

## **Estimación anual de matrices de contabilidad social usando el método de minimización de la entropía cruzada: aplicación a la economía española del año 2000**

RODRÍGUEZ MORILLA, CARMEN(\*) Y LLANES DÍAZ-SALAZAR, GASPAR(\*\*)  
*Departamento de Métodos Cuantitativos e Historia Económica. Universidad de Sevilla (\*)*.  
*Secretaría General de Economía. Junta de Andalucía y Departamento de Economía*  
*y Empresa. Universidad Pablo de Olavide (\*\*).*

Av/ Ramón y Cajal s/n. 41018-Sevilla. Telf.: 954557605. Fax: 954557649. E-mail: cmorilla@us.es

### RESUMEN

Este artículo presenta una metodología para la estimación anual de Matrices de Contabilidad Social (SAM, *Social Accounting Matrix*, en terminología anglosajona). Esta metodología ha sido desarrollada para construir estas matrices a partir de datos procedentes de las Cuentas Nacionales y de una SAM conocida «a priori». Se realiza una aplicación para la economía española y el año 2000. Se presentan dos versiones calculadas ambas utilizando el método de «*Minimización de la Entropía Cruzada*» («*Cross Entropy Method*»): una con formulación combinada origen-destino y otra con formulación input-output simétrica. Este trabajo puede resultar útil para los responsables de la elaboración de las cuentas nacionales y para los estudiosos de la evaluación de políticas públicas. También es una referencia para obtener de forma anual los multiplicadores contables y para los Modelos de Equilibrio General Aplicados (MEGA).

*Palabras clave:* Técnicas de optimización matemática (Método de la Mínima Entropía); Modelos Input-Output; Modelos de Equilibrio General Aplicados; Matriz de Contabilidad Social; Contabilidad Nacional.

### **Annual estimation the social accounting matrices using cross entropy methods: application to the spanish economy for 2000**

### ABSTRACT

This paper presents a methodology to annual estimation the Social Accounting Matrices (SAM). This methodology has been developed for build these matrices using available data from the National Accounts and «a priori» know SAM. We present an application for the Spanish Economy for 2000. We present two versions, both calculated using *Cross Entropy Method*: one following use-income formulation and other with symmetric input-output formulation. These SAM can be useful for national accounts maker and for the public policies evaluation. Also is a reference to obtain annual accounting multipliers and developed a Computable General Equilibrium Models.

*Keywords:* Optimisation Techniques (Cross Entropy Method); Input-Output Models; Computable General Equilibrium Models; Social Accounting Matrix; National Accounts.

Clasificación JEL: C61, C67, C68, C80.

Artículo recibido en marzo de 2004 y aceptado para su publicación en diciembre de 2004.  
La referencia electrónica de este artículo en la página [www.revista-eea.net](http://www.revista-eea.net), ref.: e-23106

## 1. UNA HERRAMIENTA PARA VER EL PRESENTE Y PLANEAR MEJOR EL FUTURO

Derivada de la extensión de la lógica de las Tablas Input-Output, las *Matrices de Contabilidad Social* (*Social Accounting Matrix*, en terminología anglosajona o *SAM* en el argot al uso), aumentan notablemente la información macroeconómica que proporcionan. Las SAM integran toda la información de dichas tablas (por ramas de actividad y productos), con la de los recursos y empleos de los sectores institucionales (usualmente los hogares, las sociedades, las administraciones públicas, las ISFLSH<sup>1</sup> y el sector exterior) de las cuentas nacionales y completan, de este modo, el circuito económico.

Por tanto, estas matrices reflejan la estructura macroeconómica desde todas las vertientes que componen el flujo circular de la renta: la producción; la demanda; la oferta; las relaciones económicas con el resto del mundo y, sobre todo, la generación de las rentas disponibles y su distribución entre ahorro y consumo de los sectores institucionales en que se ha dividido la economía.

Otra ventaja radica en que se representa en una matriz cuadrada que puede ser fácilmente interpretada ofreciendo una radiografía o imagen estática que puede ser además modelizada para obtener conclusiones sobre impactos económicos. De este modo, tras incorporar supuestos de conducta y de estructura de los agentes económicos, la estructura de la SAM es el soporte estadístico que permite desarrollar modelos multisectoriales estáticos o dinámicos, desde los más sencillos multiplicadores SAM ampliados de corte lineal, hasta los novedosos «*modelos de equilibrio general aplicados o computables*» (MEGA). Con la ayuda de ambos tipos de modelos sería posible discernir la estructura directa, indirecta e inducida de las interdependencias que subyacen en el modelo de desarrollo económico y social.

Las aplicaciones pueden ser muy variadas. Así, por ejemplo, mediante el análisis de multiplicadores SAM, que son una extensión de los tradicionales multiplicadores de Leontief, se pueden evaluar no sólo los efectos directos y los indirectos (derivados de las interrelaciones de los procesos de producción entre las ramas de actividad), sino que permite evaluar los efectos inducidos que se producen por las interrelaciones existentes entre los sectores institucionales, receptores de rentas y las ramas de actividad económica. Este análisis de los efectos inducidos permite superar algunas de las deficiencias presentadas por el análisis input-output tradicional, en particular, el papel ciertamente pasivo que juega la demanda final en la estructura conceptual del modelo.

Normalmente la obtención de este tipo de matrices adolece de dos problemas que limitan su uso: no se dispone de estimaciones anuales de las mismas y, además, cuan-

---

<sup>1</sup> Instituciones sin fines de lucro al servicio de los hogares.

do se elaboran mantienen un retraso temporal de unos cuatro o cinco años en el mejor de los casos. Respecto al primero de los problemas, al no disponerse de estimaciones anuales las aplicaciones requieren realizar hipótesis de comportamiento poco verosímiles, obligando a deflactar valores corrientes y utilizar una estructura muy desfasada en el tiempo. En relación con el retraso temporal, concretamente, en España los últimos datos disponibles para su estimación, básicamente el MIO, son del año 1998. Por ello, es de interés disponer de una metodología que permita construir esta herramienta, muy útil para el análisis económico aplicado, de forma anual y con un menor desfase en el tiempo de forma que sea consistente con toda la información macroeconómica disponible de las Cuentas Nacionales.

Este artículo presenta una metodología para la estimación anual de *Matrices de Contabilidad Social* a partir de datos recientes e incompletos procedentes de las cuentas nacionales y de una matriz «a priori» de una SAM conocida. Se realiza una aplicación para la economía española referida al año 2000 que puede ser generalizable para su aplicación anual. Para su elaboración se han tomado sólo datos de las estadísticas oficiales del INE, concretamente: toda la información que proporciona el Marco Input-Output de 1998 y las cuentas de los sectores institucionales de la Contabilidad Nacional de España (CNE) correspondientes al año 2000.

La estimación de la SAM del 2000 sigue un procedimiento novedoso. Se parte de una SAM estimada y referida a 1998 según la propuesta de Morilla, Llanes y Cardenete (2004)<sup>2</sup>. Con esta matriz y usando información de las Cuentas Nacionales del 2000, se actualiza para dicho año a través de un algoritmo de resolución que minimiza la entropía cruzada («*Cross Entropy Method*») usando, de forma eficiente, toda la información disponible.

El artículo comienza con un breve resumen, a modo de antecedentes de esta herramienta estadística y se analiza el tratamiento de la SAM en el actual sistema de cuentas nacionales: SCN93 y SEC95. Conforme a este sistema, se presentan y detallan las dos versiones de la Matriz de Contabilidad Social de España para 2000:

- Una primera versión que contiene en su formulación un esquema que contiene una tabla combinada origen-destino<sup>3</sup> a precios básicos: apropiada para realizar análisis descriptivos del funcionamiento económico y calcular efectos directos;
- Y otra segunda versión que contiene una formulación que incluye una tabla input-output simétrica a precios básicos: más apropiada para calcular efectos acumulativos a través de los multiplicadores contables SAM.

Finalmente, se exponen las conclusiones donde se integra un apartado de recomendaciones para poder ampliar este modelo de estimación anual de una SAM y

---

<sup>2</sup> Dicho artículo muestra la forma de construir una SAM anual con datos definitivos procedentes del MIO de 1998.

<sup>3</sup> Este es el esquema más usado a nivel internacional.

mejorar las posibilidades analíticas, sobre todo, en relación con los ámbitos del medio ambiente, la política fiscal y la distribución de la renta.

