

---

This is the **published version** of the journal article:

Souto Nieves, Guadalupe. «Los precios sombra en España a partir del análisis input-output». Hacienda pública española, Vol. 159 (2001), p. 251-278. 28 pàg.

---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/303066>

under the terms of the  license

**LOS PRECIOS SOMBRA EN ESPAÑA  
A PARTIR DEL ANÁLISIS INPUT-OUTPUT**

Guadalupe SOUTO NIEVES  
Departament d'Economia Aplicada  
Universitat Autònoma de Barcelona  
Campus de Bellaterra, Edificio B  
08193- Barcelona  
Tfno: 93.581.34.15 / 93.581.16.80  
Fax: 93.581.22.92  
E-mail: [guadalupe.souto@uab.es](mailto:guadalupe.souto@uab.es)

Este trabajo ha sido financiado por el Instituto de Estudios Fiscales (IEF). Agradezco la ayuda recibida de todo el personal del IEF, en especial de Javier Salinas, José Félix Sanz, Jorge Onrubia, César Pérez, Juan Prieto y Magdalena Rodríguez. También deseo expresar mi agradecimiento a Joan Pasqual, del Departamento de Economía Aplicada de la UAB y a Elio Londero, del Banco Interamericano de Desarrollo. Cualquier error u omisión que pudiera contener el texto es únicamente de mi responsabilidad.

## **RESUMEN**

En este trabajo se presenta la descripción de una metodología basada en el análisis input-output, que permite la estimación simultánea de los precios sombra para el conjunto de bienes y recursos de una economía, así como su aplicación para España. Los resultados muestran que, en general, los precios sombra son distintos de los de mercado, y por lo tanto éstos últimos no son adecuados para su utilización directa en el análisis social. Se presenta además una propuesta de ampliación del modelo inicial que permite incorporar las externalidades en la producción.

## **ABSTRACT**

This paper presents the description of a methodology based on input-output analysis which permits the estimation of the shadow prices for goods and resources in an economy. Application for Spain is presented as well. The results show that in general shadow prices are different from market prices, and this implies the direct use of the later in social analysis is not valid. Finally, a theoretical proposal to include external effects of production in the initial model is presented.

## 1. Introducción

La valoración económica constituye una de las etapas más importantes, y a la vez más difíciles, en el proceso de evaluación pública de proyectos. Habitualmente, los precios de mercado no son un indicador válido del valor social de los bienes o recursos, y en su lugar deberían emplearse los precios sombra. Sin embargo, la estimación de precios sombra es poco habitual debido a las dificultades que conlleva.

Desde la década de los setenta, diversos investigadores<sup>1</sup> han desarrollado una metodología para el cálculo del conjunto de precios sombra de una economía utilizando técnicas input-output, el método *semi-input-output (SIO)*<sup>2</sup>. Este tipo de análisis presenta una clara ventaja sobre las estimaciones aisladas que puedan realizarse para el precio sombra de algún tipo de bien o recurso, que es su consistencia. Con el análisis input-output, el ajuste de los precios de mercado se realiza teniendo en cuenta las relaciones entre los distintos sectores productivos. Hasta el momento, las aplicaciones empíricas del método *SIO* se han limitado casi exclusivamente al caso de economías en vías de desarrollo. En la mayoría de los casos, los estudios han sido financiados por organizaciones internacionales en materia de desarrollo económico, y muy especialmente por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), preocupadas por la rentabilidad de sus proyectos de inversión<sup>3</sup>.

En esta investigación se presenta la aplicación del modelo *SIO* a la economía española, lo que supone poner a prueba su validez en un nuevo contexto, el de los países económicamente avanzados. A lo largo del trabajo se pondrán de manifiesto las dificultades que condicionan de forma más acusada su aplicación, proponiendo en su caso posibles vías de solución. En la Sección 2 se exponen los fundamentos teóricos del modelo. En la Sección 3 se presenta la aplicación al caso español, utilizando como fuente principal de información el *Marco Input-Output* con referencia al año 1995 (*MIO95*). Los resultados mostrarán, en la mayoría de los casos, diferencias entre los precios de mercado y los precios sombra, alertando así de los posibles errores en la toma de decisiones si se utilizan directamente los primeros en el análisis social. En la Sección 4 se presenta una propuesta de ampliación del método *SIO*, que permita considerar los efectos externos en la producción. Por último, en la Sección 5 se recogen las principales conclusiones del trabajo.

## 2. El modelo teórico

El precio sombra de un bien se define como el precio que dicho bien alcanzaría en un mercado perfectamente competitivo, y ausencia de cualquier tipo de distorsión. Así pues, para cualquier bien producido su precio sombra (*PS*) será igual a su coste marginal de producción (*CM*):

$$PS = CM \quad [1]$$

La estimación de precios sombra puede realizarse de manera aislada para cada bien o recurso, estudiando por separado las características de su mercado y de su proceso productivo. O bien puede hacerse en un contexto en el que se tenga en cuenta que las producciones y utilizaciones de los distintos bienes producidos en una economía están relacionadas entre sí. Para ello es necesaria una gran cantidad de información ya que deben conocerse las relaciones productivas entre los distintos sectores. Este tipo de información es la que proporciona una tabla input-output convencional. La lógica del modelo *SIO* reside en el supuesto de que el valor económico de un bien producido puede encontrarse agregando el coste de todos los inputs, intermedios y primarios, que se han utilizado para su obtención. A su vez, el coste de los inputs intermedios, puesto que son el resultado de un proceso de producción previo, también se podrá descomponer en coste de inputs intermedios y primarios. La descomposición puede hacerse tantas veces como sea necesario hasta que, finalmente, el coste de producción de un bien quede expresado únicamente en función de los inputs primarios utilizados, tanto directa como indirectamente. Gracias al álgebra matricial, el proceso de descomposición es relativamente sencillo y se realiza de forma simultánea para todos los bienes. Puesto que el coste de producir un bien, en última instancia, dependerá únicamente del coste de los inputs primarios que han sido utilizados directa e indirectamente, si se conoce el precio sombra para éstos últimos también podría obtenerse el correspondiente a los bienes. En principio los precios sombra para los inputs primarios resultarían, pues, exógenos al método *SIO*.

El planteamiento del método, aunque simple, no es inmediatamente trasladable a la práctica por diversos motivos. En primer lugar, la información disponible en una tabla input-output convencional recoge las relaciones productivas entre sectores, y es imposible pensar en un grado de desagregación lo suficientemente elevado como para evitar que dentro de un mismo sector se produzcan bienes de naturaleza muy heterogénea, y por lo tanto con costes de producción distintos. Por ello, cuando se trabaja con tablas input-output de economías reales, carece de sentido hablar de un precio sombra por sector. Este problema puede solucionarse si el análisis se centra en obtener la relación entre el precio sombra y el precio de mercado para los productos de un mismo sector, suponiendo que dicha relación es constante para todos ellos. Así,

para cada sector  $j$  ( $S_j$ ) se obtendrá un factor de conversión ( $FC$ ), definido como el cociente entre el precio sombra ( $PS$ ) de cualquiera de los bienes que produce ( $B_i$ ) y su correspondiente precio de mercado ( $PM$ ):

$$FC(S_j) = \frac{PS(B_i)}{PM(B_i)} \quad \forall B_i \text{ producido por el } S_j \quad [2]$$

El cociente se denomina factor de conversión porque permite convertir directamente el precio de mercado de cualquier bien de ese sector en su correspondiente precio sombra. Si el  $FC$  de un sector es uno, el precio sombra de cualquiera de sus productos coincidiría con su precio de mercado. En otro caso, ambas magnitudes serían distintas y se pondría de manifiesto la necesidad de calcular y utilizar los precios sombra en el análisis social. Existe una segunda dificultad a considerar antes de proceder a la aplicación empírica del modelo *SIO*, que de nuevo tiene que ver con la información disponible en la práctica. Si bien el precio sombra se define en términos marginales (expresión [1]), lo cierto es que de las tablas input-output únicamente pueden derivarse medias. Efectivamente, la información sobre los costes productivos en cada sector se refiere al total de la actividad del sector y a un período de tiempo concreto. Disponer de información en términos marginales es difícil en la práctica, especialmente con el nivel de desagregación con el que se trabaja habitualmente, lo que obliga a utilizar los costes medios de producción en cada sector como indicador aproximado de los costes marginales.

