidad y estudios de mercado	54,4%	29,1%	P
61	74	Otras actividades profesionales y técnicas	49,6%	5,3%	P
63	77	Actividades de alquileres	75,9%	85,1%	R
66	80	Actividades de seguridad e investigación	89,9%	14,6%	P
67	81	Servicios para edificios y de jardinería	74,6%	12,0%	P
68	82	Actividades administrativas de oficina y auxiliares	7,0%	84,9%	R
76	90-91	Actividades de creación, artísticas y espectáculos, bibliotecas y museos	100,0%	2,0%	P
81	96	Otras actividades de servicios personales	40,0%	8,5%	P

*

**