## 2. LA CONTABILIDAD SOCIAL EN EL SISTEMA DE CUENTAS NACIONALES

El concepto «Contabilidad Social» se debe al premio Nobel de Economía J. R. Hicks, que lo recoge en su obra *«The Social Framework»* (1942). Fue el Nobel de Economía R. Stone el primero en construirla, popularizar su uso e integrarla en el Sistema de Cuentas Nacionales.

Stone, ya en los años cuarenta, junto con el también Nobel J.E. Meade en *«National Income and Expenditure»* (1944) puso las bases de los actuales sistemas de cuentas nacionales. Sin embargo, no fue hasta principios de los años sesenta (1962) cuando consiguió construir lo que denomino como *«Social Accounting Matrix» (SAM)* que permitía medir el flujo completo del circuito económico y sus interrelaciones con los aspectos sociales más relevantes<sup>4</sup>. Finalmente, el propio Stone fue el encargado de confeccionar el Sistema de Cuentas Nacionales de las Naciones Unidas de 1968, donde se incluyen, por primera vez, las Matrices de Contabilidad Social, como un método alternativo de presentación del sistema completo de cuentas<sup>5</sup>.

Entre los desarrollos recientes destacan las aportaciones de Pyatt y Thorbecke (1976) en *«Planing techniques for a better future»* y junto con Roe (1977) en *«Social Accounting for development planning»*. También queremos destacar los trabajos realizados por Roland-Holst y Robinson por ejemplo en *«Modelling Structural Adjustement in the United States Economy: Macroeconomics in a Social Accounting Framework»* (1987).

En España no fue hasta mediados los años ochenta cuando se realizó la primera SAM por encargo del Ministerio de Economía. La primera SAM de España fue realizada por Kehoe, et al. (1986), para calcular los efectos de la introducción del IVA y especificar un modelo de equilibrio general (MEGAESP-80). Esta primera SAM que se elaboró con referencia temporal el año 1980, no era completa ni cuadrada. Uriel (1989) publicó una SAM alternativa para 1980 que toma como referencia el trabajo anterior con un esquema más integrado. Posteriormente, en 1993, se construyó la primera SAM cuadrada, con referencia temporal en el año 1987, por Polo y Sancho (1993).

---

<sup>4</sup> En el marco de los trabajos del Departamento de Economía Aplicada de Cambridge «A Programe For Growth».

<sup>5</sup> Véase discurso de entrega de premio Nobel Stone (1984).

Para el año 1990 existen varios trabajos. El primero de ellos, es el elaborado por el Centro de Estudios de la Fundación Tomillo que realizó una SAM de 1990 que no ha sido publicada (1994). El segundo es el encargado por el INE para el año 1990 que ha sido elaborada por Uriel, Beneito, Ferri y Molto (1997). Fernández y Polo (2001) han presentado una revisión y ampliación de la SAM de 1990 publicada por el INE<sup>6</sup>.

Recientemente, tenemos constancia de varios trabajos de SAM elaboradas con referencia al año 1995. Cardenete y Sancho (2003), elaboran una SAM de 1995 a precios de adquisición con desagregación de impuestos. Llanes y Morilla (2003) construyen dos SAM a precios básicos de la economía española para 1995: una con formulación origen-destino y otra con formulación input-output simétrica<sup>7</sup>. Uriel et al. (2003b) elaboran una Matriz de Contabilidad Social (MCS-95) para España de forma similar a la realizada para el año 1990.

Para años más recientes sólo se dispone del trabajo realizado por Morilla, Llanes y Cardenete (2004) en el que se recoge y actualiza el trabajo anterior de 1995 a 1998<sup>8</sup>.

Asimismo, hasta el momento no existe ninguna Matriz de Contabilidad Social elaborada y refrendada por organismos oficiales, aunque como se ha señalado anteriormente las SAM se elaboran también para trabajos de modelización específicos que no forman parte de la actividad del INE.

### 3. LA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL

La Matriz de Contabilidad Social es una extensión del Marco Input-Output (MIO), y lo mejora notablemente al incorporar el detalle completo del circuito económico. De este modo, además de la estructura de producción y la demanda que detalla el MIO, la SAM incorpora datos sobre la estructura de los ingresos y la demanda de los sectores institucionales, es decir, de los Hogares, Sociedades, ISFLSH, Sector Público y Sector Exterior (cuadro 1-anexo).

La característica más relevante de una SAM es que contiene un modelo simplificado del funcionamiento de una economía en un año dado: muestra, por ramas de actividad, el detalle del proceso de producción-demanda y, por sectores institucionales, del proceso de distribución y redistribución de la renta. Dicho modelo se presenta en

---

<sup>6</sup> A su vez, Uriel et al. (2003 a) puede encontrarse un análisis de las diferencias.

<sup>7</sup> La metodología para su estimación así como los datos de las SAM elaboradas han sido tomadas como base de partida para exponer la metodología de su actualización anual que se presenta en este artículo.

<sup>8</sup> Este trabajo propone una metodología para la estimación anual de estas matrices a partir de datos definitivos de la CNE y el MIO, y una forma novedosa de calcular la versión input-output simétrica necesaria para el cálculo de los multiplicadores.

forma de matriz cuadrada: todas sus celdas representan flujos monetarios, recibidos o pagados, en contraprestación de un flujo real un bien o un derecho. De este modo, la celda  $(i,j)$  se corresponde con los pagos que realiza en dicho año el sector «j» al sector «i»: por filas muestra los cobros o recursos monetarios; por columnas muestra los desembolsos o empleos monetarios, y el total de suma por filas de la SAM es equivalente al total de sumas por columnas, lo que muestra el equilibrio contable entre empleos y recursos. Otra característica básica de esta matriz es que aparecen ordenadas, las ramas de actividad y/o productos y las diferentes cuentas de la Contabilidad Nacional, idénticamente por filas y columnas: bienes y servicios; producción; explotación; asignación de la renta primaria; distribución secundaria de la renta; utilización de la renta y de acumulación de los diferentes sectores institucionales y del sector exterior.

Se puede observar como una SAM contiene un modelo simplificado del funcionamiento de una economía. Por ejemplo la SAM del cuadro 1 del anexo, contiene el detalle del circuito de la renta de la economía. De este modo, se puede observar como los productos obtenidos como consecuencia de las actividades productivas se originan dentro de la esfera económica nacional o se importan del resto del mundo. Estos productos son destinados para ser utilizados para: producir otros productos (consumo intermedio); satisfacer necesidades finales (consumo final); ser utilizados como capital en la producción de otros productos (acumulación) o ser exportados a otras economías.

La producción de estos bienes y servicios que se realiza en la economía requiere el pago a los factores productivos por: la mano de obra utilizada; el capital y los impuestos que recaen sobre la producción. Estas rentas se reparten entre los diferentes sectores institucionales en función de su participación en el proceso productivo, en concepto de: retribuciones salariales de los hogares; el excedente bruto de explotación para todos los sectores institucionales que intervienen en el proceso (por ejemplo, las rentas mixtas se asignan a los hogares y en el sector público el excedente equivale a las amortizaciones); los impuestos netos de subvenciones forman parte de los ingresos del sector público. Sin embargo, por ejemplo, los hogares residentes también obtienen rentas salariales por su trabajo en el exterior y los no residentes obtienen rentas salariales por su trabajo en el territorio económico nacional.

Posteriormente, se producen procesos de redistribución sectorial de la renta en función de los derechos que cada sector institucional tiene establecido con el resto y con el exterior, en concepto de: rentas de la propiedad (asignación primaria de la renta); pago de impuestos directos, cotizaciones sociales o prestaciones sociales en efectivo y otras transferencias (que suponen una distribución secundaria de la renta). El saldo de estas operaciones por sectores institucionales y el sector exterior, supone la renta disponible de cada sector. A su vez, los sectores institucionales destinan al ahorro o al consumo final estas rentas que, junto con la demanda exterior, determina la demanda de bienes y servicios y de inversión que cierra el flujo circular de la renta y vuelve a repetir el proceso<sup>9</sup>.

## 4. ESTIMACIÓN DE LA MATRIZ DE CONTABILIDAD SOCIAL DEL AÑO 2000

### 4.1. Las SAM en el sistema de cuentas nacionales

En la actualidad, las SAM son una herramienta estadística cuya construcción se recoge en el sistema de cuentas nacionales vigente a nivel internacional que es el proporcionado por la ONU «*Sistema de Cuentas Nacionales de 1993*» (SCN93). Asimismo, en la Unión Europea (UE) se recoge en el denominado «*Sistema Europeo de Cuentas Económicas Nacionales, Regionales y Trimestrales*» (SEC95) que es compatible con el anterior. Dicho sistema es de obligatorio cumplimiento para todos los Estados miembros mediante el Reglamento del Consejo de la Unión Europea<sup>10</sup>. Los principios conductores de la metodología SEC son de general aplicación en la realización de cuentas económicas, tablas input-output y matrices de contabilidad social en Europa, aunque con las lógicas adaptaciones derivadas de la singularidad del hecho nacional<sup>11</sup>.