## 2.1 Proceso de cálculo de los factores de conversión sectoriales

Para calcular los factores de conversión de los sectores en los que se haya descompuesto la actividad económica, se utilizan dos de las tres matrices que componen una tabla input-output convencional, la matriz de demanda intermedia, que informa sobre las relaciones entre los distintos sectores productivos, y la matriz de inputs primarios, que recoge la cantidad de cada uno de estos inputs utilizada directamente por cada sector. A partir de ellas pueden obtenerse las correspondientes matrices de coeficientes técnicos,  $A$  y  $F$ , cuyos elementos informan sobre la utilización de inputs intermedios y primarios de cada sector por unidad monetaria de producción. Suponiendo  $N$  sectores y  $H$  inputs primarios, puede plantearse el siguiente sistema de ecuaciones,

$$\begin{aligned} FC(S_1) &= FC(S_1)a_{11} + \dots + FC(S_N)a_{N1} + FC(P_1)f_{11} + \dots + FC(P_H)f_{H1} \\ FC(S_2) &= FC(S_1)a_{12} + \dots + FC(S_N)a_{N2} + FC(P_1)f_{12} + \dots + FC(P_H)f_{H2} \\ &\vdots \\ FC(S_N) &= FC(S_1)a_{1N} + \dots + FC(S_N)a_{NN} + FC(P_1)f_{1N} + \dots + FC(P_H)f_{HN} \end{aligned} \quad [3]$$

Donde  $FC(S_j)$  es el factor de conversión correspondiente al sector  $j$  ( $j = 1, \dots, N$ );  $FC(P_i)$  es el factor de conversión para el input primario  $i$  ( $i = 1, \dots, H$ );  $a_{ij}$  y  $f_{ij}$  son los elementos de las matrices de coeficientes técnicos  $A$  y  $F$ . El sistema anterior puede expresarse en forma matricial,

$$FC(S) = FC(S)A + FC(P)F \quad [3']$$

Donde  $FC(S)$  es un vector de orden  $(1 \times N)$ ,  $FC(P)$  es otro vector de orden  $(1 \times H)$  y  $A$  y  $F$  son las matrices de coeficientes técnicos definidas anteriormente. Despejando el vector  $FC(S)$  se obtiene,

$$FC(S) = FC(P) F (I - A)^{-1} \quad [4]$$

Es decir, los  $FC$  para los sectores pueden obtenerse a partir de la información contenida en una tabla input-output convencional (matrices  $A$  y  $F$ ) si se dispone adicionalmente de estimaciones para los  $FC$  correspondientes a los inputs primarios. Nótese por otra parte que en la expresión [4] se han logrado descomponer los costes de producción en cada sector en función únicamente de los recursos primarios. La matriz  $F (I - A)^{-1}$  de orden  $(H \times N)$  ofrece el resultado de dicha descomposición, y debe cumplirse que la suma por columnas de sus elementos siga siendo uno.

## 2.2 Los factores de conversión para los inputs primarios

Según lo establecido en el apartado anterior, los  $FC$  para los inputs primarios resultan inicialmente exógenos al modelo *SIO*. Sin embargo, en algunos casos, el  $FC$  de un factor primario puede hacerse depender de correspondientes a algunos o todos los sectores productivos, de manera que el sistema [4] tendrá que resolverse de forma iterativa. Los inputs primarios suelen aparecer desglosados en cuatro tipos principales: el trabajo, el capital, los impuestos (subvenciones) y las importaciones. Los dos primeros son los recursos de la producción propiamente dichos, mientras que los dos últimos, aunque en sentido estricto no representan inputs primarios, se engloban en esta categoría porque forman parte del valor de la producción de cada sector y no resultan de ningún proceso productivo. Los impuestos (subvenciones) no representan ningún cambio real de recursos en la economía al tratarse de meras transferencias internas entre el sector público y el privado, por lo que únicamente cabe imputarles un  $FC$  nulo. Las importaciones que realiza cada sector se suman al valor de su producción interior para obtener así el total de recursos utilizados. El precio sombra de los bienes importados será el precio que efectivamente se paga por ellos, reflejando así que el coste para la sociedad de disponer de dicho bien es la cantidad que se paga al exportador. Por lo tanto, el  $FC$  para las importaciones será la unidad.

El tratamiento correcto del factor trabajo en el método *SIO* resulta mucho más complicado. De hecho, el debate en torno a la definición y estimación del precio sombra del

trabajo ha ocupado buena parte de la literatura sobre evaluación de proyectos en las últimas décadas. El salario sombra de un trabajador puede definirse como el coste social de contratarlo, y en un contexto ideal, con un mercado de trabajo perfecto, coincidiría con el coste privado, el salario de mercado. En cualquier otro caso podría ocurrir que fuese superior, inferior o incluso igual, dependiendo del signo y de la magnitud de los diferentes efectos provocados. El salario sombra puede calcularse computando los beneficios y costes que la contratación de un trabajador provoca para el propio individuo y para el resto de la sociedad. Ello alerta sobre la no existencia de un único salario sombra para toda la economía, pues éste dependerá de numerosas características de la situación económica en general y del individuo en particular, como puede ser su procedencia, el grado de cobertura del desempleo en el país, las diferencias salariales entre sectores o la posible existencia de inmigración, entre otros muchos. Sin embargo, el análisis por individuo o por tipo de proyecto no es posible en un contexto input-output, en el que se dispone de datos agregados para toda la economía y se pretenden encontrar los factores de conversión correspondientes al conjunto de bienes y servicios que en ella se producen. La mayoría de los trabajos existentes coinciden en clasificar la mano de obra teniendo en cuenta únicamente su grado de cualificación, calculando un salario sombra para los trabajadores cualificados y no cualificados por separado. En el caso de la mano de obra cualificada, suele admitirse que su salario de mercado es una aproximación razonable del precio sombra, y por lo tanto, su  $FC$  sería uno. Sin embargo, es habitual ajustar este resultado teniendo en cuenta los  $FC$  de los distintos sectores según el grado en que utilicen este tipo de mano de obra. Denotando por  $RLC_j$  los pagos al trabajo cualificado en el sector  $j$  y por  $RLC$  los pagos totales en todos los sectores, el factor de conversión para el empleo cualificado ( $LC$ ) sería,

$$FC(LC) = \sum_{j=1}^N \frac{RLC_j}{RLC} FC(S_j) \quad \forall j = 1, 2, \dots, N \quad [5]$$

Para el trabajo no cualificado, en la mayoría de aplicaciones del método *SIO* se opta por estimar su salario sombra directamente, a partir de la producción por trabajador en el sector que se considere suministrador principal de este tipo de mano de obra, típicamente la agricultura en los países en desarrollo. De esta manera el salario sombra se iguala al coste de oportunidad del trabajador, procedimiento incompleto en la medida en que ignora otras posibles procedencias de la mano de obra como el desempleo o la inmigración, pero que aceptan como una aproximación a la media. El resultado debe ajustarse teniendo en cuenta el  $FC$  del sector agrícola. Si  $m_{AG}$  es la producción por trabajador agrícola,  $FC(AG)$  el factor de conversión para el sector y  $PM(L_{AG})$  es el salario de mercado de un agricultor, el factor de conversión para la mano de obra no cualificada ( $LU$ ) resultaría,



$$FC(LU) = \frac{m_{AG} FC(AG)}{PM(L_{AG})} \quad [6]$$

Cuando el cálculo se plantea para el caso de un país económicamente avanzado, difícilmente podrá suponerse que el sector agrícola es el principal suministrador de mano de obra no cualificada. Esto ocurre por ejemplo en el caso de la economía española, cuyos resultados se presentan en la Sección siguiente, lo que obligará a acudir a algún procedimiento de estimación alternativo.

En lo que respecta al capital también existen dificultades para estimar su  $FC$  de forma exógena. La utilización que cada sector productivo realiza de este factor queda recogida de manera global en los beneficios brutos que se le imputan. Sin embargo, es necesario diferenciar al menos entre dos componentes del beneficio bruto. En primer lugar, el valor de los recursos de capital utilizados en el proceso productivo y que ya sea por desgaste, deterioro o destrucción, no podrán ser reutilizados, lo que implica la existencia de un coste de oportunidad, conocido como *precio sombra del capital*. Este coste de oportunidad se define como el rendimiento unitario del capital en la mejor utilización alternativa, pero no existe un acuerdo unánime acerca de cómo debe estimarse. Para ello son imprescindibles al menos dos elementos cuyo valor tampoco está claro, como son la tasa de rendimiento de la inversión alternativa, y la tasa social de descuento. Pero, además, los autores discuten sobre la conveniencia de considerar otros elementos como la duración de la inversión, la tasa de reinversión o la depreciación, entre otros. Por ello existen diferentes propuestas<sup>4</sup> para el cálculo del precio sombra del capital que pueden conducir a resultados muy distintos.

La diferencia entre el beneficio bruto y el consumo de capital para cada sector, el beneficio neto, no constituye sino una mera transferencia a los propietarios del factor. Salvo que se introduzca algún tipo de ponderaciones distributivas, el beneficio neto no cambia los recursos reales de la economía, y por lo tanto su precio sombra y su  $FC$  son nulos. Sin embargo, no siempre es posible diferenciar entre los dos componentes del beneficio bruto, principalmente por falta de información adecuada. La alternativa, basada en Powers (1981) y Weiss (1988), es utilizar el denominado factor de conversión general ( $FCG$ ) para el beneficio bruto total, definido como una media de los  $FC$  para todos los sectores productivos, siendo la ponderación la importancia relativa de la demanda final interior de cada sector  $j$  ( $DFI_j$ ) en la demanda final interior total ( $DFI$ ),

$$FCG = \sum_{j=1}^N \frac{DFI_j}{DFI} FC(S_j) \quad [7]$$

### 2.3 Valoración de las transacciones

La forma en la que se encuentren valoradas las transacciones en la matriz input-output determina la utilidad de los  $FC$  que se obtengan para cada sector. Existen tres sistemas distintos de valoración. En primer lugar a precios de mercado básicos ( $PM_b$ ) incluyendo los costes estrictamente productivos, como las materias primas y los recursos, así como algún tipo de impuestos imprescindibles para el desarrollo de la actividad productiva. A precios de salida de fábrica ( $PM_{sf}$ ) se añaden los impuestos indirectos netos ligados a la producción. Por último, las transacciones valoradas a precios de usuario ( $PM_u$ ) recogen además de los costes productivos y los impuestos, los correspondientes márgenes de distribución de los productos, típicamente transporte y comercialización, necesarios para ponerlos a disposición del usuario final.

