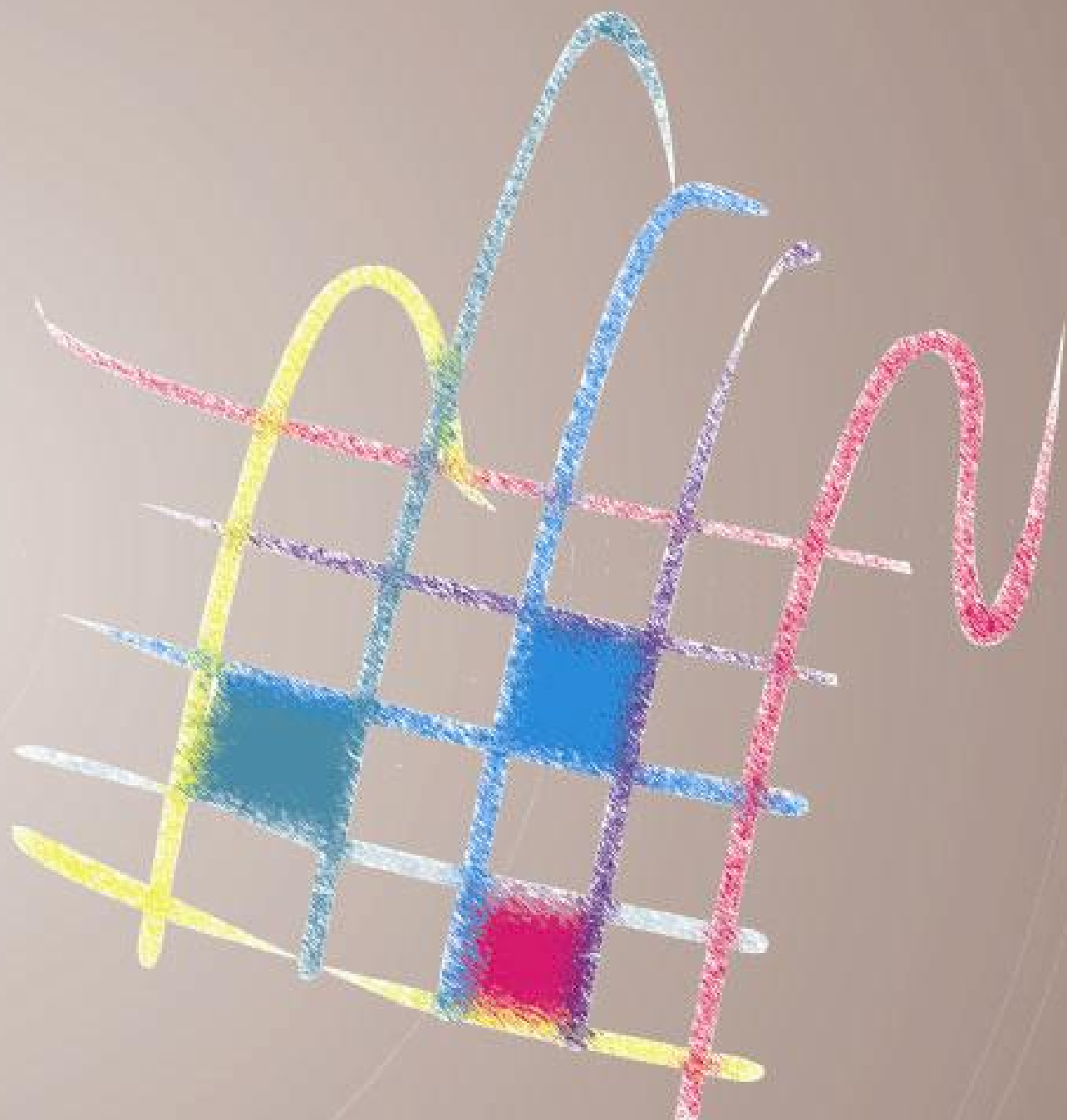


# **Marco Input-Output de Andalucía 2000**

## **Análisis de Resultados**



Instituto de Estadística de Andalucía  
**CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA**





**Marco Input-Output  
de Andalucía 2000**

**Instituto de Estadística de Andalucía**

Pabellón de Nueva Zelanda

Leonardo Da Vinci, 21

Isla de la Cartuja

41092 Sevilla

Teléfono: 955 03 38 00

Fax: 955 03 38 16-17

[www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica.es](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica.es)

# Marco Input-Output de Andalucía 2000

**Análisis de Resultados**



Instituto de Estadística de Andalucía  
**CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y HACIENDA**

**Datos catalográficos**

Marco input-output de Andalucía 2000 : análisis de resultados /.  
[coordinación de la publicación Luis Robles Teigeiro, Joaquín Auriolos  
Martín]. – Sevilla : Instituto de Estadística de Andalucía, 2007

444 p. ; gráf. ; 30 cm.

D.L. SE-5688-2007

ISBN 978-84-96659-40-7

1. Tablas Input-output. 2. Economía. 3. Turismo. 4. Empleo. 5.  
Andalucía. I. Robles Teigeiro, Luis. II. Auriolos Martín Joaquín. III.  
Instituto de Estadística de Andalucía. ed.

330 (460.35) "2000"

338.48 (460.35) "2000"

331 (460.35)"2000"

**Coordinación de la publicación:**

Luis Robles Teigeiro

Joaquín Auriolos Martín

Año de Edición: 2007 Instituto de Estadística de Andalucía

© Instituto de Estadística de Andalucía

Depósito Legal: SE-5688-07

I.S.B.N.: 978-84-96659-40-7

Tirada: 1.000 ejemplares

*Reproducción autorizada con indicación de la fuente bibliográfica, excepto para fines comerciales*

# Presentación

La Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía mantiene una intensa relación con las universidades andaluzas. El caso del Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) no es una excepción, sino más bien destaca por su continuidad e intensidad.

Las Tablas Input Output venían siendo elaboradas en el ámbito universitario, antes de la existencia del IEA, por lo que, tras su creación, se apostó por la continuidad de los equipos y por el aprovechamiento de la experiencia. Y esto ha venido siendo así durante más de quince años, relevándose unos u otros profesores en los equipos de elaboración de las tablas, trabajando codo con codo con los estadísticos del IEA y con el resto del personal de los diferentes organismos de la Junta de Andalucía, implicados en un proyecto que siempre es largo y complejo. Por otra parte, el propio IEA ha sido en cierto modo una cantera de profesores que hoy trabajan en las diferentes universidades andaluzas, manteniendo muchos de ellos fuertes vínculos con su antigua casa. La normalidad que ha adquirido todo el proceso, la fluidez de las relaciones profesionales, en una palabra, la facilidad con que investigadores de las universidades se han integrado en una tarea esencial para la estadística en Andalucía, no debe hacer olvidar lo afortunada y fructífera que ha sido esta vieja y consolidada relación.

Tras la publicación de la primera Tabla Input Output estimada en el IEA para el año de referencia de 1990, se tomó la decisión de encargar un conjunto de trabajos que estudiaran la economía andaluza a la luz de esta fuente, para lo que se contó con la participación de un amplio número de profesores en colaboración, entre ellos algunos que habían participado en la estimación de la propia tabla. El resultado fue fructífero y, así con ocasión de la estimación del Marco Input-Output de Andalucía del año 2000 se ha decidido repetir el mismo esquema, sin grandes alteraciones, o con los cambios que imponen las circunstancias, las posibilidades personales y el ineludible relevo generacional.

En esta obra ha participado un buen número de profesores andaluces, acompañados por algunos de los mejores especialistas nacionales e internacionales en esta materia. Evidentemente, aunque puedan no estar todos los que son, puede afirmarse que todos los que están gozan de sobrado reconocimiento por su excelente labor profesional.

Han participado también estadísticos del IEA o de otras unidades estadísticas de la Junta Y así, en muchos de los capítulos de este libro, estadísticos y universitarios han vuelto a unir sus esfuerzos para la consecución de unos objetivos que les son comunes.

La libertad otorgada a los autores ha conducido a que se contemplen muy variados aspectos de la economía andaluza a partir del marco input output 2000. El conjunto obtenido se organizado en tres partes no delimitadas de forma tajante, debido a la propia naturaleza y diversidad de los trabajos. Una primera parte tiene carácter introductorio, con los estudios más amplios y generales. Una segunda hace hincapié en las interrelaciones productivas, con el fin de identificar estructuras relevantes y sectores estratégicos para la economía andaluza. Finalmente, en la tercera, se reúne una miscelánea de temas donde han encontrado cabida estudios sectoriales y particulares.

El trabajo está a la altura del trabajo y del entusiasmo que han dedicado los autores, y por esta razón quiero expresar mi agradecimiento a todos los que han tenido la amabilidad de colaborar en esta obra.

**Juan Antonio Fernández Cordón**

Director del Instituto de Estadística de Andalucía





# Índice

Presentación .....	7
<b>1. Articulación sectorial y efectos Multiplicadores en Andalucía. Un análisis a partir de la Tabla Input-Output del año 2000.</b> Autores: Antonio Titos Moreno (Universidad de Córdoba), César Martín Núñez (IEA).....	11
<b>2. El cambio estructural en la economía de Andalucía a partir de las tablas Input-Output de 1990 Y 2000.</b> Autor: Tomás de Haro Giménez (Universidad de Córdoba). Colaboradores: José Ramón Oliva Mora (IEA), Inmaculada Pérez Llamas (Universidad Pablo de Olavide).....	45
<b>3. La estructura económica andaluza. Resultados de los coeficientes importantes.</b> Autor: Fidel Aroche Reyes (Universidad Nacional Autónoma de México).....	89
<b>4. Modelo centro-periferia e indicadores multinivel en la red productiva andaluza.</b> Autores: Ana Salomé García Muñiz (Universidad de Oviedo), Antonio Morillas Raya (Universidad de Málaga).....	109
<b>5. Los complejos industriales en la economía andaluza. Una perspectiva de cambio estructural 1990-2000.</b> Autores: Joaquín Auriolos Martín (Universidad de Málaga), Verónica Brenes Ríos (Universidad de Málaga), María del Carmen Fernández Cuevas (IEA), Elena Manzanera Díaz (IEA).....	135
<b>6. Métodos de identificación y evaluación de clusters a partir de tablas input output: una aplicación para Andalucía.</b> Autores: Carmen Ramos Carvajal (Universidad de Oviedo), Luis Robles Teigeiro (Universidad de Málaga). Colaboradores: Joaquín Planelles Romero (Universidad de Granada), Ana Perales Rivas (Universidad de Sevilla) y Carmen Trevijano Dalebrook (Universidad de Almería).....	165
<b>7. Análisis de clusters de la economía andaluza. Una mirada al sector de la construcción</b> Autores: Antonio Antúnez Torres (Universidad de Málaga), Jesús Sanjuán Solís (Universidad de Málaga).....	205
<b>8. Terciarización de la economía andaluza</b> Autores: José Antonio Camacho Ballesta (Universidad de Granada, IDR), Mercedes Rodríguez Molina (Universidad de Granada, IDR). Colaboradoras: Alicia Bermúdez Narváez (IEA), Judit Rodríguez Jorge (IEA).....	239
<b>9. El turismo como impulsor de la economía Andaluza: Un análisis a partir de las tablas Input-output y la Cuenta Satélite del Turismo.</b> Autores : Agustín Cañada Martínez (INE y Universidad Autónoma de Madrid), M <sup>a</sup> José Muñoz Supervielle (Consejería de Turismo, Comercio y Deportes).....	267

<b>10. Dinámica comparada del empleo sectorial en Andalucía mediante SDA.</b>	
Autores: Esteban Fernández (Universidad de Oviedo), Bart Los (Universidad de Groningen).....	309
<b>11. Eficiencia técnica en Andalucía. Un análisis frontera en el sector primario.</b>	
Autora: Rafaela Dios Palomares (Universidad de Córdoba).	
Colaboradores: Antonio Arquero Mota (Universidad de Málaga), Juan Francisco Gómez García (IEA), Susana Naranjo Sáez de Tejada (Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero).....	329
<b>12. La localización de ventajas comparativas de Andalucía y España con respecto a Italia.</b>	
Autor : José M. Rueda-Cantucho (Universidad Pablo de Olavide), Thijs ten Raa (Universidad de Tilburg).	
Colaboradores: Martín Manzanera Díaz (IEA), Concepción Paralera Morales (Universidad Pablo de Olavide).....	365
<b>13. Emisiones de CO2 en Andalucía: identificación de los sectores productivos estructuralmente contaminantes.</b>	
Autor: Miguel Ángel Tarancón Morán (Universidad de Castilla La Mancha).	
Colaboradora : Mercedes Gómez Castro (Consejería de Medio Ambiente).....	403

Antonio Titos Moreno<sup>1</sup>  
César Martín Núñez<sup>2</sup>

# **Articulación sectorial y efectos multiplicadores en Andalucía Un análisis a partir de la Tabla Input-Output del año 2000**

---

1. Universidad de Córdoba  
2. Instituto de Estadística de Andalucía



# 1. Introducción y Objetivos

Como es bien sabido, la Tabla Input-Output (TIO) es un instrumento estadístico-contable en el que se representa la totalidad de las operaciones de producción y distribución que ocurren en una economía en un periodo determinado de tiempo, normalmente un año. Concretamente, su matriz de consumos intermedios tiene la peculiaridad de establecer con gran detalle las relaciones de compra/venta existentes entre las distintas ramas de actividad que conforman dicha economía, configurándose como un potente instrumento de análisis para la misma. La información desagregada que ofrece permite conocer el papel que desempeña en el tejido productivo cualquiera de las ramas que lo integran, lo que resulta relevante para resaltar de entre ellas las que generan en su entorno mayor actividad, ya sea a través de las compras, ya sea a través de las ventas que realizan a otras ramas con las que se conectan por razones tecnológicas derivadas de los procesos productivos.

En este ámbito de conexiones por intercambio de factores de producción entre ramas (consumos intermedios) es donde tiene su origen la “propagación de la interdependencia sectorial”, rasgo básico en el funcionamiento de cualquier economía. Aparece así el concepto de “ligazón” (también denominado “vínculo”, “encadenamiento”, “linkage”, etc.), con el que se quiere indicar los lazos que mantiene una rama con el entramado de la estructura productiva (como oferente y/o demandante de insumos). Su utilización como mecanismo de identificación de “sectores polarizadores” fue evocada ya por Perroux (1955) en su teoría de los *polos de desarrollo*, y algo más tarde, pero más extensamente, por Hirschman (1958) cuando acuñó el término de “sectores clave”. En esencia, este autor propugnaba la necesidad de favorecer las actividades que ejercían mayor poder o influencia sobre otras (debido a sus vinculaciones intersectoriales) por su capacidad de producir “tensiones o desequilibrios” entre la oferta y la demanda, lo que sin duda se convierte en un estímulo general sobre la actividad productiva.

A partir de entonces, términos tales como sectores propulsores, claves o polarizadores son utilizados con profusión en la literatura económica. Al encontrarse tales sectores en disposición favorable para expansionar la actividad de otras industrias, se estudian y se proponen estrategias sectoriales para ellos con el fin de incrementar las relaciones entre ramas e, incluso, propiciar el inicio de nuevas actividades productivas. Todo ello,

evidentemente, con el fin de llevar a la economía hacia mayores niveles de renta. Siguiendo este razonamiento, y a modo de ejemplo, Streit (1969) hablaba de las posibilidades de crecimiento mediante la promoción de *complejos industriales* sobre la base de la interdependencia sectorial; y Jones (1976) se pronunciaba partidario de favorecer industrias con importantes ligazones y alta capacidad de estimular la actividad de otras, porque ello llevaría a alcanzar mayores tasas de crecimiento en la economía.

En definitiva, partiendo de la TIO es posible estudiar, por un lado, la importancia relativa de las diferentes ramas como “polarizadoras” de actividad, dado que cualquier rama reúne en torno suyo a otras, a través de las **ligazones directas** que mantiene con ellas como demandante y/o suministradora de insumos. Estas ligazones pueden calcularse partiendo únicamente de los datos contenidos en la TIO.

Pero por otro lado, se puede medir el impacto que determinadas políticas sectoriales concretas provocan no solo en las ramas de actividad vinculadas directamente con los sectores afectados, sino también en aquéllas con las que indirectamente están relacionadas en virtud del entramado de demandas y ofertas intersectoriales. La valoración cuantitativa de la cadena de efectos directos e indirectos que se dan entre pares de ramas (**efectos intersectoriales**) y entre cada una ellas y el conjunto de la economía (**efectos multiplicadores**), exige la utilización de datos de las matrices inversas de coeficientes técnicos y/o de distribución, matrices que se derivan de la TIO.

Teniendo en cuenta tales posibilidades, el primer objetivo de este trabajo consistirá en analizar las **ligazones directas** para identificar las ramas polarizadoras de la economía de Andalucía en base a su TIO para el año 2000, última elaborada hasta el momento; a partir de ellas se establecerán los circuitos intersectoriales de oferta/demanda relevantes sobre los que se articula la economía de nuestra Comunidad Autónoma, lo que a su vez permitirá dibujar esquemáticamente la “malla” de actividades en que se asienta el tejido productivo. En segundo lugar, se estudiarán los **efectos multiplicadores** con el fin de medir la capacidad de las diferentes ramas para extender su impacto a toda la economía de Andalucía, destacando aquéllas que por su importancia sean consideradas “estratégicas” para el conjunto productivo.



## 2. Ligazones directas en la economía de Andalucía

Con este enfoque se pretenden detectar los encadenamientos directos que se producen entre las ramas y que configuran la estructura del sistema productivo de Andalucía. Es un análisis idóneo para ofrecer el grado de articulación del citado sistema, basándose exclusivamente en las relaciones intersectoriales que se establecen en su seno. La idea básica consiste en conectar a parejas de ramas que mantienen relevantes relaciones entre sí, unas como compradoras y otras como vendedoras. Los múltiples eslabonamientos que así se generan posibilitan la formación de **cadena funcionales**, las cuales indican la sucesión de operaciones corrientes de compra-venta que se producen entre las actividades que las forman.

Existen diversas alternativas para establecer estas cadenas<sup>1</sup>, pero en este trabajo haremos uso de las más simples en operatividad y más fáciles de interpretar. Siguiendo la terminología de Arjona (1972), se pueden distinguir tres tipos de ligazones directas:

- **Ligazones específicas**, propuestas por Leontief (1953), que se establecen entre cada par de ramas y que pueden ser de *demanda* o de *oferta*.

- **Ligazones absolutas**, propuestas por Streit (1969), que se establecen también entre cada par de ramas, pero que integran en una sola medida tanto las ligazones de oferta como de demanda. Una variante, que es la que aquí seguiremos, se deriva de la propuesta hecha por Bellet, Lallich y Vincent (1989), quienes consideran mejor medida la que únicamente tiene en cuenta las dos ligazones en que una rama es la oferente y la otra la demandante.

- **Ligazones globales**, propuestas por Chenery-Watanabe (1958), que se establecen entre una rama y el resto de la economía, pudiendo ser *hacia delante* o *hacia atrás*.

### Ligazones específicas de oferta y de demanda

Estas ligazones se pueden explicar desde dos enfoques diferentes. Por un lado, desde la perspectiva de la demanda, tenemos una rama  $j$  que al requerir insumos procedentes de otra rama  $i$  estimula la producción de ésta última, “tira” de ella, generándose lo que se conoce como una *ligazón hacia atrás*. Por otro lado, desde la perspectiva de la oferta, la rama  $i$  suministra inputs a la rama  $j$ , estimulándola, “empujándola” a la producción. Se genera entonces una *ligazón hacia delante*.

Existe ligazón específica entre dos ramas cuando una compra a la otra parte de sus inputs: de **oferta** para la vendedora  $i$  ( $LO_{ij}$ ) y de demanda para la compradora  $j$  ( $LD_{ij}$ ). Se calculan de la forma siguiente:

$$LO_{ij} = x_{ij} / \sum_j x_{ij} = x_{ij} / OI_i$$

$$LD_{ij} = x_{ij} / \sum_i x_{ij} = x_{ij} / II_j$$

siendo  $x_{ij}$  el flujo de la rama  $i$  a la rama  $j$ ;  $OI_i$  el total de flujos suministrados por la rama  $i$  al sistema productivo (outputs intermedios de  $i$ ); e  $II_j$  el total de flujos utilizados por la rama  $j$  procedentes de todo el sistema (inputs intermedios de  $j$ ). Por lo tanto, la ligazón de oferta  $LO_{ij}$  indica el peso que tienen las ventas intermedias que la rama  $i$  hace a la rama  $j$  sobre el total de ventas intermedias de la rama  $i$ . Análogamente, la ligazón de demanda  $LD_{ij}$  indica el peso que tienen las compras intermedias que la rama  $j$  hace a la rama  $i$  sobre el total de compras intermedias de la rama  $j$ . En nuestro caso, el cálculo de estas ligazones se ha realizado sobre los flujos interiores (subfila *Andalucía* de la TIO), ya que el interés del análisis reside en ver el grado de articulación existente entre ramas de nuestra Comunidad Autónoma.

Teóricamente se dice que una rama es “polarizadora” de la actividad económica cuando compra (vende) a otra rama más de  $1/n$  del total de sus inputs (outputs) intermedios, siendo  $n$  el total de ramas. Esto indica que la ligazón es **relevante**, que supera el “umbral de relevancia” que en este caso toma el valor  $1/n$ . No obstante, en la práctica se suele hacer más restrictiva la condición de rama relevante aumentando el umbral de relevancia<sup>2</sup>. En este trabajo, y una vez analizados los valores

1. Remitimos a Pulido y Fontela (1993) en donde se hace un resumen de dichas alternativas.

2. Con una TIO de 50 ramas el umbral de relevancia normal sería de  $1/50 = 0,02$ . Este valor es demasiado bajo y haría que muchas ligazones apareciesen como relevantes, dejando enmascaradas las que verdaderamente tienen importancia para la economía. Por ello se suele elevar el umbral hasta valores comprendidos entre 0,05 y 0,20.

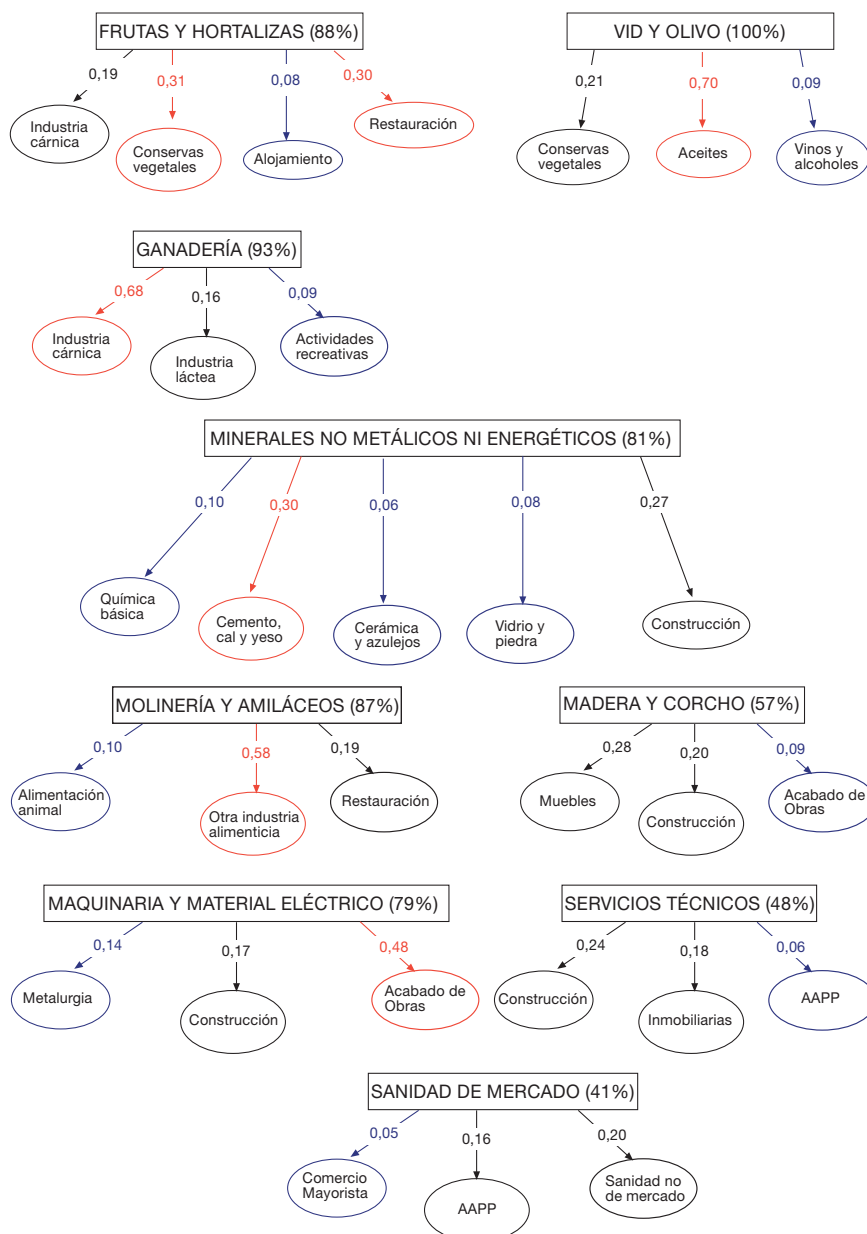


obtenidos, se ha establecido un umbral de relevancia de 0,05<sup>3</sup> con el fin de poner el acento en los más interesantes. En los gráficos 1 y 2 se representan las ramas que ofrecen conexiones importantes de oferta y de demanda. Se han seleccionado solamente aquéllas que presentan al menos tres ligazones relevantes con otras ramas.

De las diez ramas seleccionadas por sus ligazones relevantes de oferta, destacan cinco que acumulan en dichas

ligazones al menos el 80 % de sus ventas intermedias. Tres de ellas son del sector primario: **Frutas y hortalizas**, que acumula en cuatro ramas el 88%; **Vid y olivo**, que vende el 100 % a tres ramas; y **Ganadería**, que destina el 93% a otras tres. Las otras dos ramas son: **Extracción de minerales no metálicos ni energéticos** (que distribuye el 81 % entre cinco ramas) y **Productos de molinería y amiláceos** (que vende el 87 % a tres ramas).

**Gráfico 1. Ligazones de oferta relevantes\***



\*LEYENDA: Los porcentajes indican, del total de bienes y servicios que la rama vende, cuanto se concentra en las ligazones de oferta relevantes. El rojo indica que la ligazón de oferta es mayor que 0,30, el negro que está entre 0,15 y 0,30, y el azul que está entre 0,05 y 0,15. el resto de valores no se consideran relevantes.

3. Eso significa que al menos la compra (venta) es del 5% del total de las compras (ventas) efectuadas por esa rama a las otras con las que se vincula.

En relación con las ligazones relevantes de demanda se han seleccionado once ramas que cumplen los requisitos antes citados. En general, se observa un mayor número de ligazones relevantes por rama, lo que hace que las conexiones sean menos importantes que en las de oferta. Destacan en este aspecto las ramas **Frutas y hortalizas** con siete conexiones relevantes, seguida de **Vid y olivo** y **Cerveza y bebidas no**

**alcohólicas**, con cinco ligazones relevantes cada una. Por otro lado, ninguna de las once ramas acumula con estas ligazones el 80 % de las compras intermedias que realiza; son la de **Frutas y hortalizas** (con el 79 %), la de **Ganadería** (con el 78 %) y la de **Vid y olivo** (con el 70 %) las que mayor acumulación presentan.

**Gráfico 2. Ligazones de demanda relevantes\***



\*LEYENDA: Los porcentajes indican, del total de bienes y servicios que la rama consume, cuanto procede de las ligazones de demanda relevantes. El rojo indica que la ligazón de demanda es mayor que 0,30, el negro que está entre 0,15 y 0,30 y el azul que está entre 0,05 y 0,15. El resto de valores no se consideran relevantes.

### Ligazones absolutas, índices de flujo y articulación del tejido productivo

Como ya se ha dicho, con las ligazones absolutas de Streit se trata de valorar cualquier tipo de relación entre cada par de ramas, integrando en un solo valor la interdependencia existente entre ambas. El **coeficiente simétrico de Streit (CS)**, por tanto, valora conjuntamente las ligazones específicas de oferta y de demanda entre dos ramas. Se calcula como media aritmética de las cuatro ligazones, por lo que otorga la misma importancia a cada una de ellas:

$$CS_{ij} = CS_{ji} = 0,25 (LO_{ij} + LD_{ij} + LO_{ji} + LD_{ji})$$

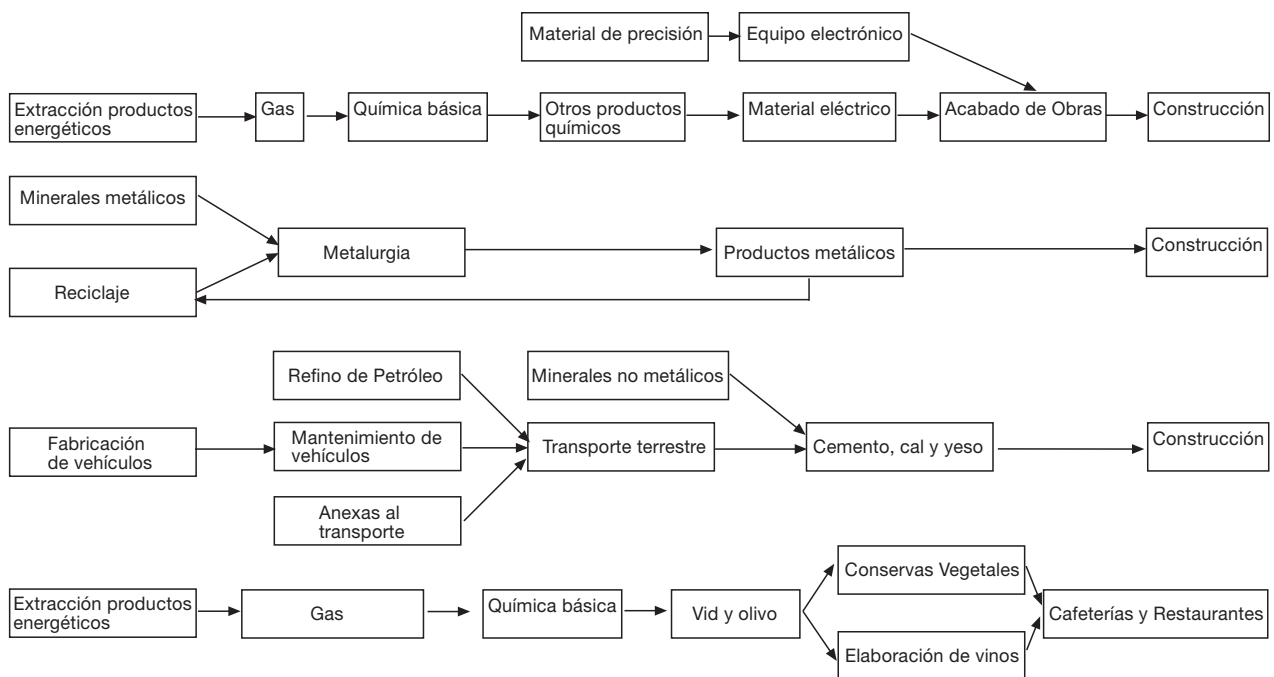
Aunque es un método clásico y se ha utilizado con profusión, no nos parece demasiado convincente la “mezcla” indiscriminada de las cuatro ligazones específicas en las que tanto la rama *i* como la rama *j* se comportan simultáneamente

como oferentes y demandantes. En la realidad económica son muy escasas las ramas que puedan ofrecer tal comportamiento de forma relevante. Siguiendo a Bellet, Lallich y Vincent (1989), preferimos utilizar una variante en la que se consideran únicamente las dos ligazones entre cada par de ramas en que una es la oferente y otra la demandante. Es el denominado **Índice de flujo (IF<sub>ij</sub>)**, que muestra la fuerza conjunta que liga a dos ramas por un mismo flujo  $x_{ij}$ :

$$IF_{ij} = 0,5 (LO_{ij} + LD_{ij}).$$

Una vez calculados los índices de flujo, se ha establecido un umbral de relevancia de 0,15 con el fin de poner el acento en los más interesantes. Partiendo de los que presentan valores relevantes se pueden formar las **cadena productivas** representadas en el gráfico 3 (solo se reseñan las que tienen al menos cuatro eslabones).

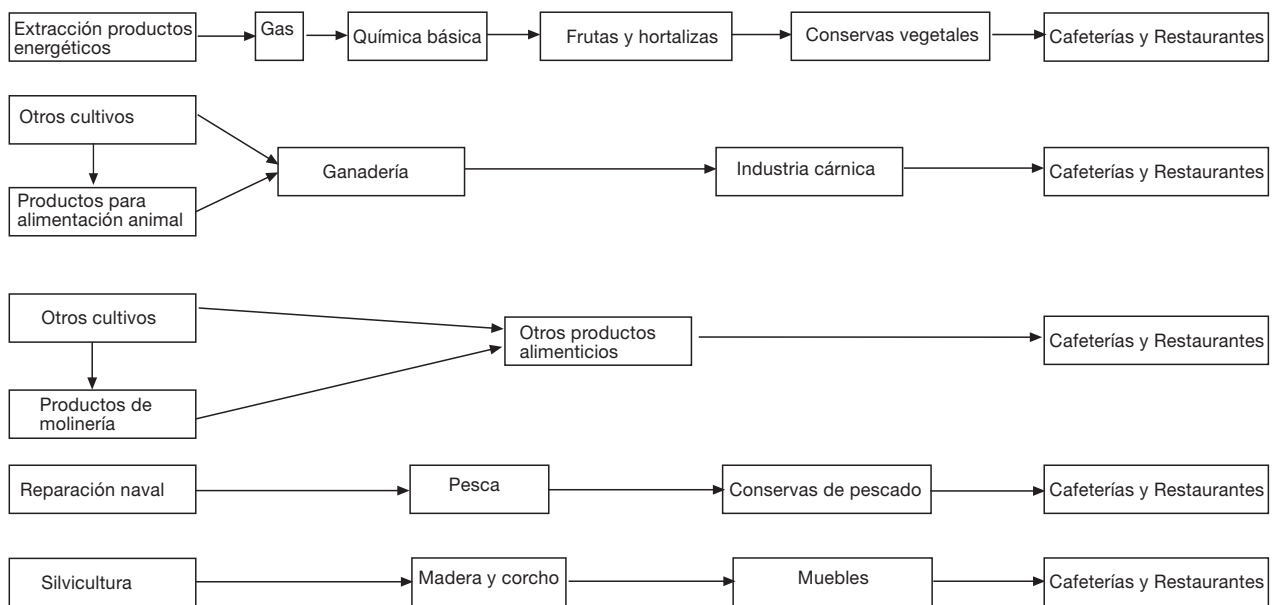
**Gráfico 3. Cadenas Productivas Relevantes\***



CONTINÚA →

**Gráfico 3. Cadenas Productivas Relevantes\***

CONTINUACIÓN



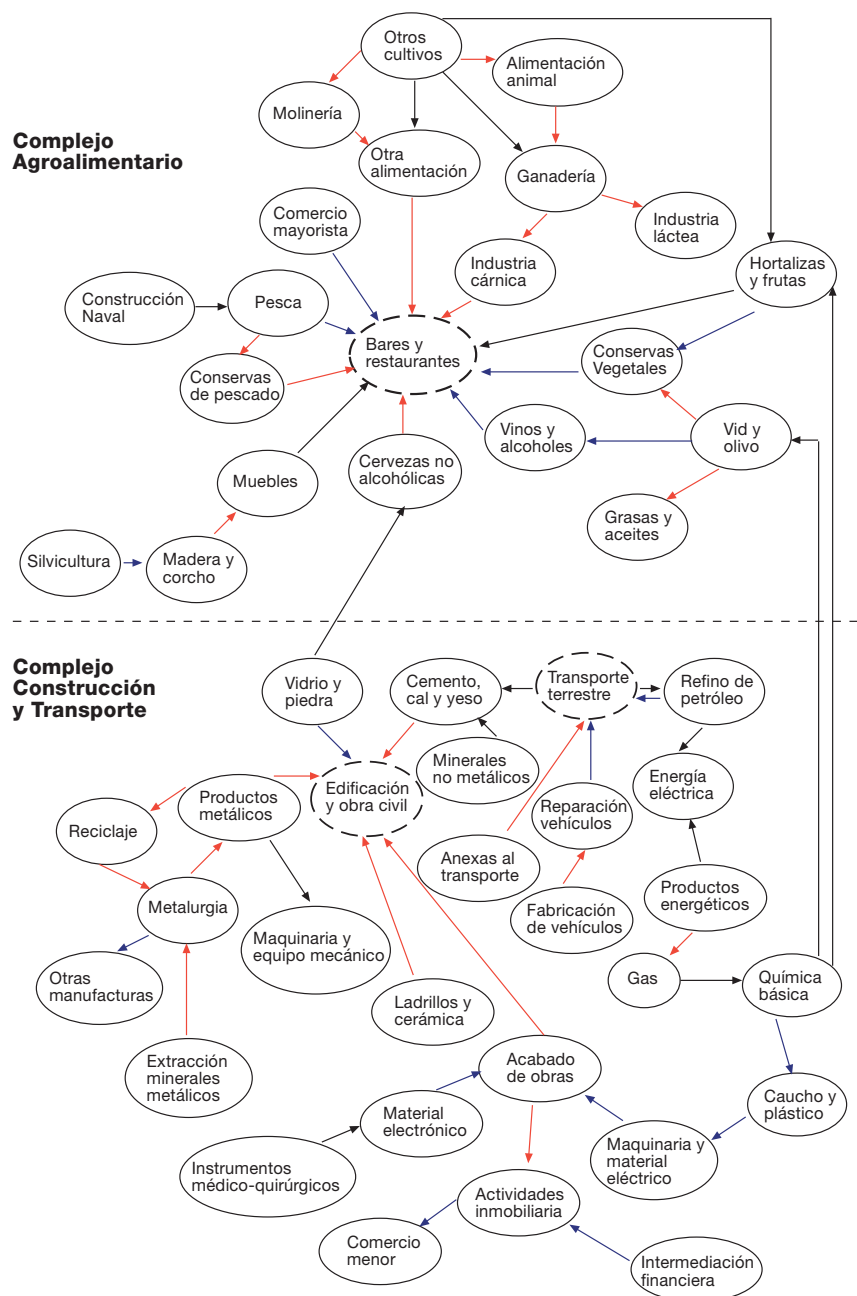
\*LEYENDA: Se ha establecido el umbral de relevancia en 0,15

Obsérvese que quedan seleccionadas nueve cadenas. Tres de ellas tienen como final la rama de **Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil** y son las que mayor longitud y complejidad presentan. Las seis restantes acaban en los **Servicios de cafeterías, bares y restaurantes**.

Sin embargo, a nuestro entender el verdadero interés de los índices de flujo reside en que a partir de ellos se puede “dibujar” el entramado de conexiones que articulan el tejido productivo de una economía. En el caso de Andalucía el gráfico 4 permite ver esta malla, en la que definiremos como

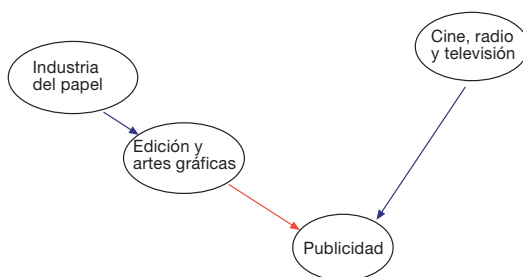
polarizadoras importantes las ramas con al menos cuatro conexiones relevantes. Destacan como nucleadoras de actividad las ramas de **Servicios de cafeterías, bares y restaurantes** (diez vínculos); **Otros cultivos y servicios agrarios, Construcción de inmuebles y obras de ingeniería y Transporte terrestre** (cinco vínculos cada una); y **Cultivos de hortalizas y frutas, Cultivos de vid y olivo, Producción ganadera, Productos de la química básica, Metalurgia, Fabricación de productos metálicos y Acabado de obras** (cuatro cada una).

**Gráfico 4. Articulación del tejido productivo\***

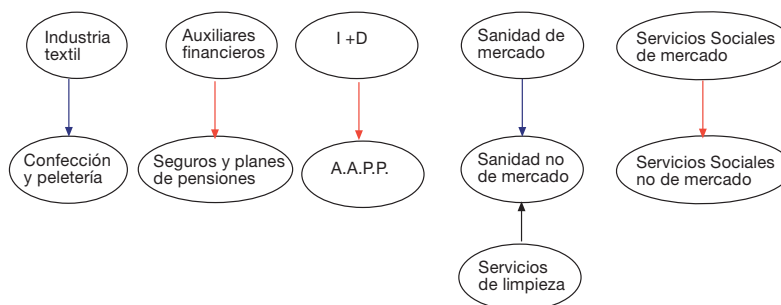


CONTINÚA →

**Complejo  
Publicidad**



**Otros  
complejos**



\*LEYENDA: Articulación según los índices de Flujo. Las flechas rojas indican que el índice de flujo es mayor que 0,3, la azul que está entre 0,2 y 0,3 y la negra que está entre 0,15 y 0,2

**Ligazones globales hacia atrás y hacia delante**

Tratan de medir las ligazones existentes entre una rama y el resto de la economía, distinguiendo entre conexiones **hacia atrás** y **hacia delante**. Con la ligazón global **hacia atrás**,  $\mu_j$ , se mide la capacidad de una rama para **“arrastrar”** tras ella al conjunto de las ramas de actividad, al comprarles productos que utiliza como inputs para elaborar su output:

$$\mu_j = \sum_i x_{ij} / X_j = \Pi_j / X_j$$

siendo  $X_j$  la producción de la rama  $j$ . Esta ligazón también indica la necesidad de insumos que tiene una rama para elaborar una unidad de su producto.

Con la ligazón global **hacia delante**,  $\omega_i$ , se muestra la capacidad de una rama de **“empujar”** a otras a las que vende productos que luego serán utilizados como insumos. También indica el peso de las ventas intermedias en relación con las ventas totales de una rama:

$$\omega_i = \sum_j x_{ij} / X_i = OI_i / X_i$$

Las ligazones globales permiten clasificar a las ramas en cuatro tipos:

---

TIPO I	Ramas con $\mu$ y $\omega$ relevantes	De arrastre y de empuje
TIPO II	Ramas con $\mu$ relevante y $\omega$ no relevante	De arrastre
TIPO III	Ramas con $\mu$ no relevante y $\omega$ relevante	De empuje
TIPO IV	Ramas con $\mu$ y $\omega$ no relevantes	Ni arrastran ni empujan

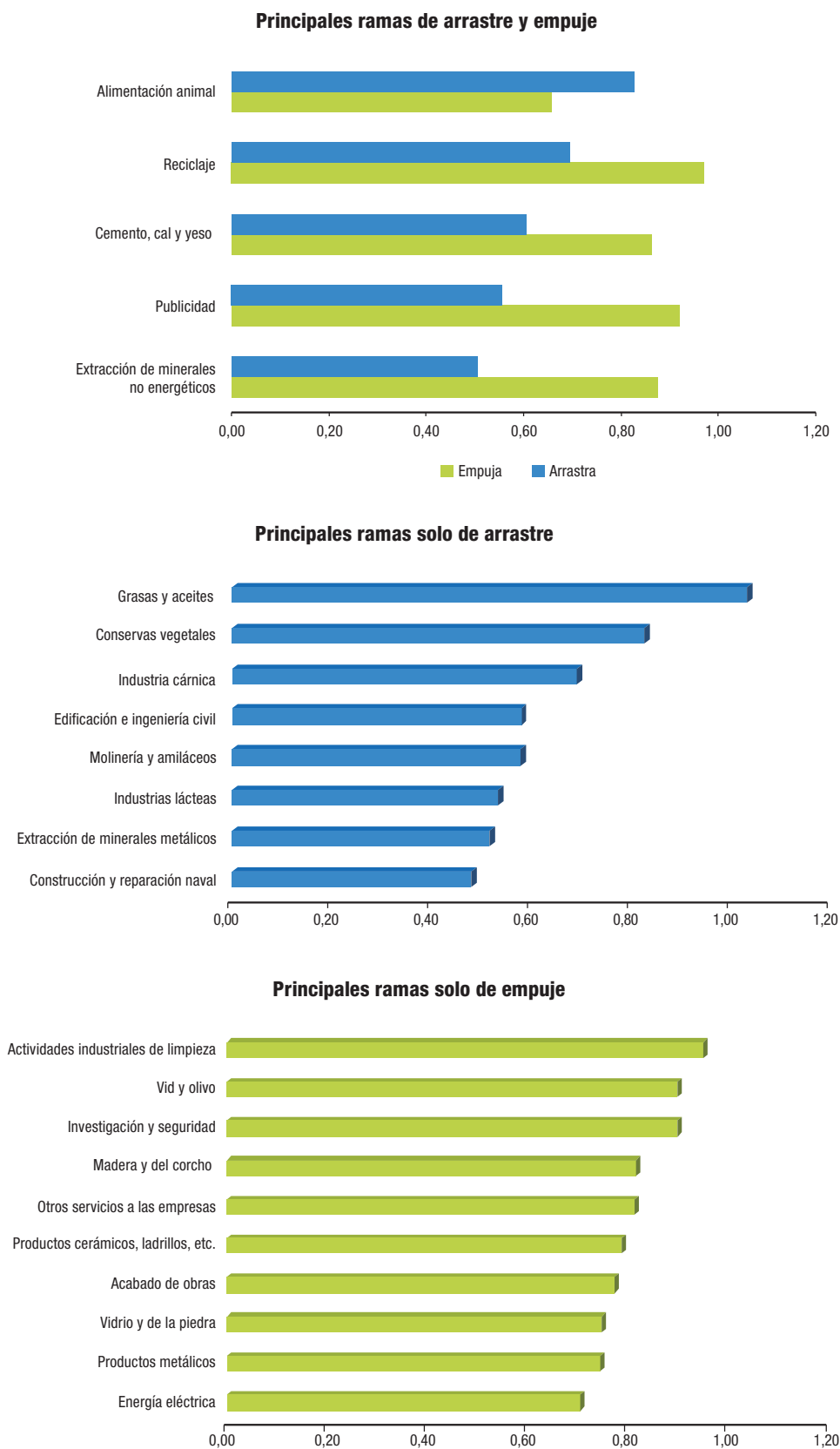
---

Las ramas del Tipo I son muy importantes para el tejido productivo porque presentan fuertes vínculos tanto hacia delante (la mayoría de sus ventas tienen destino intermedio) como hacia atrás (son manufactureras porque necesitan grandes consumos intermedios). Las ramas del Tipo II solamente presentan encadenamientos fuertes hacia atrás (son manufactureras), siendo el destino más importante de sus ventas la demanda final (consumo final, formación de capital o exportaciones). Las ramas del Tipo III tienen un comportamiento contrario a las anteriores: presentan vínculos débiles hacia atrás (requieren pocos inputs intermedios, son poco manufactureras) pero los encadenamientos hacia delante son relevantes (venden la mayor parte de su producción como consumos intermedios a otras ramas). Las ramas del Tipo IV no aportan demasiado al tejido productivo, ya que ni son manufactureras (consumen pocos inputs intermedios) ni

venden de manera importante a las ramas productivas, sino que están básicamente orientadas a los mercados finales.

Como se hizo anteriormente con las ligazones específicas, las ligazones globales se han calculado sobre los totales de los flujos interiores (subfila *Andalucía* de la TIO). Sus valores para las distintas ramas se exponen en el anexo 1. Con objeto de resaltar las que juegan un papel importante en la economía regional, se ha establecido el valor de 0,50 como umbral de relevancia. Se puede constatar que son bastante más numerosas las ramas que “empujan” (24) que las que “arrastran” (8). La causa fundamental de esta diferencia estriba en que las actividades de servicios (que no tienen el carácter de manufactureras) únicamente aparecen entre las primeras. En el gráfico 5 pueden verse las ramas más relevantes, según la tipología reseñada más arriba.

**Gráfico 5. Clasificación de las ramas según ligazones globales de Chenery-Watanabe\***







### 3. Efectos multiplicadores sobre la producción en Andalucía

El uso de las ligazones directas no permite analizar en su globalidad el impacto que las relaciones intersectoriales tienen en las distintas ramas consideradas individualmente o en el conjunto de la economía. Y ello porque solo tienen en cuenta los vínculos que directamente se establecen entre ramas, dejando al margen los que, existiendo, no se aprecian en un examen somero de la TIO. Este tipo de relaciones indirectas que no quedan explicitadas se cuantifican a través de los **efectos multiplicadores**.

A partir de una TIO pueden configurarse distintos modelos que permiten medir y analizar los efectos que los cambios ocurridos en las magnitudes de unas ramas producen sobre las de otras. Nos centraremos aquí en el análisis derivado del **modelo abierto**, en el cual las variables relativas a la demanda final y al valor añadido son exógenas. Este modelo ofrece la posibilidad de dar respuestas con diferente nivel de detalle y de desagregación sectorial, en función de lo detallados que figuren los datos que integran la TIO. No obstante, para no errar en las conclusiones hay que tener en cuenta algunas cuestiones:

a) Los coeficientes técnicos que indican la estructura de las interrelaciones productivas se consideran **constantes**. Por lo tanto, se presupone que cada rama necesita unas proporciones fijas tanto de inputs intermedios suministrados como de inputs primarios para llevar a cabo su producción (no se tienen en cuenta las economías de escala ni la sustitución de factores productivos).

b) Las relaciones entre variables tienen un carácter **estático** en el tiempo. Solo podrían ser dinámicas si conociéramos la evolución de las mismas en el transcurso del tiempo.

#### El modelo de demanda: efectos intersectoriales

La TIO puede desarrollarse por filas (modelo de demanda) con la siguiente expresión:

$$X_i = x_{i1} + \dots + x_{in} + D_i$$

siendo  $X_i$  la producción de rama  $i$ ;  $x_{ij}$  el flujo regional de la rama  $i$  a la rama  $j$ ;  $D_i$  la demanda final regional de productos de  $i$ ; y  $n$  el número de ramas. Si definimos un **coeficiente técnico**  $a_{ij}$  como:  $a_{ij} = x_{ij} / X_j$  tendremos:

$$X_i = \sum_j a_{ij} X_j + D_i$$

El sistema de ecuaciones puede escribirse de forma matricial:  $X = A X + D$

donde  $X$  es el vector columna de producciones de las ramas;  $A$  es la matriz de coeficientes técnicos interiores  $a_{ij}$ ; y  $D$  es el vector columna de demandas finales interiores.

Operando se deduce:

$$X = (I - A)^{-1} D = B D$$

donde  $B$  es la matriz inversa interior (denominada **inversa de Leontief**) cuyos elementos genéricos son  $b_{ij}$ . Es esta una matriz muy importante porque informa de manera detallada de la interdependencia de las ramas del sistema a través de su demanda final. En definitiva, ofrece la utilización total (directa e indirecta) que una rama  $j$  hace de los productos de otra  $i$  por unidad de demanda final.

Desarrollando este sistema de ecuaciones para la rama fila  $i$  tendremos:

$$X_i = b_{i1} D_1 + b_{i2} D_2 + \dots + b_{ij} D_j + \dots + b_{in} D_n = \sum_j b_{ij} D_j$$

Aplicando cambios a la variable exógena  $D_j$ , y bajo el supuesto de constancia de coeficientes técnicos ya enunciado, puede escribirse:

$$\Delta X_i = b_{i1} \Delta D_1 + b_{i2} \Delta D_2 + \dots + b_{ij} \Delta D_j + \dots + b_{in} \Delta D_n = \sum_j b_{ij} \Delta D_j$$

Si se incrementa únicamente la demanda final de la rama  $i$  (todas las demás quedan igual):

$$\Delta D_j = 1 \quad \text{y} \quad \Delta D_{i \neq j} = 0$$

En este caso:

$$\Delta X_i = b_{i1}.0 + b_{i2}.0 + \dots + b_{ij}.1 + \dots + b_{in}.0 = b_{ij}$$

lo que indica que cualquier elemento de la matriz inversa de Leontief,  $b_{ij}$ , expresa la cuantía en que se incrementará la producción de la rama  $i$  si aumenta en una unidad la demanda final de la rama  $j$ . Es el **efecto intersectorial** entre ambas ramas y mide el impacto que la rama  $i$  recibe de la rama  $j$  que la impulsa.

La escasa extensión de un trabajo como el presente impide exponer en su totalidad los efectos intersectoriales que se

producen entre cada par de ramas<sup>4</sup>, por lo que solamente destacaremos aquí los más relevantes de entre ellos. En primer lugar nos vamos a referir a los efectos internos (bii) que se producen dentro de cada rama; todos son mayores que la unidad, salvo excepciones<sup>5</sup>, pero los que superan o igualan el umbral de relevancia (fijado en 1,15) se exponen en el cuadro 1. Puede observarse que corresponden a las ramas que presentan los mayores consumos intra-rama (reempleos) en la TIO.

### Cuadro1. Efectos internos más relevantes

Ramas	Efectos $b_{ii}$
42. Fabricación de otro material de transporte	1,51
41. Construcción y reparación naval	1,38
22. Industria del cuero y del calzado	1,37
23. Industria de la madera y del corcho (excepto muebles)	1,37
13. Fabricación de grasas y aceites	1,31
83. Actividades cinematográficas, video, radio y televisión	1,27
30. Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	1,21
60. Correos y telecomunicaciones	1,20
49. Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	1,16
18. Elaboración de vinos y alcoholes	1,15

Por otra parte, también hay valores bastante elevados que relacionan a pares de ramas, indicando así el intenso efecto que se establece entre ellas. En el anexo 2 se relacionan los efectos  $b_{ij}$  que igualan o superan el valor 0,10, umbral de relevancia establecido<sup>6</sup>. Una representación de estos efectos

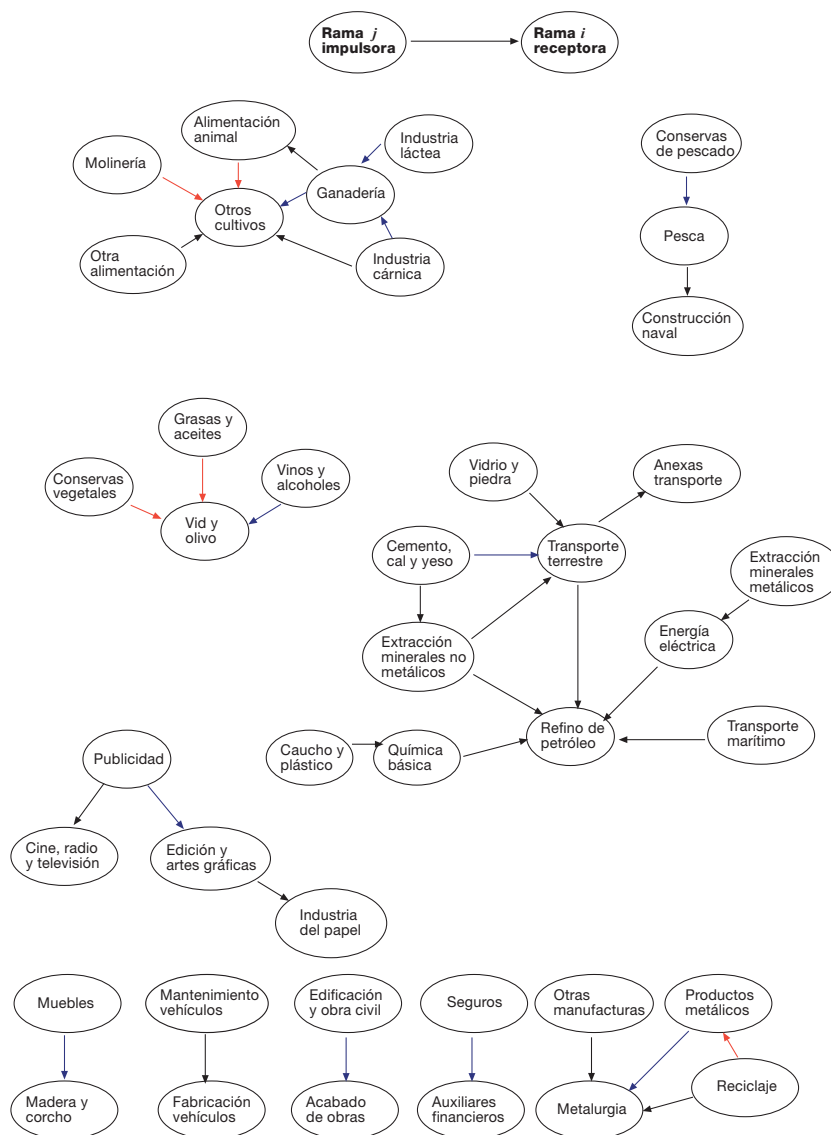
relevantes, así como los encadenamientos que generan en la economía andaluza, puede verse en el gráfico 6. Las flechas indican el sentido de los impactos: nacen en la rama impulsora y mueren en la receptora.

4. Tampoco es necesario hacerlo, teniendo en cuenta que los efectos entre cada par de ramas coinciden con los elementos de la matriz inversa de los coeficientes técnicos regionales (véase IEA, 2006).

5. Solo toman valor uno en los casos en que las ramas no venden nada a la demanda intermedia.

6. Rama  $i$  que tiene que aumentar al menos 0,1 más su producción cuando la rama  $j$  incrementa en una unidad su demanda final.

**Gráfico 6. Encadenamiento por efectos intersectoriales de demanda\***



\*LEYENDA: Encadenamientos según los coeficientes  $b_{ij}$ . Las flechas rojas indican que el efecto multiplicador es superior a 0,5, las azules entre 0,2 y 0,5 y las negras entre 0,10 y 0,20

Puede decirse que los más importantes encadenamientos se producen entre algunas ramas del sector agrario (**Vid y olivo, Otros cultivos, Ganadería**) que actúan impulsando a sus industrias derivadas (**Cárnicas, Conservas vegetales, Aceites, Lácteas, Harineras, Alimentos para animales, Otros productos alimenticios, Vinos**). También es destacable el entramado formado por un conjunto de ramas que impulsan a la de **Refino de petróleo (Química básica, Transporte marítimo, Energía eléctrica)**, conectado a su vez con la del **Transporte terrestre** (a la que se vinculan las **Anexas al transporte, Cemento y derivados, Minerales no metálicos e Industrias de la piedra**).

Con menor número de conexiones aparecen los encadenamientos entre los servicios de **Publicidad**, que se comportan como impulsores de las industrias del **Papel y artes gráficas**, y de las actividades de **Cine, radio y televisión**; los que tienen lugar entre diversas industrias metálicas, donde la **Metalurgia** actúa como receptora y la actividad de **Reciclaje** es impulsora; y los de la Pesca, nexo entre las **Conservas de pescado** y la **Industria naval**.

### Efectos multiplicadores de impulsión y recepción

Si como se ha dicho anteriormente  $b_{ij}$  es el efecto que produce  $j$  sobre la producción de  $i$ , el efecto de ésta sola rama  $j$  en la producción de todo el sistema económico será:

$$\sum_i \Delta X_i = \sum_i b_{ij} = I_j$$

La suma de la **columna  $j$**  de la matriz inversa,  $I_j$ , proporciona la ligazón total (directa e indirecta) **hacia atrás**: el **efecto impulsión, efecto difusión o efecto multiplicador de demanda**. Es el incremento que en la producción de todo el sistema provoca el aumento de una unidad en la demanda final interior de la rama  $j$ .

Desde otra perspectiva, también se puede medir el efecto que sobre la producción de una rama tiene el incremento de la actividad en toda la economía. Para ello es frecuente hacer el supuesto de “expansión uniforme y unitaria” de la demanda final de todas las ramas. Esto equivale a decir que  $\Delta D_j = 1$  para cada rama de la TIO, con lo cual se tendrá:

$$\Delta X_i = b_{i1}.1 + b_{i2}.1 + \dots + b_{ij}.1 + \dots + b_{in}.1 = \sum_j b_{ij}$$

Esta suma de los elementos de la fila  $i$  de la matriz inversa de Leontief es una medida de **ligazón total hacia delante**. Valora el efecto que sobre la producción de la rama  $i$  tiene el incremento de una unidad en la demanda final total de todas y cada una de las ramas productivas.

Una crítica muy importante a la utilización de este multiplicador es que se basa en el supuesto de que se producen incrementos **iguales** en las demandas finales de todas las ramas, hecho que no se da en la realidad. En efecto, no es normal que en todas las demandas finales se produzcan los mismos incrementos, siendo mucho más real que los cambios acaecidos sean **proporcionales** a la estructura de la demanda final de todo el sistema económico. Ello hizo que Rasmussen (1956) desaconsejara su utilización, indicando que para poder comparar los distintos multiplicadores hay que **ponderarlos** convenientemente.

De esta manera, si se considera que la demanda final de todo el sistema varía proporcionalmente a su estructura, podemos definir:

$$h_j = D_j / (1/n) \sum_j D_j = D_j / D_m$$

siendo  $h_j$  la relación entre la demanda final interior de  $j$  y la de una rama media representativa de todo el sistema económico ( $D_m$ ). Se podrá escribir entonces:

$$\Delta X_i = \sum_j b_{ij} \Delta D_j = \sum_j b_{ij} h_j \Delta D_m = \Delta D_m \sum_j p_{ij}$$

donde  $b_{ij} h_j = p_{ij}$  es el coeficiente **ponderado** de la matriz inversa de Leontief. Y si  $\Delta D_m = 1$  (lo que implica un reparto proporcional de  $n$  unidades entre todas las demandas de las ramas según coeficientes  $h_j$ ), tendremos:

$$\Delta X_i = \sum_j p_{ij} = R_i$$

Ahora, el efecto sobre  $i$  sí tiene en cuenta la proporción real de las demandas de las distintas ramas. Por ello se le denomina **efecto multiplicador por crecimiento ponderado de la demanda** sobre la rama  $i$ . También se expresa como el efecto de **absorción** o el impacto que **recibe  $i$  ( $R_i$ )** cuando todo el sistema incrementa como media en una unidad la demanda final de cada una de sus ramas.

En el anexo 3 pueden verse los valores de los efectos multiplicadores de impulsión,  $I_j$ , y de recepción,  $R_i$ , que relacionan a cada rama con el conjunto de la economía. Destacan por su alto valor los efectos de impulsión de las ramas **Aceites, Cárnicas, Conservas vegetales, Alimentación animal, Reciclaje y Cemento, cal y yeso**, mientras que tienen un escaso impacto impulsor en la economía andaluza las ramas **Personal doméstico en hogares, Educación no de mercado, Sanidad no de mercado, Refino de petróleo y Limpieza industrial**. Por lo que respecta a los efectos multiplicadores de recepción, se observa que las ramas que mayores impactos absorben son las de **Construcción, Actividades inmobiliarias, Cafeterías y restaurantes, Administración pública y Acabado de obras**, mientras que las que se muestran con menor capacidad para absorber impactos son las actividades de **Reciclaje, Extracción de minerales metálicos, Investigación y desarrollo, Extracción de productos energéticos, Fabricación de máquinas de oficina y Conservas de pescado**.

### Relevancia de los efectos multiplicadores sobre la producción: ramas estratégicas

Rasmussen consideraba que para dar validez a las conclusiones que se puedan extraer en base a estos multiplicadores sobre la producción generados por cambios en la demanda final, es preciso tener en cuenta algunas cuestiones:

1. Los efectos multiplicadores deben estar **bien repartidos**, es decir, que se deben distribuir lo más homogéneamente posible entre todas las ramas. Ello exige que si se calculan los coeficientes de variación, tanto para filas como para columnas, los valores han de ser reducidos.

2. Los efectos multiplicadores de demanda deben estar **ponderados**, con objeto de tener en cuenta la magnitud relativa de cada una de las demandas finales de la economía.

Teniendo esto en cuenta, hizo la siguiente tipificación para calificar el papel estratégico que cada rama juega dentro del sistema económico:

a) Una rama que debe aumentar bastante su producción cuando se producen incrementos generalizados en las demanda finales, **absorbe** o es **receptora** de efectos multiplicadores de demanda. Si no respondiera bien a estos impactos, es decir, si no incrementara convenientemente su producción, ocasionaría **estrangulamientos** en el sistema productivo.

b) Una rama que cuando aumenta su demanda final posibilita que el conjunto de producciones se incremente considerablemente, **difunde** impactos o es **impulsora** del sistema productivo. Puede considerarse como **motora** del mismo.

c) Una rama que reúne las dos condiciones anteriores (receptora e impulsora) se muestra como doblemente importante para el sistema productivo, siendo considerada como **clave**.

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, para clasificar las ramas de la economía de Andalucía se han seguido los siguientes pasos:

a) Se han referido los multiplicadores  $I_j$  y  $R_i$ , a sus respectivas medias, al objeto de hacer una mejor comparación entre ellos. Así se han obtenido dos **índices**:

**Índice de poder de impulsión o difusión:**  $IPI_j = I_j / (1/n) \sum I_j$   
**Índice de poder de recepción o absorción:**  $IPR_i = R_i / (1/n) \sum R_i$

b) Se han calculado los coeficientes de variación respectivos:

$$CVI_j = \sigma_j / (1/n) \sum b_{ij} \qquad CVR_i = \sigma_i / (1/n) \sum b_{ij}$$

siendo  $\sigma_i$  y  $\sigma_j$  las desviaciones típicas de los elementos  $b_{ij}$  de las respectivas filas  $i$  y columnas  $j$ . Se consideran pequeños los coeficientes de variación inferiores a su respectiva media.

Con estos criterios se ha hecho la siguiente clasificación de las ramas estratégicas:

---

1) RAMAS QUE <b>RECIBEN IMPACTOS</b> RELEVANTES DEL SISTEMA	$IPR_i > 1$ y $CVR_i$ pequeño
2) RAMAS QUE <b>IMPULSAN</b> DE MANERA RELEVANTE AL SISTEMA	$IPI_j > 1$ y $CVI_j$ pequeño
3) RAMAS QUE SON <b>CLAVES</b> PARA EL SISTEMA	$IPR_i > 1$ y $CVR_i$ pequeño $IPI_j > 1$ y $CVI_j$ pequeño

---

En los cuadros 2, 3 y 4 se pueden observar las ramas que son estratégicas en la economía andaluza, porque son

impulsoras o receptoras relevantes; o que son claves porque reúnen las dos condiciones anteriores.

## Cuadro 2. Ramas claves en la economía de Andalucía

Ramas	$IPI_j$	$IPR_i$
13. Fabricación de grasas y aceites	1,81	1,24
27. Productos de la química básica	1,06	1,46
30. Cemento, cal, yeso y derivados	1,33	1,00
33. Metalurgia	1,00	1,51
46. Energía eléctrica	1,00	1,23
49. Construcción y obras civiles	1,29	8,58
56. Cafeterías, bares y restaurantes	1,04	4,45
57. Transporte terrestre	1,02	2,65

## Cuadro 3. Ramas impulsoras en la economía de Andalucía

Ramas	$IPI_j$
4. Producción ganadera y caza	1,11
8. Extracción de minerales metálicos	1,16
9. Minerales no metálicos ni energéticos	1,15
10. Industria cárnica	1,44
11. Conservas de pescado	1,09
12. Conservas de frutas y hortalizas	1,43
14. Industrias lácteas	1,25
15. Productos de molinería y amiláceos	1,17
16. Alimentos para animales	1,41
17. Otros alimentos y tabaco	1,09
18. Elaboración de vinos y alcoholes	1,15
22. Industria del cuero y del calzado	1,08
23. Industria de la madera y del corcho (excepto muebles)	1,27
25. Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	1,03
29. Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	1,03
31. Fabricación de productos cerámicos y otros para la construcción	1,03
32. Industrias del vidrio y de la piedra	1,02
34. Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	1,03
41. Construcción y reparación naval	1,18
42. Fabricación de otro material de transporte	1,15
43. Fabricación de muebles	1,08
45. Reciclaje	1,36
48. Captación, depuración y distribución de agua	1,03
58. Transporte marítimo, fluvial y aéreo	1,11
62. Seguros y planes de pensiones	1,07
69. Servicios técnicos (arquitectura, ingeniería, etc.)	1,04
70. Publicidad	1,24
83. Cine, radio y televisión	1,11

#### **Cuadro 4. Ramas receptoras en la economía de Andalucía**

---

Ramas	<i>IPR<sub>i</sub></i>
1. Frutas y hortalizas	1,90
2. Cultivos de vid y olivo	1,36
3. Otros cultivos y servicios agrarios	1,12
26. Refino de petróleo	3,19
50. Acabado de obras	3,28
53. Comercio al por mayor e intermediarios de comercio	2,85
54. Comercio al por menor y reparación de efectos personales	3,81
55. Servicios hoteleros y de otros alojamientos	1,05
59. Actividades anexas a los transportes y agencias de viajes	1,36
60. Correos y telecomunicaciones	1,52
61. Intermediación financiera	1,52
64. Actividades inmobiliarias	5,81
74. Administración pública	3,89
75. Educación no de mercado	2,14
77. Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	2,08
78. Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	1,21
84. Otras actividades recreativas, culturales y deportivas	1,56

---





## 4. A modo de conclusión

Es conveniente recordar que los resultados obtenidos se basan exclusivamente en el análisis de los flujos internos. Es decir, se refieren a la oferta y demanda de recursos producidos y consumidos en Andalucía. Estudiar el uso que unas ramas productivas hacen de los bienes y servicios que producen otras actividades, todas ellas ubicadas en nuestra Comunidad Autónoma, nos permite conocer el grado de articulación existente en su tejido productivo, así como los efectos multiplicadores que entre aquéllas tienen lugar. Evidentemente, la consideración de bienes y servicios importados, ya sea del resto de España, ya del exterior nacional, hubiera conducido a otros resultados de interés, pero que no se corresponden con el objetivo de este trabajo.

Teniendo esto en cuenta, hay que señalar que la articulación relevante del tejido productivo en Andalucía tiene lugar en torno a:

- Actividades del **Complejo Agroalimentario**, en el que son polarizadores básicos los servicios de **Restaurantes, cafeterías y bares**, conectados ya sea con los sectores primarios (agricultura y ganadería) como con los industriales (elaboración de alimentos y bebidas). Es ésta una de las ramas *clave* de la economía andaluza por sus efectos relevantes de impulsión y recepción, y constituye el eslabón final de la mayoría de las cadenas productivas más largas (y, por tanto, que añaden más valor) de Andalucía.

- Actividades del **Complejo de la Construcción**, en su doble vertiente de edificación y realización de obras civiles, por

un lado, y de preparación y acabado de obras, por otro. Con ellas se vinculan fuertemente otras ramas industriales que les abastecen de insumos (materiales de construcción, elementos metálicos, equipos, etc.) y otras de servicios (inmobiliarias). La rama de **Edificación y realización de obras civiles** también es *clave* por sus importantes efectos multiplicadores, e igualmente se presenta como actividad final de tres largas cadenas productivas en Andalucía, con la adición de valor que ello supone. Este complejo está conectado de manera importante con las actividades de transporte terrestre y conexas.

- Actividades relacionadas con el **Sector del Transporte Terrestre**, al que se vinculan de manera importante ramas industriales, como la de refino de petróleo, y otras de servicios, tales como mantenimiento y reparación de vehículos o actividades anexas a los transportes. Es una rama con importantes ligazones de demanda y genera a su alrededor un conjunto numeroso de actividades entre las que se producen relevantes efectos multiplicadores de impulsión y recepción, por lo que también es *clave* para la economía. Como se ha dicho más arriba, estas ramas también se vinculan fuertemente con las del complejo de la construcción.

- Actividades de **Publicidad**, en torno a las que se conectan menor número de ramas que en los casos anteriores (industrias del papel y artes gráficas y actividades de radio, televisión y cinematográficas) pero con vínculos muy fuertes, puestos de manifiesto tanto a través de las ligazones como de los efectos multiplicadores.



## 5. Referencia bibliográficas

- Arjona Pérez, A. (1972): **Tratamiento teórico y sistematizado de las ligazones funcionales**, *Boletín de Estudios Económicos*, núm. 86, vol. 27.
- Bellet, M., Lallich, S. y Vincent, M. (1989): **Cluster, Production Routes and Industrial Complexes in the Production System**. *Ninth International Conference on Input-Output Techniques*, Keszthely, 4-9 september.
- Chenery, H. y Watanabe, T. (1958): **International Comparisons of the Structure of Production**, *Econometrica*, núm. 4, vol. XXVI.
- Hirschman, A. O. (1958): *The Strategy of Economic Development*, Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- Instituto de Estadística de Andalucía. (2006). **Marco Input-Output de Andalucía 2000**. IEA. Consejería de Economía y Hacienda. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Jones, L. P. (1976): **The Measurement of Hirschmanian Linkages**, *Quarterly Journal of Economics*, núm. 2, vol. XC.
- Leontief, W. (1953): *Studies in the Structure of the American Economy*, Oxford University Press, New York.
- Perroux, F. (1955): **Note sur la notion de pôle de croissance**, *Economie Appliquée*, núm. 1.
- Pulido, A. y Fontela, E. (1993): *Análisis input-output. Modelos, datos y aplicaciones*. Pirámide, Madrid.
- Rasmussen, P. N. (1956): *Studies in Intersectorial Relations*. North- Holland, Amsterdam. (Traducción española: Aguilar, 1963).
- Streit, M. E. (1969): **Spatial Associations and Economics Linkages between Industries**, *Journal of Regional Science*, núm. 2, vol. 9.