El SCN93 expone la metodología correspondiente a las Matrices de Contabilidad Social en el capítulo XX, dedicándole el SEC95 una parte del capítulo VIII, que resume el contenido del SCN93. Las SAM son definidas por el SEC95, como: «la presentación de las cuentas del SEC en una matriz que explica de forma detallada los vínculos entre una tabla de origen y destino y las cuentas de los sectores. Las Matrices de Contabilidad Social se centran, generalmente, en el papel de las personas en la economía, el cual se puede poner de manifiesto en desgloses suplementarios del sector hogares y una representación desagregada de mercados laborales (es decir, distinguiendo varias categorías de personas ocupadas)<sup>12</sup>».

Tanto el SCN93 como el SEC95 utilizan una metodología de presentación de SAM que se adapta a la nueva estructura de cuentas<sup>13</sup>, con un mayor detalle de

---

<sup>9</sup> En el sector exterior el saldo de las operaciones corrientes con el exterior es el resultado neto de: las exportaciones; menos las importaciones; más las transferencias netas que por los diversos conceptos se producen. Este saldo figura con: signo positivo, si las importaciones son superiores al conjunto de exportaciones y transferencias netas del exterior, y equivale a un ahorro que aporta el sector exterior a la economía (que se financia en la cuenta de acumulación mediante transferencias de capital); y con signo negativo si el conjunto de exportaciones y transferencias netas suma una cantidad superior que las importaciones y equivale a un ahorro bruto que aporta la economía al exterior. Asimismo, la suma del ahorro de los sectores institucionales y del sector exterior equivale al total de inversión de la economía conforme a la identidad macroeconómica ahorro bruto igual a inversión bruta.

<sup>10</sup> El SEC-95 está publicado en el Reglamento (CE) 2273/96 del Consejo, de 25/6/96, relativo al Sistema de cuentas nacionales y regionales de la Comunidad (D.O.C.E. L310 de 30/11/96).

<sup>11</sup> Véase Carrasco, F. (1999) Págs 50-63.

<sup>12</sup> SEC epígrafe 8.134.

información y desglose de cuentas y saldos contables que el anterior sistema SCN68.

El cuadro 1 del anexo muestra la presentación esquemática teórica de una SAM según el SCN93 y el SEC95. Se puede observar como esta forma de presentación permite ir obteniendo los sucesivos saldos contables, desde el valor añadido hasta el ahorro y la capacidad o necesidad de financiación de los sectores institucionales<sup>14</sup>.

El esquema idóneo de presentar una SAM que muestra el SCN93 y el SEC95 (cuadro 1 del anexo) no puede ser aplicado directamente en España, debido a que en la Contabilidad Nacional de España (CNE) no se recoge la distribución intersectorial de: las rentas de la propiedad; las transferencias corrientes y las de capital, es decir, los flujos monetarios que se producen por estos conceptos entre: hogares; sociedades; ISFLSH; sector público y el sector exterior.

Asimismo, en el SCN93 se indica que el formato de una matriz de este tipo debe ser flexible<sup>15</sup>, en función de: el tipo de análisis; la información estadística disponible y los objetivos del estudio.

En base a estas consideraciones, en este artículo se presenta una estimación de la Matriz de Contabilidad Social de la economía española para 1995 (SAM-ESP-2000) que se adapta: tanto a los criterios del SEC95, como a la información estadística oficial disponible del INE, concretamente: del Marco Input-Output (MIO) y de las Cuentas Nacionales (CNE).

Las matrices de Contabilidad Social de España elaboradas para el año 2000 (SAM-ESP-2000), utilizan los criterios del SEC aunque se utiliza una forma reducida de presentación. En función de las necesidades operativas del trabajo y para su posterior actualización, estimación y modelización, las diferentes cuentas desagregadas que presenta la estructura matricial del SCN93 y del SEC95 (cuadro 1 del anexo) se agregan conforme al esquema del cuadro 2 del anexo. La estructura elegida de la SAM-ESP-2000 tiene la ventaja de ser más pedagógica que los modelos más detallados utilizados por el SEC95 y SCN93 y a efectos de modelización simplifica los cálculos (Roland-Holst, 2003).

En la estructura de la SAM de este artículo (cuadro 2 del anexo) se presentan: conforme al SEC95, las cuentas detalladas de bienes y servicios y producción; pero el desglose del resto de cuentas del SEC95 no se presentan y se va directamente a la cuenta de utilización de la renta disponible y de acumulación. La cuenta de acumulación se ha unido y ofrece el detalle de la formación bruta de capital y su equivalente contable que es el ahorro bruto.

---

<sup>13</sup> La presentación matricial no es una característica exclusiva de las SAM, el SEC se refiere a esta forma de presentación también para el sistema de cuentas (epígrafe 8.104). La presentación en forma de T permite mayor detalle y desglose de las diferentes partidas.

<sup>14</sup> Véanse las tablas 8.19 a 8.22 del SEC95 y cuadros 20.5 a 20.7 d SCN93.

<sup>15</sup> Epígrafe 20.18 de SCN93.

Se presentan dos versiones de la SAM-ESP-2000. Una primera versión denominada SAM-ESP-2000-TOD (cuadro 1), que es la normalmente utilizada en los manuales de texto y en los trabajos que se desarrollan a nivel internacional, ofrece de forma separada la cuenta de bienes y servicios y de producción y, por tanto, incorpora en su seno una tabla combinada origen-destino (TOD). La segunda versión, SAM-ESP-2000-TSIO (cuadro 2 y 3), une las dos cuentas de bienes y servicio y producción en una y, por tanto, incorpora en su formulación una Tabla Input-Output (TSIO). Esta distinción es relevante para los investigadores. Conforme a los criterios del SEC, las SAM-ESP-2000 elaboradas están expresadas a precios básicos, es decir previos a la repercusión de la imposición fiscal (Carrasco, 1999). En el SEC y SCN se presentan modelos de SAM que incluyen una formulación origen-destino a precios de adquisición. Sin embargo, la información oficial publicada del Marco Input-Output no incluye las tablas de destino a precios de adquisición, ni las matrices de márgenes y transportes e impuestos necesarias para poder calcular la SAM-ESP-2000-TOD a precios de adquisición.

La formulación de la SAM input-output simétrica (es decir, incluyendo en su seno una TSIO) es a precios básicos que es la adecuada para este tipo de formulación. Este criterio de valoración es más correcto para calcular los coeficientes técnicos de una TSIO y aplicar el modelo de Leontief (Cañada, 1999). Del mismo modo, los coeficientes SAM y los multiplicadores contables SAM, son también más depurados.

A efectos didácticos, estas matrices se presentan con un desglose a cuatro ramas de actividad (cuadros 1 y 2) y otra a 30 ramas recogida en el anexo para la versión TSIO (cuadro 3) conforme a la clasificación A31 y P31 de la CNAE93 y CNPA96.

#### **4.2. Estimación del la SAM con formulación combinada origen-destino**

La Matriz de Contabilidad Social con formulación combinada origen-destino (SAM-ESP-2000-TOD) puede ser fácilmente estimada de forma anual si se dispone de los datos contenidos en: las cuentas de los sectores institucionales de la CNE y las estimaciones de las rentas de la propiedad y transferencias entre los sectores institucionales y el sector exterior para estimar la denominada matriz de cierre del circuito sobre la renta y en las tablas de origen y destino anuales. Sin embargo, por una parte, en España no se dispone de estimaciones de las rentas de la propiedad y transferencias entre los sectores institucionales y el sector exterior: lo que se conoce, a través de la CNE, es el total de empleos corrientes y recursos corrientes de cada sector institucional.

Por otra parte, desde 1998 en adelante no se disponen de estimaciones de tablas de origen y destino. La única información macroeconómica que se dispone con carácter oficial es la que proporciona la CNE, así como algunas estadísticas coyunturales relativas al comercio exterior.

Concretamente para el año 2000 (último año para el que se disponía de datos provisionales de la CNE), el INE publica datos relativos a: la cuenta de explotación de

la tabla de destino, por ramas de actividad no homogéneas con un desglose A70; las cuentas de los sectores institucionales que permiten tener información de sus empleos y recursos totales, y los cuadros macroeconómicos básicos por el lado de la demanda, la oferta y las rentas. Asimismo, se disponen de datos de exportaciones e importaciones por productos. No obstante, el INE nos ha facilitado el vector de producción por ramas de actividad no homogénea y un detalle de las importaciones de bienes productos.