Los  $FC$  también se podrán obtener pues a precios básicos ( $FC_b$ ), a precios de salida de fábrica ( $FC_{sf}$ ) o a precios de usuario ( $FC_u$ ), dependiendo del sistema al que esté valorada la información utilizada. Los  $FC_u$  son los más útiles porque permiten corregir directamente los precios de mercado al usuario, los más fácilmente observables. Si la matriz está valorada a otro nivel de precios distinto y se dispone de la información necesaria, es posible convertir los  $FC_b$  o  $FC_{sf}$  en  $FC_u$ . Los precios de mercado al usuario se definían como la suma de los precios de mercado básicos ( $PM_b$ ), los impuestos indirectos netos ( $TN$ ) y los márgenes de transporte ( $MT$ ) y comercialización ( $MC$ ),

$$PM_u = PM_b + TN + MT + MC \quad [8]$$

Multipliando cada uno de sus componentes de por  $\frac{PM_u}{PM_u}$ , [8] se puede reescribir como,

$$PM_u = \alpha PM_u + \beta PM_u + \delta PM_u + \lambda PM_u \quad [9]$$

Donde  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  y  $\lambda$  son las proporciones que los costes estrictamente productivos, los impuestos indirectos netos y los márgenes de transporte y comercialización representan, respectivamente, en el total de los precios de mercado al usuario, y cuya suma debe ser igual a la unidad. Si en lugar del precio de mercado al usuario lo que se busca es el precio sombra correspondiente se tendrá,

$$PM_u FC_u = \alpha PM_u FC_b + \beta PM_u FC(TN) + \delta PM_u FC(MT) + \lambda PM_u FC(MC) \quad [10]$$

Dividiendo en ambos lados por  $PM_u$  y teniendo en cuenta que el  $FC$  para los impuestos es nulo, resulta finalmente,

$$FC_u = \alpha FC_b + \delta FC(MT) + \lambda FC(MC) \quad [11]$$

Es decir, a partir de los  $FC_b$  se pueden obtener los  $FC_u$  si se conocen  $\alpha$ ,  $\delta$  y  $\lambda$  así como los  $FC$  para los sectores que proporcionan los servicios de transporte y comercialización.

## 2.4 Factores de conversión para sectores comercializados exteriormente en el margen

En el caso de ciertos sectores económicos, es posible que la estimación de sus  $FC$  pueda realizarse al margen del modelo  $SIO$ . Se trata concretamente de aquellas actividades económicas que producen bienes y servicios que pueden considerarse importados o exportados en el margen, es decir, cuando los cambios en la demanda interna de dichos bienes modifican directamente las cifras de comercio exterior y no la producción interna. Así por ejemplo, un bien puede considerarse importado en el margen si un incremento en la demanda interna deriva en un incremento de las importaciones por la misma cuantía. En este caso, el coste de disponer de una unidad adicional de bien es el precio pagado al extranjero, y por lo tanto su factor de conversión puede calcularse a partir del precio de la importación en frontera ( $cif$ ).

Por otro lado, un bien se considera exportado en el margen si los cambios en la demanda interna se reflejan directamente en las exportaciones. En este caso, su factor de conversión podría obtenerse a partir de su precio en el punto de embarque ( $fob$ ), es decir, de la cantidad que se ingresa o deja de ingresarse por la ventas al extranjero.

**Cuadro 1. Factores de conversión para los sectores comercializados exteriormente en el margen**

	Factor de conversión a precios básicos	Factor de conversión a precios salida de fábrica	Factor de conversión a precios de usuario
<b>Sector importado</b>	$\frac{1}{1 + d_M}$	$\frac{1}{m_{cif} + d_M + tn_M}$	$\frac{1 + md_M \cdot FC(MD)}{1 + d_M + tn_M + md_M}$
<b>Sector exportado</b>	$1 + tn_X + d_X + md_X [(1 - FC(MD))]$	$\frac{1 + tn_X + d_X + md_X [(1 - FC(MD))]}{1 + tn_X}$	$\frac{(X_{fob} / X_b) + (md_{XI} - md_X) \cdot FC(MD)}{1 + tn_X + md_{XI}}$

Notas:  $d_M$ ,  $tn_M$  y  $md_M$  son las proporciones que los derechos de importación, los impuestos indirectos netos a los productos importados y sus márgenes de distribución internos significan, respectivamente sobre el valor  $cif$  de las importaciones ( $M_{cif}$ );  $d_X$ ,  $tn_X$  y  $md_X$  son las proporciones que los derechos de exportación, los impuestos indirectos sobre los productos dedicados a exportación y los márgenes de distribución desde el punto de fabricación hasta el punto de embarque significan, respectivamente, sobre el valor total de las exportaciones a precios básicos ( $X_b$ );  $md_{XI}$  es el cociente entre los costes de distribución interna de una mercancía que inicialmente iba destinada a la exportación y el valor a precios básicos de las exportaciones; por último,  $FC(MD)$  es el factor de conversión correspondiente a los sectores que proveen los servicios de distribución (básicamente transporte y comercio).

La clasificación de los sectores de una tabla input-output según su grado de comercialización con el exterior en el margen no es fácil, porque dentro de cada sector se producen bienes muy heterogéneos que no necesariamente se importan o exportan en la misma cuantía. Pero además se requiere un conocimiento minucioso de los efectos que los cambios en la demanda interna provocan en el comercio exterior, y la única información disponible son los flujos de importaciones y exportaciones, que en ningún caso reflejan las causas de su magnitud o de sus posibles variaciones. El  $FC$  para un sector comercializado exteriormente en el margen

se calcula a partir de su precio *cif* para las importaciones y *fob* para las exportaciones, y en ambos casos deberá considerarse el sistema de valoración con el que se trabaja. En el Cuadro 1 se presentan las fórmulas para cada caso (en el Apéndice se presenta con mayor detalle).

La existencia de sectores económicos comercializados en el margen modifica ligeramente el sistema de ecuaciones planteado en [4], puesto que sus *FC* serán ahora variables exógenas<sup>5</sup>. Por ello, será necesario reordenar las matrices de coeficientes técnicos *A* y *F*, teniendo en cuenta que de los *N* sectores en los que se había dividido la actividad productiva, *C* se consideran comercializados en el margen y *R* como no comercializados,

$$FC(SR) = FC(SC)A_{cr} + FC(SR)A_{rr} + FC(P)F_r \quad [12]$$

Donde *FC(SR)* es el vector de factores de conversión correspondiente a los sectores no comercializados, de orden (1 x *R*) que constituye la incógnita del problema. *FC(P)* y *FC(SC)* son los vectores de factores de conversión correspondientes a los inputs primarios y a los sectores comercializados respectivamente, que inicialmente son exógenos.  $\underline{A}_{cr}$  y  $\underline{A}_{rr}$  son submatrices de la matriz *A* inicial de coeficientes técnicos, que recogen únicamente los coeficientes técnicos de utilización de inputs por parte de los sectores que no son comercializados exteriormente en el margen<sup>6</sup>. Por último *F<sub>r</sub>* es una submatriz de la matriz *F* inicial, formada por los coeficientes de utilización de inputs primarios por los sectores no comercializados. De la expresión [12] puede despejarse la incógnita principal resultando,

$$FC(SR) = FC(SC) A_{cr} (I - A_{rr})^{-1} + FC(P) F_r (I - A_{rr})^{-1} \quad [13]$$

### 3. Aplicación a España

La fuente de información principal para la aplicación del método *SIO* a la economía española ha sido el *Marco Input-Output* para 1995 (*MIO95*), elaborado bajo las directrices del nuevo Sistema Europeo de Cuentas SEC-95. El *MIO95* supone un cambio importante con el antiguo sistema de elaboración de Tablas Input-Output anuales, porque en general ofrece más información y con mayor grado de desagregación, ordenada en tres tablas distintas. En Tabla de Origen aparece información detallada sobre la oferta, y en la Tabla de Destino sobre la demanda, diferenciando 110 productos y 73 ramas de actividad. Finalmente, la Tabla Simétrica (en adelante TSIO95) resume la mayor parte de la información contenida en las dos tablas anteriores, y la presenta para 70 ramas de actividad homogénea.