## **6. Anexos**



## Anexo 1. Ligazones globales de Chenery-Watanabe

Ramas	$\mu$	$\omega$
1 Cultivos de hortalizas y frutas	0,23033	0,06705
2 Cultivos de vid y olivo	0,26550	0,89834
3 Otros cultivos y servicios agrarios	0,21854	0,63974
4 Producción ganadera y caza	0,41092	0,69087
5 Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados	0,19257	0,43533
6 Pesca, acuicultura y servicios relacionados	0,34199	0,37984
7 Extracción de productos energéticos	0,15705	0,31396
8 Extracción de minerales metálicos	0,51549	0,21925
9 Extracción de minerales no metálicos ni energéticos	0,50401	0,87575
10 Industria cárnica	0,68911	0,36786
11 Elaboración y conservación de pescados y productos de pescado	0,42903	0,09307
12 Preparación y conservación de frutas y hortalizas	0,82465	0,07455
13 Fabricación de grasas y aceites	1,03103	0,27785
14 Industrias lácteas	0,53258	0,18967
15 Fabricación de productos de molinería, almidones y amiláceos	0,57779	0,32955
16 Fabricación de productos para la alimentación animal	0,82676	0,65712
17 Fabricación de otros productos alimenticios. Industria del tabaco	0,41640	0,20074
18 Elaboración de vinos y alcoholes	0,49154	0,31116
19 Elaboración de cerveza y bebidas no alcohólicas	0,25073	0,32982
20 Industria textil	0,30643	0,23338
21 Industria de la confección y de la peletería	0,23775	0,11729
22 Industria del cuero y del calzado	0,39695	0,33954
23 Industria de la madera y del corcho (excepto muebles)	0,44543	0,81573
24 Industria del papel	0,29261	0,48973
25 Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	0,37650	0,53724
26 Refino de petróleo y tratamiento de residuos nucleares	0,11504	0,45679
27 Productos de la química básica (incluso agroquímicos)	0,42666	0,39984
28 Otros productos químicos	0,28629	0,38810
29 Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	0,36238	0,60196
30 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	0,60458	0,86381
31 Fabricación de productos cerámicos, ladrillos, etc., para la construcción	0,38369	0,78630
32 Industrias del vidrio y de la piedra	0,35750	0,74762
33 Metalurgia	0,34661	0,25925
34 Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	0,37417	0,74480
35 Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	0,26133	0,54886
36 Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos	0,13876	0,16299
37 Fabricación de maquinaria y material eléctrico	0,23380	0,44136
38 Fabricación de material electrónico y aparatos de telecomunicación	0,24531	0,11400
39 Fabricación de instrumentos médicos, de precisión, óptica, y relojería.	0,18610	0,13947
40 Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	0,16289	0,27909
41 Construcción y reparación naval	0,47960	0,39946
42 Fabricación de otro material de transporte	0,44767	0,38625
43 Fabricación de muebles	0,40063	0,07537
44 Otras industrias manufactureras	0,33882	0,20367
45 Reciclaje	0,69453	0,97135

CONTINÚA →



## Anexo 1. Ligazones globales de Chenery-Watanabe

CONTINUACIÓN

Ramas	$\mu$	$\omega$
46 Producción y distribución de energía eléctrica	0,37272	0,70336
47 Producción y distribución de gas, vapor de agua y agua caliente	0,16169	0,64496
48 Captación, depuración y distribución de agua	0,37601	0,61880
49 Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	0,57880	0,16966
50 Preparación, instalación y acabado de obras	0,31095	0,77196
51 Comercio de vehículos y carburantes	0,28350	0,28824
52 Mantenimiento y reparación de vehículos de motor	0,30891	0,34228
53 Comercio al por mayor e intermediarios de comercio	0,30453	0,39405
54 Comercio al por menor y reparación de efectos personales y domésticos	0,26544	0,01450
55 Servicios hoteleros y de alojamiento en otros tipos de hospedajes	0,26740	0,24727
56 Servicios de cafeterías, bares y restaurantes; comidas preparadas.	0,36638	0,04449
57 Transporte terrestre; transporte por tuberías	0,39030	0,67318
58 Transporte marítimo, fluvial y aéreo	0,48641	0,31497
59 Actividades anexas a los transportes; agencias de viajes	0,34956	0,44418
60 Correos y telecomunicaciones	0,30412	0,61333
61 Intermediación financiera, excepto seguros y planes de pensiones	0,22470	0,66009
62 Seguros y planes de pensiones	0,44715	0,32619
63 Actividades auxiliares a la intermediación financiera	0,25392	0,55189
64 Actividades inmobiliarias	0,21116	0,21514
65 Alquiler de maquinaria y equipo, de efectos personales y domésticos	0,31942	0,67852
66 Actividades informáticas	0,29052	0,68280
67 Investigación y desarrollo	0,18193	0,61353
68 Actividades jurídicas, de contabilidad, etc.	0,27684	0,52774
69 Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería, ensayos, etc.	0,39451	0,38220
70 Publicidad	0,55626	0,91924
71 Servicios de investigación y seguridad	0,16255	0,89807
72 Actividades industriales de limpieza	0,15606	0,94843
73 Otros servicios a las empresas	0,32266	0,81285
74 Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	0,17655	0,00000
75 Educación no de mercado	0,04207	0,00000
76 Educación de mercado	0,15835	0,13765
77 Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	0,10789	0,00000
78 Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	0,24605	0,29021
79 Servicios sociales no de mercado	0,23771	0,00000
80 Servicios sociales de mercado	0,19229	0,25061
81 Actividades de saneamiento público	0,26530	0,46013
82 Actividades asociativas	0,34493	0,22573
83 Actividades cinematográficas, video, radio y televisión	0,43877	0,34541
84 Otras actividades recreativas, culturales y deportivas	0,28713	0,07909
85 Actividades diversas de servicios personales	0,30686	0,05947
86 Hogares que emplean personal doméstico	0,00000	0,00000

## Anexo 2. Efectos más relevantes entre cada par de ramas

La Ramas	<i>...incrementa su producción en...</i>	<i>...cuando aumenta en una unidad la demanda final de la rama...</i>
2. Cultivos de vid y olivo	0,90	13. Fabricación de grasas y aceites
3. Otros cultivos	0,78	16. Alimentos para animales
2. Cultivos de vid y olivo	0,54	12. Conservas de frutas y hortalizas
3. Otros cultivos	0,52	15. Productos de molinería y amiláceos
34. Productos metálicos.	0,52	45. Reciclaje
4. Producción ganadera	0,39	10. Industria cárnica
4. Producción ganadera	0,31	14. Industrias lácteas
6. Pesca y acuicultura	0,26	11. Conservas de pescado
63. Actividades auxiliares financieras	0,26	62. Seguros y planes de pensiones
2. Cultivos de vid y olivo	0,25	18. Elaboración de vinos y alcoholes
3. Otros cultivos	0,24	4. Producción ganadera
33. Metalurgia	0,24	34. Productos metálicos.
25. Edición y artes gráficas	0,23	70. Publicidad
57. Transporte terrestre	0,23	30. Cemento, cal, yeso y derivados
50. Acabado de obras	0,21	49. Construcción y obras civiles
23. Madera y corcho (excepto muebles)	0,20	43. Fabricación de muebles
16. Alimentos para animales	0,18	4. Producción ganadera
33. Metalurgia	0,17	44. Otras industrias manufactureras
27. Productos de la química básica	0,15	29. Caucho y materias plásticas
3. Otros cultivos	0,14	17. Otros alimentos y tabaco
26. Refino de petróleo	0,14	46. Energía eléctrica
26. Refino de petróleo	0,13	27. Productos de la química básica
33. Metalurgia	0,13	45. Reciclaje
46. Energía eléctrica	0,13	8. Extracción de minerales metálicos
57. Transporte terrestre	0,13	9. Minerales no metálicos ni energéticos
3. Otros cultivos	0,12	10. Industria cárnica
9. Minerales no metálicos ni energéticos	0,12	30. Cemento, cal, yeso y derivados
26. Refino de petróleo	0,12	9. Minerales no metálicos ni energéticos
26. Refino de petróleo	0,12	57. Transporte terrestre
26. Refino de petróleo	0,12	58. Transporte marítimo, fluvial y aéreo
40. Fabricación de vehículos de motor	0,12	52. Reparación de vehículos de motor
24. Industria del papel	0,11	25. Edición y artes gráficas
59. Anexas a los transportes	0,11	57. Transporte terrestre
41. Construcción y reparación naval	0,10	6. Pesca y acuicultura
57. Transporte terrestre	0,10	32. Industrias del vidrio y de la piedra
83. Cine, radio y televisión	0,10	70. Publicidad

### Anexo 3. Efectos de impulsión y de recepción

Ramas	<i>I</i>	<i>R</i>
1 Cultivos de hortalizas y frutas	1,48927	2,85255
2 Cultivos de vid y olivo	1,38392	2,04299
3 Otros cultivos y servicios agrarios	1,30784	1,68237
4 Producción ganadera y caza	1,69711	1,04740
5 Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados	1,25860	0,20639
6 Pesca, acuicultura y servicios relacionados	1,50756	0,25793
7 Extracción de productos energéticos	1,21278	0,11307
8 Extracción de minerales metálicos	1,75718	0,09516
9 Extracción de minerales no metálicos ni energéticos	1,74808	0,51200
10 Industria cárnica	2,18241	1,40011
11 Elaboración y conservación de pescados y productos de pescado	1,65713	0,15241
12 Preparación y conservación de frutas y hortalizas	2,17337	0,72851
13 Fabricación de grasas y aceites	2,75100	1,85495
14 Industrias lácteas	1,89703	0,42473
15 Fabricación de productos de molinería, almidones y amiláceos	1,78309	0,33698
16 Fabricación de productos para la alimentación animal	2,14363	0,34674
17 Fabricación de otros productos alimenticios. Industria del tabaco	1,65157	1,42924
18 Elaboración de vinos y alcoholes	1,74790	0,80555
19 Elaboración de cerveza y bebidas no alcohólicas	1,38437	0,72927
20 Industria textil	1,43821	0,20945
21 Industria de la confección y de la peletería	1,34736	0,74422
22 Industria del cuero y del calzado	1,63248	0,17151
23 Industria de la madera y del corcho (excepto muebles)	1,70958	0,64351
24 Industria del papel	1,42574	0,61598
25 Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	1,55803	0,61622
26 Refino de petróleo y tratamiento de residuos nucleares	1,15547	4,78976
27 Productos de la química básica (incluso agroquímicos)	1,61635	2,19807
28 Otros productos químicos	1,43513	0,58487
29 Fabricación de productos de caucho y materias plásticas	1,56728	0,54577
30 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	2,01397	1,50278
31 Fabricación de productos cerámicos, ladrillos, etc., para la construcción	1,57094	0,37624
32 Industrias del vidrio y de la piedra	1,54561	0,46240
33 Metalurgia	1,53053	2,26779
34 Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo	1,56891	1,44764
35 Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	1,39168	0,78357
36 Fabricación de máquinas de oficina y equipos informáticos	1,18811	0,11616
37 Fabricación de maquinaria y material eléctrico	1,35241	0,43105
38 Fabricación de material electrónico y aparatos de telecomunicación	1,35124	0,20661
39 Fabricación de instrumentos médicos, de precisión, óptica, y relojería.	1,25420	0,29180
40 Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques	1,23140	0,73796
41 Construcción y reparación naval	1,79051	0,47869
42 Fabricación de otro material de transporte	1,75268	0,42507
43 Fabricación de muebles	1,63616	1,05103
44 Otras industrias manufactureras	1,51167	0,33123
45 Reciclaje	2,06451	0,05017
46 Producción y distribución de energía eléctrica	1,51215	1,84486
47 Producción y distribución de gas, vapor de agua y agua caliente	1,23105	0,44426
48 Captación, depuración y distribución de agua	1,56738	0,50134
49 Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	1,95613	12,88780
50 Preparación, instalación y acabado de obras	1,48051	4,92806

CONTINÚA →

### Anexo 3. Efectos de impulsión y de recepción

CONTINUACIÓN

Ramas	I	R
51 Comercio de vehículos y carburantes	1,40961	1,13692
52 Mantenimiento y reparación de vehículos de motor	1,41737	1,12502
53 Comercio al por mayor e intermediarios de comercio	1,44347	4,28229
54 Comercio al por menor y reparación de efectos personales y domésticos	1,38584	5,71648
55 Servicios hoteleros y de alojamiento en otros tipos de hospedajes	1,39713	1,57882
56 Servicios de cafeterías, bares y restaurantes; comidas preparadas.	1,58034	6,68008
57 Transporte terrestre; transporte por tuberías	1,54283	3,97250
58 Transporte marítimo, fluvial y aéreo	1,69174	0,36726
59 Actividades anexas a los transportes; agencias de viajes	1,50469	2,03675
60 Correos y telecomunicaciones	1,44174	2,27568
61 Intermediación financiera, excepto seguros y planes de pensiones	1,32667	2,27540
62 Seguros y planes de pensiones	1,61934	0,55382
63 Actividades auxiliares a la intermediación financiera	1,35699	0,75258
64 Actividades inmobiliarias	1,32071	8,71914
65 Alquiler de maquinaria y equipo, de efectos personales y domésticos	1,45367	0,59053
66 Actividades informáticas	1,41644	0,38357
67 Investigación y desarrollo	1,26460	0,10856
68 Actividades jurídicas, de contabilidad, etc.	1,39121	1,43943
69 Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería, ensayos, etc.	1,58467	1,16844
70 Publicidad	1,87724	0,83500
71 Servicios de investigación y seguridad	1,22833	0,27116
72 Actividades industriales de limpieza	1,22126	0,53585
73 Otros servicios a las empresas	1,46772	1,20679
74 Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	1,25194	5,84565
75 Educación no de mercado	1,06043	3,21389
76 Educación de mercado	1,22326	1,26629
77 Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	1,14933	3,12683
78 Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	1,34234	1,81103
79 Servicios sociales no de mercado	1,33596	0,71650
80 Servicios sociales de mercado	1,27984	0,23031
81 Actividades de saneamiento público	1,38601	0,60165
82 Actividades asociativas	1,51432	0,34694
83 Actividades cinematográficas, video, radio y televisión	1,68029	0,47035
84 Otras actividades recreativas, culturales y deportivas	1,41820	2,34732
85 Actividades diversas de servicios personales	1,43798	0,71566
86 Hogares que emplean personal doméstico	1,00000	0,70011
EFFECTO MEDIO	1,51796	1,50126



Tomás de Haro Giménez<sup>1</sup>

**Colaboradores**

José Ramón Oliva Mora<sup>2</sup>  
Inmaculada Pérez Llamas<sup>3</sup>

**El cambio estructural en la  
economía de Andalucía a partir  
de las tablas input-output  
de 1990 y 2000**

---

1. Universidad de Córdoba  
2. Instituto de Estadística de Andalucía  
3. Universidad Pablo de Olavide



# 1. Introducción y objetivos

El estudio del cambio estructural de la economía de Andalucía entre los años 1990 y 2000 se ha llevado a cabo partiendo de las Tablas Input-Output (TIO) de ambos años y aplicando el análisis estructural clásico derivado del modelo de demanda de Leontief. Su valoración se realiza normalmente analizando los efectos que dicho cambio tiene sobre las variables endógenas del modelo, es decir, sobre la producción o sobre el valor añadido. Ambas están directamente relacionadas, por lo que es suficiente realizar el análisis para una de ellas, que en nuestro caso, como en el de la mayoría de los trabajos realizados en este sentido, será la producción. De esta manera, se tratará de conocer las variaciones experimentadas en la producción de las distintas ramas como consecuencia de los cambios estructurales habidos en el entramado productivo de Andalucía.

Puede decirse que desde que Carter, en 1970, realizara un estudio del cambio en la estructura de la economía norteamericana basado en las TIO, han surgido múltiples trabajos que suelen agruparse bajo la denominación genérica de **análisis de la descomposición estructural**, ya que todos tienen en común el objetivo de separar en distintas componentes el cambio total que se observa en dos momentos del tiempo entre las producciones de los distintos sectores productivos contemplados. Entre las aportaciones a este tipo de análisis se puede citar la de Urata (1988) para la ex-Unión Soviética, en la que analiza el cambio total a partir de las TIO de 1959, 1966 y 1972 a precios constantes de 1970, desagregándolo en las componentes expansión de consumo, expansión de inversión, expansión de exportación, sustitución de importaciones y cambios tecnológicos en coeficientes. Otra aportación es la de Forsell (1988) que utilizando las TIO de 1960, 1970 y 1980 para Finlandia, a precios constantes de 1980 y 1970, descompone el cambio total en las componentes de crecimiento, cambio estructural y cambio tecnológico. Y posterior es la de Chinkook y Schluter (1993) sobre los cambios ocurridos en USA entre 1972 y 1982, utilizando las respectivas TIO a precios constantes de 1982, utilizando como componentes los cambios en la demanda final interna, en la demanda de exportación, en la demanda interindustrial y en los cambios de las ratios de oferta interna sobre oferta total.

Se destaca por último las aportaciones habidas en España. Puede citarse en primer lugar el trabajo de López y Pulido (1992),

en el que a partir de las TIO españolas de 1980 y 1985, a precios constantes de 1980, descompusieron el cambio total en dos componentes: cambios causados por la demanda y cambios producidos por los factores productivos (cambios tecnológicos). Y la de Titos, De Haro y Parra (1996) que abordan los cambios que tuvieron lugar en los sectores agroalimentarios españoles en el periodo comprendido entre 1970 y 1988 a partir de las respectivas TIO, desagregando el cambio total en cuatro componentes: por los factores productivos (cambios tecnológicos), por variaciones en la demanda final interior, por cambios en los saldos de la balanza comercial (componente de comercio exterior) y por ganancia o pérdida de productividad.

El objetivo principal de este trabajo es valorar cuantitativamente y analizar las distintas componentes del **cambio estructural** ocurrido en la economía de Andalucía entre los años 1990 y 2000, partiendo de sus respectivas TIO (TIOAN-90 y TIOAN-00). Aunque existe en Andalucía una tabla para el año 1995, para medir cambios estructurales en la economía es conveniente comparar situaciones bastante distantes en el tiempo. Por ello, se ha preferido realizar el análisis para un desfase temporal de diez años (1990/2000) frente al otro posible de cinco (1995/2000).

El cambio estructural se desagregará en cinco componentes. La primera es la **componente tecnológica**, que trata de medir los incrementos que en la producción causan las variaciones habidas en la estructura de intercambios entre ramas (consumos intermedios). La segunda es la **componente de demanda final interior** y está relacionada con los cambios surgidos en el consumo final y en la formación bruta de capital. La tercera, **componente de comercio exterior**, es consecuencia de las variaciones en los saldos de la balanza comercial (diferencia entre exportaciones e importaciones). La cuarta es la **componente de especialización**, que tiene en cuenta los cambios habidos en las producciones que no son principales o típicas de cada rama (producciones secundarias), y que se saldan con lo que se denominan "transferencias" de producción entre ramas. Y, por último, la quinta es la **componente de productividad**, que mide la influencia que las pérdidas o ganancias de productividad habidas en cada una de las ramas han tenido en el cambio total de las producciones.





## 2. Metodología

### 2.1. Adecuación de las TIO y deflatores

Como se ha dicho anteriormente, la información básica para llevar a cabo este trabajo son las TIOAN-90 y TIOAN-00. Dado que en el marco input-output del año 2000 se aplica una metodología (SEC-95) que supone un cambio metodológico respecto al marco utilizado en la tabla input-output de 1990 (SEC-79), el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) ha adaptado la denominada tabla de destino andaluza del año 2000 al formato y tipo de valoración utilizados en la TIOAN-90<sup>1</sup>, reestructurando ambas en 54 ramas, máximo número al que permiten ser agregadas según la información disponible. Aunque los cálculos básicos se han realizado sobre este número de ramas, la dimensión reducida de este trabajo no permite hacer un análisis detallado de cada una de ellas. Por ello se han agrupado en dieciséis grandes sectores, a los que se referirán los resultados expuestos a continuación. En el Anexo I se reflejan las correspondencias entre las 54 ramas con las de las TIOAN-90 y TIOAN-00, con los 16 sectores antes citados y con los grupos de la Clasificación Nacional de Actividades Económicas (CNAE-93).

Por otro lado, para poder comparar la economía de Andalucía en los dos años contemplados es necesario que las dos tablas estén valoradas a precios de un año base, que en nuestro caso será el último del periodo considerado (año 2000). Deflactando la TIOAN-90 a los precios del año 2000 se elimina el efecto de los precios en la valoración de los flujos de las tablas, aislándose de este modo el verdadero cambio estructural causado por variaciones en las funciones de producción, en las pautas de consumo, en los saldos del comercio exterior, en la estructura de las producciones secundarias y en la productividad.

Hay que hacer constar que la información disponible para la elaboración de los índices que permitieran deflactar la

TIOAN-90 es bastante reducida, ya que básicamente los indicadores de precios existentes sólo están referidos al ámbito nacional. Aún así, se ha utilizado toda la información existente que posibilitara acceder al nivel de detalle requerido por este trabajo. De esta forma, se ha tratado de lograr una serie de indicadores de precios que se ajustara lo máximo posible al contenido de las ramas a deflactar, así como de darle, en la medida de lo posible, un carácter distintivo para la información regional.

En síntesis, ha sido necesario obtener deflatores para los componentes de la demanda (intermedia y final), teniendo en cuenta el origen geográfico de los consumos (Andalucía, resto de España y resto del mundo). Asimismo, ha sido necesario construir una serie de deflatores para el valor añadido bruto (VAB), por ramas de actividad.

Las fuentes utilizadas para elaborar los índices de precios necesarios para deflactar la demanda intermedia, tanto con origen en el interior de Andalucía como en el resto de España, han sido muy variadas. Los índices de las ramas primarias se han obtenido básicamente a partir de la información disponible en el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) sobre precios percibidos por los agricultores para los productos agrícolas y ganaderos más representativos en Andalucía. Cuando no ha sido aconsejable usar esta información, se han utilizado los índices de precios percibidos por los agricultores publicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) para el conjunto nacional, tanto para el origen de los consumos interiores como para los procedentes del resto de España. Por último, para la rama pesquera los deflatores utilizados vienen derivados del VAB de la Contabilidad Nacional para esta rama, ya que no se dispone de otra información.

Para las ramas industriales, la fuente de información básica usada ha sido la estadística de precios industriales elaborada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) a escala de Secciones, Subsecciones y Divisiones de la CNAE-93. Estos índices de precios sólo están disponibles a escala nacional, por lo que los deflatores utilizados para Andalucía son básicamente los mismos que para el resto de España. Existen algunas excepciones: es el caso en el que la agregación de las ramas de la TIO con que se está trabajando,

1. El paso de la tabla de destino de 2000 al formato de la TIOAN-90 lleva consigo una serie de operaciones complejas que tienen como objetivo pasar de una valoración a precios básicos (tabla de 2000), a precios salida de fábrica (tabla de 1990). La disponibilidad de los datos internos detallados para la tabla más reciente (fundamentalmente en lo concerniente a los impuestos y a las producciones secundarias) ha permitido construir la TIOAN-00 con el formato de la TIOAN-90 y la metodología del SEC-79.

permite darle ponderaciones específicas para Andalucía a los deflatores nacionales e incorporar así un matiz al deflactor para los productos de origen andaluz. Para la rama de la construcción, el deflactor de la demanda intermedia con origen en Andalucía y en España es el mismo que el asignado en el VAB, deflactor al que se hará referencia más adelante.

En cuanto a los deflatores de la demanda intermedia en las ramas de servicios, tanto para Andalucía como para el resto de España, la fuente básica de información ha sido el Índice de Precios al Consumo (IPC) que elabora el INE para el ámbito nacional y para las distintas comunidades autónomas. No obstante, la información regional no es tan exhaustiva como la que existe para el total nacional. Concretamente, hasta el año 1992 se ha utilizado el IPC con base en el año 1983, sobre el cual existe información referida a Andalucía y a España con una desagregación por grandes grupos de actividad. Desde 1992 hasta 2000 se ha recurrido al IPC en base año 1992, que ofrece una información más detallada. Para hacer el enlace de las dos bases, años 1992 y 1993, se ha utilizado la variación del índice general, única información disponible de crecimiento de precios en ambas bases.

En lo concerniente a los distintos componentes de la demanda final interior (consumos en el hogar, consumos de administraciones públicas y formación bruta de capital), los indicadores de precios utilizados han sido básicamente los mismos que para la demanda intermedia, tanto para Andalucía como para el resto de España, salvo en las ramas que son agregación de las de la TIO del año 2000. En estos casos se han ponderado los deflatores con la estructura de dicha TIO para las ramas implicadas, quedando así diferenciados de los de la demanda intermedia.

En cuanto a los deflatores utilizados para las importaciones y exportaciones de bienes con el resto del mundo, se han calculado, por ramas de actividad, a partir de la información disponible en la Agencia Tributaria sobre comercio exterior para los años 1990 y 2000. En primer lugar ha sido necesario establecer la correspondencia entre la clasificación de productos utilizada en la estadística de comercio exterior (Nomenclatura Combinada) y las 54 ramas de la TIO, usando como enlace la correspondencia existente en el IEA entre la Nomenclatura Combinada y la CNAE-93 (Rev1). Luego se han seleccionado los productos importados o exportados desde aduanas ubicadas en el territorio andaluz, y se han calculado valores unitarios para cada rama de actividad, por tipo de flujo, a partir de la información disponible sobre cantidad y valor estadístico para los años mencionados. El deflactor utilizado para las distintas ramas es el derivado del crecimiento observado entre dichos valores unitarios.

El método anteriormente descrito no posibilita la obtención de los deflatores a utilizar para las importaciones y exportaciones de servicios, ya que la estadística de aduanas

contempla básicamente intercambios de bienes. Por ello, en las ramas con importaciones o exportaciones de servicios se han utilizado como deflatores los mismos que se elaboraron para la demanda intermedia.

Para estimar los deflatores del VAB por ramas se han utilizado, fundamentalmente, los crecimientos de precios derivados de la Contabilidad Nacional (para los años 1990 a 1994) y de la Contabilidad Regional Anual de Andalucía (para el periodo de 1995 a 2000). Para el periodo 1994-1995, a falta de una información más precisa, se ha imputado el crecimiento de precios para las distintas ramas de actividad calculado a partir de los deflatores de la demanda intermedia para Andalucía.

## 2.2. Desarrollo del modelo

### 2.2.1. Desarrollo a precios corrientes

El análisis que se va a realizar utiliza como base el modelo de demanda abierto de Leontief. Este modelo es el desarrollado a partir de las filas de la TIO y considera a la demanda final como variable exógena.

Una TIO puede desarrollarse por filas, a escala interior o doméstica (en nuestro caso, regional) o a escala total incluyendo las importaciones. En este trabajo únicamente nos interesa el desarrollo a escala total, por lo que nos centraremos en él exclusivamente. Si llamamos  $i$  a una rama genérica, la ecuación que equilibra la oferta de productos de esa rama con la demanda que la economía hace de ellos, es:

$$X_i + T_i + M_i + IVA_i = \sum_j x_{ij} + DF_i \quad (1)$$

donde  $X_i$ ,  $T_i$ ,  $M_i$  e  $IVA_i$  son, respectivamente, la producción efectiva, las transferencias, las importaciones a precios salida de aduana y el IVA que grava los productos de la rama  $i$ ;  $x_{ij}$  es el flujo total (incluidas importaciones intermedias) de la rama  $i$  (suministradora) a la rama  $j$  (utilizadora); y  $DF_i$  es la demanda final total de productos de la rama  $i$ . Se introduce en el primer miembro el IVA para establecer el equilibrio entre una oferta valorada con exclusión del IVA no deducible, y una demanda que está valorada incluyendo dicho impuesto.

Si definimos los *coeficientes técnicos totales* como  $a_{ij} = x_{ij} / X_j$  la expresión (1) queda de la siguiente forma<sup>2</sup>:

$$X_i + T_i + M_i + IVA_i = \sum_j a_{ij} \cdot X_j + DF_i \quad (2)$$

La ecuación (2) puede escribirse de forma matricial:

$$X + T + M + IVA = A \cdot X + DF \quad (3)$$

siendo  $A$  la matriz de coeficientes técnicos  $a_{ij}$ , y los demás elementos ( $X$ ,  $T$ ,  $M$ ,  $IVA$ ,  $DF$ ) vectores.

Operando:

$$X = A \cdot X + DF + E - T - IVA - M \quad (4)$$

donde  $DFI$  es el vector de demanda final interior y  $E$  es el vector de las exportaciones. Evidentemente se cumple:  $DF = DFI + E$ . Por otro lado, si definimos el **saldo de la balanza comercial (SBC)** como diferencia entre exportaciones ( $E$ ) e

2. La ecuación (2) es válida para todas las ramas excepto para la de Intermediación financiera, porque para operar con el modelo hay que eliminar de la TIO la columna correspondiente a los "Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente" (SIFMI). Consecuentemente, no existe ningún coeficiente técnico para ellos, por lo que el sumatorio  $\sum_j a_{ij} X_j$  no incluye el valor de estos servicios. Para equilibrar la oferta y la demanda de la citada rama, el valor de los SIFMI se ha incluido, solo a efectos de cálculo, en el otro sumando ( $DF_i$ ). Más tarde se volverá a tener en cuenta esta inclusión para que, con la corrección oportuna, la demanda final no se vea "contaminada" por los SIFMI.

importaciones (M), se puede llegar a la siguiente expresión:

$$X = A \cdot X + \text{DFIN} + \text{SBC} - T \quad (6)$$

$$X = A \cdot X + \text{DFI} + \text{SBC} - T - \text{IVA} \quad (5)$$

Y si se define  $\text{DFIN} = \text{DFI} - \text{IVA}$ , es decir, se deja la demanda final neta de IVA<sup>3</sup> quedará:

La nomenclatura concreta que se va a utilizar en nuestro trabajo para los distintos años será la expuesta en la tabla siguiente:

## Nomenclatura usada en el desarrollo del modelo

$X^{90}$ ,  $X^{90/00}$ ,  $X^{00}$

**Vectores de producción efectiva** del año 1990 (a precios corrientes y a precios del año 2000) y del año base 2000 (a precios corrientes), respectivamente.

$T^{90}$ ,  $T^{90/00}$ ,  $T^{00}$

**Vectores de transferencias** del año 1990 (a precios corrientes y a precios del año 2000) y del año base 2000 (a precios corrientes), respectivamente.

$A^{90}$ ,  $A^{90/00}$ ,  $A^{00}$

**Matrices de coeficientes técnicos totales** del año 1990 (a precios corrientes y a precios del año 2000) y del año base 2000 (a precios corrientes), respectivamente.

$\text{DFIN}^{90}$ ,  $\text{DFIN}^{90/00}$ ,  $\text{DFIN}^{00}$

**Vectores de demanda final interior neta** del año 1990 (a precios corrientes y a precios del año 2000) y del año base 2000 (a precios corrientes), respectivamente.

$\text{SBC}^{90}$ ,  $\text{SBC}^{90/00}$ ,  $\text{SBC}^{00}$

**Vectores de saldo de la balanza comercial** del año 1990 (a precios corrientes y a precios del año 2000) y del año base 2000 (a precios corrientes), respectivamente.

$\text{CPR}^{90/00}$

**Vectores del cambio de productividad** entre el año 1990 y el año base 2000, calculado a precios del año base.

I

**Matriz identidad** (54 x 54)

$B^{90}$ ,  $B^{90/00}$ ,  $B^{00}$

**Matrices inversas de Leontief** del año 1990 (a precios corrientes y a precios del año 2000) y del año base 2000 (a precios corrientes), respectivamente.

Partiendo de la expresión (6) puede escribirse para el año base 2000, a precios corrientes:

$$X^{00} = A^{00} \cdot X^{00} + \text{DFIN}^{00} + \text{SBC}^{00} - T^{00} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} X^{00} - A^{00} \cdot X^{00} &= \text{DFIN}^{00} + \text{SBC}^{00} - T^{00} \\ (I - A^{00}) \cdot X^{00} &= \text{DFIN}^{00} + \text{SBC}^{00} - T^{00} \\ X^{00} &= (I - A^{00})^{-1} \cdot (\text{DFIN}^{00} + \text{SBC}^{00} - T^{00}) \\ X^{00} &= B^{00} \cdot (\text{DFIN}^{00} + \text{SBC}^{00} - T^{00}) \end{aligned} \quad (8)$$

Operando sobre (7) se puede llegar a:

donde  $B^{00}$  es la matriz inversa de Leontief, obtenida a partir de los coeficientes técnicos totales, para el año 2000.

3. Como es sabido, el IVA no deducible se acumula fundamentalmente en la demanda final, sobre todo en el consumo final. Por ello, el ajuste correspondiente de este impuesto se hace operando sobre esta variable.

De igual modo se desarrollaría la ecuación (7) para el año 1990 a precios corrientes, con lo que se obtendría:

$$X^{90} = A^{90} \cdot X^{90} + DFIN^{90} + SBC^{90} - T^{90} \quad (9)$$

### 2.2.2. Desarrollo a precios constantes: cambios en la productividad

Antes de seguir con el desarrollo del modelo es conveniente aclarar que el concepto aquí utilizado de cambio de productividad (CPR) entre dos años es el que propusieron Courbis y Templé (1975): diferencia entre el valor de la producción de una rama y el de los factores productivos utilizados, ambos calculados a precios constantes de uno de los años tomado como base. Una ganancia de productividad indica que con los mismos o menos factores se han producido más productos. Al contrario, hay pérdida de productividad cuando han sido utilizados los mismos o más factores para producir menos productos.

En este sentido, Pulido y Fontela (1993) demuestran que cuando la diferencia entre el valor de la producción (fila) y el de los factores productivos utilizados (columna) -ambos calculados a precios de un año base  $t_0$  anterior a  $t$  (deflatores normalmente inferiores a la unidad)- toma valor positivo (CPR > 0), significa que hay ganancia de productividad entre el año  $t_0$  y el año  $t$ . Por el contrario, para  $t < t_0$  y deflatores superiores a la unidad, una ganancia de productividad implica que el valor de la producción obtenido por productos (filas) sea menor que el obtenido por factores (columnas), es decir, que dicha diferencia sea negativa (CPR < 0).

En nuestro caso, el cambio de productividad entre el año 1990 y el año 2000 para cualquier rama  $i$  ( $CPR_i^{90/00}$ ) lo medimos a partir de la TIOAN-90 valorada a precios del año base 2000, por lo que el valor de su producción efectiva, en expresión del modelo de demanda desarrollado para la fila  $i$  (es decir, *por productos*), será:

$$X_i^{90/00} (\text{fila}) = \sum_j x_{ij}^{90/00} + DFIN_i^{90/00} + SBC_i^{90/00} - T_i^{90/00} \quad (10)$$

Por otro lado, la producción efectiva obtenida para la columna  $i$  (es decir, *por factores de producción*) será:

$$X_i^{90/00} (\text{columna}) = \sum_k x_{ki}^{90/00} + VAB_i^{90/00} \quad (11)$$

Teniendo en cuenta que el cambio de productividad ( $CPR_i^{90/00}$ ) se mide por diferencia entre estas dos formas de valorar la producción, y volviendo a la igualdad (9), se puede escribir para el mismo año 1990, pero a precios constantes del año 2000:

$$X^{90/00} = A^{90/00} \cdot X^{90/00} + DFIN^{90/00} + SBC^{90/00} - T^{90/00} - CPR^{90/00} \quad (12)$$

### 2.2.3. Cambio estructural y sus componentes

Continuando con el desarrollo del modelo, si a partir de la ecuación (12) se sigue el proceso de operaciones llevado a cabo para el año 2000, se llega a:

$$X^{90/00} = B^{90/00} \cdot (DFIN^{90/00} + SBC^{90/00} - T^{90/00} - CPR^{90/00}) \quad (13)$$

Restando (8) y (13) y operando convenientemente se obtiene:

$$\begin{aligned} X^{00} - X^{90/00} = DX = & (B^{00} - B^{90/00}) \cdot (DFIN^{90/00} + SBC^{90/00} - T^{90/00}) + \\ & + B^{00} \cdot (DFIN^{00} - DFIN^{90/00}) + \\ & + B^{00} \cdot (SBC^{00} - SBC^{90/00}) + \\ & + B^{00} \cdot (T^{90/00} - T^{00}) + \\ & + B^{90/00} \cdot CPR^{90/00} \end{aligned} \quad (14)$$

Esta expresión pone de manifiesto que el **cambio estructural total**,  $\Delta X$ , habido en el periodo que va desde el año 1990 al año 2000 (expresado en euros de 2000) puede descomponerse en las cinco componentes ya citadas:

- **Componente tecnológica:**  $\Delta X_{TE} = (B^{00} - B^{90/00}) \cdot (DFIN^{90/00} + SBC^{90/00} - T^{90/00})$
- **Componente de demanda interior:**  $\Delta X_{DI} = B^{00} \cdot (DFIN^{00} - DFIN^{90/00})$
- **Componente de comercio exterior:**  $\Delta X_{CE} = B^{00} \cdot (SBC^{00} - SBC^{90/00})$
- **Componente de especialización:**  $\Delta X_{ES} = B^{00} \cdot (T^{90/00} - T^{00}) = - B^{00} \cdot (T^{00} - T^{90/00})$
- **Componente de productividad:**  $\Delta X_{PR} = B^{90/00} \cdot CPR^{90/00}$

Evidentemente se cumple:  $\Delta X = \Delta X_{TE} + \Delta X_{DI} + \Delta X_{CE} + \Delta X_{ES} + \Delta X_{PR}$

En el Anexo II se exponen los valores de las macromagnitudes necesarias para la aplicación del modelo, tanto referidas a las 54 ramas como a los 16 sectores que las agrupan.

### 2.2.4. Interpretación de las componentes

En la expresión matricial de la componente tecnológica, el elemento  $(B^{00} - B^{90/00})$  es el que se refiere al cambio tecnológico experimentado en todo el sistema productivo. Es consecuencia de las variaciones habidas en la estructura de los consumos intermedios, lo que se manifiesta en cambios de los coeficientes técnicos, los cuales a su vez se trasladan a las matrices inversas  $B$ . El elemento  $(DFIN^{90/00} + SBC^{90/00} - T^{90/00})$  no es más que un **factor ponderador** de este cambio. Para cualquier rama  $i$  la **componente tecnológica** será:  $\Delta X_{TEi} = \sum_j (b_{ij}^{00} - b_{ij}^{90/00}) \cdot (DFIN_j^{90/00} + SBC_j^{90/00} - T_j^{90/00})$ . Obsérvese que la componente tecnológica de cualquier sector  $i$  depende de  $\Delta b_{ij}$ , estando influida por los cambios que ocurren en todos y cada uno de los sectores productivos  $j$ . Un valor positivo para  $\Delta X_{TEi}$  indica que en la década aumentó la demanda intermedia que hizo el sistema productivo de productos de la rama  $i$ .

En la **componente de demanda interior** es la matriz inversa  $B^{00}$  la que actúa como **factor ponderador**, y el vector columna  $(DFIN^{00} - DFIN^{90/00}) = \Delta DFIN$  el que indica el cambio de la demanda final interior neta en el periodo considerado. Para cada rama  $i$  la componente de demanda interior será:  $\Delta X_{DIi} = \sum_j b_{ij}^{00} \cdot \Delta DFIN_j$ , que indica el incremento experimentado por la producción efectiva de la

rama  $i$  al variar las  $DFIN_j$  de todas y cada una de las ramas<sup>4</sup>. Si el valor de  $\Delta X_{Di}$  es positivo, en el periodo considerado aumentó la demanda final interior de productos de la rama  $i$ .

Por lo que respecta a la **componente de comercio exterior**, también aquí la matriz inversa  $B^{00}$  es un **factor ponderador**, mientras que  $(SBC^{00} - SBC^{90/00}) = \Delta SBC$  es un vector columna cuyas componentes indican el cambio en el saldo de la balanza comercial en la década 1990/2000. Para cada rama  $i$ , el cambio experimentado en este saldo viene dado por:  $\Delta X_{CEi} = \sum_j b_{ij}^{00} \cdot \Delta SBC_j$ , que expresa la variación sufrida por la producción efectiva de la rama  $i$  al variar los saldos de las balanzas comerciales de todas y cada una de las ramas productivas.

Un valor positivo para  $\Delta X_{CEi}$  indica que, en la década, aumentaron más las exportaciones que las importaciones de productos de la rama  $i$ .

En la **componente de especialización** de nuevo la matriz inversa  $B^{00}$  juega el papel de factor ponderador, mientras que el factor  $(T^{90/00} - T^{00}) = \Delta T$  es un vector columna cuyas

componentes indican el cambio en las producciones principales y secundarias de las ramas en la década estudiada. Para cada rama  $i$ , el cambio experimentado viene dado por:  $\Delta X_{ESi} = \sum_j b_{ij}^{00} \cdot \Delta T_j$ , que expresa la variación que tiene lugar en la producción efectiva de la rama  $i$  al variar la estructura de las producciones principales y secundarias de todas y cada una de las ramas. Cuando toma valor positivo significa que disminuyó la producción de los productos típicos de la rama  $i$  como producción secundaria en otras ramas, lo que significa un aumento de especialización.

Dado que la **componente de productividad** se mide como:  $\Delta X_{PR} = B^{90/00} \cdot CPR^{90/00}$ , para una rama determinada  $i$  esta componente será:  $\Delta X_{PRi} = \sum_j b_{ij}^{90/00} \cdot CPR_j^{90/00}$ , que indica la variación de la producción efectiva que tiene lugar en la rama  $i$  como consecuencia del cambio de productividad experimentado en todas y cada una de las ramas de actividad. Un valor positivo de  $\Delta X_{PRi}$  indica ganancia de productividad en la rama  $i$ .

---

4. Como se dijo anteriormente (véase nota 2), en la rama "Intermediación financiera" hay que hacer la corrección pertinente para que los efectos de los SIFMI no enmascaren el verdadero significado de la componente de demanda interior. En este sentido, si antes se añadieron los SIFMI a la demanda final para poder llevar a cabo los cálculos oportunos, ahora hay que descontarlos (con sus efectos) para tener el verdadero valor de esta componente.



## 3. Resultados

Como se indicó anteriormente y para una mayor concisión en la exposición, los resultados de las 54 ramas estudiadas se han agregado en 16 sectores según las equivalencias expresadas en el Anexo I. Dichos resultados se exponen en el cuadro III.1 (Anexo III) en el que se recoge, en valores absolutos, la cuantía del cambio total y la de cada una de sus componentes tanto para las ramas como para los sectores. En el mismo Anexo III se incluyen los cuadros III.2, III.3 y III.4, en los que pueden verse los resultados en valores relativos, pero solo referidos a los 16 sectores. A partir de estos cuadros se han elaborado una serie de gráficos con objeto de ofrecer una mejor interpretación visual de los resultados.

### 3.1. El cambio total en la economía de Andalucía

Se va a tratar de analizar en este apartado la cuantía del cambio experimentado en la producción efectiva del conjunto de la economía andaluza a lo largo de la década 1990-2000, así como la aportación que a ella han hecho los diferentes sectores

productivos. Nos serviremos para ello de los resultados recogidos en los cuadros III.1 y III.3 (en los que se exponen además del cambio total, sus cinco componentes, en valores absolutos y en porcentajes sobre el total de la economía, respectivamente) y del cuadro III.2, en el que se recogen las tasas anuales acumulativas,  $r$ , para la década en estudio. De los citados cuadros y de los gráficos 1, 2, 3 y 4, se deduce lo siguiente:

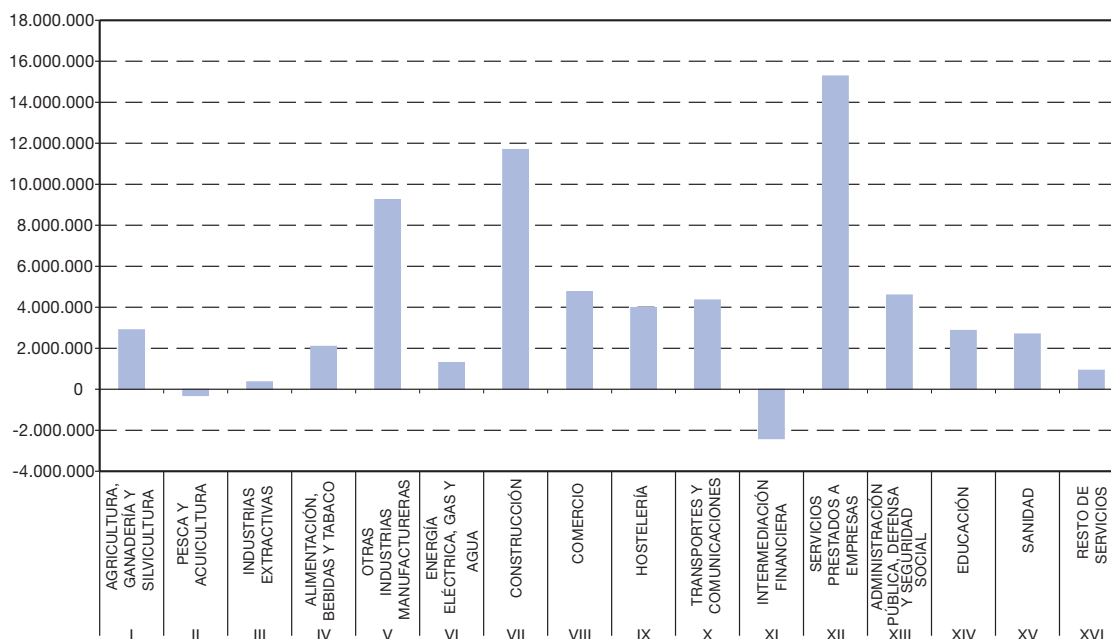
a) Se puede ver (cuadro III.1) que el cambio total de la producción efectiva experimentado por el conjunto de la economía andaluza en el periodo 1990-2000 fue positivo y de 64.388,3 millones de euros del año 2000. El gráfico 1 pone claramente de manifiesto que la mayoría de los 16 sectores en que se ha dividido la economía andaluza, contribuyeron positivamente a dicho cambio; sólo dos lo hicieron de forma negativa: **Pesca y acuicultura** e **Intermediación financiera**<sup>5</sup>.

---

5. Hay que aclarar que la negatividad en el sector Intermediación financiera viene determinada por los SIFMI, según puede observarse en el cuadro III.1 y en el Anexo II. En efecto, el valor de los SIFMI en el año 1990 era de 6.341.525 (en miles de euros de 2000), mientras que el del año 2000 ascendió a 2.174.730. La enorme diferencia entre ellos hace que el incremento en la década sea muy negativo. Como la componente SIFMI es, con mucho, la más importante en este sector, su signo determina el del cambio total en el mismo.



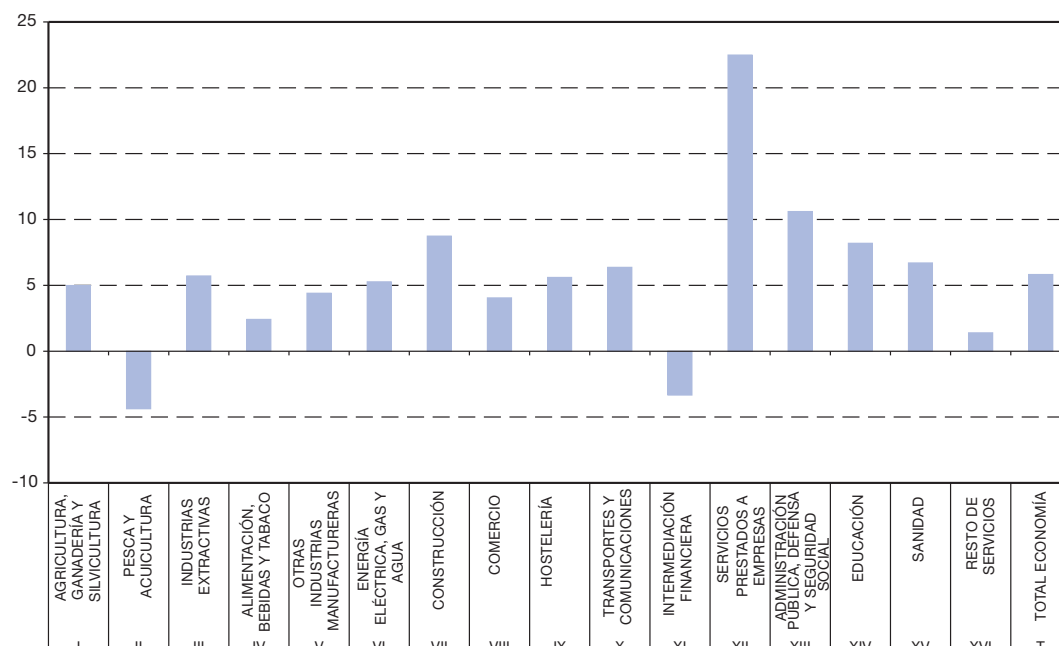
**Gráfico 1. Cambio total de los sectores andaluces 1990-2000** (Miles de € de 2000)



b) El cambio total de la economía andaluza supuso un incremento en esta década del 66,5 % con respecto a 1990 (cuadro III.2). Esto equivale a una tasa anual acumulativa del 5,8 %, si bien los diferentes sectores evolucionaron con distintas tasas de crecimiento. En el gráfico 2 se aprecia que los que más crecieron fueron: **Servicios prestados a las empresas**

( $t = 22,5 \%$ ) y **Administración pública, defensa y seguridad social** ( $t = 10,6 \%$ ), **Construcción** ( $t = 8,7 \%$ ) y **Educación** ( $t = 8,2 \%$ ). Los sectores que decrecieron lo hicieron con una tasa bastante menor: **Pesca y acuicultura**, que tuvo una tasa anual acumulativa de  $-4,4 \%$  e **Intermediación financiera**, con una tasa anual de  $-3,3 \%$ .

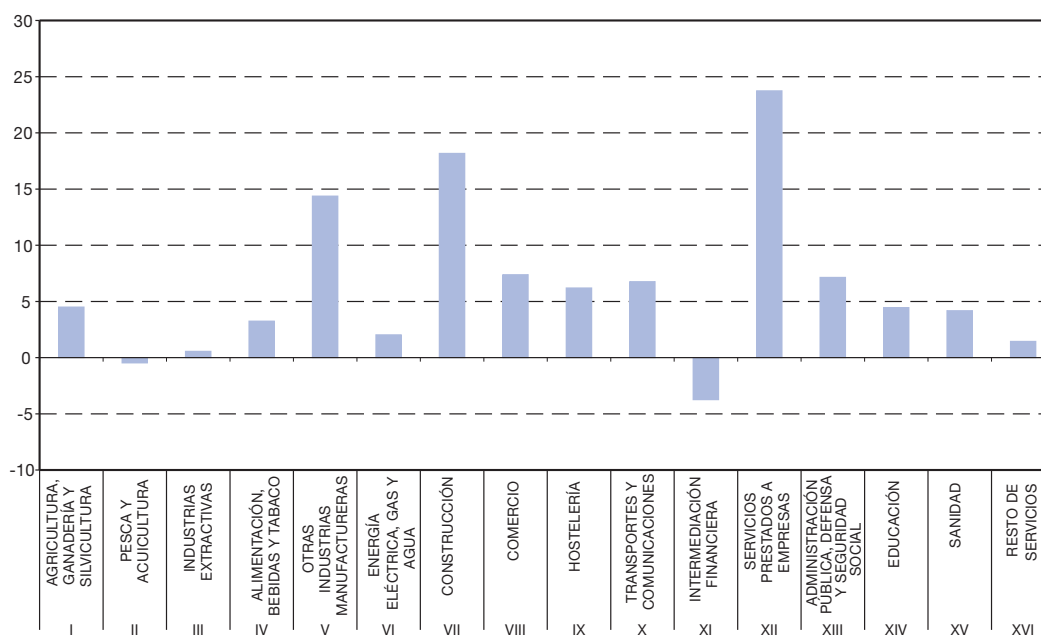
**Gráfico 2. Tasas de cambio anuales acumulativas** (% sobre Producción Efectiva)



c) La importancia relativa de cada sector en el cambio total de la economía andaluza también queda expuesta en el cuadro III.3 y en el gráfico 3. Puede observarse que el sector **Servicios prestados a empresas** es el de mayor peso relativo, representando casi el 24,0 % del conjunto andaluz; le siguen en importancia la **Construcción** (18,2 %) y **Otras industrias**

**manufactureras** (14,4 %). Estos tres sectores en conjunto suponen algo más de la mitad del cambio total andaluz. Los dos sectores cuyo cambio total es negativo tienen poca importancia en términos cuantitativos: el del sector **Pesca y acuicultura**, que significó menos del -0,5 %; y el del sector **Intermediación financiera**, que fue algo mayor (-3,8 %).

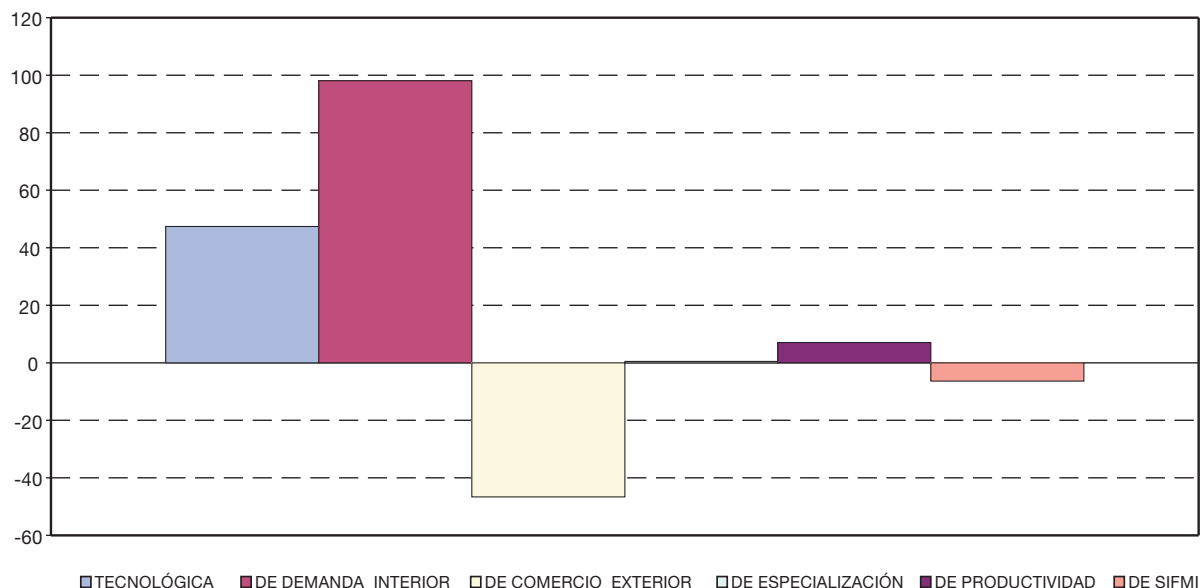
**Gráfico 3. Importancia de cada sector en el cambio total** (% sobre Total Economía)



d) El papel jugado por cada componente en el cambio total de la economía puede verse también en los citados cuadros III.1 y III.3, y en el gráfico 4. Se observa que la componente dominante, y que casi por sí misma da valor a todo el cambio, es la de demanda interior (63.135,7 millones). Los sectores que

más destacadamente influyen en el elevado valor de esta componente son **Otras industrias manufactureras** (27,3 %) y **Servicios prestados a empresas** (21,2 %); los que menos, **Pesca y acuicultura** (0,2 %), **Agricultura, ganadería y silvicultura** (0,5 %) e **Intermediación financiera** (0,8 %).

**Gráfico 4. Importancia de las componentes en el cambio total de la economía andaluza (% sobre Cambio Total)**



La siguiente componente en importancia es la tecnológica, que viene a explicar casi la mitad del cambio (30.520,5 millones); está influida poderosamente por la del sector **Otras industrias manufactureras** (49,9 %), en sentido positivo, y por la de **Comercio** (-3,9 %), **Resto de servicios** (-3,1 %) y **Hostelería** (-3,0 %), en el negativo.

La tercera componente positiva es la de *productividad*, aunque bastante más pequeña que las anteriores (4.544,5 millones). Los sectores que más le influyen positivamente son **Otras industrias manufactureras** (48,1 %) e **Intermediación financiera** (22,6 %); por el contrario, influyen mucho pero en sentido negativo **Energía eléctrica, gas y agua** (-8,4 %), **Industrias extractivas** (-7,1 %) y **Sanidad** (-5,3 %).

La cuarta componente positiva, la de especialización, es despreciable frente a las anteriores (315,6 millones), destacando el sector de **Servicios prestados a empresas** por el alto valor negativo que aporta (-408,2 %).

Las otras dos componentes se presentan desfavorables para esta década. La de *comercio exterior* presenta un alto valor negativo (-30.031,3 millones), viniendo determinada, fundamentalmente, por la alta negatividad que presenta en los sectores **Otras industrias manufactureras** (-85,3 %) e **Industrias extractivas** (-13,5 %); las mayores aportaciones positivas a esta componente fueron las de los sectores

**Comercio** (8,6 %) y **Agricultura, ganadería y silvicultura** (4,9 %). La otra componente negativa corresponde a los **SIFMI** (-4.096,8 millones) que, como se dijo con anterioridad, está relacionada exclusivamente con el sector **Intermediación financiera**.

### 3.2. Las componentes del cambio total en los sectores

Para analizar el papel de cada componente en el cambio total experimentado por cada sector nos apoyaremos en los resultados recogidos en el cuadro III.4 (en el que se exponen para cada uno de ellos los pesos de las componentes, en porcentajes sobre su cambio total), en el cuadro III.1 y, fundamentalmente, en los gráficos derivados del mismo que se han elaborado para cada sector.

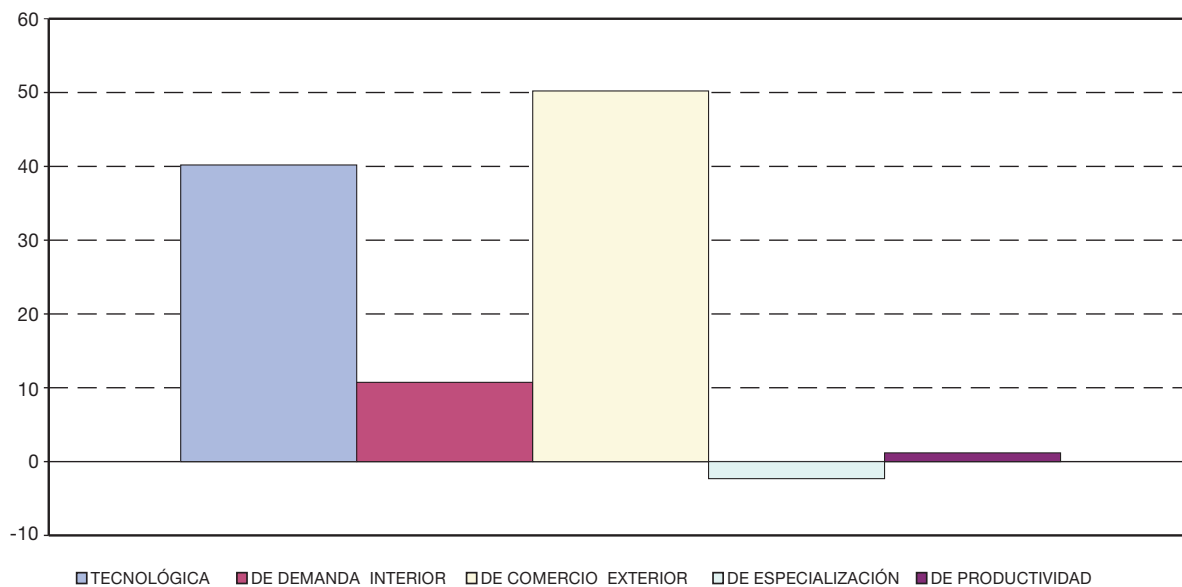
**I. Agricultura, ganadería y silvicultura.** En el gráfico 5 se observa cómo destaca el gran peso de las componentes de *comercio exterior* (50,2 %) y *tecnológica* (40,2 %) frente a las demás. En la de comercio exterior es decisivo el papel de la rama de agricultura, ya que la ganadería y la silvicultura presentan crecimientos negativos, al contrario de lo que ocurre con la de demanda interior. También sobresale el peso negativo

de la componente de especialización (-2,3 %) debido principalmente a la rama ganadera. Aunque ha habido

ganancia de *productividad* (1,2 %), esta componente es también negativa para las producciones ganaderas.

### Gráfico 5. Importancia de las componentes en el cambio total del sector I-Agricultura, ganadería y silvicultura

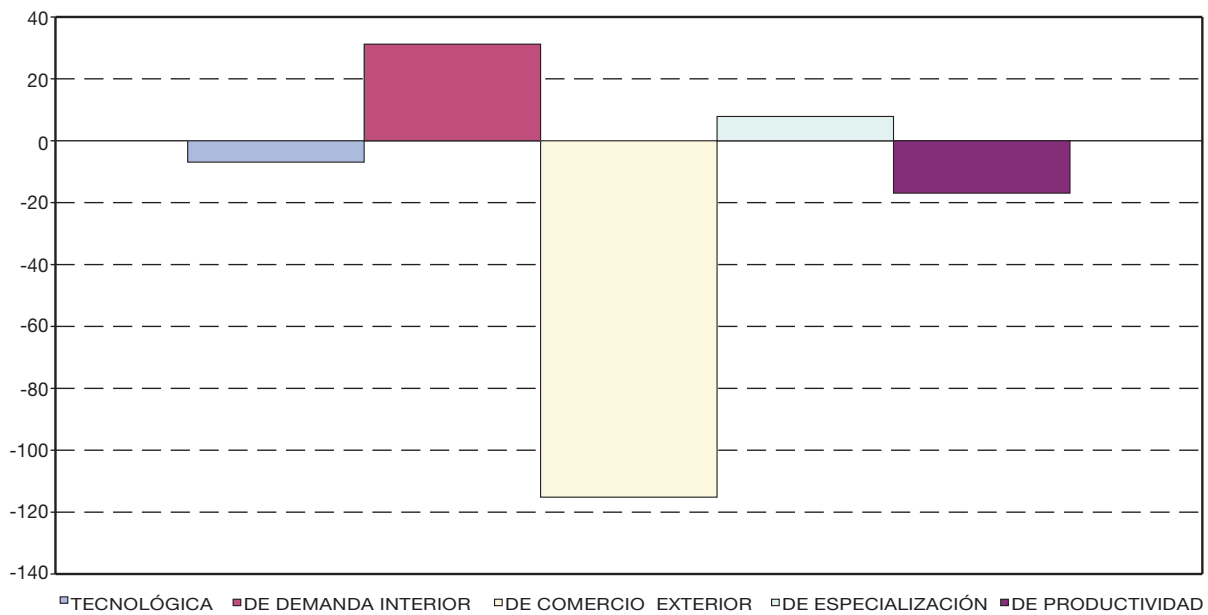
(% sobre Cambio Total)



**II. Pesca y acuicultura.** Este sector presenta un cambio total negativo. En el gráfico 6 se destaca la negatividad de las componentes de *comercio exterior* (-115,2 %), de *productividad* (-

16,9 %) y *tecnológica* (-6,9 %). Las componentes de *demanda interior* (31,2 %) y de *especialización* (7,8 %) son las únicas que han aportado algo positivo en este periodo.

**Gráfico 6. Importancia de las componentes en el cambio total del sector II- Pesca y acuicultura**  
(% sobre Cambio Total del Sector)

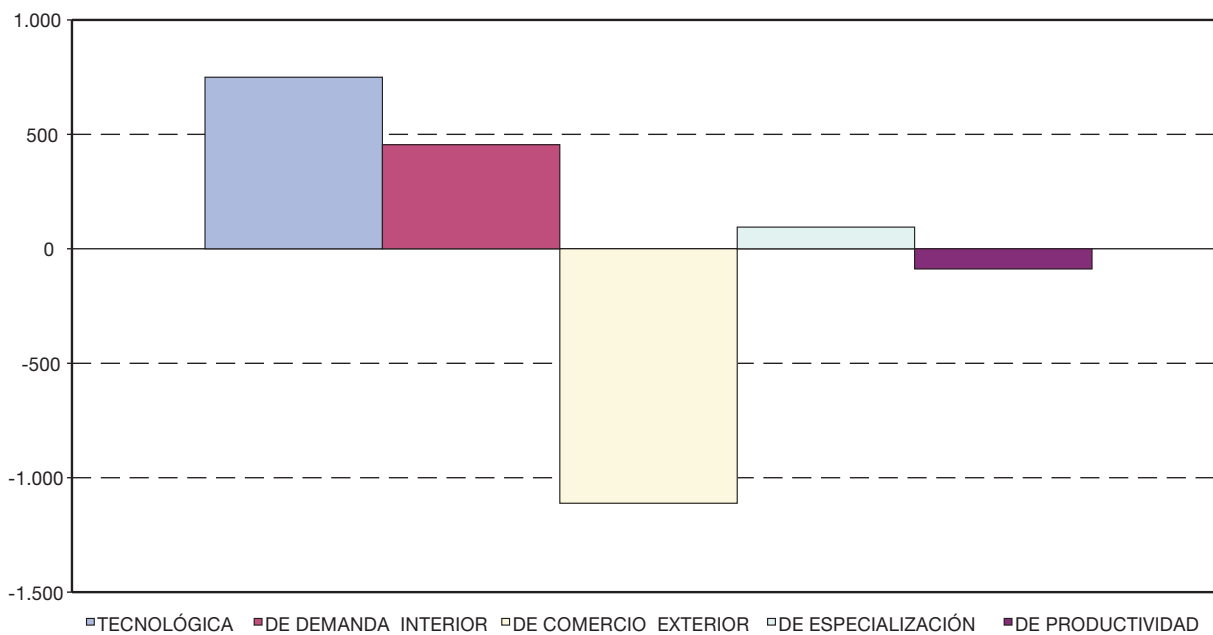


**III. Industrias extractivas.** Lo primero que se observa en el gráfico 7 es la gran descompensación entre componentes, puesta de manifiesto en los enormes valores que presentan aún en términos porcentuales. La componente más importante del cambio es, con mucho, la de *comercio exterior* (-1.111,6 %), cuya

negatividad casi se ve compensada por la suma de la *tecnológica* (749,6 %) y de *demanda interior* (454,7 %). La *productividad* se presenta negativa para el periodo (-87,8 %), y casi se compensa con la componente de *especialización* (95,2 %).

**Gráfico 7. Importancia de las componentes en el cambio total del sector III-Industrias extractivas**

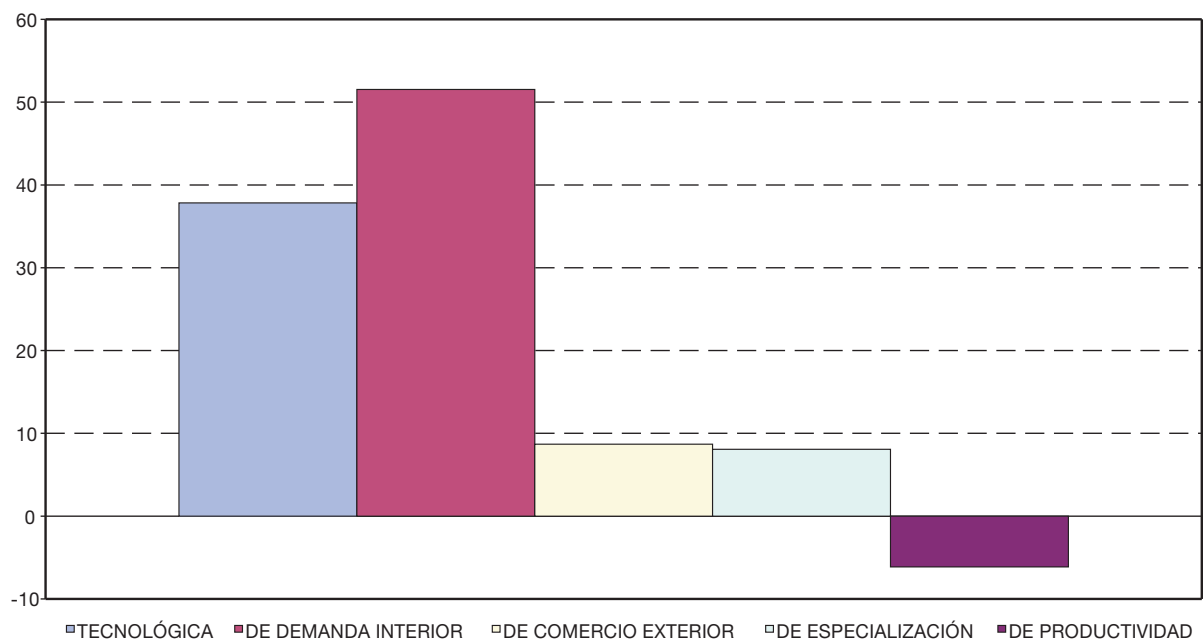
(% sobre Cambio Total del Sector)



**IV. Alimentación, bebidas y tabaco.** En el gráfico 8 se puede observar que la componente que más ha hecho crecer al sector es la de *demanda interior* (51,5 %), crecimiento experimentado en todas las ramas de actividad, a excepción de las industrias de aceites y de vinos, en las que hubo recesión en esta variable. Le sigue la componente *tecnológica* (37,8 %), positiva también en todas las ramas, excepto en las de bebidas

(vinos, cerveza y refrescos). Muy a distancia se sitúan las componentes de *comercio exterior* (8,7 %) y de *especialización* (8,1 %). La componente de *productividad* es la única negativa (-6,1 %), estando influida fundamentalmente por la caída experimentada en las industrias de otros productos alimenticios y del tabaco.

**Gráfico 8. Importancia de las componentes en el cambio total del sector IV-Alimentación, bebidas y tabaco**  
(% sobre Cambio Total del Sector)

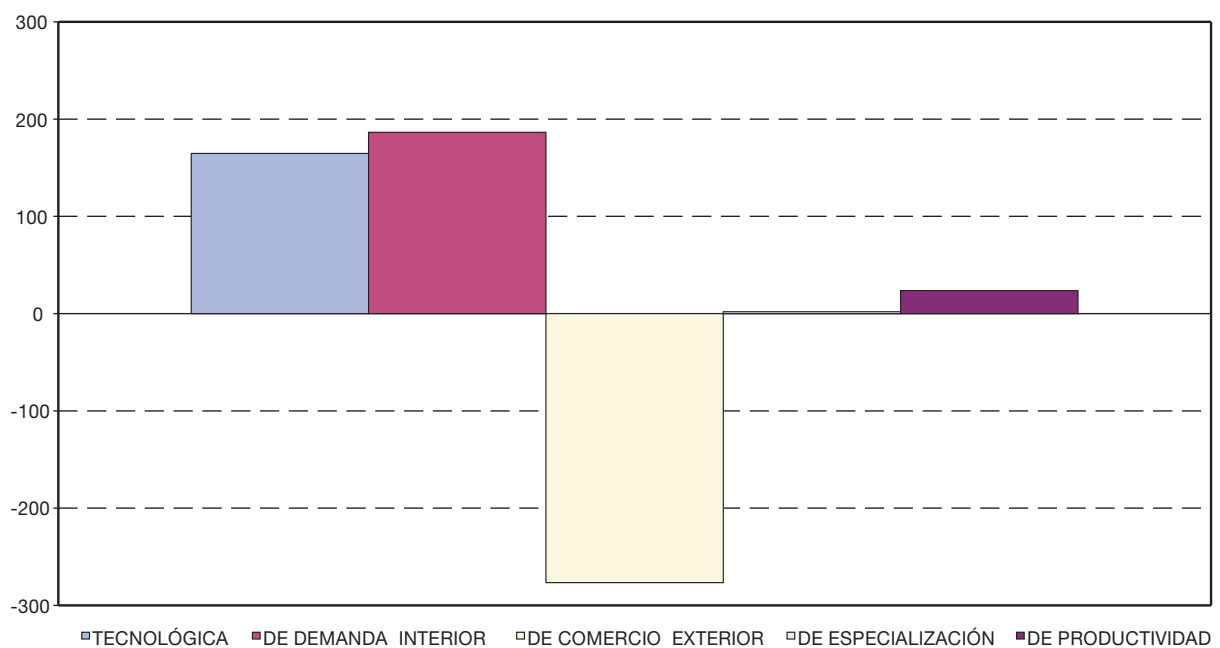




**V. Otras industrias manufactureras.** En el gráfico 9 se aprecia que la componente más importante del cambio opera en sentido negativo: la de *comercio exterior* (-276,6 %). Esto es debido, principalmente, a las ramas de metalurgia, productos metálicos y maquinaria, así como a las de refino de petróleo e industrias químicas y derivados, en las que dicha componente evolucionó de manera muy negativa. Le siguen en importancia,

aunque ahora con signo positivo, las componentes de *demanda interior* (186,4 %) y *tecnológica* (164,7 %), las cuales presentan también valores positivos de manera general en las ramas que forman el sector. Las componentes de *productividad* y de *especialización* son también positivas para el periodo considerado, pero con un valor bastante menor que las anteriores (23,6 % y 1,9 %, respectivamente).