Para proceder a la estimación de estas matrices para el año 2000, se ha seguido la metodología denominada «*Cross Entropy*»,<sup>16</sup> que podríamos traducir como «entropía cruzada», (CE), desarrollada por Robinson et al. (2001) en el seno del IFPRI (*International Food Policy Research Institute*) para el caso de las SAM y que a continuación describimos brevemente<sup>17</sup>.

Partiendo de la SAM conocida para 1998 «*a priori*» (SAM-ESP-1998-TOD), esta técnica permite actualizar la SAM de forma muy flexible, eficiente en cuanto a coste y consistente con toda la información que proporcionan las cuentas nacionales sobre los agregados macroeconómicos conocidos y, en su caso, otra variedad de fuentes adicionales disponibles. Al mismo tiempo, incluso es posible admitir la posibilidad de que puedan existir errores de medidas en las variables, información incompleta, restricciones inexactas, y posibilidad de incorporar cambios tecnológicos aproximadamente conocidos. En nuestro caso, se pretende encontrar un conjunto de coeficientes SAM-2000,  $A_{ij}$  (cada elemento de la matriz dividido por el total de su columna o fila), que minimicen la divergencia de entropía<sup>18</sup> con el conjunto de coeficientes SAM-1998<sup>19</sup> que es una matriz conocida «*a priori*» ( $A_{ij}^c$ ):

Fórmula:

$$\min \left[ \sum_i \sum_j A_{ij} \cdot \ln(A_{ij} / A_{ij}^c) \right] \quad [1]$$

Sujeto a:

$$\sum_j A_{ij} \cdot y_j^* = y_i^*; \quad \sum_j A_{ji} = 1; \quad 0 \leq A_{ji} \leq 1$$

<sup>16</sup> El fundamento teórico de este método de estimación lo constituye la teoría de la información desarrollada por Shannon (1948) y aplicada a problemas de inferencia estadística por Jaynes (1957). Asimismo, Theil (1967) introdujo este procedimiento a la economía.

<sup>17</sup> Este método fue introducido por Golan et al (1994) y aplicado a las Tablas Input-Output. El método que a continuación se desarrolla es un breve resumen de varios artículos de estos autores que se recogen en la bibliografía. Vease también Robinson et al (2001).

<sup>18</sup> La medida de divergencia cruzada entre dos distribuciones de probabilidad utilizada como función objetivo fue inicialmente propuesta por Kullback-Leiber (1951). Kapur y Kesevan (1992) describen diferentes aproximaciones axiomáticas que definen de manera única la medida de la entropía como apropiada y la justifican para inferir.

<sup>19</sup> Se ha tomado la SAM realizada para 1998 por Morilla, Llanes y Cardenete (2004).

Dado que en una Matriz de Contabilidad Social se cumple que los totales de recursos son iguales a los totales de empleos ( $y_i^* = y_j^*$ ), el problema estadístico de estimación (para el caso de la formulación combinada origen-destino) se reduce a conocer la oferta o demanda por productos y la producción de cada rama de actividad no homogéneas, dado que el resto de elementos de la matriz de cierre de la SAM han sido estimados o son conocidos a partir de la CNE.

Asimismo, para que la matriz a estimar incorpore toda la información disponible de la CNE del 2000, es necesario incorporar restricciones en el problema de estimación. El método permite tener en cuenta toda la información que se conoce de los agregados macroeconómicos de la CNE tanto por el lado de la oferta, la demanda, las rentas y la financiación y empleos corrientes de los sectores institucionales, como restricciones de entropía cruzada en la formulación del modelo<sup>20</sup>. Estas restricciones se pueden recoger del siguiente modo:

- Sea  $R_{ij}$  la matriz de estos agregados macroeconómicos de dimensión  $n \times n$ , cuyos elementos ( $r_{ij}$ ) son ceros y unos en función de si la celda  $(i,j)$  de la SAM esta restringida por el agregado o no.

- Al multiplicar esta matriz de restricciones por las celdas de flujos de la SAM ( $t_{ij}$ ) tendremos el valor del agregado que queremos considerar como restricción.

Si asumimos que tenemos  $k$  restricciones, puede escribirse:

Fórmula:

$$\left[ \sum_i \sum_j r_{ij}^{(k)} \cdot t_{ij} \right] = \gamma^{(k)} \quad [2]$$

Por tanto, para la estimación de la SAM con formulación TOD del 2000 se requiere estimar la oferta por productos, dado que tenemos la producción por ramas de actividad no homogéneas. Para su estimación se ha seguido el siguiente procedimiento:

- Se parte de los datos conocidos de producción a precios básicos por ramas de actividad no homogéneas del INE y las importaciones por productos del 2000.

- La estimación de la oferta total por productos a precios básicos se realiza suponiendo estabilidad en la tabla de origen de los productos interior de 1998.

- El resto de totales de la matriz de factores y de recursos o empleos corrientes de los sectores institucionales se calculan a partir de los datos disponibles de la CNE.

- Sólo resta definir todo el conjunto de restricciones que debe cumplir la estimación de la SAM de 2000 y proceder a resolver el problema de minimización sujeta a restricciones que se ha formulado. Dicho conjunto de restricciones macroeconómicas son las siguientes: toda la fila de importaciones por productos; los totales por produc-

<sup>20</sup> Véase un mayor detalle del método en Robinson et al. (2001).

tos de oferta; la producción por ramas de actividad principal; los consumos de residentes en el exterior y no residentes en el interior; los datos de FBCF negativa positivizados; el ahorro de los sectores institucionales y el déficit exterior; la financiación de los factores a los sectores institucionales; la suma de los consumos intermedios deberá ser igual al total conocido para el año 2000 de la CNE; las sumas por columnas del consumo de los hogares, de las administraciones públicas e ISFL por productos deberá ser igual al total de consumo de los hogares, consumo público y de las ISFLSH, respectivamente y, asimismo, la suma por productos de la inversión deberá ser igual a su correspondiente total de la CNE. Por tanto, utiliza toda la información disponible que es relevante de las Cuentas Nacionales.

La formulación del problema en *GAMS* requiere un minucioso proceso de programación. Para la resolución de nuestro problema de optimización no lineal sujeta a restricciones se acude al algoritmo de resolución incluido en el software con la versión para programación no lineal *MINOS5*.

#### **4.3. Estimación de la SAM con formulación que incluye una tabla input-output simétrica**

La información que ofrece la SAM-ESP-2000-TOD no es válida para integrarla directamente en una SAM que quiera ser utilizada para modelizar relaciones multisectoriales. Para ello, se requiere una formulación que incluya en su seno una TSIO. Recordemos, que en una TSIO simétrica se condensa, el origen y el destino en una sola tabla.

Obviamente, añadiendo información suplementaria sobre las estructuras de los insumos y adoptando hipótesis sobre las estructuras de los insumos por producto o por rama de actividad puede ser estimada a partir de la versión TOD. Sin embargo, este trabajo, requiere un complejo proceso de estimación. El propio INE en su documento metodológico de la TSIO de 1995 afirma: «su elaboración requiere un volumen de recursos estadísticos y técnicos muy elevados»<sup>21</sup>. Por este motivo, el INE al igual que EUROSTAT «contempla la realización de la tabla input-output de manera no continua sino con un cierto intervalo (cada cuatro o cinco años)».

En este caso el problema de estimación se centra en obtener la SAM para 2000 que integre en su seno el esquema Input-Output de una TSIO, utilizando toda la información que proporciona SAM-ESP-2000-TOD, anteriormente estimada, y la del año base 1998 construida por Morilla, Llanes y Cardenete (2004). La metodología de estimación avanza sobre el método de Pyatt (1998) y se fundamenta, básicamente, también en *Cross Entropy*.

---

<sup>21</sup> Véase la nota metodológica sobre la elaboración de la tabla input-output simétrica de la economía española de 1995. Documento disponible en internet en la dirección: <http://www.ine.es>

**Cuadro 1. Matriz de Contabilidad Social. España. Año 2000.**  
**Versión 1, SAM-ESP-2000-TOD.**

Detalle a: 4 ramas de actividad homogéneas, cuatro sectores institucionales y el sector exterior.

Unidad: Millones de euros.