Siguiendo la normativa SEC-95, el sistema de valoración adoptado en la TSIO95 es el de precios básicos, aunque en la Tabla de Origen se proporciona el valor de las partidas necesarias para obtener el valor total de la producción de cada sector a precios de adquisición (los impuestos netos y los márgenes de transporte y comercialización). Por lo tanto, inicialmente

se obtendrán los factores de conversión a precios básicos para, posteriormente y utilizando la relación establecida en [11], convertirlos a precios de usuario. En ciertos casos, es necesario ajustar la información proporcionada por el *MIO95* para su utilización en el cálculo de factores de conversión. Es el caso de las rentas del trabajo y del capital. En la Contabilidad Nacional de España en general, y en la *TSIO95* en particular, el valor añadido de cada sector aparece desglosado en dos únicas partidas denominadas *Remuneración de Asalariados (RA)* y *Excedente Bruto de Explotación (EBE)*. La primera de ellas recoge el importe de los pagos que cada sector efectúa directamente al trabajo asalariado. Sin embargo, existen otras formas de relación laboral distintas a las de asalariado, cuya remuneración, denominada *Rentas Mixtas (RM)*, queda íntegramente incorporada en el *EBE*. El SEC-95 reconoce la necesidad de diferenciar las *RM* del *EBE*, pero, en el caso de España, las dos cifras siguen facilitándose conjuntamente. El problema de desajuste será desigual según el sector de que se trate. Así por ejemplo, es especialmente grave en actividades como la agricultura, donde apenas un 32% de los trabajadores eran asalariados en 1995, mientras que será inexistente para otras actividades como las del sector público, donde el trabajo asalariado es la única forma de contratación. Para resolver el problema deben estimarse las rentas del trabajo no asalariado detrayendo su importe del *EBE* y sumándolo a la *RA*. La información disponible no es suficiente para poder realizarlo de forma exacta. La *TSIO95* ofrece el número de trabajadores de cada sector, tanto asalariados como no asalariados, en total y en equivalentes a tiempo completo. Pero no existen datos sobre las rentas obtenidas por los no asalariados, ni para su diferenciación entre rentas del trabajo y del capital. La solución adoptada ha consistido en imputar a los trabajadores no asalariados unas rentas del trabajo equivalentes al salario medio en el sector al que pertenecen, y dicho salario medio se obtiene directamente del *MIO95*.

Por otra parte, el *MIO95* no proporciona ningún tipo de información sobre el grado de cualificación de la mano de obra utilizada en cada sector. Se puede acudir a fuentes de información alternativas como la *Encuesta de Población Activa (EPA)* en la que se facilita la composición del empleo en cada rama de actividad según distintas ocupaciones<sup>7</sup>. De la *EPA* puede obtenerse la cifra absoluta y en porcentaje de trabajo cualificado para 17 ramas de actividad, lo que supone un nivel de desagregación muy inferior al contemplado en la *TSIO95* (70 sectores), y obliga a realizar el supuesto de que todos los sectores de la *TSIO95* que integran una rama de la *EPA* tienen el mismo porcentaje de trabajadores cualificados. Más complicado resulta, todavía, poder diferenciar entre las rentas percibidas por cada uno de los dos tipos de mano de obra. Para ello se necesita algún indicador del salario medio en los distintos sectores según el grado de cualificación. La única fuente de información al respecto la constituye la

*Encuesta de Estructura Salarial (EES)* con referencia a 1995. Pero de nuevo los datos que ofrece son muy deficitarios, ya que únicamente se refieren a la industria y los servicios. Para el caso de la agricultura se puede acudir a los datos de salario medio diario proporcionados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Para la pesca, ante la ausencia absoluta de información se opta por un tratamiento similar al que corresponde a uno de los sectores de la industria, concretamente a la TSIO-14 (otros productos alimenticios). Otro tanto se hará con las actividades públicas, imputándoles una estructura de las rentas del trabajo igual a la de aquellas actividades que tengan un reparto similar de la fuerza de trabajo según el grado de cualificación. Por otra parte, debe señalarse también que la *EES* únicamente contempla 9 grupos de actividad. La imputación directa de porcentajes no es viable, ya que pueden apreciarse diferencias salariales importantes entre los sectores de la TSIO95 que integran un mismo grupo de la *EES*<sup>8</sup>. Por ello para realizar la imputación de una ganancia media a los trabajadores no cualificados de cada rama se ha tenido en cuenta el grupo de actividades al que pertenece en la *EES* y la ganancia media en dicha rama para el trabajo en general.

La última observación en cuanto a la información disponible proporcionada por el *MIO95* se refiere a los pagos al factor capital. Como ya se ha explicado, era necesario ajustarla para obtener las verdaderas rentas del capital y, en dichas rentas, era conveniente distinguir entre sus dos componentes, el *Consumo de Capital Fijo* por una parte (que representa el capital que no puede volver a reutilizarse en la producción) y los pagos a los propietarios del capital por otro (el beneficio neto). La distinción era importante porque el tratamiento de estos dos componentes es diferente en el modelo *SIO*, tal como se había expuesto en la Sección 2. Sin embargo, para España no se facilita por separado la cuantía de estas dos cifras. Por ello se utiliza el factor de conversión general (*FCG*) para la totalidad de las rentas del capital.

### **3.1 Grado de comercialización internacional de los sectores**

Antes de plantear el sistema de ecuaciones del modelo *SIO*, debe estudiarse la posibilidad de que algunos de los sectores en los que se divide la actividad económica puedan considerarse como comercializados internacionalmente en el margen, en cuyo caso su *FC* resultaba inicialmente exógeno. La única información disponible para realizar esta clasificación son los flujos de comercio exterior referentes a cada uno de los sectores, que proporciona directamente el propio *MIO95*. Parece razonable suponer que la importancia relativa del comercio exterior estará directamente relacionada con los efectos que la demanda interna provoquen sobre el mismo. Así por ejemplo, en el caso español está claro que un incremento en la demanda de crudo deberá cubrirse necesariamente con un incremento de las importaciones,

ya que éstas representan casi un 97% del valor total de la producción en el sector. Teniendo en cuenta la importancia de las importaciones y/o exportaciones de cada rama de la TSIO95 en relación al valor total de su producción, se han clasificado un total de 4 como importadas en el margen. Se trata de la TSIO-05 (petróleo crudo y gas natural), la TSIO-06 (minerales metálicos), la TSIO-32 (maquinaria de oficina y equipo informático) y la TSIO-35 (instrumentos de precisión), para las que las importaciones representan respectivamente un 96,9%, un 76,7%, un 58,1% y un 53,4% del valor de su producción. Sus factores de conversión se obtendrán al margen del modelo *SIO* a partir de los precios *cif* correspondientes. Como la TSIO-95 está valorada a precios básicos, el factor de conversión para los sectores importados también se busca a precios básicos. Para ello se necesita (ver Cuadro 1) la proporción que los derechos de importación representan sobre el valor *cif* de las importaciones ( $d_M$ ). Esta información ha dejado de facilitarse en el nuevo *MIO*, y acudir a fuentes de información alternativas podría generar problemas de homogeneización, por lo que se ha optado por utilizar el mismo valor para  $d_M$  que consta en la Tabla Input-Output de 1994 (TIO94).

**Cuadro 2. Factores de conversión a precios básicos para los sectores importados en el margen**

Rama de actividad	$d_M$ (TIO94)	$FC_b$
TSIO-05	0,0000	1,0000
TSIO-06	0,0044	0,9957
TSIO-32	0,0117	0,9885
TSIO-35	0,0155	0,9847

Fuente: TIO94 y elaboración propia

Por otra parte, únicamente la TSIO-47 (servicios de transporte marítimo), para la que las exportaciones significan un 57,2% del valor de su producción, se ha considerado como exportada. Para obtener su  $FC$  a precios básicos (ver Cuadro 1) se necesita en primer lugar la proporción de los derechos de exportación sobre el valor total de las exportaciones ( $d_x$ ), y para ello de nuevo vuelve a acudirse a la TIO94, resultando ser nula. Además, se necesitaban las proporciones  $tn_x$ ,  $mt_x$  y  $mc_x$ . Los datos de impuestos netos y márgenes que ofrece el *MIO95* se refieren al total del sector, sin diferenciar entre la producción destinada al consumo interior o a la exportación, pero puede suponerse que la proporción para la producción total es la misma sea cual sea su destino. Los impuestos indirectos representan un 0,0019 del valor de la producción de la TSIO-47, los márgenes comerciales son nulos y los márgenes de transporte<sup>9</sup> un -0,0646. Éstos últimos deben multiplicarse por el factor de conversión correspondiente, que en este caso será el de la propia TSIO-47,

$$FC(S_{47}) = 1 + 0,0019 + (-0,0646) FC(S_{47})$$

De donde se obtiene un valor de 0,9410.

Por último, dos sectores se han clasificado como importados y exportados a la vez, dada la importancia de ambos flujos de comercio exterior. Se trata de la TSIO-34 (material eléctrico) en donde las importaciones representan un 48,1% del valor total de su producción y las exportaciones un 25,7, y la TSIO-36 (vehículos de motor) con un 30,9% de importaciones y un 40,5% de exportaciones. El  $FC$  de estos sectores se calcula a partir de una media ponderada del que les correspondería si fuesen totalmente importados y exportados en el margen, siendo la ponderación la importancia relativa que las importaciones ( $m$ ) y las exportaciones ( $x$ ) tienen, respectivamente, sobre el volumen total de comercio exterior del sector. Tanto, el procedimiento como las fuentes de información utilizados son los mismos que se acaban de describir para el caso de los sectores importados por un lado y para el sector exportado por otro. Únicamente hay una novedad destacable, y es que el  $FC$  que les correspondería en caso de ser totalmente exportados no resulta totalmente exógeno, sino que dependerá de los  $FC$  correspondientes a los sectores de transporte, básicamente al transporte por carretera<sup>10</sup> (TSIO-46). Como la TSIO-46 es un sector no comercializado, su  $FC$  es endógeno al modelo SIO, de manera que el sistema deberá resolverse de forma iterativa.