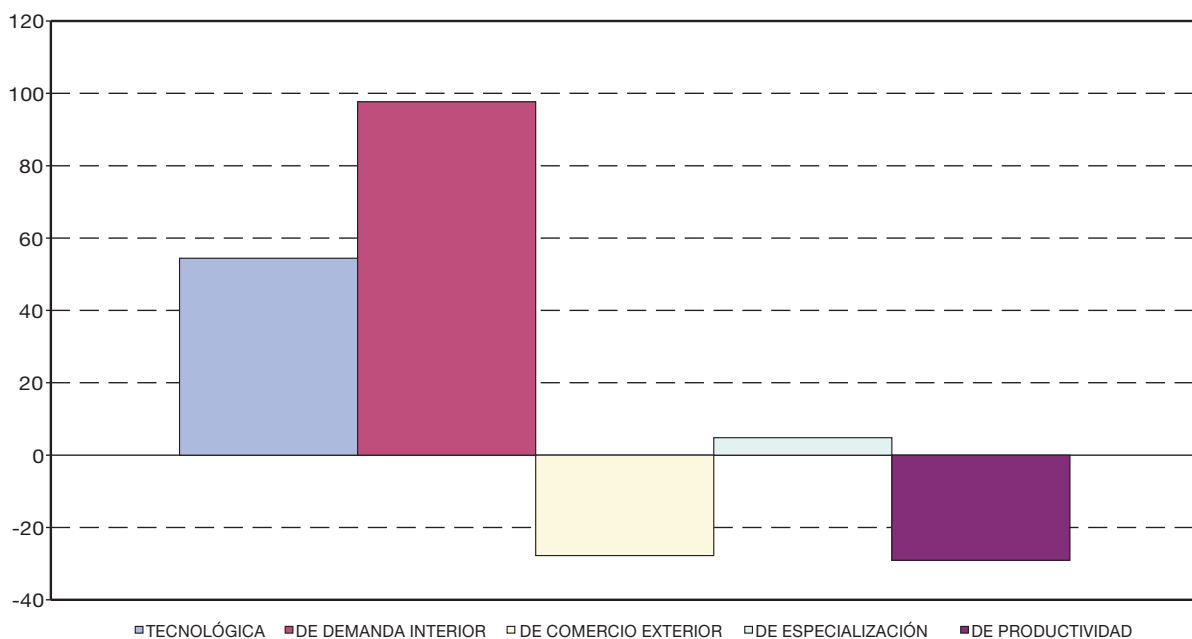
**Gráfico 9. Importancia de las componentes en el cambio total del sector V- Otras industrias manufactureras**  
(% sobre Cambio Total del Sector)



**VI. Energía eléctrica, gas y agua.** La componente más importante del cambio (gráfico 10) es la de *demanda interior* (97,7 %), seguida de la *tecnológica* (54,4 %); ambas componentes son positivas en las tres ramas de actividad que integran el sector. Menos importancia tienen las componentes de *productividad* (-29,1 %) y de *comercio exterior* (-27,8 %),

cuya negatividad es común a todas las actividades contempladas. Muchísima menos relevancia tiene la componente de *especialización* (4,8 %).

**Gráfico 10. Importancia de las componentes en el cambio total del sector VI- Energía eléctrica, gas y agua**  
(% sobre Cambio Total del Sector)

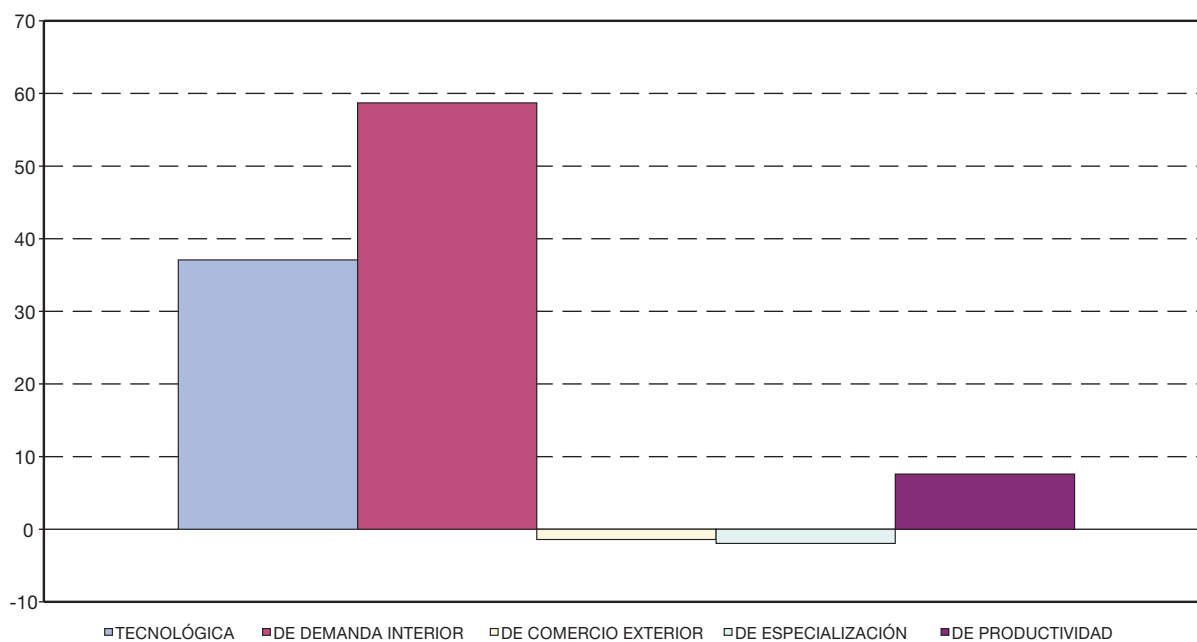


**VII. Construcción.** Según el gráfico 11, las componentes que determinan el cambio en este sector son la de *demanda interior* (58,7 %) y la *tecnológica* (37,1 %). Las restantes

aportan poco al cambio, siendo la de *productividad* la única positiva (7,6 %); las de *especialización* y de *comercio exterior* son ambas negativas (-2,0 % y -1,4 %, respectivamente).

**Gráfico 11. Importancia de las componentes en el cambio total del sector VII- Construcción**

(% sobre Cambio Total del Sector)

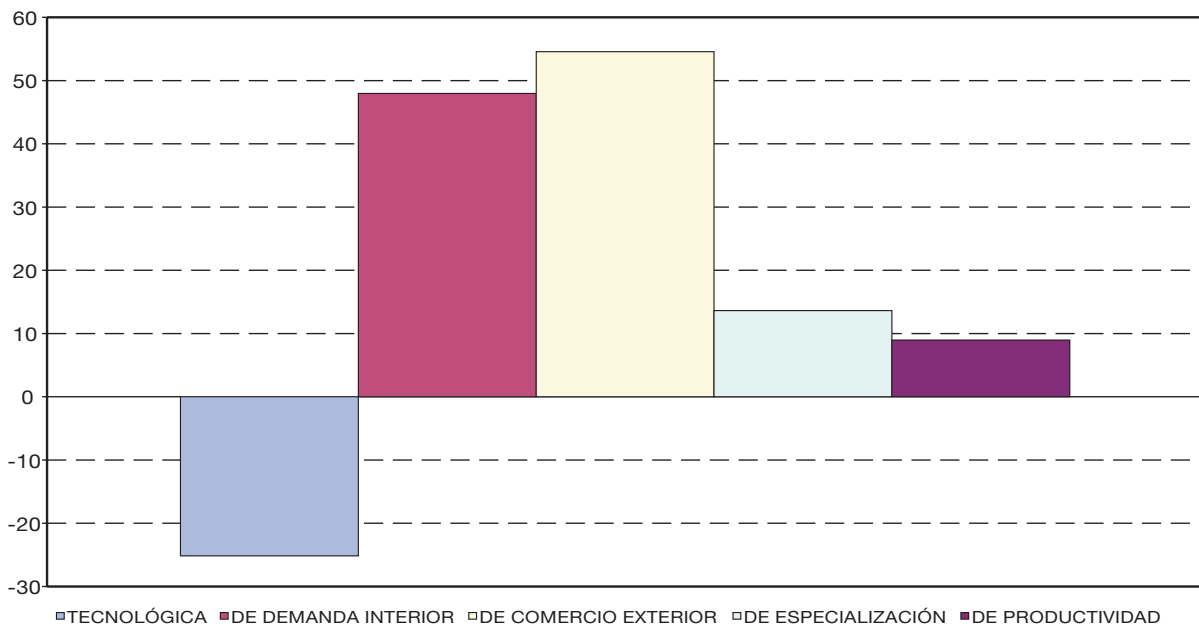


**VIII. Comercio.** Como puede observarse en el gráfico 12, se trata de un sector con cambio positivo en todas sus componentes, a excepción de la *tecnológica* (-25,2%). Son destacables las aportaciones de las componentes de *comercio exterior*

(54,6 %) y de *demanda interior* (48,0 %). A mayor distancia se encuentran las otras dos: la de *especialización* y la de *productividad* (13,6 % y 9,0 %, respectivamente).

**Gráfico 12. Importancia de las componentes en el cambio total del sector VIII- Comercio**

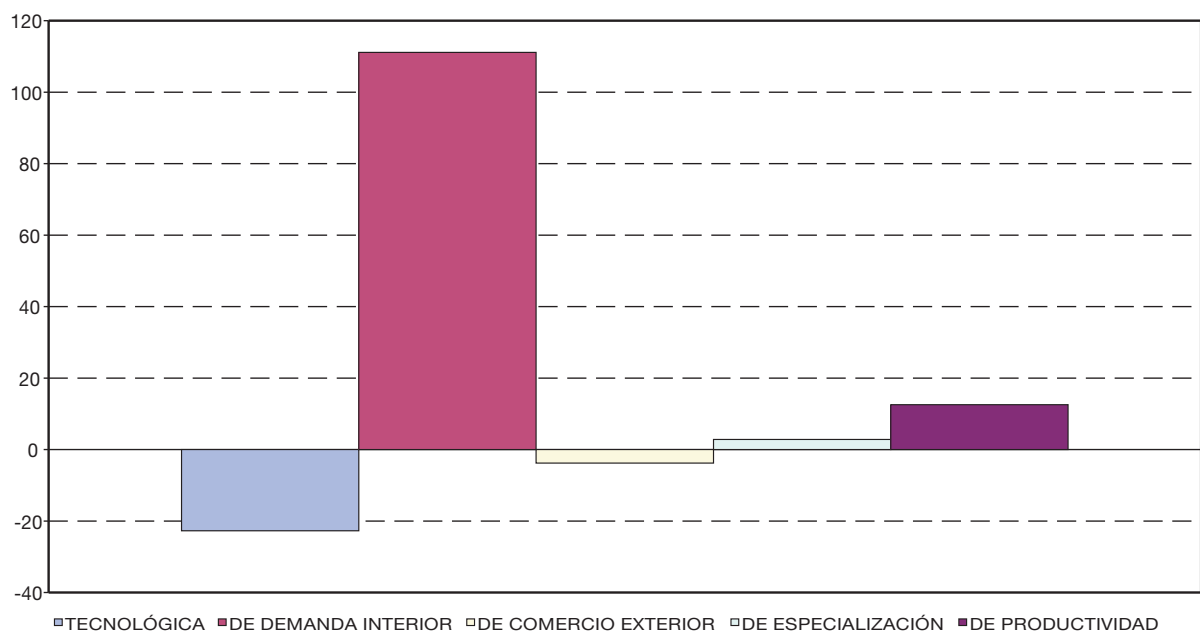
(% sobre Cambio Total del Sector)



**IX. Hostelería.** En este sector (gráfico 13), la pauta viene marcada por la componente de *demanda interior* (111,1 %), siendo así, además, en las dos ramas que incluye (hospedaje y restauración). Le sigue en importancia, aunque con valor negativo, la componente *tecnológica* (-22,7%), signo que viene condicionado por la actividad de restauración. La componente

de *productividad* es positiva tanto para el sector (12,6 %) como para las dos ramas que lo forman. Las componentes de especialización (2,8 %) y de comercio exterior (-3,8 %) tienen escasa importancia en el cambio total.

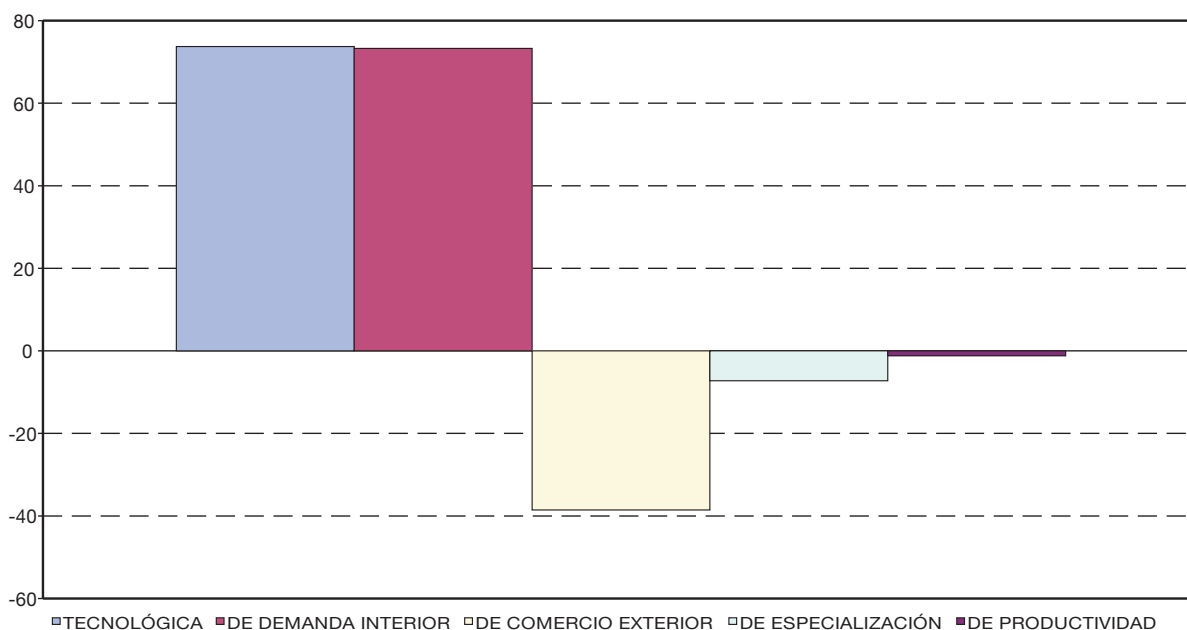
**Gráfico 13. Importancia de las componentes en el cambio total del sector IX- Hostelería**  
(% sobre Cambio Total del Sector)



**X. Transportes y comunicaciones.** El cambio total, como se observa en el gráfico 14, está influido, básicamente y casi equitativamente, por las componentes *tecnológica* y de *demanda interior* (73,7 % y 73,3 %, respectivamente), siendo así, además, en las dos ramas que se integran en él. Le sigue en importancia, aunque con valor negativo, la componente de

*comercio exterior* (-38,6 %), signo que también se presenta en las dos ramas. Las componentes de *especialización* (-7,3 %) y de *productividad* (-1,2 %), ambas con escasa participación en el cambio total, sólo aparecen con este signo en la actividad de transportes.

**Gráfico 14. Importancia de las componentes en el cambio total del sector X- Transporte y comunicaciones**  
(% sobre Cambio Total del Sector)

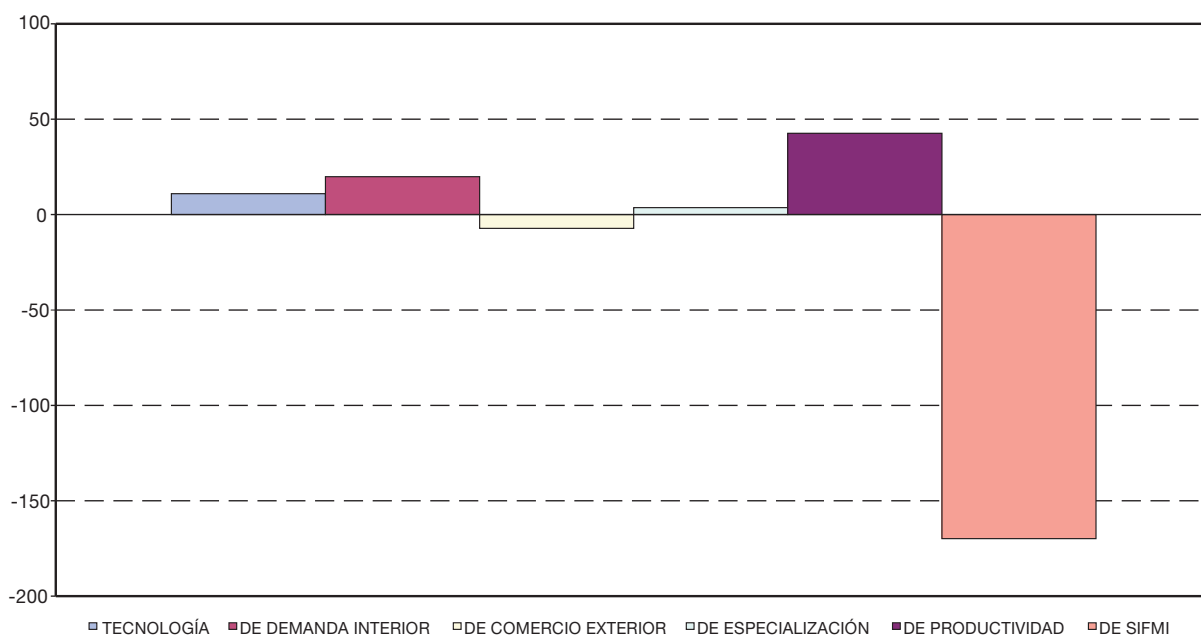


**XI. Intermediación financiera.** En este sector (gráfico 15) es donde únicamente aparece la componente debida a los SIFMI. Como ya se dijo anteriormente, el valor de estos servicios es tan alto, en relación con los de las demás variables que intervienen en el cálculo de las componentes, que determinan con su signo negativo el cambio total que sufre el sector. En efecto, la componente de los SIFMI (-169,9 %)

queda muy lejos de las de *productividad* (42,6 %), de *demanda interior* (19,9 %), *tecnológica* (11,0 %) y de *especialización* (3,7 %). La componente de *comercio exterior* es también negativa, aunque tiene muy poco peso (-7,3 %). Si se excluyese la componente de los SIFMI y se considerasen exclusivamente las componentes contempladas para los demás sectores, el cambio total del sector sería positivo.

**Gráfico 15. Importancia de las componentes en el cambio total del sector XI- Intermediación financiera**

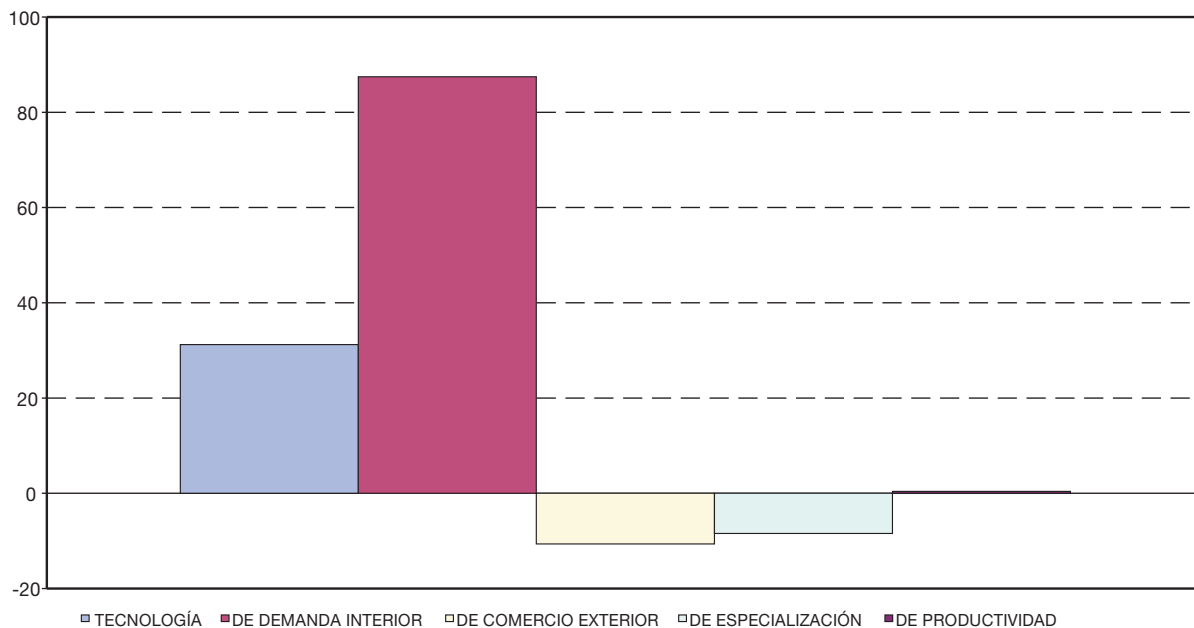
(% sobre Cambio Total del Sector)



**XII. Servicios prestados a empresas.** Como puede verse en el gráfico 16, la componente más importante del cambio es la de *demanda interior* (87,5 %), seguida de la

*tecnológica* (31,2 %). Menos importancia tienen las componentes de *comercio exterior* (-10,7 %), de *especialización* (-8,4 %) y de *productividad* (0,4 %).

**Gráfico 16. Importancia de las componentes en el cambio total del sector XII- Servicios prestados a empresas**  
(% sobre Cambio Total del Sector)



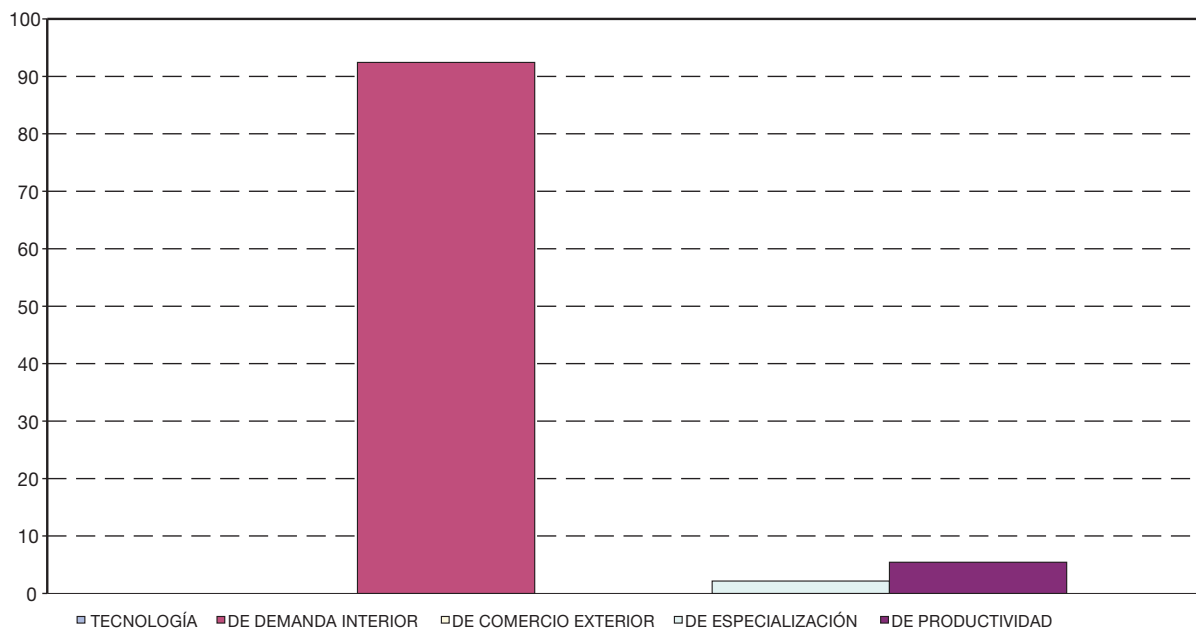


**XIII. Administración pública, defensa y seguridad social.** Este sector (gráfico 17) es especial, por cuanto no destina nada de su producción (denominada de *no mercado*) ni a los demás sectores productivos ni al exterior regional: su producción se destina íntegramente a la demanda final interior.

Por ello no presenta valores en las componentes *tecnológica* y de *comercio exterior*. El cambio total se debe casi exclusivamente a la componente de demanda interior (92,4 %), siendo las dos restantes, de *productividad* (5,4 %) y de *especialización* (2,2 %), insignificantes frente a aquélla.

**Gráfico 17. Importancia de las componentes en el cambio total del sector XIII- Admón. Pública, Defensa y Seguridad Social**

(% sobre Cambio Total del Sector)

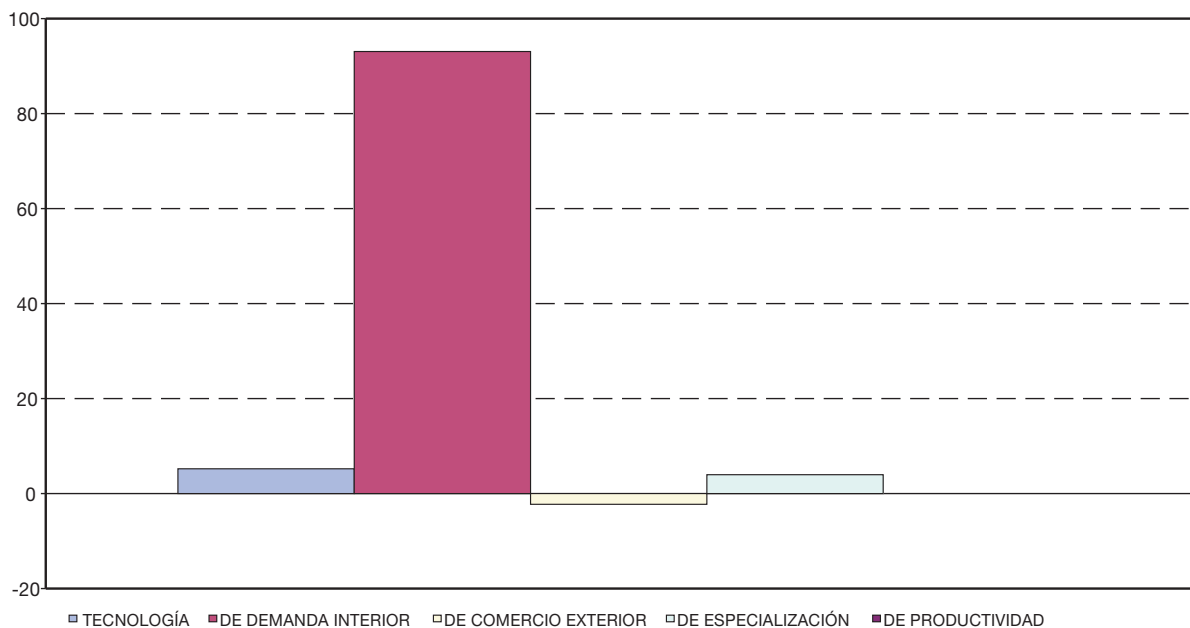


**XIV. Educación.** También en este sector (gráfico 18) la componente que marca la pauta en el cambio total es la de *demanda interior* (93,1 %), siendo las restantes de escasa cuantía. Aquí se incluyen igualmente actividades de mercado y de no mercado, por lo que las componentes tecnológica (5,2

%) y de *comercio exterior* (-2,3 %) solo presentan valor en la educación de mercado, ya que la actividad de no mercado, como se dijo anteriormente, únicamente tiene salida a la demanda final interior. Las componentes de *especialización* (4,0 %) y de *productividad* (-0,01 %) son muy pequeñas.

**Gráfico 18. Importancia de las componentes en el cambio total del sector XIV- Educación**

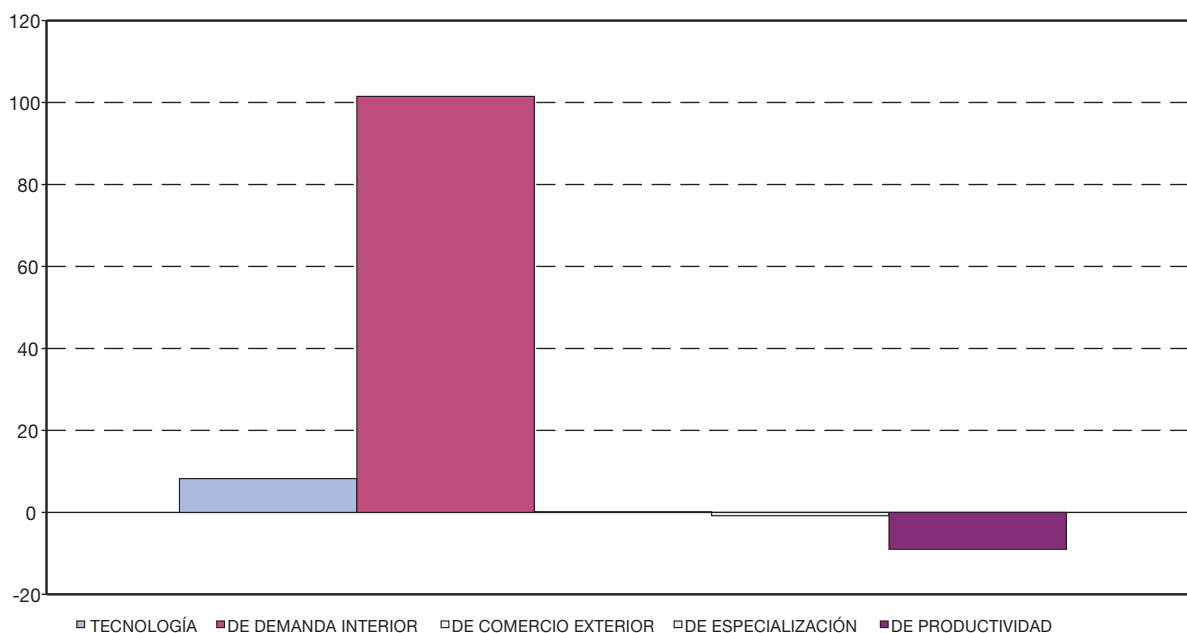
(% sobre Cambio Total del Sector)



**XV. Sanidad.** Como en los sectores anteriores, también en éste (gráfico 19) es la componente de *demanda interior* (101,5 %) la que determina el sentido y magnitud del cambio. E igual que en el caso anterior, se integran en él actividades de mercado y de no mercado, por lo que las componentes

*tecnológica* (8,2 %) y de *comercio exterior* (0,1 %) solo toman valor en la sanidad de mercado. Las dos componentes restantes, de *productividad* (-9,0 %) y de *especialización* (-0,8 %) también son de escasa cuantía.

**Gráfico 19. Importancia de las componentes en el cambio total del sector XV- Sanidad**  
(% sobre Cambio Total del Sector)

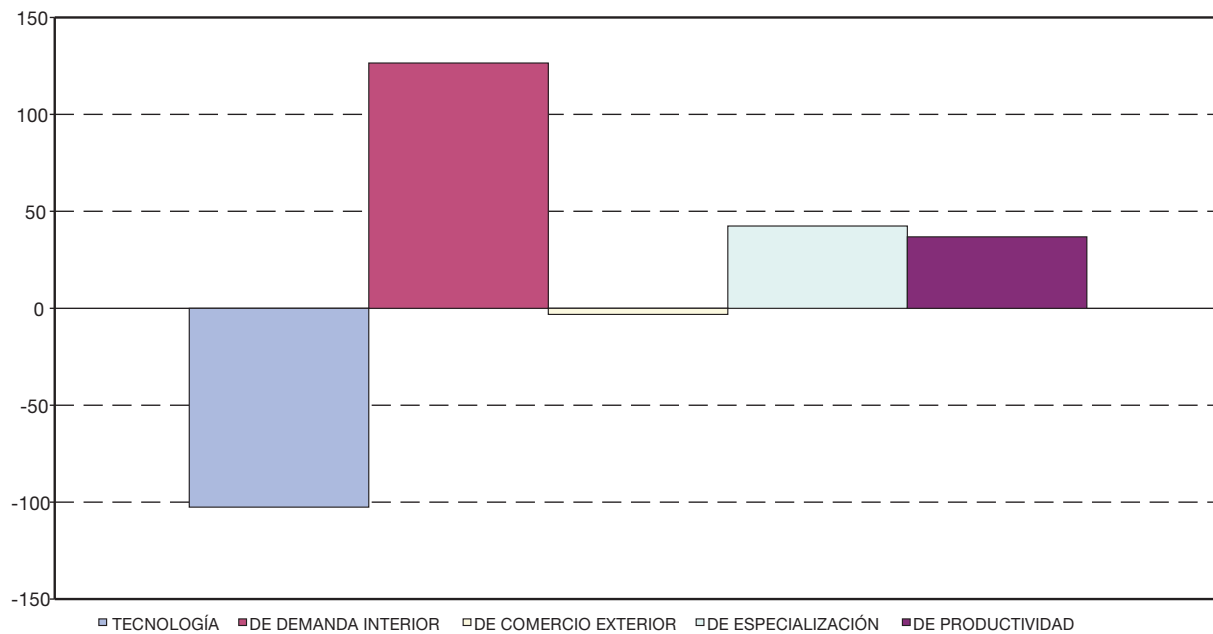


**XVI. Resto de servicios.** Según se observa en el gráfico 20, las dos componentes más relevantes para el cambio, aunque de signo distinto, son la de *demanda interior* (126,5 %) y la *tecnológica* (-102,6 %). Les siguen en importancia, y ambas

con signo positivo, las de *especialización* (42,4 %) y de *productividad* (36,9 %). A mucha distancia queda la de *comercio exterior* (-3,2 %).

**Gráfico 20. Importancia de las componentes en el cambio total del sector XVI- Resto de servicios**

(% sobre Cambio Total del Sector)





## 4. Conclusiones

### 4.1. Relacionadas con el conjunto de la economía

De todo lo reseñado anteriormente se pueden extraer las siguientes conclusiones relacionadas con el conjunto de la economía andaluza:

a) En la década analizada, 1990-2000, la economía de Andalucía aumentó considerablemente su producción, en términos reales: un 66,5 % en relación con la de 1990 (tasa acumulativa de crecimiento anual cercana al 6,0 %). Este gran cambio se debió principalmente a dos hechos: principalmente, al **crecimiento de la demanda interior** (consumo familiar, consumo colectivo y formación bruta de capital); y en segundo lugar, a los cambios tecnológicos que han propiciado un **mayor consumo interindustrial**.

b) En este período se ha producido una **ganancia de productividad** en el sistema, es decir que con los mismos o menos factores se han producido más productos.

c) También puede decirse que ha habido una pequeña **ganancia de especialización** en el conjunto de los sectores.

d) La **caída del comercio exterior** con el resto del mundo (incluido el resto de España), medida por la disminución del saldo de bienes y servicios, ha restado una importante

posibilidad de crecimiento económico. De hecho, su influencia en el cambio total es casi equivalente a la del cambio tecnológico, aunque de signo contrario.

e) La enorme diferencia existente entre el valor de los SIFMI entre los años 1990 y 2000 hace que esta componente del cambio, que sólo atañe a la actividad de intermediación financiera, repercuta de modo apreciable en el total de la economía. En nuestro caso, además, de forma negativa.

### 4.2. Relacionadas con los sectores productivos

Por lo que se refiere a los distintos sectores en que se ha dividido la economía, se puede concluir lo siguiente:

a) Un examen de los signos de las componentes en cada uno de los sectores deja ver que existe una gran diversidad tipológica entre ellos, como puede observarse en la tabla adjunta. De hecho, son 16 los sectores y se presentan 11 tipos distintos de comportamiento. No puede decirse, por tanto, que haya habido una cierta uniformidad sectorial en la evolución de las variables que determinan las componentes del cambio.

**Tabla. Tipología de los sectores según los signos de sus componentes**

Sectores	Signos de las componentes				
	TE	DI	CE	ES	PR
I. Agricultura, ganadería y silvicultura	+	+	+	-	+
II. Pesca y acuicultura	-	+	-	+	-
III. Industrias extractivas	+	+	-	+	-
IV. Alimentación, bebidas y tabaco	+	+	+	+	-
V. Otras industrias manufactureras	+	+	-	+	+
VI. Energía eléctrica, gas y agua	+	+	-	+	-
VII. Construcción	+	+	-	-	+
VIII. Comercio	-	+	+	+	+
IX. Hostelería	-	+	-	+	+
X. Transportes y comunicaciones	+	+	-	-	-
XI. Intermediación financiera	+	+	-	+	+
XII. Servicios prestados a empresas	+	+	-	-	+
XIII. Administración pública, defensa y seguridad social	0	+	0	+	+
XIV. Educación	+	+	-	+	-
XV. Sanidad	+	+	+	-	-
XVI. Resto de servicios	-	+	-	+	+

b) Es destacable que ningún sector presenta todas las componentes positivas, excepción hecha del de administración pública, aunque hay que especificar que solamente tiene tres componentes (son nulas la tecnológica y la de comercio exterior, como se dijo anteriormente).

c) Todos los sectores tienen la componente de demanda interior positiva, lo que indica que en todos ellos creció dicha demanda en la década considerada.

d) Sin embargo, la componente de comercio exterior es desfavorable en casi todos los sectores, ya que el saldo de la balanza comercial entre 1990 y 2000 experimentó un déficit generalizado en todos ellos (excepto en los casos de las actividades agrarias y sus industrias derivadas, el comercio y, de forma inapreciable, la sanidad).

e) Al contrario ocurre con la componente tecnológica: casi todos los sectores la presentan favorable para el cambio total. Como excepciones hay que destacar las actividades de pesca, de comercio, de hostelería y de resto de servicios, en las que ha disminuido la demanda interindustrial de sus productos y servicios en el periodo considerado.

f) De manera general se puede decir que en estos diez años la mitad aproximada de los sectores ganan productividad (casi todos de actividades de servicios) y la otra mitad la pierde (casi todos con actividades industriales).

g) Las dos terceras partes de los sectores ganan en especialización, destacando sobre todos la pérdida sufrida por el sector de servicios a empresas

## 5. Referencias bibliográficas

- CARTER, A. P. (1970). **Structural Change in the American Economy**. Cambridge. Harvard University Press.
- CHINKOOK, L. & SCHLUTER, G. (1993). *Growth and Structural Changes in U. S. Food and Fiber Industries. An Input-Output Perspective*. **American Journal of Agricultural Economics, 75**.
- COURBIS, R. Y TEMPLÉ, P. (1975). **La méthode des comptes de surplus et ses applications macroéconomiques**. INSEE, serie C, 35. Paris.
- FORSELL, O. (1988). *Growth and Changes in the Structure of the Finnish Economy in the 1960's and 1970's*. En: **Input-Output Analysis**. New York (M. Ciaschini, ed.). Chapman & Hall.
- LÓPEZ, A. M. Y PULIDO, A. (1992). *Determinación de sectores importantes en la economía española. 1980 y 1985*. **VI Reunión ASEPELT-España**. Granada.
- PULIDO, A. Y FONTELA, E. (1993). **Análisis input-output. Modelos, datos y aplicaciones**. Madrid. Ed. Pirámide.
- TITOS, A., DE HARO, T. Y PARRA, C. (1996). **Cambio estructural en el sistema agroalimentario español (1970-1988)**. Córdoba. Ed. ETEA (Colección Monografías).
- URATA, S. (1988). *Economic Growth and Structural Change in the Soviet Economy. 1959-1972*. En: **Input-Output Analysis**. New York (M. Ciaschini, ed.). Chapman & Hall.





# Anexos



## Anexo 1. Correspondencias entre las 54 ramasy los 16 sectores con las TIOAN-90

Nº	DENOMINACIÓN RAMAS (R-54)	RAMAS TIOAN-90	RAMAS TIOAN-00	CNAE-93
1	Producción agrícola y servicios agrarios	1 a 6	1 a 3	011- 013(p) - 014
2	Producción ganadera y caza	7	4	012 - 013(p) - 015
3	Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados	8	5	02
<b>I</b>	<b>AGRICULTURA, GANADERÍA Y SILVICULTURA</b>	<b>1 a 8</b>	<b>1 a 5</b>	<b>01 y 02</b>
4	Pesca y acuicultura	9	6	05
<b>II</b>	<b>PESCA Y ACUICULTURA</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>05</b>
5	Industria Extractivas	10	7 a 9	10 a 14
<b>III</b>	<b>INDUSTRIAS EXTRACTIVAS</b>	<b>10</b>	<b>7 a 9</b>	<b>10 a 14</b>
6	Industria Cárnica	33	10	151
7	Elaboración de conservas de pescado y derivados	36	11	152
8	Preparación y conservación de frutas y hortalizas	35	12	153
9	Fabricación de grasas y aceites	32	13	154
10	Industrias lácteas	34	14	155
11	Industria de otros productos alimenticios y tabaco	37 a 41 y 45	15 a 17	156 a 158, 16
12	Elaboración de vinos y alcoholes	42	18	1591 a 1595
13	Elaboración de cervezas y bebidas no alcohólicas	43-44	19	1596 a 1598
<b>IV</b>	<b>ALIMENTACIÓN, BEBIDAS Y TABACO</b>	<b>32 a 45</b>	<b>10 a 19</b>	<b>15 y 16</b>
14	Industria textil	46	20	17
15	Industria de la confección y la peletería	48	21	18
16	Industria del cuero y calzado	47	22	19
17	Industria del papel	51	24	21
18	Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	52	25	22
19	Refino de petróleo	11	26	23
20	Fabricación de productos químicos básicos ( incluido agroquímicos )	21-22	27	241-242
21	Fabricación de otros productos químicos	23-24	28	243 a 247
22	Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	53	29	251-252
23	Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	17-18	30	265-266
24	Fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos, etc.	16	31	262 a 264
25	Industrias del vidrio y de la piedra	19-20	32	261-267-268
26	Metalurgia	15	33	27
27	Industria de la madera y el corcho, fabricación de muebles y de productos metálicos	25-49-50	23-34-43	20-28-361
28	Construcción de maquinaria y equipo mecánico	26	35	29
29	Fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico	27	36 a 38	30 a 32
30	Fabricación de equipo médico y aparatos de precisión, óptica, etc	31	39	33
31	Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques	28	40	34
32	Construcción y reparación naval	29	41	351
33	Fabricación de otro material de transporte	30	42	352 a 355
34	Otra industria manufacturera	54-55	44	362 a 366
<b>V</b>	<b>OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS</b>	<b>11, 15 a 30, 46 a 55</b>	<b>20 a 44</b>	<b>17 a 36</b>
35	Producción y distribución de energía eléctrica	12	46	401
36	Producción y distribución de gas y vapor de agua	13	47	402-403
37	Captación, depuración y distribución de agua	14	48	41
<b>VI</b>	<b>ENERGÍA ELÉCTRICA, GAS Y AGUA</b>	<b>12 a 14</b>	<b>46 a 48</b>	<b>40 y 41</b>
38	Construcción	56-57	49-50	45
<b>VII</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>56 y 57</b>	<b>49 y 50</b>	<b>45</b>
39	Comercio, recuperación y reparaciones	58-59-62	45 y 51 a 54	37, 50 a 52
<b>VIII</b>	<b>COMERCIO</b>	<b>58-59-62</b>	<b>45 y 51 a 54</b>	<b>37, 50 a 52</b>
40	Hoteles, pensiones y otro tipo de hospedaje	61	55	551-552
41	Restaurantes y otros establecimientos para comer y beber	60	56	553 a 555
<b>IX</b>	<b>HOSTELERÍA</b>	<b>60 y 61</b>	<b>55 y 56</b>	<b>55</b>
42	Transportes y actividades anexas	63 a 65	57 a 59	60 a 63
43	Correos y telecomunicaciones	66	60	64
<b>X</b>	<b>TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</b>	<b>63 a 66</b>	<b>57 a 60</b>	<b>60 a 64</b>
44	Intermediación financiera, seguros, planes de pensiones y actividades auxiliares	67-68	61 a 63	65 a 67
<b>XI</b>	<b>INTERMEDIACIÓN FINANCIERA</b>	<b>67 y 68</b>	<b>61 a 63</b>	<b>65 a 67</b>
45	Servicios prestados a las empresas	69	64 a 73	70 a 74
<b>XII</b>	<b>SERVICIOS PRESTADOS A EMPRESAS</b>	<b>69</b>	<b>64 a 73</b>	<b>70 a 74</b>
46	Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	78	74	75-99
<b>XIII</b>	<b>ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, DEFENSA Y SS</b>	<b>78</b>	<b>74</b>	<b>75-99</b>
47	Educación no de mercado	71	75	80(p)
48	Educación de mercado	72	76	80(p)
<b>XIV</b>	<b>EDUCACIÓN</b>	<b>71 y 72</b>	<b>75 y 76</b>	<b>80</b>
49	Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	73	77	851(p)-852(p)
50	Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	74	78	851(p)-852(p)
<b>XV</b>	<b>SANIDAD</b>	<b>73 y 74</b>	<b>77 y 78</b>	<b>851-852</b>
51	Servicios sociales y actividades asociativas	77	79-80-82	853-91
52	Actividades recreativas, culturales y deportivas	75	83-84	92
53	Actividades diversas de servicios personales	70	85	93
54	Otros servicios destinados a la venta	76	81-86	90-95
<b>XVI</b>	<b>RESTO DE SERVICIOS</b>	<b>70 y 75 a 77</b>	<b>79 a 86</b>	<b>853, 90 a 93, 95</b>

FUENTE: Elaboración propia

## Anexo II. Macromagnitudes necesarias para la aplicación del modelo (miles de € del año 2000)

RAMAS Y SECTORES	Año 2000				
	X <sup>00</sup>	DFIN <sup>00</sup>	SBC <sup>00</sup>	T <sup>00</sup>	SIFMI <sup>00</sup>
1 Producción agrícola y servicios agrarios	6.770.306	971.014	1.951.737	49.327	
2 Producción ganadera y caza	1.197.738	65.969	44.727	-313	
3 Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados	213.099	20.514	3.333	13.997	
<b>I AGRICULTURA, GANADERÍA Y SILVICULTURA</b>	<b>8.181.143</b>	<b>1.057.497</b>	<b>1.999.797</b>	<b>63.011</b>	
4 Pesca y acuicultura	341.995	322.158	-286.135	-23.020	
<b>II PESCA Y ACUICULTURA</b>	<b>341.995</b>	<b>322.158</b>	<b>-286.135</b>	<b>-23.020</b>	
5 Industria Extractivas	927.355	39.936	-5.427.841	-37.045	
<b>III INDUSTRIAS EXTRACTIVAS</b>	<b>927.355</b>	<b>39.936</b>	<b>-5.427.841</b>	<b>-37.045</b>	
6 Industria Cárnica	1.527.588	1.344.828	-616.054	203.898	
7 Elaboración de conservas de pescado y derivados	173.981	568.614	-546.437	14.502	
8 Preparación y conservación de frutas y hortalizas	932.408	313.377	417.902	-34.838	
9 Fabricación de grasas y aceites	2.308.640	-98.344	1.550.713	-14.668	
10 Industrias lácteas	591.078	787.741	-480.053	-66.060	
11 Industria de otros productos alimenticios y tabaco	3.063.759	1.576.255	74.645	-93.139	
12 Elaboración de vinos y alcoholes	1.112.870	144.820	284.184	-42.948	
13 Elaboración de cervezas y bebidas no alcohólicas	1.103.424	282.935	175.711	-98.008	
<b>IV ALIMENTACIÓN, BEBIDAS Y TABACO</b>	<b>10.813.748</b>	<b>4.920.226</b>	<b>860.611</b>	<b>-131.261</b>	
14 Industria textil	243.861	328.176	-637.426	15.172	
15 Industria de la confección y la peletería	945.635	994.534	-275.819	-25.270	
16 Industria del cuero y calzado	214.927	380.340	-318.716	-2.824	
17 Industria del papel	765.599	74.045	-584.811	-3.839	
18 Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	771.023	399.616	-297.534	-9.197	
19 Refino de petróleo	7.678.461	1.678.367	1.685.698	-395.294	
20 Fabricación de productos químicos básicos (incluido agroquímicos)	2.388.098	62.206	404.173	330.207	
21 Fabricación de otros productos químicos	689.651	1.636.106	-2.697.622	33.616	
22 Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	680.229	73.749	-349.900	-5.287	
23 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	1.913.881	22.315	-240.118	-55.426	
24 Fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos, etc.	476.439	39.854	-400.294	-11.159	
25 Industrias del vidrio y de la piedra	582.594	27.880	-195.908	-10.768	
26 Metalurgia	2.814.722	92.082	782.939	-10.253	
27 Industria de la madera y el corcho, fabric. de muebles y de prod. metálicos	3.925.318	1.391.430	-881.471	-39.476	
28 Construcción de maquinaria y equipo mecánico	893.591	870.016	-1.739.939	75.440	
29 Fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico	897.667	992.493	-2.755.951	34.567	
30 Fabricación de equipo médico y aparatos de precisión, óptica, etc	399.981	227.858	-313.239	-39.114	
31 Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques	941.544	3.021.209	-3.383.147	-23.813	
32 Construcción y reparación naval	592.218	29.448	264.341	-15.845	
33 Fabricación de otro material de transporte	557.299	286.083	-82.635	-31.671	
34 Otra industria manufacturera	410.332	447.042	-188.44	-731	
<b>V OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS</b>	<b>28.783.070</b>	<b>13.074.849</b>	<b>-12.205.819</b>	<b>-190.965</b>	
35 Producción y distribución de energía eléctrica	2.379.615	640.667	-258.491	-16.606	
36 Producción y distribución de gas y vapor de agua	552.901	116.830	59.941	-3.496	
37 Captación, depuración y distribución de agua	595.900	224.298	-30.361	9.876	
<b>VI ENERGÍA ELÉCTRICA, GAS Y AGUA</b>	<b>3.528.416</b>	<b>981.795</b>	<b>-228.911</b>	<b>-10.226</b>	
38 Construcción	22.092.286	14.728.088	9.959	116.842	
<b>VII CONSTRUCCIÓN</b>	<b>22.092.286</b>	<b>14.728.088</b>	<b>9.959</b>	<b>116.842</b>	
39 Comercio, recuperación y reparaciones	15.838.160	11.904.612	-78.860	-614.036	
<b>VIII COMERCIO</b>	<b>15.838.160</b>	<b>11.904.612</b>	<b>-78.860</b>	<b>-614.036</b>	
40 Hoteles, pensiones y otro tipo de hospedaje	2.114.743	1.453.578	0	-162.261	
41 Restaurantes y otros establecimientos para comer y beber	8.174.612	7.881.774	0	86.489	
<b>IX HOSTELERÍA</b>	<b>10.289.355</b>	<b>9.335.352</b>	<b>0</b>	<b>-75.772</b>	
42 Transportes y actividades anexas	7.331.471	1.950.140	-161.493	382.688	
43 Correos y telecomunicaciones	2.884.649	1.111.229	-420.352	-72.806	
<b>X TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</b>	<b>10.216.120</b>	<b>3.061.369</b>	<b>-581.845</b>	<b>309.882</b>	
44 Intermediación financiera, seguros, planes de pensiones y activ. Auxiliares	4.613.639	1.194.928	-327.061	-87.974	2.174.730
<b>XI INTERMEDIACIÓN FINANCIERA</b>	<b>4.613.639</b>	<b>1.194.928</b>	<b>-327.061</b>	<b>-87.974</b>	<b>2.174.730</b>
45 Servicios prestados a las empresas	18.219.228	10.360.401	-697.548	1.441.573	
<b>XII SERVICIOS PRESTADOS A EMPRESAS</b>	<b>18.219.228</b>	<b>10.360.401</b>	<b>-697.548</b>	<b>1.441.573</b>	
46 Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	7.716.959	7.229.190	0	-487.769	
<b>XIII ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, DEFENSA Y SS</b>	<b>7.716.959</b>	<b>7.229.190</b>	<b>0</b>	<b>-487.769</b>	
47 Educación no de mercado	3.982.528	3.974.549	0	-7.979	
48 Educación de mercado	1.670.513	1.347.442	-28.041	-105.238	
<b>XIV EDUCACIÓN</b>	<b>5.653.041</b>	<b>5.321.991</b>	<b>-28.041</b>	<b>-113.217</b>	
49 Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	3.929.236	3.866.886	0	-62.350	
50 Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	2.160.582	1.583.193	0	79.089	
<b>XV SANIDAD</b>	<b>6.089.818</b>	<b>5.450.079</b>	<b>0</b>	<b>16.739</b>	
51 Servicios sociales y actividades asociativas	1.642.284	1.426.703	0	-45.391	
52 Actividades recreativas, culturales y deportivas	3.951.019	3.126.908	22.545	-295.388	
53 Actividades diversas de servicios personales	894.085	830.692	0	-9.046	
54 Otros servicios destinados a la venta	1.436.345	1.257.331	0	173.063	
<b>XVI RESTO DE SERVICIOS</b>	<b>7.923.733</b>	<b>6.641.634</b>	<b>22.545</b>	<b>-176.762</b>	
<b>T TOTAL ECONOMÍA</b>	<b>161.228.066</b>	<b>95.624.105</b>	<b>-16.969.149</b>	<b>0</b>	<b>2.174.730</b>

FUENTE: Elaboración propia

Año 1990 (deflactado al año 2000)

X <sup>90/00</sup>	DFIN <sup>90/00</sup>	SBC <sup>90/00</sup>	T <sup>90/00</sup>	SIFMI <sup>90/00</sup>	CPR <sup>90/00</sup>		
4.061.088	1.149.207	658.985	4.094		-44.530,55	Producción agrícola y servicios agrarios	1
1.093.167	142.649	229.358	1.318		19.967,50	Producción ganadera y caza	2
126.297	16.308	-114.743	0		-1.731,50	Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados	3
<b>5.280.552</b>	<b>1.308.164</b>	<b>773.601</b>	<b>5.412</b>		<b>-26.294,54</b>	<b>AGRICULTURA, GANADERÍA Y SILVICULTURA</b>	<b>I</b>
645.568	485.341	-123.695	0		63.953,74	Pesca y acuicultura	4
<b>645.568</b>	<b>485.341</b>	<b>-123.695</b>	<b>0</b>		<b>63.953,74</b>	<b>PESCA Y ACUICULTURA</b>	<b>II</b>
562.186	8.121	2.815.168	2.852		85.183,62	Industria Extractivas	5
<b>562.186</b>	<b>8.121</b>	<b>-2.815.168</b>	<b>-2.852</b>		<b>85.183,62</b>	<b>INDUSTRIAS EXTRACTIVAS</b>	<b>III</b>
864.667	1.349.084	-863.390	-32.869		-11.281,57	Industria Cárnica	6
135.618	344.148	-240.121	2.091		8.852,66	Elaboración de conservas de pescado y derivados	7
368.731	136.981	190.902	0		-1.805,87	Preparación y conservación de frutas y hortalizas	8
1.568.771	286.816	1.106.507	-22.851		-130.706,82	Fabricación de grasas y aceites	9
546.260	686.691	-217.140	-3.507		-5.869,34	Industrias lácteas	10
3.272.655	1.707.898	291.138	24.043		478.992,89	Industria de otros productos alimenticios y tabaco	11
1.195.406	362.968	466.440	2.408		-136.747,55	Elaboración de vinos y alcoholes	12
770.227	215.473	14.220	-11.998		10.929,04	Elaboración de cervezas y bebidas no alcohólicas	13
<b>8.722.335</b>	<b>5.090.059</b>	<b>748.555</b>	<b>-42.682</b>		<b>212.363,44</b>	<b>ALIMENTACIÓN, BEBIDAS Y TABACO</b>	<b>IV</b>
350.264	43.216	-95.073	-22.057		-9.978,74	Industria textil	14
1.040.985	1.218.438	-357.837	15.244		123.365,24	Industria de la confección y la peletería	15
126.361	347.771	-292.702	43		9.774,48	Industria del cuero y calzado	16
420.457	155.092	-234.281	-224		-3.053,46	Industria del papel	17
368.16	317.236	-193.951	-88.842		-52.291,18	Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	18
6.148.556	1.447.030	1.983.987	206.968		340.549,13	Refino de petróleo	19
1.657.379	17.674	388.669	-140.778		87.408,01	Fabricación de productos químicos básicos (incluido agroquímicos)	20
503.192	997.333	-1.246.373	-490		37.934,12	Fabricación de otros productos químicos	21
325.192	275.995	-539.475	-569		8.889,03	Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	22
917.814	193	-45.101	1.351		41.185,92	Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	23
384.243	34.303	23.758	-4.658		30.118,62	Fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos, etc.	24
360.169	50.895	37.582	3.758		-50.184,95	Industrias del vidrio y de la piedra	25
1.218.509	27.450	152.808	-15.805		-83.414,42	Metalurgia	26
2.144.747	1.081.558	-159.425	87.779		116.791,18	Industria de la madera y el corcho, fabric. de muebles y de prod. metálicos	27
353.108	221.471	-281.108	-2.502		2.640,95	Construcción de maquinaria y equipo mecánico	28
945.047	509.571	-248.126	-11.221		54.088,15	Fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico	30
23.371	84.868	-102.168	0		-6.687,55	Fabricación de equipo médico y aparatos de precisión, óptica, etc	30
833.083	1.984.872	-2.295.837	-6.395		126.311,12	Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques	31
601.888	162.874	2.318.198	0		-2.019.462,50	Construcción y reparación naval	32
649.760	169.233	178.846	-14.973		152.183,42	Fabricación de otro material de transporte	33
154.026	455.065	-381.409	184		10.318,83	Otra industria manufacturera	34
<b>19.526.317</b>	<b>9.547.238</b>	<b>-1.389.019</b>	<b>6.812</b>		<b>-1.083.514,58</b>	<b>OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS</b>	<b>V</b>
1.617.708	442.373	-418.717	477		171.947,25	Producción y distribución de energía eléctrica	35
350.325	192.408	-12.991	0		90.575,54	Producción y distribución de gas y vapor de agua	36
253.876	99.380	0	49.776		83.651,85	Captación, depuración y distribución de agua	37
<b>2.221.909</b>	<b>734.162</b>	<b>-431.708</b>	<b>50.253</b>		<b>346.174,65</b>	<b>ENERGÍA ELÉCTRICA, GAS Y AGUA</b>	<b>VI</b>
10.393.359	10.592.554	0	14.372		-872.268,61	Construcción	38
<b>10.393.359</b>	<b>10.592.554</b>	<b>0</b>	<b>14.372</b>		<b>-872.268,61</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>VII</b>
11.083.147	10.821.523	-3.115.836	1.188		-196.094,86	Comercio, recuperación y reparaciones	39
<b>11.083.147</b>	<b>10.821.523</b>	<b>-3.115.836</b>	<b>1.188</b>		<b>-196.094,86</b>	<b>COMERCIO</b>	<b>VIII</b>
1.529.991	877.425	0	-471.328		-29.484,37	Hoteles, pensiones y otro tipo de hospedaje	40
4.768.575	4.392.277	0	507.509		-406.092,74	Restaurantes y otros establecimientos para comer y beber	41
<b>6.298.566</b>	<b>5.269.702</b>	<b>0</b>	<b>36.182</b>		<b>-435.577,11</b>	<b>HOSTELERÍA</b>	<b>IX</b>
4.775.784	2.313.784	-713.094	2.409		153.489,01	Transportes y actividades anexas	42
1.084.684	425.869	0	0		28.447,48	Correos y telecomunicaciones	43
<b>5.860.468</b>	<b>2.739.653</b>	<b>-713.094</b>	<b>2.409</b>		<b>181.936,49</b>	<b>TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</b>	<b>X</b>
7.025.221	707.420	-314.671	0	6.341.525	-950.443,43	Intermediación financiera, seguros, planes de pensiones y activ. Auxiliares	44
<b>7.025.221</b>	<b>707.420</b>	<b>-314.671</b>	<b>0</b>	<b>6.341.525</b>	<b>-950.443,43</b>	<b>INTERMEDIACIÓN FINANCIERA</b>	<b>XI</b>
2.934.744	707.104	-363.541	115.300		139.702,31	Servicios prestados a las empresas	45
<b>2.934.744</b>	<b>707.104</b>	<b>-363.541</b>	<b>115.300</b>		<b>139.702,31</b>	<b>SERVICIOS PRESTADOS A EMPRESAS</b>	<b>XII</b>
3.115.425	2.976.483	0	-388.912		-249.970,47	Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	46
<b>3.115.425</b>	<b>2.976.483</b>	<b>0</b>	<b>-388.912</b>		<b>-249.970,47</b>	<b>ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, DEFENSA Y SS</b>	<b>XIII</b>
2.523.816	2.517.857	0	-1.714		4.244,68	Educación no de mercado	47
257.947	230.542	-15.581	1.868		-3.932,49	Educación de mercado	48
<b>2.781.763</b>	<b>2.748.399</b>	<b>-15.581</b>	<b>153</b>		<b>312,19</b>	<b>EDUCACIÓN</b>	<b>XIV</b>
2.691.629	2.490.362	0	-53.151		148.115,74	Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	49
703.993	549.834	0	48.860		89.121,80	Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	50
<b>3.395.622</b>	<b>3.040.196</b>	<b>0</b>	<b>-4.291</b>		<b>237.237,54</b>	<b>SANIDAD</b>	<b>XV</b>
276.399	289.200	0	0		-23.284,01	Servicios sociales y actividades asociativas	51
1.378.220	1.144.163	-9.348	-55.383		156.781,28	Actividades recreativas, culturales y deportivas	52
494.973	514.615	0	45		-56.566,99	Actividades diversas de servicios personales	53
4.842.988	3.917.908	0	261.995		-383.335,17	Otros servicios destinados a la venta	54
<b>6.992.580</b>	<b>5.865.885</b>	<b>-9.348</b>	<b>206.656</b>		<b>-306.404,89</b>	<b>RESTO DE SERVICIOS</b>	<b>XVI</b>
<b>96.839.760</b>	<b>62.642.003</b>	<b>-7.769.506</b>	<b>0</b>	<b>6.341.525</b>	<b>-2.853.704,51</b>	<b>TOTAL ECONOMÍA</b>	<b>T</b>

**Cuadro III. 1. Componentes del cambio estructural de la economía andaluza 1990 / 2000 (Definitivas)**

Ramas y sectores	Componentes						Total
	Tecnológica	De demanda Interior	De comercio Exterior	De especialización	De productividad	De SIFMI	
1 Producción agrícola y servicios agrarios	1.052.178	-46.322	1.649.565	18.725	35.072		2.709.218
2 Producción ganadera y caza	122.568	239.322	-174.470	-73.699	-9.149		104.571
3 Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados	-9.284	118.323	-18.348	-12.113	8.224		86.802
<b>I AGRICULTURA, GANADERÍA Y SILVICULTURA</b>	<b>1.165.461</b>	<b>311.324</b>	<b>1.456.747</b>	<b>-67.087</b>	<b>34.147</b>		<b>2.900.591</b>
4 Pesca y acuicultura	-20.972	94.726	-349.681	23.824	-51.470		-303.572
<b>II PESCA Y ACUICULTURA</b>	<b>-20.972</b>	<b>94.726</b>	<b>-349.681</b>	<b>23.824</b>	<b>-51.470</b>		<b>-303.572</b>
5 Industria Extractivas	2.737.163	1.660.426	-4.059.339	347.468	-320.548		365.170
<b>III INDUSTRIAS EXTRACTIVAS</b>	<b>2.737.163</b>	<b>1.660.426</b>	<b>-4.059.339</b>	<b>347.468</b>	<b>-320.548</b>		<b>365.170</b>
6 Industria Cárnica	219.550	377.156	294.762	-258.691	30.145		662.921
7 Elaboración de conservas de pescado y derivados	66.274	305.471	-316.942	-9.024	-7.416		38.364
8 Preparación y conservación de frutas y hortalizas	43.234	233.715	241.070	43.350	2.307		563.677
9 Fabricación de grasas y aceites	496.138	-496.768	625.110	-9.774	125.165		739.870
10 Industrias lácteas	71.934	190.262	-301.465	75.262	8.825		44.818
11 Industria de otros productos alimenticios y tabaco	245.608	206.786	-283.011	134.470	-512.749		-208.896
12 Elaboración de vinos y alcoholes	-59.662	-52.512	-239.454	79.942	189.150		-82.536
13 Elaboración de cervezas y bebidas no alcohólicas	-291.82	7313.780	161.716	113.356	36.173		333.197
<b>IV ALIMENTACIÓN, BEBIDAS Y TABACO</b>	<b>791.249</b>	<b>1.077.889</b>	<b>181.786</b>	<b>168.891</b>	<b>-128.400</b>		<b>2.091.414</b>
14 Industria textil	386.680	397.066	-833.834	-24.396	-31.919		-106.403
15 Industria de la confección y la peletería	83.249	-189.673	86.428	46.596	-121.951		-95.350
16 Industria del cuero y calzado	83.536	56.617	-45.406	9.490	-15.671		88.566
17 Industria del papel	616.254	469.240	-771.302	4.550	26.400		345.142
18 Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	175.307	437.934	-168.930	-103.834	62.381		402.857
19 Refino de petróleo	1.130.228	1.435.294	-1.180.517	560.285	-415.385		1.529.906
20 Fabricación de productos químicos básicos (incluido agroquímicos)	1.610.171	1.032.623	-1.140.814	-652.261	-119.000		730.719
21 Fabricación de otros productos químicos	953.951	1.830.917	-2.561.045	-37.873	508		186.459
22 Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	744.939	638.417	-1.042.172	6.726	7.127		355.036
23 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	517.512	717.550	-322.156	52.006	31.155		996.067
24 Fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos, etc.	270.627	275.260	-444.979	-2.554	-6.158		92.196
25 Industrias del vidrio y de la piedra	286.781	267.550	-439.667	25.131	82.630		222.425
26 Metalurgia	890.101	1.408.291	-1.144.715	52.990	389.545		1.596.212
27 Industria de la madera y el corcho, fabric. de muebles y de prod. metálicos	1.760.341	1.812.714	-2.034.832	160.924	81.425		1.780.571
28 Construcción de maquinaria y equipo mecánico	1.905.330	1.741.177	-3.139.981	-47.547	81.503		540.482
29 Fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico	2.397.930	2.416.220	-4.851.016	-46.623	36.110		-47.379
30 Fabricación de equipo médico y aparatos de precisión, óptica, etc.	374.685	397.333	-473.452	49.406	28.639		376.611
31 Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques	-82.605	1.945.522	-1.692.242	68.028	-130.241		108.461
32 Construcción y reparación naval	827.204	-149.992	-3.114.538	25.484	2.402.172		-9.670
33 Fabricación de otro material de transporte	298.275	273.053	-504.761	30.405	-189.433		-92.461
34 Otra industria manufacturera	10.559	39.828	217.195	1.728	-13.004		256.306
<b>V OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS</b>	<b>15.241.055</b>	<b>17.252.942</b>	<b>-25.602.736</b>	<b>178.661</b>	<b>2.186.832</b>		<b>9.256.754</b>
35 Producción y distribución de energía eléctrica	266.675	949.089	-269.668	27.384	-211.573		761.907
36 Producción y distribución de gas y vapor de agua	273.615	80.418	-49.502	-15.975	-85.980		202.577
37 Captación, depuración y distribución de agua	170.444	246.586	-43.921	51.255	-82.339		342.024
<b>VI ENERGÍA ELÉCTRICA, GAS Y AGUA</b>	<b>710.733</b>	<b>1.276.093</b>	<b>-363.091</b>	<b>62.664</b>	<b>-379.892</b>		<b>1.306.507</b>
38 Construcción	4.337.926	6.868.045	-166.240	-229.336	888.531		11.698.927
<b>VII CONSTRUCCIÓN</b>	<b>4.337.926</b>	<b>6.868.045</b>	<b>-166.240</b>	<b>-229.336</b>	<b>888.531</b>		<b>11.698.927</b>
39 Comercio, recuperación y reparaciones	-1.196.403	2.280.937	2.595.004	648.412	427.063		4.755.012
<b>VIII COMERCIO</b>	<b>-1.196.403</b>	<b>2.280.937</b>	<b>2.595.004</b>	<b>648.412</b>	<b>427.063</b>		<b>4.755.012</b>
40 Hoteles, pensiones y otro tipo de hospedaje	164.055	779.098	-87.547	-308.923	38.070		584.752
41 Restaurantes y otros establecimientos para comer y beber	-1.071.681	3.656.285	-63.054	421.091	463.397		3.406.037
<b>IX HOSTELERÍA</b>	<b>-907.626</b>	<b>4.435.383</b>	<b>-150.601</b>	<b>112.168</b>	<b>501.466</b>		<b>3.990.789</b>
42 Transportes y actividades anexas	2.337.262	1.675.126	-996.407	-401.544	-58.751		2.555.687
43 Correos y telecomunicaciones	873.492	1.516.206	-682.725	85.937	7.055		1.799.965
<b>X TRANSPORTES Y COMUNICACIONES</b>	<b>3.210.754</b>	<b>3.191.332</b>	<b>-1.679.131</b>	<b>-315.607</b>	<b>-51.696</b>		<b>4.355.652</b>
44 Intermediación financiera, seguros, planes de pensiones y activ. Auxiliares	264.359	479.311	-174.928	88.585	1.027.842	-4.096.752	-2.411.583
<b>XI INTERMEDIACIÓN FINANCIERA</b>	<b>264.359</b>	<b>479.311</b>	<b>-174.928</b>	<b>88.585</b>	<b>1.027.842</b>	<b>-4.096.752</b>	<b>-2.411.583</b>
45 Servicios prestados a las empresas	4.770.172	13.369.496	-1.627.362	-1.288.193	60.370		15.284.484
<b>XII SERVICIOS PRESTADOS A EMPRESAS</b>	<b>4.770.172</b>	<b>13.369.496</b>	<b>-1.627.362</b>	<b>-1.288.193</b>	<b>60.370</b>		<b>15.284.484</b>
46 Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	0	4.252.707	0	98.857	249.970		4.601.534
<b>XIII ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, DEFENSA Y SS</b>	<b>0</b>	<b>4.252.707</b>	<b>0</b>	<b>98.857</b>	<b>249.970</b>		<b>4.601.534</b>
47 Educación no de mercado	0	1.456.692	0	6.265	-4.245		1.458.712
48 Educación de mercado	150.170	1.215.909	-64.902	107.388	4.001		1.412.566
<b>XIV EDUCACIÓN</b>	<b>150.170</b>	<b>2.672.601</b>	<b>-64.902</b>	<b>113.653</b>	<b>-244</b>		<b>2.871.278</b>
49 Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	0	1.376.524	0	9.199	-148.116		1.237.607
50 Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	221.528	1.358.150	2.991	-31.364	-94.716		1.456.589
<b>XV SANIDAD</b>	<b>221.528</b>	<b>2.734.674</b>	<b>2.991</b>	<b>-22.165</b>	<b>-242.832</b>		<b>2.694.196</b>
51 Servicios sociales y actividades asociativas	96.037	1.217.139	-17.312	48.350	21.672		1.365.886
52 Actividades recreativas, culturales y deportivas	182.972	2.284.370	18.122	245.362	-158.028		2.572.799
53 Actividades diversas de servicios personales	-6.195	340.948	-1.014	7.889	57.484		399.112
54 Otros servicios destinados a la venta	-1.227.846	-2.664.683	-29.567	93.179	422.274		-3.406.643
<b>XVI RESTO DE SERVICIOS</b>	<b>-955.031</b>	<b>1.177.774</b>	<b>-29.771</b>	<b>394.781</b>	<b>343.402</b>		<b>931.154</b>
<b>T TOTAL ECONOMÍA</b>	<b>30.520.537</b>	<b>63.135.660</b>	<b>-30.031.254</b>	<b>315.574</b>	<b>4.544.544</b>	<b>-4.096.752</b>	<b>64.388.309</b>

FUENTE: Elaboración propia

**Cuadro III. 2. Tasas de cambio total** (% sobre producción efectiva)

	Cambio Total	Tasa de cambio Total (%)	Tasa anual acumulativa, t (%)
I AGRICULTURA, GANADERÍA Y SILVICULTURA	2.900.591	54,93	4,9847
II PESCA Y ACUICULTURA	-303.572	-47,02	-4,3755
III INDUSTRIAS EXTRACTIVAS	365.170	64,96	5,7187
IV ALIMENTACIÓN, BEBIDAS Y TABACO	2.091.414	23,98	2,4169
V OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	9.256.754	47,41	4,4057
VI ENERGÍA ELÉCTRICA, GAS Y AGUA	1.306.507	58,80	5,2730
VII CONSTRUCCIÓN	11.698.927	112,56	8,7395
VIII COMERCIO	4.755.012	42,90	4,0463
IX HOSTELERÍA	3.990.789	63,36	5,6046
X TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	4.355.652	74,32	6,3695
XI INTERMEDIACIÓN FINANCIERA	-2.411.582	-34,33	-3,3334
XII SERVICIOS PRESTADOS A EMPRESAS	15.284.484	520,81	22,4917
XIII ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, DEFENSA Y SEGURIDAD SOCIAL	4.601.534	147,70	10,6038
XIV EDUCACIÓN	2.871.278	103,22	8,1977
XV SANIDAD	2.694.196	79,34	6,7056
XVI RESTO DE SERVICIOS	931.154	13,32	1,3987
<b>T TOTAL ECONOMÍA</b>	<b>64.388.309</b>	<b>66,49</b>	<b>5,8275</b>

FUENTE: Elaboración propia

**Cuadro III. 3. Importancia de los sectores en el cambio total de la economía andaluza** (% sobre total economía)

	Total	Tecnológica	De Demanda Exterior	De Comercio Especialización	De Productividad	De	De SIFMI
I AGRICULTURA, GANADERÍA Y SILVICULTURA	4,50	3,82	0,49	4,85	-21,26	0,75	
II PESCA Y ACUICULTURA	-0,47	-0,07	0,15	-1,16	7,55	-1,13	
III INDUSTRIAS EXTRACTIVAS	0,57	8,97	2,63	-13,52	110,11	-7,05	
IV ALIMENTACIÓN, BEBIDAS Y TABACO	3,25	2,59	1,71	0,61	53,52	-2,83	
V OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	14,38	49,94	27,33	-85,25	56,61	48,12	
VI ENERGÍA ELÉCTRICA, GAS Y AGUA	2,03	2,33	2,02	-1,21	19,86	-8,36	
VII CONSTRUCCIÓN	18,17	14,21	10,88	-0,55	-72,67	19,55	
VIII COMERCIO	7,38	-3,92	3,61	8,64	205,47	9,40	
IX HOSTELERÍA	6,20	-2,97	7,03	-0,50	35,54	11,03	
X TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	6,76	10,52	5,05	-5,59	-100,01	-1,14	
XI INTERMEDIACIÓN FINANCIERA	-3,75	0,87	0,76	-0,58	28,07	22,62	100,00
XII SERVICIOS PRESTADOS A EMPRESAS	23,74	15,63	21,18	-5,42	-408,21	1,33	
XIII ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, DEFENSA Y SEGURIDAD SOCIAL	7,15	0,00	6,74	0,00	31,33	5,50	
XIV EDUCACIÓN	4,46	0,49	4,23	-0,22	36,01	-0,01	
XV SANIDAD	4,18	0,73	4,33	0,01	-7,02	-5,34	
XVI RESTO DE SERVICIOS	1,45	-3,13	1,87	-0,10	125,10	7,56	
<b>T TOTAL ECONOMÍA</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: Elaboración propia



**Cuadro III. 4. Importancia de las componentes en el cambio total según sectores** (% sobre cambio total de cada sector)

	Tecnológica	De Demanda Interior	De Comercio Exterior	De Especialización	De Productividad	De SIFMI	Total
I	AGRICULTURA, GANADERÍA Y SILVICULTURA	40,18	10,73	50,22	-2,31	1,18	100,00
II	PESCA Y ACUICULTURA	-6,91	31,20	-115,19	7,85	-16,95	100,00
III	INDUSTRIAS EXTRACTIVAS	749,56	454,70	-1.111,63	95,15	-87,78	100,00
IV	ALIMENTACIÓN, BEBIDAS Y TABACO	37,83	51,54	8,69	8,08	-6,14	100,00
V	OTRAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	164,65	186,38	-276,58	1,93	23,62	100,00
VI	ENERGÍA ELÉCTRICA, GAS Y AGUA	54,40	97,67	-27,79	4,80	-29,08	100,00
VII	CONSTRUCCIÓN	37,08	58,71	-1,42	-1,96	7,59	100,00
VIII	COMERCIO	-25,16	47,97	54,57	13,64	8,98	100,00
IX	HOSTELERÍA	-22,74	111,14	-3,77	2,81	12,57	100,00
X	TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	73,71	73,27	-38,55	-7,25	-1,19	100,00
XI	INTERMEDIACIÓN FINANCIERA	10,96	19,88	-7,25	3,67	42,62	-169,88
XII	SERVICIOS PRESTADOS A EMPRESAS	31,21	87,47	-10,65	-8,43	0,39	100,00
XIII	ADMINISTRACIÓN PÚBLICA, DEFENSA Y SEGURIDAD SOCIAL	0,00	92,42	0,00	2,15	5,43	100,00
XIV	EDUCACIÓN	5,23	93,08	-2,26	3,96	-0,01	100,00
XV	SANIDAD	8,22	101,50	0,11	-0,82	-9,01	100,00
XVI	RESTO DE SERVICIOS	-102,56	126,49	-3,20	42,40	36,88	100,00
T	TOTAL ECONOMÍA	47,40	98,05	-46,64	0,49	7,06	-6,36

FUENTE: Elaboración propia

# **La estructura económica andaluza Resultados de los coeficientes importantes**

---

1. Universidad Nacional Autónoma de México  
Agradezco a Marco Antonio Márquez su colaboración en este trabajo



# Resumen

Este documento presenta el número de coeficientes importantes por rama como un indicador de integración de la economía andaluza, en el marco del modelo Input-Output. Un coeficiente importante  $a_{ij}$  aparece cuando los sectores  $i$  y  $j$  no solo se relacionan directamente por medio de esta entrada de la tabla, sino que además, se encuentran conectadas por un mayor número de relaciones indirectas que involucran a un gran número de ramas en la economía. Estos resultados se han graficado, transformando la matriz de coeficientes importantes en una tabla de adyacencias entre los sectores; los grafos

resultantes ayudan también a localizar grupos de ramas que mantienen fuertes interrelaciones. Los resultados empíricos ayudan a caracterizar a la economía andaluza orientada en actividades como la agricultura, la construcción, el comercio, los restaurantes y otros establecimientos para comer y beber y los servicios prestados a las empresas. Estas ramas articulan a la estructura económica como un todo.