SAM-TOD		Economía nacional										Sector exterior		Economía								
		Cuentas				Bienes y servicios (Productos)				Producción (Ramas de actividad principal)				Ajuste de interior a nacional		Factores productivos		Sectores institucionales		Capital		
Cuentas	CIPAS6 y CIMA93	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Productos del sector primario	1	0	0	0	0	3.173	23.475	432	2.414	0	0	0	0	0	0	3.746	0	0	0	569	7.168	40.977
Productos de la industria	2	0	0	0	0	9.743	101.133	31.740	59.021	0	0	0	0	0	0	102.892	0	0	4.064	47.652	114.085	550.330
Inmuebles y otras construcciones	3	0	0	0	0	200	1.659	17.719	14.069	0	0	0	0	0	0	2.653	0	0	0	76.640	9	113.147
Servicios	4	0	0	0	0	3.405	61.303	16.545	122.933	0	0	0	0	0	0	242.892	0	4.298	102.910	22.858	30.441	607.685
Primario	5	34.806	1.016	260	874	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36.957
Industria	6	0	378.374	522	14.287	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	383.184
Construcción	7	0	412	110.691	1.715	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112.428
Sector servicios	8	74	6.026	1.739	568.503	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	576.343
Consumo en el exterior de residentes (CER)	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.972	0	0	0	0	0	5.972
Consumo en el interior de no residentes (CNR)	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33.950
Trabajo	11	0	0	0	0	4.023	71.650	30.906	199.513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	306.766
Impuestos netos sobre productos (INSP)	12	0	0	0	0	310	7.381	-1.372	12.993	0	0	0	0	0	0	30.684	0	0	247	9.143	198	59.584
Otros impuestos netos sobre la producción (ONSP)	13	0	0	0	0	-1.165	-520	683	3.901	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4.630
Capital	14	0	0	0	0	17.269	47.104	16.372	160.659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	241.443
Hogares	15	0	0	0	0	0	0	0	0	33.950	305.939	0	126.295	18.555	44.707	690	80.369	0	7.815	618.321	0	
Sociedades	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105.509	28.193	66	15.315	0	13.982	220.005
Instituciones sin fines de lucro (ISFLSH)	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229	3.401	429	146	828	0	777
Sector Público (AAP, SFLS)	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59.584	4.530	9.410	127.844	23.129	105	609	0	4.528	229.736
Ahorro	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.790	74.410	355	49.736	0	49.659	156.861
Resto del mundo (R.M.)	20	6.097	154.802	24	22.305	0	0	0	0	5.972	0	847	8.002	20.680	148	5.658	0	0	0	0	0	235.144
<b>Economía</b>	<b>21</b>	<b>40.977</b>	<b>550.330</b>	<b>113.147</b>	<b>607.685</b>	<b>36.957</b>	<b>393.184</b>	<b>112.428</b>	<b>576.343</b>	<b>5.972</b>	<b>33.950</b>	<b>306.766</b>	<b>59.584</b>	<b>4.530</b>	<b>241.443</b>	<b>618.321</b>	<b>220.005</b>	<b>5.809</b>	<b>229.736</b>	<b>156.861</b>	<b>235.144</b>	

Notas:  
(a) En negrita y sombreado los resultados estimados de la matriz de origen, consumos intermedios, INSP y los de la demanda final (TOD), en negrita los datos estimados de la Matriz de Cierre del circuito sobre la renta, en letra normal los datos obtenidos de la CNE y en letras en claro y sombreado los saldos contables.  
(b) La estimación de la matriz de consumos intermedios, la demanda final por componentes, la matriz de cierre y el total correspondiente a la cuenta de factores han sido estimados por Cross Entropy method.

Fuente: INE. Marco Input-Output y Contabilidad Nacional de España (CNE). Elaboración propia.

La información necesaria para la estimación de la versión TSIO puede obtenerse directamente de la SAMESP00-TOD calculada. Por este procedimiento, toda la información relevante para estimar la formulación TSIO puede obtenerse directamente de la formulación estimada TOD. Para ello, hay que tener en cuenta que en la TSIO se condensa el origen y el destino en una sola tabla. Existen dos tipos de identidades entre la tabla simétrica y la combinada de origen y destino a precios básicos (p.b.):

- Las identidades en la demanda (filas de la TSIO y de la tabla combinada de origen-destino) en la cuenta de bienes y servicios. La TSIO y la TOD a precios básicos tienen en común los siguientes componentes: el total de demanda intermedia por ramas homogéneas-productos; el consumo privado; el consumo final de las ISFLSH; el consumo final público; la formación bruta de capital (FBC); las exportaciones y el total de empleos por ramas homogéneas-productos.

- Las identidades en la oferta por ramas de actividad homogéneas-productos (columnas de la TIO y columnas de la tabla de origen-destino) en la cuenta de bienes y servicios. La oferta por productos que muestra la tabla de origen-destino por columnas, es igual a la oferta por ramas de actividad homogéneas que muestra la TSIO simétrica por columnas: tanto interior como importada.

De lo anterior se deduce que agregando la información de la tabla combinada de origen-destino pueden obtenerse los siguientes componentes de la SAM a estimar (SAMES98-TSIO):

- La matriz de demanda final a precios básicos en los diferentes conceptos de: consumo privado; gasto final de las ISFLSH; gasto público; formación bruta de capital, y exportaciones;

- Los pagos de impuestos indirectos sobre los productos en la demanda final;

- El vector de demanda intermedia a precios básicos;

- El detalle por ramas homogéneas de las importaciones;

- Asimismo, se puede obtener la siguiente información: el total de consumos intermedios a precios básicos; el total de pagos a los factores productivos, en los diferentes conceptos (remuneraciones salariales; excedente bruto empresarial; e impuestos netos sobre la producción y las importaciones correspondiente al proceso de producción).

Es posible incorporar esta información en el problema de minimización como restricciones de entropía cruzada en la formulación del modelo de forma similar a lo expuesto en el apartado anterior (véanse fórmulas 1 y 2): donde  $R_{ij}$  es la matriz de estos agregados de dimensión  $n \times n$ , cuyos elementos ( $r_{ij}$ ) son ceros y unos en función de si la celda ( $i,j$ ) de la SAM está restringida por el agregado o no. Al multiplicar esta matriz de restricciones por las celdas de flujos de la SAM ( $t_{ij}$ ) tendremos el valor del agregado que queremos considerar como restricción.

Otra restricción muy relevante afecta a los ceros de la matriz SAM a estimar de 2000. En general, dado que no se tiene información se supone que los ceros de la

SAM de 1998 conocida «*a priori*» se mantienen en lo relativo al bloque input-output, aunque en la denominada matriz de cierre del flujo circular de la renta<sup>22</sup> hay que realizar un análisis previo para incorporar la información reciente conocida de la CNE. Esto es relevante dado que, por ejemplo, el sector público y el sector exterior pueden haber cambiado su posición respecto al ahorro. Por tanto, en nuestro caso, hemos considerado que los ceros de la SAM a estimar coinciden con los que ofrece la matriz de cierre construida que aparece en la versión SAMESP98-TOD y los ceros que se deducen de la tabla combinada de origen y destino del 2000 reconstruida de forma similar a la TSIO (a 30 ramas y productos). Se considera esta información en el problema de minimización como restricción inicial del proceso.

La formulación del modelo se realiza también en el programa *GAMS* (*General Algebraic Modeling System*). Para la resolución de nuestro problema de optimización no lineal sujeta a restricciones se acude al algoritmo de resolución incluido en el software con la versión para programación no lineal *MINOS5*. La formulación del problema en *GAMS* requiere un minucioso proceso de programación:

- En primer lugar, es necesario positivizar la matriz original de la SAM de 1998, dado que en nuestra formulación aparecen logaritmos, no puede haber celdas con números negativos. Ello requiere cambiar la celda  $(i,j)$  donde aparezca un número negativo por la  $(j,i)$  con signo ya positivo. Al final se tendrá que tener en cuenta estos cambios para deshacerlos<sup>23</sup>.

- En segundo lugar, se calculan los totales de filas (iguales a los de las columnas) de la matriz SAMESP00-TSIO a estimar, teniendo en cuenta la positivización mencionada.

- En tercer lugar, hay que realizar el proceso de fijación de ceros de la matriz a estimar de 2000: en este caso se ha supuesto que la estructura de ceros viene dada por la que se deduce de la tabla combinada de origen-destino agregada a 30 ramas y de la matriz de cierre de 2000 de la versión TOD.

- En cuarto lugar, con esta información el método de resolución aplicado procede a buscar una primera solución a partir de la SAM con formulación combinada origen destino positivizada y con el método RAS y la información de la matriz SAM «*a priori*» que proporciona la SAMESP98-TSIO positivizada.