**Cuadro 3. Factores de conversión de los sectores importados y exportados**

	$d_M$	$tn_X$	$mc_X$	$mt_X$	$FC_b(SM)$	$FC_b(SX)^{(1)}$	$m$	$x$	$FC_b(SMX)^{(1)}$
TSIO-34	0,0155	0,0476	0,1444	0,0025	0,9847	1,0501	0,6518	0,3482	1,0075
TSIO-36	0,0107	0,0511	0,1016	0,0020	0,9894	1,0531	0,4328	0,5672	1,0255

<sup>(1)</sup> Se trata de la primera estimación, que posteriormente deberá ser revisada teniendo en cuenta el  $FC$  que se obtenga para los servicios de transporte por carretera (TSIO-46), que al ser un sector no comercializado en el margen se obtendrá a posteriori.

Fuentes: TIO94, TSIO95 y elaboración propia.

El resto de ramas productivas de la TSIO95, un total de 63, se consideran como no comercializadas exteriormente en el margen, suponiendo así que las posibles variaciones en su demanda interna representan variaciones similares en la producción interior, sin provocar cambios significativos en el comercio exterior.

### 3.2 Los factores de conversión para los recursos primarios

Los recursos primarios utilizados por cada sector se dividían en impuestos netos, importaciones, trabajo cualificado y no cualificado y capital. Como se había el  $FC$  para los impuestos era nulo, mientras que para las importaciones era la unidad. Mayores dificultades presenta la estimación de los  $FC$  para los otros recursos primarios, el trabajo y el capital, que en general no resultarán nunca del todo exógenos al modelo SIO, en tanto que dependen de los correspondientes a algunos o todos los sectores productivos. Para el trabajo cualificado se ha



adoptado el procedimiento habitual de considerar un  $FC$  unitario ajustándolo por los  $FC$  de los distintos sectores productivos, según la importancia de este tipo de mano de obra en cada sector en relación con el total (expresión [5]).

Para la mano de obra sin cualificación, dadas las características del mercado de trabajo español, no puede considerarse que un sector particular sea el principal suministrador de este tipo de trabajadores, tal como lo era la agricultura en otros países. Por ello, ha de recurrirse a algún procedimiento de estimación alternativo, como el utilizado por Dondur (1996) para Hungría, que calcula el  $FC$  para la mano de obra no cualificada como una media ponderada de los  $FC$  correspondientes a los sectores productivos que utilizan en mayor medida este tipo de trabajadores. Siendo  $RLU_j$  los pagos a la mano de obra no cualificada en el sector  $j$ ,  $RLU$  los pagos en todos los sectores considerados a este tipo de trabajadores, el  $FC$  para el trabajo no cualificado es,

$$FC(LU) = \sum_j \frac{RLU_j}{RLU} FC(S_j) \quad [20]$$

En el caso español se han seleccionado un total de 9 ramas de actividad que, conjuntamente, emplean casi un 65% del trabajo no cualificado utilizado en toda la economía. Se trata de las ramas TSIO-01 (agricultura), TSIO-014 (otros alimentos), TSIO-40 (construcción), TSIO-41 a TSIO-44 (comercio y hostelería), TSIO-58 (servicios empresariales) y TSIO70 (personal doméstico).

Por último, en lo que respecta al capital y dado que no existe la información suficiente para tratar de forma separada el consumo de capital fijo del beneficio neto, se utiliza el factor de conversión general como factor de conversión para la totalidad de las rentas del capital (expresión [7]).

### 3.3 Solución del sistema $SIO$

El sistema de ecuaciones principal del modelo  $SIO$ , que hacía depender los  $FC$  de los sectores no comercializados en el margen de los correspondientes al resto de sectores y a los inputs primarios (expresión [13]), deberá resolverse conjuntamente con 5 ecuaciones adicionales:

- Los  $FC$  para los sectores importados y exportados a la vez (TSIO-34 y TSIO-36), que dependían del factor de conversión para el transporte por carretera (TSIO-46):

$$FC(S_{34}) = m \left[ \frac{1}{1+dm} \right] + x[1 + d_x + tn_x + mc_x + mt_x(1 - FC(S_{46}))] \quad [21]$$

$$FC(S_{36}) = m \left[ \frac{1}{1+dm} \right] + x[1 + d_x + tn_x + mc_x + mt_x(1 - FC(S_{46}))] \quad [22]$$

- Los  $FC$  para el trabajo cualificado y no cualificado. El primero se hacía depender de los  $FC$  para todos los sectores, mientras el segundo era una función de los  $FC$  de las nueve ramas de actividad con mayor presencia de mano de obra sin cualificación,

$$FC(LC) = \sum_{j=1}^{70} \frac{RLC_j}{RLC} FC(S_j) \quad [23]$$

$$FC(LU) = \sum_j \frac{RLU_j}{RLU} FC(S_j) \quad j = 1, 14, 40, 41, 42, 43, 44, 58, 70 \quad [24]$$

- El  $FC$  para el factor capital, que se aproxima por el factor de conversión general ( $FCG$ ),

$$FC(K) = FCG = \sum_{j=1}^{70} \frac{DFI_j}{DFI} FC(S_j) \quad [25]$$

La solución a este conjunto de ecuaciones debe encontrarse mediante un procedimiento iterativo. En el Cuadro 4 se muestran los resultados finalmente obtenidos tras un proceso de 35 iteraciones en el que se ha logrado la convergencia a cinco decimales. Posteriormente, y utilizando la relación establecida en la expresión [11] se transforman los  $FC$  obtenidos a precios básicos en  $FC$  a precios de usuario.

De los resultados cabe destacar, en primer lugar, que para la mayoría de los sectores el  $FC$  es inferior a la unidad, lo que significa que el coste de producir sus productos es en realidad, inferior al precio de mercado. La explicación fundamental reside en los efectos de la imposición indirecta sobre los bienes y servicios, que eleva su precio tanto a nivel básico y, especialmente, a nivel de usuario. Destacan la industria del tabaco (TSIO-16), cuyo  $FC_u$  es de apenas un 0,4 y las coquerías y productos refinados del petróleo (TSIO-15) con un 0,53, sectores gravados por impuestos especiales sobre el consumo. En la situación contraria destaca el transporte por ferrocarril (TSIO-45), cuyo  $FC_u$  es de 2,09, indicando claramente la existencia de fuertes subvenciones públicas a la producción. También en el caso de las industrias extractivas (TSIO-04) y de reciclaje (TSIO-39) se puede percibir, aunque en menor grado, la existencia de subvenciones públicas, con un  $FC_u$  de 1,05 en el primer caso y de 1,03 en el segundo.

En general, los  $FC$ , ya sea a precios básicos o de usuario, resultan diferentes a la unidad, lo que pone de manifiesto la invalidez de los precios de mercado como indicadores del valor social. Los  $FC$  obtenidos en esta Sección constituyen un punto de partida válido para intentar corregir las deficiencias de los precios de mercado, pero queda todavía algún problema sin solucionar, como es el de la necesidad de incorporar los efectos externos de la actividades productivas en el coste de sus productos, cuestión que se aborda en la siguiente Sección.

**Cuadro 4. Factores de conversión a precios básicos ( $FC_b$ ) y a precios de usuario ( $FC_u$ ) para las ramas productivas de la TSIO95, y factores de conversión para los inputs primarios**