*Palabras clave:* Input-Output, integración económica, estructura económica, crecimiento



# 1. Introducción

El desarrollo de la economía de la Comunidad Autónoma de Andalucía ha transitado por una época de crecimiento sostenido, si bien moderado, por lo menos a partir del ingreso de España a la Unión Europea. Este resultado ha dependido en alguna medida de las transferencias hechas por la Unión. En efecto, de acuerdo con Ramos, Gallardo y Romero (2002) la Comunidad presenta un PIB *per capita* en torno del 55% de la media europea en torno al año 2002, por lo que ha sido clasificada como una región prioritaria de la estrategia de cohesión del bloque económico. Así los Fondos Estructurales han permitido mejorar la infraestructura y la capacidad productiva, donde el acervo de capital público *per capita* es superior al del resto de España. No obstante, el ingreso por habitante de la región no parece converger hacia el que gozan el resto de las regiones españolas o europeas (Rodero, Martínez y Pérez, 2003). Asimismo, el peso de los sectores agrarios en el PIB se mantiene por encima de la media española, mientras la industria presenta una menor participación; por último, los servicios y la construcción participan en medidas análogas al del resto del país.

El problema del crecimiento económico y la convergencia de las regiones y los países ha sido un tema de interés recurrente en el análisis Input-Output (IO) desde los escritos de Leontief (v.gr. 1951 y 1963) o el trabajo de Chenery y Watanabe (1958), quienes comparan distintas estructuras económicas en diversos estadios de desarrollo; en este debate fue fundamental la discusión sobre el crecimiento desequilibrado alrededor de la obra de Hirschman (1958). Sin embargo, el interés por las causas del crecimiento económico ha menguado en períodos más recientes en la profesión económica en general y el auge de los modelos de crecimiento endógeno no ha derivado en aplicaciones generalizadas en el ámbito del IO. No obstante, es fácil relacionar la estructura económica con las posibilidades de crecimiento de una economía; por ejemplo, un incremento de la demanda final dado tendrá impactos distintos en diferentes economías según la forma que adopta la relación entre el conjunto de los sectores en cada sistema. Por otra parte, el nivel de desarrollo de una economía también guarda relación con la estructura de la economía. De este modo, Leontief (1963) describe a la estructura de una economía desarrollada como aquella que es más completa y más articulada, relativamente a aquellas

subdesarrolladas, las cuales carecen de partes constitutivas del sistema. En esta perspectiva, el desarrollo consiste en “completar” la estructura en el sentido de que se crean nuevas líneas de producción que, a la vez, se relacionen con el resto del aparato productivo, de modo que incremente la complejidad del sistema y adopte una forma similar a la de las economías desarrolladas.

El propósito de este documento es analizar el grado de integración de la economía andaluza empleando los llamados coeficientes importantes (CI); para la interpretación de los resultados se emplean grafos y algunos conceptos del llamado análisis IO cualitativo. Se supone implícitamente que el nivel de complejidad de las economías tiene relación con la capacidad de propagación de los impulsos al crecimiento. Las conclusiones teóricas alcanzadas en este trabajo se emplean para caracterizar la economía andaluza. El resto del capítulo se ha organizado como sigue: En la sección 2 se discuten algunos aspectos referidos a los aspectos de la integración y los CI; en la sección 3 se presentan y se discuten los resultados para la economía andaluza. Por último en la sección 4 se presentan algunas consideraciones finales.

La base de datos empleada son las Tablas IO de Andalucía de 2000 publicadas por el Instituto de Estadística de Andalucía de la Consejería de Economía y Hacienda de esta Comunidad Autónoma. Estas Tablas incluyen las relaciones internas a la Comunidad Autónoma de Andalucía, aquellas que sostiene la Comunidad con el resto de España, las relaciones con el resto de la Unión Europea y con el resto del mundo. En este trabajo hemos considerado solamente las relaciones intrandaluzas y las que sostienen los productores andaluces con aquellos fuera de la Comunidad, en el resto del mundo. De esta forma se analizan las relaciones al interior de la región en relación con las existentes entre la totalidad de productores que hacen posible la producción andaluza como tal, sin importar la ubicación de los agentes económicos. Queda por estudiar si estas relaciones se orientan con preferencia al resto de España, de la Unión Europea o fuera de ambas.

Hewings (1983) sostiene que los métodos de análisis de las estructuras económicas regionales han sido, en muchos casos, desarrollados para el estudio de economías nacionales, a veces específicamente orientados a cuestiones del desarrollo. Estos métodos pueden trasladarse a trabajos sobre

economías regionales sin transformaciones, en la medida en que las regiones produzcan una base de datos adecuada y que constituyan efectivamente sistemas económicos con algún grado de articulación. La metodología empleada en este trabajo cumple con esta doble condición; ha sido desarrollada

en estudios de economías nacionales y puede emplearse para estudiar la región de Andalucía, que a su vez puede analizarse con algún grado de separación respecto de las economías española y europea, de las que forma parte.

## 2. Integración, desarrollo y crecimiento

En los últimos años la discusión en torno al crecimiento y el desarrollo de las economías ha tenido como uno de sus ejes el papel del comercio exterior; se ha insistido que una senda de crecimiento económico eficiente se acompaña de una estrategia que sitúa a las exportaciones como motor del proceso, sin reparar en las condiciones necesarias para que ello se cumpla en cada realidad nacional o regional (Thirlwall, 2003). En efecto, sigue el argumento, una estrategia exportadora contribuye a que los factores y los recursos se asignen de acuerdo con las ventajas comparativas de cada país, contribuyendo a delinear un perfil de especialización general y dentro de cada industria. De esta forma, el comercio exterior adquiere un perfil acorde con el logro de la mayor eficiencia (Balassa, 1979). Ello debería ser compatible con la construcción de una estructura productiva compleja y articulada que, al decir de Leontief (1963), caracteriza a una economía desarrollada. En el caso de una región al interior de un país la condición de apertura de la economía es consustancial a la definición de la zona económica frente a la economía nacional. Sin embargo, tal como lo demuestra la ciencia regional (Isard, 1956; Fujita, Krugman y Venables, 2000), el estudio de la economía en un espacio geográfico particular proporciona elementos importantes para reconsiderar las condiciones necesarias para conseguir la sostenibilidad y la estabilidad, entre otras cuestiones referentes al desarrollo de los países y de las regiones mismas.

Es relevante entonces contar con unos indicadores de integración de las estructuras económicas, de modo de evaluar su grado de desarrollo y la forma en que se propagan los impulsos al crecimiento a lo largo del aparato productivo. En efecto, probablemente la ventaja principal de los métodos IO tiene relación con la posibilidad de estudiar la forma en que las ramas se relacionan entre sí dentro del sistema económico, formando una red económica. Sin embargo, uno de los problemas que enfrenta el análisis empírico es la interpretación de los resultados y de las tablas mismas. Este problema desde luego ha dejado de tener relación con la capacidad de cómputo que enfrentaron los primeros investigadores (Leontief, 1951), gracias al progreso en materia computacional, pero subsiste la dificultad de aprehender una masa de datos y resultados cuando se estudian unas matrices IO con cualquier desagregación razonable.

Así, muchos de los métodos IO tanto cuantitativos como cualitativos intentan seleccionar un subconjunto de relaciones intersectoriales que capturen algunas características que permitan describir la dinámica del sistema económico (Aroche, 2006, Carter, 1970, Schnabl, 2001). Sin embargo, el investigador entonces debe decidir cuáles son las relaciones que debe conservar para el estudio y cuáles debe eliminar (de Mesnard, 2000). Para tal procedimiento se han sugerido diversas soluciones, desde filtrar las entradas de la matriz de coeficientes técnicos por su tamaño (Czamanski y Ablas, 1979), el método de flujos mínimos (Schnabl, 2001), la descomposición de la matriz inversa de Leontief (Sonis, Hewings y Guo, 2000) o tomar los coeficientes importantes (Aroche, 1996).

Probablemente el primer intento de analizar la articulación de la estructura económica haya sido mediante la reinterpretación de los índices de poder y sensibilidad de dispersión -sugeridos por Rasmussen en 1956- como índices de encadenamientos hacia atrás y adelante, para identificar los "sectores clave" propuestos por Hirschman (1958). Según esta metodología, un "sector clave" es aquel que muestra un impacto potencial mayor que el promedio tanto como oferente como demandante de inputs, además estos índices se complementan con unas medidas de la concentración o dispersión de los efectos. Es decir, un sector clave debe tener un potencial de impacto superior a la media de la economía y, además, debe ser capaz de diseminar tales impactos en un gran número de ramas (Bulmer-Thomas, 1982). Sin embargo, ni estos índices ni la identificación de los sectores clave dan información precisa sobre la forma en que interactúan los sectores; Sonis, Hewings y Guo (2000) presentan una metodología para avanzar en este acometido empleando información contenida en la misma matriz inversa de Leontief.

Los índices de Rasmussen se basan en el concepto de multiplicador de la actividad económica, que es un resultado elemental del modelo IO. En efecto, un multiplicador del sector  $j$  se define como el valor de la producción total (directa e indirecta) en todos los sectores de la economía  $(1, 2, \dots, j, \dots, n)$  que se requiere para satisfacer una unidad de valor de producto final del sector  $j$  (Miller y Blair, 1986). De otro modo, un multiplicador indica la capacidad que tiene una industria que demanda inputs a otra para determinar un cambio en el nivel



de producto en la oferente cuando cambia la demanda. Claramente estos multiplicadores están relacionados con el grado de interrelación entre los sectores desde el punto de vista de la demanda intermedia, de modo que los requerimientos indirectos de inputs de un sector serán mayores si esta actividad se encuentra relacionada más estrechamente con el productor de tal material y con los sectores demandantes de ese input. Así, el tamaño de los multiplicadores es un primer acercamiento a la manera en que se relacionan las ramas de una economía.

El modelo IO se representa mediante la siguiente ecuación (Miller y Blair, 1986):

$$x = Ax + y$$

donde  $A$  es la matriz de coeficientes técnicos directos ( $a_{ij}$ ),  $x$  es el vector de producto bruto,  $e$  y  $y$  es el vector de demanda final. La solución del modelo es:

$$x = (I - A)^{-1} y$$

siendo  $(I - A)^{-1} = \alpha_{ij}$  la llamada matriz inversa de Leontief. Las entradas de este arreglo representan los incrementos en la demanda de inputs  $i$ , directos e indirectos, cuando la producción del bien  $j$  se incrementa en una unidad.

Este modelo se ha extendido para evaluar el uso de factores no producidos en cada rama de la economía, definiéndose así los multiplicadores de cada factor particular. Premultiplicando esta última ecuación por un vector de coeficientes de demanda de cualquier input no producido (por ejemplo trabajo) o algún input especial como la energía (Lin y Polenske, 1995) o los servicios ambientales (Aroche, 2000) se escribe

$$gx = g(I - A)^{-1}y$$

donde  $g = Gx^{-1}$  es el vector de coeficientes de demanda de este input particular y  $G$  es la demanda directa del input. El resultado  $gx$  es un vector de demanda total (directa más indirecta) de este input. Esta ecuación permite evaluar los impactos que cada industria tiene en el nivel producción de este input a través de la demanda intermedia, dadas las relaciones directas e indirectas que mantienen las ramas entre sí. Por ejemplo, una rama puede emplear poca mano de obra (energía o servicios ambientales) directamente en comparación con otras y sin embargo tener un gran impacto en el empleo (en el uso de energía o servicios ambientales) total si demanda inputs intensivos en mano de obra (energía o servicios ambientales).

Oosterhaven y Stelder (2002) han planteado un debate acerca de los multiplicadores, seguido por de Mesnard (2002) y Dietzenbacher (2005), ya que según los primeros, estos multiplicadores sobreestiman tales impactos, por lo que deben estimarse los multiplicadores netos; de Mesnard en esencia estima tales multiplicadores como la suma por columna de la matriz inversa de Leontief y les resta 1, Dietzenbacher plantea la posibilidad de aceptar diversos multiplicadores, según la necesidad del investigador. El debate recuerda a aquel sostenido en la literatura alrededor de los índices de encadenamiento y los sectores clave en la década de 1970 que al final sugirió incluir al modelo de Ghosh para construir indicadores de impactos hacia delante de la actividad de cada rama (Bulmer Thomas, 1982). En efecto, los multiplicadores a que se han hecho referencia resultan de la demanda intermedia, directa e indirecta en cada rama.

Los CI se han empleado también como indicadores de la complejidad de un sistema económico. Cuando se modifica una entrada de la matriz  $A$ ,  $a_{ij}$  un coeficiente de demanda de input directa de la rama  $j$  a  $i$ , tiene consecuencias sobre las entradas  $\alpha_{ij}$  de la tabla de multiplicadores o matriz inversa de Leontief  $(I - A)^{-1}$ , que depende del conjunto de coeficientes que conectan a las ramas  $i$  y  $j$  directa ( $a_{ij}$ ) e indirectamente ( $a_{ik}, a_{kl}, \dots, a_{ij}$ ). Sin embargo, los impactos potenciales que tiene modificar cada una de las entradas de la matriz  $A$  sobre los elementos de la matriz  $(I - A)^{-1}$  son distintos y dependen de la complejidad de las relaciones indirectas entre los sectores  $i$  y  $j$ ; aún suponiendo que todas cambian en una proporción uniforme. Por ejemplo, aún si la rama  $i$  no demanda inputs directamente a  $j$ , puede haber una demanda indirecta a través de los inputs que directamente consume la rama  $i$ ; análogamente, si aún una rama  $k$  -que ofrece inputs a  $i$ - no demanda inputs a  $j$ , será una rama  $l$  aquella que consume productos de  $j$  y que suple de inputs a  $k$  y por esta vía,  $j$  está vinculada a  $i$  como fuente de inputs. De manera genérica se establece que las demandas indirectas pueden presentar diversos niveles de complejidad, determinados por la longitud de estas cadenas y por el número de cadenas de demanda indirecta.

Entonces la importancia de un coeficiente  $a_{ij}$  se define por la sensibilidad de la matriz  $(I - A)^{-1}$  ante los cambios de ese coeficiente. Sherman y Morrison (1950) mostraron un método para calcular los impactos del cambio en un elemento en el arreglo original sobre la matriz inversa. Jilek (1971) citando un artículo publicado en ruso en 1965, presenta un procedimiento derivado de este trabajo para medir el llamado límite tolerable  $r_{ij}$  de cambio de un coeficiente  $a_{ij}$  de modo que no provoque cambios superiores a un  $p\%$  en el producto de alguna rama  $j$  afectada (normalmente  $1\%$ ). Es decir, un cambio en  $a_{ij}$  superior a  $r_{ij}$  causará cambios en los sectores relacionados por encima del  $1\%$ . La fórmula para calcular los límites tolerables es:

$$r_{ij} = \frac{1}{a_{ij} [\alpha_{ji} + (\alpha_{ii} / x_i) x_j]}$$

donde  $x_i$  y  $x_j$  representan los valores de la producción en los sectores  $i$  y  $j$ . Es decir, los CI se calculan a partir de un tipo de elasticidad de los  $x$  cuando cambia un  $a_{ij}$ . Es posible clasificar al conjunto de coeficientes de acuerdo con el tamaño del índice  $r_{ij}$  relacionado, tomando en cuenta que cuanto menor  $r_{ij}$ , más importante  $a_{ij}$ ; convencionalmente (Jilek, 1971; Forsell, 1983) se toman como los CI aquellos cuyo  $r_{ij}$  es no mayor que 0.2. Habrá que notar, sin embargo, que no existe una justificación para tomar tal umbral de los índices  $r_{ij}$ , más allá de que ha sido empleado por la mayor parte de las contribuciones publicadas, lo que justifica el término "convencional". Es decir, no existe una razón teórica que justifique al umbral. Es evidente que tomando un umbral mayor, la cantidad de coeficientes clasificados como "importantes" será menor y viceversa en caso contrario.

Quizá lo más relevante acerca de los CI sea la interpretación que puede hacerse de ellos. En efecto, los CI no necesariamente corresponden a las mayores entradas de la tabla  $A$ , sino que la sensibilidad de  $x$  y de la matriz  $(I - A)^{-1}$  es mayor a un cambio en una entrada  $a_{ij}$  cuando ésta implica una

red de relaciones indirectas más compleja, involucrando a un mayor número de ramas y a un mayor número de conexiones indirectas entre  $i$  y  $j$  (Aroche, 2002). De este modo, el concepto de los CI tiene relación con los multiplicadores, si bien se estiman de manera distinta. En efecto, los multiplicadores se calculan a partir de los elementos de la matriz  $(I - A)^{-1}$ ; es decir, incluyen las relaciones directas e indirectas reales en un sistema económico. Los CI se refieren a los impactos potenciales que tienen las entradas de la matriz de coeficientes si variaran. Ambos grupos de impactos, desde luego, suponen la existencia de redes de relaciones indirectas entre los sectores de la economía.

Hirschman (1958) plantea que el crecimiento debería subrayar su carácter desbalanceado, privilegiando el crecimiento alrededor de los sectores con mayor capacidad

real y potencial de propagar los impulsos al crecimiento a través de sus interrelaciones con el conjunto del sistema productivo y tanto como demandante como oferente de inputs; los indicadores de las interrelaciones productivas se convierten en las guías para una estrategia de crecimiento. Por otra parte, hay que tener en cuenta que los indicadores propuestos se construyen desde la demanda intermedia, directa e indirecta. Ello se prefiere porque esta demanda deriva de la tecnología de producción empleada en cada sector y en el conjunto de la economía. Sin embargo, tal vez sería oportuno considerar que la oferta de un bien producido una rama tiene también impactos sobre el conjunto de la estructura productiva. El modelo de Ghosh se construye en este sentido y los multiplicadores y CI derivados de allí pueden también ser de interés para caracterizar a la economía.



### 3. Los CI en la economía andaluza

Antonio Morillas (1983) concluye que la estructura productiva andaluza presenta un perfil de especialización dominado por el sector agropecuario, que la estructura se encuentra más bien desarticulada y con hipertrofia del sector terciario. De allí sostiene que Andalucía se caracteriza como una economía abierta y subdesarrollada, donde las relaciones intersectoriales pueden describirse como “débiles”. Como resultado, se observan dos subeconomías diferenciadas, una en torno a la hostelería como impulsor de los sectores alimentario y agropecuario, éstos a su vez se articulan con algunos servicios. La segunda subeconomía está encabezada por la construcción que sostiene relaciones con los materiales para la construcción y la minería. Ambas subeconomías mantienen pocas relaciones entre sí. Por otra parte, los sectores de química básica, aceites y grasas, el agropecuario y la minería forman la columna vertebral de transmisión de impulsos al interior del aparato productivo.

En la tabla IO del 2000, de acuerdo con el Cuadro 1 que muestra la composición del producto, la economía andaluza se especializa en los sectores (38) construcción, (45) servicios prestados a las empresas, (39) comercio, recuperación y reparación, (42) transportes y actividades anexas y (41) restaurantes y otros establecimientos para comer y beber, es decir, la economía parece orientada fundamentalmente a la construcción y el comercio, los restaurantes y otros establecimientos para comer y beber y los servicios prestados a las empresas. Probablemente el peso de la construcción tenga que ver con los programas para mejorar la infraestructura (Ramos, Gallardo y Romero, 2002), pero sobre todo se explica por el prolongado auge de construcción de viviendas en las zonas costeras. Dentro de la industria manufacturera destaca por su peso la rama 19 que es refino de petróleo, asimismo la producción agrícola tiene un peso considerable en el PIB, pero a diferencia de la situación de 1980 (Morillas: 1983) el perfil agropecuario de la economía se ha desdibujado.

El mismo Cuadro 1 muestra el peso del consumo intermedio por rama en el total, excluyendo a las importaciones a la región; dado que el centro de interés es la economía andaluza, parece razonable mirar las cifras regionales (Robles y Sanjuán 2005). De acuerdo con este cuadro, las ramas con mayor capacidad de arrastre en la economía por su demanda de inputs son la (38) construcción, (39) comercio, recuperación

y reparaciones, (46) servicios prestados a las empresas, (45) intermediación financiera, (42) transporte y actividades anexas y (41) restaurantes y otros establecimientos para comer y beber. Entre las actividades productoras de bienes comerciables, destacan (3) producción agrícola y servicios agrarios y (9) fabricación de grasas y aceites.

Por contraste, en el Cuadro 2 se muestra la participación de las importaciones intermedias por rama. De acuerdo con ello, las ramas que más contribuyen a las importaciones intermedias comunitarias son (5) industria extractiva, (31) fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques, (29) fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico, (21) fabricación de otros productos químicos, (28) construcción de maquinaria y equipo mecánico. Es decir, se trata de ramas manufactureras con escasas relaciones al interior de la economía de la Comunidad. En este mismo Cuadro 2 aparece el valor de las importaciones intermedias respecto del consumo intermedio por rama. Este indicador caracteriza a las importaciones intermedias sectoriales en relación con la capacidad de articulación derivada de la demanda intermedia al interior de la región; las ramas con mayores cifras incluyen (en orden de importancia): (31) fabricación de equipo médico y aparatos de precisión, óptica, etc., (29) fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico, (21) fabricación de otros productos químicos, (5) industria extractiva, (14) industria textil, (7) elaboración de conservas de pescado y derivados. Es decir, las ramas con mayores importaciones como proporción de su consumo intermedio transfieren potencial de articulación fuera de Andalucía relativo a su capacidad realizada al interior de la economía. Las ramas con algún peso en las importaciones andaluzas en cualquiera de las dos acepciones aquí incluidas incluyen a ramas de tamaño mediano a pequeño respecto del producto bruto, es decir, que la estructura productiva tiene potencial para incrementar su grado de articulación.

Un indicador empleado en el análisis de las estructuras económicas y su grado de articulación es la proporción de los llamados CI definidos anteriormente (Jilek, 1971, Forsell, 1983), si bien probablemente no haya sido ampliamente usado en estudios dedicados a regiones dentro de los países. La economía andaluza, muestra 73 CI en su tabla de intercambios internos (ver Cuadro 3) que representa el 2.5% de los 2916 coeficientes técnicos. La

distribución por rama permite encontrar cuatro grupos de ramas; en el primero se incluyen a las ramas que tienen de 9 a 4 CI, estas ramas son (39) Comercio, recuperación y reparaciones con 9 CI; (38) Construcción, con 7; (41) Restaurantes con otros establecimientos para comer y beber, con 5; y (45) Servicios prestados a las empresas, con 4. Estas ramas están incluidas entre las cinco mayores por su participación en el producto regional, aunque no en el mismo orden. En el segundo grupo se encuentran los sectores con 3 CI, se conforma con dos ramas, (1) producción agrícola y los servicios agrarios y (27) industria de la madera y el corcho, fabricación de muebles y de productos metálicos. En el siguiente grupo se encuentran 33 sectores que tienen de 1 a 2 CI; y en el último grupo se hallan 15 sectores que no incluyen CI.

Lo anterior permite afirmar que la economía parece ser articulada por los sectores de la construcción y de los diversos servicios (primer grupo) y en segundo plano se haya el sector agrícola y la industria de la madera. Sin embargo, estas consideraciones indican que de 54 sectores en la matriz de transacciones internas sólo 6 sectores enlazan al conjunto del sistema económico andaluz. Estas ramas se encuentran entre las de mayor peso en la economía regional por su participación en el producto; asimismo cuatro de estas seis ramas se encuentran en el grupo con la mayor demanda intermedia al interior de la región. Es decir, la caracterización de ramas importantes por el número de CI presentados por rama está reforzada por su peso en el producto y por su capacidad de articulación a través de la demanda intermedia.

Como es de esperar por la naturaleza del modelo, el número de CI en la tabla de intercambios totales es mayor que en la de internos, al mismo tiempo que las entradas son también mayores (ver Cuadro 3). Así en el caso de Andalucía el número de CI totales es 114 (3.9% del total de los coeficientes de input). La economía refleja así la integración que tiene con España y con la Unión Europea, principalmente, a través de las importaciones que completan a la estructura productiva regional, que por ello se caracteriza por ser una economía abierta. De esta manera se observa que al incluir las importaciones la estructura se hace más compleja y articulada. Sin embargo ello no implica que cambie el perfil de especialización, ya que la base de articulación está constituida por los mismos sectores que en los intercambios internos.

Es interesante observar que en la tabla de intercambios totales las dos industrias manufactureras que parecen ser más articuladas son la (26) metalurgia y (27) industria de la madera ambas con 5 CI. Al mismo tiempo la agricultura no cambia en el número de CI entre ambas tablas, lo que sugiere que este sector tiene una articulación interna sólida y que las importaciones no son fundamentales para su funcionamiento.

De los 54 sectores productivos solo aparecen 7 con una muy escasa interrelación con el resto del aparato productivo y las relaciones económicas extra regionales no mejoran este perfil. Se trata de los sectores que no presentan CI en ninguna de las dos matrices, estos sectores son: las industrias extractivas, los hoteles, la educación de mercado y no de mercado y las actividades diversas de servicios personales, por lo que podemos decir que no son todas las ramas de los servicios las que articulan al sector productivo.

Las figuras 1 y 2 presentan estos resultados de manera gráfica. Para definir las se procede de manera convencional (Aroche, 1996), es decir, en la tabla de los coeficientes técnicos

se identifican los CI, los cuales se igualan a 1; enseguida, los coeficientes no importantes se igualan a cero, de este modo se transforma la matriz en un arreglo binario que muestra si existen conexiones directas entre dos sectores cualesquiera, por lo que, en la teoría de grafos se denominan adyacentes. Así se interpreta la tabla como una matriz de adyacencias a la que se asocia un grafo de relaciones intersectoriales definidas por los CI. Dado que el modelo IO es de demanda, en el sentido de que es esta variable la que transmite la influencia de un sector a otro, en la gráfica las relaciones deberían aparecer estas demandas de inputs como arcos, es decir, como aristas dirigidas desde los sectores compradores hacia los oferentes.

La figura 1 muestra el grafo asociado a la matriz de transacciones internas es interesante observar que las ramas que presentan mayor número de CI, se relacionan con ramas que les proveen inputs de acuerdo con sus perfil de especialización, por ejemplo el sector (39) comercio, recuperación y reparaciones demanda inputs de (17) papel; (35) producción y distribución de energía eléctrica; (36) producción y distribución de gas y vapor de agua; (37) captación, depuración y distribución de agua; (40) hoteles, pensiones y hospedaje; (42) transportes y actividades anexas; (43) correos y telecomunicaciones; (45) servicios prestados a las empresas. Un caso más claro es la rama de (38) construcción que demanda a las ramas de materiales de construcción como (23) fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados; (24) fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos; (25) vidrio y de la piedra, además de (19) refino de petróleo y (42) transportes y actividades anexas. Un caso similar es el de la rama (41) restaurantes y otros establecimientos para comer y beber, que demanda inputs de (4) pesca y acuicultura; (6) industria cárnica; (11) industria de otros productos alimenticios; (12) elaboración de vinos y alcoholes; (13) elaboración de cervezas y bebidas no alcohólicas; (37) captación, depuración y distribución de agua. Estas industrias presentan un perfil de articulación sectorial bien definido hacia sectores más bien de tecnologías no modernas. La rama (45) servicios prestados a las empresas se vincula con las ramas (18) edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados; (38) construcción; (43) correos y telecomunicaciones. Entre estas ramas, la industria de la madera, los transportes y las telecomunicaciones conectan a grupos de ramas como oferentes de inputs. Los servicios frecuentemente conectan a diversos grupos de sectores.

En lo que respecta a la ubicación de los CI de la matriz de intercambios totales conservan la demanda de inputs internos y se agregan cinco sectores a saber, las industrias extractivas, otros productos químicos, la industria de la transformación del caucho y plástico, construcción de maquinaria y equipo mecánico; y la fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico. En el comercio se suman los sectores de industria de la transformación del caucho y materias plásticas; la construcción de maquinaria y equipo mecánico; y finalmente la fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques. En el caso de los restaurantes se agregan las industrias lácteas y de otros productos alimenticios y tabaco. Finalmente el sector de los servicios a las empresas añaden las industrias del papel y la intermediación financiera. Estas ramas transmiten su influencia fuera de la región y cuyo desarrollo interno podría generar dinamismo a la estructura económica interna.

## 4. Consideraciones finales

Este documento ha presentado algunos resultados respecto de la integración de la estructura económica de la Comunidad Autónoma de Andalucía, en particular empleando como indicadores los llamados CI y como base de datos la tabla IO de 2000 preparada por el Instituto de Estadística Andaluza.

De acuerdo con la literatura sobre estudios regionales los métodos de análisis no difieren de aquellos empleados para el estudio de las economías nacionales. Desde luego, ello no implica que los resultados tengan la misma interpretación o que en su lectura no sea relevante tener en cuenta que una región es parte de un todo que constituye la economía nacional. Las regiones pueden tener por ejemplo un carácter más especializado en comparación con el país como un todo.

Teniendo en cuenta lo anterior es de interés del modelo IO desarrollar estudios sobre el desarrollo de las regiones y su comparación entre ellas o con otros países. El modelo IO ha tenido desde las primeras publicaciones de Leontief, como una de sus preocupaciones de aplicación las posibilidades de crecimiento y de desarrollo.

La integración intersectorial en una unidad económica es un indicador del grado de desarrollo y no solo eso, sino que se espera que un sistema más integrado consiga una senda de crecimiento más rápido y estable, dadas las relaciones complejas existentes entre los sectores. Ello es compatible con un perfil de especialización que atienda la asignación eficiente de los recursos y la competitividad de las economías.

Este trabajo presenta como indicadores de integración y de complejidad del sistema económico a los CI. Este indicador se ha empleado con preferencia en los estudios nacionales, más que en los regionales. Los resultados, sin embargo parecen consistentes, de donde puede generalizarse el empleo de esos CI en los estudios regionales.

Se han discutido las vinculaciones conceptuales de este indicador con otros como los multiplicadores y los encadenamientos. En efecto, los multiplicadores se refieren a

la existencia de relaciones directas e indirectas entre los sectores. Los CI derivan de una sensibilidad potencial del sistema económico ante cambios en tales coeficientes, lo que puede derivar del cambio tecnológico y, por supuesto, de las relaciones existentes entre los sectores.

Una vez encontrados los CI se han construido las tablas correspondientes, donde las entradas consideradas no importantes se han igualado a cero. A partir de estas tablas se derivaron unas matrices de adyacencias y se han construido los grafos asociados.

En cuanto a los resultados empíricos para la economía andaluza, la economía presenta una marcada especialización en la construcción y el comercio, restaurantes y servicios a las empresas, mientras parece haber atemperado su carácter agrario. Es decir, el aparato productivo parece orientado a la producción de bienes no comerciables, si bien la construcción atrae flujos de inversión desde el exterior a la Comunidad. Habría que evaluar los impactos del relativo rezago del sector agrario sobre diversos aspectos ligados al bienestar. Este sector se encuentra sólidamente articulado al interior de Andalucía.

Son pocos los sectores (6) que relacionan efectivamente al sistema, si bien también existen pocas ramas (7) que aparecen como aislados, dados los débiles lazos que los unen al resto de la economía. No existen grandes diferencias entre las tablas y los grafos de intercambios internos y totales, si bien, como es usual las tablas de totales presentan una estructura más compleja, articulada por los mismos sectores que en la tabla de internos.

Las regiones dentro de los países son en general economías abiertas y relativamente dependientes de las importaciones del resto del país de que se trate o del comercio exterior. Sin embargo, Andalucía aparece como una región particularmente vulnerable por su perfil de especialización hacia los bienes no comerciables.

## Cuadro 1. Participación en el producto por rama y consumo intermedio por rama como porcentaje del total

	Participación en el producto por rama	Consumo intermedio por rama como porcentaje del total
1 Producción agrícola y servicios agrarios	3,91	3,29
2 Producción ganadera y caza	0,74	0,91
3 Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados	0,17	0,08
4 Pesca y acuicultura	0,34	0,22
5 Industria Extractivas	3,17	0,77
6 Industria Cárnica	1,31	1,81
7 Elaboración de conservas de pescado y derivados	0,44	0,13
8 Preparación y conservación de frutas y hortalizas	0,55	1,08
9 Fabricación de grasas y aceites	1,23	3,26
10 Industrias lácteas	0,62	0,5
11 Industria de otros productos alimenticios y tabaco	2,09	2,15
12 Elaboración de vinos y alcoholes	0,70	0,95
13 Elaboración de cervezas y bebidas no alcohólicas	0,65	0,45
14 Industria textil	0,56	0,13
15 Industria de la confección y la peletería	0,92	0,40
16 Industria del cuero y calzado	0,38	0,15
17 Industria del papel	0,86	0,40
18 Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	0,62	0,53
19 Refino de petróleo	3,96	1,65
20 Fabricación de productos químicos básicos (incluso agroquímicos)	1,89	1,94
21 Fabricación de otros productos químicos	1,88	0,35
22 Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	0,62	0,44
23 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	1,13	2,08
24 Fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos, etc.	0,46	0,34
25 Industrias del vidrio y de la piedra	0,44	0,38
26 Metalurgia	1,94	1,73
27 Industria de la madera y el corcho, fabricación de muebles y de productos metálicos	2,78	2,79
28 Construcción de maquinaria y equipo mecánico	1,50	0,42
29 Fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico	2,12	0,36
30 Fabricación de equipo médico y aparatos de precisión, óptica, etc.	0,46	0,13
31 Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques	2,50	0,27
32 Construcción y reparación naval	0,31	0,52
33 Fabricación de otro material de transporte	0,40	0,44
34 Otra industria manufacturera	0,41	0,25
35 Producción y distribución de energía eléctrica	1,39	1,55
36 Producción y distribución de gas y vapor de agua	0,28	0,16
37 Captación, depuración y distribución de agua	0,32	0,42
38 Construcción	10,96	20,19
39 Comercio, recuperación y reparaciones	7,58	9,20
40 Hoteles, pensiones y otro tipo de hospedaje	1,00	1,06
41 Restaurantes y otros establecimientos para comer y beber	4,27	5,49
42 Transportes y actividades anexas	4,54	5,55
43 Correos y telecomunicaciones	1,70	1,79
44 Intermediación financiera, seguros, planes de pensiones y actividades auxiliares	2,35	6,08
45 Servicios prestados a las empresas	10,47	7,71
46 Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	3,50	2,60
47 Educación no de mercado	1,92	0,36
48 Educación de mercado	0,78	0,57
49 Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	1,87	0,85
50 Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	1,09	1,05
51 Servicios sociales y actividades asociativas	0,78	0,83
52 Actividades recreativas, culturales y deportivas	1,88	2,47
53 Actividades diversas de servicios personales	0,46	0,50
54 Otros servicios destinados a la venta	0,79	0,31
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: Elaboración con base a los datos de la Matriz IO 2000, Instituto de Estadística de Andalucía

## Cuadro 2. Importaciones intermedias por rama (% del total) y razón de importaciones sobre el consumo intermedio interno por rama

	Importaciones intermedias por rama (% del total)	Importaciones sobre el consumo intermedio
1 Producción agrícola y servicios agrarios	3,04	0,65
2 Producción ganadera y caza	0,83	0,65
3 Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados	0,31	2,74
4 Pesca y acuicultura	0,89	2,88
5 Industria Extractivas	14,52	13,33
6 Industria Cárnica	2,13	0,83
7 Elaboración de conservas de pescado y derivados	1,69	9,30
8 Preparación y conservación de frutas y hortalizas	0,55	0,36
9 Fabricación de grasas y aceites	0,56	0,12
10 Industrias lácteas	1,81	2,56
11 Industria de otros productos alimenticios y tabaco	2,79	0,92
12 Elaboración de vinos y alcoholes	0,84	0,62
13 Elaboración de cervezas y bebidas no alcohólicas	0,68	1,06
14 Industria textil	2,01	11,16
15 Industria de la confección y la peletería	1,55	2,71
16 Industria del cuero y calzado	1,11	5,18
17 Industria del papel	2,35	4,12
18 Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	1,02	1,38
19 Refino de petróleo	1,38	0,59
20 Fabricación de productos químicos básicos ( incluso agroquímicos )	3,02	1,10
21 Fabricación de otros productos químicos	7,49	15,01
22 Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	1,46	2,35
23 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	1,21	0,41
24 Fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos, etc.	1,22	2,51
25 Industrias del vidrio y de la piedra	0,82	1,52
26 Metalurgia	3,08	1,26
27 Industria de la madera y el corcho, fabricación de muebles y de productos metálicos	4,12	1,05
28 Construcción de maquinaria y equipo mecánico	5,16	8,77
29 Fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico	8,45	16,77
30 Fabricación de equipo médico y aparatos de precisión, óptica, etc.	1,43	7,76
31 Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques	9,98	25,97
32 Construcción y reparación naval	0,16	0,22
33 Fabricación de otro material de transporte	0,70	1,14
34 Otra industria manufacturera	0,78	2,21
35 Producción y distribución de energía eléctrica	0,83	0,38
36 Producción y distribución de gas y vapor de agua	0,02	0,10
37 Captación, depuración y distribución de agua	0,08	0,13
38 Construcción	0,00	0,00
39 Comercio, recuperación y reparaciones	0,61	0,05
40 Hoteles, pensiones y otro tipo de hospedaje	0,00	0,00
41 Restaurantes y otros establecimientos para comer y beber	0,00	0,00
42 Transportes y actividades anexas	3,51	0,45
43 Correos y telecomunicaciones	1,08	0,43
44 Intermediación financiera, seguros, planes de pensiones y actividades auxiliares	0,84	0,14
45 Servicios prestados a las empresas	0,38	0,30
46 Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	3,25	0,00
47 Educación no de mercado	0,00	0,00
48 Educación de mercado	0,00	0,09
49 Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	0,07	0,00
50 Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	0,00	0,00
51 Servicios sociales y actividades asociativas	0,00	0,00
52 Actividades recreativas, culturales y deportivas	0,00	0,05
53 Actividades diversas de servicios personales	0,18	0,00
54 Otros servicios destinados a la venta	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>0,71</b>

FUENTE: Elaboración Propia en base a la matriz IP de Andalucía 2000

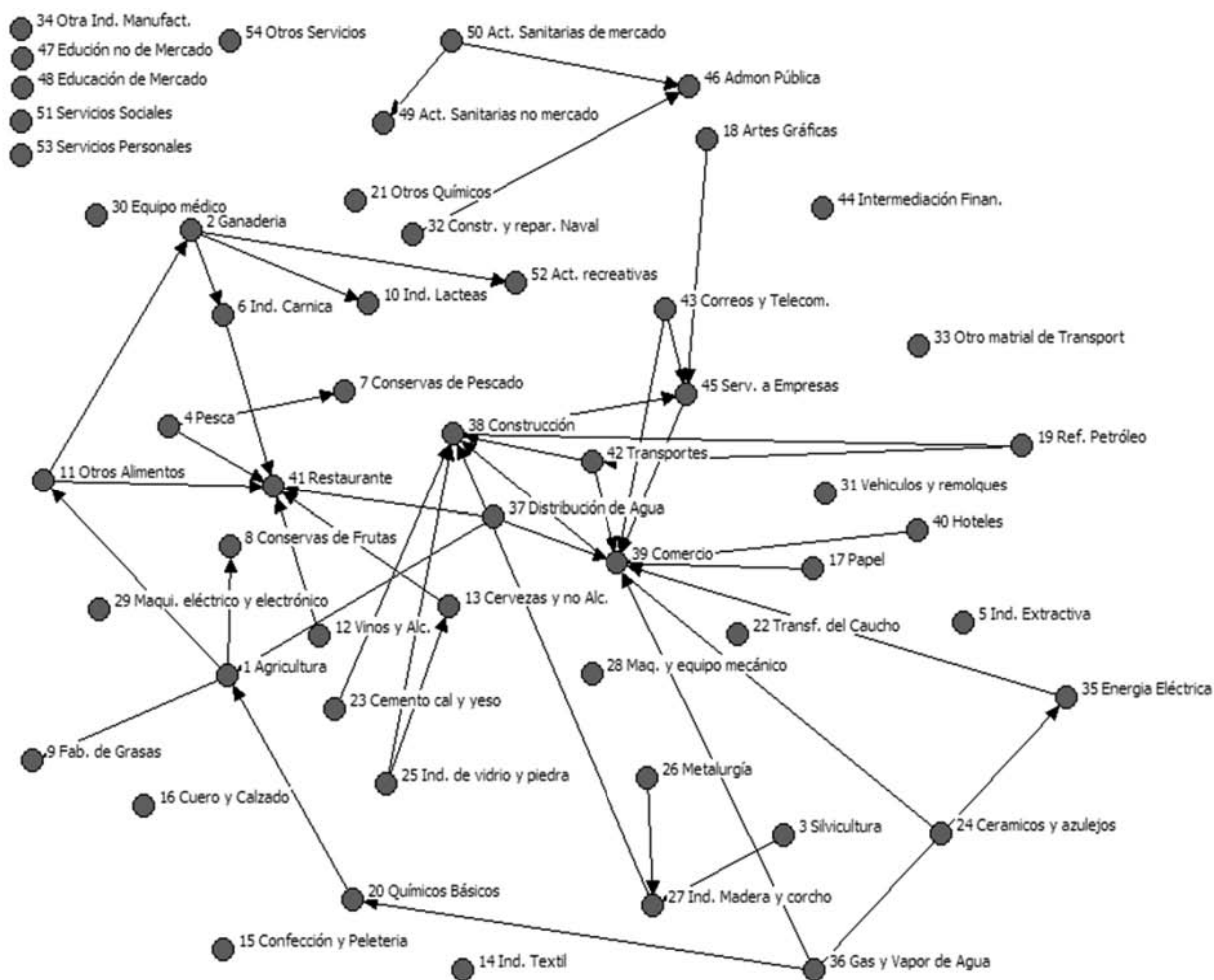


### Cuadro 3. Número de Coeficientes Importantes por Rama

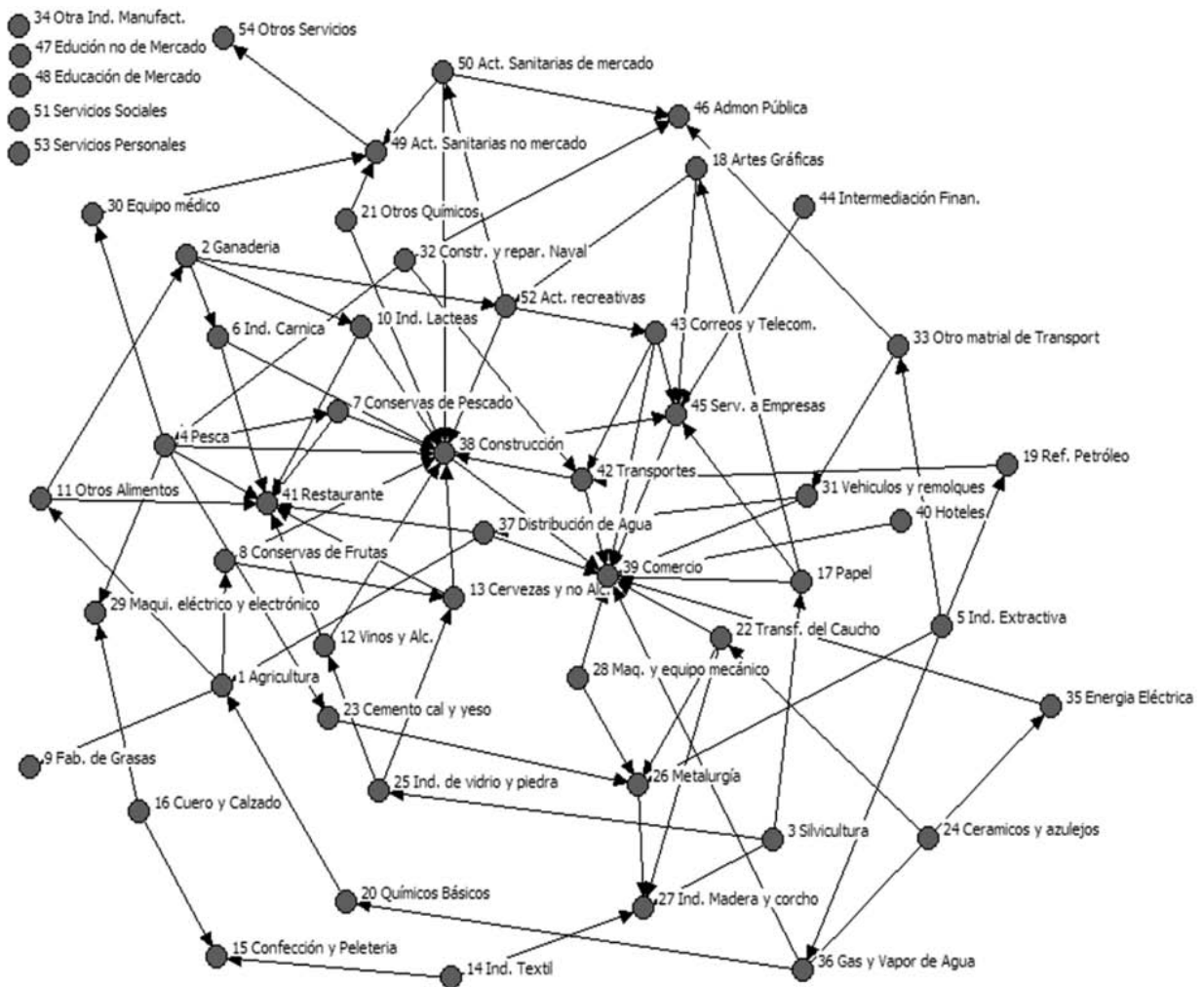
	Transacciones Internas	Transacciones Totales
1 Producción agrícola y servicios agrarios	3	3
2 Producción ganadera y caza	1	1
3 Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados	1	1
4 Pesca y acuicultura	0	1
5 Industria Extractivas	0	0
6 Industria Cárnica	2	2
7 Elaboración de conservas de pescado y derivados	1	1
8 Preparación y conservación de frutas y hortalizas	1	1
9 Fabricación de grasas y aceites	2	2
10 Industrias lácteas	2	2
11 Industria de otros productos alimenticios y tabaco	2	2
12 Elaboración de vinos y alcoholes	1	2
13 Elaboración de cervezas y bebidas no alcohólicas	1	2
14 Industria textil	0	1
15 Industria de la confección y la peletería	1	3
16 Industria del cuero y calzado	1	1
17 Industria del papel	1	2
18 Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	1	2
19 Refino de petróleo	1	2
20 Fabricación de productos químicos básicos (incluso agroquímicos)	2	2
21 Fabricación de otros productos químicos	0	1
22 Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	1	2
23 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	1	1
24 Fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos, etc.	0	0
25 Industrias del vidrio y de la piedra	0	1
26 Metalurgia	0	5
27 Industria de la madera y el corcho, fabricación de muebles y de productos metálicos	3	5
28 Construcción de maquinaria y equipo mecánico	0	1
29 Fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico	0	2
30 Fabricación de equipo médico y aparatos de precisión, óptica, etc.	1	1
31 Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques	0	1
32 Construcción y reparación naval	1	1
33 Fabricación de otro material de transporte	1	1
34 Otra industria manufacturera	1	1
35 Producción y distribución de energía eléctrica	2	2
36 Producción y distribución de gas y vapor de agua	0	1
37 Captación, depuración y distribución de agua	1	1
38 Construcción	7	12
39 Comercio, recuperación y reparaciones	9	12
40 Hoteles, pensiones y otro tipo de hospedaje	0	0
41 Restaurantes y otros establecimientos para comer y beber	5	7
42 Transportes y actividades anexas	2	3
43 Correos y telecomunicaciones	1	2
44 Intermediación financiera, seguros, planes de pensiones y actividades auxiliares	1	1
45 Servicios prestados a las empresas	4	6
46 Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	2	3
47 Educación no de mercado	0	0
48 Educación de mercado	0	0
49 Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	1	3
50 Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	1	1
51 Servicios sociales y actividades asociativas	1	0
52 Actividades recreativas, culturales y deportivas	2	3
53 Actividades diversas de servicios personales	0	0
54 Otros servicios destinados a la venta	1	1
<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>114</b>

FUENTE: Elaboración Propia con base a los datos de la Matriz IO del Instituto de Estadística Andalucía

**Figura 1. Grafo Asociado. Tabla de Intercambios Internos. Andalucía 2000**



**Figura 2. Grafo Asociado. Tabla de Intercambios Totales. Andalucía 2000**



## 5. Bibliografía

- Aroche Fidel (2006), "Trees of the Essential Economic Structures In The US and Mexico. Results from a Qualitative Input-Output Method". *Journal of Regional Science* Vol. 46 pp. 333-353.
- Aroche Fidel (2002), "Structural Transformations and Important Coefficients in the North American Economies". *Economic Systems Research* Vol. 14 pp. 257-274.
- Aroche Fidel (2000), *Reformas estructurales y composición de las emisiones contaminantes industriales. Resultados para México*. Serie Medio Ambiente y Desarrollo No. 24, CEPAL.
- Aroche Fidel (1996), "Important Coefficients and Structural Change. A Multilayer Approach." *Economic Systems Research*, vol. 8, pp. 235-246.
- Balassa Bela (1979), "Accounting for Economic Growth: The Case of Norway". *Oxford Economic Papers New Series*, Vol. 31, pp. 415-436.
- Bulmer-Thomas Victor (1982) *Input Output Analysis in Developing Countries: Sources, Methods and Applications*. Wiley.
- Carter Anna (1970) *Structural Change in the American Economy*. Harvard University Press.
- Chenery H., T. Watanabe (1958) "International Comparisons of the Structure of Production." *Econometrica* Vol. 26, N°.4.
- Czamanki, S., L. Ablas (1979) "Identification of Industrial Cluster and Complexes: A Comparison of Methods and Findings". *Urban Studies* Vol. 16 N°.1.
- de Mesnard Louis (2002), "Note about the concept of "net multipliers". *Journal of Regional Science*, Vol. 42, 2002, pp. 545-548
- de Mesnard Louis (1995), "A note on Qualitative Input-Output Analysis". *Economic Systems Research*, Vol. 7, pp. 439-445.
- Dietzenbacher Erik (2005), "More on multipliers". *Journal of Regional Science*, vol. 45, pp. 421-426.
- Forsell Ösmo (1983) "Experiences of estimating Changes in Input-Output Coefficients in Finland" en Smyshilav A. (ed.). *Proceedings of the Fourth IIASA Task Force Meeting on I-O Model*. Viena.
- Fujita M., Krugman P. y Venables A. (2000) *The Spatial Economy. Cities, Regions and International Trade*. Ed. The MIT Press.
- Hirschmann Albert (1958) *The Strategy of Economic Development*. Yale University Press.
- Hewings Geoferey J.D. (1982), "The empirical identification of key sectors in an economy: a regional perspective". *The developing economics*, pp.173-195.
- Isard Walter (1956) *A General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade, and Urban Structure*. The MIT Press.
- Jilek Jaroslov (1971), "The Selection of Most Important Coefficients". *Economic Bulletin for Europe* Vol.23, No.1.
- Leontief Wasilly (1951), "Input-output economics." *Scientific American* Reproducido en *Input-Output Economics* 1986 Editorial Oxford University Press, Second Edition.
- Leontief Wasilly (1953) *Studies in the Structure of the American Economy*. Oxford University Press.
- Leontief Wasilly (1963), "Multiregional input-output analysis." Barna Tibor (ed.) *Structural Interdependence and Economic Development* Mamillan & Co. y St. Martin's Press.

Reproducido en *Input-Output Economics* 1986 Editorial Oxford University Press, Second Edition.

- Lin X y Polenske K. (1995), "Input-Output anatomy of china's energy uses changes in the 1980's". *Economic Systems Research*, Vol. 7, pp. 67-84.

- Miller Ronald E. y Blair Peter D. (1985), *Input-Output Analysis: Foundations and extensions*. Ed. Prentice Hall.

- Morillas Raya Antonio (1983), *La teoría de grafos en el análisis input-output*. Universidad de Málaga.

- Oosterhaven Jan y Stelder Dirk (2002), "Net Multipliers Avoid Exaggerating Impacts: with a Bi-regional Illustration for the Dutch Transportation sector". *Journal of Regional Science*, vol. 42, pp. 533-543.

- Rasmussen P.(1956), *Studies in Intersectorial Relations*. Norregard.

- Ramos Eduardo, Gallardo Rosa y Romero José Juan (2002), "Andalucía y la UE: balance económico de quince años de adhesión". *Revista de estudios regionales*, No. 162 pp. 195-228.

- Robles T Luis y Sanjuán S. Jesús (2005) "Key Sectors: Big Coefficients and Important Coefficients in Spain" Ponencia

presentada en las Primeras Jornadas de Análisis Input-Output. Oviedo, septiembre 2005.

- Rodero Javier, Martínez Diego y Pérez Rafaela (2003), "Convergencia entre Andalucía y España: una aproximación a sus Causas (1965-1995). ¿Afecta la inversión pública al crecimiento?". *Documento de trabajo de la Fundación Centro de Estudios Andaluces*.

- Schnabal Hermann (2003), "The ECA-method for Identifying Sensitive Reactions within an IO Context". *Economic Systems Research*, Vol. 15, pp. 495-504.

- Sherman Jack; Morrison Winifred J.(1950), "Adjustment of an Inverse Matrix Corresponding to a Change in one Element of a Given Matrix. The annals of mathematical Statistics". Vol.21, pp. 124-127.

- Sonis Michael, Hewings Geoffrey J.D. and Guo Jiemin.(2000), "A New Image of Classical Key Sector Analysis: Minimum Information Decomposition of the Leontief Inverse". *Economic Systems Research*, Vol. 12, pp. 401-423.

- Thirlwall A. P. (2003) *The Nature of Economic Growth: An Alternative Framework for Understanding the Performance of Nations*. Edward Elgar.

Ana Salomé García Muñiz<sup>1</sup>  
Antonio Morillas Raya<sup>2</sup>

# **Modelo centro-periferia e indicadores multinivel en la red productiva andaluza**

---

1. Universidad de Oviedo  
2. Universidad de Málaga



# 1. Introducción

Desde la aparición del modelo input-output de Leontief en el año 1941, la investigación económica ha favorecido y acelerado tanto su evolución a través de los avances logrados en los fundamentos teóricos y desarrollos estadísticos y/o econométricos, como su utilización en diversos campos del análisis económico. A este respecto, el análisis de las relaciones productivas ha supuesto una línea fructífera de investigaciones.

Intentando profundizar en este tipo de estudios, diversos investigadores han venido aplicando las Teorías de Grafos y Redes Sociales como herramienta de análisis. El desarrollo de estas técnicas en diferentes campos de la economía ha suscitado un interés en la comunidad científica en las últimas décadas. De hecho, desde sus orígenes en la resolución en 1736 del famoso problema de los puentes de Königsberg por Leonard Euler, la Teoría de Grafos constituye una herramienta básica en muchos campos de la ciencia y la tecnología y, sus teoremas y métodos han sido aplicados con éxito en temas tan diversos como la teoría de la información, planificación de la producción, transportes, programación lineal, redes de conexión, mecánica estadística y/o genética.

La extensión de estas técnicas al ámbito input-output, propiciada por los trabajos pioneros de Ponsard (1969), Lantner (1974), Campbell (1975, 1972) y Rossier (1980), supuso una nueva vía de análisis de la estructura derivada de las relaciones de interdependencia sectorial. La Teoría de Redes y Grafos - aplicada en un amplio conjunto de disciplinas tales como la sociología, psicología o la geografía- ha resultado de gran utilidad como herramienta del análisis estructural en economía (Lantner, 1974; Rossier, 1980; Morillas, 1983; Lahr y Dietzenbacher, 2001). Derivado de los conceptos teóricos asociados a los grafos y redes sociales, ha surgido una amplia variedad de medidas para facilitar la descripción de la estructura productiva (Holub, Schnabl y Tappeiner, 1985;

Ghosh y Roy, 1998; Lantner, 2001; Kilkenny y Nalbarte, 2002; Aroche-Reyes, 1996, 2002 y 2005, Morillas, 1983 y 2004, entre otros).

En este trabajo planteamos una alternativa de análisis estructural a través de instrumentos derivados de la Teoría de Redes Sociales<sup>1</sup>. Una teoría que, si bien se fundamenta en la Teoría de Grafos, ha sabido desarrollar conceptos propios que pueden ser de gran interés para el análisis económico. El potencial simplificador y la capacidad explicativa mostrada por estas metodologías, aporta ventajosas propiedades al permitir integrar en su desarrollo cuestiones tan relevantes como *“las posiciones relativas de los sectores, su orientación o los senderos por donde circula la influencia económica dentro de la estructura considerada”* (Morillas, 1983).

A través de esta óptica, proponemos la aplicación y el estudio de una técnica nueva en el contexto input-output que permite desvelar el funcionamiento y clarificar la estructura interna de una economía, permitiendo clasificar los sectores de acuerdo a su mayor o menor centralidad en el intercambio de bienes y servicios. En concreto, presentamos y desarrollamos los denominados modelos centro-periferia propuestos por Borgatti y Everett (1999) en el campo del análisis sociológico. Su traslado al análisis input-output consiste en determinar un centro o núcleo productivo, formado por los sectores dominantes, frente a las ramas que constituyen la periferia. Esta terminología proviene de los estudios sobre crecimiento y desarrollo económico, aunque nada tiene que ver con sus presupuestos teóricos. Sin embargo, la búsqueda de esta dualidad de sectores en una tabla input-output, mediante la Teoría de Redes Sociales, resulta innovadora, aunque ciertamente esté en relación con otras técnicas enfocadas a similares objetivos, como podría ser el análisis de las componentes fuertemente conexas del grafo asociado, la causalidad por bloques, la triangulación o la jerarquía sectorial reflejada en el grafo reducido.

Para completar el estudio de la evolución de la estructura productiva andaluza en los 20 años que van desde la tabla de 1980 a la de 2000, determinamos la importancia e impactos de los sectores catalogados como centrales a través de una nueva metodología denominada Indicadores Multinivel (García, Morillas y Carvajal, 2005). Estas medidas permitirán determinar no sólo los efectos generados por las ramas centrales sino

---

1. Los orígenes de la Teoría de Redes Sociales se remontan a los años 50 con las investigaciones iniciales de Alex Bavelas (1948, 1950) y Moreno (1954), en campos como la sociología, sociometría y/o antropología. Es todavía recientemente, en torno a los años 90, cuando los economistas han empezado a emplear “conscientemente” estas técnicas en sus estudios de mercado (Rauch y Casella, 2001). Desde entonces, la literatura sobre redes en el campo de la economía ha abarcado un amplio abanico de estudios. Una revisión general puede ser consultada en Powell y Smith-Poerr (1994).



también su inmediatez y/o su capacidad de transmisión de dichos efectos. Este ejercicio empírico permitirá extraer algunas conclusiones acerca de cuáles son y cómo se articulan los sectores centrales y periféricos, y cuál es su evolución e impacto en la economía andaluza.

La información estadística utilizada es la correspondiente a las tablas input-output de Andalucía de 1980 y 2000, el espacio temporal más largo de que se dispone, con objeto de detectar posibles cambios estructurales. Esta pretensión, sin embargo, cuenta con el obstáculo de la falta de homogeneidad en la elaboración de ambas tablas, debido al cambio de sistema contable que tuvo lugar.

Por esta razón, a pesar de los esfuerzos realizados por técnicos del Instituto de Estadística de Andalucía, que han desembocado en la necesidad de agregar ambas tablas a 46 ramas, nos hemos visto obligados a tomar dos decisiones importantes respecto al uso de las mismas. La primera, por cambio del criterio contable en los autoempleos, dejar fuera de consideración la diagonal principal de ambas tablas. La segunda, menos explicable desde una perspectiva metodológica, eliminar la rama de Administración Pública y Defensa (43), por ser inconsistente el tratamiento otorgado en la tabla de 1980 respecto a lo que se recoge en la de 2000.

## 2. Modelos Centro versus Periferia

El concepto de centro-periferia constituye un referente empleado frecuentemente en la oposición entre dos fuentes de poder asimétricas, que surgen a través de la interacción establecida entre unidades donde las desigualdades constituyen la regla habitual. Su concepción y desarrollo no son nuevos en economía<sup>2</sup>. La noción de centro-periferia, desde la óptica de la teoría del desarrollo, ha resultado crucial en la comprensión de la organización económica a lo largo de las últimas décadas. Y en especial, ha sido clave para entender la evolución y el funcionamiento de la economía andaluza (Delgado, 1981). Con el transcurso del tiempo, esta expresión, vacía de la parte más determinante de su contenido teórico, se ha ido aplicando a otras cuestiones de una forma simplista, como expresión de una dualidad que ha podido ser abordada desde diferentes ópticas: sectorial, espacial y/o temporal.

La propuesta de aplicación de este término en el ámbito input-output proporciona una ordenación de los sectores productivos que facilita la comprensión de la transmisión de la influencia económica dentro de la estructura de intercambios productivos. Su desarrollo permite localizar los núcleos productivos alrededor de los cuáles gira la actividad económica, es decir, identificar la polarización –centro versus periferia- existente en una economía a través de la influencia que presentan los sectores dominantes sobre su entorno. A este respecto, el objetivo fundamental de los denominados modelos centro periferia en el análisis de una estructura económica es la delimitación de un centro formado por un conjunto de sectores fuertemente relacionados, esto es, un grupo cohesivo y con alta densidad de transacciones intersectoriales. En contraposición, las ramas productivas dispersas y poco conectadas en la red constituirían la periferia

del sistema productivo<sup>3</sup>. Su determinación a través de la combinación de la Teoría de Redes Sociales y del análisis de una tabla input-output resulta un enfoque innovador.

Esta propuesta metodológica se inspira en los trabajos realizados por Borgatti y Everett (1999), en el campo sociológico, sobre modelos denominados centro-periferia, que permiten analizar la posición de los individuos dentro de un grupo de estudio.

Extendiendo el planteamiento al análisis input-output, la determinación de los sectores como unidades pertenecientes al centro o a la periferia de la actividad económica se puede basar en la comparación de una estructura ideal centro-periferia con los datos observados en la red sectorial.

La existencia de interrelaciones entre los sectores en la matriz ideal puede responder a varios conceptos, según el modelo centro-periferia empleado. En este sentido, existen concepciones muy diversas sobre la noción centro-periferia. Intuitivamente, para que este concepto adquiera sentido es necesaria la existencia de relaciones entre ambos polos; por ejemplo, flujos de mercancías, capitales, información, etc., que generen transacciones asimétricas entre ellos y produzcan una jerarquía de poder en torno a los vínculos establecidos. La estructura centro-periferia surge, por tanto, cuando las propias relaciones generan colectivos de agentes, unos mejor conectados que otros.

Cuando se trabaja con variables dicotómicas, la estructura teórica más básica de estos modelos se puede representar a través de un organigrama en bloques, dividido en cuatro zonas, como el que puede observarse en el cuadro nº 1.

2. La teoría de los lugares centrales (Weber, 1929; Christaller, 1933; Lösch, 1939), las teorías del centro-periferia y de la dependencia en sus distintas versiones (Frank, 1969; Lasuen, 1969; Friedmann, 1972; Amin, 1976), la teoría de la causación circular acumulativa (Myrdal, 1957), los Polos de Crecimiento (François Perroux, 1955; Jacques Boudeville, 1968) o la Nueva Geografía Económica (Krugman, 1991) constituyen algunas de los enfoques económicos que hacen referencia a este concepto.

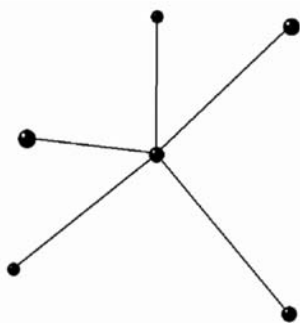
3. Trabajaremos bajo del supuesto de la existencia de un único centro, aunque existen desarrollos que conducen a la determinación de múltiples centros con sus respectivas periferias.

**Cuadro nº 1. Estructura centro/periferia ideal**

SECTORES	1 ... j (Centro)	j+1 ... n (Periferia)
1	1 ... 1	1 ... 1
...	...	...
j (Centro)	1 ... 1	1 ... 1
j+1	1 ... 1	0 ... 0
...	...	...
n (Periferia)	1 ... 1	0 ... 0

Por un lado, la submatriz que muestra las relaciones entre los sectores que constituyen el centro de la actividad económica se encuentra representada en el primer cuadrante. Será un bloque formado por ramas completamente interrelacionadas, constituido íntegramente por unos (denominado habitualmente bloque 1). Las submatrices de transacciones entre actividades del centro y la periferia de la red productiva, cuadrantes segundo y tercero, son también un bloque 1 aunque algunas veces no todos los sectores se relacionen (un bloque 1 imperfecto). Por último, en el cuarto cuadrante se representan los sectores de la periferia

**Figura nº 1. Estrella de Freeman**



4. Matriz de adyacencia asociada al grafo correspondiente a los flujos intersectoriales medidos bien a través de sus consumos intermedios, coeficientes técnicos o coeficientes de distribución. Matriz de adyacencia asociada al grafo correspondiente a los flujos intersectoriales medidos bien a través de sus consumos intermedios, coeficientes técnicos o coeficientes de distribución.

caracterizados por la ausencia de transacciones (bloque 0).

Formalmente, las relaciones establecidas<sup>4</sup> entre las ramas productivas ( $\delta_{ij}$ ) en este organigrama se pueden especificar como:

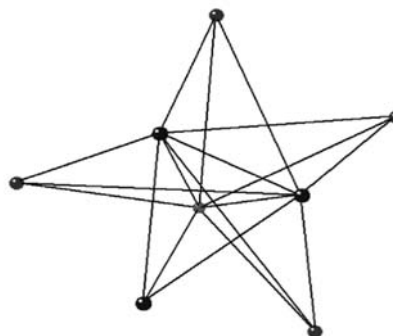
$$\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } c_i = \text{centro o } c_j = \text{centro} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (1)$$

donde  $c_i$  representa la categoría a la cual el sector  $i$ -ésimo será asignado (centro o periferia).

El esquema recogido pone de relieve, por un lado, la idea de conexión entre las ramas productivas centrales y de ausencia de relación entre los sectores periféricos y, por otro, cómo los flujos tienden a desarrollarse más fácilmente entre en el centro y la periferia que dentro de esta última. En este sentido, se puede definir la periferia como un conjunto de sectores no relacionados directamente entre si, dentro de una estructura fuertemente conexa.

Este planteamiento constituye una generalización del grafo centrado máximo de Freeman<sup>5</sup>. Se trata de una estrella que en el caso más sencillo, representado en la figura nº 1, el centro estaría formado por un único sector y el resto de ramas productivas constituiría la periferia. Su generalización, mostrada en la figura nº 2, comprende un núcleo de desarrollo formado por varias ramas productivas frente a un conjunto de sectores dispersos y poco conectados situados en la periferia del sistema productivo.

**Figura nº 2 Generalización Estrella de Freeman**



5. Se entiende por máximo grafo posible aquel en el cual cada par de puntos está conectado mediante al menos un camino

Esta descripción de la estructura económica a través de campos de influencia permite determinar los núcleos existentes en la economía. A este respecto, el centro presentará un alto poder de liderazgo en el proceso de desarrollo debido a su capacidad de articulación y conexión dentro de la estructura productiva. En contraposición, la periferia está formada por un conjunto de sectores no relacionados directamente entre sí, pero sí con el centro, lo que implica cierta debilidad o dependencia en sus relaciones.

Dado que esta organización geométrica perfecta recogida en el cuadro nº 1 - gráficamente en la figura nº 2 -, refleja distribuciones más propias de contextos físicos o químicos que de un sistema económico, existen otros "patrones ideales" de las nociones de centro-periferia que redefinen ( $\delta_{ij}$ ) (Borgatti y Everett, 1999). Se trata de estructuras con una configuración menos estricta y que pueden llegar a ser más próximas a un comportamiento económico.

En este sentido, puesto que el objetivo básico del modelo es delimitar un centro activo y una periferia dispersa y poco conectada, una vía adecuada para ello es el empleo de algoritmos que maximicen la densidad entre los sectores del centro de la estructura económica y minimicen la de la periferia, no considerando los valores de fuera de la diagonal principal. Las transacciones ideales centro periferia se definen entonces como:

$$\delta_{ij}^1 = \begin{cases} 1 & \text{si } c_i = \text{centro y } c_j = \text{centro} \\ 0 & \text{si } c_i = \text{periferia y } c_j = \text{periferia} \\ \text{no se considera el valor en otro caso} \end{cases} \quad (2)$$

La flexibilidad de esta alternativa<sup>6</sup>, junto a una representación más realista en contextos económicos y el hecho de que no dependa de decisiones subjetivas, son, sin duda, ventajas que hacen aconsejable su aplicación en los estudios sectoriales.

Una vez que ha sido seleccionada la estructura ideal teórica, la determinación de los sectores como unidades centrales o periféricas se efectúa a partir de su comparación con la red observada. Con esta finalidad, una medida de la proximidad entre ambas estructuras propuesta por Borgatti y Everett (1999) es un coeficiente de correlación no normalizado:

$$\rho = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n f_{ij} \delta_{ij}^k \quad (3)$$

donde  $f_{ij}$  representa la existencia de un vínculo productivo entre los sectores *i-ésimo* y *j-ésimo*, recogida en la matriz de adyacencia observada<sup>7</sup>, y  $\delta_{ij}^k$  indica la presencia de relación entre ambos sectores en la matriz imagen ideal empleada. A medida que se incrementa la correlación ( $\rho$ ) entre la estructura ideal y la real, mayor será la adaptación de la red objeto de estudio a la estructura ideal<sup>8</sup> y más elevado el grado de ajuste al modelo centro-periferia propuesto.