- Seguidamente, con esta primera solución se procede a calcular los coeficientes técnicos de la estimación inicial de la SAMESP00-TSIO. Se detallan las restricciones de entropía cruzada a la formulación. Y finalmente se resuelve utilizando como información «*a priori*» la SAMESP98-TSIO.

---

<sup>22</sup> Esta denominación se debe a Cardenete y Sancho (2003 b).

<sup>23</sup> Debido a que en la cuenta de factores aparecen impuestos netos negativos y EBE negativo es necesario agregar los componentes de esta matriz, dado que en otro caso no se podría resolver adecuadamente el problema. Una vez estimado este componente agregado por cross entropy se desagrega mediante un RAS.

El resultado obtenido detalla la matriz de consumos intermedios por ramas de actividad no homogéneas y los totales del vector de factores productivos para cada una de estas ramas no homogéneas. Para calcular el detalle de la matriz de los factores productivos por componentes (remuneraciones salariales; impuestos netos sobre los productos; otros impuestos netos sobre la producción y excedente bruto de explotación), se procede del siguiente modo:

- Por *Cross Entropy* se ha obtenido el total por ramas homogéneas.
- Se conocen los totales de las ramas de actividad de estos componentes del MIO.
- Se conoce esta matriz «*a priori*» de 1998, obtenida de la SAMESP98-TSIO.
- Se procede a estimar la matriz de factores de la SAMESP00-TSIO aplicando *RAS*<sup>24</sup> a estos totales por ramas y los correspondientes a la suma de cada uno de los componentes y tomando como base «*a priori*» de partida la estructura de la de 1998.

Como se ha expuesto este método es alternativo al método «*apportionment*» de Pyatt (1988). El método expuesto tiene la ventaja de aprovechar toda la información disponible que proporciona la versión TOD, de forma similar al de Pyatt, pero además utilizar toda la información que proporciona el minucioso trabajo de los elaboradores de la tabla simétrica del año base, consolidando en una sola cuenta las de bienes y servicios y producción. La estimación final de la matriz SAMESP00-TSIO se muestra en los cuadros 2 y 3 que incorporan la estimación realizada por este procedimiento con un nivel de detalle de cuatro y 30 ramas de actividad homogéneas, respectivamente.

## 5. CONCLUSIONES

El desarrollo de este trabajo ha permitido profundizar en un tema, hasta la fecha novedoso en España, dadas las escasas referencias encontradas sobre el mismo, en relación con la estimación de Matrices de Contabilidad Social de la economía española. Normalmente la obtención de este tipo de matrices adolece de dos problemas que limitan su uso: no se dispone de estimaciones anuales de las mismas y, además, cuando se elaboran mantienen un retraso temporal de unos cuatro o cinco años en el mejor de los casos, concretamente, en España los últimos datos disponibles para su construcción son del año 1998. Por ello, consideramos de interés disponer de una metodología que permita construir esta herramienta, muy útil para el análisis económico aplicado, de forma anual y con un menor desfase en el tiempo de forma que sea consistente con toda la información macroeconómica disponible de las Cuentas Nacionales.

---

<sup>24</sup> Véase Bacharach (1970) ó Pulido y Fontela (1993).

<b>Cuadro 2. Matriz de Contabilidad Social. España. Año 2000.</b>																
<b>Versión 2, SAM-ESP-2000-TSIO.</b>																
Detalle a: 4 ramas de actividad homogéneas, cuatro sectores institucionales y el sector exterior.																
Unidad: Millones de euros.																
<b>SAM-TOD</b>																
Cuentas	Cuentas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Productos del sector primario	3.016	24.188	460	1.831	0	0	0	0	0	0	3.746	0	0	569	7.168	40.977
Productos de la industria	9.023	180.279	33.012	59.323	0	0	0	0	0	102.892	0	0	4.064	47.652	114.065	550.330
Inmuebles y otras construcciones	153	1.532	18.147	14.014	0	0	0	0	0	2.653	0	0	0	76.640	9	113.147
Servicios	3.160	56.580	16.907	125.539	0	0	0	0	0	242.992	0	4.298	102.910	22.858	30.441	607.685
Consumo en el exterior de residentes (CER)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.972	0	0	0	0	0	5.972
Consumo en el interior de no residentes (CIHR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trabajo	3.041	73.855	28.233	200.965	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	692	306.786
Impuestos netos sobre productos (INSP)	-151	-2.942	1.319	21.087	0	0	0	0	0	30.684	0	0	247	9.143	198	59.584
Otros impuestos netos sobre la producción (OINSP)	-494	-10	541	2.961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.631	4.530
Capital	17.134	50.046	14.504	159.758	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	241.443
Hogares	0	0	0	0	33.950	306.939	0	126.295	18.555	44.707	690	80.369	0	7.815	618.321	0
Sociedades	0	0	0	0	0	0	0	105.509	28.193	56.940	66	15.315	0	13.982	220.005	0
Instituciones sin fines de lucro (ISFLSH)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229	3.401	429	146	828	0	777
Sector Público (AA.PP.)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ahorro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Resto del mundo (R.M.)	6.097	164.802	24	22.305	5.972	0	847	0	0	8.602	20.690	148	5.658	0	0	235.144
<b>Economía</b>	<b>40.977</b>	<b>550.330</b>	<b>113.147</b>	<b>607.685</b>	<b>5.972</b>	<b>33.950</b>	<b>306.786</b>	<b>59.584</b>	<b>4.530</b>	<b>241.443</b>	<b>618.321</b>	<b>220.005</b>	<b>5.809</b>	<b>228.736</b>	<b>156.861</b>	<b>235.144</b>

Notas:

(a) En negrita y sombreado los resultados estimados de la matriz de origen, consumos intermedios, INSP y los de la demanda final (TOD); en negrita los datos estimados de la Matriz de Cierre del circuito sobre la renta, en letra normal los datos obtenidos de la CNE y en letras en claro y sombreado los saldos contables.

(b) La estimación de la matriz de consumos intermedios, la demanda final por componentes, la matriz de cierre y el total correspondiente a la cuenta de factores han sido estimados por Cross Entropy method.

Fuente: INE. Marco Input-Output y Contabilidad Nacional de España (CNE). Elaboración propia.



Cuentas	Economía Nacional													Capital	Sector exterior	Economía		
	Producción (Ramras de act					Ajuste de interior a nacional		Factores productivos				Sectores institucionales						
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38				39	40
1	56	14	89	7	0	0	0	0	0	0	0	2.802	0	0	0	568	6.935	36.483
2	12	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0	944	0	0	0	0	233	2.485
3	43	4	3	41	0	0	0	0	0	0	0	3.266	0	0	0	263	86	16.151
4	4	1	0	22	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	-56	578	4.499
5	63	128	183	117	0	0	0	0	0	0	0	9.765	0	0	0	-46	4.797	22.542
6	887	373	421	380	0	0	0	0	0	0	0	7.088	0	0	0	77	42	24.662
7	151	30	430	32	0	0	0	0	0	0	0	29.394	0	0	0	284	9.507	76.499
8	145	24	288	129	0	0	0	0	0	0	0	9.924	0	0	0	361	4.980	24.740
9	41	2	16	12	0	0	0	0	0	0	0	2.376	0	0	0	92	2.253	8.366
10	4	0	2	84	0	0	0	0	0	0	0	298	0	0	0	118	945	10.100
11	688	371	334	302	0	0	0	0	0	0	0	5.125	0	0	0	-88	3.146	28.054
12	191	104	2.834	279	0	0	0	0	0	0	0	5.927	0	0	3.947	117	10.978	48.942
13	14	9	44	107	0	0	0	0	0	0	0	603	0	0	0	94	4.299	17.931
14	15	10	127	32	0	0	0	0	0	0	0	337	0	0	0	306	3.706	22.204
15	86	33	19	132	0	0	0	0	0	0	0	768	0	0	0	3.972	9.761	58.307
16	742	48	0	157	0	0	0	0	0	0	0	2.061	0	0	0	11.631	9.228	35.955
17	133	203	1.354	170	0	0	0	0	0	0	0	3.666	0	0	0	92	15.391	11.646
18	803	20	9	24	0	0	0	0	0	0	0	15.482	0	0	0	26	11.234	35.322
19	167	139	45	106	0	0	0	0	0	0	0	6.803	0	0	0	3.902	2.811	16.402
20	617	455	410	533	0	0	0	0	0	0	0	2.653	0	0	0	76.640	9	113.147
21	233	142	336	309	0	0	0	0	0	0	0	57.088	0	0	2.323	2.709	8.384	103.073
22	282	370	483	260	0	0	0	0	0	0	0	68.411	0	0	0	0	0	74.878
23	1.670	626	580	810	0	0	0	0	0	0	0	21.121	0	0	0	520	334	11.058
24	109	18	131	165	0	0	0	0	0	0	0	8.296	0	0	0	0	1.679	44.703
25	3.034	1.022	2.195	2.105	0	0	0	0	0	0	0	45.032	0	0	0	930	19.009	8.705
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44.861	0	44.861
27	48	45	31	2	0	0	0	0	0	0	0	9.281	0	4	24.250	0	0	34.209
28	59	31	425	46	0	0	0	0	0	0	0	10.797	0	3.608	25.853	0	0	42.446
29	110	1	281	4.781	0	0	0	0	0	0	0	16.659	0	686	4.172	806	615	30.475
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.307	0	0	0	0	0	6.307
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.972	0	0	0	0	0	5.972
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33.950	33.950
33	25.175	26.257	22.596	10.758	6.307	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	692	306.786
34	3.203	1.410	2.720	275	0	0	0	0	0	0	0	30.684	0	0	247	9.143	198	59.584
35	13	26	40	171	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.631	4.530
36	6.062	2.393	5.983	6.022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	241.443
37	0	0	0	0	0	0	33.950	305.939	0	0	126.295	18.555	44.707	690	80.369	0	7.815	618.321
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105.509	28.193	56.940	66	15.315	0	13.982	220.005
39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	229	3.401	429	146	828	0	777	5.809
40	0	0	0	0	0	0	0	59.584	4.530	9.410	127.841	23.129	105	609	0	4.528	229.736	
41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.790	74.110	356	19.736	0	19.889	156.861
42	0	0	0	2.108	0	5.972	0	847	0	0	0	8.802	20.690	148	5.658	0	0	235.144
43	44.861	34.209	42.446	30.475	6.307	5.972	33.950	306.786	59.584	4.530	241.443	618.321	220.005	5.809	229.736	156.861	235.144	