A. Ramas comercializadas exteriormente en el margen	$FC_b$	$FC_u$
TSIO-05. Petróleo crudo ; Gas natural	1.0000	0.9999
TSIO-06. Minerales de hierro; Minerales metálicos no	0.9957	0.9912
TSIO-32. Fabricación de máquinas de oficina y quipos informáticos	0.9885	0.9361
TSIO-34. Fabricación de material electrónico	1.0067	0.9509
TSIO-35. Fabricación de equipo e instrumentos médico-quirúrgicos, de precisión	0.9847	0.9307
TSIO-36. Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	1.0246	0.9678
TSIO-47. Transporte marítimo, de cabotaje y por vías de navegación interiores	0.9410	0.9392
B. Ramas no comercializadas exteriormente en el margen	$FC_b$	$FC_u$
TSIO-01. Agricultura, ganadería y caza	0.9487	0.9940
TSIO-02. Silvicultura	1.0198	0.9465
TSIO-03. Pesca y acuicultura	0.9496	0.8954
TSIO-04. Extracción y aglomeración de antracita, hulla, lignito y turba	0.9287	1.0510
TSIO-07. Extracción de minerales no metálicos ni energéticos	0.9012	0.8874
TSIO-08. Coquerías, refinio de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	0.9535	0.5303
TSIO-09. Producción y distribución de energía eléctrica	0.9172	0.8674
TSIO-10. Producción y distribución de combustibles gaseosos por conductos urbanos	0.9326	0.8880
TSIO-11. Captación, depuración y distribución de agua	0.9034	0.9225
TSIO-12. Industria cárnica	0.9543	0.9050
TSIO-13. Industrias lácteas	0.9523	0.9098
TSIO-14. Industrias de otros productos alimenticios	0.9842	0.9612
TSIO-15. Elaboración de bebidas	0.9225	0.8336
TSIO-16. Industria del tabaco	1.0285	0.3985
TSIO-17. Industria textil	0.9307	0.8897
TSIO-18. Industria de la confección y de la peletería	0.9267	0.8275
TSIO-19. Preparación, curtido y acabado del cuero	0.9190	0.8682
TSIO-20. Industria de la madera y el corcho, excepto muebles; cestería y espartería	0.9210	0.9064
TSIO-21. Industria del papel	0.9327	0.9132
TSIO-22. Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	0.9158	0.8954
TSIO-23. Industria química	0.9249	0.8961
TSIO-24. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	0.9275	0.9155
TSIO-25. Fabricación de cemento, cal y yeso	0.8877	0.8829
TSIO-26. Fabricación de vidrio y productos de vidrio	0.9140	0.8955
TSIO-27. Fabricación de productos cerámicos	0.8967	0.8866
TSIO-28. Fabricación de otros minerales no metálicos	0.8908	0.8877
TSIO-29. Metalurgia	0.9427	0.9381
TSIO-30. Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	0.9201	0.9075
TSIO-31. Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	0.9403	0.9137
TSIO-33. Fabricación de maquinaria y material eléctrico	0.9370	0.9178
TSIO-37. Fabricación de otro material de transporte	0.9301	0.8894
TSIO-38. Fabricación de muebles; otras industrias manufactureras	0.9180	0.8447
TSIO-39. Reciclaje	1.0266	1.0266
TSIO-40. Construcción	0.8854	0.8515
TSIO-41. Venta, mantenimiento y reparación de vehículos de motor	0.8974	0.8499
TSIO-42. Comercio al por mayor e intermediarios del comercio, excepto de vehículos	0.8815	0.8815
TSIO-43. Comercio al por menor, excepto el comercio de vehículos de motor,	0.8766	0.7952
TSIO-44. Hostelería	0.8956	0.8500
TSIO-45. Transporte por ferrocarril	0.9055	2.0934
TSIO-46. Otros tipos de transporte terrestre; transporte por tubería	0.8555	0.8651
TSIO-48. Transporte aéreo y espacial	0.9236	0.9147
TSIO-49. Actividades anexas a los transportes; actividades de agencias de viajes	0.9036	0.8833
TSIO-50. Correos y telecomunicaciones	0.8893	0.8406
TSIO-51. Intermediación financiera, excepto seguros y planes de pensiones	0.8718	0.8716
TSIO-52. Seguros y planes de pensiones, excepto seguridad social obligatoria	0.8607	0.8617
TSIO-53. Actividades auxiliares a la intermediación financiera	0.8592	0.8581
TSIO-54. Actividades inmobiliarias	0.8518	0.8459
TSIO-55. Alquiler de maquinaria y equipo sin operario, de efectos personales	0.8875	0.8481
TSIO-56. Actividades informáticas	0.9183	0.8864
TSIO-57. Investigación y desarrollo	0.9046	0.9053
TSIO-58. Otras actividades empresariales	0.8955	0.8102
TSIO-59. Educación de mercado	0.8654	0.8651
TSIO-60. Actividades sanitarias y veterinarias, servicios sociales de mercado	0.8748	0.8740
TSIO-61. Actividades de saneamiento público de mercado	0.7729	0.7322
TSIO-62. Actividades recreativas, culturales y deportivas de mercado	0.9247	0.8529
TSIO-63. Actividades diversas de servicios personales	0.8792	0.8105
TSIO-64. Administración Pública, Defensa y Seguridad Social Obligatoria	0.8714	0.8714
TSIO-65. Educación de no mercado de las A.A.PP.	0.8877	0.8877
TSIO-66. Actividades sanitarias y veterinarias, servicios sociales de no mercado	0.8759	0.8759
TSIO-67. Actividades de saneamiento público, servicios de no mercado	0.7605	0.7605
TSIO-68. Actividades sanitarias y veterinarias de no mercado de las ISFLSH	0.8681	0.8681
TSIO-69. Actividades recreativas, culturales y deportivas, servicios de no mercado	0.8475	0.8461
TSIO-70. Hogares que emplean personal doméstico	0.8974	0.8974
C. Inputs primarios	$FC$	
Trabajo cualificado	0.8972	
Trabajo no cualificado	0.8978	
Capital	0.8993	
Impuestos netos	0.0000	
Importaciones	1.0000	

#### 4. El método *SIO* ampliado: la incorporación de los efectos externos

La información contenida en una tabla input-output convencional es, en general, incompleta para ser utilizada directamente en el cálculo de precios sombra, ya que no incorpora información sobre los efectos externos en la producción que, por definición, no quedan recogidos por el mercado. El precio sombra de un bien producido se definía como el coste en el que incurre la sociedad para obtenerlo (*CMS*). Dicho coste social es a su vez la suma de dos elementos distintos. En primer lugar el coste privado (*CMP*), que se refleja en el mercado y por lo tanto es el que queda incorporado en la tabla input-output, compuesto por los costes de los inputs intermedios y recursos primarios utilizados. En segundo lugar, es posible que la producción de un bien provoque efectos externos. El claro ejemplo es la contaminación, pero también podría ocurrir que el efecto externo fuese positivo, en cuyo caso se habla de beneficio externo. Es difícil imaginar actividades productivas que en la práctica no generen ningún tipo de externalidades de uno u otro signo. Este hecho debe tenerse en cuenta también en el análisis de precios sombra,

$$CMS = CMP + CME \quad [26]$$

El método *SIO* tradicional estima el precio sombra de un bien igualándolo al coste marginal privado de producirlo. El objetivo de esta Sección es ampliar el *SIO* tradicional de manera que permita considerar la existencia de efectos externos en la producción. El nuevo modelo, que se denominará *SIO ampliado*, plantea la estimación de los *factores de conversión ampliados (FCA)* para los distintos sectores económicos. El *FCA* correspondiente al sector  $j$  se define como el cociente entre el *precio sombra ampliado (PSA)* de un bien  $i$  cualquiera producido por dicho sector y su correspondiente precio de mercado (*PM*),

$$FCA(S_j) = \frac{PSA(B_i)}{PM(B_i)} \quad \forall \text{ bien } i \text{ producido por el sector } j \quad [27]$$

El *PSA* de cada bien es la suma del coste privado y el coste externo total provocado por su producción. En realidad se trata del verdadero precio sombra, aunque se le añade el calificativo *ampliado* porque en las secciones anteriores se había denominado precio sombra al coste privado. Por lo tanto, el *FCA* puede expresarse también como:

$$FCA(S_j) = \frac{PS(B_i)}{PM(B_i)} + \frac{CET(B_i)}{PM(B_i)} = FC(S_j) + et_j \quad [28]$$

Es decir, los factores de conversión calculados con el modelo *SIO* tradicional representan un punto de partida necesario para obtener los *FCA*. Faltaría añadir el coeficiente que el coste externo total (*CET*) asociado a la producción de un bien representa sobre el precio de mercado de dicho bien, que se ha denominado *et*, y que, al igual que el factor de conversión, se supone que es constante para todos los bienes producidos por un mismo sector. Habrá un coeficiente *et*

para cada uno de los  $N$  sectores en los que subdivide la actividad económica, y por lo tanto un vector que denominaremos  $ET$  de orden  $(1 \times N)$ . Si se considera la existencia de  $Z$  tipos distintos de externalidades, en lugar de un vector  $ET$  se tendría una matriz de orden  $(Z \times N)$ , y la expresión [28] se ampliaría,

$$FCA(S_j) = FC(S_j) + [et_{1j} + et_{2j} + \dots + et_{zj}] \quad [29]$$

Los efectos externos relevantes para el cálculo de los  $FCA$  se han denominado efectos externos totales, porque debe tenerse en cuenta que las externalidades asociadas a una actividad no son únicamente las que provoca de manera directa, sino también las derivadas del proceso productivo de los inputs que utiliza. Es importante pues, distinguir entre los costes externos directos ( $CED$ ) y los totales ( $CET$ ) de cada actividad. El cálculo de los segundos exige disponer de los primeros y tener en cuenta las relaciones productivas entre los distintos sectores. Concretamente, se cumplirá que la matriz de  $CET$  será igual a la matriz de  $CED$  postmultiplicada por la matriz inversa de Leontieff<sup>11</sup>,

$$CET = CED (I - A)^{-1} \quad [30]$$

A partir de los  $FC$  obtenidos con el modelo  $SIO$  convencional, se pueden obtener los  $FCA$  si se dispone de la información necesaria en cuanto a las externalidades provocadas directamente por cada actividad productiva. Ello exigiría su clasificación y cuantificación, así como su valoración monetaria.