6. Alternativamente, la estructura centro-periferia se puede concebir como un núcleo económico establecido en torno a un grupo cohesivo de sectores, frente a un conjunto periférico de ramas aisladas. Una disposición en la cual sólo las ramas productivas del centro mantienen relaciones intersectoriales. Se trataría de una economía completamente descomponible, en la que buena parte de sus sectores estarían aislados. Tal situación es poco probable en una economía real. Una opción menos restrictiva que la anterior, consiste en seleccionar arbitrariamente un valor de la densidad - proporción de relaciones existentes -entre cero y uno para las transacciones de fuera de la diagonal de la matriz teórica (centro-periferia, periferia-centro) y mantener la densidad de la submatriz periferia-periferia a cero y la de centro-centro a 1. Una opción poco consistente con la realidad y arbitraria.

7. Matriz de adyacencia asociada al grafo correspondiente a los flujos intersectoriales medidos bien a través de los consumos intermedios, coeficientes técnicos o coeficientes de distribución.

8. Se debe observar que la aplicación de este desarrollo, requiere asumir la existencia de una partición inicial que asigne a cada sector a la región del centro o de la periferia. Dado que, no siempre se dispone a priori este tipo de información, se pueden aplicar técnicas de optimización - búsqueda Tabú (Glover, 1989) o algoritmos genéticos (Goldberg, 1989), entre otras posibles- con el fin de determinar un patrón que maximice la correlación entre los datos y la matriz teórica centro-periferia y se obtenga así la información necesaria.



### 3. Evolución del núcleo productivo de la economía andaluza

En el grafo parcial  $F = \{f_{ij}\}$  asociado a la matriz  $A = \{a_{ij}\}$  de coeficientes técnicos, se han considerado como valores a tener en cuenta para llevar a cabo el estudio del modelo centro-periferia en la tabla andaluza aquéllos que están por encima de 0,01<sup>9</sup>; es decir, se contemplan solo las relaciones de compra de una determinada rama que supongan, al menos, el 1% de su output total:

$$f_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si } a_{ij} > 0,01 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (4)$$

Los resultados obtenidos para el modelo centro-periferia aparecen en el cuadro nº 3<sup>10</sup>. El núcleo central de la economía andaluza estaba formado por 21 ramas en 1980 y por 20 en el año 2000. De ellas, catorce han permanecido inalteradas. Se trata de un conjunto de actividades que tradicionalmente han constituido la estructura básica de la economía andaluza. Unas relacionadas con los recursos naturales (agricultura, pesca y extractivas), otras con su primera transformación (carne, conservas de pescado, otros productos alimenticios, madera y

corcho), que junto a la química básica, el transporte, la distribución de energía y el comercio, forman el núcleo estable de la economía andaluza a lo largo de los 20 años analizados.

Pero, siendo relevante confirmar que la estructura básica de esta economía sigue siendo la que fue descrita en trabajos ya clásicos sobre la misma (Delgado, 1981; Auriolles, 1989) lo más relevante, sin lugar a duda, será observar los cambios producidos en este núcleo central, para ver la tendencia que sigue la especialización productiva de Andalucía.

Si se observa las ramas que formaban parte del centro en 1980 y que en el 2000 han pasado a ser periféricas en la economía andaluza, se pone de manifiesto que la mayoría de ellas son industrias de transformación agroalimentarias, que junto al papel y el vidrio formaban parte de lo que era una débil estructura industrial, pero a la que se aferraban muchas propuestas de desarrollo para industrializar Andalucía desde dentro, de forma endógena. Su desaparición del núcleo central es, simplemente, la constatación de un fracaso de la voluntad frente a la realidad de un mercado nacional e internacional más competitivo, cuando no de una incapacidad empresarial y política a la hora de definir en la práctica el reparto de la especialización productiva a nivel nacional.

9. El umbral a partir del cual las relaciones observadas se consideran débiles y son representadas por un valor nulo en el grafo de influencia, es una cuestión con cierto grado de subjetividad. El nivel medio de transacciones, el cociente  $1/n$  donde  $n$  es el número de sectores (Simpson y Tsukui, 1965), la consideración de las decilas de la distribución de coeficientes (Mougeot-Duru-Auray, 1977) o coeficientes inferiores al 1, 5 o 10% (Morillas, 1983) representan algunas de las alternativas empleadas habitualmente. Otra óptica en la determinación de coeficientes importantes es el análisis de sensibilidad estructural, la cual identifica los coeficientes más importantes como aquellos que ante mínimas variaciones de su valor lleven asociados mayores cambios en la producción sectorial (Schintke y Stänglin, 1988; Holub y Schnabl, 1994; Aroche-Reyes, 1996; Tarancón, 2005). La experiencia indica que es en torno al 1%, valor al que suele aproximarse mucho la novena decila, cuando se comienza a vislumbrar lo fundamental de la estructura de las relaciones entre sectores subyacentes en una tabla input-output.

10. Se ha utilizado el software UCINET VI (Borgatti, Everett y Freeman, 2002), que se halla disponible en [www.analytictech.com](http://www.analytictech.com).

**Cuadro nº 3. Resultados del modelo centro-periferia**

C e n t r o s

	1980		2000
	1. Producción agrícola y servicios agrarios 4. Pesca y acuicultura 5. Industria Extractivas 6. Industria Cárnica 7. Elaboración de conservas de pescado y derivados 11. Industria de otros productos alimenticios y tabaco 19. Refino de petróleo 20. Fabricación de productos químicos básicos (incluso agroquímicos) 22. Industria de la transformación del caucho y materias plásticas 27. Industria de la madera y el corcho, fabricación de muebles y de productos metálicos 34. Producción y distribución de energía eléctrica 38. Comercio, recuperación y reparaciones 40. Transportes y actividades anexas 46. Otros servicios		

	2. Producción ganadera y caza 8. Conservación de frutas y hortalizas 10. Industrias lácteas 12. Elaboración de vinos y alcoholes 13. Cervezas y bebidas no alcohólicas 17. Industria del papel 25. Industrias del vidrio y de la piedra		3. Silvicultura, explotación forestal 18. Edición, artes gráficas y reproducción 21. Fabricación de otros productos químicos 26. Metalurgia 37. Construcción 39. Hostelería y Restauración

P e r i f e r i a

	3. Silvicultura, explotación forestal 18. Edición, artes gráficas y reproducción 21. Fabricación de otros productos químicos 26. Metalurgia 37. Construcción 39. Hostelería y Restauración		2. Producción ganadera y caza 8. Conservación de frutas y hortalizas 10. Industrias lácteas 12. Elaboración de vinos y alcoholes 13. Cervezas y bebidas no alcohólicas 17. Industria del papel 25. Industrias del vidrio y de la piedra

	9. Fabricación de grasas y aceites 14. Industria textil 15. Industria de la confección y la peletería 16. Industria del cuero y calzado 23. Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados 24. Fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos, etc. 28. Construcción de maquinaria y equipo mecánico 29. Fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico 30. Fabricación de vehículos a motor, remolques y semi-remolques 31. Construcción y reparación naval 32. Fabricación de otro material de transporte 33. Otra industria manufacturera 35. Producción y distribución de gas y vapor de agua 36. Captación, depuración y distribución de agua 41. Correos y telecomunicaciones 42. Intermediación financiera, seguros, planes de pensiones y actividades auxiliares 44. Educación 45. Actividades sanitarias		

Por otro lado, si observamos en la tabla el grupo de nuevas ramas que acceden al centro de la economía andaluza, constatamos la presencia de las actividades relacionadas con la hostelería y la construcción, que han sido los auténticos motores del crecimiento andaluz habido en esa dos décadas. Las otras cuatro ramas que aparecen (exploración forestal, otros productos químicos, metalurgia y edición), en mayor o menor proporción, tienen bastante que ver con el crecimiento de estos dos pilares fundamentales de su economía.

En definitiva, los resultados ponen de manifiesto, más allá de puntuales y honrosas excepciones para industrias singulares, que todos los tópicos que abundan sobre la esencia primaria, y ligada a la hostelería y a la construcción, de la economía andaluza parece ser una realidad constatada, aún en el año 2000. La evidencia de que, en el grupo periférico, y por tanto, débilmente integrados, se encuentran prácticamente todos los sectores industriales propios de una economía desarrollada, no hace más que apoyar esta conclusión.





## 4. Indicadores Multinivel en los núcleos productivos

A partir del enfoque de la Teoría de las Redes Sociales, es posible profundizar en el análisis de las características estructurales de los núcleos productivos anteriormente determinados. Los Indicadores Multinivel propuestos por García, Morillas y Carvajal (2005) en el ámbito input-output, analizan la articulación de los sectores pertenecientes a una red mediante un enfoque que amplía y complementa la visión tradicional de las ramas polarizadoras del crecimiento. Su definición se desarrolla en torno a tres rasgos estructurales complementarios denominados efectos totales, efectos inmediatos y efectos de intermediación. Estas medidas identifican la posición, impacto y grado de articulación que presentan cada una de las ramas productivas a través de, respectivamente, la determinación de los efectos totales que ejerce una rama sobre el conjunto de la economía; la rapidez (vinculación más o menos directa) con que se relacionan con los demás y la importancia como elemento trasmisor dentro de la red de intercambios.

En este sentido, esta innovadora propuesta no se basa sólo en el estudio del tamaño de los eslabones, sino también en el número de conexiones y caminos existentes entre sectores reflejando el grado de complejidad estructural. Los Indicadores Multinivel extienden la óptica de análisis de multiplicadores, midiendo además del impacto posible de cada uno de los sectores, la inmediatez de sus influencias y su contribución a la transmisión de efectos. Un nuevo enfoque que supera algunas de las limitaciones de las aplicaciones tradicionales de Teoría de Grafos en torno al uso de grafos dicotómicos (de Mesnard, 1995). A este respecto, los Indicadores Multinivel se construyen sobre un mismo marco teórico derivado del grafo valuado asociado a la TIO y por tanto, permiten emplear el volumen total de información disponible. Su desarrollo, inspirado en los trabajos de Friedkin (1991) y propuesto en el análisis input-output por García, Morillas y Carvajal (2005) es expuesto a continuación bajo cada una de las rúbricas correspondientes a los efectos. Las tres medidas, denominadas globalmente como Indicadores Multinivel, serán aplicadas al núcleo de la economía andaluza de los años 1980 y 2000 en búsqueda de la evolución de los efectos generados por las ramas centrales.

### 4.1. Efectos totales

Los distintos efectos mencionados se determinan a partir de una matriz Markoviana  $\tilde{A} = \{\tilde{a}_{ij}\}$ , en la que se recogen las interrelaciones entre los vértices de la red analizada, tal que  $\tilde{A} \leq 0$  y la suma de todas sus filas sea igual a la unidad:

$$\sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} = 1, \forall i = 1, \dots, n \quad (5)$$

De esta forma, se obtiene una Cadena de Markov de  $n$  estados donde  $\tilde{A}$  la matriz recoge las probabilidades de transición de un nodo a otro. En este sentido, la cadena de Markov puede ser interpretada como un paseo aleatorio por el digrafo ponderado de la matriz estocástica de coeficientes normalizados  $\tilde{A} = \{\tilde{a}_{ij}\}$ , donde al arco entre los nodos  $i$ -ésimo y  $j$ -ésimo del grafo valuado se le atribuye el peso  $\tilde{a}_{ij}$ .

Dicha matriz constituye la base de un proceso cuyo esquema teórico, como se ha señalado anteriormente, fue inicialmente desarrollado por Friedkin (1991) para el estudio de la formación de opiniones grupales. En él se señala que las opiniones iniciales  $y^{(1)}$  de los individuos se transforman en finales  $y^{(t+1)}$  a través de un proceso que refleja la propensión tanto a influencias sociales ( $\alpha$ ) como interpersonales ( $\tilde{a}_{ij}$ ). Este proceso se representaría mediante la ecuación siguiente:

$$y_i^{(t+1)} = \alpha(\tilde{a}_{i1}y_1^{(t)} + \dots + \tilde{a}_{in}y_n^{(t)}) + (1-\alpha)y_i^{(t)} \quad (6)$$

$$0 < \alpha < 1$$

expresado matricialmente como:

$$y^{(t+1)} = \alpha\tilde{A}y^{(t)} + (1-\alpha)y^{(t)} \quad (7)$$

Si se verifican ciertas condiciones (Friedkin, 1990), las opiniones iniciales se transforman en una solución de equilibrio, una opinión final estacionaria:

$$y^\infty = (I - \alpha\tilde{A})^{-1}(1-\alpha)y^{(1)} = Vy^{(1)} \quad (8)$$

donde  $V=(I-\alpha\tilde{A})^{-1}(1-\alpha)$  recoge los efectos generados entre los nodos de la red.

Este proceso de formación de opiniones, en líneas generales, se puede relacionar con el mecanismo a través del cual se determina la producción necesaria para satisfacer un incremento de la demanda final determinado de forma exógena. La producción sería en sí la solución de equilibrio establecida a partir de la demanda final y las influencias intersectoriales.

Si el esquema inicial se adapta a un marco contable input-output, se deriva la expresión:

$$x_i = \alpha(\tilde{a}_{i1}x_1 + \dots + \tilde{a}_{in}x_n) + (1-\alpha)d_i \quad (11)$$

donde  $x_i$  y  $d_i$  denotan la producción y demanda respectivamente de un sector  $i$ -ésimo,  $\alpha$  ofrece una ponderación que permite calibrar el efecto de cambios exógenos en la demanda y el peso de las transacciones intersectoriales consecuentes y  $\tilde{a}_{ij}$  representa los coeficientes input-output normalizados, los cuales pueden ser calculados como la proporción en la cual el sector  $j$ -ésimo compra al sector  $i$ -ésimo  $\tilde{a}_{ij}$  en términos del efecto producción de este

último sector  $\left(\sum_{j=1}^n a_{ij}\right)$ .

Este modelo presenta la gran ventaja de ofrecer un análisis conjunto de los posibles impactos generados ante cambios en la demanda final y/o en la demanda intermedia considerada. El diferente peso, atribuido través de la ponderación  $\alpha$ , a la demanda final y a la intermedia, permite estudiar la influencia que supone para la rama de referencia los cambios exógenos y/o las relaciones establecidas entre sectores. Una cuestión de interés en el desarrollo y toma de decisiones de política económica. Dada la expresión del modelo, la determinación de los efectos totales estará básicamente relacionada con el número y longitud de los caminos existentes entre los distintos sectores a través de las relaciones productivas especificadas, de tal forma que<sup>11</sup>:

$$V = (I - \alpha\tilde{A})^{-1}(1 - \alpha) = (I + \alpha\tilde{A} + \alpha^2\tilde{A}^2 + \alpha^3\tilde{A}^3 + \dots)(1 - \alpha) \quad (12)$$

$0 < \alpha < 1$

11. Sea un término arbitrario  $\alpha^k \tilde{A}^k$  de la serie de potencias desarrollada. Si todas las entradas no nulas de la matriz de coeficientes input-output  $\tilde{A}$  son representadas por un valor unitario, la entrada correspondiente en  $\tilde{A}^k = \{\tilde{a}_{ij}^k\}$  nos indicará el número de caminos existentes entre los sectores  $i$ -ésimo y  $j$ -ésimo de longitud  $k$ .

12. Toda matriz estocástica tiene un radio espectral igual a la unidad.

13. Obsérvese la analogía existente entre el enfoque clásico de análisis de intensidad y relevancia de las relaciones intersectoriales en el modelo input-output y nuestro indicador de efectos totales basado en la teoría de las redes sociales. A partir del modelo de Leontief simplificado, el método clásico propuesto por Rasmussen (1956) utiliza las sumas de las columnas de la matriz inversa de Leontief debidamente normalizadas para medir las relaciones intersectoriales y su posible efecto "arrastré" del conjunto de la economía. El indicador de efectos totales, emplea la suma en columnas de lo que de forma genérica, podríamos considerar una matriz inversa de

Leontief revisada  $(V = (I - \alpha\tilde{A})^{-1}(1 - \alpha))$ . Es más, podemos considerar los coeficientes de Rasmussen como un "caso particular" donde no ha sido especificado el coeficiente de influencia  $\alpha$ . Análogamente sobre el modelo de Ghosh, Augustinovic (1970) determina los eslabonamientos hacia delante o el denominado efecto difusión a partir del sumatorio por filas de la inversa de la matriz de distribución. La consideración de los coeficientes de distribución permitiría la derivación de un indicador de efectos totales en el mismo sentido.

donde  $\alpha$  es una ponderación de las relaciones intersectoriales que permite calibrar la capacidad de influencia entre sectores y  $\tilde{A}$  representa la matriz de coeficientes input-output normalizados.

Observemos que la matriz  $V$  se determina a partir de la matriz inversa de Leontief ponderada por dicho coeficiente  $\alpha$ . El método, por tanto, emplea la serie de potencias de tal forma que cada potencia  $\tilde{A}$  representa una "ronda" o etapa de la producción. Como otras metodologías (Yan y Ames, 1965; Robinson y Markandya, 1973; Hewings et al., 1984) estas sucesivas etapas requeridas para satisfacer la demanda final pueden ser consideradas como un indicador de la complejidad estructural: el aumento del número de pasos a través de los cuales dos sectores se pueden interrelacionar supone una disminución del impacto de sus transacciones, mientras que para igualdad de distancias, el efecto ocasionado depende de la intensidad o fuerza de las relaciones existentes ( $\alpha\tilde{a}_{ij}$ ). Ambos aspectos son considerados en la especificación propuesta.

Friedkin y Johnsen (1990) demuestran que, bajo el supuesto de que  $\lim_{k \rightarrow \infty} \tilde{A}^k = \tilde{A}^\infty$ , en el caso de que  $\alpha$  se aproxime a la unidad:

$$V = \lim_{\alpha \rightarrow 1^-} (I - \alpha\tilde{A})^{-1}(1 - \alpha) = \tilde{A}^\infty = W \quad (13)$$

Esto es, si  $\alpha$  tiende a la unidad,  $V$  convergería a  $W$ , bajo ciertas condiciones de la matriz  $\tilde{A}$ , matriz en la que los efectos totales intersectoriales son constantes para cada sector. La matriz  $V$  tiende entonces, al límite de  $\tilde{A}$  en la cual el efecto total es constante para cada sector  $i$ -ésimo. La matriz  $W$ , por tanto, toma la forma de un estado estacionario

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & \dots & w_n \\ \dots & \dots & \dots \\ w_1 & \dots & w_n \end{bmatrix} \quad (14)$$

Podemos afirmar que la matriz estocástica  $\tilde{A}$  de radio espectral igual a la unidad<sup>12</sup>, resulta una matriz convergente cuyo límite será no nulo,  $(\lim_{k \rightarrow \infty} \tilde{A}^k \neq 0)$  cumpliéndose el supuesto de partida necesario para la convergencia de la matriz bajo la hipótesis de que  $\alpha \rightarrow 1^-$ .

Dicha hipótesis, ante ausencia de información adicional sobre el valor de la ponderación, será la empleada en el cálculo de los efectos totales estimados de tal forma que el efecto total de centralidad para un sector  $j$ -ésimo  $TEC_{(j)}$ , se define como<sup>13</sup>:

$$TEC_{(j)} = \frac{\sum_{i=1}^n v_{ij}}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n w_{ij}}{n} = w_j \quad \forall j \quad (15)$$

matricialmente expresado a partir del vector  $t$  de orden  $(n \times 1)$ :

$$t = V\Phi \quad (16)$$

donde  $\Phi = \begin{Bmatrix} 1 \\ n \end{Bmatrix}$  es un vector de orden  $(n \times 1)$  y  $V'$  la transpuesta de  $V$ .

Se trata del promedio de los elementos de las columnas de la matriz  $V$  de forma que cuanto mayor sea este valor, más relevante será el efecto total del sector  $j$ -ésimo respecto al conjunto de la economía.

## 4.2. Efectos inmediatos

El análisis de la inmediatez en transmisión de los efectos totales estimados es un aspecto importante en la valoración de políticas económicas. Los sectores cuyos efectos se transmiten a través de largos caminos de relaciones económicas, tienen un menor impacto económico que aquellos otros con un alto número de transacciones directas. No sólo sus multiplicadores son más pequeños (Lantner, 1974; Morillas, 1983) sino que también tienen menos posibilidades en la transmisión de procesos de innovación (García, Morillas y Ramos, 2005). Este rasgo se puede determinar a partir de los denominados efectos inmediatos, que se cuantifican a partir de la cadena de Markov asociada a la matriz  $\tilde{A}$ .

Dada una cadena de Markov de  $n$  estados donde la matriz  $\tilde{A}$  recoge las probabilidades de transición de una rama a otra, el elemento  $(i, j)$  de la denominada matriz de transición del paso  $k$ -ésimo,  $\tilde{A}^k$ , mostrará la probabilidad de pasar del sector  $i$ -ésimo al  $j$ -ésimo en  $k$  pasos exactamente. A partir de este proceso estocástico, la inmediatez en la difusión de los efectos de un sector  $j$ -ésimo en la red, se puede determinar a través de la longitud media de las secuencias de sus transacciones económicas ponderadas cada una de ellas por la fuerza de las relaciones sectoriales establecidas (Kemeny y Snell, 1960):

$$M = (I - Z + E \hat{z}_{dg}) \hat{q} \quad (17)$$

donde  $\hat{q}$  es una matriz diagonal con elementos  $q_{ii} = \frac{1}{w_i}$ ,  $E$  representa una matriz  $(n \times n)$  formada por unos y  $Z$  es la denominada matriz fundamental cuya expresión es la que sigue:

$$Z = (I - \tilde{A} + \tilde{A}^\infty)^{-1} \quad (18)$$

14. Similar interpretación presentan los clásicos coeficientes de Streit (1969) en el análisis input-output. Su determinación, a partir de la matriz de consumos intermedios, permite determinar las ramas productivas fundamentales para la interconexión del funcionamiento de la economía, dada su importancia como demandantes de los productos de otras ramas o como suministradoras de inputs intermedios necesarios en la producción de otras ramas. Obsérvese por tanto el objetivo común de la técnica clásica y la presentada en este epígrafe, aunque el planteamiento matemático difiera notablemente. Los efectos de intermediación presentan un análisis más completo que el ofrecido por la metodología tradicional al considerar no sólo las relaciones directas entre los diferentes sectores, sino también las indirectas. Se trata de un indicador más rico sobre la intensidad o ligazón de las transacciones productivas.

tal que  $A^\infty$  coincidirá con la matriz  $W$ , que recoge el estado

estacionario del proceso analizado  $(w_1, \dots, w_n)$  y  $\hat{z}_{dg}$  es una matriz diagonal construida a partir de la definición de  $Z$ .

La inmediatez con que un sector se relaciona económicamente con otros se expresa en las columnas respectivas de la matriz  $M$ . El indicador de estos efectos inmediatos (IEC) se calcula como el inverso de la media de las longitudes de los caminos de un sector  $j$ -ésimo (Friedkin, 1991):

$$IEC_{(j)} = \left( \frac{\sum_{i=1}^n m_{ij}}{n} \right)^{-1} \quad \forall j \quad (19)$$

donde  $m_{ij}$  son los elementos de la matriz  $M$ . O en términos matriciales como:

$$r = n\gamma \quad (20)$$

donde  $\gamma = \{\gamma_j\} = \left\{ \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_{ij}} \right\}$  es un vector de orden  $(n \times 1)$ .

A medida que aumenta el valor de la medida expuesta, mayor será la inmediatez con la cual se propaguen los efectos totales del sector considerado.

## 4.3. Efectos de intermediación

El último de los tres rasgos considerados, los denominados efectos de intermediación, hace referencia a la importancia de ciertas ramas como instrumentos de transmisión de los efectos totales. Son sectores que facilitan el funcionamiento e interconexión económica, vertebrando la interrelación de las distintas actividades productivas. Tales agentes económicos funcionan en el sistema a modo de "encrucijada", constituyendo puntos clave para el desarrollo conjunto de la economía. Con su cálculo se obtiene información sobre los sectores polarizadores del desarrollo y de su difusión en la región y/o nación, de tal forma que aquellas ramas que aparecen como habitualmente interrelacionadas por tales elementos conectores podrían llegar a formar complejos industriales y establecerse juntas en el espacio<sup>14</sup>.

Para su estimación la matriz  $M$ , planteada con anterioridad, se puede descomponer en el número de pasos desde un sector  $j$ -ésimo a otro  $i$ -ésimo, a través de otros intermedios:

$$m_{ij} = \sum_{k=1}^n t_{(j)ik} \quad i \neq j \neq k \quad (21)$$

donde  $t_{ijk}$  es la  $ik$ -ésima celda de la matriz T en:

$$\mathbf{T}_{(j)} = (\mathbf{I} - \tilde{\mathbf{A}}_{(j)})^{-1} \quad (22)$$

y  $\tilde{\mathbf{A}}_{(j)}$  es la matriz resultante de eliminar la  $j$ -ésima fila y columna de la matriz  $\tilde{\mathbf{A}}$  (Kemeny y Snell, 1960).

A partir de los mismos, los efectos de intermediación, indicativos de la importancia de un sector  $j$ -ésimo como transmisor o como punto de encrucijada para la conexión de la red económica, se calculan entonces como:

$$MEC_{(j)} = \frac{\sum_{k=1}^n \bar{t}_{(k)j}}{n} \quad (23)$$

donde,

$$\bar{t}_{(k)j} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{(k)ij}}{(n-1)t_{(k)ij}} \quad i \neq j \quad (24)$$

recoge la contribución de un sector  $j$ -ésimo a la transmisión de los efectos intersectoriales de la rama  $k$ .

Matricialmente los efectos de intermediación de los diferentes sectores se pueden expresar a partir de la definición de la matriz,  $\bar{\mathbf{T}} = \{\bar{t}_{(k)j}\}$  :

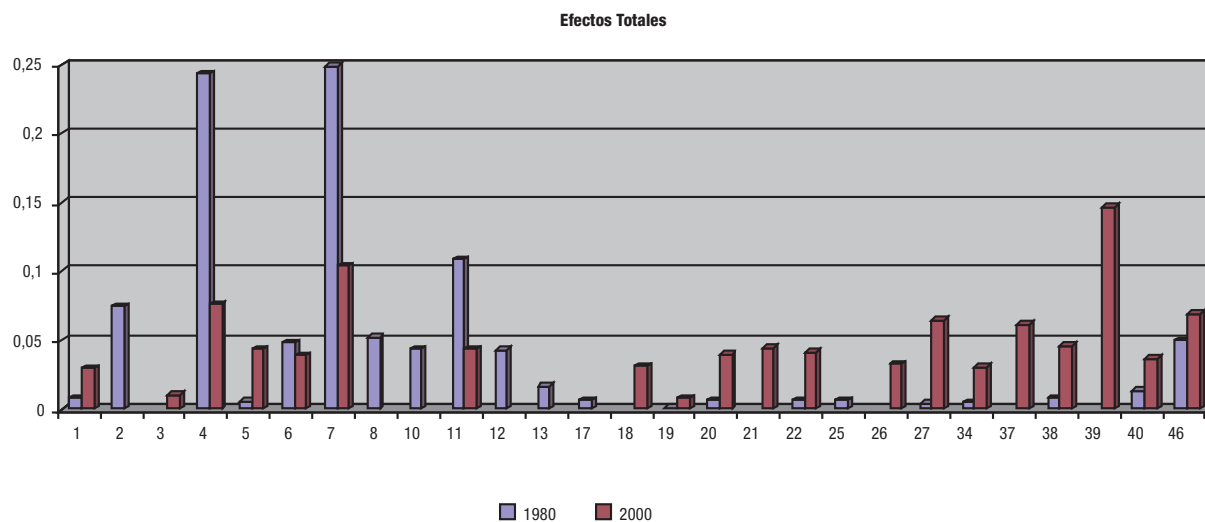
$$\mathbf{c} = \bar{\mathbf{T}}\Phi \quad (25)$$

donde  $\Phi$  es un vector de orden  $(n \times 1)$  cuyos elementos son  $\frac{1}{n}$ .

#### 4.4. Cambios en los sectores clave de los núcleos productivos

En el análisis anterior, hemos observado las diferencias existentes en los contenidos de cada uno de los núcleos productivos. Para profundizar en esa clasificación, vamos a analizar ahora cuáles son los sectores clave de cada uno de los centros que hemos expuesto anteriormente, el del año 1980 y el correspondiente al 2000, aplicando la metodología que se acaba de exponer.

Figura nº 3. Efectos totales. Años 1980 y 2000



FUENTE: Elaboración propia a partir de TIOAN-80 Y TIOAN-2000

Observemos, en primer lugar, el resultado obtenido para los efectos totales, recogido en el anexo y mostrado gráficamente en la Figura nº 3, aclarando previamente que si una rama determinada no aparece en el gráfico para un año de los dos contemplados, es porque no pertenece al centro detectado en los análisis efectuados en el epígrafe 3.

La claridad expresiva del gráfico, en una primera visión, es manifiesta y sus implicaciones son bastante obvias. Los mayores efectos totales en la tabla de 1980 estaban concentrados a la izquierda del gráfico, o sea, en las ramas más próximas al sector primario y su entorno. Se observa, también, que hay cambios relativos importantes en los veinte años transcurridos en ese grupo de ramas.

Sin embargo, en la tabla del año 2000, se percibe, con una claridad meridiana, que los sectores de la derecha del gráfico, los más relacionados con la industria y los servicios, han pasado a tener un mayor protagonismo en la economía andaluza. Se puede afirmar que los cambios relativos son tremendamente importantes en muchos casos, incluso sin tomar en consideración las dos ramas que surgen como novedad en el núcleo correspondiente a este año: Construcción (37) y Hostelería (39).

Un análisis más detallado de estos dos grandes rasgos fundamentales que se observan en la mencionada Figura 3, pone de manifiesto las siguientes cuestiones relativas a los cambios en los efectos totales acaecidos en algunos sectores singulares:

Por un lado, los sectores que sufren una mayor pérdida de efectos son Pesca (4) y Conservas de pescado (7) junto con Otros productos alimenticios (11). Estos tres sectores eran los que mayores efectos tenían en la tabla de 1980<sup>15</sup>. De entre estos sectores del lado izquierdo del gráfico, los más relacionados con el agrario y la minería, el que crece más en términos absolutos y relativos es el de Industrias extractivas (5), seguido de Producción agrícola y servicios agrarios (1). En

realidad, son las únicas dos ramas, de entre las de este grupo, que en el año 2000 aumentan sus efectos totales. Sólo aparece un sector nuevo en este grupo, en relación a los existentes en el año 1980. Se trata de Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados (3).

En contraposición, desde el sector 18 en adelante, todos ganan efectos totales. El que más, se corresponde con la Industria de la madera (27), al que le sigue las ganancias correspondientes del subgrupo relacionado con la industria química, compuesto por los sectores identificados con los números 20 (Básica y agroquímicos), 21 (Otros productos químicos) y 22 (Caucho y plástico).

Por último, es preciso señalar la fuerte irrupción en el núcleo productivo del año 2000, entre alguno que otro más, como el 18 (Edición y artes gráficas) y el 26 (Metalurgia), de dos sectores que no estaban en la tabla de 1980. Se trata del sector Hostelería (39), con el mayor efecto total de todos los contemplados en la tabla, y el de Construcción (37).

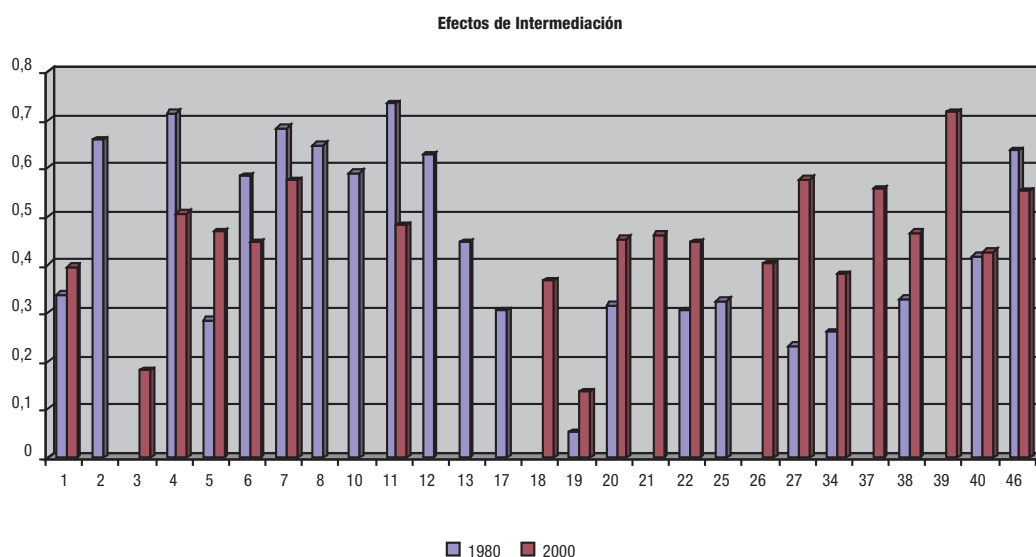
La inmediatez en la transmisión de estos efectos se recoge en los efectos inmediatos. No se presenta el correspondiente gráfico porque su perfil es muy similar al de efectos totales. Si acaso, como singularidad más reseñable, está el hecho de que aumenta la importancia de la rama de Hostelería, en detrimento de las tres más relacionadas con el primario de las que hablamos anteriormente. Tal similitud entre ambos gráficos, en definitiva, puede estar poniendo de manifiesto que en la economía andaluza los efectos directos son determinantes, pues la ausencia de circuitos productivos relevantes, con posibilidades de amplificar un impulso inicial de actividad, hace que el efecto total venga dado en una gran medida por el resultante de las relaciones directas existentes entre los distintos sectores.

Los resultados de los efectos de intermediación, por último, sí se presentan en la Figura nº 4.

---

15. No se toman en cuenta los sectores que desaparecen del centro, ya que este hecho se ha comentado en el epígrafe 3.

**Figura nº 4. Efectos de intermediación. Años 1980 y 2000**



FUENTE: Elaboración propia a partir de TIOAN-80 Y TIOAN-2000

En este gráfico, se ve claramente que los principales efectos de intermediación en 1980, coincidían con los sectores más relacionados con los primeros niveles del proceso productivo, relacionados con la agricultura y sus transformados. Nueve sectores se situaban entonces por encima del índice 0,5. Con la excepción de Otros servicios (46), todos ellos pertenecían a este grupo, situado a la izquierda del gráfico.

En el año 2000, de todos ellos, sólo supera dicho valor el sector Elaboración de conservas de pescado (7), de entre el grupo mencionado, y el de Otros servicios (46), ambos a la baja. Sin embargo, tres nuevas ramas se vislumbran como nuevos puntos de referencia de la estructura de intercambios en la economía andaluza, superando el 0,5 del valor del índice de intermediación. La más importante, de nuevo, la Hostelería (39), seguida, con un nivel muy similar, por la Industria de la madera (27) y la Construcción (37).

En general, todas las ramas del lado derecho del gráfico, que venimos identificando con la industria, crecen significativamente en su papel de intermediación. En el lado izquierdo, del primario, los números 4 (Pesca y acuicultura), 5 (Industrias extractivas), 6 (Industria cárnica), 7 (Elaboración de conservas de pescado) y 11 (Industrias de otros productos alimenticios), son las que mantienen el pulso, a pesar de la pérdida que sufren en su capacidad de intermediación. Hasta seis sectores más de este grupo desaparecen como referencia de los intercambios productivos que se llevan a cabo.

Como dijimos en su momento, se trata de industrias agroalimentarias (conservas de frutas y verduras, lácteas, vinos y licores, cerveza, etc.), de una rancia tradición en Andalucía, pero que con el paso del tiempo han ido perdiendo peso específico en la economía andaluza y disminuyendo su participación en el conjunto de la industria agroalimentaria española, en el contexto de un proceso acelerado de globalización (Cano y otros, 1999).

Entre los sectores industriales y de servicios, a la derecha del gráfico, se observa que excepto el 25 (Industrias del vidrio y de la piedra), que desaparece, y el 46 (Otros servicios), que cae ligeramente, el resto mantiene o crece notablemente en su poder de intermediación. No deja de ser especialmente llamativo que una rama tan relacionada con la actividad constructora, como la del vidrio y de la piedra, haya visto disminuido su papel de intermediación en el tejido productivo andaluz.

De especial importancia son los crecimientos de los sectores relacionados con la madera (27), productos químicos básicos (20) y plásticos (22), que junto con la aparición, como potentes nodos de enlace, de Otros productos químicos (21), Metalurgia (26), Construcción (37) y Hostelería (39), conforman la tela de araña básica que define la estructura de intercambios industriales en la economía andaluza en el año 2000.

## 5. Conclusiones

El estudio sistemático del modo en que se organizan y disponen las transacciones productivas constituye una información enriquecedora sobre la estructura económica de una región. La tarea de interpretación de esta estructura se ve facilitada en la medida en que puedan ser clasificadas según su posición relativa en la estructura.

En este trabajo, se ha examinado la evolución de la estructura productiva andaluza entre los años 1980 y 2000, destacando los rasgos más importantes de su articulación a través de conceptos derivados de la Teoría de Grafos y Redes Sociales. En este sentido, el desarrollo de los modelos centro-periferia (García y Ramos, 2006) ha facilitado la determinación de las actividades centrales en la economía. En la medición de sus posibles efectos, hemos empleado los denominados Indicadores Multinivel (García, Morillas y Ramos, 2005), los cuales ofrecen una nueva y amplia visión en la cual se consideran no sólo los posibles impactos sobre otros sectores, como los tradicionales multiplicadores, sino, también, características importantes en cualquier aproximación a la descripción del funcionamiento de una estructura, como son el grado de inmediatez de las relaciones entre los sectores productivos que la forman y el papel que desempeñan en la difusión de dichos efectos, a causa de la posición relativa que ocupan en el diseño de la red de intercambios.

De la aplicación secuencial de ambas aproximaciones, se puede deducir la existencia de cambios importantes en la estructura productiva de Andalucía en el período 1980-2000.

Pero en nuestra opinión, esos cambios no dibujan, en términos de grandes rasgos definitorios de lo que es su modelo económico de funcionamiento, nada nuevo respecto a tendencias ya observadas en trabajos anteriores (Morillas, 1995).

Por tanto, no podemos sino reiterar lo que ya se comentó entonces, y que es algo ya sobradamente conocido y tratado desde diferentes perspectivas en numerosos trabajos acerca de la economía andaluza. La tendencia a la especialización vislumbrada entonces no ha hecho más que acentuarse. Y son las mismas cuatro patas las que soportan su estructura: sector agrario e industria química, bastante relacionados, junto con la construcción y la hostelería, que han ganado aún más peso relativo en los últimos tiempos. Salvando particularidades a veces importantes, a veces anecdóticas, se puede continuar afirmando que se trata de la intensificación de un modelo de crecimiento con escasa actividad industrial, basado en la oferta, degradación y uso de recursos naturales, debido a las características intrínsecas de los sectores que lo impulsan, como son la estructura de inputs que presentan, en unos casos, o las condiciones en que se desarrolla su oferta, en otros.





## 6. Bibliografía

- AMIN, S. (1976): *Unequal Development: an Essay on the Social Formation of Peripheral Capitalism*, Harvester Press, Brighton.
- AROCHE-REYES, F. (1996): "Important coefficients and structural change: a multi-layer approach", *Economic Systems Research*, 8, pp. 235-246.
- AROCHE-REYES, F. (2002): "Structural transformations and important coefficients in the North American Economies", *Economic Systems Research*, 14, pp. 257-273.
- AROCHE-REYES, F. (2005): "Desintegración en la estructura productiva mexicana y el empleo. Los coeficientes importantes y la integración", *Revista Asturiana de Economía*, 33, pp. 31-61.
- AUGUSTINOVICS, M. (1970): "Methods of International and Intertemporal Comparisons of Structure", en Carter, A.P., Brody, A. (eds.): *Contributions to Input-Output Analysis*, North-Holland, Amsterdam.
- AURIOLES MARTÍN, J. (1989): *Claves de la Economía Andaluza*, Editorial Ágora, Málaga.
- BAVELAS, A. (1948): "A mathematical model for group structure", *Human Organizations*, 7, pp. 16-30.
- BAVELAS, A. (1950): "Communication patterns in task oriented groups", *Journal of the Acoustical Society of America*, 22, pp. 271-282.
- BORGATTI, S.P., EVERETT, M.G. (1999): "Models of Core/Periphery Structures", *Social Networks*, 21, pp. 375-395.
- BORGATTI, S.P., EVERETT, M.G., FREEMAN, L.C. (2002): *Ucinet for Windows: Software for Social Network Analysis*, Analytic Technologies, Harvard, MA.
- BOUDEVILLE, J. (1958): *L'espace et les Pôles de Croissance*, Puf, Paris.
- CAMPBELL, J. (1972): "Growth pole theory, digraph analysis and interindustry relationship", *Tijdschrift voor Economische en Social Geografie*, 63, pp. 79-87.
- CAMPBELL, J. (1975): "Application of graph theoretic analysis to interindustry relationships", *Regional Science and Urban Economics*, 5, pp. 91-106.
- CANO, A., COQ, D., DELGADO, M., MARQUEZ, C., MORILLAS, A., RODRÍGUEZ, M.C., SOLER, M. (1999): *Globalización e Industria Agroalimentaria en Andalucía*, Mergablum Edición y Comunicación, Sevilla.
- CHRISTALLER, W. (1933): *Die zentralen Orte in Süddeutschland*, Gustav Fischer, Jena.
- DE MESNARD, L. (1995): "A note on qualitative input-output analysis", *Economic Systems Research*, 7, pp. 439-445.
- DELGADO, M. (1981): Dependencia y marginación de la economía andaluza, Editorial Caja de ahorros de Córdoba.
- FRANK, A.G. (1969): *Capitalism and Underdevelopment in the Latin America*, Monthly Review Press, New York.
- FRIEDKIN, N. (1991): "Theoretical Foundations for Centrality Measures", *American Journal of Sociology*, 96, pp. 1478-1504.
- FRIEDKIN, N., JOHNSEN, E. (1990): "Social Influence and Opinions", *Journal of Mathematical Sociology*, 15, pp. 193-205.
- FRIEDMAN, J. (1972-3): "The spatial organization of power in the development of urban systems", *Development and Change*, 4, pp.12-50.
- GARCÍA, A.S., RAMOS, C. (2006): "Core/periphery structure models: An alternative methodological proposal", *Social Networks*, 28, pp. 442-448.
- GARCÍA, A.S., MORILLAS, A., RAMOS, C. (2005): "Relaciones interindustriales y difusión de la innovación. Una aproximación desde la teoría de redes", *Estadística Española*, 160, pp. 475-499.

- GHOSH, S.; ROY, J. (1998): "Qualitative Input-Output Analysis of the Indian Economic Structure", *Economic Systems Research*, 10, pp. 263-273.
- GLOVER, F. (1989): "Tabu search-Part 1", *ORSA Journal on Computing*, 1, pp. 190-206.
- GOLDBERG, D.E. (1989): *Genetic Algorithms*, Addison Wesley, New York.
- HEWINGS, G.J.D., MERRIFIELD, J., SCHNEIDER, J.C. (1984): Regional tests of the linkage hypothesis, *Revue d'Economie Régionale et Urbaine*, 2, pp. 275-289.
- HOLUB, H.W., H. SCHNABL (1994): *Input-Output-Rechnung: Input-Output Analyse*, Oldenbourg-Verlag, München.
- HOLUB, H.W., SCHNABL, H., TAPPEINER, G. (1985): "Qualitative Input-Output Analysis with variable Filter", *Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschafft*, 141, pp. 282-300.
- KEMENY, J.G, SNELL, J.L. (1960): *Finite Markov Chains*, N.J.: Van Nostrand, Princeton.
- KILKENNY, M., NALBARTE, L. (2002): "Keystone sector identification", en Hewings, G.J., Sonis, M., Boyce, D. (eds.): *Trade, Networks and Hierarchies: Modeling Regional and Interregional Economies*, Springer-Verlag, New York.
- KRUGMAN, P. (1991): "Increasing returns and economic geography", *Journal of Political Economy*, 99, pp. 483-499.
- LAHR, M., DIETZENBACHER, E. (2001): *Input-Output Analysis: Frontiers and Extensions*, Ed. Palgrave, New York.
- LANTNER, R. (1974) *Théorie de la dominance économique*, Dunod, París.
- LANTNER, R. (2001): "Influence graphs theory applied to structural analysis", en Lahr, M.; Dietzenbacher, E. (eds.): *Input-Output Analysis: Frontiers and extensions*, Palgrave, London.
- LASUEN, J.R. (1969): "On Growth Poles", *Urban Studies*, 6, pp. 137-161.
- LÖSCH, A. (1939): *The Economics of Location*, Yale University, New Haven.
- MORENO, J.L. (1954): *Fondements de la sociométrie*, PUF, París.
- MORILLAS, A. (1983): *La teoría de grafos en el análisis Input-Output. La estructura productiva andaluza*, Editorial Universidad de Málaga, Málaga.
- MORILLAS, A. (1995): "Aplicación de la teoría de grafos al estudio de los cambios en las relaciones intersectoriales de la economía andaluza en la década de los 80", *Cuentas Regionales e Input-Output*, Instituto de Estadística de Andalucía.
- MORILLAS, A. (2004): "Cambios en la estructura productiva española, 1980-1995. Un análisis estructural mediante la teoría de grafos", en Tarancón, M., Ramos, C. (eds.): *Estructura Input-Output y Dinámica Económica*, ECU, Alicante.
- MOUGEOT, M., DURU, G., AURAY, J.P. (1977): *La Structure Productive Française*, Economica, París.
- MYRDAL, G. (1957): *Teoría económica y regiones subdesarrolladas*, Fondo de Cultura Económica, México.
- PERROUX, F. (1955): "Note sur la notion de "Pôle de Croissance", *Economie Appliquée*, VIII, pp. 307-320.
- PONSARD, C. (1969): *Un modèle topologique d'équilibre économique interrégional*, París, Dunod.
- POWELL, W., SMITH-POERR, L. (1994): "Networks and Economic Life", en Smelser, N., Swedberg, R. (eds.): *Handbook of Economic Sociology*, Princeton University Press, Princeton.
- RASMUSSEN, P. (1956): *Studies in Intersectoral Relation*, North Holland, Amsterdam.
- RAUCH, J., CASELLA, A. (2001): *Networks and Markets*, Russel Sage Foundation, New York.
- ROBINSON, S., MARKANDYA, A. (1973): "Complexity and adjustment in input-output systems", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 35, pp. 119-134.
- ROSSIER, E. (1980): *Economie Structural*, Económica, París.
- SCHINKTE, J., STÄGLIN, R. (1988): "Important input coefficients in market transactions' tables and production flow tables", en Ciaschini, M. (ed.): *Input-Output Analysis: Current Developments*, Chapman and Hall, London.
- SIMPSON, D., TSUKUI, J. (1965): "The fundamental structure of input-output tables, An international comparison", *The Review of Economics and Statistics*, XLVII, 4, pp. 434-446.
- STREIT, M. E. (1969): "Spatial Associations and Economic Linkages between industries", *Journal of Regional Science*, 9, pp. 177-188.
- TARANCÓN, M.A., DEL RÍO, P. (2005): "Projection of Input-Output Tables by means of Mathematical Programming based on the Hypothesis of Stable Structural Evolution", *Economic Systems Research*, 17, pp. 1-23.
- WEBER, A. (1929): *The Economics of Location*, Yale University, New Haven.
- YAN, C.; AMES, E. (1965): "Economic Interrelatedness", *Review of Economic Studies*, 32, pp. 299-310.

# 7. Anexos



## 1. Núcleo productivo-Andalucía 1980. Indicadores Multinivel

	Efectos totales	Efectos inmediatos	Efectos mediativos
1. Producción agrícola y servicios agrarios	0,0079	0,0084	0,3383
2. Producción ganadera	0,0744	0,0708	0,6604
4. Pesca y acuicultura	0,2435	0,1415	0,7145
5. Industrias extractivas	0,0056	0,0054	0,2853
6. Industria cárnica	0,0484	0,0475	0,5847
7. Elaboración de conservas de pescado	0,2492	0,1321	0,6837
8. Conservación de frutas	0,0525	0,0587	0,6480
10. Industrias Lácteas	0,0436	0,0464	0,5906
11. Industria de otros pdtos alimenticios	0,1087	0,1092	0,7349
12. Elaboración de vinos	0,0427	0,0518	0,6292
13. Cervezas y bebidas no alcohólicas	0,0167	0,0162	0,4472
17. Industria del Papel	0,0063	0,0067	0,3061
19. Ref. Petroleo	0,0008	0,0007	0,0539
20. Fabricación de pdtos químicos	0,0063	0,0065	0,3156
22. Industria transformación caucho	0,0067	0,0069	0,3052
25. Industria del vidrio	0,0067	0,0073	0,3247
27. Industria de la madera	0,0043	0,0043	0,2317
34. Producción, distrib. Energía eléctrica	0,0047	0,0046	0,2620
38. Comercio	0,0080	0,0081	0,3297
40. Transportes y actividades anexas	0,0131	0,0134	0,4176
46. Otros servicios	0,0500	0,0512	0,6369
<b>Media</b>	<b>0,0476</b>	<b>0,0380</b>	<b>0,4524</b>
<b>Primer Cuartil</b>	<b>0,0063</b>	<b>0,0067</b>	<b>0,3061</b>
<b>Tercer Cuartil</b>	<b>0,0500</b>	<b>0,0518</b>	<b>0,6369</b>

FUENTE: Elaboración propia a partir TIOAN-1980

## 2. Núcleo productivo-Andalucía 2000. Indicadores Multinivel

	Efectos totales	Efectos inmediatos	Efectos mediativos
1. Producción agrícola y servicios agrarios	0,0296	0,0332	0,3955
3. Silvicultura, explotación forestal	0,0106	0,0108	0,1813
4. Pesca y acuicultura	0,0762	0,0624	0,5058
5. Industrias extractivas	0,0434	0,0454	0,4688
6. Industria cárnica	0,0393	0,0438	0,4457
7. Elaboración de conservas de pescado	0,1044	0,0884	0,5756
11. Industria de otros pdtos alimenticios	0,0435	0,0505	0,4812
18. Edición, artes gráficas y reproducción	0,0314	0,0301	0,3669
19. Ref. Petroleo	0,0077	0,0077	0,1377
20. Fabricación de pdtos químicos	0,0400	0,0425	0,4529
21. Fabricación de otros productos químicos	0,0446	0,0453	0,4622
22. Industria transformación caucho	0,0415	0,0425	0,4455
26. Metalurgia	0,0332	0,0347	0,4030
27. Industria de la madera	0,0646	0,0749	0,5771
34. Producción, distrib. Energía eléctrica	0,0302	0,0308	0,3808
37. Construcción	0,0616	0,0696	0,5558
38. Comercio	0,0460	0,0478	0,4668
39. Hostelería y Restauración	0,1464	0,1740	0,7169
40. Transportes y actividades anexas	0,0369	0,0388	0,4267
46. Otros servicios	0,0691	0,0704	0,5538
<b>Media</b>	<b>0,0500</b>	<b>0,0522</b>	<b>0,4500</b>
<b>Primer Cuartil</b>	<b>0,0327</b>	<b>0,0344</b>	<b>0,4011</b>
<b>Tercer Cuartil</b>	<b>0,0623</b>	<b>0,0642</b>	<b>0,5178</b>

FUENTE: Elaboración propia a partir TIOAN-1980



Joaquín Aurióles Martín<sup>1</sup>  
Verónica Brenes Ríos<sup>1</sup>  
M<sup>a</sup> Carmen Fernández Cuevas<sup>2</sup>  
Elena Manzanera Díaz<sup>2</sup>

**Los complejos industriales  
en la economía andaluza.  
Una perspectiva de cambio  
estructural 1990-2000**

---

1. Universidad de Málaga  
2. Instituto de Estadística de Andalucía





# 1. Introducción

Entre las aplicaciones habituales del análisis input-output figura la identificación de estructuras relevantes en la malla de relaciones intersectoriales. Mediante la construcción de indicadores a base de relaciones directas entre las ramas, como los “coeficientes de Streitt” o “Hirschman”, o indirectas, como los de “Rasmussen”, se obtienen “sectores clave” o “estratégicos”, en función de su particular capacidad para contribuir a alcanzar determinados objetivos, o herramientas para la simulación y el cálculo de impactos. Mediante técnicas de ordenación de los coeficientes técnicos, como las de ordenación de ramas por criterios de dominación o dependencia a partir de métodos de triangulación de la matriz de coeficientes técnicos propuesta por Yan y Ames en base al criterio del “mejor cliente”, se ha podido conseguir una perspectiva singular de la estructura de la economía consistente en la identificación de relaciones de jerarquía entre las ramas. Diferentes procedimientos se han establecido, por otro lado, para destacar encadenamientos o “linkages” entre actividades de los que deducir la existencia de estructuras intersectoriales relevantes para explicar el funcionamiento del conjunto. Los análisis del tipo “cluster” o de “grafos” constituyen vías alternativas de aproximación a este tipo de cuestiones, que son las aplicaciones más habituales del análisis multivariante para la resolución de este tipo de problema<sup>1</sup>.

En este trabajo se realiza una nueva incursión en la identificación de estructuras relevantes de una economía regional a partir de una tabla input-output, incorporando una perspectiva temporal no habitual en este tipo de trabajos. La dificultad de contar con información de base lo suficientemente homogénea ha hecho que el análisis input-output haya sido tradicionalmente incapaz de abordar objetivos de comparación en el espacio y el tiempo. Aquí se ha hecho un esfuerzo para comparar dos tablas andaluzas elaboradas por el Instituto de

Estadística de Andalucía para los años 1990 y 2000<sup>2</sup>, lo que ha obligado a una tarea previa de corrección de las diferencias derivadas de las particularidades metodológicas utilizadas en cada caso<sup>3</sup>. El resultado es que gracias al esfuerzo de homogeneización realizado se dispone de dos tablas simétricas de 54 ramas, que valoran la producción a precios básicos y la demanda intermedia a precios de adquisición y que permite diferenciar entre flujos interiores y relaciones con el exterior.

La metodología de análisis utilizada se encuentra expuesta en Auriolles, Fernández y Manzanera (1994) y consiste en definir el perfil de la estructura productiva de la economía andaluza que se deduce del análisis de las relaciones de circularidad entre ramas productivas. Los autores confían en que las diferencias metodológicas que, a pesar del esfuerzo de homogeneización, todavía permanecen no invaliden la interpretación de los cambios estructurales ocurridos en la economía andaluza y que se aprecia a través del diferente papel que tienen los principales complejos industriales dentro de su estructura productiva, así como de las variaciones en la estructura interna de los mismos.

La aplicación realizada consiste en identificar los complejos industriales de la economía andaluza, analizar su estructura interna e interpretar los cambios estructurales que a través de los mismos se aprecian entre 1990 y 2000. El análisis se desarrolla en tres fases. Tras una previa presentación del concepto de árbol de oferta y demanda, que es el instrumento a partir del cual se estructura el proceso de identificación de complejos industriales, se comienza por realizar un análisis convencional de sectores clave o estratégicos. A continuación se definen las relaciones de circularidad como herramientas a partir de las cuales se identifican los complejos industriales de la economía andaluza. Por último se analiza la estructura interna de los mismos y los cambios que tienen lugar durante la década de los 90.

El conjunto de trabajo descansa sobre dos pilares. Por un lado, la construcción y análisis de los árboles de oferta y demanda que se levantan en torno a cada rama. Por otro, el análisis de las relaciones de circularidad que se identifican dentro de cada uno de ellos.

1. Una amplia revisión de las aplicaciones en el ámbito regional puede encontrarse en Castillo y Grana (1993).

2. El Instituto de Estadística de Andalucía presentó en 1994 la tabla input-output de la economía andaluza correspondiente a 1990 y elaborada con la metodología del Sistema Europeo de Cuentas SEC-74, mientras que en 2006 presentó las correspondientes a 2000, en la que se aplica la metodología SEC-95 (IEA 1994, 2006).

3. La homogeneización metodológica ha sido realizada por César Martín Núñez (IEA).



## 2. Cuestiones metodológicas

### 2.1. Los árboles de oferta y demanda

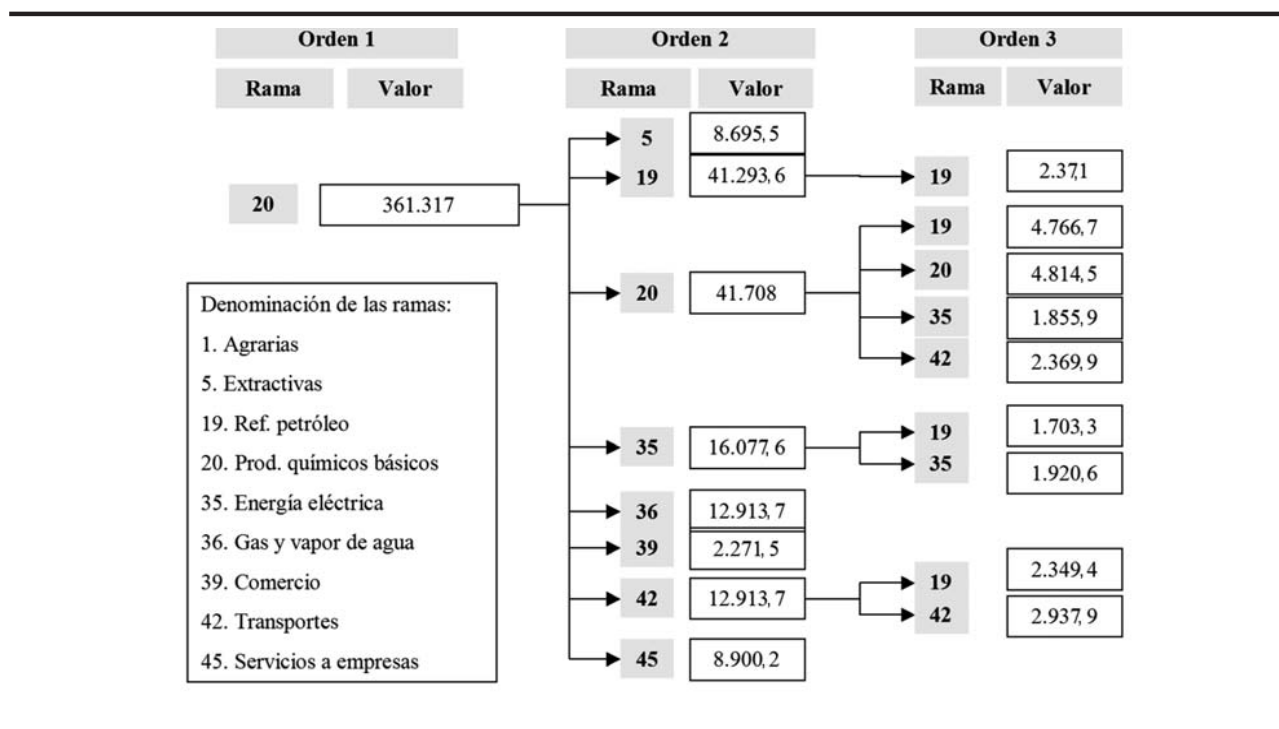
El concepto y los fundamentos metodológicos de los árboles de oferta y demanda, así como los detalles de formalización se encuentran en Auriol, Fernández y Manzanera (1994), por lo que nos limitamos a presentar de una forma descriptiva su significado y el tipo de aprovechamiento que se plantea.

El árbol de demanda refleja de manera detallada el conjunto de relaciones, tanto directas como indirectas, de compra que cada rama mantiene con el resto de la economía. Para ilustrar el concepto se ha construido el gráfico 1, que

refleja una parte del árbol de demanda de la rama Agricultura correspondiente al año 2000, construido a partir de la tabla de valores regionales de ese año. Lo que se muestra, en concreto, es la parte del conjunto del árbol de demanda de la rama agraria en la que se explica la formación del valor de las compras de abonos, fertilizantes, productos fitosanitarios y similares que la agricultura realiza a la rama 20 denominada de Productos químicos básicos, y que han sido producidos en Andalucía. Como se puede apreciar, la producción andaluza de fertilizantes adquirida directamente por la agricultura regional durante el año 2000 ascendió a 361.367 miles de euros.

**Gráfico 1. Árbol de demanda de la rama de Agricultura (Rama 1). Detalle de la descomposición de las compras de fertilizantes (Rama 20 de Productos Químicos Básicos) por parte de la Agricultura.**

**Tabla: Regional-2000; Percentil 65. Límite demanda: 1.498** (unidades: miles de euros)



También se observa que para atender la demanda de los agricultores los productores andaluces de fertilizantes tuvieron que adquirir productos de la minería (rama 5), energía eléctrica (35) y combustibles (19 y 36), así como determinados servicios (39, 42 y 45). Se trata, en definitiva, de un conjunto de compras intermedias inducidas cuyo origen se encuentra en la demanda de fertilizantes por parte del sector agrario, es decir, de relaciones de demanda de segundo orden entre la agricultura y cada una de las ramas indicadas. Así por ejemplo, los productores andaluces de fertilizantes (rama 20) se han visto obligados a adquirir 41.293,6 miles de euros de productos petrolíferos (rama 19) para realizar la producción que posteriormente han vendido al sector agrario regional. Esta cantidad se interpreta como una relación de demanda de segundo orden entre las ramas agrarias y de productos petrolíferos que opera a través de la rama de fertilizantes.

También se identifican relaciones de demanda de tercer orden de productos petrolíferos (19), pero que se realizan a través de la propia rama 19 (reempleo), de la rama 20 (fertilizantes), de la 35 (energía eléctrica) y 42 (transportes). Si la suma de todas estas cantidades se añade el importe de las adquisiciones de productos petrolíferos directamente realizadas por el sector agrario (292.446), se obtiene la producción que debe realizar el de refino de petróleo (401.265,4) para atender la demanda de sus productos que, tanto de manera directa como indirecta, tiene su origen en las necesidades de inputs intermedios de las ramas que conforman el sector agrario andaluz.

La generalización del procedimiento a la descomposición de las relaciones directas entre la rama de Agricultura y el resto de la economía permite obtener la totalidad del árbol de demanda de la Agricultura, aunque con dos matizaciones importantes. La primera, que para evitar la duplicidad de contabilización las relaciones se corrigen por el componente de valor añadido. Esto significa que la cifra de 401.265,4, identificada como producción de la rama de Refino de Petróleo destinada a satisfacer la demanda directa e indirecta de las ramas agrarias en el año 2000, no coincide con la totalidad de los pagos que éstas realizan, sino exclusivamente con el valor de los inputs primarios contenidos en la compraventa. La segunda que se ha establecido un umbral de significación en el percentil 65, por debajo del cual se desprecian, por irrelevantes, las relaciones entre las ramas. Esto significa que en la construcción de los árboles de demanda sólo se han tenido en cuenta las relaciones por valor superior a 1.498 (miles) de euros.

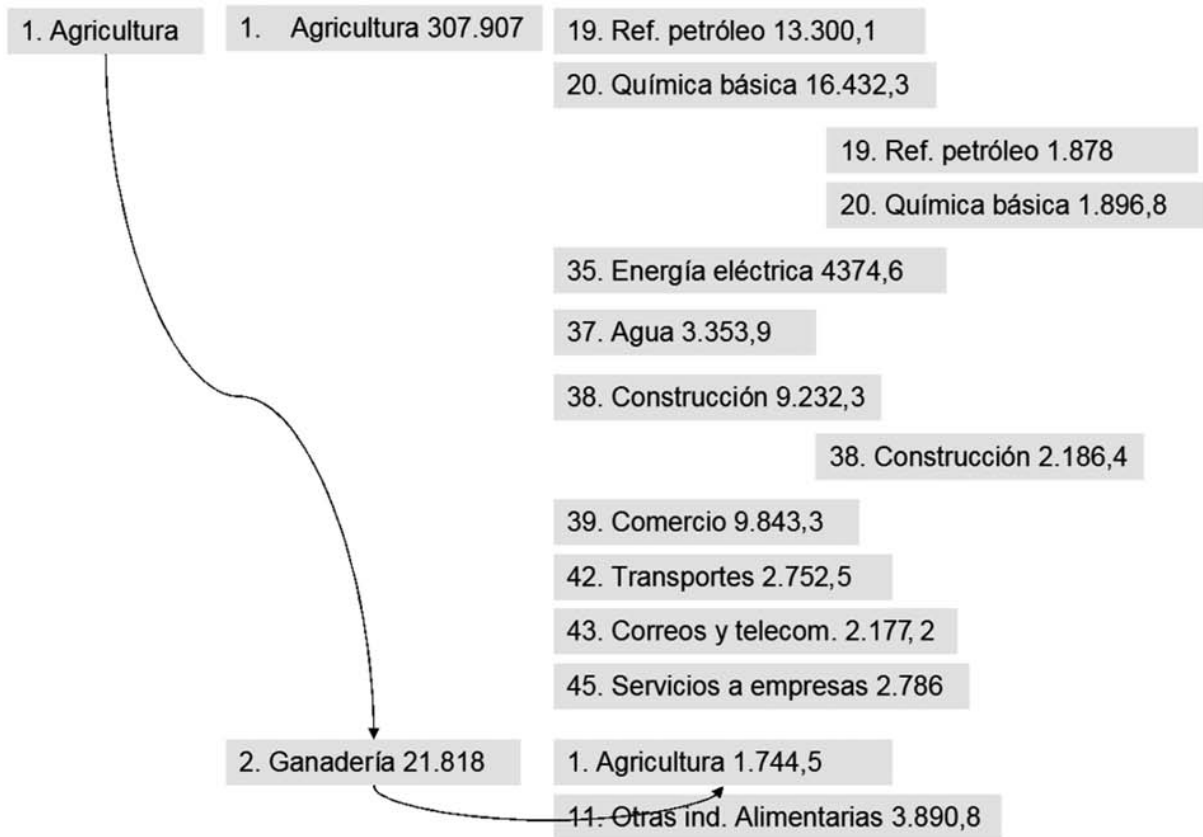
El árbol de oferta se obtiene mediante la reconstrucción en sentido inverso de las relaciones identificadas como de demanda. Con ello, y de la misma forma que se identificaba

una relación directa de demanda entre la agricultura y la rama productora de fertilizantes, ahora también identificamos una relación directa de oferta entre esta última (rama 20, "Productos Químicos Básicos") y la agraria (rama 1) por idéntica cuantía (361.317). Nuevamente el establecimiento de un umbral de relevancia en el percentil 65 nos permite despreciar las relaciones por importe inferior a 1.498 y establecer que el valor del árbol de oferta de la rama 20 asciende a 2.012.027,2. Esta cantidad refleja el componente de valor añadido incorporado al conjunto de operaciones de transformación que la economía andaluza realiza de la producción de fertilizantes, antes de desaparecer por la demanda final (normalmente hacia la exportación) o transformada en otro tipo de productos (normalmente agropecuarios o alimenticios).

## **2.2. Las relaciones circularidad y la identificación de los complejos industriales**

En la medida en que los árboles de oferta y demanda descomponen las relaciones de compra y venta entre cada rama y el conjunto de la economía, proporcionan una información similar a la descomposición factorial de los multiplicadores de Leontief y, por tanto, la posibilidad de observar directamente las relaciones de circularidad de orden "n". Toda adquisición por parte de una rama de productos de si misma se identifica como una relación de circularidad. Cuando la relación es de primer orden (reempleo), la observación es directa, pero cuando la adquisición se realiza a través de otra rama es preciso la descomposición en detalle de todas y cada una de las adquisiciones de primer orden. En el caso de la Agricultura (rama 1), el árbol de demanda correspondiente a 2000 señala la existencia de una relación de compras de primer orden (reempleo) por valor de 307.906. También indica que la agricultura adquiere inputs intermedios por valor de 21.818 de Ganadería (rama 2) que, a su vez necesita comprar productos agrícolas por valor de 1.774,5 para poder atender la demanda de la Agricultura (ver gráfico 2). Lo que acabamos de presentar es una relación de circularidad de segundo orden en la rama de Agricultura que se produce a través de la rama de Ganadería. También sugiere que entre ambas ramas existe una relación tecnológica de interés, que es el fundamento de lo que la literatura reconoce como "bloques indescomponibles" (Yan y Ames, 1965). Identificaremos estas estructuras como conjuntos de relaciones caracterizadas por su elevada densidad interna, cuyo origen se encuentra en la retroalimentación de una rama a si misma a través de otras, o de ida y vuelta.

**Gráfico 2. Detalle del árbol de demanda de la rama 1 (Agricultura). Identificación de relación de circularidad a través de la rama 2 (Ganadería)** (unidades: miles de euros)





## 3. Los árboles de oferta y demanda

### 3.1. Análisis de frecuencias

El análisis convencional de sectores clave se centra en el estudio de las relaciones que tienen lugar dentro de la matriz intermedia, es decir que excluye el consumo de los hogares y el conjunto de la demanda final, y atribuye carácter estratégico a las ramas cuyos multiplicadores de Leontief, tanto de oferta como de demanda, son elevados. En el caso de los multiplicadores de oferta porque se interpreta como un indicador de la sensibilidad del conjunto de la economía a las variaciones en la rama; en el de los de demanda porque refleja la capacidad de generación de actividad inducida o arrastre en el resto de la economía.

La transformación en árbol de demanda y oferta del volumen de compras o ventas que cada rama realiza al conjunto de la economía, permite apreciar el proceso de formación de cada uno de los consumos intermedios de la economía y de los multiplicadores de Leontief. Estos últimos se obtienen de la expresión  $[I-A]^{-1}$  de la ecuación de Leontief, cuya descomposición factorial en  $(1+A+A^2+A^3+\dots)$  permite identificar a cada elemento  $a_{ij}$  de la matriz como el coeficiente que refleja la intensidad de relaciones entre las ramas "i" y "j", tanto las directas como las indirectas. El árbol de demanda realiza una descomposición similar, pero no del coeficiente unitario, sino de la magnitud que refleja la relación entre las ramas. Una diferencia significativa entre el árbol de demanda y el coeficiente de Leontief de cara al análisis es que este último se expresa en términos unitarios, mientras que el primero refleja la magnitud completa de la relación, pero además se pueden señalar algunas otras. La más importante es que el árbol de demanda proporciona una estructura interna del multiplicador, es decir, las ramas que participan en el mismo, la frecuencia o número de veces que lo hacen, el orden o grado en el que se establece la relación o, la que más nos interesa a los efectos de este trabajo, la aparición de relaciones de circularidad entre las ramas.

La información más inmediata que proporciona la observación de un árbol de demanda es el número de veces (ocurrencias) que cualquier otra rama aparece como

proveedora de outputs intermedios. Si a cada aparición de la rama "i" en el árbol de demanda de la "j" podemos atribuirle una cierta capacidad de arrastre de la segunda sobre la primera, podemos establecer, por extensión, que la capacidad de la rama "j" para generar actividad inducida en el resto de la economía será tanto mayor cuanto más elevado sea el número de ramas que aparece en su árbol de demanda y también mayor la magnitud de las relaciones.

Los árboles de oferta se construyen a partir de los árboles de demanda. Una relación de orden  $n$  entre "j" e "i" ( $a^{n(d)}_{ij}$ ), en el árbol de demanda de la "j", es también una relación de oferta de orden  $m$  en el árbol de oferta de la rama "i" ( $a^{m(o)}_{ij}$ ). Como en el caso anterior, si a cada aparición de la rama "j" en el árbol de oferta de la "i" le atribuimos una cierta capacidad de dependencia de la primera respecto de la segunda (para que la rama "j" pueda producir una unidad de output necesita adquirir  $\sum_{(m)} a^{m(o)}_{ij}$  unidades de la "i"), también podemos concluir, por extensión, que el árbol de oferta de la rama "i" constituye un indicador representativo del grado de dependencia que tiene la economía de sus productos.

Una primera aproximación puede realizarse observando el número de veces (ocurrencias) que una rama aparece formando parte de los árboles de oferta de las distintas ramas. Podemos afirmar, en principio, que cuando este número es elevado hay que atribuir a la rama una elevada capacidad de generación de efectos inducidos o de arrastre, lo que proporciona un primer criterio para la jerarquización de la economía. La Tabla 1 presenta una ordenación de las ramas de la economía andaluza en función de su capacidad de generación de efectos de arrastre, elaborada a partir de la obtención del número de veces en que cada una de ellas está presente en el árbol de oferta de las restantes. Como era de esperar, las primeras posiciones están ocupadas por actividades industriales y la construcción, en las que la estructura de inputs intermedios es más compleja y que se interpreta en el sentido de que los cambios en su nivel de actividad afecta a una amplia parcela de la economía.



**Tabla 1. Número de ocurrencias en Árboles de Oferta. Datos Regionales**

Ramas ordenadas en sentido descendente (año 2000)	1990	2000
Rama 6 Cárnicas	197	197
Rama 9 Aceites	145	183
Rama 38 Construcción	113	183
Rama 23 Cemento y deriv.	150	176
Rama 41 Restaurantes	136	155
Rama 8 Cons. Vegetales	132	151
Rama 11 Otras aliment.	162	147
Rama 2 Ganadería	194	145
Rama 52 Cultura y deporte	92	145
Rama 37 Agua	95	143
Rama 42 Transportes	86	143
Rama 39 Comercio	90	137
Rama 12 Vino y alcoh.	98	135
Rama 40 Hoteles	133	134
Rama 45 Servicios a empresas	69	134
Rama 26 Metalurgia	89	127
Rama 5 Extractivas	163	125
Rama 27 Madera y corcho	92	125
Rama 43 Telecomunicaciones	38	125
Rama 10 Lácteas	190	124

FUENTE: Elaboración propia

En sentido contrario, el número de ocurrencias de una rama en los árboles de demanda de las restantes se interpreta como un primer indicador de sensibilidad o dependencia del conjunto de la economía respecto de los productos de dicha rama. Sugiere que cualquier cambio en la economía exigirá diferentes esfuerzos de producción a cada rama, siendo éstos tanto más elevados cuanto mayor el número de ocurrencias en los diferentes árboles de demanda. La Tabla 2 recoge ordenadamente las ramas con valores más elevados del indicador, es decir aquéllas a cuyas variaciones es más sensible la economía andaluza y de las que, en consecuencia,

depende en mayor medida para su correcto funcionamiento. Como es lógico, en esta relación figuran las ramas que distribuyen su producción mayoritariamente dentro de la demanda intermedia y, entre ellas, servicios tales como los *servicios a empresas*, el *transporte*, el *comercio* o las *telecomunicaciones*. El resultado se interpreta en el sentido de que sin el adecuado comportamiento de estas ramas, difícilmente puede la economía afrontar un proceso de crecimiento e incluso funcionar correctamente. Algo parecido se puede afirmar de las industrias básicas y la energía.