En este artículo se ha realizado una aplicación para el año 2000 (SAM-ESP-2000) que se ha estimado con un nivel de detalle de 4 y 30 ramas de actividad y/o productos, cuatro sectores institucionales, y el sector exterior. Se estiman las dos formulaciones necesarias para el análisis económico aplicado: una versión que incluye una formulación combinada origen-destino y otra que incluye una formulación input-output simétrica.

La estimación se ha realizado utilizando el método de la mínima entropía (*Cross Entropy Method*), que ha permitido actualizar toda la información estadística contenida en la misma de forma coherente con la información disponible de la Contabilidad Nacional de España. Partiendo de este objetivo principal que nos propusimos, el trabajo realizado nos ha permitido, al mismo tiempo, contribuir con otros aspectos particulares. De este modo, se presenta la estimación de un sistema de matrices de contabilidad social para el año 2000, conforme a la estructura del SCN93 y SEC95, partien-

do de la estimación del Marco Input-Output de 1998 y con la información disponible de la Contabilidad Nacional de España. Para ello, se utiliza una estructura de presentación de gran sencillez y simplicidad que supone un avance de las presentaciones actuales del Marco Input-Output de España. Dicho sistema de matrices SAM para España ha requerido presentar dos versiones principales: la versión origen-destino (SAMEA-TOD) y la simétrica (SAMEA-TSIO), dada la diferente finalidad que satisface cada una de ellas. Finalmente, se establece un procedimiento de estimación de matrices de contabilidad social con formulación por ramas homogéneas que complementa al «apportionment» de Pyatt (1998), al utilizar no sólo la información de la tabla de origen y destino de dicho año para estimar la matriz sino también la estimada para el año base. En base a la construcción de la SAM-98, año base que sirve como fuente de información «a priori», se elabora un algoritmo de estimación basado en «Cross Entropy» que tiene en cuenta la propuesta desarrollada por Robinson et al (2001) y que avanza sobre el tradicional RAS.

Esta aplicación ha tenido una finalidad más ilustrativa que exhaustiva, intentando mostrar las potencialidades y capacidades que presenta este método y las posibilidades que ofrece para su actualización. Sin embargo, nos gustaría finalizar dedicando algunos párrafos de sugerencias que, sin duda, mejorarían notablemente las posibles aplicaciones que pueden realizarse con extensiones del sistema SAM estimado. Los aspectos más relevantes se refieren al análisis de la política fiscal conjuntamente con la distribución personal de la renta y el medio ambiente. Para ello nos parece muy interesante desarrollar en España la novedosa propuesta que supone el SESAME que ya se está aplicando en algunos países europeos. El módulo principal del marco SESAME, consiste en la extensión de una Matriz de Contabilidad Social (SAM) mediante la incorporación de Cuentas Ambientales en términos físicos. Asimismo, a este marco central se le añaden aspectos socioeconómicos (mercado laboral) y sociodemográficos, incluido las cuentas del tiempo. Estas extensiones permitirían tanto desarrollar las diferentes operaciones estadísticas que realiza el INE en un esquema integrador, así como disponer de un sistema completo que refleje fielmente el funcionamiento de la economía española, aportando información suficiente para la mejor comprensión de las interrelaciones existentes en las diversas vertientes que influyen en la misma: la actividad productiva y el empleo; la evolución social; la demografía; la distribución de la renta y el medio ambiente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BACHARACH, M. (1970). «Biporportional matrices and Input-Output Change». Cambridge University press. *University of Cambridge, Department of Applied Economics*.
- CAÑADA, A. (1997). «Introducción Práctica a la Contabilidad Nacional y el Marco Input-Output: Un Manual Asistido por Ordenador (Adaptado al SEC95)». INE.

- CARDENETE, M.A. y Sancho, F. (2003) (a). «El marco del SEC y las matrices de contabilidad social: España 1995». *Mimeo*.
- CARDENETE, M.A. y Sancho, F. (2003) (b). «Evaluación de multiplicadores contables en el marco de una matriz de contabilidad social regional». *Investigaciones regionales*, Nº 2, 121-140.
- CARRASCO, F. (1999). «Fundamentos del Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales (SEC 1995)». *Ediciones Pirámide, S.A.*
- CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS (1994). «Una Matriz de Contabilidad Social para España: 1990». *Madrid. Fundación Tomillo. Mimeo*.
- EUROSTAT (1995). «Sistema Europeo de Cuentas Nacionales y Regionales (SEC95)». *INE*.
- FERNÁNDEZ, M. Y POLO, C. (2001). «Una nueva matriz de Contabilidad Social para España: la SAM-90». *Estadística Española*, vol 43, nº 148, 281-311.
- GOLAN, A., Judge, G. y Robinson, S. (1994). «Recovering information from incomplete or partial information multisectoral economic data». *Review of Economics and Statistics*, 76, 541-549.
- HICKS, R. J. (1952). «The Social Framework: An Introduction to Economics». *Ed. Oxford University Press, Amen House. London*.
- INE. «Contabilidad Nacional de España, base 1995: Cuentas Nacionales y Marco Input-Output». *INE*. Base de datos tomada de Internet <http://www.ine.es>.
- INE. «Nota metodológica sobre la elaboración de la tabla input-output simétrica de la economía española de 1995». *INE*. Documento disponible en internet en la dirección: <http://www.ine.es>
- JAYNES, E.T. (1957). «Information Theory and Statistical Mechanisc». *The Physical Review, Vol 108, N° 2, pp 171-190*.
- KAPUR, J. N. y Kesavan, H. K. (1992). «Entropy Optimization Principles with Applications». *Academic Press. New York*.
- KEHOE, T. J., Manresa, A., Polo, C. y Sancho, F. (1988). «Una Matriz de Contabilidad Social de la Economía Española». *Estadística Española*, vol. 30, nº 117, 5-33.
- KULLBACK, S. and R.A. Leibler (1951) «On information and sufficiency». *Ann. Math. Stat*, 4, 99-111.
- MEADE, J. E. y Stone, R. (1944). «National Income and Expenditure». *London: Bowes and Bowes (reissued in 1966 as Stone and Stone 1966)*.
- MORILLA, C.R. y LLanes, G. (2003). «La Matriz de Contabilidad Social y el Sistema de Cuentas Nacionales de la economía española de 1995». *Mimeo*.
- MORILLA, C.R., LLanes, G. y Cardenete (2004). «Metodología para la estimación anual de matrices de Contabilidad Social: aplicación a la economía española para el año 1998». *Mimeo*.
- NACIONES UNIDAS (1970). «Un Sistema de Cuentas Nacionales (SCN68)». *Naciones Unidas. Nueva York*.
- NACIONES UNIDAS (1993). National Systems Accounting (SCN93). *United Nations Publication. New York*.
- POLO, C. Y SANCHO, F. (1989). «Updating the SAM of teh Spanish economy to 1987», *Manuscrito U.A.B.*
- PULIDO, A. Y FONTELA, E. (1993). «Análisis Input-output: Modelos, Datos y Aplicaciones». *Ediciones Pirámide, S.A. Madrid*.