## 5. Conclusiones y futuras líneas de investigación

En este trabajo se presenta la aplicación a España de una metodología, el modelo *Semi-Input-Output* ( $SIO$ ), para la estimación el conjunto de precios sombra de los bienes y servicios producidos en una economía. Dicho método permite obtener un factor de conversión ( $FC$ ) para cada sector en los que se divide la actividad económica, definido como el cociente entre el precio sombra ( $PS$ ) de cualquier bien producido por dicho sector y su correspondiente precio de mercado ( $PM$ ). El método  $SIO$  consiste en descomponer el coste de producción en cada sector en función únicamente de los factores no producidos o inputs primarios utilizados, básicamente trabajo, capital, impuestos netos e importaciones. De manera que, conociendo los  $FC$  para los inputs primarios se puede obtener el  $FC$  para los distintos bienes producidos. La fuente de información imprescindible es una Tabla Input-Output, concretamente las matrices de coeficientes técnicos de utilización de inputs intermedios y primarios, denominadas  $A$  y  $F$ . El proceso de descomposición de costes es relativamente sencillo, pues basta con postmultiplicar la matriz  $F$  por la matriz inversa de Leontieff.

Los *FC* para los inputs primarios resultaban inicialmente exógenos al modelo *SIO*, pero sólo era así para el caso de los impuestos netos (*FC* nulo) y las importaciones (*FC* unitario). Los *FC* para los otros dos recursos primarios, el trabajo y el capital, se hacían depender, en cambio, de los correspondientes a algunos o todos los sectores productivos, de manera que el método *SIO* requería un cálculo iterativo.

En la aplicación del método *SIO* a la economía española se han detectado importantes carencias de información. El *MIO95* presenta mejoras importantes, pero en algunos casos se dejan de facilitar datos muy útiles. Así por ejemplo, desaparece la información en cuanto a los derechos de importación y exportación. Además, no se facilita la desagregación del *Excedente Bruto de Explotación* en *Excedente Neto de Explotación* y *Consumo de Capital Fijo*, información necesaria para ajustar el *FC* para el factor capital. Otras deficiencias importantes se siguen manteniendo, como la no separación total entre las rentas del trabajo y las del capital, o la no diferenciación del trabajo según el grado de cualificación. Aún así, los resultados obtenidos con el método *SIO* para España en referencia a 1995 permiten formular importantes conclusiones. En primer lugar, todos los *FC* expresados a precios de usuario, y que por lo tanto permiten convertir directamente los precios de mercado al usuario en precios sombra, son distintos de uno. En la gran mayoría de casos son inferiores, lo cual significaría que el coste de disponer de los bienes producidos por esos sectores es menor a su precio de mercado. La explicación fundamental son los impuestos, como puede verse claramente en sectores fuertemente gravados como el tabaco o los productos refinados del petróleo. También en algún caso el *FC* es superior a la unidad, indicando la presencia de subvenciones, como el transporte ferroviario. Los resultados obtenidos evidencian que los precios de mercado no son en general válidos para utilizar como indicadores de valor de los bienes en el análisis social. Sin embargo, también es cierto que el método *SIO*, aunque puede ser una herramienta muy útil, no es perfecto. En primer lugar porque se asienta en hipótesis que podrían ser cuestionadas, como la consideración de un *FC* homogéneo para todos los bienes producidos por un sector. Además, requiere de una gran cantidad de información. Por último, es un modelo incompleto, en la medida en que no permite corregir los costes (beneficios) externos. En la Sección 4 se ha presentado una propuesta teórica para la incorporación de las externalidades. El problema reside en que, por su naturaleza, los efectos externos suelen ser difíciles de observar, de cuantificar, pero sobre todo de valorar monetariamente. Se trata sin duda de un problema sin solución fácil, pero que debe afrontarse. Si se renuncia a ello se estará renunciando también a la posibilidad de mejorar la gestión de todos nuestros recursos, de tomar las decisiones más deseables desde el punto de vista social.

## APÉNDICE: Factores de conversión para los sectores comercializados exteriormente en el margen

### a) Sector importado

El precio sombra de un bien (sector) importado en el margen puede obtenerse directamente a partir de su precio *cif*, que representa el coste marginal para la economía nacional de disponer de una unidad adicional de dicho bien puesta en la frontera (la cantidad de dinero que se entrega al extranjero).

A precios básicos el factor de conversión para un sector importado ( $FC_b(SM)$ ), se obtiene dividiendo el precio sombra de cualquiera de sus bienes importados en frontera ( $PS_b(SM)$ ) entre su precio de mercado interno a precios básicos ( $PM_b(SM)$ ). El primero coincidirá con el valor de las importaciones a precios *cif*, mientras que el precio de mercado interno incorporará además los posibles derechos de importación ( $D_M$ ):

$$FC_b(SM) = \frac{PS_b(SM)}{PM_b(SM)} = \frac{M_{cif}}{M_{cif} + D_M} = \frac{1}{1 + d_M} \quad [A.1]$$

Donde  $d_M$  es el cociente entre  $D_M$  y  $M_{cif}$ . A precios de salida de fábrica, el  $FC$  del bien importado ( $FC_p(SM)$ ) depende del precio sombra y el precio de mercado a este mismo nivel de valoración. El precio sombra sigue siendo su coste *cif*, mientras que su precio de mercado será la suma del coste *cif*, los derechos de importación y los impuestos indirectos netos de subvenciones que recaen sobre la mercancía ( $TN_M$ ) dentro del territorio nacional. Por lo tanto,

$$FC_{sf}(SM) = \frac{PS_{sf}(SM)}{PM_{sf}(SM)} = \frac{M_{cif}}{M_{cif} + D_M + TN_M} = \frac{1}{1 + d_M + tn_M} \quad [A.2]$$

Donde  $tn_M$  es el cociente entre  $TN_M$  y  $M_{cif}$ . Por último, a precios de usuario, el precio sombra del bien importado será la suma del coste *cif* y los márgenes de distribución de la mercancía desde la frontera hasta el punto de consumo ( $MD_M$ ). Dichos márgenes deben multiplicarse por su correspondiente factor de conversión ( $FC(MD)$ ) para obtener así su valor sombra. Por su parte, el precio de mercado de usuario también se obtiene sumando al precio de mercado al productor los márgenes de distribución, en este caso expresados a precios de mercado, es decir,

$$FC_u(SM) = \frac{PS_u(SM)}{PM_u(SM)} = \frac{M_{cif} + MD_M \cdot FC(MD)}{M_{cif} + D_M + TN_M + MD_M} = \frac{1 + md_m FC(MD)}{1 + d_m + tn_m + md_m} \quad [A.3]$$

b) Sector exportado

Para calcular el precio sombra de un bien que es exportado en el margen, se parte de su precio *fob* ( $X_{fob}$ ), que es el precio del bien puesto en el punto de embarque, incluyendo por lo tanto los costes de producción, los impuestos y los márgenes de distribución hasta ese punto. A precios básicos, el precio sombra de un bien exportado ( $PS_b(SX)$ ) puede expresarse como la diferencia entre su precio *fob* y el coste sombra de distribución del bien hasta el punto de exportación<sup>i</sup>. Su precio básico de mercado ( $PM_b(SX)$ ) será, por otro lado, el resultado de restar al precio *fob* los impuestos (desgravaciones) a la exportación ( $D_X$ ), los impuestos indirectos netos de subvenciones que gravan al bien dentro del territorio nacional ( $TN_X$ ) y los costes de distribución de la mercancía al punto de exportación ( $MD_X$ ),

$$FC_b(SX) = \frac{PS_b(SX)}{PM_b(SX)} = \frac{X_{fob} - MD_X \cdot FC(MD)}{X_{fob} - D_X - TN_X - MD_X} \quad [A.4]$$

Por su parte, las exportaciones *fob* son la suma de las exportaciones a precios básicos ( $X_b$ ), los derechos de exportación ( $D_X$ ), los impuestos indirectos pagados dentro del territorio económico ( $TN_X$ ) y los márgenes de distribución hasta el punto de embarque ( $MD_X$ ), es decir,

$$X_{fob} = X_b + D_X + TN_X + MD_X \quad [A.5]$$

Teniendo en cuenta [A.5], [A.4] puede reexpresarse como,

$$FC_b(SX) = \frac{X_b + D_X + TN_X + MD_X [1 - FC(MD)]}{X_b} = 1 + d_X + tn_X + md_X [1 - FC(MD)] \quad [A.6]$$

A precios de salida de fábrica, el precio sombra de un bien exportado es el mismo que a precios básicos. El precio de mercado al productor ( $PM_{sf}(SX)$ ) será más alto porque no se restan del precio *fob* los impuestos indirectos,

$$FC_{sf}(SX) = \frac{PS_{sf}(SX)}{PM_{sf}(SX)} = \frac{X_{fob} - MD_X \cdot FC(MD)}{X_{fob} - D_X - MD_X} \quad [A.7]$$



Que, teniendo en cuenta [A.5] puede reexpresarse como,

$$FC_{sf}(SX) = \frac{1 + tn_x + d_x + md_x [1 - FC(MD)]}{1 + tn_x} \quad [A.8]$$

Finalmente, a precios de usuario, el precio sombra de un bien exportado ( $PS_u(SX)$ ) se obtiene restando al precio *fob* el coste sombra de colocar la mercancía en el punto de exportación ( $MD_x (FC(MD))$ ) pero sumando el coste sombra de ponerla a disposición del usuario interno ( $MD_{xl} (FC(MD))$ ). Algo similar ocurre con el precio de mercado al usuario del bien, que se calcula restando al precio *fob* el coste de distribución al punto de exportación y sumando el coste de distribución al usuario interno,

$$FC_u(SX) = \frac{PS_u(SX)}{PM_u(SX)} = \frac{X_{fob} - MD_x \cdot FC(MD) + MD_{xl} \cdot FC(MD)}{X_{fob} - D_x - MD_x + MD_{xl}} \quad [A.9]$$

Que podría reexpresarse como,

$$FC_u(SX) = \frac{(X_{fob} / X_b) + (md_{xl} - md_x) \cdot FC(MD)}{1 + tn_x + md_{xl}} \quad [A.10]$$

Donde  $md_{xl}$ ,  $md_{xx}$  son las proporciones que los  $MD_{xl}$  y  $MD_x$  representan, respectivamente, sobre  $X_b$ .