**Tabla 2. Número de ocurrencias en Árboles de Demanda. Datos Regionales**

Ramas ordenadas en sentido descendente (año 2000)	1990	2000
Rama 45 Servicios a empresas	213	381
Rama 42 Transportes	273	308
Rama 19 Refino petróleo	184	293
Rama 38 Construcción	132	220
Rama 39 Comercio	312	179
Rama 35 Energía eléctrica	266	156
Rama 43 Correos y Telecomunicaciones	114	148
Rama 27 Madera y corcho	90	110
Rama 20 Química básica	74	93
Rama 44 Banca y seguros	133	92
Rama 1 Agrícola	104	83
Rama 28 Equipos mecánicos	38	62
Rama 5 Extractivas	101	59
Rama 22 Caucho/plástico	49	59
Rama 23 Cemento y derivados	27	56
Rama 36 Gas	28	55
Rama 40 Hoteles	45	54
Rama 26 Metalurgia	24	51

FUENTE: Elaboración propia

### 3.2. Valores de los árboles de oferta y demanda

Las tablas 3 y 4 reflejan relaciones similares, pero enfatizando en la magnitud de las relaciones, lo que significa que nuestro interés no se centra tanto en la existencia de una mera relación tecnológica, como en la intensidad de las relaciones económicas y que ésta viene determinada, entre otras cosas, por el tamaño de las ramas. En la Tabla 3 se relacionan las ramas cuyo árbol regional de oferta correspondiente a 2000 es superior al valor medio del conjunto de las ramas, de las que igualmente se incluye el valor equivalente correspondiente a 1990.

Con respecto a la Tabla 2 aparecen algunas diferencias significativas y, en particular, que cuando incorporamos al análisis el tamaño de la actividad, la industria es definitivamente desplazada por las grandes ramas de servicios que producen para la demanda intermedia, (servicios a empresas, banca, comercio, transportes y telecomunicaciones), así como también por la construcción que se consolida entre las ramas con mayor capacidad de generación de efectos de arrastre. El resultado puede interpretarse en el sentido de que en términos estratégicos la industria desempeña un papel trascendental en la economía andaluza, pero desde un punto de vista cualitativo. La explicación se encuentra en la complejidad de las relaciones tecnológicas que se desarrollan dentro de la matriz intermedia, aunque, cuando se enfatiza en la dimensión económica de dichas relaciones, su consideración estratégica queda desplazada a un segundo plano ante el peso de los grandes sectores de servicios y la construcción.

El problema es que cuando estamos hablando de cuestiones estratégicas, los elementos cualitativos pueden ser tan importantes o más que los cuantitativos. En el caso concreto de la industria, esto significa innovación y malla de relaciones intersectoriales, lo que lleva a concluir que su desplazamiento como rama estratégica por parte de algunas ramas de servicios privados se explica sobre todo por cuestiones de tamaño. La importancia que estas actividades han adquirido para la economía andaluza no se debe, por tanto, a su capacidad para contribuir a objetivos estratégicos más o menos convencionales, sino a que se han hecho grandes; de la misma manera que la industria ha perdido importancia estratégica, no porque se haya reducido esa contribución, sino porque ha perdido peso frente a otras actividades. Otros casos de interés son los de la construcción, cuyo papel se refuerza igualmente por razones de tamaño, así como los servicios financieros (“Banca y seguros”) mientras que se mantiene el de las ramas de productos básicos (industriales, energéticos o agrarios).

La segunda cuestión a destacar es que a lo largo de los 90 se refuerza el carácter terciario de la economía y el papel de la construcción, mientras que se mantiene el papel de las ramas productoras de bienes y servicios básicos. En otras palabras, el correcto funcionamiento de la economía andaluza es bastante más dependiente de los servicios y la construcción en el año 2000 que lo era en 1990. La transformación más significativa corresponde a la rama productora de “Servicios a las empresas”, cuyo destacado papel en la jerarquía de 2000 refleja no solamente el proceso de terciarización que ha tenido lugar en la

economía, sino también el de externalización de actividades característico de estos años. A continuación figura la rama de construcción, que definitivamente se instala en la parte dominante de la jerarquía, reflejando el reforzamiento de su posición en la escala de ramas de las que el conjunto de la economía andaluza depende en mayor grado para realizar su proceso productivo. La transformación que se produce a lo largo

de la década se resume en que a la altura del año 2000, cualquier pretensión de crecimiento por parte de la economía andaluza tendrá que contar con una aportación de la construcción y de las ramas de servicios señaladas mucho mayor que en 1990, lo que también significa que se ha reforzado la capacidad que tiene estas ramas para estrangular el crecimiento o que nos hemos hecho más dependientes de ellas.

**Tabla 3. Árboles de oferta (regional). 1990 y 2000.**

**Ramas con valores superiores a la media. Ordenación descendente** (unidades: miles de euros)

Rama	Valor en 1990	Rama	Valor en 2000
Rama 42 Transportes	1.932.607,1	Rama 45 Servicios a empresas	12.725.916
Rama 54 Otros servicios	1.823.887,6	Rama 38 Construcción	6.054.128,4
Rama 45 Servicios a empresas	1.733.985,5	Rama 42 Transportes	3.913.323,6
Rama 1 Agrícola	1.549.690,4	Rama 44 Banca y seguros	3.351.926,3
Rama 39 Comercio	1.542.484,9	Rama 39 Comercio	3.070.860,1
Rama 44 Banca y seguros	806.439,4	Rama 1 Agrícola	2.511.464,7
Rama 19 Ref. petróleo	688.587,5	Rama 19 Ref. petróleo	2.034.812,3
Rama 43 Correos y Telecomunicaciones	642.612	Rama 43 Telecomunicaciones	1.665.672,3
Rama 35 Energía eléctrica	572.186,2	Rama 35 Energía eléctrica	1.250.644,4
Rama 41 Restaurantes	548.207,5	Rama 27 Madera y muebles	1.150.036,9
Rama 38 Construcción	384.174,6		
Rama 23 Cemento y derivados	380.396,6		

En la Tabla 4 se ha reflejado la ordenación descendente de las ramas con valores de sus árboles de oferta total superiores al promedio. La diferencia con la Tabla 3 es que en ésta se habían considerado exclusivamente las relaciones regionales y en esta ocasión se incluyen las importaciones. El valor del árbol de oferta total se interpreta, en consecuencia, como un indicador de la dependencia del conjunto de la economía andaluza respecto de los productos de una rama, considerando tanto la parte de ellos que es suministrada desde el interior de Andalucía, como la importada desde el exterior. Nuevamente nos encontramos con los "Servicios a empresas" en la parte más elevada de la jerarquía, pero también con que la construcción es desplazada por las industrias "Extractivas", en las que se registran las importaciones de petróleo. Todo esto debe interpretarse en un triple sentido.

En primer lugar que, según la tabla andaluza de 2000, el correcto funcionamiento de su economía exige una contribución particularmente elevada a las ramas de "Servicios

a empresas", "Extractivas" (importaciones de petróleo), "Transportes" y "Construcción". En esta exigencia reside su elevada consideración como actividades estratégicas, es decir, en el estrangulamiento que para la economía podría suponer una eventual incapacidad de respuesta por parte de estas ramas a la demanda que la economía andaluza realice de sus productos.

En segundo lugar, que las actividades que más importancia estratégica adquieren a lo largo de los 90 son la industria extractiva, el transporte y la construcción, mientras que la consideración de la banca y el sector primario se mantiene prácticamente inalterada con respecto al comienzo de la década.

En tercer lugar, que el reforzamiento de la posición estratégica de las ramas de "Extractivas" y "Transporte" cuando se toma como referencia el valor de los "árboles totales" sugiere que la economía andaluza es fuertemente dependiente de sus importaciones.

**Tabla 4. Árboles de oferta (total). 1990 y 2000**  
**Ramas con valores superiores a la media. Ordenación descendente** (unidades: miles de euros)

Rama	Valor en 1990	Rama	Valor en 2000
Rama 39 Comercio	3.318.431,9	Rama 45 Servicios a empresas	17.471.019,8
Rama 42 Transportes	2.707.465,5	Rama 5 Extractivas	7.943.340,2
Rama 45 Servicios a empresas	2.428.934,9	Rama 42 Transportes	7.470.619,4
Rama 1 Agrícola	2.382.797,4	Rama 38 Construcción	6.769.622,2
Rama 54 Otros servicios	2.315.310,5	Rama 1 Agrícola	4.624.767,3
Rama 5 Extractivas	1.519.215,3	Rama 44 Banca y seguros	4.211.997,8
Rama 19 Ref. petróleo	1.215.187,4	Rama 39 Comercio	3.992.434,6
Rama 31 Fabr. vehículos	1.191.499,4	Rama 19 Ref. petróleo	3.024.588
Rama 44 Banca y seguros	1.064.678,5	Rama 27 Madera y muebles	2.201.477,6
Rama 35 Energía eléctrica	1.058.654,4	Rama 43 Telecomunicaciones	2.114.127,8
Rama 26 Metalurgia	986.945,7	Rama 20 Química básica	1.937.891,7
Rama 43 Correos y Telecomunicaciones	693.885,3	Rama 35 Energía eléctrica	1.665.838,6
Rama 41 Restaurantes	619.324,7	Rama 29 Maq. y mat. eléctrico	1.505.286,7
Rama 27 Madera y muebles	611.783,7		

Por último, la Tabla 5 refleja la ordenación descendente de las ramas cuyos árboles de demanda presentan valores superiores a la media. El valor del árbol de demanda es el resultado de combinar complejidad tecnológica y tamaño de la rama en cuestión, de manera que a las primeras posiciones de la jerarquía hay que atribuirles una elevada capacidad de

generación de efectos inducidos de demanda, es decir, que si las ramas que figuran en la Tabla 5 crecen, el conjunto de la economía crecerá. Puede apreciarse que nuevamente la construcción, los servicios a empresas, la banca y el transporte, son las ramas que, junto con el comercio y los restaurantes, mejor se ajustan a este comportamiento.

**Tabla 5. Árboles de demanda (regional). 1990 y 2000**  
**Ramas con valores superiores a la media. Ordenación descendente** (unidades: miles de euros)

Rama	Valor en 1990	Rama	Valor en 2000
Rama 38 Construcción	1.594.255,9	Rama 38 Construcción	6.653.016,2
Rama 39 Comercio	1.220.669,7	Rama 39 Comercio	3.533.180,7
Rama 41 Restaurantes	909.690,5	Rama 45 Servicios a empresas	2.980.999,4
Rama 9 Grasas y aceites	709.698,2	Rama 44 Banca y seguros	2.818.410,5
Rama 11 Otros productos alimenticios	641.354,7	Rama 41 Restaurantes	1.949.945,9
Rama 42 Transportes	513.826	Rama 42 Transportes	1.751.277,2
Rama 1 Agrícola	501.039,4	Rama 9 Grasas y aceites	1.199.668,4
Rama 2 Ganadería	429.962,1	Rama 1 Agrícola	1.016.521,9
Rama 54 Otros servicios	358.719,2	Rama 46 Adm. Públicas	974.887,2
Rama 46 Adm. Públicas	323.803	Rama 52 Ocio y cultura	953.007
Rama 35 Energía eléctrica	293.044,3	Rama 11 Otros productos alimenticios	770.414,7
Rama 20 Química básica	273.960,6	Rama 27 Madera y muebles	739.723,9
Rama 6 Industria Cárnica	267.645,7	Rama 43 Telecomunicaciones	696.605,8
Rama 44 Banca y seguros	249.255,8	Rama 23 Cemento y derivados	649.905,2
Rama 40 Hoteles	232.202,6		
Rama 27 Madera y muebles	230.967,5		

## 4. Análisis de la circularidad. Identificación de complejos industriales

El objetivo de los estudios de las relaciones intersectoriales basados en la triangularización de la matriz de coeficientes técnicos suele ser la obtención de una estructura jerarquizada de actividades, en función de algún criterio de ordenación previamente establecido. En el caso de Auriol, Fernández y Manzanera (1994), se adoptó el criterio del “mejor cliente”, tomado de Korte y Oberhofer (1970), según el cuál una rama “i” ocupa una posición dominante sobre otra “j” en la jerarquía, cuando el coeficiente técnico  $a_{ji} < a_{ij}$ . Una vez definido el criterio de ordenación, los procedimientos basados en la triangularización de matrices permiten construir una imagen simplificada de la organización funcional de la economía, consistente en aislar a un lado de la diagonal principal la mayor parte posible de relaciones intersectoriales<sup>4</sup>. El problema es que en la práctica las relaciones no son lineales y abundan las situaciones con relaciones intersectoriales entre dos ramas a ambos lados de la matriz principal. Lo que desde la perspectiva de las técnicas de triangularización se considera como una limitación del método, se interpreta desde otras ópticas como una oportunidad de aproximación al estudio de los complejos industriales, dado que lo primero que se percibe tras una relación significativa de circularidad es una particular relación de interdependencia entre dos ramas. Esta es la interpretación que realizan Yan y Ames de las relaciones de circularidad que son la base para su propuesta de identificación de “bloques indescomponibles” de una economía.

La vía de los árboles de oferta y demanda para la identificación de relaciones de circularidad se justifica básicamente por la posibilidad de observar e incorporar tanto las directas como las indirectas e independientemente del orden que sea. Se identifica una relación de circularidad de

orden N entre las ramas i y j, cuando entre ambas existen relaciones relevantes y recíprocas de compra y venta. Si definimos  $a_{ij}^{o(N)}$ , como una relación de oferta entre las ramas i y j de orden N, existirá circularidad cuando exista otra relación similar de oferta de orden P entre la rama j y la i, de manera que si denominamos como R al conjunto de relaciones relevantes de compra y venta, tanto directas como indirectas, entre dos ramas de la economía, la relación de circularidad se identifica a través de la siguiente expresión:

$${}^N | a_{ij}^{o(N)} \in R \quad \text{y} \quad {}^P | a_{ji}^{o(P)} \in R \quad [1]$$

Definida de esta manera, en una relación de circularidad intervienen dos tipos de actividades. Por un lado, aquellas entre las que se establece una relación directa o indirecta de compra-venta. Por otro, las actividades a través de las cuales se establecen una relación indirecta de circularidad. Desde el punto de vista de la identificación de complejos industriales, todas ellas son relevantes, si bien cabe esperar que las primeras ocupen una posición dominante en la estructura, frente a la periférica de las segundas. En cualquier caso, la identificación de las ramas que componen el complejo se realiza mediante la aplicación de un procedimiento consistente en dos pasos. En primer lugar se identifica la existencia de estructuras de circularidad que sugieren la existencia de complejos industriales. En segundo lugar se identifican todas aquellas ramas que mantienen relaciones de compra o venta relevantes con las anteriores.

4. Existen aplicaciones realizadas sobre la economía andaluza en Morillas (1981) y Cuadrado y Mancha (1982).

Las Tablas 6 y 7 se han elaborado a partir de los árboles de oferta obtenidos de las tablas input-output de la economía andaluza correspondientes a 1990 y 2000 y recoge todas las relaciones de circularidad que se producen en la economía andaluza en cada uno de esos años y las ramas a través de las cuales se producen. En ambos casos se han construido a través de los árboles de oferta, lo que significa que una vez identificadas todas las relaciones de circularidad existentes en los árboles de oferta de todas las ramas, se ha procedido a extraerlas y a reflejarlas en ambas tablas. Para su lectura

conviene tener en cuenta que se han excluido las relaciones de circularidad que se obtienen a partir de los reempleos y que sólo se han mantenido las que se producen a través de otras ramas<sup>5</sup>. En la Tabla 6, por ejemplo, se aprecia que la rama 1 (Agricultura) oferta productos intermedios a la rama 2 (Ganadería) por valor de 269.440 y que a su vez ésta vende productos a la Agricultura por valor de 16.516. Esta relación indica que entre ambas ramas existe una fuerte relación de interdependencia que puede interpretarse en el sentido de que ambas integran un mismo complejo industrial.

---

5. La razón es, por un lado, de simplificación de la interpretación, puesto que el reempleo refuerza la presencia de las ramas de mayor tamaño y, por otro, porque la elevada heterogeneidad de productos y tecnologías que se integran en las ramas dificultan la interpretación del dato de reempleo.

**Tabla 6. Circularidades. Árboles de Oferta 1990** (unidades: miles de euros)

Ramas demandantes al complejo	Rama 1 Agricultura	Rama 2 Ganadería	Rama 3 Silvicultura	Rama 4 Pescas	Rama 5 Extractivas	Rama 6 Cármicas	Rama 10 Lácteos	Rama 11 Otros prod. Alimenticios	Rama 12 Vinos y alcoholes	Rama 13 Cerveza y bebidas no alcohólicas	Rama 19 Refino de petróleo	Rama 20 Química básica	Rama 21 Otros prod. químicos	Rama 22 Caucho y plástico	Rama 23 Cemento y derivados	Rama 24 Cerámica
Rama 1 Agricultura	73.429	16.516	13.445	1.391	2.574	2.309	563	1.743	1.802	5.479	65.539	138.293	6.895	41.723	2.866	658
Rama 2 Ganadería	269.440	13.520	43.640	1.786	1.625	5.739	1.523	305.719	2.314	9.082	37.319	33.193	3.564	11.403	4.169	721
Rama 5 Extractivas	2.139	0	0	1.108	16.183	1.840	449	417	1.436	4.365	43.590	14.453	22.158	5.015	27.473	5.278
Rama 6 Cármicas	113.962	292.233	17.924	3.186	1.147	4.303	3.215	130.025	2.619	8.454	25.261	13.342	5.962	2.212	2.212	0
Rama 11 Otros prod. alimenticios	399.821	14.997	2.241	1.051	6.317	10.230	3.215	159.787	1.363	5.464	39.937	36.637	5.508	14.450	2.072	0
Rama 13 Cervezas u bebidas no alcoh.	21.693	0	0	1.261	1.444	2.093	511	14.264	1.634	4.966	16.413	3.162	3.417	7.827	1.787	0
Rama 19 Refino de petróleo	684	0	0	742	28.807	1.233	0	962	962	2.924	85.121	0	457	0	1.057	0
Rama 20 Química básica	1.246	0	0	1.351	65.446	2.244	547	509	1.751	6.366	201.387	146.080	12.234	1.665	3.351	498
Rama 35 Energía eléctrica	1.136	0	0	1.232	92.594	2.531	499	464	1.597	6.005	25.549	508	1.505	0	6.281	895
Rama 38 Construcción	25.285	0	0	1.134	7.493	1.884	460	427	1.470	4.469	107.404	23.060	40.975	25.519	521.049	114.493
Rama 39 Comercio, y reparaciones	854	0	0	927	814	1.539	0	0	1.201	3.650	58.121	2.983	28.771	3.681	3.861	856
Rama 41 Restaurantes	90.643	28.981	703	77.687	859	129.013	31.469	39.152	100.694	306.563	8.287	2.983	17.213	1.944	3.715	6.419
Rama 42 Transportes	0	0	0	422	3.001	701	0	547	547	1.663	294.096	0	1.359	19.208	5.077	1.125
Rama 44 Banca y seguros.	0	0	0	0	0	482	0	0	0	1.144	1.625	0	0	4.305	954	0
Rama 45 Servicios a empresas	1.048	0	0	1.137	0	1.888	461	428	1.473	4.479	6.785	0	2.994	1.400	3.885	861
Rama 54 Otros servicios	1.143	0	0	1.240	587	2.059	502	467	1.607	4.884	8.377	0	3.268	0	6.341	1.406
Total circularidades	759.903	31.513	43.640	77.687	158.040	139.243	31.469	305.719	100.694	306.563	352.217	14.453	41.006	19.208	521.049	114.493

Ramas demandantes al complejo	Rama 25 Vidrio y piedra	Rama 29 Maquinaria y mat. eléctrico y electrón.	Rama 31 Vehículos de motor	Rama 35 Energía eléctrica	Rama 36 Gas	Rama 38 Construcción	Rama 39 Comercio y reparaciones	Rama 40 Hoteles	Rama 41 Restaurantes	Rama 42 Transportes	Rama 43 Correos y telecom.	Rama 44 Banca y seguros	Rama 45 Servicios a empresas	Rama 54 Otros servicios	Suma circularidades
Rama 1 Agricultura	529	0	702	42.423	0	22.286	71.849	1.074	67.298	98.685	17.984	15.010	21.796	61.507	83.814
Rama 2 Ganadería	1.214	0	2.267	27.123	2.442	17.553	103.571	3.235	49.979	110.275	16.183	17.633	36.529	55.382	618.799
Rama 5 Extractivas	4.247	776	4.514	52.637	764	30.227	85.479	6.166	25.632	85.040	16.097	21.690	35.448	67.462	67.090
Rama 6 Cármicas	0	0	2.110	20.384	559	9.789	72.415	2.663	33.611	75.103	12.907	14.909	28.929	35.856	33.611
Rama 11 Otros prod. alimenticios	2.212	457	1.298	34.349	2.338	13.080	95.187	3.417	45.657	113.899	14.972	16.277	44.197	44.047	425.047
Rama 13 Cervezas u bebidas no alcoh.	5.559	0	1.699	18.408	0	6.867	41.140	3.200	16.548	43.283	7.700	16.370	35.625	27.318	16.548
Rama 19 Refino de petróleo	0	0	675	10.095	2.116	7.351	52.223	521	29.584	41.729	9.753	6.586	23.264	63.660	41.729
Rama 20 Química básica	0	457	899	65.300	2.266	9.160	49.107	1.418	29.085	61.747	11.611	12.021	21.262	25.111	77.680
Rama 35 Energía eléctrica	720	0	854	336.944	0	15.350	49.496	3.440	30.307	36.482	5.089	16.206	22.500	19.463	92.594
Rama 38 Construcción	92.117	16.834	1.470	17.401	6.383	17.955	276.877	26.220	112.615	289.536	47.823	112.694	128.584	81.302	1.772.422
Rama 39 Comercio, y reparaciones	689	2.735	42.463	93.962	7.939	59.846	161.200	33.660	94.636	307.510	65.783	67.497	234.836	357.682	1.319.426
Rama 41 Restaurantes	5.254	0	1.162	48.226	14.298	27.028	106.097	897	8.142	69.603	11.767	44.853	63.282	143.528	1.097.201
Rama 42 Transportes	905	1.515	9.163	24.551	0	33.993	162.289	23.796	24.940	83.278	27.945	69.216	58.849	54.561	623.006
Rama 44 Banca y seguros.	768	1.671	0	14.639	0	33.708	13.083	4.646	17.107	16.743	63.341	2.368	96.617	58.662	33.708
Rama 45 Servicios a empresas	693	1.917	950	13.562	3.600	17.231	52.838	11.480	31.857	46.281	37.332	18.131	14.940	80.438	228.369
Rama 54 Otros servicios	1.131	2.638	481	32.678	3.215	42.334	49.055	617	56.410	64.487	19.440	4.474	195.331	25.100	365.283
Total circularidades	92.117	16.834	42.463	194.825	7.939	127.547	647.167	71.360	381.118	749.643	37.332	112.694	680.882	717.511	6.896.327



**Tabla 7. Circularidades en Árboles de Oferta de 2000** (unidades: miles de euros)

Ramas oferentes al complejo		Rama 12	Rama 17	Rama 18	Rama 19	Rama 20	Rama 23	Rama 26	Rama 27	Rama 28	Rama 31	Rama 35
Ramas demandantes al complejo		Ganadería	Papel	Artes Gráficas	Refino de petróleo	Química básica	Cemento y derivados	Metalurgia	Madera y muebles	Maquin. y equipo mecan.	Vehículos a motor	Energía eléctrica
Rama 1	Agricultura	<b>21.818,0</b>	2.738,0	1.694,1	382.229,5	394.159,2	47.511,3	0,0	46.951,3	14.392,2	16.094,4	122.650,8
Rama 11	Otros prod. alimenticios	<b>15.052,6</b>	13.219,2	6.416,6	128.804,3	80.314,2	7.754,1	0,0	15.551,6	7.360,2	7.914,6	43.575,8
Rama 19	Refino de petróleo	0,0	0,0	1.524,3	493.047,9	<b>25.371,0</b>	0,0	12.317,0	0,0	21.897,0	0,0	<b>91.159,2</b>
Rama 26	Metalurgia	0,0	6.299,5	2.794,9	244.154,2	161.237,9	105.140,9	60.269,4	19.655,4	<b>79.995,1</b>	8.024,2	65.978,5
Rama 27	Madera y muebles	0,0	3.600,0	3.855,0	89.852,0	28.619,2	13.328,4	<b>527.510,3</b>	739.022,3	17.240,4	2.396,6	35.998,7
Rama 35	Energía eléctrica	0,0	0,0	6.674,3	<b>357.173,6</b>	19.030,8	2.337,4	3.813,9	33.404,2	20.515,4	1.748,6	336.042,1
Rama 38	Construcción	0,0	2.951,0	9.438,7	702.666,0	38.694,0	<b>1.574.138,3</b>	41.808,7	<b>1.473.445,8</b>	199.005,1	0,0	61.147,8
Rama 39	Comercio y reparaciones	1.569,0	<b>92.269,8</b>	28.829,4	288.532,5	0,0	15.096,8	1.696,4	26.988,3	58.561,3	<b>182.317,2</b>	<b>296.241,5</b>
Rama 41	Restaurantes	48.029,6	18.582,2	15.412,9	52.387,7	5.928,5	16.148,4	2.640,1	28.574,5	10.951,9	14.731,6	130.926,7
Rama 42	Transportes	0,0	9.219,2	15.036,2	<b>1.059.805,5</b>	2.903,4	5.493,9	4.400,0	12.002,6	19.565,9	40.570,2	59.865,7
Rama 43	Correos y telecom.	0,0	2.644,2	20.681,6	41.664,7	0,0	43.175,4	0,0	43.083,7	5.805,3	0,0	32.001,9
Rama 44	Banca y seguros	0,0	8.905,9	46.314,9	24.804,3	0,0	23.177,3	0,0	28.962,3	2.207,2	0,0	27.637,1
Rama 45	Servicios a empresas	0,0	34.604,6	<b>202.212,7</b>	112.463,8	2.096,1	108.779,4	8.953,2	106.907,9	27.404,9	2.216,0	<b>71.900,5</b>
Rama 52	Cultura y deporte	82.151,5	9.013,5	85.665,1	49.905,3	0,0	17.658,5	0,0	27.376,0	8.668,8	3.582,0	49.102,9
Total circularidades		36.870,6	92.269,8	202.212,7	1.416.979,1	25.371,0	1.574.138,3	527.510,3	1.473.445,8	79.995,1	182.317,2	459.301,2

Ramas oferentes al complejo		Rama 38	Rama 39	Rama 40	Rama 41	Rama 42	Rama 43	Rama 44	Rama 45	Rama 48	Rama 52	Total circularidades
Ramas demandantes al complejo		Construcción	Comercio y reparaciones	Hoteles	Restaurantes	Transportes	Correos y telecom.	Banca y seguros	Servicios a empresas	Educación de mercado	Cultura y deporte	
Rama 1	Agricultura	455.046,5	252.013,1	3.492,6	1.717,6	139.335,0	68.116,1	41.821,9	186.985,4	455.046,5	0,0	21.818,0
Rama 11	Otros prod. alimenticios	167.040,6	189.901,8	9.044,4	5.772,4	176.082,8	36.013,7	29.355,1	287.140,1	167.040,6	3.863,0	15.052,6
Rama 19	Refino de petróleo	15.164,7	19.033,1	4.030,0	2.550,0	<b>235.639,1</b>	9.120,5	15.965,4	94.791,4	15.164,7	0,0	352.169,3
Rama 26	Metalurgia	67.041,7	177.451,1	10.331,1	6.457,9	271.206,7	23.278,2	16.212,2	203.269,2	67.041,7	1.682,6	79.995,1
Rama 27	Madera y muebles	65.180,1	102.407,2	9.021,3	5.111,0	214.873,2	30.853,1	33.414,5	202.835,7	65.180,1	2.320,8	527.510,3
Rama 35	Energía eléctrica	89.750,6	39.621,2	8.556,0	5.610,0	78.028,2	42.873,7	22.585,8	195.069,7	89.750,6	4.018,1	357.173,6
Rama 38	Construcción	6.935.343,8	235.866,4	52.374,4	47.833,8	<b>832.032,2</b>	<b>165.136,6</b>	<b>197.990,9</b>	<b>1.077.582,9</b>	6.935.343,8	3.728,8	5.320.326,7
Rama 39	Comercio y reparaciones	430.125,5	616.969,8	<b>123.110,0</b>	<b>63.128,5</b>	<b>912.173,1</b>	323.189,5	167.621,7	<b>2.072.210,4</b>	430.125,5	18.042,3	3.741.450,5
Rama 41	Restaurantes	321.559,5	<b>748.961,2</b>	18.755,5	23.446,3	121.996,2	81.000,3	91.432,3	<b>823.906,2</b>	321.559,5	19.754,8	1.572.867,4
Rama 42	Transportes	205.756,2	<b>411.222,7</b>	47.372,7	42.503,4	1.306.233,7	112.158,3	89.502,8	<b>699.415,6</b>	205.756,2	9.761,2	2.170.443,8
Rama 43	Correos y telecom.	462.724,6	36.958,8	11.913,7	8.098,1	93.217,7	665.730,4	58.926,90	<b>490.255,8</b>	462.724,6	10.981,9	490.255,8
Rama 44	Banca y seguros	383.478,9	40.827,9	32.211,3	16.084,1	59.422,8	158.084,3	2.765.604,0	<b>704.476,9</b>	383.478,9	11.274,8	704.476,9
Rama 45	Servicios a empresas	<b>1.911.566,1</b>	<b>151.337,5</b>	<b>82.870,2</b>	<b>59.151,4</b>	<b>210.172,8</b>	<b>312.837,9</b>	<b>229.064,8</b>	1.686.259,5	<b>1.911.566,1</b>	<b>121.737,8</b>	5.264.417,8
Rama 52	Cultura y deporte	375.838,4	121.522,6	35.810,9	26.089,1	102.246,3	111.974,40	62.076,5	<b>808.676,2</b>	375.838,4	248.628,3	808.676,2
Total circularidades		1.911.566,1	1.311.521,4	205.980,2	122.279,9	2.190.017,2	477.974,5	427.055,7	6.676.524,0	1.911.566,1	121.737,8	21.426.634,0

Se obtiene como resultado un total de 63 relaciones de circularidad relevantes en 1990 y 40 en 2000, en ambos casos organizadas en torno a los grandes sectores de servicios y la construcción y que se refuerza a lo largo de la década en detrimento fundamentalmente de la industria. La impresión es que la imagen que reflejan ambos ejercicios, así como su evolución, coincide con la esperada para la economía de una sociedad occidental y terciaria en la que, junto al bloque central de la economía, aparecen otros dos complejos de menor entidad en 1990 (Agroalimentario y Químico) y uno (Agrario) en 2000. Estos últimos son los que mejor reflejan la particular personalidad de la economía regional, aunque dentro de una marcada tendencia a la desaparición y a la progresiva reproducción de las estructuras productivas característica del Mediterráneo europeo.

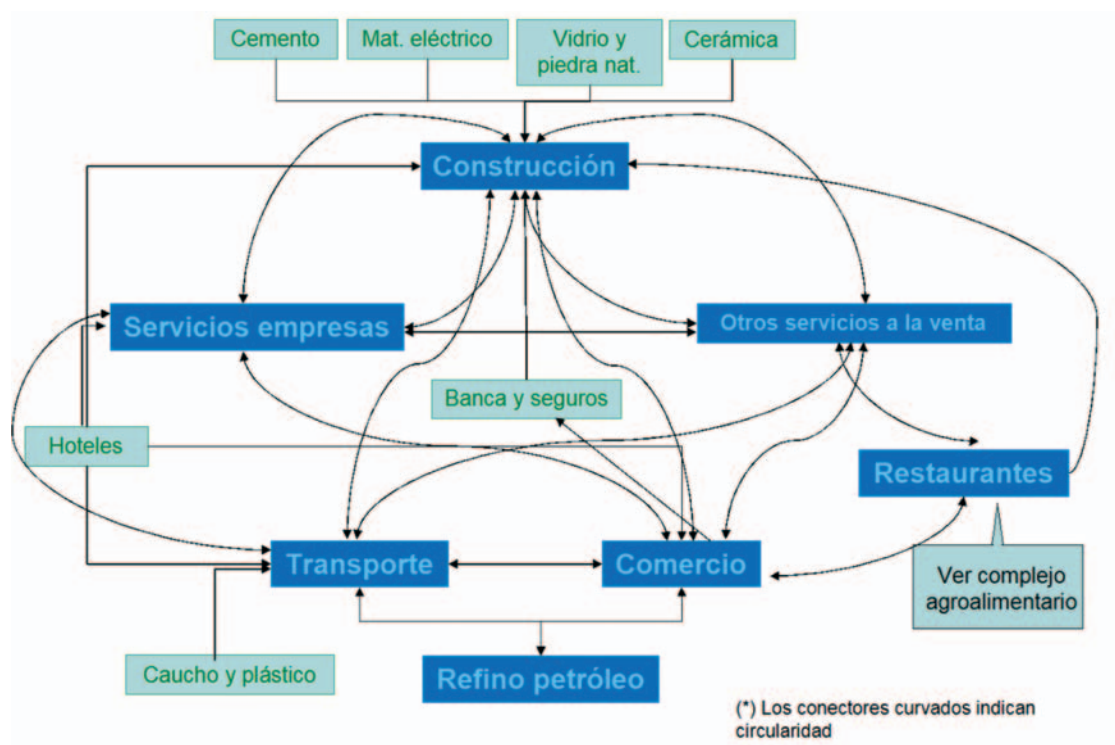
Los gráficos 3, 4 y 5 recogen la estructura de relaciones entre las ramas que integran los tres complejos identificados en la tabla andaluza de 1990. El Complejo de Servicios (gráfico 3) se organiza en torno a cinco ramas de servicios, la construcción y el refino de petróleo, y otras siete que pueden considerarse periféricas dentro del mismo. Entre las primeras se identifican relaciones de circularidad relevantes que se interpretan como representativas de la existencia de una relación de interdependencia recíproca entre, al menos, cada dos de ellas. Las siete ramas que hemos considerado periféricas se caracterizan porque entre ellas no hay circularidad, pero son utilizadas por las primeras para desarrollar este tipo de relaciones. Así por ejemplo, la rama de “Servicios a empresas”, que ocupa una posición central dentro del complejo, adquiere servicios de la rama de “Hoteles” que, a su vez, vuelve a demandar “Servicios a empresas”. En la rama de “Hoteles” no se aprecia una relación significativa de circularidad, pero su presencia en el complejo y el reconocimiento de una posición estratégica en el aparato productivo regional se debe a su papel para que la rama de “Servicios a empresas” pueda configurarse en una de las actividades centrales de la economía y, más concretamente, del Complejo de Servicios en el que participa. Dentro de este complejo se ha incluido una llamada hacia la identificación de un interesante “Complejo Agroalimentario” en torno a las relaciones de circularidad que se identifican entre las ramas de “Agricultura” y “Restaurantes” y en el que se integran otras

ramas, algunas de ellas con circularidades relevantes, a través de la rama de “Restaurantes”.

Junto al Complejo Agroalimentario (gráfico 4) también aparece el Complejo Químico (gráfico 5), que se levanta sobre la fortaleza de las relaciones de circularidad entre las ramas productoras de química básica y sus manufacturas, la industria extractiva y la energía eléctrica. Lo característico de ambos complejos es que a lo largo de la década de los 90 languidecen hasta desaparecer en el caso del Complejo Químico y descomponerse el Agroalimentario hasta el punto de prácticamente limitarse a destacar algunas relaciones significativas de producción de forrajeras, piensos y diversos productos alimenticios resultante de transformación y conservación de una parte de la producción agraria y ganadera.

Como consecuencia de todo ello, a la altura del año 2000 sólo existe un gran complejo en la economía andaluza, el de Servicios, en que se integra la construcción por el lado de la demanda y el sector energético (eléctrico y petrolífero) por el de la oferta. Junto a éste se aprecian las reminiscencias de un complejo agrario en el que la “Agricultura” y la “Ganadería” todavía mantienen una débil relación con una parte reducida de la industria agroalimentaria (gráfico 6). La comparación de este resultado con el de 1990 obliga a concluir que la economía andaluza se ha especializado, que se ha reducido su diversidad y que se percibe que su estructura productiva se ha simplificado con respecto a 1990, como reflejo del proceso de integración económica que ha tenido lugar, que nos permite realizar más eficientemente determinados aprovisionamientos en el exterior, así como colocar parte de la producción que anteriormente se distribuía dentro de la demanda intermedia. En el centro del complejo se sitúan las grandes ramas de servicios (“Correos y telecomunicaciones”, “Banca y seguros”, “Servicios a empresas”, “Restaurantes”, “Transporte” y “Comercio y reparaciones”). Junto a ellas, el sector de la “Construcción” se consolida en la pirámide de los sectores adquirentes de inputs intermedios y las ramas de “Energía eléctrica” y “Refino de petróleo”, entre las que se identifica una relación de circularidad, que se integran en el resto del complejo a través del “Transporte”, el “Comercio y reparaciones” y los “Servicios a empresas”.

**Gráfico 3. El Complejo de Servicios en 1990 (\*)**



**Gráfico 4. El Complejo Agroalimentario en 1990**

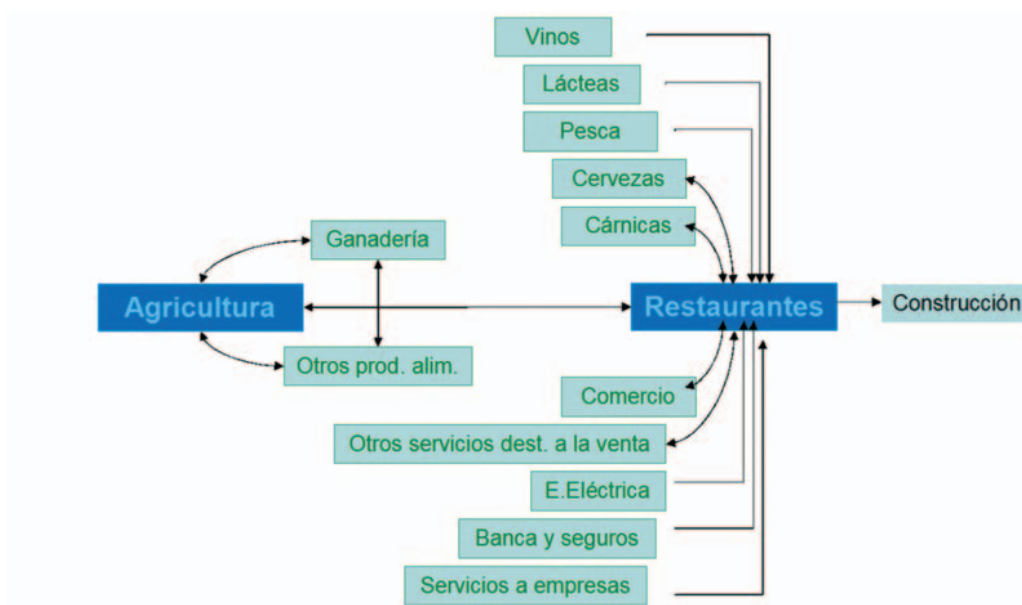


Gráfico 5. El Complejo Químico de 1990

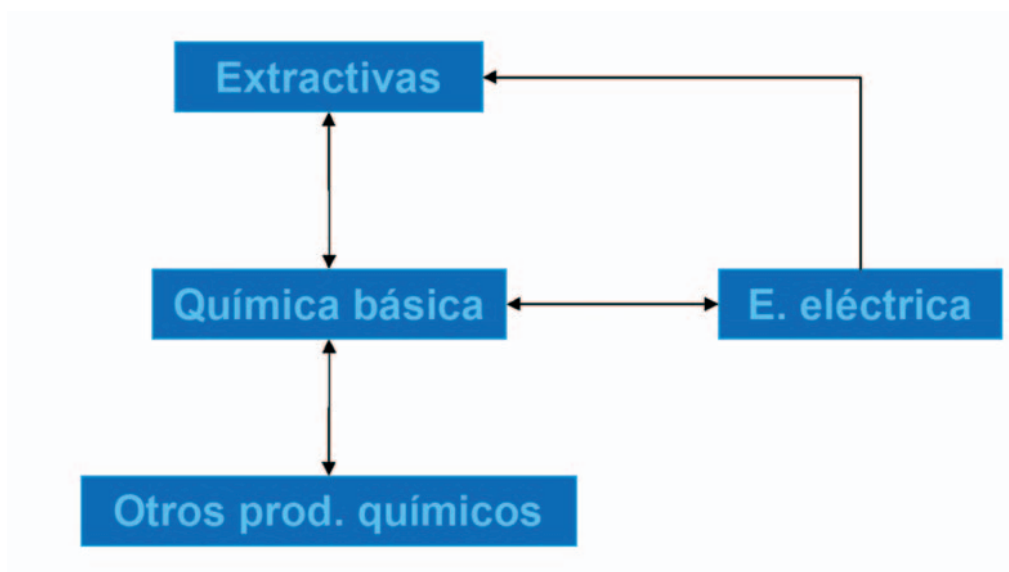
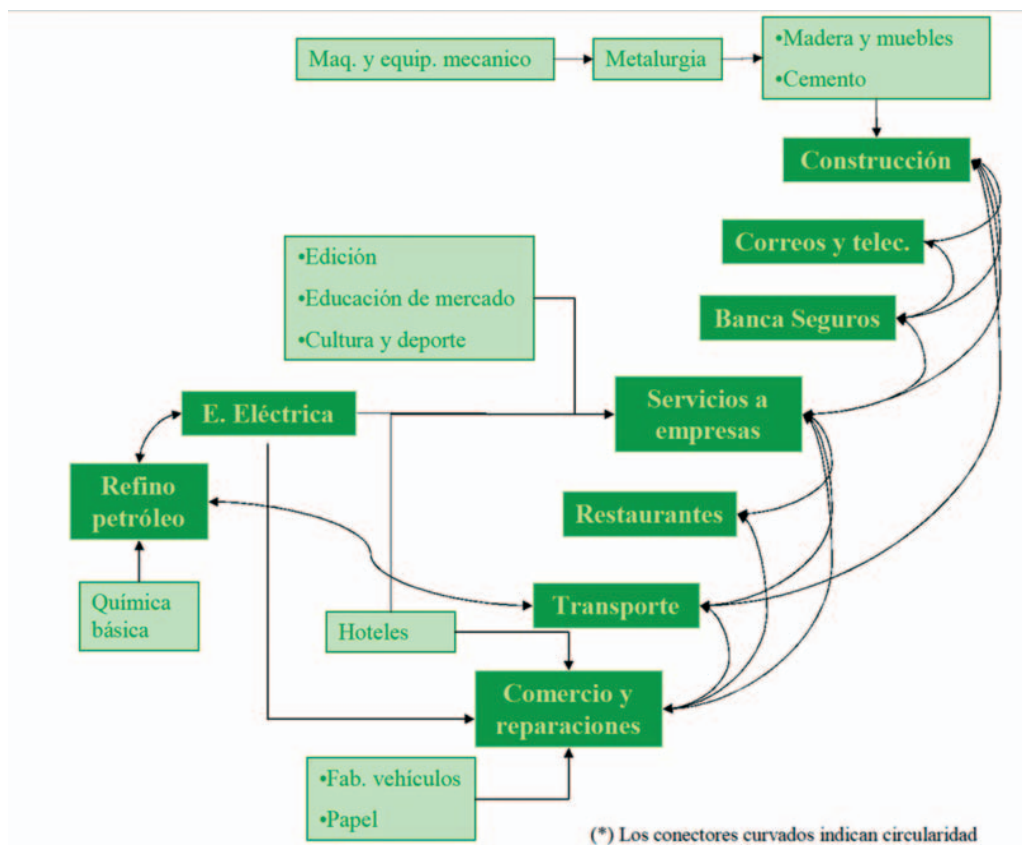
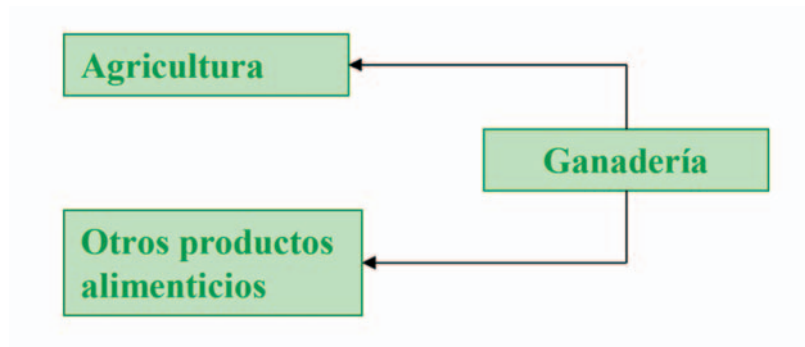


Gráfico 6. El Complejo de Servicios en 2000 (\*)



**Gráfico 7. El Complejo Agrario en 2000**

---



## 5. Estructura interna de los complejos industriales

El complejo de servicios, junto con la construcción y la industria agroalimentaria en 1990, y con la construcción y las energéticas en 2000, constituyen los bloques centrales de la economía andaluza en los dos periodos analizados. Junto a ellos figuraba el complejo químico, fundamentalmente localizado en la provincia de Huelva, vinculado a la minería del cobre y a las actividades energéticas, incluida la minería del carbón. La práctica desaparición de la minería a lo largo de la década y el reforzamiento de las actividades energéticas explican la desaparición del complejo químico como actividad relevante a la altura del 2000 y la presencia de las ramas de producción de “Energía eléctrica” y de “Refino de petróleo” entre las actividades que conforman el bloque central de actividades. Lo que se plantea a continuación es profundizar en la estructura interna de los complejos mediante la identificación de las ramas que ocupan posiciones dominantes y dependientes dentro del mismo. Para ello se establece un procedimiento en dos etapas. En primer lugar, se determina la posición oferente o demandante de cada rama dentro del complejo. En el caso de las actividades periféricas la posición oferente o demandante se obtiene de forma inmediata, puesto que no hay circularidad, mientras que al resto, en torno a las que se desarrollan tanto relaciones de compra como de venta dentro del complejo, se le atribuye la posición correspondiente a la de mayor cuantía. En segundo lugar se obtiene para cada rama un indicador de dependencia respecto del conjunto de las que integran el complejo. El indicador se interpreta en el sentido de que cuanto menor sea el nivel de dependencia, mayor será la posición dominante de la rama dentro del complejo.

### 5.1. Posición oferente/demandante de las ramas dentro de los complejos

Las tablas 8 y 9 recogen la suma por filas y columnas de las tablas 6 y 7, de manera que para 1990 se aprecia que las dos terceras partes de las relaciones que tienen lugar dentro del gran complejo de servicios corresponden a las siete grandes ramas que ocupan las posiciones centrales. Si se añaden las

ramas centrales en el complejo agroalimentario, el porcentaje se eleva hasta el 80%, lo que permite afirmar que la malla de relaciones interindustriales de la economía andaluza de 1990 se organizaba en torno a los dos complejos y en torno al papel central que jugaban el “Comercio”, la “Construcción”, los “Restaurantes”, el “Transporte”, “Otros servicios destinados a la venta” y los “Servicios a empresas”. En menor medida, también contribuían la “Agricultura” y la “Ganadería”, junto con la actividad de “Refino de petróleo”.

Hay que destacar que las ramas que mantienen un mayor volumen de intercambios dentro del sector servicios son el “Comercio”, la “Construcción” y los “Restaurantes”, justamente las tres que se integran en el mismo como sectores de demanda. Esto quiere decir que su relevancia estratégica para la economía andaluza deriva de su elevada capacidad para la generación de efectos de arrastre, es decir, que cuanto mayor sea su protagonismo, mayor será el crecimiento del conjunto. Las otras cuatro ramas (“Transportes”, “Otros servicios destinados a la venta”, “Servicios a empresas”, y “Refino de petróleo”) se integran por el lado de la oferta, lo que determina que su consideración estratégica se establezca en función del fuerte grado de dependencia de la economía de sus productos. Lo que significa que el funcionamiento del conjunto del complejo está fuertemente condicionado por la respuesta de estas ramas a la demanda de sus productos que realizan las restantes.

Cuando se comparan estos resultados con los del gran complejo de servicios de 2000 (Tabla 9), lo primero que se observa es que el número de ramas centrales se amplía a nueve, incorporándose “Energía eléctrica”, “Correos y telecomunicaciones” y “Banca y seguros”, mientras que desaparece la de “Otros servicios destinados a la venta”. Este nuevo conjunto de actividades centrales concentra el 80 % de los intercambios dentro del complejo pero, a diferencia del anterior, integra entre las actividades con mayor peso específico algunas otras que, a pesar del tamaño de las relaciones dentro del complejo, no dejan de ser periféricas. Es el caso de la industria de la “Madera y el mueble”, la “Química básica”, la “Educación de mercado” y las actividades vinculadas a la “Cultura y deporte”.

En este caso, las principales posiciones de oferta corresponde a “Servicios a empresas”, el “Transporte” y las energéticas (“Refino de petróleo” y “Energía eléctrica”), mientras que la “Construcción”, el “Comercio” y los “Restaurantes” siguen integrándose predominantemente por el lado de la demanda, a las que se añaden “Banca y

seguros” y “Correos y telecomunicaciones”. La conclusión es que el bloque central de actividades productivas en la Andalucía del año 2000 es más consumidora de energía que la de 1990 y también notablemente más dependiente de los servicios.

**Tabla 8. Complejos industriales en la economía andaluza. Posición (oferente o demandante) de las ramas.**  
Año 1990 (unidades: miles de euros)

		Oferente (O)	Demandante (D)	Diferencia	Suma (O + D)	%
Rama 1	Agricultura	759.902,6	83.814,2	676.088,4	843.716,8	6,12
Rama 2	Ganadería	31.512,6	618.798,7	-587.286,1	650.311,3	4,71
Rama 3	Selvicultura	43.640,1		43.640,1	43.640,1	0,32
Rama 4	Pesca	77.687		77.687	77.687	0,56
Rama 5	Industrias extractivas	158.039,5	67.090,3	90.949,2	225.129,8	1,63
Rama 6	Cárnicas	139.243,1	33.610,9	105.632,2	172.854	1,25
Rama 10	Lácteas	31.469		31.469	31.469	0,23
Rama 11	Otros productos alimenticios	305.719,1	425.047,2	-119.328,1	730.766,3	5,30
Rama 12	Vinos	100.694		100.694	100.694	0,73
Rama 13	Cerveza y no alcohólicas	306.562,7	16.548,2	290.014,5	323.110,9	2,34
Rama 19	<u>Refino de petróleo</u>	<b>352.216,5</b>	<b>41.729</b>	<b>310.487,5</b>	<b>393.945,5</b>	<b>2,86</b>
Rama 20	Química básica	14.453,3	77.680,3	-63.227	92.133,6	0,67
Rama 21	Otros productos químicos	41.005,6		41.005,6	41.005,6	0,30
Rama 22	Caucho y plástico	19.208		19.208	19.208	0,14
Rama 23	Cemento y derivados	521.049,3		521.049,3	521.049,3	3,78
Rama 24	Cerámica	114.493		114.493	114.493	0,83
Rama 25	Vidrio y piedra natural	92.117		92.117	92.117	0,67
Rama 29	Maquinaria y mat. eléctrico y electrónico	16.834		16.834	16.834	0,12
Rama 31	Vehículos motor	42.463,3		42.463,3	42.463,3	0,31
Rama 35	Energía eléctrica	194.824,9	92.593,6	102.231,3	287.418,5	2,08
Rama 36	Gas	7.939		7.939	7.939	0,06
Rama 38	<u>Construcción</u>	<b>127.547,1</b>	<b>1.772.421,7</b>	<b>-1.644.874,6</b>	<b>1.899.968,8</b>	<b>13,78</b>
Rama 39	<u>Comercio y reparaciones</u>	<b>647.166,7</b>	<b>1.319.425,6</b>	<b>-672.258,9</b>	<b>1.966.592,3</b>	<b>14,26</b>
Rama 40	Hoteles	71.360,3		71.360,3	71.360,3	0,52
Rama 41	<u>Restaurantes</u>	<b>381.118,3</b>	<b>1.097.201,3</b>	<b>-716.083</b>	<b>1.478.319,6</b>	<b>10,72</b>
Rama 42	<u>Transportes</u>	<b>749.642,9</b>	<b>623.006,4</b>	<b>126.636,5</b>	<b>1.372.649,3</b>	<b>9,95</b>
Rama 43	Correos y telecom.	37.332,3		37.332,3	37.332,3	0,27
Rama 44	Banca y seguros	112.693,6	33.707,9	78.985,7	146.401,5	1,06
Rama 45	<u>Servicios a empresas</u>	<b>680.881,8</b>	<b>228.369</b>	<b>452.512,8</b>	<b>909.250,8</b>	<b>6,59</b>
Rama 54	<u>Otros servicios</u>	<b>717.510,5</b>	<b>365.282,8</b>	<b>352.227,7</b>	<b>1.082.793,3</b>	<b>7,85</b>
<b>Total</b>		<b>6.896.327,1</b>	<b>6.896.327,1</b>	<b>0</b>	<b>13.792.654,2</b>	<b>100,00</b>

**Tabla 9. Complejos industriales en la economía andaluza. Posición (oferente o demandante) de las ramas.**  
**Año 2000** (unidades: miles de euros)

		Oferente		Demandante	Diferencia	Suma	%	
Rama 2	Ganadería	36.870,6	Rama 1	Agricultura	21.818,0	-21.818,0	21.818,0	0,05
			Rama 11	Otros prod. alimenticios	15.052,6	-15.052,6	36.870,6	0,09
Rama 17	Papel	92.269,8			92.269,8	92.269,8	92.269,8	0,22
Rama 18	Artes gráficas	202.212,7			202.212,7	202.212,7	202.212,7	0,47
<u>Rama 19</u>	<u>Refino de petróleo</u>	<u>1.416.979,1</u>	<u>Rama 19</u>	<u>Refino de petróleo</u>	<u>352.169,3</u>	<u>1.064.809,8</u>	1.769.148,4	4,13
Rama 20	Química básica	1.574.138,3			1.574.138,3	1.574.138,3	1.574.138,3	3,67
Rama 23	Cemento y derivados	25.371,0			25.371,0	25.371,0	25.371,0	0,06
Rama 26	Metalurgia	527.510,3	Rama 26	Metalurgia	79.995,1	447.515,2	607.505,4	1,42
Rama 27	Madera y muebles	1.473.445,8	Rama 27	madera y muebles	527.510,3	945.935,5	2.000.956,1	4,67
Rama 28	Maquinaria y equip. mecánico	79.995,1			79.995,1	79.995,1	79.995,1	0,19
Rama 31	Vehículos a motor	182.317,2			182.317,2	182.317,2	182.317,2	0,43
<u>Rama 35</u>	<u>Energía eléctrica</u>	<u>459.301,2</u>	<u>Rama 35</u>	<u>Energía eléctrica</u>	<u>357.173,6</u>	<u>102.127,6</u>	816.474,8	1,91
Rama 38	Construcción	1.911.566,1	Rama 38	Construcción	<b>5.320.326,7</b>	-3.408.760,6	7.231.892,8	16,88
<u>Rama 39</u>	<u>Comercio y reparaciones</u>	<u>1.311.521,4</u>	<u>Rama 39</u>	<u>Comercio y reparaciones</u>	<u>3.741.450,5</u>	<u>-2.429.929,1</u>	5.052.971,9	11,79
Rama 40	Hoteles	205.980,2			205.980,2	205.980,2	205.980,2	0,48
<u>Rama 41</u>	<u>Restaurantes</u>	<u>122.279,9</u>	<u>Rama 41</u>	<u>Restaurantes</u>	<u>1.572.867,4</u>	<u>-1.450.587,5</u>	1.695.147,3	3,96
Rama 42	Transporte	<b>2.190.017,2</b>	Rama 42	Transporte	2.170.443,8	19.573,4	4.360.461,0	10,18
<u>Rama 43</u>	<u>Correos y telecomun.</u>	<u>477.974,5</u>	<u>Rama 43</u>	<u>Correos y telecomun.</u>	<u>490.255,8</u>	<u>-12.281,3</u>	968.230,3	2,26
<u>Rama 44</u>	<u>Banca y seguros</u>	<u>427.055,7</u>	<u>Rama 44</u>	<u>Banca y seguros</u>	<u>704.476,9</u>	<u>-277.421,2</u>	1.131.532,6	2,64
<u>Rama 45</u>	<u>Servicios a empresas</u>	<u>6.676.524,0</u>	<u>Rama 45</u>	<u>Servicios a empresas</u>	<u>5.264.417,8</u>	<u>1.412.106,2</u>	11.940.941,8	27,86
Rama 48	Educación de mercado	1.911.566,1			1.911.566,1	1.911.566,1	1.911.566,1	4,46
Rama 52	Cultura y deporte	121.737,8	Rama 52	Cultura y deporte	808.676,2	-686.938,4	930.414,0	
<b>Total</b>		<b>21.426.634</b>			<b>21.426.634</b>	<b>0</b>	<b>42.853.268</b>	<b>100</b>



## 5.2. La estructura interna de los complejos

Una última perspectiva de la estructura interna de los complejos se obtiene identificando la posición dominante o dependiente dentro del mismo. En principio, todas las actividades que conforman los complejos tienen como característica común una fuerte relación de interdependencia con el resto, aunque entre ellas puede establecerse diferentes grados de dependencia respecto del conjunto. En principio, cuanto mayor sea el volumen de compras y ventas que la rama en cuestión realiza dentro del complejo, con respecto al total de sus compras y ventas, mayor será también su dependencia respecto del mismo, mientras que su posición será dominante cuando se de la circunstancia contraria. Para asignar a cada una de las ramas que figuran en los complejos un indicador de dominación o dependencia dentro del complejo se han construido los coeficientes  $c'_{hj}$  y  $d'_{jh}$ , que reflejan, respectivamente, la proporción que representan las compras que la rama "j" realiza de productos de la "h" dentro del complejo, con respecto al valor del árbol de demanda de la rama "j", y la proporción que representan las ventas de la rama "j" a la "h" con respecto al valor del árbol de oferta de la rama "j". A partir de aquí, diremos que la rama h ocupa una posición dominante sobre la j en el complejo cuando se cumpla:

$$c'_{hj} + d'_{jh} < c'_{jh} + d'_{hj}$$

La Tabla 10 presenta la jerarquía sectorial dentro del Complejo de Servicios de 1990, atribuyendo las posiciones dominantes a las ramas de "Banca y seguros", "Caucho y plásticos", "Construcción" y "Hoteles". Todas ellas distribuyen buena parte de su producción fuera del complejo, en algún caso en la demanda final, y también adquieren una parte significativa de sus inputs intermedios de otras ramas igualmente ajenas. La fuerte dependencia de las ramas de "Servicios a empresas", "Otros servicios a la venta", "Comercio", "Refino de petróleo" y "Transporte" se explica porque necesitan adquirir una parte significativa de sus principales inputs intermedios dentro del complejo, mientras que las industrias del "Vidrio y piedra", "Cerámica" y "Cemento y derivados" son dependientes del complejo para dar salida a la mayor parte de sus ventas (básicamente a la rama de "Construcción"), así como la industria de "Maquinaria y material eléctrico y electrónico". También se ha incluido la Tabla 11, que recoge la misma información, pero referida al Complejo Agroalimentario de 1990. En este caso, la posición dominante de las ramas de "Construcción" y de otros servicios es irrelevante, puesto que la mayor parte de sus relaciones significativas están en el anterior Complejo de Servicios, mientras que sí se puede comprobar como las ramas de "Agricultura", "Ganadería" y "Pesca" ocupaban las posiciones centrales y dominantes en la estructura del complejo a comienzos de los 90.

**Tabla 10. Coeficientes  $c'_{hj}$  y  $d'_{jh}$  de las ramas que integran el Complejo de Servicios en 1990. Ordenación Ascendente**

Rama h		$c'_{hj}$	$d'_{jh}$	$c'_{hj}+d'_{jh}$
Rama 44	Banca y seguros	0,149	0,143	0,292
Rama 22	Caucho y plástico	0,354	0,153	0,508
Rama 41	Restaurantes	0,331	0,481	0,812
Rama 38	Construcción	0,546	0,379	0,925
Rama 40	Hoteles	0,465	0,560	1,025
Rama 45	Servicios a empresas	0,845	0,412	1,257
Rama 25	Vidrio y piedra	0,157	1,134	1,291
Rama 29	Maquinaria y mat. eléctrico y electrónico	0,450	0,857	1,307
Rama 24	Cerámica	0,050	1,289	1,339
Rama 54	Otros servicios a la venta	1,038	0,328	1,366
Rama 39	Comercio y reparaciones	0,986	0,455	1,441
Rama 19	Refino de petróleo	0,841	0,635	1,476
Rama 42	Transporte	1,273	0,431	1,704
Rama 23	Cemento y derivados	0,298	1,524	1,822

**Tabla 11. Coeficientes  $c'_{hj}$  y  $d'_{jh}$  de las ramas que integran el Complejo agroalimentario en 1990. Ordenación ascendente**

Rama h		$c'_{hj}$	$d'_{jh}$	$c'_{hj}+d'_{jh}$
Rama 38	Construcción	0,020	0,047	0,066
Rama 44	Banca y seguros	0,085	0,059	0,144
Rama 54	Otros servicios a la venta	0,228	0,092	0,320
Rama 39	Comercio y reparaciones	0,238	0,173	0,412
Rama 45	Servicios a empresas	0,457	0,149	0,606
Rama 2	Ganadería	0,473	0,177	0,650
Rama 4	Pesca	0,078	0,761	0,840
Rama 1	Agricultura	0,337	0,538	0,875
Rama 12	Vinos y alcoholes	0,064	0,938	1,002
Rama 13	Cervezas y bebidas no alcohólicas	0,087	1,071	1,158
Rama 41	Restaurantes	0,947	0,695	1,643
Rama 10	Lácteas	0,070	1,577	1,647
Rama 6	Cárnicas	0,074	1,893	1,967
Rama 11	Otros productos alimenticios	0,907	1,470	2,377
Rama 35	Energía eléctrica	1,647	0,837	2,484

La economía andaluza de 2000 se organiza en torno al gran Complejo de Servicios representado en el Gráfico 6, donde las ramas que ocupan las posiciones centrales debido fundamentalmente a su tamaño, relativizan su posición dominante como consecuencia de que una parte importante de sus compras y ventas se realizan dentro del complejo. Llama la atención la posición de relativa independencia de las ramas "Educación de mercado" y "Hoteles", que son actividades que distribuyen buena parte de su producción en la demanda final, así como la de "Restaurantes", que es la menos dependiente del complejo de entre las que presentan relaciones de circularidad relevantes. Todas ellas tienen en común que distribuyen la mayor parte de su producción en la demanda final, así como la rama de "Maquinaria y equipo mecánico", lo

que determina que su presencia en el complejo se deba exclusivamente a que necesitan proveerse dentro del complejo de una parte significativa de sus inputs intermedios. Igualmente significativo, en relación con 1990, es que las grandes ramas de servicios, la construcción y las energéticas, han reforzado su integración en el complejo, de manera que el volumen de relaciones que mantienen dentro de bloque se incrementa significativamente. Por último, se mantienen la presencia de la industria auxiliar de la construcción por la fuerte dependencia que se establece con respecto a la rama de "Construcción", a la que se dirige la mayor parte de su producción.

**Tabla 12. Coeficientes  $c'_{hj}$  y  $d'_{jh}$  de las ramas que integran el Complejo de Servicios en 2000.  
Ordenación ascendente**

Rama h		$c'(hj)$	$d'(jh)$	$c'(hj)+d'(jh)$
Rama 48	Educación de mercado	0,745	0,207	0,952
Rama 41	Restaurantes	0,754	0,326	1,080
Rama 40	Hoteles	0,754	0,410	1,164
Rama 28	Maquinaria y equipo mecánico	0,861	0,425	1,285
Rama 18	Artes gráficas	0,813	0,828	1,641
Rama 39	Comercio y reparaciones	1,093	0,628	1,721
Rama 52	Cultura y deporte	0,876	0,894	1,770
Rama 45	Servicios a empresas	1,361	0,500	1,860
Rama 20	Química básica	1,376	0,576	1,953
Rama 35	Energía eléctrica	1,840	0,269	2,109
Rama 17	Papel	1,108	1,088	2,195
Rama 43	Correos y telecomunicaciones	1,561	0,687	2,247
Rama 44	Banca y seguros	1,340	0,952	2,292
Rama 42	Transportes	1,456	0,840	2,295
Rama 38	Construcción	1,250	1,461	2,711
Rama 26	Metalurgia	0,173	2,542	2,715
Rama 31	Vehículos a motor	0,708	2,189	2,898
Rama 27	Madera y muebles	1,013	1,924	2,936
Rama 19	Refino de petróleo	2,065	0,939	3,004
Rama 23	Cemento y derivados	0,602	2,636	3,238

## 6. Bibliografía

- Aujac, H. (1960): *La Hierarchie des Industries dans un Tableau des Echanges Interindustriels*, Revue Economique, 2.
- Auriolles, J.; Fernández, M.C.; y Manzanera, E.; (1994). *Análisis de los Complejos Industriales en la Economía Andaluza*. En Contabilidad y Tablas Input-Output de Andalucía 1990. Volumen II. Análisis de Resultados. Instituto de Estadística de Andalucía.
- Castillo Cuervo-Arango, F. del y Grana Fernández, C. de la (1993). *Bibliografía Input-Output Española. Documentación y Estadística*. Consejería de Economía. Comunidad de Madrid. 1993
- Cuadrado Roura, J.R. y Mancha Navarro, T. (1982). "La jerarquización sectorial a través de la triangulación. Una aplicación al caso de la economía andaluza." En Tablas input-output y Cuentas regionales. Teorías, Métodos y Aplicaciones. Especial referencia al caso de Andalucía. IDR n. 19. Universidad de Sevilla.
- Czamanski, S. (1977). *Needless complexity in the identification of industrial complexes: A comment*. Journal of Regional Science 17 (3), 455–457.
- Feser, E., Sweeney, S., Renski, H. (2005). *A Descriptive Analysis of Discrete U.S. Industrial Complexes*. Journal of Regional Science Vol. 45 Issue 2 Page 395 May 2005
- García Muñiz A.S. y Ramos Carvajal, C. (2003). *Las redes sociales como herramienta de análisis estructural input-output*. Revista Hispana para el Análisis de Redes Sociales. Vol.4,#5, jun-jul. 2003.
- Instituto de Estadística de Andalucía (1994). *Contabilidad Regional y Tabla Input-Output de Andalucía 1990*. Presentación de Resultados. Junta de Andalucía.
- Instituto de Estadística de Andalucía (2006). *Marco Input-Output de Andalucía 2000*. Consejería de Economía y Hacienda, Junta de Andalucía.
- Korte, B. y Oberhoffer, H. (1970). *Triangularizing input-output matrices and the structure of production*. European Economic Review. Summer 1970.
- Latham, W. R. (1977). *Needless complexity in the identification of industrial complexes: A reply*. Journal of Regional Science 17:3, 459–461
- Masson, D. (1960): *Méthode de Triangulation du Tableau Européen des Echanges Interindustriels*, Revue Economique, 2.
- Morillas Raya, A. (1981). *Análisis de la especialización y desarticulación de una economía regional mediante la triangulación de la matriz interindustrial. Un estudio comparativo del caso andaluz*. Estudios de Economía e Historia, Nº 1.
- Yan, C. y Ames, E. (1965): *Economic interrelatedness*. *Review of Economic Studies*, XXXII (4), 299-310.



Carmen Ramos Carvajal<sup>1</sup>  
Luis Robles Teigeiro<sup>2</sup>

**Colaboradores**

Joaquín Planelles Romero<sup>3</sup>  
Ana Perales Rivas<sup>4</sup>  
Carmen Trevijano Dalebrook<sup>5</sup>

# **Métodos de identificación y evaluación de clusters a partir de tablas input-output: una aplicación para Andalucía**

- 
1. Universidad de Oviedo
  2. Universidad de Málaga
  3. Universidad de Granada
  4. Universidad de Sevilla
  5. Universidad de Almería



# 1. Introducción

Muchos autores han destacado la importancia de las relaciones entre los sectores de actividad, de los denominados eslabonamientos o *linkages*, para el crecimiento económico. Es por ello que el concepto de linkage aparece en la definición de dos de los conceptos de mayor tradición en el análisis IO, el sector clave *-key sector-* y el aglomerado o *cluster*. En efecto, puede afirmarse que un sector clave es aquel que posee destacadas interrelaciones con el resto de las ramas tanto hacia delante como hacia atrás, mientras que un cluster no es sino un grupo de actividades con gran interdependencia entre sí. De esta manera, ambos conceptos, siendo distintos, se encuentran estrechamente ligados siendo muy probable que un sector clave pertenezca a algún cluster o, si se prefiere, que un cluster contenga uno o varios sectores claves.

Este trabajo centra su atención en los cluster toda vez que los sectores claves de la economía andaluza son abordados en otro de los capítulos de esta obra. Su interés principal es

analizar el *estado de la cuestión* acerca de la identificación de aglomerados o clusters a partir de tablas input output. Es por ello que se realiza un considerable recorrido sobre los dos grupos de técnicas empleados, unas a partir del análisis de grafos o afines y otras en base al análisis multivariante. Se realiza un ejercicio de identificación de los cluster andaluces a partir de técnicas de grafos mientras que las segundas, las multivariantes, son empleadas en otro capítulo de este libro.

Se elabora finalmente una estimación de la importancia de los cluster obtenidos mediante una de las técnicas clásicas en la metodología input output, la *extracción hipotética*. Para ello, y de nuevo, se realiza un apreciable repaso de las aportaciones existentes con el ánimo de brindar al lector una amplia visión de lo ya publicado. Una opción, una técnica, es a la postre elegida y con ella se evalúa la importancia relativa de los cluster andaluces.





## 2. Clusters

Los *polos de desarrollo* introducidos por Perroux en 1955 han recibido periódicas muestras de interés en los pasados años pero, como ocurre con casi todos los desarrollos teóricos, es difícil encontrar al creador del ahora denominado “cluster” ya que es posible remontarse, al menos, hasta Marshall. De hecho, el recorrido del concepto ya ha sido muy largo aunque su denominación haya ido variando a lo largo del tiempo de acuerdo a las preferencias de los distintos autores: *filière, polo, aglomeración, complejo...* En la actualidad el estudio de los cluster ha vuelto a ponerse de moda gracias a los trabajos de Porter, por una parte, y a los miembros de la *New Economic Geography*, como Krugman, por otra. Éste último, ha explicado la aparición de cluster por la obtención de economías de escala, por el abaratamiento de los costes de transporte y de transacción en general y por la mayor movilidad de los factores de producción que se logra en su seno. Porter, por su parte, señala que la aglomeración ahorra costes de infraestructura y comunicaciones, facilita la difusión tecnológica y permite, por último, mejor acceso a los inputs y más fácil salida del output a los mercados. En general, como se ve, estos autores y otros ofrecen razones que obedecen tanto a causas de oferta, de producción, como de demanda, obteniéndose mejoras en ambos sentidos de manera simultánea sin que sea fácil su distinción<sup>1</sup>.

Hay también un amplio consenso sobre la positiva aportación de los clusters al crecimiento económico toda vez que se da por supuesto que, entre otras cosas, los cluster generan ventajas comparativas, mejoran la competencia e incrementan la productividad. Sin embargo, también hay quién opina que algunas de estas ventajas están por concretar dado que muchas de ellas son de difícil identificación y medición, así como tampoco falta quién opina que los clusters pueden facilitar la cartelización y la formación de oligopolios además de otros inconvenientes de diversa índole.

Existe, por otra parte, un amplio y antiguo debate sobre el propio concepto de cluster. En las primeras acepciones, se definió el cluster como una concentración o aglomeración

geográfica de varios establecimientos que adquirirían ventajas comparativas con la co-localización y con su mutua interrelación. De esta manera, se requerían dos componentes:

**Proximidad.** Los establecimientos o empresas que componen un cluster se habían de encontrar geográficamente próximos aunque ésta proximidad podía no querer decir vecindad real.

**Interdependencia.** El cluster requeriría, para ser algo más que una mera concentración de industrias, de mutua interrelación funcional, ya sea productiva ya de otra índole significativa. Debían existir flujos de transmisión de tecnología o conocimientos u otras formas de colaboración de carácter permanente. En ocasiones, esta cooperación podría incluso instrumentarse mediante instituciones de diversa índole: administrativas, educativas, de investigación... El cluster sería así un sistema complejo con una dinámica propia y no una mera yuxtaposición de empresas. Y, *localización e interrelación* serían sus elementos básicos, los que lo explican y definen. Sin embargo, y como se verá, no todos los autores los han podido o querido reunir de forma simultánea en sus trabajos, lo que ha dado lugar a una larga polémica.