- PYATT, G Y THORBECKE (1976). «Planning techniques for a better future». *ILO/WEP study. Internatiuonal Labor Office*. Ginebra.
- PYATT, G. (1988), «The method of Apportionment and its Application to Multiplier Models». Discussion paper of DERC, 83, University of Warwick.
- PYATT, G. Y ROE, A.R. (1977). «Social Accounting matrices for development planning». *Review of Income and Wealth*, 23, pp. 339-364.
- Robinson, S. y Roland-Holst, D.W.(1987). «MODELLING STRUCTURAL ADJUSTEMENT IN THE UNITED STATES Economy: Macroeconomics in a Social Accounting Framework». *Departement of Agricultural and Resource Economics*, University of California, Berkley.
- ROBINSON, S., CATTANEO, A. AND EL-SAID, M. (2001).»Updating and Estimating a Social Accounting Matrix Using Cross Entropy Methods». *Economic Systems Research*, Vol 13, N°1.
- SHANNON, C.E. (1948). «A mathematical theory of communication». *Bell System Technical Journal* 27, 379-423.
- STONE, R. (1962). «A Programme for Growth: A Social Accounting Matrix for 1960». *Ed. The Departament of Applied Economics. University of Cambridge y Chapman and Hall. London. Cat. No 4/0713*.
- THEIL, H (1967) «Economics and Information Theory». *Rand MacNally*.
- URIEL, E. (1989). «Elaboración alternativa de una Matriz de Contabilidad Social de la economía española». *Quaderns de treball, Q.T: 153, Facultat de Ciencies Economiques i Empresariales, Universitat de Valencia*.
- URIEL, E., BENEITO, P, FERRI, J. Y MOLTÓ, M<sup>a</sup> L. (1997). «Matriz de Contabilidad Social de España (MCS-1990)». *INE*.
- URIEL, E., FERRI, J. Y MOLTÓ, M<sup>a</sup> L. (2003 a). «La MCS-90 y la SAM-90. Evaluación de las diferencias». *Estadística Española*, 152, pp. 87-114.
- URIEL, E., FERRI, J. Y MOLTÓ, M<sup>a</sup> L. (2003 b). «Matriz de Contabilidad Social de 1995 para España (MCS-95)». Mimeo.

ANEXO ESTADÍSTICO

Cuadro 1-anexo. Matriz de Contabilidad Social, a precios básicos, del SCN93 de la ONU y SEC95 de la UE.												
SAM	Economía nacional						Sector exterior					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bienes y servicios (Productos)	Producción (Ramras de actividad)	Producción (Ramras de actividad)	Explotación (Categorías de insumos primarios)	Asignación de la renta primaria (Sectores institucionales)	distribución secundaria de la renta disponible (Sectores institucionales)	Utilización de la renta disponible (Sectores institucionales)	Capital (Sectores institucionales)	Formación Bruta de Capital Fijo (Ramras de actividad)	Financiera (Activos financieros)	Corriente (Áreas geográficas)	Capital (Áreas geográficas)	TOTALES
1	Consumos Intermedios				Consumo Final	Variación de existencias	Formación Bruta de Capital Fijo	Exportaciones				DEMANDA TOTAL a p.b. (por productos) PRODUCCIÓN a p.b. (por ramas)
2	Producción											TOTALES (por categorías)
3	VALORES ADICIONADOS/ PRODUCTO INTERIOR NETO											TOTALES (por sectores instituc.)
4	Impuestos menos subvenciones sobre los productos			Renta de Propiedad						Remuneración de los asalariados del RM		TOTALES (por sectores instituc.)
5				RENTA NACIONAL NETA	Transferencias Corrientes					R. propiedad e imp. netos sobre producción del RM		TOTALES (por sectores instituc.)
6	Ingresos (Sectores institucionales)				RENTA DISPONIBLE NETA	Ajuste variación participación neto hogares reservas fondos pensiones				Transferencias corrientes del RM		TOTALES (por sectores instituc.)
7	Capital (Sectores institucionales)											TOTALES (por sectores instituc.)
8	Consumo de capital fijo											TOTALES (por ramas de actividad)
9	Financiera (Activos financieros)											TOTALES (por activos financieros)
10	Importaciones											TOTALES (por áreas)
11	Capital (Áreas geográficas)											TOTALES (por áreas)
12	OFERTA TOTAL a p.b.											TOTALES (por áreas)
Sector exterior												
												TOTALES (por áreas)
												TOTALES (por áreas)

Notas:

(a) En letra normal y sombreado, figuran los datos monetarios que proceden del Marco Input-Output, en negrita los de la Matriz de Cierre del circuito sobre la renta y en oscuro y letra en claro los saldos contables.

(b) Uniendo la cuenta de producción y bienes y servicios en una sola cuenta se puede realizar una formulación input-output simétrica (la parte sombreada).

Fuente: Sistema de Cuentas Nacionales de 1993; Sistema Europeo de Cuentas de 1995 y Sistema Integrado de Cuentas Nacionales y Medioambientales de 2003. Elaboración propia.

**Cuadro 2-anexo. Estructura de la Matriz de Contabilidad Social de España. Año 2000.**  
**Versión: SAM-ESP-2000-TOD.**

SAM-TOD	Economía nacional										Sector exterior	TOTALES
	Bienes y servicios (Productos)	Producción (Ramas de actividad)	Explotación (Categorías de factores productivos)	GASTOS CORRIENTES SECTORES INSTITUCIONALES			ACUMULACIÓN INVERSIÓN	Sector exterior Corriente				
				Hogares	Sociedades	Instituciones sin fines de lucro (ISFLSH)			Sector Público (AA.PP.)			
1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Producción (Ramas de actividad)	Consumos Intermedios (incluye el producto final y agua distribuida)		Consumo Privado (incluye el producto final y agua distribuida)	Consumo Final	Consumo Final	Formación Bruta de Capital	Exportaciones	DEMANDA TOTAL				
3	Valores Añadidos e Inversión indirecta		Impuestos indirectos sobre el consumo		Impuestos indirectos sobre el consumo	Impuestos indirectos sobre la FBC	Remuneraciones de los asalariados e impuestos netos sobre producción pagados por el RM	REMUNERACIÓN TOTAL A LOS FACTORES				
4	Remuneraciones salariales y excedente bruto de explotación		Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes (C)	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes del RM	INGRESOS HOGARES				
5	Excedente bruto de explotación no distribuidos		Impuestos indirectos sobre el consumo				Rentas de la propiedad y transferencias corrientes del RM	TOTALES				
6	Excedente bruto de explotación		Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes del RM	INGRESOS ISFLSH				
6	Impuestos netos sobre la producción recaudados y consumo de capital fijo		Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes del RM	RECAUDACIÓN CORRIENTE NETA DE SUBVENCIONES DEL SECTOR PÚBLICO				
7			AHORRO DE LOS HOGARES	AHORRO DE LAS SOCIEDADES	AHORRO DE LAS ISFLSH	AHORRO DEL SECTOR PÚBLICO	SALDO EXTERIOR POR CUENTA CORRIENTE	AHORRO TOTAL				
8	Importaciones		Rentas de la propiedad y transferencias corrientes al RM	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes al RM	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes al RM	Rentas de la propiedad y transferencias corrientes al RM		PAGOS AL RESTO DEL MUNDO				
9	OFERTA TOTAL		EMPLEOS TOTALES A LOS FACTORES	EMPLEOS TOTALES DE LAS SOCIEDADES	EMPLEOS TOTALES DE LAS ISFLSH	EMPLEOS TOTALES DEL SECTOR PÚBLICO	INGRESOS DEL RESTO DEL MUNDO					

Notas:

(a) En letra normal y sombreado, figuran los datos monetarios que proceden del Marco Input-Output, en negrita los de la Matriz de Cierre del circuito sobre la renta y en oscuro y letras en claro los saldos contables.

(b) Uniendo la cuenta de producción y bienes y servicios en una sola cuenta se puede realizar una formulación input-output simétrica (la parte sombreada).

(c) Se incluye los ajustes por la variación en la participación neta de hogares en las reservas de los fondos de pensiones.

Elaboración propia.