## NOTAS

(1) La gran mayoría de estos investigadores están ligados a Organismos Internacionales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Mundial, o al Project Planning Centre for Developing Countries de la Universidad de Bradford (Gran Bretaña).

(2) La denominación semi-input-output tiene que ver con que el método no emplea toda la información contenida en una tabla input-output convencional, sino únicamente dos de sus submatrices, concretamente la de demanda intermedia y la de inputs primarios.

(3) En el seno del BID se han realizado los estudios para la mayoría de países de América Latina, como los de Paraguay (Castagnino, 1981), Ecuador (Donoso, 1981), El Salvador (Londero, 1981), Barbados (Morales, 1981), Colombia (Cervini, 1992), Panamá (Fernández, 1992) o Venezuela (Parot, 1992) entre otros muchos. Pero también son numerosos los trabajos al margen de esta organización, como los de Scott, McArthur and Newbery (1976) para Kenia, Sauerbeck (1988) para Bostwana, Adhikari (1986) para Nepal, Lopes da Silva (1993) para Brasil o Dondur (1996) para Hungría.

(4) Por citar las más conocidas pueden consultarse las de Marglin (1963a y 1963b), Bradford (1975), Lind (1982) o Cline (1992), ésta última defendida también por Pearce and Ulph (1995).

(5) En el caso de que se esté trabajando a precios de usuario para los sectores importados, y en todos los casos para los exportados, sus  $FC$  no serán totalmente exógenos, sino que dependerán de los  $FC$  correspondientes a los sectores que proporcionan los servicios de comercio y transporte. Por ello, en estos casos el sistema  $SIO$  deberá resolverse mediante iteraciones.

(6) La submatriz  $A_{cr}$  será de orden  $(C \times R)$ , y sus elementos informan sobre la utilización de inputs procedentes de sectores comercializados en el margen por parte de los sectores no comercializados. Por su parte,  $A_{rr}$  será de orden  $(R \times R)$  y sus elementos son los coeficientes técnicos de utilización de inputs no comercializados en el margen por parte de los propios sectores no comercializados.

(7) La EPA Utiliza la Clasificación Nacional de Ocupaciones de 1994 (CON-94) por Grupos Principales, aunque solamente proporciona datos para 9 de ellos de un total de 19.

(8) El caso más sobresaliente es quizás el del grupo Industrias Extractivas de la EES, que engloba a las ramas TSIO-04 a TSIO-07, donde el salario medio para la TSIO-05 (petróleo y gas natural) de 9.006.000 pesetas al año, casi triplica el de la TSIO-07 (extracción de minerales no metálicos ni energéticos), donde es únicamente de 3.380.000 ptas.

(9) El valor de los márgenes de transporte es negativo porque la TSIO-47 es una rama de transporte, que presta servicios a los demás sectores.

(10) Parece bastante lógico suponer que el transporte de mercancías dentro del territorio económico se realiza casi exclusivamente por carretera, y que por lo tanto es el factor de conversión del sector que presta estos servicios el que debe utilizarse en el cálculo.

(11) El razonamiento es idéntico al que se ya se había realizado para descomponer los costes productivos de cada sector en función únicamente de los inputs primarios utilizados (ver expresión [4]).

(12) Los impuestos indirectos no se restan porque su factor de conversión y su valor sombra son nulos, al no representar ninguna variación real en los recursos. Por lo tanto, el precio sombra básico y al productor serán iguales.

## BIBLIOGRAFÍA

AZQUETA, D. (1985). *Teoría de los Precios Sociales*. Instituto Nacional de Administración Pública, Madrid.

BRADFORD, D. (1975). «Constraints on Government Investment Opportunities and the Choice of Discount Rate». *American Economic Review*, 65 (5), p. 887-899.

CASTAGNINO, E. (1981). «Paraguay». En Powers, T., *El Cálculo de Precios de Cuenta en la Evaluación de Proyectos*, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C, p. 161-248.

CERVINI, H. (1992). «Colombia». En Londero, E., *Precios de Cuenta*, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington DC, p. 76-96.

CLINE, W. (1992). *The Economics of Global Warming*. International Institute for International Economics, Washington D.C.

CURRY, S. (1987). «Introduction to Shadow (or Accounting) Prices». *Project Appraisal*, 2 (1), p. 64-66.

DONDUR, N. (1996). «National Economic Parameters for Hungary». *Project Appraisal*, 11 (1), p. 41-50.

DONOSO, G. (1981). «Ecuador», en Powers T., *El Cálculo de los Precios de Cuenta en la Evaluación de Proyectos*, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C, p. 359-412.

FERNÁNDEZ, R. (1992). «Panamá», en Londero, E., *Precios de Cuenta*, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington DC, p. 265-337.

INE (2001). *Contabilidad Nacional de España Base 1995 (CNE-95): Nota Metodológica*. INEBASE, [www.ine.es](http://www.ine.es).

INE (2001). *Nota Metodológica para la presentación en INTERNET de la Tabla Simétrica de la Economía Española para 1995*. INEBASE, [www.ine.es](http://www.ine.es).

LIND, R.C. (1982). *Discounting for Time and Risk in Energy Policy*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

LONDERO, E. (1981). «El Salvador». En Powers, T., *El Cálculo de los Precios de Cuenta en la Evaluación de Proyectos*, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C, p. 249-358.

LONDERO, E. (1992). *Precios de Cuenta*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C.

LONDERO, E. (1998). *Beneficios y Beneficiarios*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C.

LOPES DA SILVA, A. (1993). «Estimates of National Parameters for the Economic Analysis of Projects in Brazil». *Project Appraisal*, 8 (4), p. 231-239.

LUCKING, R. (1993). «Technical Problems in the Appraisal of Projects using the Semi-Input-Output Methodology». *Project Appraisal*, 8 (2), p. 113-123.

MARGLIN, S. (1963a). »«The Social Rate of Discount and the Optimal Rate of Investment». *Quarterly Journal of Economics*, 77 (1), p. 95-111.

MARGLIN, S. (1963b). «The Opportunity Costs of Public Investment». *Quarterly Journal of Economics*, 77 (2), p 274-289.

MARGLIN S. (1967). *Public Investment Criteria*. Allen and Unwin, London.

MORALES, L. (1981). «Barbados», en Powers, *El Cálculo de los Precios de Cuenta en la Evaluación de Proyectos*, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C, p. 413-482.

PAROT, R. (1992). «Venezuela» en Londero (1992), *Precios de Cuenta en la Evaluación de Proyectos*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington DC, p. 338-404.

PASQUAL, J. (1999). *La Evaluación de Políticas y Proyectos*. Ed. Icaria y Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona.

PEARCE, D.W. AND D. ULPH (1995). *A Social Discount Rate for the United Kingdom*. Centre for Social and Economic Research on the Global Environment (CSERGE), Working Paper 95-01.

POWERS, T.A. (1981). *Precios de Cuenta en la Evaluación de Proyectos*. Banco Interamericano de Desarrollo, Washington DC.

SAERBECK, R. (1988). «Estimating Accounting Price Ratios with a Semi Input-Output Table: Bostwana». *Project Appraisal*, 3 (4), p. 190-198.

SCOTT, M.F.G., J.D. MCARTHUR AND D.M.G. NEWBERY (1979). *Project Appraisal in Practice*. Heinemann, London.

SOUTO, G. (2000). *Trabajo y Capital en la Evaluación Pública de Proyectos*. Tesis Doctoral, Departamento de Economía Aplicada, Universidad Autónoma de Barcelona.

SHIONG, T.T. AND MACARTHUR, J.D. (1995). «An Extended Semi Input-Output Method for Estimating Shadow Prices». *Project Appraisal*, 10 (1), p. 39-48.

WEISS, J. (1987). «Approaches to Estimating National Economic Parameters: Jamaica, Nepal and Ethiopia». *Project Appraisal*, 2 (1), p. 21-30.

WEISS, J. (1988). «An Introduction to Shadow Pricing in a Semi-Input-Output Approach». *Project Appraisal*, 3 (4), p. 182-189.