Así, por ejemplo, en uno de los trabajos pioneros en este campo, Roepke et al (1974, p. 15) diferenciaban expresamente entre dos tipos de complejos: primero, un grupo de industrias muy interrelacionadas y, segundo, un grupo de empresas también interdependientes pero que se reunirían además físicamente en un espacio común, en un centro industrial o en vecindad dentro de una región. El primer tipo de complejos, añadían, podían estudiarse con unas tablas input output (en adelante TIOs) a través del análisis factorial, por triangulación o a través de grafos. Sin embargo, los segundos complejos, los territoriales, definidos por Isard, Smolensky o Kolosovsky, requerirían de instrumentos propios de la Economía Regional o de la Geografía Económica para su identificación y no serían objetivo de su particular análisis. Czamanski y Ablas (1979), por su parte, distinguieron expresamente entre clusters y complejos, definiendo **cluster** (p. 62) –su campo de estudio– como un conjunto de industrias –ramas– interconectadas por unos flujos de bienes y servicios más fuertes que los que también poseen con el resto de la economía. Su definición,

<sup>1</sup> Una adecuada revisión de la literatura sobre cluster se encuentra en Hoen, A, (2001, II).

añadían, estaría desprovista de cualquier connotación espacial. Por su parte, **complejo**, sería un cluster que posee además una similitud en sus pautas de localización. Por tanto, en el término complejo si se enfatizaría en el aspecto espacial.

En cualquier caso, no puede extrañar que la irrupción de quienes comenzaron a emplear tablas IO y técnicas factoriales fuera seguida de diversas críticas por parte de investigadores del campo regional (Harrigan, F. 1982, Lathan, W.R.<sup>2</sup> 1976, 1977), reivindicando la imposibilidad de estudiar clusters sin tener muy presentes los elementos espaciales. Sin embargo, en buena medida, el debate se produjo por una falta de comprensión hacia la distinta naturaleza de los estudios que se realizaban toda vez que el concepto de cluster del que se partía o al que se quería llegar era diferente para unos y otros.

Volviendo al concepto de cluster, Hoen (2001, I, p. 2) distingue desde un punto de vista teórico entre dos tipos atendiendo a su dimensión, *microcluster* si se refieren a empresas o establecimientos y *mesoclusters* si se analizan a escala sectorial. Acepta este autor que, hipotéticamente, sería

muy interesante el análisis de los microclusters pero las fuentes estadísticas disponibles, añade, sólo permiten el estudio de los mesoclusters.

Añadiendo este factor, al que cabe denominar *escala*, a los ya citados, *localización e interrelación*, serían tres ya los elementos de los cluster a los que, necesariamente, deberían referirse los autores en aras a la claridad expositiva. Por último, lentamente la literatura ha llegado a acuñar una distinción adicional entre clusters que nos parece, como se verá, del mayor interés: cluster *horizontales* y clusters *verticales*; los primeros comparten el mercado para sus productos y requieren similares inputs intermedios y primarios combinados también con parecida tecnología. Los verticales, por su parte, unen establecimientos que se suministran inputs de manera sucesiva y encadenada, conformando cadenas de valor añadido (Rosenfeld 1997). Así pues, cuatro elementos o características deben finalmente emplearse para configurar los clusters.

---

2 Lathan, W.R. (1976, 1977) insistió también en el sentido de la excesiva complejidad de los métodos econométricos frente a la obviedad de sus resultados –“Las ramas que componen cada factor son aquellas que, de una u otra manera, uno siempre esperaría que se asociaran” (p. 47)-; pero su trabajo “Needless Complexity in the Identification on Industrial Complexes”, fue bien replicado por Czamanski (1977): “Después de todo el análisis de componentes principales, al nivel con que se usa en estos estudios, se enseña habitualmente en los cursos introductorios de estadística” (p. 455).

### 3. Métodos de identificación

El segundo de los problemas que siempre está presente en el estudio de los clusters es el método más adecuado para su identificación ya que se carece de uno suficientemente aceptado y estandarizado. Por una parte, este problema es lógico si se tiene en cuenta que el propio concepto de cluster ha sido objeto de permanente discusión, teniendo un carácter abierto y siendo preciso definir, en cada ocasión, a qué se está aludiendo. Pero por otra, y aún quedando establecido un concepto determinado, es posible discrepar en el método a utilizar toda vez que ello puede depender, en gran medida, del objetivo a alcanzar por parte del investigador. De esta manera, conviene dejar claro que, al menos en nuestra opinión, no existe un único procedimiento claramente superior al resto.

Se han utilizado métodos muy diversos para la identificación de los clusters. En ausencia de información, hay quién ha debido recurrir a su experiencia y a los conocimientos propios o ajenos –opinión de expertos-. Con más conocimientos y medios, como es el caso de Porter (1990), se han puesto en marcha procesos, en general cualitativos, de encuestación, entrevistas o estudios de casos ad hoc... Pero, independientemente de estos métodos primeros, quizás pueda hablarse de dos vías o procedimientos cuantitativos para el establecimiento de los clusters. Uno primero que utiliza **métodos multivariantes** que pueden ser diversos, pero generalmente derivados del análisis factorial y uno segundo basado, con mayor o menor intención, en el **análisis por medio de grafos y métodos afines**. Estos procedimientos utilizan además habitualmente como instrumento estadístico esencial unas tablas input output. Los procedimientos cualitativos, además, se han utilizado preferentemente para la identificación de miniclusters, con los elementos que hemos denominado *localización e interrelación* casi siempre presentes, mientras que los métodos cuantitativos, por su parte, han pretendido el

estudio de *megaclusters*, y sin que el elemento de *localización* estuviese, necesariamente, presente. Por último, hay que tener presente que los análisis multivariantes -factorial, componentes principales, análisis jerárquico de clusters... - son útiles para detectar las relaciones “horizontales” entre las ramas, la semejanza de sus perfiles productivos y que, por consiguiente, pueden servir para identificar preferentemente lo que hemos denominado clusters horizontales. Por su parte, el análisis de grafos relaciona verticalmente a las ramas, poniendo de manifiesto relaciones de tipo comprador-vendedor y, por tanto, puede utilizarse para identificar clusters verticales.

El uso generalizado de tablas input output para la identificación de los clusters responde a la gran cantidad de información que suministran, a su disponibilidad periódica en muchos países e incluso regiones y, por último, al amplio abanico de análisis que permiten y que se han desarrollado en los últimos cincuenta o sesenta años. De hecho, y en nuestra opinión, la identificación de clusters mediante TIOs comenzó y se desarrolló mucho ya en el pasado, singularmente en la década de los años setenta del pasado siglo, y tan bien, que no mucho más se ha añadido con posterioridad.

Cabe señalar por último, que aunque no cabe duda de que la identificación de megaclusters compuestos por ramas es útil por diversos motivos: para facilitar estudios sectoriales, para posibilitar la comparación internacional, para apoyar la toma de decisiones de la política económica... cuenta también con diversas limitaciones. Así, el análisis IO no permite revelar el tipo de interrelación entre los establecimientos del cluster ni las formas de colaboración establecidas más allá de las estrictamente productivas (Doeringer y Terkla 1995, p. 228). Como tampoco, ya se ha dicho, localiza a los clusters en el espacio.



## 4. Métodos multivariantes

Los procedimientos factoriales son hoy dominantes entre quienes identifican clusters por medio de tablas IO. Sin embargo, y aceptando plenamente su utilidad, hay que insistir en que tienen todo su sentido en la determinación de lo que antes hemos denominado clusters horizontales, siendo su uso más cuestionable si lo que se pretende es observar y analizar relaciones verticales. Esto ha sido reconocido, con mayor o menor claridad o con mayor o menor énfasis por gran número de autores<sup>3</sup> aunque aún queden equívocos y reticencias. Dos extensos documentos de reciente publicación realizan una excelente síntesis de la evolución y situación de las técnicas IO en relación a la estimación de clusters por procedimientos factoriales y es, por tanto, ciertamente cómodo remitir al interesado allí ya que son de fácil obtención a través de la red. Estos son Rey, S. J. y Mattheis, D. J. (2000): *Identifying Regional Industrial Clusters in California* y Lainesse, L. y Poussart, B. (2005) *Méthode de repérage des filières industrielles sur le territoire québécois basée sur les tableaux d'entrées-sorties*.

El análisis factorial (AF) y el de componentes principales (CP) pretenden reducir un gran número de variables en un número menor que se denominan "latentes" y que reflejan, sin embargo, la estructura de los originales. Concretamente, estas técnicas persiguen explicar la porción más importantes de la varianza de las variables a estudiar, mediante la creación de

unas variables nuevas denominadas "componentes" en el caso de ACP o "factores" en el caso del AF. La aplicación del AF –o el de CP– a las TIOs ha requerido, habitualmente de los siguientes pasos o tareas sucesivas:

1. Selección y agregación de las ramas de las TIOs. En efecto, y este es un problema general y no sólo del AF/CP a la hora de elaborar clusters, a muchos autores les ha parecido necesaria la selección de las ramas a estudiar, eliminando o agregando aquellas de carácter general (servicios a las empresas, comunicaciones, transportes, comercio, pero también industrias como refino o energía eléctrica) que aparecerían una vez tras otras en todos los clusters. Ramas que poseen relaciones con todo el resto pero con ninguna otra rama de manera especial<sup>4</sup>. Esto ha llevado, además, a primar los estudios de ramas manufactureras sobre la de servicios, lo cual es lógico si se piensa que la riqueza de inputs, la complejidad tecnológica y los flujos exteriores son mucho más importantes en las industrias. Pero esta elección ha conllevado también el marginar o no tener en absoluto en cuenta buena parte de la economía de las regiones o países estudiados. De esta manera puede decirse, sin ambages, que las técnicas multivariantes son, hasta el momento, técnicas para el análisis de la industria manufacturera.

2. La estandarización o normalización de la matriz, método que pretende corregir el problema de la escala o diferente tamaño de las ramas. Para ello, se suele elaborar una matriz de *coeficientes* o bien una de *ligazones*. Se entiende por

*coeficiente técnico* al ratio  $a_{ij} = \frac{z_{ij}}{\sum_{j=1}^n X_j}$  y por *coeficiente de*

*distribución*  $b_{ij} = \frac{z_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_i}$ , donde  $X_j$  y  $X_i$  son, respectivamente,

la producción efectiva de la rama  $j$  y el producto distribuido de la rama  $i$ . Por otra parte,  $z_{ij}$  es el uso que la rama  $j$  hace de inputs intermedios de la rama  $i$ . La *ligazón de compras* o por

3 Oosterhaven et al (2001) afirman que el método estándar para la identificación de clusters –el análisis factorial o de componentes principales– es inútil para medir los linkages toda vez que: "Usa la semejanza de sus compras y ventas intermedias para agrupar a las industrias en un cluster... Este método, por supuesto, responde a interesantes cuestiones... Sin embargo, no contesta acerca de cuáles están más estrechamente vinculadas a otras" (p. 812). O'hUallachain (1984) también mantuvo una opinión muy clara: "La evidencia empírica confirma las críticas recientes a los componentes principales como un medio para detectar relaciones verticales, pero demuestra su eficacia para la identificación de relaciones complementarias (complementary relationships). Las agrupaciones obtenidas no son de grupos de empresas relacionadas verticalmente sino de empresas con perfiles similares en requerimientos de inputs y outputs" (p. 421). Por último, incluso en trabajos pioneros y de enorme influencia como los de Czamanski (1977) es ya posible encontrar referencias a que el método de AF agrupa a las ramas sobre la base de la semejanza de sus perfiles de flujos: "En los estudios basados en análisis multivariante (componentes o factores) el criterio fue incluso más general ya que las industrias fueron clasificadas como miembros de una agrupación sobre la base de la semejanza de sus perfiles de flujos con las otras ramas de la economía" (p. 455).

4 Puede verse sobre este particular de la exclusión de ramas Lainesse, L. y Poussart, B. (2005), capítulo 6.

columnas es similar al coeficiente técnico:  $a_{ij}^* = \frac{z_{ij}}{\sum_{j=1}^n z_{ij}}$ ,

mientras que la *ligazón de ventas* queda definida:  $b_{ij}^* = \frac{z_{ij}}{\sum_{j=1}^n z_{ij}}$

3. La construcción de una matriz “input” donde se aplicará la técnica factorial. Para este fin, suele realizarse una matriz de correlaciones que, en el caso más común Czamanski (1971) y Bermang y Fesser (2000), es simétrica y se formará eligiendo, en cada caso, el valor máximo de las cuatro matrices de correlaciones realizadas a partir de las dos matrices de ligazones tal que:  $c_{ij} = c_{ji} = \max [c(a_{ij}^*, a_{ji}^*), c(b_{ij}^*, b_{ji}^*), c(a_{ij}^*, b_{ji}^*), c(b_{ij}^*, a_{ji}^*)]$ . En otras ocasiones -Roepke et al (1974)- esta matriz input se ha realizado a partir de la mera suma de los valores absolutos de la matriz intermedia  $z_{ij}^* = z_{ji}^* = z_{ij} + z_{ji}$ . O bien -Bergman et al (1996)- se ha utilizado una matriz efectuada por los valores máximos de las cuatro ligazones que unen a dos ramas -o eligiendo el valor máximo del coeficiente de Strait-:  $c_{ij} = c_{ji} = \max [a_{ij}^*, a_{ji}^*, b_{ij}^*, b_{ji}^*]$ .

Con la construcción de este tipo de matrices “inputs” se consiguen, también, varios objetivos que no encontramos declarados o especificados en los trabajos revisados. En primer lugar se palía el problema de la cantidad de ceros y valores muy pequeños que tiene cualquier tabla IO y que hace muy difícil -y lo hemos corroborado con nuestra experiencia personal- aplicar sin más técnicas factoriales a las matrices de coeficientes o ligazones. De hecho, y como prueba de cuanto decimos, en un solo caso -Roepke et al (1974)- se afirma haber conseguido extraer factores sin utilizar una matriz input del tipo descrito (aunque ellos también agregan en uno de sus ensayos como acaba de indicarse en este mismo punto).

En segundo lugar, y como se habrá observado, la utilización de esta matriz “input” lleva, de hecho, a abandonar la búsqueda

de clusters exclusivamente horizontales al combinarse relaciones de filas y columnas indistintamente. Además de ello, la casi segura posibilidad de encontrarse con sindicaciones de ramas que, si bien pueden llegar a ser semejantes en su estructuras productivas -industrias extractivas con servicios destinados a la venta, por ejemplo-, no son fáciles de asociar o aceptar en un cluster, queda adecuadamente superada.

Por último, no puede extrañarse que la construcción de esta matriz haya sido siempre polémica ya que, en efecto, el gran problema es que las transformaciones propuestas son de tal magnitud que es difícil de encontrar sentido económico en estas matrices “inputs” reelaboradas. Esta opinión fue apuntada, otra vez, hace ya muchos años -Roepke et al (1974): “Czamanski comienza con matrices de coeficientes de correlación que relacionan las industrias a través de ligazones... sin embargo, la consecuencia es que esta matriz no está basada en relaciones claramente identificables, resultando difícil reconocer clusters coherentes” (p. 26).

4. Extracción de los factores, rotación -generalmente varimax- y asignación de las ramas a los clusters. De manera habitual, los programas estadísticos al uso presentan los resultados obtenidos en una lista de factores extraídos dispuestos de forma decreciente en función del porcentaje de varianza explicado. Es también común en trabajos ya publicados -Fesser y Bergman (2000)- que un número reducido de componentes o factores expliquen un alto porcentaje de la varianza. Cada rama de actividad posee una correlación con cada grupo extraído lo que permite su asignación, dado el caso, al cluster con el que tenga mayor vinculación pero también, de manera simultánea, con algún otro con quien tenga una relación destacada. Suele establecerse una relación mínima para poder efectuar estas vinculaciones con las debidas garantías.

## 5. Métodos de grafos y afines

Junto a trabajos fácilmente reconocibles dentro del ámbito de la teoría de grafos [Campbell (1975), Slater (1977), Morillas (1983), Bon (1989), y Aroche (2001)], otros autores han utilizado técnicas que podríamos considerar afines a los mismos. Distingamos brevemente algunas propuestas.

Aunque no siempre se indica expresamente puede considerarse que los **métodos de máximo o máximos** son una derivación del análisis de grafos. El método del máximo sólo tiene en cuenta la relación más importante de cada rama. Para su elaboración, se suele partir de la matriz Z de relaciones intermedias localizando su mayor valor -dejando aparte la diagonal o autoconsumos- y vinculando a las dos ramas responsables de él. Estas dos ramas conformarán el primero de los cluster provisionales. Se busca el siguiente máximo, se vinculan las ramas... y así sucesivamente... hasta que se determine un número de cluster que se juzgue razonable o que ya estuviese prefijado de una manera exógena. Como se indicó, habitualmente se establece también un filtro o cantidad mínima que garantice la importancia o relevancia económica del máximo. El procedimiento cuenta con la ventaja de su sencillez, de ser intuitivo, pero con el inconveniente principal de que puede perder mucha información sobre las relaciones secundarias entre las ramas, que pueden tener también notable importancia. Además de ello, la técnica plantea también otro inconveniente. En efecto, si se agregan dos sectores en uno, el importe de sus transacciones con el resto de las actividades crecerá sustancialmente con lo cual será muy probable que el nuevo máximo se localice de nuevo precisamente allí. De nuevo crecerá el cluster y, otra vez será muy probable que contenga otro máximo...proceso que, finalmente, lleva al establecimiento de un único gran cluster de difícil aceptación y comprensión.

Un tercer inconveniente puede venir cuando el máximo lo es en una matriz determinada, por ejemplo en la Z de transacciones absolutas, pero no lo es en otras, como en la matriz A de coeficientes técnicos, o en la B de coeficientes de distribución. Surge entonces la duda de qué máximos elegir o sobre qué matriz trabajar. Para evitar este problema, sin embargo se han hecho diferentes propuestas todas ellas caracterizadas por el añadido de restricciones o filtros que

garanticen que individual -en una matriz- o colectivamente -en varias simultáneamente- el máximo sea significativo. Se habla entonces de una técnica de *máximos con restricciones*.

Peeters et al (2000) en un trabajo para la OCDE proponen un procedimiento de **máximos con restricciones** que puede resumirse en los términos que siguen: se elaboran clusters hacia atrás -backwards chains, BC-, hacia delante- forward chains, FC- y megaclusters o suma de los anteriores. Los clusters se basan en las matrices de ligazones ya definidas. La elaboración de cada uno de los clusters exige, a su vez, de dos fases sucesivas. Si se empieza por los BC, se filtrará en primer lugar la matriz de ligazones de compras de manera que todos sus elementos sean mayores a un filtro prefijado -un valor de 0,15 es el adecuado de acuerdo a su experiencia trabajando con una tablas suiza de 37 ramas correspondiente a 1995-. A continuación, se establecen por columnas los máximos de cada rama transformando la matriz de ligazones original en otra binaria donde los máximos tendrán el valor 1, mientras que el resto de los elementos serán 0. Esta matriz, ya sería útil para elaborar cluster hacia atrás, pero de cara a garantizar que los máximos tengan la suficiente entidad se impone una segunda condición en la segunda etapa. En efecto, se propone ahora comprobar que la ligazón horizontal correspondiente a cada uno de los máximos ya elegidos sea también superior a un determinado filtro -0,05-. Esta segunda condición no supondrá más que la eliminación o no consideración de algunos de los máximos anteriores. La elaboración de los FC es similar a la descrita, si bien los filtros pueden variar ya que, habitualmente, las ligazones y coeficientes horizontales tienen un valor medio mayor -los autores proponen 0,20 y 0,05 respectivamente-. Los megaclusters serán por último, y sin más, la suma de los dos clusters anteriores.

Por su parte, y aunque aplicado a un estudio multiregional, Oosterhaven et al (2001) proponen un método alternativo de selección basado en una triple condición o filtro que nosotros adaptamos ahora a efectos expositivos: en primer lugar, el tamaño absoluto de las transacciones entre las ramas debe ser  $\alpha$  veces -proponen  $\alpha = 20$ - superior a la media de todas las transacciones de la tabla. El sentido de este filtro es garantizar que las transacciones que se consideran cuentan con la debida



importancia medida en términos absolutos. No obstante, y por sus efectos, es el filtro más relevante y debe ser situado en el nivel más bajo posible aunque no hasta el punto de hacer inmanejable la información superviviente.

En segundo lugar, los coeficientes técnicos  $a_{ij}$  deben ser  $\beta$  veces -proponen  $\beta = 10$ - mayores a la media de todos ellos y, por último, los coeficientes de distribución  $b_{ij}$  también deben ser  $\beta$  veces mayores a la media de todos ellos. Estos dos últimos filtros cuentan con menor relevancia, pero garantizan la importancia relativa -medida en coeficiente- de las relaciones entre dos ramas, tanto desde el punto de vista del comprador como del vendedor.

Aplicados los filtros, los resultados pueden permitir distinguir entre linkages que son grandes o importantes en términos absolutos y aquellos que lo son, además, en términos relativos o de coeficientes. Estos últimos linkages mostrarían el núcleo -core- de los clusters identificados (p. 814).

Los métodos de **triangulación** y **descomposición** tienen su antecedente en los trabajos de Simpon and Tsukui (1965) sobre triangulación de la tabla y determinación de la "estructura fundamental". Se trata de dividir la matriz intermedia  $Z$  en grupos de filas y columnas que no tengan relación, o que sea muy débil, con el resto. Para ello, los flujos  $z_{ij}$  que no superen un cierto filtro se transforman en ceros, reordenando y denominando posteriormente los bloques resultantes. Esta reordenación suele hacerse reubicando las ramas de manera que los clusters se sitúen bien en un ángulo de la matriz, bien en el entorno de la diagonal -diagonalización-, proceso lógico toda vez que, ya de antemano, en la tabla IO las ramas más afines intercambian precisamente allí. El método de diagonalización puede considerarse un tipo especial de triangulación, pero también, tiene evidentes conexiones con los métodos de máximos con restricciones.

Hoen<sup>5</sup> (2002, p. 136) ha desarrollado un proceso de descomposición muy sencillo de acuerdo a los siguientes pasos: se elige un nivel de significación  $\alpha$ . Se seleccionan los valores que pertenecen al  $\alpha\%$  -5% por ejemplo- de los mayores valores de  $Z$  y se transforman el resto de valores en 0. Se reubican, por último, las ramas de forma que compongan bloques o clusters. El autor ve claras ventajas en su técnica (Hoen 2000, p. 6): "Puesto que los flujos intermedios que no cumplen la restricción son transformados en cero, los correspondientes coeficientes técnicos, de distribución y de la inversa de Leontief (en gran medida) también son transformados en cero. Así, todas las matrices son diagonalizables y, por ende, el método lleva a la obtención de los mismos clusters sin importar los datos utilizados de partida (p. 138, 139)". Además de ello, su método no suministra enormes clusters, como tampoco clusters muy pequeños, como si ocurre con otras técnicas. En tercer lugar, si bien el número de clusters puede variar en función del nivel del filtro establecido, no puede ocurrir que una rama cambie de cluster por ello. Si se baja el nivel, pueden aparecer los mismos o más clusters de tamaño inferior, y si se sube se mantendrán los mismos clusters o se agregarán algunos de ellos, pero en ningún caso ocurrirá el denominado "cluster switching". Por

último, el método le permite obtener cluster similares a lo largo del tiempo -al menos en Holanda-, resultado que no se alcanza con otras técnicas y que es más congruente con la presunción de que los clusters son estables en el tiempo.

Sin embargo, y para finalizar, puede apuntarse que, en nuestra opinión, el método es bastante simple y drástico ya que es operativo y cuenta con las ventajas apuntadas sólo si se utiliza un filtro elevado, lo que conduce a una notable pérdida de información. De esta forma, y aunque el autor no indica el filtro elegido, calculamos replicando su trabajo sobre la misma TIO de Holanda, que Hoen sólo se queda con el 1% de las mayores transacciones de la matriz intermedia, porcentaje muy restrictivo como se ve. La elección de un filtro menos exigente es posible, pero entonces el número de clusters se multiplica así como el tamaño medio de los mismos, contradiciendo algunas de las ventajas expuestas.

De la lectura del apartado anterior, de la réplica de los trabajos citados y de la reflexión y propia experiencia, se llega a la conclusión de que pueden existir diversos procedimientos para la elaboración de cluster a través de grafos manteniendo un mayor nivel de exigencia que lo requerido por el método del máximo, el de Peeters el al o del de Hoen ya citados. Nosotros, en particular, hemos elaborado dos de naturaleza similar, que ofrecen también, como es lógico, parecidos resultados. En ambos casos se han tomado dos decisiones previas. La primera trabajar con ligazones y no con coeficientes. En realidad, la elección no es muy importante dada la enorme semejanza entre ambos pero, en cualquier caso, las ligazones se ven menos influenciadas por los cambios de valoración de las tablas y menos alterados también por la presencia del valor añadido o la demanda final en el denominador de los coeficientes. En segundo lugar, se ha pretendido que las ligazones a considerar tuviesen siempre el adecuado respaldo de números absolutos en la matriz intermedia  $Z$ , números de suficiente importancia. En efecto, al dividir consumos intermedios sobre el total de consumos -concepto de ligazones- puede ocurrir que el cociente sea muy elevado pero que, al mismo tiempo, el numerador y, sobre todo, el denominador sean irrelevantes, lo cual debería evitarse. Para salvar este problema, basta con filtrar toda la matriz intermedia con un nivel suficiente alto como para eliminar los números pequeños pero respetando, al tiempo, los restantes. De hecho, a través de este procedimiento se eliminan muchos elementos, porque son muchos también los pequeños números que contiene una tabla, pero el resultado final es intrascendente para los objetivos que se pretenden, garantizando sin embargo el buscado respaldo a las ligazones.

El primero es un sistema de **máximos variables** que tiene como objetivo principal incluir los principales clientes y proveedores de cada rama. En efecto, es habitual que cada actividad se relacione de manera singular con otras pocas y determinadas ramas de manera que, incluyendo a éstas, pueden obtenerse clusters bastante más extensos y completos que los que se desprenden del sistema de un máximo. Se trataría de incluir los máximos de cada columna y fila, los más sobresalientes, despreciando el resto que tendrán mucha menor entidad. Del hilo de nuestra experiencia, en muchas de las ramas bastaría incluir dos o tres máximos para abarcar más del 60% ó 70% de los inputs u outputs intermedios, hecho que

5 Hoen (2002) ofrece un algoritmo asequible para realizar la reordenación en el apéndice de su trabajo.

será tanto más cierto cuanto más agregada sea la tabla de la que se parta. Con todo, en ramas donde no concurra esta palpable concentración, bastaría con establecer un filtro aceptando las ligazones mayores a un cierto y establecido nivel y despreciando el resto<sup>6</sup>. Puede parecer que este método de máximo variable es bastante más subjetivo que el resto y lo es en cuanto a que obliga a tomar decisiones distintas rama a rama. Sin embargo, todos los métodos que partan del establecimiento de un filtro son subjetivos lo cual no quiere decir que escapen de la lógica y de la experiencia de quien los elabora. Y además de ello, los cluster obtenidos por los máximos variables son bastante más ricos, complejos y extensos que otros elaborados con técnicas más claras pero también más simples y drásticas.

Un segundo procedimiento ha sido finalmente el elegido al comprobar que da resultados muy próximos al de máximos variables pero con la ventaja que puede programarse y es, por tanto, de mucha más rápida y fácil ejecución. El método, que toma ideas de los trabajos de Oosterhaven y del Bergman y Fesser es un método de **triple restricción** y puede describirse como sigue:

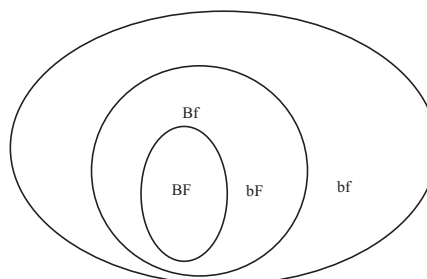
La matriz  $Z$  se redefine como una matriz adyacente mediante la sustitución de sus valores en consonancia con un *filtro* ( $\phi$ ) previamente definido que permita señalar qué flujos intersectoriales son evaluados como importantes y cuáles no. En nuestro caso, el filtro elegido ha sido la décima parte de la media de  $Z$ .

Se estiman, a continuación, las ligazones, volviendo a establecerse un filtro general de manera que aquellas inferiores a un  $\alpha$  (0,1) se transforman en 0. Las ligazones supervivientes han superado ya dos filtros o condiciones, eligiéndose ahora para elaborar los cluster aquellas que coinciden o lo que es lo mismo, aquellas ligazones que son importantes tanto por columnas como por filas. El resto se mantienen ya que ayudan a la descripción, pero no se tienen en cuenta en la elaboración ya que, de otra manera, casi toda la tabla quedaría asociada en un único megacluster.

Realizado este filtrado, se clasifican las actividades según su grado de conectividad distinguiendo las que están fuertemente conexas, de las que presentan una conectividad más débil, tanto en compras como en ventas. Así podemos establecer la siguiente tipificación en la que se es preciso distinguir tanto la orientación de los flujos (compras o ventas) y mayor o menor nivel de conexión (mayúscula o minúscula, respectivamente). La clasificación establecida aparece recogida en la tabla siguiente:

Clasificación	$a_{ij}^* > 0,2$	$0,1 \leq a_{ij}^* \leq 0,2$
$b_{ij}^* > 0,2$	BF	bF
$0,1 \leq b_{ij}^* \leq 0,2$	Bf	bf

Se adopta el criterio de construir clusters aceptando como núcleo de los mismos las relaciones dobles BF, Bf, bF y bf. Es decir, las actividades más fuertemente conexas en compras y ventas se denotarán con BF, las fuertemente conexas en compras y más débilmente conectadas en ventas con Bf y así sucesivamente. A partir de lo anteriormente expuesto podríamos representar el núcleo del cluster como sigue:



En realidad, aunque pensamos que los clusters establecido son consistentes, ello no impide reconocer que la elección de cualquier otro filtro menos severo llevaría a la inclusión de nuevas ramas en estos clusters como, incluso, a la aparición de algún otro agrupamiento nuevo. Por ello, quizás se deberían concebir los clusters a modo de círculos concéntricos con un núcleo indiscutible que puede elaborarse, por ejemplo, con un método de máximo garantizado o respaldado como el propuesto pero sin que por ello se rechace la posibilidad de, a partir de éste, poder establecer otros agrupamientos que partirían o se desprenderían del núcleo central. Este planteamiento quedaría justo en las antípodas de lo propuesto por Hoen: clusters elementales, indiscutibles y estables en el tiempo; pero nos parece un planteamiento mucho más realista, mucho más acorde con la siempre compleja realidad.

6 Fanjul y Segura establecieron un filtro variable similar en una de las publicaciones de la conocida serie E indicando: "La eliminación de un determinado  $a_{ij}$  se ha hecho cuando pertenecía a aquel grupo de coeficientes de la columna  $j$ -ésima que, ordenados de mayor a menor, no eran precisos para explicar el 80% del total de inputs intermedios demandados por el sector  $j$ -ésimo", p 22.



## 6. Identificación de los cluster en las TIOAN2000

La aplicación del método de triple restricción propuesto ha permitido identificar los siguientes agrupamientos:

Un **cluster alimentario** amplio donde no obstante quedan fuera las ramas de grasas y aceites, vinos, cerveza y pesca. Incluye, sin embargo, cafetería y bares. Tiene relaciones a través de la rama química básica –que incluye fertilizantes y pesticidas- con el cluster químico-energético.

Se observa en el cluster el importante papel como emisor que hace la rama 3 otros cultivos y servicios agrarios y el papel como sector clave –emisor de primeras materias lácteas y cárnicas, receptor de piensos y de otros cultivos y servicios agrarios- que desarrolla la rama 4, ganadería. Por último, también la rama 16: fabricación de productos para la alimentación animal, adquiere un importante volumen de productos agrarios que reenvía meramente transformados pero en un volumen igualmente importante a la ganadería.

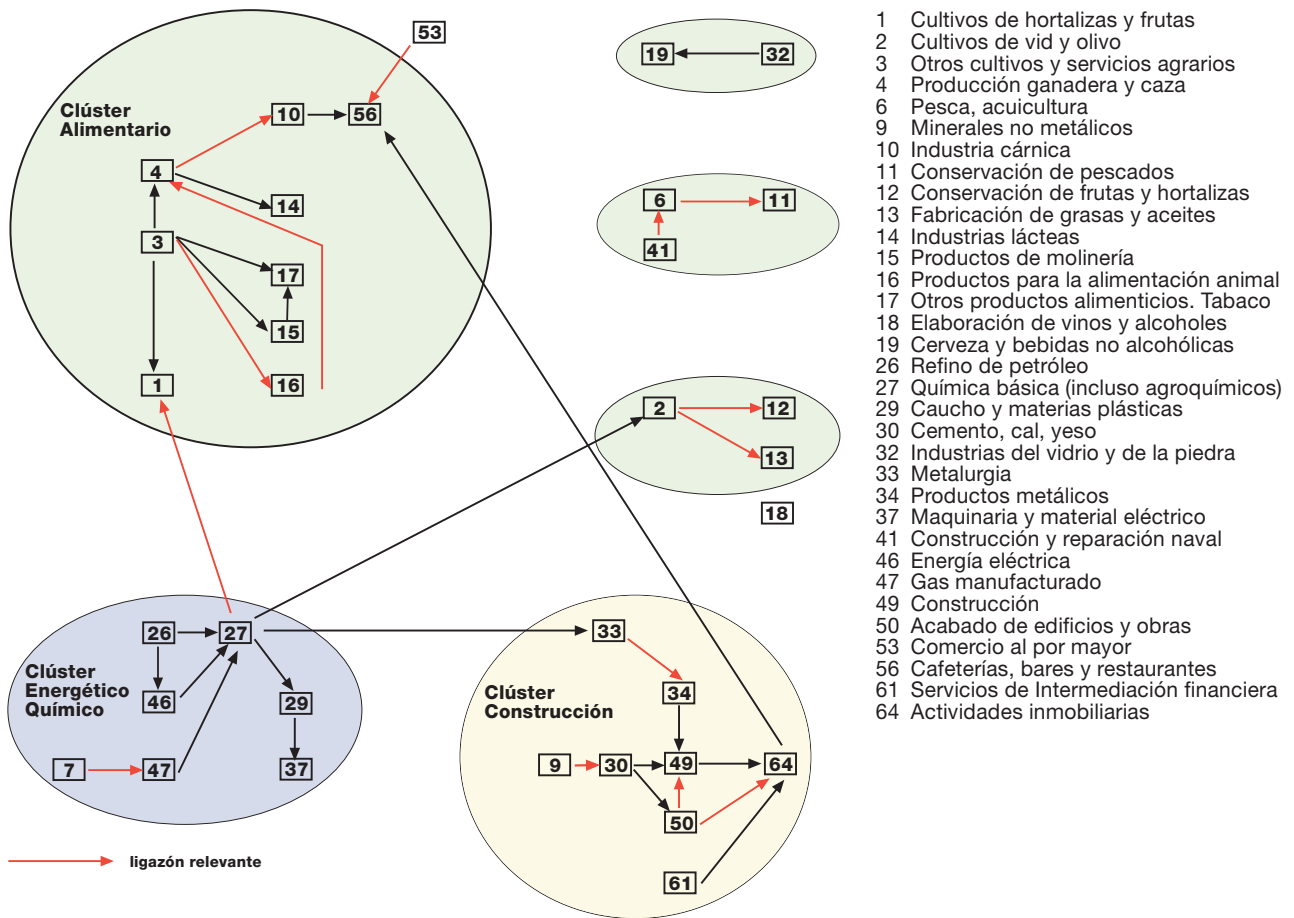
Un **cluster químico-energético** que, como se ha indicado, mantiene relaciones con el alimentario, pero que también lo hace con el cluster de la construcción y sus materiales de nuevo a través de la rama química básica. Esta última rama hace así de auténtica bisagra entre los tres cluster que quedan interconectados.

Un **cluster de la construcción y sus materiales** que, se ha dicho, mantiene relaciones con el químico-energético, pero también con el cluster alimentario a través de una relación entre bares y cafeterías y la rama inmobiliaria.

Un **cluster de la madera** independiente con rama de cabecera en la silvicultura y que comprende todos sus derivados, de muebles a papel, publicidad, artes gráficas...

Se obtiene, por último, varios cluster de menor tamaño, incluso simples parejas de ramas, de carácter independiente: pesca y su conservación, textil, actividades sanitarias, servicios sociales...

**Gráfico nº1. Cluster a partir del método de triple restricción**



## 7. Medición de los clusters; cluster claves

Una vez identificados los cluster principales de la economía andaluza, el paso siguiente puede ser la cuantificación de su importancia, para lo cual se aplicarán técnicas ya habituales en el análisis input output. Este análisis, como se recoge en varios capítulos de este libro, surgió con los trabajos de Hirschman (1958), Chenery y Watanabe (1958) y Rasmussen (1956) principalmente. Posteriormente fue continuado con otras metodologías, una de las cuales es la extracción hipotética, iniciada por Strassert (1968) y continuada por otros autores como Cella (1984), Sonis et al (1995) y Dietzenbacher y Van der Linden (1997), entre otros.

En líneas generales, el análisis estructural en un marco input-output se centra en analizar y caracterizar los sectores económicos. Una forma bastante habitual de efectuar tal caracterización es a partir de la determinación de los eslabonamientos hacia atrás (BL) y hacia delante (FL) de cada rama productiva y, a partir de ellos, establecer una clasificación como sigue:

**Cuadro 1. Clasificación de los sectores según los eslabonamientos hacia atrás y hacia delante**

	BL <sup>R</sup> < Promedio	BL <sup>R</sup> > Promedio
FL <sup>R</sup> < Promedio	Sectores independientes	Sectores impulsores de economía
FL <sup>R</sup> > Promedio	Sectores base o estratégicos	Sectores claves

Los sectores *base* o *estratégicos* presentan unos eslabonamientos hacia atrás menores que el promedio y hacia delante por encima de la media. Las ramas con fuerte arrastre o *impulsoras* de la economía demandan inputs de otros sectores, por tanto, destacan debido al estímulo que generan en la producción de bienes intermedios. Los denominados sectores *claves* presentan unos eslabonamientos hacia atrás y hacia delante por encima de la media, siendo importantes por la oferta y la demanda que generan en el resto de sectores. Las ramas *independientes* o *islas* provocan un menor impacto en la

economía dado que su desarrollo no afecta en demasía ni a los sectores a los que demandan ni a los que emplean sus productos. Para determinar la importancia de un cluster se aplicará la anterior clasificación, es decir, un cluster será *clave* si presenta un BL y FL por encima del promedio, *impulsor* si el BL supera la media y *base* si es el FL el que está sobre ella. Por otra parte, y como ya se ha señalado, existen diferentes formas de cuantificar los eslabonamientos; una de ellas es la denominada extracción hipotética, técnica que se empleará en este trabajo.

### Extracción hipotética: revisión de los principales métodos

Aunque existen algunos antecedentes, puede decirse que la metodología de extracción se perfila definitivamente con el trabajo de Strassert (1968), trabajo que quiso ser una alternativa a los métodos clásicos de medición de interdependencias (linkages). El autor propuso cuantificar el efecto que se ocasionaría en una economía si se extrajera, hipotéticamente, una rama (o conjunto de ellas), para lo cual sugirió, literalmente, su eliminación (fila y columna). A continuación, definió el eslabonamiento asociado a una rama como el cambio que experimenta el output una vez que ésta es extraída. Cuanto mayor sea la variación de la producción mayor será su peso. Si se analiza así la rama k-ésima, se tendría el siguiente eslabonamiento total:

$$L(k) = \sum_{i=1}^n [x_i - \bar{x}_i(k)] \quad (1)$$

Donde  $L(k)$  representa el eslabonamiento total de la rama analizada,  $x_i$  es su output antes de la extracción y  $\bar{x}_i(k)$ , el output después de la misma.

El modelo de Leontief señala que  $x=(I-A)^{-1}y$  (2) donde  $x$  representa el output total,  $(I-A)^{-1}$  es la inversa de Leontief e  $y$  la demanda final. Por lo tanto,

$$\bar{x}(k) = [I - \bar{A}(k)]^{-1} \bar{y}(k) \quad (3)$$

Siendo  $\bar{A}(k)$  la matriz de coeficientes técnicos de dimensión  $(n-1)(n-1)$ , ya que se ha eliminado la fila y columna del sector k-ésimo.  $\bar{x}(k)$  e  $\bar{y}(k)$ , representarán los vectores de output y demanda final, respectivamente, ambos de dimensión  $(n-1)$ . Y dados los valores que toman tanto  $y(k)$  como  $\bar{y}(k)$ ,  $\bar{x}(k)$  es menor que  $x$ , esto es,  $\bar{x}_i(k) < x_i$ ,  $\forall i=1,2,\dots,k-1, k+1,\dots,n$ , donde,  $\bar{x}(k)$  es obtenido como si el sector k-ésimo no existiera en la economía y no generase relaciones con otras actividades productivas, mientras que  $x$  se determina, simplemente, eliminando el output final de ese sector. La suma de las diferencias entre los elementos de  $x_r$  y  $\bar{x}_r(k)$  puede considerarse como la medida del eslabonamiento total del sector analizado con el resto de la economía. El BL se obtiene, por ejemplo, aplicando alguna metodología clásica y el FL se determina por la diferencia entre el encadenamiento total  $L(k)$  y el BL; por lo tanto, el FL se obtiene de manera indirecta.

Se ha criticado esta metodología dado que no presenta separadamente el FL y el BL (Cella (1984), Clements (1990) y Dietzenbacher y Van der Linden (1997). Además, se ha señalado que la extracción completa del sector, fila y columna, es taxativa (Dietzenbacher y Van der Linden, 1997).

Cella (1984) retoma la idea de Strassert y propone obtener el encadenamiento total como la suma de BL y FL, para lo cual, asume que el sector que se extrae no compra ni vende productos intermedios; de esta forma el encadenamiento total para el i-ésimo sector se obtiene como la diferencia entre el output de la economía completa menos el de la i-ésima rama.

La operatoria de los métodos de extracción hipotética se basa, en términos generales, en la utilización de matrices particionadas, de esta forma,  $A_{ij}$  representan submatrices de

coeficientes técnicos; en concreto,  $A_{jj}$  recoge las relaciones dentro del bloque de sectores que se desea extraer,  $A_{jr}$  y  $A_{rj}$  muestran los intercambios de las ramas analizadas con el resto de la economía y  $A_{rr}$  refleja el comportamiento del resto de la economía. Es decir, representando de esta manera el modelo de Leontief, se tiene

$$\begin{bmatrix} x_j \\ x_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A_{jj} & A_{jr} \\ A_{rj} & A_{rr} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} y_j \\ y_r \end{bmatrix} \quad (4)$$

Donde  $x_j$  hace referencia al output total del grupo que se extrae  $j$  y  $x_r$  al del resto de los sectores,  $y_j$  e  $y_r$  representan la demanda final de ambos bloques. Aplicando las fórmulas habituales para determinar la inversa de una matriz particionada, se obtiene:

$$\begin{bmatrix} x_j \\ x_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H & HA_{jr}G_{rr} \\ G_{rr}A_{rj}H & G_{rr}(I + A_{rj}HA_{jr}G_{rr}) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_j \\ y_r \end{bmatrix} \quad (5)$$

Con  $G_{rr}=(I-A_{rr})^{-1}$  y  $H=(I-A_{jj})-A_{jr}G_{rr}A_{rj}^{-1}$ .

Por otra parte, si se supone que no existen relaciones entre ambos grupos, es decir, que el bloque  $j$  no compra ( $A_{rj}=0$ ) ni vende ( $A_{jr}=0$ ) bienes intermedios al resto de ramas, se llega a:

$$\begin{bmatrix} \bar{x}_j \\ \bar{x}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{jj} & 0 \\ 0 & A_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x}_j \\ \bar{x}_r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_j \\ y_r \end{bmatrix} \quad (6)$$

Donde  $\bar{x}_j$  y  $\bar{x}_r$  representan a los vectores de output de los bloques  $j$  y  $r$  después de la extracción. Operando en la expresión anterior y denotando  $G_{jj}=(I-A_{jj})^{-1}$

$$\begin{bmatrix} \bar{x}_j \\ \bar{x}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} G_{jj} & 0 \\ 0 & G_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_j \\ y_r \end{bmatrix} \quad (7)$$

El eslabonamiento total TL puede definirse del siguiente modo:  $TL = i'(x - \bar{x})$ , donde  $x(\bar{x})$  representa el output de los bloques antes (después) de la extracción, e  $i'$  es un vector columna cuyos elementos son unos. Se obtiene, por tanto, el eslabonamiento total a partir de la expresión siguiente:

$$\begin{bmatrix} x_j - \bar{x}_j \\ x_r - \bar{x}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H - G_{jj} & HA_{jr}G_{rr} \\ G_{rr}A_{rj}H & G_{rr}A_{rj}HA_{jr}G_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_j \\ y_r \end{bmatrix} \quad (8)$$

Dado que el eslabonamiento total se define como la suma de los BL y FL, podemos escribir

$$ET_j = BL_j + FL_j = i_j'(HG_{jj}) + i_r'(G_{rr}A_{rj}H)y_j + i_j'(HA_{jr}G_{rr}) + i_r'(G_{rr}A_{rj}HA_{jr}G_{rr})y_r$$

La metodología de Cella permite separar el intercambio propio del sector del resto de ramas, es decir,  $G_{jj}y_j$  y  $G_{rr}y_r$ , así como posibilitar la determinación de los eslabonamientos hacia atrás y hacia delante de una forma directa. Sin embargo, esta propuesta no está exenta de críticas, entre las que podemos señalar las siguientes:

Los eslabonamientos no son simétricos, lo cual dificulta la comparación con otras metodologías (Andreosso-O'Callaghan

y Yue, 2000). El empleo de la matriz de coeficientes en lugar de la de distribución para determinar adecuadamente los BL y FL, ya que algunos de los términos del eslabonamiento hacia atrás deberían formar parte del FL y viceversa (Clements, 1990, Cai y Leung, 2004). Sonis et al (1995) indican que, en lugar de efectuar la extracción de un sector de la economía, sería más adecuado realizar una descomposición del mismo separando el sector que se analiza del resto; esta crítica surge de la propuesta que se recoge a continuación.

### Cambio de planteamiento: Sonis, Guilhoto, Hewings y Martins

Estos autores en su trabajo "Linkages, key Sectors, and Structural Change: Some New Perspectives" publicado en 1995, indican que el planteamiento de Cella es correcto, pero difieren en cuanto a la forma en que se lleva a la práctica. Consideran que es más apropiado separar una rama del resto de la economía que extraerla y, para ello, proponen descomponer la matriz A en los siguientes términos:

$$A = \begin{bmatrix} A_{jj} & A_{jr} \\ A_{rj} & A_{rr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{jj} & A_{jr} \\ A_j & 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & A_{rr} \end{bmatrix} = A_j + A_r \quad (9)$$

donde  $A_j$  representa las relaciones del sector separado del resto de la economía y  $A_r$  se refiere al resto de ramas. Consideran que se debe eliminar completamente tanto el intercambio como la demanda interna de la rama que se desea analizar. Partiendo nuevamente del modelo de Leontief se pueden escribir las siguientes igualdades:

$$L = P_2 P_1 \quad L = P_1 P_2$$

$$\text{Con } P_1 = (I - A_r)^{-1}, P_2 = (I - P_1 A_j)^{-1}, P_3 = (I - A_j P_1)^{-1} \text{ y } L = (I - A)^{-1}.$$

Obteniendo la inversa de las matrices  $P_1$  y  $P_2$  y descomponiendo esta última se llega a las expresiones siguientes:

$$L = P_2 P_1 = \begin{bmatrix} I & 0 \\ G_{rr} A_{rj} & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & A_{jr} \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & G_{rr} \end{bmatrix} \quad (10)$$

donde  $P_2$  es

$$P_2 = \begin{bmatrix} I & 0 \\ G_{rr} A_{rj} & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & A_{jr} \\ 0 & I \end{bmatrix} \quad (11)$$

Se define el BL "puro" como  $BL_j^p = i' G_{rr} A_{rj} x_j$ . Por lo que se refiere a la determinación del FL se procede de la misma forma, es decir,

$$L = P_1 P_3 = \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & G_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ A_{rj} & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & A_{jr} G_{rr} \\ 0 & I \end{bmatrix} \quad (12)$$

La matriz  $P_3$  toma la forma

$$P_3 = \begin{bmatrix} I & 0 \\ A_{rj} & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & A_{jr} G_{rr} \\ 0 & I \end{bmatrix} \quad (13)$$

Por lo tanto, el FL "puro" se obtiene a partir de la expresión siguiente:  $FL_j^p = A_{jr} G_{rr} x_r$ .

En lo referente a las críticas que se le hacen a esta propuesta, puede señalarse que la determinación del FL no se considera correcta, ya que  $G_{rr}$  representa la cantidad de inputs que requiere el resto de la economía para satisfacer una demanda de  $y_r$ , por lo tanto, el producto  $G_{rr} x_r$  no tiene sentido; además, en su cálculo no se tiene en cuenta la matriz de Ghosh (Andreosso-O'Callaghan y Yue, 2000).

### Retorno a la ortodoxia: método de Dietzenbacher y Van der Linden

Dietzenbacher y Van der Linden (1997) plantean la obtención de los encadenamientos a partir de la extracción hipotética señalando que la forma más adecuada de determinarlos es a partir de la metodología de Cella, pero empleando el modelo de Leontief para el cálculo del BL y el de Ghosh para la determinación del FL. Para obtener el  $BL_j^{D-VDL}$  consideran que el sector que se analiza no se interrelaciona con otros, es decir, no compra inputs ( $A_{jj} = A_{jr} = 0$ ).

$$\bar{x}(j) = \begin{bmatrix} \bar{x}_j \\ \bar{x}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & A_{jr} \\ 0 & A_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{x}_j \\ \bar{x}_r \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} y_j \\ y_r \end{bmatrix} \quad (14)$$

Operando convenientemente en la ecuación anterior, se llega a

$$\bar{x}(j) = \begin{bmatrix} \bar{x}_j \\ \bar{x}_r \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & A_{jr} G_{rr} \\ 0 & G_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_j \\ y_r \end{bmatrix} \quad (15)$$

Y dado que  $d(j) = i' [x - \bar{x}(j)]$  se obtiene:

$$d(j) = \begin{bmatrix} i_j & i_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} H - I & (H - I) A_{jr} G_{rr} \\ G_{rr} A_{rj} H & G_{rr} A_{rj} H A_{jr} G_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_j \\ y_r \end{bmatrix} \quad (16)$$

En donde, operando se deriva la expresión siguiente:

$$d(j) = [(H - I) + i'_j (G_{rr} A_{rj} H)] y_j + [(H - I) A_{jr} G_{rr} + i'_r (G_{rr} A_{rj} H A_{jr} G_{rr})] y_r \quad (17)$$

Si se expresa el BL en términos relativos, su fórmula de cálculo será:

$$BL_j^{D-VDL} = 100 \left( \frac{d(j)}{x_j} \right)$$

Con la finalidad de cuantificar el  $FL_j^{D-VDL}$ , Dietzenbacher y Van der Linden parten del supuesto que el sector  $i$ -ésimo no se interrelaciona con el resto, lo cual da lugar a que la fila correspondiente de la matriz de distribución sea cero, es decir, la rama no vende inputs ni a sí misma ni al resto de la economía ( $B_{ii} = B_{ir} = 0$ ).

$$x'(i) = \begin{bmatrix} \bar{x}_i & \bar{x}_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ B_{ri} & B_{rr} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_i & v_r \end{bmatrix} \quad (18)$$



Donde  $\bar{x}^{(i)}$  es la transpuesta del output total de la rama  $i$ -ésima,  $v_j$  y  $v_r$  representan el valor añadido de los sectores extraídos y del resto de la economía, respectivamente.

El FL se obtiene a partir de la expresión  $d(i)=[x'-\bar{x}^{(i)}]i$ , que formulada matricialmente es

$$d(i) = [v_i \ v_r] \begin{bmatrix} \hat{H} - I & \hat{H}B_{ir}W_{rr} \\ W_{rr}B_{ri}(\hat{H} - I) & W_{rr}B_{ri}\hat{H}B_{ir}W_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_i \\ i_r \end{bmatrix} \quad (19)$$

donde  $W_{rr}=(I-B_{rr})^{-1}$ . O análogamente,

$$d(i) = v_i[(\hat{H} - I) + (\hat{H}B_{ir}W_{rr})i_i] + v_r[W_{rr}B_{ri}(\hat{H} - I) + W_{rr}B_{ri}\hat{H}B_{ir}W_{rr}i_r]$$

Finalmente, el FL relativo será:  $FL_i^{D-VDL} = 100 \left( \frac{d(i)}{x_i} \right)$ .

En los últimos años han continuado apareciendo distintos planteamientos en el campo de la extracción hipotética, aunque más que nuevas propuestas son reformulaciones de otras ya existentes, así podemos señalar la de Duarte, Sánchez-Chóliz y Bielsa (2002), que se refieren básicamente a sectores verticalmente integrados y Cai y Leung (2004) que reformulan las propuesta de Cella y Sonis.

### Importancia de los cluster andaluces

Nuestra propuesta para determinar la importancia de los cluster andaluces se basa en los planteamientos propuestos por Rasmussen (1956) para cuantificar la relevancia de los sectores económicos. Dicho autor considera dos aspectos que analizados conjuntamente, permiten caracterizar a un sector como clave: el valor de sus encadenamientos y la dispersión de sus efectos por la economía. Es decir, emplea para clasificar a los sectores los encadenamientos y el coeficiente de variación de Pearson. Siguiendo esta propuesta, añadiremos sin embargo algunas modificaciones. Por lo que se refiere a la determinación de los eslabonamientos aplicaremos la metodología de extracción hipotética y, para la consideración de la distribución de las compras y ventas en el mercado, emplearemos medidas derivadas de la teoría de la información.

Comenzaremos a caracterizar los cluster a partir del cálculo de los encadenamientos aplicando el método de extracción propuesto por Dietzenbacher y Van der Linden. Se empleará este planteamiento por considerarlo más adecuado que los otros comentados; la extracción no es tan taxativa como la que propone Strassert y posibilita determinar los encadenamientos de forma directa. Permite además calcular eslabonamientos simétricos y emplea la matriz de Ghosh en la cuantificación del FL.

La importancia del cluster dependerá del valor que alcancen los eslabonamientos hacia delante y hacia atrás. La determinación de los primeros se efectuará a partir de la matriz de coeficientes técnicos y los segundos a partir de la matriz de distribución. Para efectuar la extracción, se reordenará la matriz de flujos de manera que los sectores que forman parte del mismo cluster se encuentren situados consecutivamente. Considérese la tabla inicial de flujos intermedios siguiente:

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{n1} & X_{n2} & \dots & X_{nn} \end{bmatrix}$$

a partir de la cual se efectuará la reordenación señalada, y cada grupo de sectores que forme un cluster podrá ser entendido como una submatriz que se obtenga de la partición de la matriz inicial. De esta manera se obtendrá:

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1s} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2s} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{s1} & C_{s2} & \dots & C_{ss} \end{bmatrix}$$

Es decir, se habrán determinado  $s$  cluster ( $s < n$ ) y así, por ejemplo,  $C_{11}$  representará una matriz que recoge los flujos entre los sectores que constituyen el primer cluster. De la misma manera  $C_{i1}$  y  $C_{1j}$ ,  $\forall i, j \neq 1$  recogerán las relaciones de los sectores del cluster 1 con el resto de los cluster. Se determinarán los coeficientes técnicos de la matriz  $C$  y se obtendrá, a partir de ella, una nueva tabla particionada que se denotará por  $A$ :

$$\begin{bmatrix} A_{jj} & A_{jr} \\ A_{rj} & A_{rr} \end{bmatrix}$$

$A_{jj}$  representará las relaciones de los sectores que forman parte del cluster con ellos mismos, mientras que  $A_{jr}$  y  $A_{rj}$  mostrarán los vínculos de las ramas del conglomerado con las demás y finalmente  $A_{rr}$  representará las relaciones de los sectores fuera del cluster.

Como puede observarse

$$A_{jj} = C_{11}, A_{jr} = [C_{12}, C_{13}, \dots, C_{1s}], A_{rj} = [C_{21}, C_{31}, \dots, C_{n1}] \text{ y}$$

$$A_{rr} = \begin{bmatrix} C_{22} & \dots & C_{2s} \\ \dots & \dots & \dots \\ C_{s2} & \dots & C_{ss} \end{bmatrix}$$

A continuación se procederá a determinar los encadenamientos asociados al cluster analizado empleando la técnica de Dietzenbacher y Van der Linden. Por lo tanto, y como ya se ha señalado, se determinarán los eslabonamientos hacia delante y hacia atrás de la siguiente manera

$$BL_j^{D-VDL} = 100 \left( \frac{[(H - I) + i_j(G_{rr}A_{jj}H)]y_j + [(H - I)A_{jr}G_{rr} + i_j(G_{rr}A_{jj}HA_{rr}G_{rr})]y_r}{x_j} \right)$$

De la aplicación de las anteriores expresiones a los cluster ya identificados se han derivado finalmente los resultados que se recogen en la tabla número nº 2. Es preciso notar que la clasificación que se muestra sólo considera los valores de los encadenamientos y que es por tanto preliminar.

$$FL_i^{D-VDL} = 100 \left( \frac{v_i[(\hat{H} - I) + (\hat{H}B_{ir}W_{rr})i_i] + v_r[W_{rr}B_{ri}(\hat{H} - I) + W_{rr}B_{ri}\hat{H}B_{ir}W_{rr}i_r]}{x_i} \right)$$

## Cuadro 2. Clasificación de los cluster

Cluster	BL <sub>j</sub>	FL <sub>j</sub>	Clasificación
Cluster alimentario	1,1738	0,5981	Impulsor
Cluster químico-energético	0,6616	0,9754	Independiente
Cluster construcción	1,0624	1,0292	Clave
Cluster madera	1,1019	1,3970	Clave

Como se puede apreciar, el cluster alimentario se muestra como *impulsor* de la economía andaluza, dado que su BL supera la unidad y su FL está bajo ella. Se caracterizan, por tanto, por “arrastrar” a otros sectores estimulando su producción. El conglomerado químico-energético puede ser calificado como *independiente* al presentar ambos eslabonamientos por debajo de la media. Las agrupaciones formadas por sectores relacionados con la construcción y con la madera, aparecen como *claves* para la economía andaluza, es decir, propician el crecimiento económico al demandar bienes intermedios de otros sectores y a su vez ofrecen sus bienes al resto de la economía. Aunque también es cierto que el cluster madera presenta una caracterización de sector clave más sólida que la del conglomerado de la construcción, ya que los valores de este último se encuentran rayando la unidad.

Los eslabonamientos anteriormente calculados pueden considerarse como globales, ya que se ha analizado cada conglomerado como un bloque único, sin embargo, también es cierto que se pueden diferenciar dentro de cada uno de ellos, por un lado, los flujos establecidos dentro del propio cluster, es decir, compras o ventas entre los sectores que forman el conglomerado y, por otro, las que se realizan con el resto de ramas de la economía (inter cluster). Con el objetivo de profundizar en el análisis de los conglomerados determinados en la economía andaluza se va a efectuar una descomposición de los eslabonamientos hacia atrás y hacia delante propuestos por Dietzenbacher y Van der Linden en estas dos componentes. Para llevar a cabo dicha descomposición nos basaremos en los trabajos de Miyazawa (1971), Sonis, Hewings y Miyazawa (1997) y Hewings et al (1999).

Comenzaremos por referirnos al eslabonamiento hacia atrás. La matriz A de coeficientes técnicos puede descomponerse en dos submatrices de la siguiente forma

$$A = \begin{bmatrix} A_{jj} & A_{jr} \\ A_{rj} & A_{rr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & A_{jr} \\ 0 & A_{rr} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} A_{jj} & 0 \\ A_{rj} & 0 \end{bmatrix} = A_j + A_r \quad (20)$$

Se puede observar que la primera matriz corresponde al supuesto de extracción que consideran Dietzenbacher y Van der Linden: las compras del cluster son nulas tanto dentro del propio cluster como en el resto de la economía. Nótese que

$$d(j) = i' \left[ (I - A)^{-1} - (I - A_j)^{-1} \right] y$$

Si descomponemos aditivamente la matriz inversa de Leontief (Sonis, Hewings y Miyazawa (1997) y Hewings et al (1999) se tiene

$$L = L_j + (M_L - I)L_j$$

Donde L es la inversa de Leontief (completa),

$$M_L = L(I - A_j) = (I - L_j A_r)^{-1} \text{ y } L_j = (I - A_j)^{-1}.$$

Por lo tanto,  $d(j) = i'(L - L_j)y$  el eslabonamiento podría descomponerse como  $(M_L - I)L_j$ , esto es,

$$d(j) = i' \left( \begin{bmatrix} D_j & 0 \\ D_r A_{rj} G_{jj} & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} I & A_{jr} G_{rr} \\ 0 & G_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_j \\ y_r \end{bmatrix}$$

Si descomponemos nuevamente la primera matriz, tenemos

$$d(j) = i' \left( \begin{bmatrix} D_j & 0 \\ 0 & D_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ A_{rj} G_{jj} & 0 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} \right) \begin{bmatrix} I & A_{jr} G_{rr} \\ 0 & G_{rr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_j \\ y_r \end{bmatrix}$$

Se puede observar que la primera matriz está formada por los denominados multiplicadores extendidos de Leontief, es decir,  $D_j = [I - A_{jj} - A_{jr} G_{rr} A_{rj}]^{-1}$  y  $D_r = [I - A_{rr} - A_{rj} G_{jj} A_{jr}]^{-1}$ . Son las inversas de los denominados complementos de Schur  $S_j = A_{jj} + A_{jr} G_{rr} A_{rj}$  y  $S_r = A_{rr} + A_{rj} G_{jj} A_{jr}$ , los cuales pueden ser interpretados como efectos de retroalimentación. Además es posible, a su vez, descomponerlos en el producto de los multiplicadores internos y externos de Miyazawa, esto es, los multiplicadores internos se representan por  $G_{jj}$  y  $G_{rr}$ , el primero recoge la propagación de los efectos dentro del cluster y el segundo, en el resto de la economía. Mientras que los externos recogen las relaciones entre cluster, es decir,  $\Delta_j = [I - G_{jj} A_{jr} G_{rr} A_{rj}]^{-1}$  y  $\Delta_r = [I - G_{rr} A_{rj} G_{jj} A_{jr}]^{-1}$ . Por lo tanto, los multiplicadores extendidos tomarán la forma siguiente:  $D_j = \Delta_j G_{jj}$  y  $D_r = \Delta_r G_{rr}$ . Por último,  $A_{rj} G_{jj}$  representa las compras del cluster al resto de la economía las cuales se propagarán dentro del mismo. De la misma forma,  $A_{jr} G_{rr}$  muestran las

compras del resto de la economía en el cluster estudiado y que luego se propagarán a través de ella.

A partir de la descomposición efectuada, tendríamos de dos nuevos índices que podrían ayudarnos a caracterizar los cluster: un indicador del peso de los flujos internos, medidos a través del multiplicador interno de Miyazawa, y otro de la importancia de las relaciones entre cluster, definido a partir del multiplicador externo.

El anterior planteamiento puede replicarse en términos del FL, ahora el multiplicador interno del cluster tomaría la expresión  $W_{ii}=(I-B_{ii})^{-1}$  y el externo  $\Delta_j=[I-W_{ii}B_{ij}W_{jr}B_{ri}]^{-1}$ .

Los resultados obtenidos se presentan en la tabla siguiente:

**Cuadro 3. Descomposición de los encadenamientos**

	BL interno	FL interno	BL externo	FL externo
Cluster alimentario	1,1365	1,0742	0,9990	1,0001
Cluster químico-energético	0,9497	0,8960	0,9927	1,0049
Cluster construcción	0,9773	1,1227	1,0121	1,0190
Cluster madera	0,9365	0,9071	1,0030	1,0028

Por lo que se refiere a los BL y FL internos, se puede apreciar que los valores más elevados (por encima de la media) aparecen en el cluster alimentario, por lo tanto, podría considerarse como clave si sólo se tuviesen en cuenta los flujos dentro del propio conglomerado. Por lo que se refiere a las compras y ventas de cada uno de los cluster determinados con el resto de la economía, se puede apreciar que son los de construcción y madera los que podrían ser considerados como claves desde esta óptica; por lo tanto, cabe señalar que dichos conglomerados son claves en un sentido global, debido al peso que tienen sus relaciones con el resto de la economía, más que a las relaciones que establecidas en su interior. Como se puede apreciar, los comportamientos que aquí se observan avalan los resultados anteriormente obtenidos.

#### Caracterización del cluster a partir de la densidad de sus relaciones

Hasta aquí sólo hemos considerado la importancia en el output total del cluster extraído, es decir, un conglomerado será más importante de acuerdo al peso que tiene su producción, pero también puede ser interesante analizar la distribución de los flujos comerciales dentro de cada cluster. Es decir, un cluster puede ser caracterizado como clave de acuerdo a su output, pero, sin embargo, la red que constituyen sus flujos puede ser poco densa, es decir, se establecen vínculos entre un pequeño número de sectores y no con la mayoría (totalidad) de los mismos. Para analizar la distribución de las compras/ventas sectoriales se pueden emplear medidas derivadas de la teoría

estadística de la información, una de ellas es el índice cuadrático, el cual puede ser definido de la siguiente manera:

Dada  $\xi$  una variable aleatoria discreta con distribución de probabilidad  $\mathbf{P}=(p_1, p_2, \dots, p_n)$ , se puede establecer la siguiente definición de entropía de grado  $\beta$  ( $\beta \neq 1$ ),  $\beta > 0$ :

$$H^\beta(\xi) = H^\beta(p_1, \dots, p_n) = \frac{1}{2^{1-\beta} - 1} \sum_i (p_i^\beta - p_i) \quad (21)$$

Siendo  $\beta$  el parámetro que caracteriza a esa familia. Para el valor concreto  $\beta=2$  surge la denominada entropía cuadrática; así pues, se define la entropía cuadrática a partir de la expresión

$$H^2(\xi) = 2 \sum_i p_i(1 - p_i) = 2 \left[ 1 - \sum_i p_i^2 \right] \quad (22)$$

Esta medida está acotada entre cero y  $2\left(1 - \frac{1}{n}\right)$ ,

alcanzando su menor valor en el caso de que la distribución sea degenerada, esto es, cuando son nulas n-1 probabilidades y la restante toma el valor uno y el máximo cuando las probabilidades son coincidentes.

Dado que nuestro interés se centra en la determinación de la incertidumbre asociada a una tabla input-output, consideraremos una variable aleatoria bidimensional, que presenta una probabilidad conjunta  $p_{ij}$ . Como puede apreciarse, para aplicar estos conceptos de teoría de la información a una tabla input-output se necesita un sistema de

probabilidades<sup>7</sup> que puede establecerse al dividir cada celda de los consumos intermedios entre el total de los mismos, esto es,

$$p_{ij} = \frac{z_{ij}}{Z}$$

donde  $z_{ij}$  son los consumos intermedios y  $Z = \sum_i \sum_j$  es el total de dichos consumos.

La medida de entropía bidimensional será  $H^2(\xi, \eta) = 2 \left[ 1 - \sum_i \sum_j p_{ij}^2 \right]$ , la cual permite cuantificar lo diversificado que está un cluster: a medida que este índice se aproxime a su cota superior más diversificada estará la rama estudiada, ya que más uniformemente repartidos están sus consumos intermedios. Y viceversa si se aproxima a 0, en este

caso un sector presentará una estructura productiva más concentrada.

En la práctica, en lugar de emplear la entropía se trabaja con el índice cuadrático de concentración, que es la mitad de la entropía cuadrática, es decir,

$$I^2(\xi, \eta) = \left[ 1 - \sum_i \sum_j p_{ij}^2 \right]$$

A partir de la expresión anterior se ha procedido a determinar la densidad de las relaciones tanto en compras como en ventas global y dentro y entre cluster. Se han expresado dichas densidades en términos relativos con respecto a su cota superior, para efectuar una comparación más clara al estar constituidos los cluster por distinto número de sectores.

#### Cuadro 4. Densidad global de las compras y ventas de los cluster

	Densidad compras	Densidad ventas
Cluster alimentario	0,9369	0,9112
Cluster químico-energético	0,9706	0,9822
Cluster construcción	0,9746	0,9427
Cluster madera	0,9721	0,9632

Los valores son en general elevados, bastante próximos a sus cotas superiores. El cluster alimentario es el que presenta unas compras y ventas más concentradas, es decir, menos densas. El conglomerado de la construcción muestra la mayor densidad en compras seguido de cerca por el de madera. Las agrupaciones químico-energética y madera son las menos concentradas en ventas. Si consideramos, al igual que Rasmussen, que un sector clave es aquel que tiene elevados encadenamientos y elevada dispersión de sus efectos,

podríamos caracterizar de esta forma al cluster de la madera, dado que verifica ambas condiciones.

Análogamente se puede también determinar la densidad de las relaciones dentro y entre cluster, de esa forma se tendrá una visión pormenorizada de los mismos. Los resultados de aplicar el índice cuadrático a los flujos dentro y entre cluster aparecen recogidos en el cuadro siguiente:

<sup>7</sup> Este aspecto está recogido en Tilanus y Theil (1965) o en Doblado (1988), entre otros.

**Cuadro 5. Descomposición de la densidad de las compras y ventas**

	Densidad compras "intra"	Densidad ventas "intra"	Densidad compras "inter"	Densidad ventas "intra"
Cluster alimentario	0,8568	0,8978	0,9839	0,9324
Cluster químico-energético	0,9106	0,9042	0,9805	0,9812
Cluster construcción	0,9081	0,9016	0,9731	0,9804
Cluster madera	0,8218	0,8304	0,9850	0,9705

Se puede apreciar que, en general, las densidades son elevadas, alcanzándose los valores más bajos en las compras y ventas dentro del cluster madera, es decir, las compras y ventas se encontrarían menos uniformemente repartidas. Se puede observar que las compras y ventas de cada cluster con respecto a los demás se encuentran menos concentradas que

en el interior del cluster. El conglomerado químico-energético es el que presenta un mayor valor del índice tanto en sus relaciones internas como externas, seguido de la construcción el cual también muestra elevados valores del índice y, por tanto, menores niveles de concentración en los flujos de compras y ventas.

## 8. Conclusiones

Los cluster de la economía andaluza han sido determinados mediante la técnica de grafos basada en un método de triple restricción que proporciona unos resultados que consideramos consistentes. Los conglomerados así determinados son fundamentalmente cuatro, el cluster alimentario, el químico-energético, el de construcción y el de madera.

Una vez que se han definido estas agrupaciones, el paso siguiente consistió en su análisis y caracterización; para ello se siguió el enfoque de Rasmussen, definiendo como claves aquellos sectores que tienen unos encadenamientos por encima de la media y a la vez presentan alta densidad en sus relaciones y vínculos de compras y ventas. Para determinar los eslabonamientos se aplicó el método de extracción hipotética de Dietzenbacher y Van der Linden, por considerarlo más adecuado que otros. Asimismo, se estudió la distribución de los efectos a través del índice cuadrático. De acuerdo a ambos

aspectos, cabe señalar que el sector de la madera sería clave, ya que cumple con ambos requisitos (elevados BL y FL y, a la vez, relaciones muy densas tanto en compras como en ventas). El análisis efectuado puede ampliarse si se descomponen los eslabonamientos y se determina qué componente, intra cluster o inter cluster, tiene más peso en el total. Si se considera sólo los encadenamientos dentro del cluster, el sector alimentario se denominaría como clave; en el caso de considerar sólo los BL y FL entre cluster, los conglomerados construcción y madera serían clave, es decir, son claves a nivel global por el peso que muestran sus compras y ventas entre cluster. Además, las relaciones dentro de cada cluster no son, en general, excesivamente densas; presentado un mayor valor del índice cuadrático las establecidas entre los distintos cluster.



## 9. Bibliografía

- Abbott, T.A. y Andrews, S.H. (1990): *The classification of manufacturing industries: an input based clustering of activity*, Discussion papers, US Census Bureau, CES 90-7.
- Andreosso-O'Callaghan, B y Yue, G (2000): Intersectoral Linkages and Key Sectors in China 1987-1997: An application of input-output linkage analysis. In: International input- output association, XIII International Conference on Input-Output Techniques, University of Macerata, Italy.
- Aroche-Reyes, Fidel (1996): "Important coefficients and structural change: a multi-layer approach", *Economic Systems Research*, 8, 3, 235-46.
- Aroche-Reyes, Fidel (2001): The question of identifying industrial complexes revisited: a qualitative perspective, *Input-Output Analysis: Frontiers and Extensions*, editores: Lahr, M.L. y Dietzenbacher, E. Palgrave Publishers Ltd (Macmillan Press Ltd.).
- Bergman E. M. y Lehner, P. (1995): Industrial cluster formation in European regions: *U.S. cluster templates and Austrian evidence*, SRE-Discussion 65, Wirtschaftsuniversität Wien, <http://www.wu-wien.ac.at/inst/sre>.
- Bergman, E. y Feser, E. J. (2000): "National Industry Cluster Templates: A Framework for Applied Regional Cluster Analysis", *Regional Studies*, Vol. 34, 1.
- Bergman, E. y Feser, E. J., Sweeney, S. (1996): *Targeting North Carolina manufacturing: understanding the state's economy through industrial cluster analysis*, Institute for Economic Development, University of North Carolina at Chapel Hill.
- Blin y Cohen (1977): "Technological Similarity and Aggregation in Input-Output Systems: A Cluster-Analytic Approach", *Review of Economics and Statistics*, 59.
- Bon, Ranko (1989): *Qualitative input-output analysis*, *Frontiers in Input-Output Analysis*, Oxford University Press, New York.
- Caber, B., Contreras, E. J. y Miravete, E. J. (1991): "Aggregation in Input-Output Tables: How to select the best cluster linkage", *Economic Systems Research*, 3.
- Cai, J. y Leung P (2005): An Alternative Interpretation of the "Pure" Linkage Measures. *The Annals of Regional Science*, 39(1):39-54.
- Cai, J. y Leung P (2007): Linkage Measures: a revisit and a suggested alternative. *Economic Systems Research*, 16(1):65-85.
- Campbell, John (1975): "Application of Graph Theoretic Analysis to Interindustry Relationships", *Regional Science & Urban Economics*, 5, 91-106.
- Cella, G. (1984): "The Input-Output Measurement of Interindustry Linkages," *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 46, 73-84.
- Chenery, H. B. & Watanabe, T. (1958): "International comparison of the structure of production", *Econometrica*, vol. XXVI, nº 26, pp. 487-521.
- Clements, Benedict J. (1990): "On the Decomposition and Normalization of Interindustry Linkages," *Economics Letters*, 33, 337-340.
- Czamanski S. y Ablas, L. A. (1979): Identification of industrial clusters and complexes: a comparison of methods and findings, *Urban Studies*, 16, 61-80.
- Czamanski, S. (1971): "Some empirical evidence of the strengths of linkages between groups of related industries in urban-regional complexes", *Papers, Regional Science Association*, 27.
- Czamanski, S. (1977): "Needless complexity in the identification on industrial complexes: A comment", *Journal of Regional Science*, 17, 3, 455-457.
- DeBreson, C. (1996): "Economic interdependence and innovative activity: an input output análisis", Edgar Elgar.
- Dietzenbacher, E., Van der Linden, J. y Steenge, J. (1993): "The Regional Extraction Method: EC Input-Output Comparisons," *Economic Systems Research*, 5, 185-206.
- Dietzenbacher, E., Van der Linden, J. (1997): "Sectoral and Spatial Linkages in the EC Production Structure," *Journal of Regional Science*, 37, 235-257.
- Doeringer, P.B. y Terkla, D.G. (1995): "Business strategy and cross-industry clusters", *Economic Development Quarterly*, 9, 225-37.
- Duarte, R., Sánchez-Chóliz, J. y Bielsa J. (2002): Water Use in the Spanish Economy: An input-output approach. *Ecological Economics*, 43(1): 71-85.
- Fanjul, O. y Segura J. (1977): *Dependencia productiva y exterior de la economía española 1962-1970*, Serie E, número 10, Fundación del INI, Madrid.



- Feser, E. y Sweeney, S. (2003): "Spatially binding linkages in manufacturing product chains." *Global Competition and Local Networks*, Ed. R. McNaughton and M. Green (New York, Ashgate). <http://www.planning.unc.edu/pdf/FeserPUBS/Chapter%205%20-20Feser%20and%20Sweeney.pdf>
- Fuentes, N.A. y Martínez-Pellgrini, S. (2003): "Identificación de clusters y fomento a la cooperación empresarial: el caso de Baja California", *Momento Económico*, 125.
- Harrigan, Frank J. (1982): "The relationship between industrial and geographical linkages: A case study of the United Kingdom", *Journal of Regional Science*, 22, 1.
- Hewings, G.J, Sonis, M., Madden, M., Kimura, Y. (1999): "Understanding and interpreting economic structure", New York, Springer their Multipliers within Input-Output Systems: Miyazawa Revisited, *Hitotsubashi Journal of Economics*, 34, pp. 33-44
- Hirschman, A. O. (1958): *The Strategy of Economic Development*, Yale University Press, New Haven, Connecticut.
- Hoen, A. (2000): *Three variations on identifying cluster*, National Innovation Systems: Workshops and Meetings of the Focus Group on Clusters, 8-9 May 2000, Utrecht, OCDE.
- Hoen, A. (2001, I): *An international comparison of national clusters*, Paper presented at the 41st Congress of the European Regional Science Association, August 29 - September 1, Zagreb, Croatia.
- Hoen, A. (2001, II): *Clusters: Determinants and effects*, CPB memorandum, Netherland Bureau for Economic Policy Analysis.
- Hoen, A. (2002): "Identifying Linkages with Cluster Based Methodology", *Economic Systems Research*, 14, 2.
- Lainesse, L. y Poussart, B. (2005): *Méthode de repérage des filières industrielles sur le territoire québécois basée sur les tableaux d'entrées-sorties*, Institut de la statistique du Québec, <http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/savoir/pdf2005/Introduction.pdf>
- Latham, W.R. (1977): "Needless complexity in the identification of industrial complexes: a reply", *Journal of Regional Science*, 17, 3, 459-461.
- Latham, William R. (1976): "Needless Complexity in the Identification on Industrial Complexes", *Journal of Regional Science*, 16,1, 45-55.
- Mesnard, Louis de (2001): "On boolean topological methods of structural analysis", *Input Output Analysis, Foundations and Extensions*, Palgrave Publishers Ltd., New York.
- Miyazawa, K. (1971): "An analysis of the interdependence between service and goods-producing sectors", *Hitotsubashi Journal of Economics*, 12, pp. 10-21.
- Morillas, A. (1983), *La teoría de grafos en el análisis input output. La estructura productiva andaluza*, E. Universidad de Málaga.
- O'hUallachain, B. (1984): "The identification of Industrial Complexes", *Annals of the Association of American Geographers*, 74, 420-6.
- Oosterhaven, J., Eding, G. & Stelder, D. (2001): "Cluster, linkages and interregional spillovers: methodology and policy implications for the two Duch mainports and the rural north", *Regional Studies*, 35, 9, 809-822.
- Peeters, L., Tiri, M. y Berwert, A. (2001): *Identification of techno-economic clusters using input-output data: Application to Flanders and Switzerland*. Innovative Clusters. Drivers of National Innovation Systems, OECD, Paris, pp.251-272.
- Rey, S.J. y Mattheis, D. J. (2000): *Identifying Regional Industrial Clusters in California*, California Center for Border and Regional Economic Studies, [http://www.ccbres.sdsu.edu/Community\\_Outreach/Workshops/workshop11/cluster\\_analysis.PDF](http://www.ccbres.sdsu.edu/Community_Outreach/Workshops/workshop11/cluster_analysis.PDF).
- Roepke H., D. Adams, y R. Wiseman (1974): "A new approach to the identification of industrial complexes using input-output data", *Journal of Regional Science*, 14, 15-29.
- Rosenfeld, S.A. (1997): Bringing business clusters into the mainstream of economic development, *European Planning Studies*, 5, 1, 3-23.
- Simpson, D. y Tsukui, J. (1965): "The fundamental structure of input output tables, an international comparison", *Review of Economics and Statistics*, 48, 4.
- Simpson, David & Tsukui, Jinkichi (1965): "The fundamental structure of input output tables, an international comparison", *Review of Economics and Statistics*, 48, 4, 434-446.
- Slater, P.B. (1977): "Needless complexity in the identification of industrial complexes: a reply", *Journal of Regional Science*, 17, 3, 459-461.
- Slater, P.B. (1977): "The Determination of Groups of Functionally Integrated Industries in the United States Using a 1967 Interindustry Flow Table", *Empirical Economics*, Vol. 2, 1, pp. 1-9.
- Sonis, M., Guilhoto, J., Hewings, G. y Martins, E. (1995): Linkages, Key Sectors, and Structural Change: Some New Perspectives. *The Developing Economics*, 33(3): 233-270.
- Sonis, M, Hewings, G.J and Miyazawa, K. (1997): "Synergetic Interactions within the pair-wise Hierarchy of Economic Linkages Sub-Systems", *Hitotsubashi Journal of Economics*, 38, pp. 183-199.
- Tiri, M., Moreau, R., Peeters L. (2000): *Identification of clusters in Switzerland*, OCDE.
- Yan, Chiou-shung y Ames, E. (1965): "Economic Interrelatedness", *Review of Economic Studies*, 32, 4.

**TIOAN 2000 diagonalizada**

	1	3	4	10	14	15	16	17	56	2	12	13	6	11	41	19	32	5	23	24	25	43	70	83	
1 Cultivos de hortalizas y frutas				F					F		F														
3 Otros cultivos y servicios agrarios	Bf		Bf		BF	Bf		BF	BF	Bf															
4 Producción ganadera y caza																									
10 Industria cárnica																									
14 Industrias lácteas																									
15 Productos de molinería																									
16 Alimentación animal																									
17 Otros productos alimenticios																									
56 Cafeterías, bares y restaurantes;																									
2 Cultivos de vid y olivo																									
12 Conservación de frutas y hortalizas																									
13 Fabricación de grasas y aceites																									
6 Pesca, acuicultura																									
11 Conservación de pescados																									
41 Construcción y reparación naval																									
19 Cerveza y bebidas no alcohólicas																									
32 Industrias del vidrio y de la piedra																									
5 Silvicultura																									
23 Madera y del corcho																									
24 Industria del papel																									
25 Edición, artes gráficas																									
43 Fabricación de muebles																									
70 Publicidad																									
83 Actividades cinematográficas																									
7 Extracción de prod. energéticos																									
26 Refino de petróleo																									
27 Química básica																									
29 Caucho y materias plásticas																									
37 Maquinaria eléctrico																									
46 Producción de energía eléctrica																									
47 Producción y distribución de gas																									
9 Extracción de minerales no metál.																									
30 Cemento, cal, yeso																									
33 Metalurgia																									
34 Fabricación de productos metálicos																									
49 Construcción de inmuebles																									
50 Acabado de obras																									
61 Intermediación financiera																									
64 Actividades inmobiliarias																									
40 Fabricación de vehiculos de motor																									
52 Reparación de vehiculos de motor																									
38 Fabricación de material electrónico																									
39 Equipo de precisión																									
20 Industria textil																									
21 Confección y de la peletería																									
22 Industria del cuero y del calzado																									
54 Comercio al por menor																									
57 Transporte terrestre																									
59 Anexas a los transportes																									
62 Seguros y planes de pensiones																									
63 Auxiliares financieros																									
68 Actividades jurídicas ...																									
69 Servicios técnicos de arquitectura ...																									
72 Actividades de limpieza																									
77 Sanidad no de mercado																									
78 Sanidad de mercado																									
79 Servicios sociales no de mercado																									
80 Servicios sociales de mercado																									
53 Comercio al por mayor																									
18 Elaboración de vinos y alcoholes																									
8 Extracción de minerales metálicos																									
28 Otros productos químicos																									
31 Productos cerámicos																									
35 Maquinaria y equipo mecánico																									
36 Máquinas de oficina																									
42 Otro material de transporte																									
44 Otras industrias manufactureras																									
45 Reciclaje																									
48 Agua																									
51 Comercio de vehiculos																									
55 Servicios hoteleros																									
58 Transporte marítimo y aéreo																									
60 Correos y telecomunicaciones																									
65 Alquiler de maquinaria y equipo																									
66 Actividades informáticas																									
67 Investigación y desarrollo																									
71 Servicios de investigación																									
73 Otros servicios a las empresas																									
74 Administración pública																									
75 Educación no de mercado																									
76 Educación de mercado																									
81 Saneamiento público																									
82 Actividades asociativas																									
84 Otras actividades recreativas																									
85 Servicios personales																									
86 Personal doméstico																									

CONTINUA →

	7	26	27	29	37	46	47	9	30	33	34	49	50	61	64	40	52	38	39	20	21	22	54	57	59		
1 Cultivos de hortalizas y frutas																					F						
3 Otros cultivos y servicios agrarios																											
4 Producción ganadera y caza																											
10 Industria cárnica																											
14 Industrias lácteas																											
15 Productos de molinería																											
16 Alimentación animal																											
17 Otros productos alimenticios																											
56 Cafeterías, bares y restaurantes;																											
2 Cultivos de vid y olivo																											
12 Conservación de frutas y hortalizas																											
13 Fabricación de grasas y aceites																											
6 Pesca, acuicultura																											
11 Conservación de pescados																											
41 Construcción y reparación naval																											
19 Cerveza y bebidas no alcohólicas																											
32 Industrias del vidrio y de la piedra						b						F															
5 Silvicultura																											
23 Madera y del corcho												F	f														
24 Industria del papel																											
25 Edición, artes gráficas																											
43 Fabricación de muebles																											
70 Publicidad																b									f		
83 Actividades cinematográficas																											
7 Extracción de prod. energéticos																											
26 Refino de petróleo			Bf					F		BF																	
27 Química básica			Bf					F		b																BF	b
29 Caucho y materias plásticas																											
37 Maquinaria eléctrica																					F					F	
46 Producción de energía eléctrica																											
47 Producción y distribución de gas			b	bf	b			F															b			f	
9 Extracción de minerales no metál.																											
30 Cemento, cal, yeso																											
33 Metalurgia																											
34 Fabricación de productos metálicos																											
49 Construcción de inmuebles																											
50 Acabado de obras																											
61 Intermediación financiera																											
64 Actividades inmobiliarias																											
40 Fabricación de vehículos de motor																											
52 Reparación de vehículos de motor																											
38 Fabricación de material electrónico																											
39 Equipo de precisión																											
20 Industria textil																											
21 Confección y de la peletería																											
22 Industria del cuero y del calzado																											
54 Comercio al por menor																											
57 Transporte terrestre			F	b	b	b		F	F	F	b																
59 Anexas a los transportes																											
62 Seguros y planes de pensiones																											
63 Auxiliares financieros																											
68 Actividades jurídicas ...																											
69 Servicios técnicos de arquitectura ...																											
72 Actividades de limpieza																											
77 Sanidad no de mercado																											
78 Sanidad de mercado																											
79 Servicios sociales no de mercado																											
80 Servicios sociales de mercado																											
53 Comercio al por mayor																											
18 Elaboración de vinos y alcoholes																											
8 Extracción de minerales metálicos																											
28 Otros productos químicos																											
31 Productos cerámicos																											
35 Maquinaria y equipo mecánico																											
36 Máquinas de oficina																											
42 Otro material de transporte																											
44 Otras industrias manufactureras																											
45 Reciclaje																											
48 Agua																											
51 Comercio de vehículos																											
55 Servicios hoteleros																											
58 Transporte marítimo y aéreo																											
60 Correos y telecomunicaciones																											
65 Alquiler de maquinaria y equipo																											
66 Actividades informáticas																											
67 Investigación y desarrollo																											
71 Servicios de investigación																											
73 Otros servicios a las empresas																											
74 Administración pública																											
75 Educación no de mercado																											
76 Educación de mercado																											
81 Saneamiento público																											
82 Actividades asociativas																											
84 Otras actividades recreativas																											
85 Servicios personales																											
86 Personal doméstico																											

TIOAN 2000 diagonalizada	62	63	68	69	72	77	78	79	80	53	8	18	28	31	35	36	42	44	45	48
1 Cultivos de hortalizas y frutas																				
3 Otros cultivos y servicios agrarios																				
4 Producción ganadera y caza																				
10 Industria cárnica																				
14 Industrias lácteas																				
15 Productos de molinería																				
16 Alimentación animal																				
17 Otros productos alimenticios																				
56 Cafeterías, bares y restaurantes;																				
2 Cultivos de vid y olivo																				
12 Conservación de frutas y hortalizas													F							
13 Fabricación de grasas y aceites																				
6 Pesca, acuicultura																				
11 Conservación de pescados																				
41 Construcción y reparación naval																				
19 Cerveza y bebidas no alcohólicas																				
32 Industrias del vidrio y de la piedra																				
5 Silvicultura																				
23 Madera y del corcho																				
24 Industria del papel																				
25 Edición, artes gráficas										F										
43 Fabricación de muebles																				
70 Publicidad																				
83 Actividades cinematográficas		b								f				b						
7 Extracción de prod. energéticos																				
26 Refino de petróleo																				
27 Química básica											b			b						
29 Caucho y materias plásticas													F					F		
37 Maquinaria eléctrico																				
46 Producción de energía eléctrica																				
47 Producción y distribución de gas											F			b						F
9 Extracción de minerales no metal.																				
30 Cemento, cal, yeso										F										
33 Metalurgia																				
34 Fabricación de productos metálicos															F		b	F		F
49 Construcción de inmuebles											b				F					F
50 Acabado de obras																				
61 Intermediación financiera																				F
64 Actividades inmobiliarias		b	F															b		
40 Fabricación de vehículos de motor		b	F		F		b		b									F		
52 Reparación de vehículos de motor																				
38 Fabricación de material electrónico																				
39 Equipo de precisión																				
20 Industria textil																				
21 Confección y de la peletería																				
22 Industria del cuero y del calzado																				
54 Comercio al por menor																				
57 Transporte terrestre																				
59 Anexas a los transportes										b	b	F		F	b	b				
62 Seguros y planes de pensiones											f									
63 Auxiliares financieros	BF																			
68 Actividades jurídicas ...						Bf														
69 Servicios técnicos de arquitectura ...																				
72 Actividades de limpieza																				b
77 Sanidad no de mercado																				
78 Sanidad de mercado																				
79 Servicios sociales no de mercado																				
80 Servicios sociales de mercado																				
53 Comercio al por mayor																				
18 Elaboración de vinos y alcoholes																				
8 Extracción de minerales metálicos																				
28 Otros productos químicos																				
31 Productos cerámicos																				
35 Maquinaria y equipo mecánico																				
36 Máquinas de oficina																				
42 Otro material de transporte																				
44 Otras industrias manufactureras																				
45 Reciclaje																				
48 Agua																				
51 Comercio de vehículos																				
55 Servicios hoteleros																				
58 Transporte marítimo y aéreo																				
60 Correos y telecomunicaciones																				
65 Alquiler de maquinaria y equipo																				
66 Actividades informáticas																				
67 Investigación y desarrollo																				
71 Servicios de investigación																				
73 Otros servicios a las empresas																				
74 Administración pública																				
75 Educación no de mercado																				
76 Educación de mercado																				
81 Saneamiento público																				
82 Actividades asociativas																				
84 Otras actividades recreativas																				
85 Servicios personales																				
86 Personal doméstico																				
o																				

CONTINÚA →

TIOAN 2000 diagonalizada	51	55	58	60	65	66	67	71	73	74	75	76	81	82	84	85	86
1 Cultivos de hortalizas y frutas																	
3 Otros cultivos y servicios agrarios																	
4 Producción ganadera y caza															b		
10 Industria cárnica																	
14 Industrias lácteas										f							
15 Productos de molinería																	
16 Alimentación animal																	
17 Otros productos alimenticios																	
56 Cafeterías, bares y restaurantes;										f							
2 Cultivos de vid y olivo																	
12 Conservación de frutas y hortalizas		F															
13 Fabricación de grasas y aceites																	
6 Pesca, acuicultura																	
11 Conservación de pescados																	
41 Construcción y reparación naval			F							F							
19 Cerveza y bebidas no alcohólicas																	
32 Industrias del vidrio y de la piedra																	
5 Silvicultura										F							
23 Madera y del corcho																	
24 Industria del papel																	
25 Edición, artes gráficas																	
43 Fabricación de muebles												f					
70 Publicidad															b		
83 Actividades cinematográficas																	
7 Extracción de prod. energéticos																	
26 Refino de petróleo			F					b			b						
27 Química básica																	
29 Caucho y materias plásticas																	
37 Maquinaria eléctrico																	
46 Producción de energía eléctrica											b						
47 Producción y distribución de gas																	
9 Extracción de minerales no metál.																	
30 Cemento, cal, yeso																	
33 Metalurgia																	
34 Fabricación de productos metálicos																	
49 Construcción de inmuebles															b		
50 Acabado de obras															b		
61 Intermediación financiera								b									
64 Actividades inmobiliarias	b			b	b			b				F			b	F	
40 Fabricación de vehículos de motor																	
52 Reparación de vehículos de motor																	
38 Fabricación de material electrónico																	
39 Equipo de precisión																	
20 Industria textil																	
21 Confección y de la peletería										F					f		
22 Industria del cuero y del calzado																	
54 Comercio al por menor					f												
57 Transporte terrestre								b									
59 Anexas a los transportes			b														
62 Seguros y planes de pensiones																	
63 Auxiliares financieros																	
68 Actividades jurídicas ...						F											
69 Servicios técnicos de arquitectura ...															b		
72 Actividades de limpieza										F	b						
77 Sanidad no de mercado																	
78 Sanidad de mercado										F							
79 Servicios sociales no de mercado																	
80 Servicios sociales de mercado																	
53 Comercio al por mayor																	
18 Elaboración de vinos y alcoholes																	
8 Extracción de minerales metálicos																	
28 Otros productos químicos																	
31 Productos cerámicos																	
35 Maquinaria y equipo mecánico																	
36 Máquinas de oficina						F											
42 Otro material de transporte																	
44 Otras industrias manufactureras															F	F	
45 Reciclaje																	
48 Agua																	
51 Comercio de vehículos																	
55 Servicios hoteleros																	
58 Transporte marítimo y aéreo										f							
60 Correos y telecomunicaciones						b		F	F						b		
65 Alquiler de maquinaria y equipo			b														
66 Actividades informáticas																	
67 Investigación y desarrollo										F							
71 Servicios de investigación																	
73 Otros servicios a las empresas				b		b											
74 Administración pública																	
75 Educación no de mercado																	
76 Educación de mercado										f							
81 Saneamiento público																	
82 Actividades asociativas																	
84 Otras actividades recreativas									f	F							
85 Servicios personales		F			f												
86 Personal doméstico																	

B: Ligazón hacia atrás de singular importancia  
F: Ligazón hacia delante de singular importancia

b: Ligazón destacada hacia atrás  
f: Ligazón destacada hacia delante

## 10. Anexos

El proceso de producción tiene una dimensión espacial y el estudio de clusters o concentraciones productivas podría quedar incompleto sin añadir la dimensión territorial. Este apéndice es un primer ensayo en esta dirección.

Para estudiar la localización de la actividad se ha utilizado la variable empleo, combinando la información de puestos de trabajo del marco input-output 2000 con el directorio de establecimientos de Andalucía que desagrega el empleo por municipios:

$$Empleo_{Municipio_k}^{Rama_i} = EmpleoMIOAN^i \left( \frac{EmpleoDIR_k^i}{\sum_k EmpleoDIR_k^i} \right)$$

El empleo de cada clúster se ha obtenido agregando el de las ramas que lo componen:

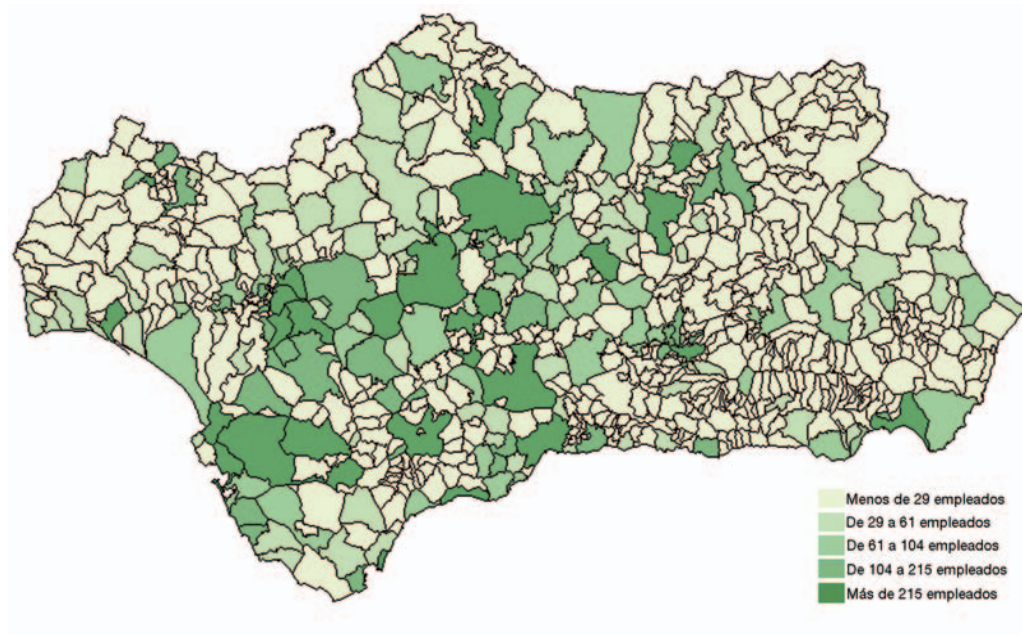
$$Empleo_{Municipio_k}^{Cluster_h} = \sum_{\forall i \in h} Empleo_{Municipio_k}^{Rama_i}$$

El software utilizado para su representación cartográfica ha sido el Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) del Instituto de Estadística de Andalucía. En todos los mapas se han distinguido cinco tramos de empleo. El criterio seguido para establecerlos es el mismo en todos los casos y es el primero de los 3 que ofrece SIMA de modo automático: que todos contengan el mismo número de municipios. El primer tramo incluye además todos los municipios sin actividad en la rama o clúster analizado.



## Mapa 1. Clúster Alimentario<sup>1</sup>

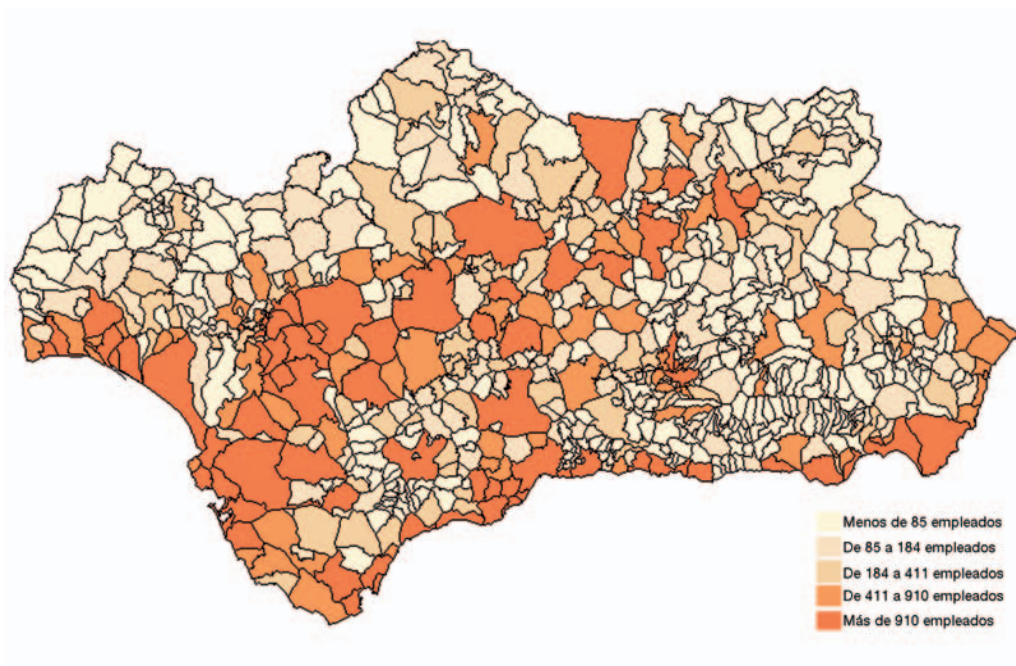
---



1. En esta representación no se ha incluido la rama 56: "Servicios de cafeterías, bares y restaurantes y provisión de comidas preparadas".

## Mapa 2. Clúster Construcción<sup>1</sup>

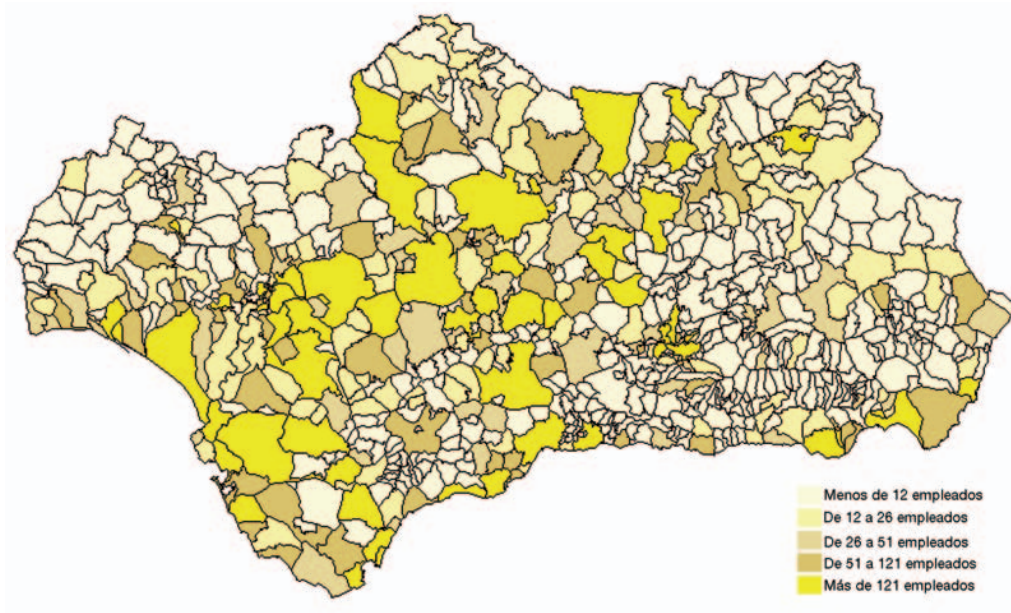
---





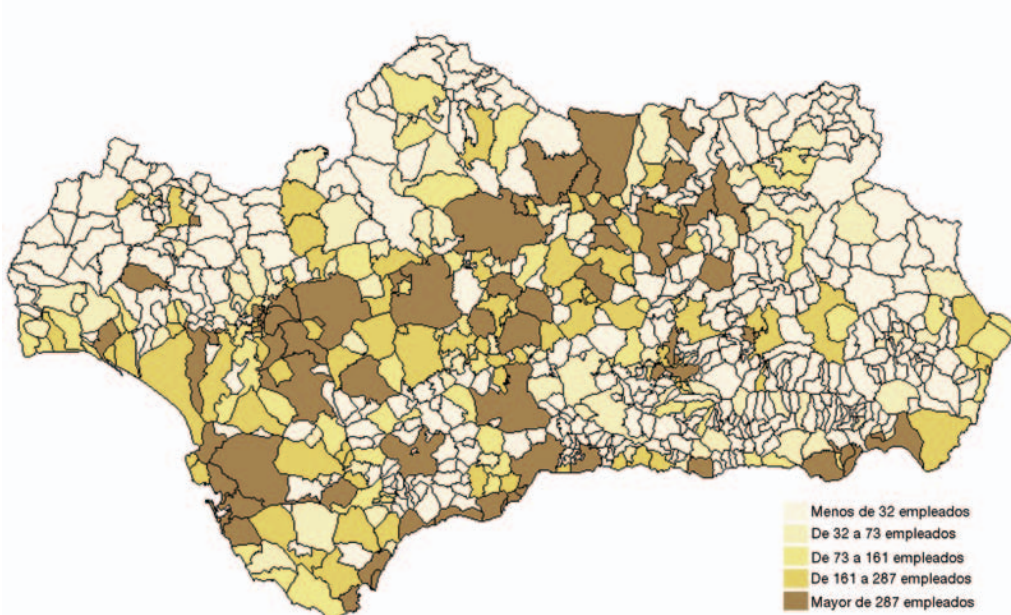
### Mapa 3. Clúster energético-Químico

---



### Mapa 4. Clúster Madera

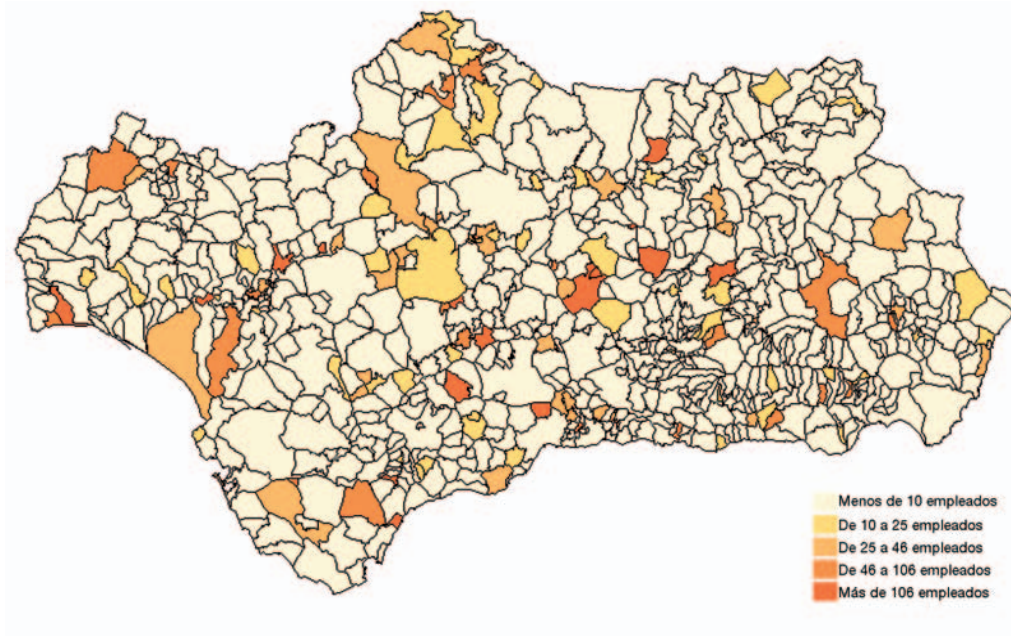
---



## Subdivisión del clúster alimentario

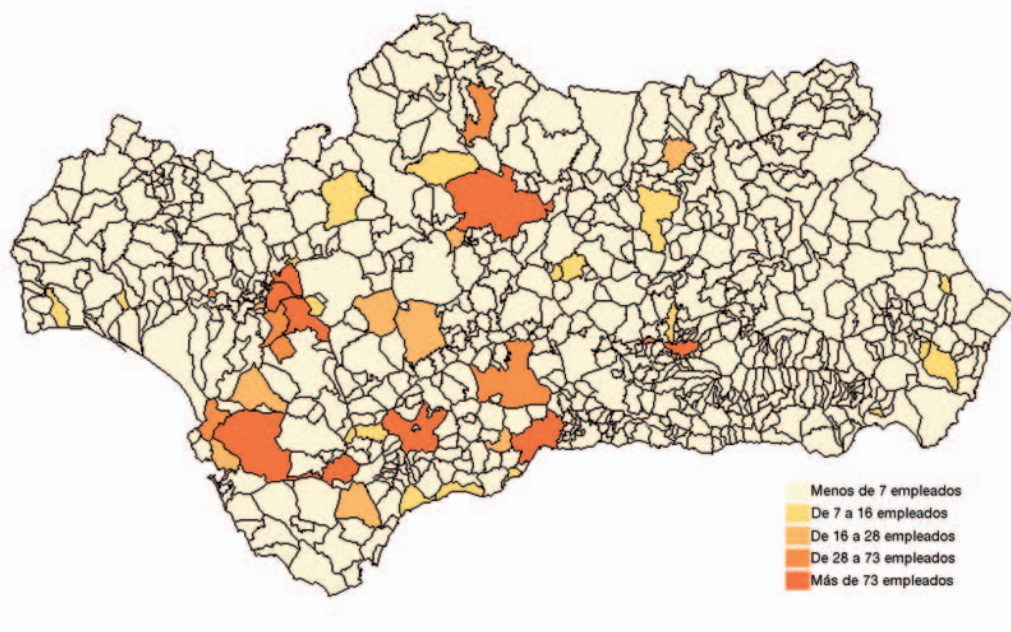
**Mapa 5. Rama 10: Industria cárnica**

---



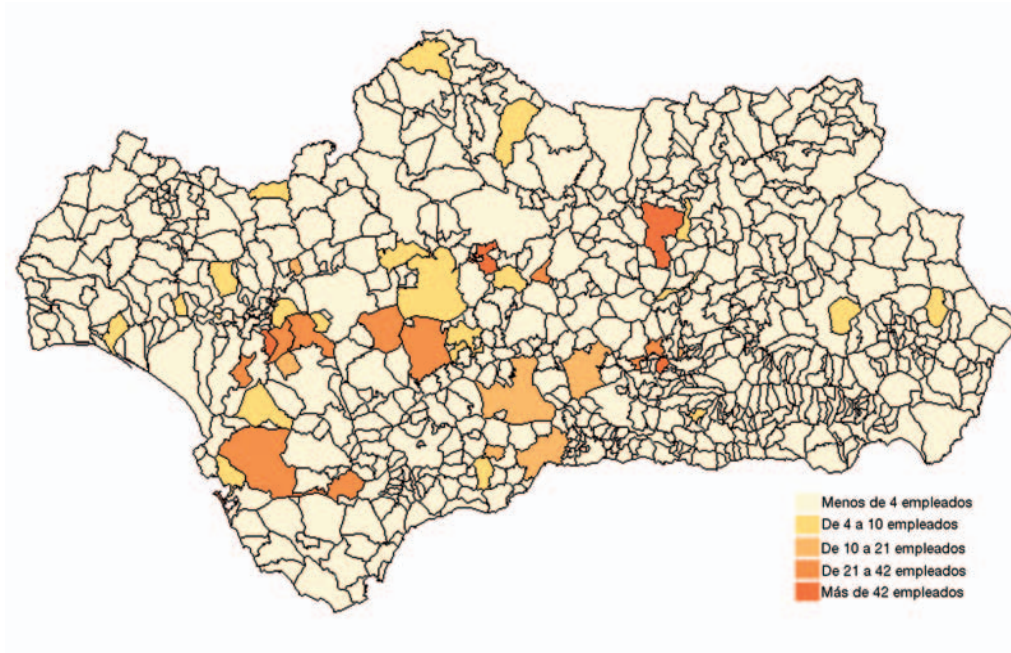
**Mapa 6. Rama 14: Industrias lácteas**

---



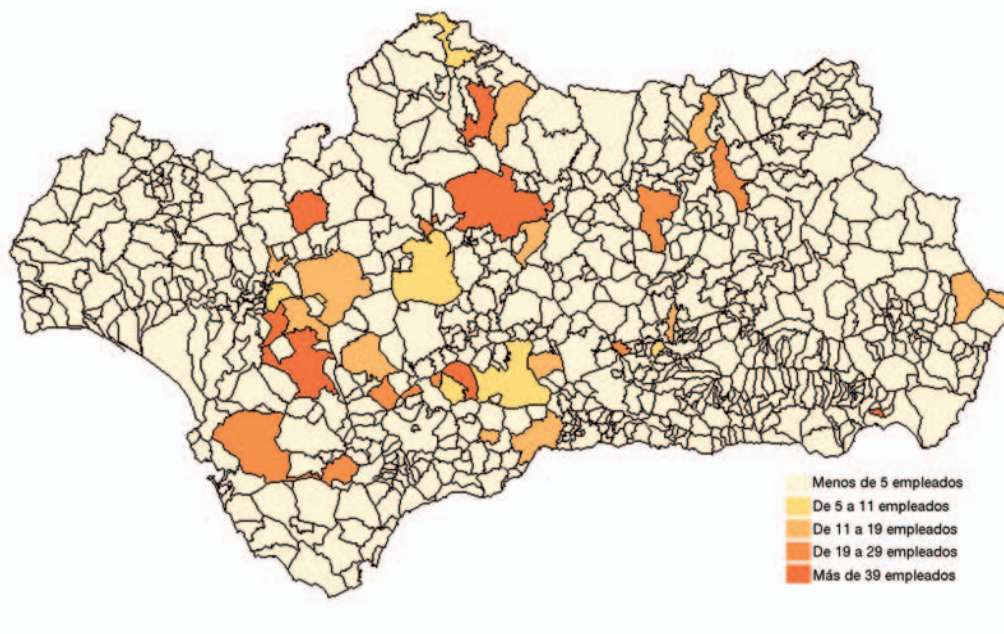
### Mapa 7. Rama 15: Fabricación de productos de molinería

---



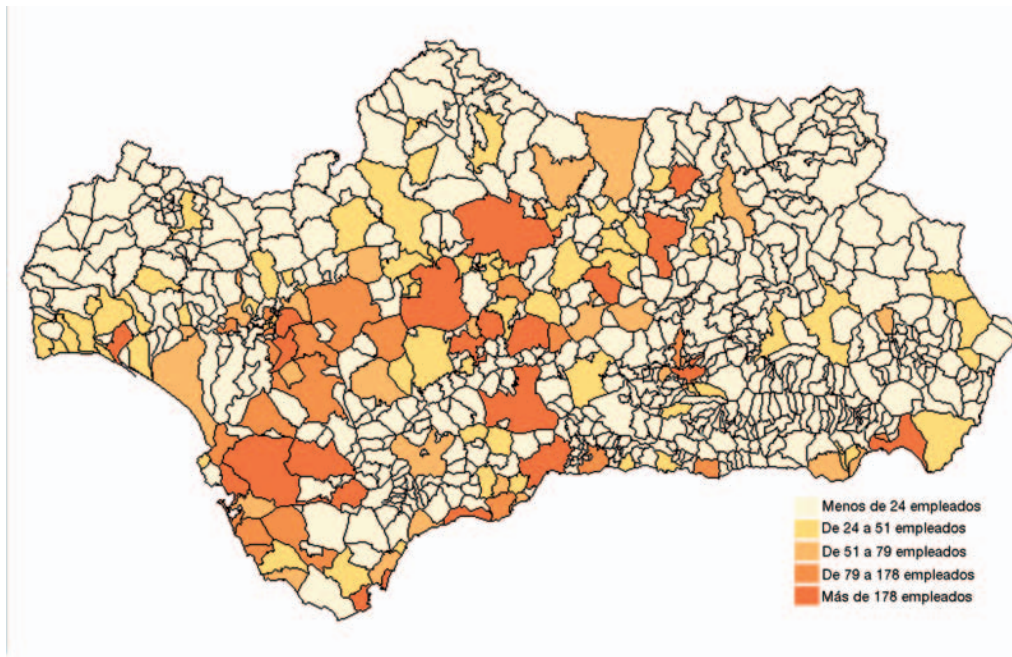
### Mapa 8. Rama 16: Fabricación de productos para la alimentación animal

---



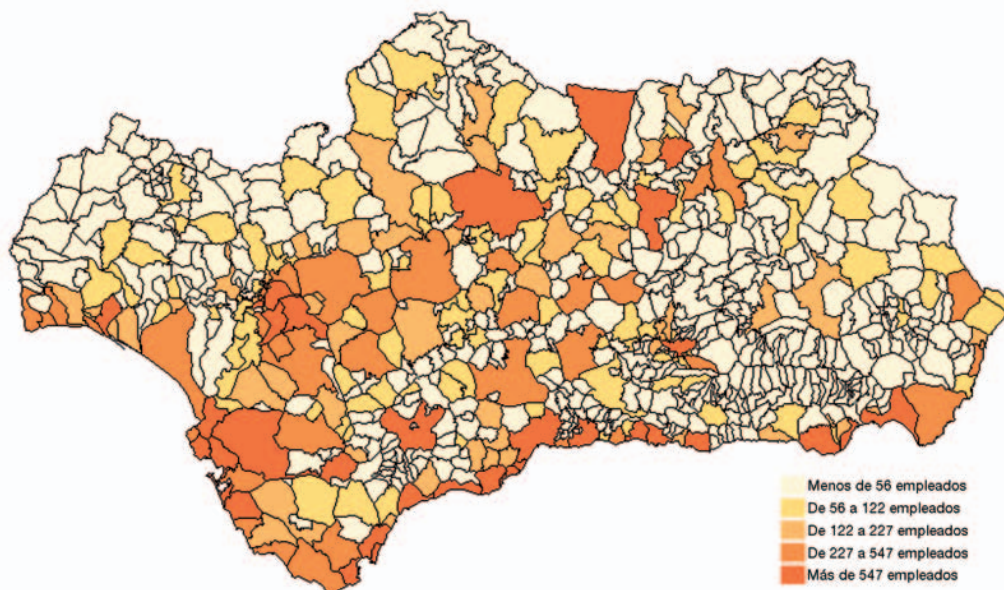
**Mapa 9. Rama 17: Fabricación otros productos alimenticios. Industria del tabaco**

---



**Mapa 10. Rama 56: Servicios de cafeterías, bares y restaurantes y provisión de comidas preparadas**

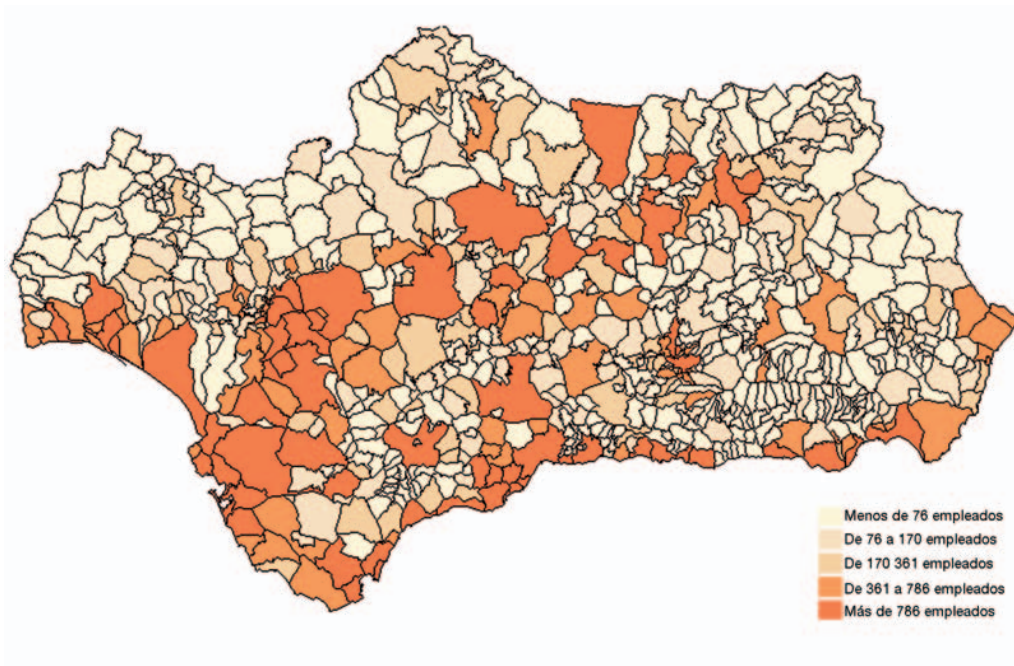
---



## Subdivisión del clúster de la construcción

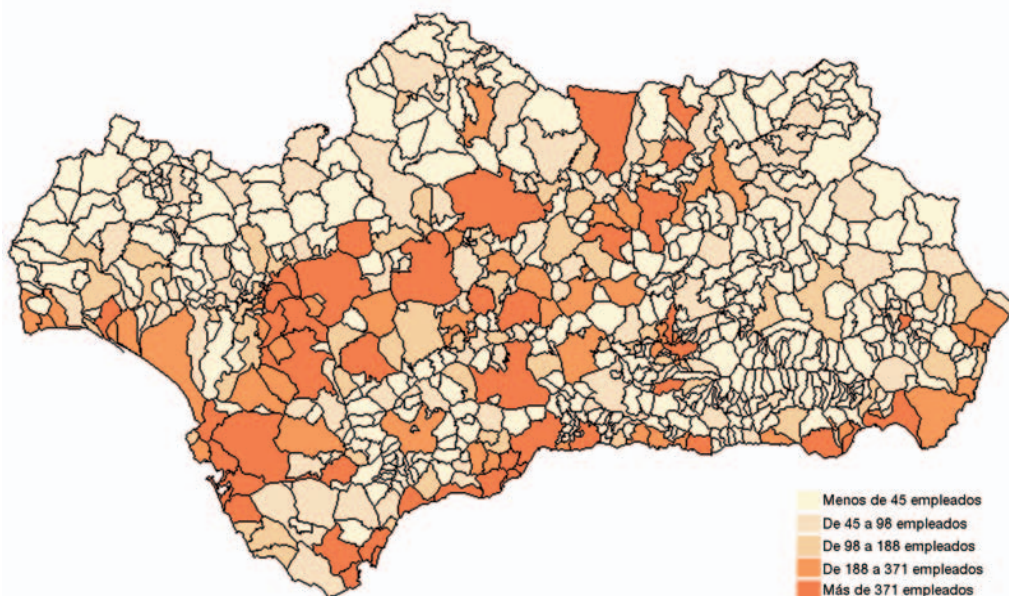
**Mapa 11. Ramas 49 y 50: Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil. Preparación, instalación y acabado de obras**

---



**Mapa 12. Resto del clúster de la construcción**

---



Antonio Antúnez Torres<sup>1</sup>  
Jesús Sanjuán Solís<sup>1</sup>

# **Análisis de clusters de la economía andaluza. Una mirada al sector de la construcción**

---

1. Universidad de Málaga



# 1. Introducción

Este capítulo plantea desde una doble perspectiva el estudio de los principios que rigen la interdependencia productiva en las TIOAN 2000. De forma inicial, se lleva a cabo un análisis cualitativo de las relaciones productivas a través de la Teoría de Grafos. En concreto, se conecta el proceso iterativo de potencias sucesivas de la matriz inversa de Leontief y la búsqueda del *bloque indescomponible* con las matrices de distancias y caminos del grafo, respectivamente.

En segundo lugar, y como alternativa al capítulo anterior, se determinan los clusters de la economía andaluza mediante el análisis de componentes principales, caracterizando las agrupaciones resultantes en función de sus perfiles económicos y vínculos (externos e internos).

A lo largo del capítulo el sector de la construcción se encuentra en el punto de mira de los comentarios, sacando a la luz aspectos de su interdependencia que permanecerían ocultos fuera del análisis input-output. Su elección queda justificada por la importancia del mismo, tanto si se considera desde el punto de vista de la oferta contribuyendo al producto final de la economía con su valor añadido, como desde la perspectiva de la demanda como parte de la formación bruta de capital fijo.

Desde la oferta, si bien la actividad constructora se enmarca dentro del sector secundario, cuenta con características singulares que resultan inherentes a lo que una ejecución de obra implica -movilidad, realización de proyectos heterogéneos e individualizados que van desde pequeñas reparaciones domésticas hasta grandes obras de infraestructura- y a la propia naturaleza de su producto final: uno de los pocos bienes finales e intermedios no transportables y adaptable a una variedad de usos, que representa, a su vez, un bien de capital de vida extremadamente larga.

Estas peculiaridades también explican la menor penetración del capital y el mayor protagonismo del empleo que lo hacen diferente del resto de actividades, especialmente de la industria manufacturera. Así, la construcción se manifiesta

como una actividad relativamente intensiva en mano de obra y con una repercusión destacable en el mercado laboral: en el 2000 dio trabajo al 12% de la población ocupada en Andalucía.

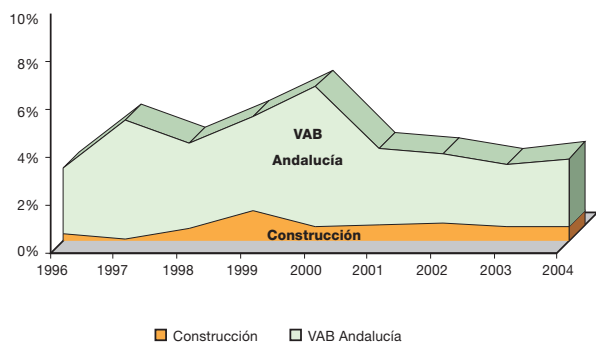
La consideración de la construcción como un agregado esencial a la hora de explicar el crecimiento de la economía andaluza se fundamenta en varios aspectos. En principio, es necesario hacer referencia a su contribución a la oferta productiva: en el año 2000 generó un 9,2% del valor añadido bruto total de la Comunidad en términos reales, marcando el año 2004 (10,7%) la cumbre más visible de una participación claramente ascendente desde finales de los noventa.

Unido a su destacado peso, la actividad constructora se ha visto favorecida por un gran dinamismo desde finales de los años noventa, que le ha permitido crecer en el período 1998-2004 a una tasa media cercana al 8%, muy por encima del resto de sectores productivos regionales y del conjunto de la economía, destacando el año 1999 con un crecimiento real de dos dígitos (15,9%). Sin embargo, el camino del sector, más sensible a las fluctuaciones acontecidas en cada período, no ha sido de sentido único y no ha dudado en mostrar tasas negativas -1996 y 1997-.

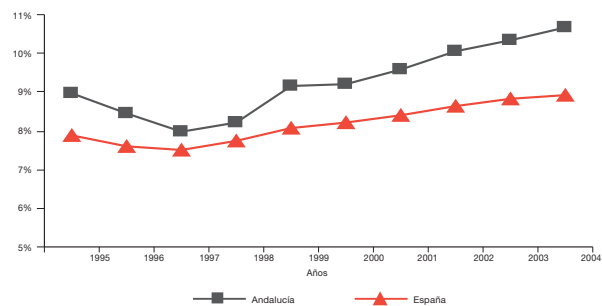
De todo lo anterior resulta la significativa contribución de la construcción al crecimiento real del VAB andaluz que, salvo excepciones puntuales, se encuentra por encima de la aportación realizada por el sector primario y la industria, si bien todo queda mediatizado por el comportamiento abrumador de los servicios que monopolizan la explicación de dicho crecimiento (figura 1). Por último, la figura 2 muestra la sintonía en la evolución seguida por la construcción en el ámbito andaluz y español, sin ocultar la supremacía de los datos del sector en la Comunidad en lo que hace referencia a su participación en la oferta productiva, dinamismo y aportación al crecimiento real, todo ello en un contexto marcado por el mayor crecimiento económico de Andalucía en comparación al total nacional a partir del año 2000.



**Figura 1. Aportación de la construcción real del VAB andaluz**



**Figura 2. Participación de la construcción en el VAB real**



FUENTE: INE. Contabilidad Regional de España. Base 1995. Serie 1995-2004

Por el lado de la demanda, la construcción se constituye en el componente básico de la formación de capital al representar alrededor de dos tercios de la misma. Este hecho debe ser puesto de manifiesto por cuanto tiende a identificarse sin más la formación de capital con maquinaria o equipos. Así mismo, es útil tener en cuenta dos aspectos en el ámbito de la demanda. En primer lugar, no toda la producción de la actividad constructora se reserva a inversión, según datos de las TIOAN 2000, la producción de la construcción llegó a los veintidós mil millones de euros, de los que aproximadamente catorce mil millones tuvieron como destino final la formación bruta de capital fijo mientras que el resto alcanzó otras formas de gasto intermedio y final. Y, en segundo lugar, no toda la FBCf en construcción de la economía se satisface gracias a la producción de la propia rama sino que otras también tienen como destino este componente del gasto -básicamente ramas de servicios- (M<sup>o</sup> Fomento, 1999).

Por último, antes de cerrar esta introducción, hay que hacer mención a un fenómeno al que Andalucía no es

indiferente: la fuerte incidencia que la *especulación* tiene dentro del actual proceso inmobiliario. Fenómeno crucial en cualquier análisis del sector, ya que junto a los significativos aumentos tanto en los costes de construcción como en el precio del suelo que la construcción desmesurada de nuevas viviendas está generando, no hay que olvidar el problema ecológico que conlleva el consumo de un recurso irremplazable mediante la continua invasión de nuevos territorios sobre los que se añaden costosas infraestructuras. Ante un mercado que vive al día, donde el suelo recibe el trato de un puro activo financiero, se hacen necesarias actuaciones que limiten, por un lado, el principal lucro del negocio inmobiliario (comprar suelo rústico o protegido a bajo precio y recalificarlo después como "urbanizable" para venderlo caro) y, por otro, la recaudación por licencias de unos ayuntamientos a la par interesados en extender la superficie construida (Naredo, 2000).

## 2. Análisis cualitativo de las relaciones interindustriales

La realización de un análisis cualitativo de las relaciones existentes entre las actividades productivas de las TIOAN 2000 es el interés que preside este apartado. Para ello, se enlaza el estudio de las relaciones de interdependencia con la Teoría de Grafos en un doble aspecto: el proceso iterativo de potencias sucesivas y la búsqueda del *bloque indescomponible*, eficaz mecanismo de análisis de los principios que rigen la interdependencia productiva.

### 2.1. Análisis iterativo

El análisis de la interdependencia global constituye uno de los aspectos más significativos del modelo input-output. La idea central descansa en la comparación de la diferente información suministrada por la matriz  $A$  de coeficientes técnicos y por la inversa de Leontief,  $(I - A)^{-1}$ . Recordando el modelo input-output en su forma matricial:  $x = Ax + D$ , siendo  $x$  el vector de output,  $D$  el vector de demanda final y  $A$  la matriz de coeficientes técnicos, que puede determinarse a través de la expresión  $A = Z \hat{x}^{-1}$ , donde  $Z$  es la matriz flujo de transacciones,  $Z = A \hat{x}$ .  $\hat{x}$  es la matriz diagonal del vector de output; la expresión  $x = (I - A)^{-1} D$  se constituye en síntesis de la operativa de dicho modelo de demanda estándar abierto y estático, indicativa de las producciones necesarias de cada sector para atender una demanda final - dada una estructura productiva explicativa de la interdependencia tecnológica:  $(I - A)^{-1}$ .

Esta solución al modelo puede interpretarse, a su vez, como la fase última de un proceso iterativo de interrelación sectorial. Por lo que un solo aumento de la demanda directa puede poner en marcha una cadena de demandas indirectas, aumentando, finalmente, la producción total de cada sector del sistema:

$$x = D + AD + A^2D + A^3D + \dots = (I + A + A^2 + A^3 + \dots) D$$

1. La matriz inversa de los outputs permitiría el mismo proceso iterativo al planteado para la matriz inversa de inputs.

2. Para este epígrafe de análisis cualitativo, las dos ramas de las TIOAN 2000 relativas al sector -Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil (r.49) y Preparación, instalación y acabado de obras (r.50)- se han agregado en una sola.

Los resultados alcanzados se constituyen en un procedimiento tradicional de aproximación a la matriz inversa basado en la serie de potencias de Euler de la matriz de coeficientes técnicos  $A$ , de la manera:

$$(I - A)^{-1} = (A^0 + A + A^2 + A^3 + \dots) = (I + A + A^2 + A^3 + \dots) = \sum_{k=0}^{\infty} A^k$$

De tal forma que, las series infinitas de Euler tienden a un límite finito: la inversa de Leontief,  $(I - A)^{-1} = (I + A + A^2 + A^3 + \dots)$ . Expresión que permite distinguir entre relaciones directas ( $A$ ) e indirectas surgidas en las distintas rondas productivas  $A^2$ ,  $A^3$ ,  $A^4$ ,... , pudiendo tomarse la potencia de la matriz como un indicador del momento en que aparece la relación entre dos ramas productivas y que, dada la estructura de la matriz de coeficientes técnicos, irá cuantitativamente decreciendo. El cuadro 1 recoge los efectos directos e indirectos contenidos en la columna de la inversa de Leontief correspondiente a la construcción<sup>2</sup>.

Por otro lado, el resultado anterior se puede considerar análogo al correspondiente al álgebra ordinaria, dado que en el lado derecho de la igualdad y entre paréntesis se tiene una suma de los elementos de una serie de razón geométrica para  $|a| < 1$ :

$$1 + a + a^2 + a^3 + \dots = \frac{1}{1 - a} = (1 - a)^{-1}$$

### 2.2. Métodos cualitativos

Una práctica extendida en este tipo de análisis consiste en transformar la matriz de coeficientes tecnológicos,  $A = \{a_{ij}\}$ , en una matriz binaria (también llamada matriz adyacente),  $A^* = \{a_{ij}^*\}$ . La redefinición de la matriz  $A$  se realiza sustituyendo los valores de los coeficientes técnicos que ligan dos variables por unos y ceros en función de un mínimo previamente establecido llamado "filtro" ( $\phi$ ), un escalar positivo menor que 1.

A partir de la aplicación del filtro, se obtiene la matriz de *incidencia* de un digrafo (grafo orientado o dirigido): matriz cuadrada, binaria de orden  $n$ , donde cada uno de los 85 sectores está representado por un vértice, mientras que cada

entrada no-cero y superior al mínimo en la columna  $j$  constituye el valor de un arco orientado que une al sector demandante  $j$  con el oferente  $i$ . De ella, se deriva una triada de matrices de gran interés para el estudio de la malla productiva de la economía andaluza, plasmada por los flujos intersectoriales de las TIOAN 2000: matriz de caminos, conectividad y distancias. A efectos de interés de este epígrafe, el análisis se centra en las matrices de distancias y de caminos.

### 2.2.1. La matriz de distancias

Matriz cuadrada de orden  $n$  y diagonal principal igual a cero, cuyos elementos,  $e_{ij}$ , permiten jalonar la diferente distancia que separa a dos vértices (sectores) cualesquiera  $x_i$  y  $x_j$  del grafo.

$$E(D) \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} e_{ij} = 0 \quad \text{diagonal} \quad \text{principal} \\ e_{ij} = \infty \quad \text{si} \quad \text{no} \quad \text{existe} \quad \text{camino} \\ e_{ij} = 1 \quad \text{distancia} \quad \text{de} \quad \text{un} \quad \text{arco} \\ e_{ij} = 2 \quad \text{distancia} \quad \text{de} \quad \text{dos} \quad \text{arcos} \\ \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \end{array} \right\}$$

La operativa que propone esta matriz suministra información sobre el orden (momento) en que surgen las relaciones (directas y/o indirectas) dentro del proceso de potencias sucesivas. Por otro lado, como establece Morillas (1983), resulta evidente que estos elementos de la matriz de distancias, se corresponden con los elementos de la llamada "matriz de orden" que Yan y Ames (1965) construyen en un intento de definir una función de interrelación para el sistema productivo, y donde el criterio seguido consistía en sustituir los subcoeficientes distintos de cero resultantes del proceso de sucesivas potencias por un número que resulte indicativo de la ronda en que aparece o se manifieste la relación.

$$A^* = a_{ij}^* = \left\{ \begin{array}{l} 1 \quad \text{si} \quad a_{ij}^* = 1 \\ 2 \quad \text{si} \quad a_{ij}^* = 0 \quad \text{y} \quad a_{ij}^{(2)} = 1 \\ 3 \quad \text{si} \quad a_{ij}^* = a_{ij}^{(2)} = 0 \quad \text{y} \quad a_{ij}^{(3)} = 1 \\ \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \quad \dots \\ m \quad \text{si} \quad a_{ij}^* = \dots = a_{ij}^{(m-1)} = 0 \quad \text{y} \quad a_{ij}^{(m)} = 1 \\ \infty \quad \text{si} \quad a_{ij}^* = \dots = a_{ij}^{(m)} = 0 \quad \text{y} \quad (A^*)^m = (A^*)^{m+1} \end{array} \right\}$$

Se obtiene de esta forma una *matriz de órdenes de dependencia* que presentará en sus casillas un 1 si existe relación  $i \rightarrow j$  directa; 2 si existe sólo relación indirecta de segundo orden (en la segunda ronda productiva); 3 si la relación se presenta en la tercera ronda, ...; *ad infinitum*, en el caso de independencia total. Es este atributo el que, como ningún otro, torna en mejora el procedimiento empleado con la matriz de incidencia.

El cuadro 1 relaciona el proceso iterativo de la inversa de Leontief en la rama de la construcción con las matrices de incidencia y distancia sin aplicar filtro alguno, pudiendo observarse como las relaciones de primer orden reflejadas con unos en ambas matrices coinciden. Sin embargo, un análisis más pormenorizado de la información suministrada por la matriz de distancias conlleva la necesidad de establecer un filtro.

La respuesta a la interrogante sobre qué valor de filtro es el más correcto para una tabla de 85 sectores donde caben 7.225 posibles entradas diferentes, se constituye inevitablemente en nuestro *perpetuum mobile*. Sin emprender el festival de exigencias en que puede convertirse esta especie de voz

tutelar que es el filtro, es posible generalizar que un valor alto puede llevar a una excesiva reducción del ámbito de flujos intermedios representado, mientras que uno muy poco exigente incluiría demasiadas conexiones, homogeneizando la significación de las diferentes entradas. En concreto, se han contemplado como nulos todos aquellos coeficientes inferiores a 0,015 ( $\phi = 1,5\%$ ) con el propósito de recoger dentro de las relaciones directas del sector de la construcción a sus principales proveedores de consumos intermedios. Los datos contenidos en la matriz de distancias resultante permiten algunas interpretaciones:

- Considerando el número de relaciones directas como un indicador del grado de diversificación sectorial (Fanjul y Segura, 1977) y dentro de un contexto marcado por la debilidad de las mismas –sólo el 4% del total–, la construcción presenta en las TIOAN 2000 conexiones de este tipo con cinco sectores: refino de petróleo, cemento, cerámica, productos metálicos y transporte terrestre, es decir, proveedores de materiales, servicios y energía inherentes a la actividad constructora. Por otra parte, son las actividades asociativas con nueve conexiones directas las que aparecen en cabeza, seguida de minerales metálicos, transporte marítimo, aéreo y alquiler maquinaria (con 8) y metalurgia con 7.
- Lo que se refiere a las relaciones indirectas o inducidas, a medida que se produce un alejamiento significativo del momento de su aparición su cuantía se va reduciendo: si la norma la marcan las relaciones de segundo, tercer y cuarto orden (el 30,1% del total de relaciones), la importancia de las conexiones recogidas en las siguientes rondas baja de forma drástica. En lo que respecta al número de casillas con valor infinito en la matriz de distancias (inexistencia de camino), su importancia (57%) hace reflexionar sobre la dificultad de superar el filtro.
- La construcción que indujo relaciones de segundo orden a nueve ramas, es en el conjunto de relaciones de tercer orden donde destaca, viéndose sólo superada en este escalón por dos servicios (transporte marítimo y aéreo y actividades asociativas).
- El análisis de la matriz de distancias permite determinar la separación interior y exterior de cada vértice o sector. En las TIOAN 2000, la máxima de separación se encuentra en la ronda novena: la relación entre actividades sanitarias y veterinarias de no mercado y molinería. En el análisis de la separación interior - incidencia hacia el interior del camino elemental  $e^-(x_i) = \text{Máx}_j e(x_j, x_i) = \text{Máx}_j e_{ji}^-$ , la construcción llega por dos ocasiones hasta la ronda sexta en su búsqueda de conexiones indirectas (selvicultura y molinería son las actividades implicadas), ir más lejos implicaría inexistencia de conexiones (con 47 ramas). En su separación exterior, - el vértice se trata como punto de partida,  $e^+(x_i) = \text{Máx}_j e(x_i, x_j) = \text{Máx}_j e_{ij}^+$ , la construcción alcanza la quinta ronda y también por dos veces: otro material de transporte y producción y distribución de energía eléctrica.

Por último, y a modo de *coda*, dos cuestiones íntimamente ligadas y que deben considerarse a la hora de extraer conclusiones: la reducida intensidad de los vínculos sectoriales y la necesidad de tener en cuenta el grado de concentración en las relaciones de cada rama con el resto. El sector de la construcción

presenta importantes grados de concentración: las cinco relaciones directas anteriormente comentadas son precisamente sus principales proveedores y representan el 57% del total de sus compras. A su vez, estas ventas a la construcción representan los principales destinos intermedios de cemento, cerámica, productos metálicos y transporte terrestre y el

**Cuadro 1**

Efectos directos e indirectos de la construcción	Incidencia	Distancias	Efectos Directos	Rondas inducidas de efectos indirectos							Efectos Totales	Efectos indirectos			
				$I+A$	$I+A+A^2$	$I+A+A^2+A^3$	$I+A+A^2+A^3+A^4$	$I+A+A^2+A^3+A^4+A^5$	$I+A+A^2+A^3+A^4+A^5+A^6$	$I+A+A^2+A^3+A^4+A^5+A^6+A^7$		$\dots$	$(I-A)^{-1}$	$A^2$	$A^3$
1 Hortalizas y frutas	0	2	0,00000	0,000046	0,000069	0,000079	0,000082	0,000083	0,000083	<b>0,000083</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
2 Vid y olivo	0	2	0,00000	0,000001	0,000043	0,000064	0,000074	0,000077	0,000077	<b>0,000078</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
3 Otros cultivos	0	2	0,00000	0,000011	0,000039	0,000061	0,000076	0,000083	0,000085	<b>0,000086</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
4 Ganadería y caza	0	2	0,00000	0,000010	0,000072	0,000097	0,000108	0,000111	0,000112	<b>0,000113</b>	0,0000	0,0001	...	0,0000	<b>0,0001</b>
5 Silvicultura	0	2	0,00000	0,000735	0,000738	0,000799	0,000803	0,000805	0,000805	<b>0,000805</b>	0,0007	0,0001	...	0,0000	<b>0,0008</b>
6 Pesca	0	2	0,00000	0,000021	0,000031	0,000035	0,000036	0,000037	0,000037	<b>0,000037</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
7 Prod energéticos	0	2	0,00000	0,000101	0,000196	0,000222	0,000230	0,000231	0,000232	<b>0,000232</b>	0,0001	0,0001	...	0,0000	<b>0,0002</b>
8 Minerales metálicos	0	2	0,00000	0,000016	0,000025	0,000031	0,000033	0,000034	0,000034	<b>0,000034</b>	0,0000	0,0001	...	0,0000	<b>0,0001</b>
9 Min no metl ni enrg	1	1	0,00962	0,020022	0,020199	0,020321	0,020343	0,020350	0,020352	<b>0,020353</b>	0,0104	0,0002	...	0,0000	<b>0,0107</b>
10 Cámica	0	2	0,00000	0,000124	0,000169	0,000189	0,000195	0,000196	0,000197	<b>0,000197</b>	0,0001	0,0000	...	0,0000	<b>0,0002</b>
11 Conserv pesc	0	2	0,00000	0,000005	0,000008	0,000008	0,000009	0,000009	0,000009	<b>0,000009</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
12 Conserv frt hort	0	2	0,00000	0,000018	0,000026	0,000030	0,000031	0,000031	0,000031	<b>0,000031</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
13 Grasas y aceites	0	2	0,00000	0,000022	0,000035	0,000042	0,000043	0,000044	0,000044	<b>0,000044</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
14 Lácteos	0	2	0,00000	0,000009	0,000014	0,000015	0,000016	0,000016	0,000016	<b>0,000016</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
15 Molinería	0	2	0,00000	0,000008	0,000014	0,000017	0,000018	0,000018	0,000019	<b>0,000019</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
16 Prod alimnt animal	0	2	0,00000	0,000000	0,000005	0,000017	0,000022	0,000024	0,000025	<b>0,000025</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
17 Tabaco	0	2	0,00000	0,000061	0,000087	0,000099	0,000102	0,000103	0,000104	<b>0,000104</b>	0,0001	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
18 Vinos	0	2	0,00000	0,000049	0,000068	0,000076	0,000079	0,000080	0,000080	<b>0,000080</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
19 Cervz beb no alcoh	0	2	0,00000	0,000073	0,000100	0,000113	0,000116	0,000117	0,000118	<b>0,000118</b>	0,0001	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
20 Textil	0	2	0,00000	0,000010	0,000014	0,000015	0,000016	0,000016	0,000016	<b>0,000016</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
21 Confección	1	1	0,00006	0,000094	0,000111	0,000119	0,000121	0,000122	0,000122	<b>0,000121</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
22 Cuero y calzado	0	2	0,00000	0,000001	0,000002	0,000002	0,000002	0,000003	0,000003	<b>0,000003</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
23 Madera	1	1	0,01107	0,011663	0,011738	0,011766	0,011774	0,011777	0,011777	<b>0,011780</b>	0,0006	0,0001	...	0,0000	<b>0,0007</b>
24 Papel	1	1	0,00016	0,000623	0,000843	0,000939	0,000968	0,000977	0,000979	<b>0,000976</b>	0,0005	0,0002	...	0,0000	<b>0,0008</b>
25 Edición	1	1	0,00019	0,000952	0,001448	0,001611	0,001667	0,001681	0,001685	<b>0,001684</b>	0,0008	0,0005	...	0,0000	<b>0,0015</b>
26 Refino petróleo	1	1	0,02170	0,030747	0,036051	0,037052	0,037303	0,037366	0,037382	<b>0,037390</b>	0,0090	0,0053	...	0,0000	<b>0,0157</b>
27 Química básica	1	1	0,00179	0,003479	0,004656	0,004807	0,004853	0,004867	0,004870	<b>0,004870</b>	0,0017	0,0012	...	0,0000	<b>0,0031</b>
28 Otros prod químicos	1	1	0,00495	0,005826	0,006059	0,006120	0,006137	0,006141	0,006143	<b>0,006141</b>	0,0009	0,0002	...	0,0000	<b>0,0012</b>
29 Caucho y plásticos	1	1	0,00243	0,004469	0,004805	0,004902	0,004925	0,004931	0,004932	<b>0,004931</b>	0,0020	0,0003	...	0,0000	<b>0,0025</b>
30 Cemento	1	1	0,07037	0,070479	0,071113	0,071192	0,071223	0,071234	0,071236	<b>0,071242</b>	0,0001	0,0006	...	0,0000	<b>0,0009</b>
31 Cerámica	1	1	0,02060	0,020733	0,020798	0,020819	0,020827	0,020829	0,020830	<b>0,020829</b>	0,0001	0,0001	...	0,0000	<b>0,0002</b>
32 Vidrio	1	1	0,01376	0,014793	0,014897	0,014939	0,014952	0,014955	0,014956	<b>0,014958</b>	0,0010	0,0001	...	0,0000	<b>0,0012</b>
33 Metalurgia	1	1	0,00045	0,014191	0,014736	0,014952	0,015042	0,015058	0,015063	<b>0,015066</b>	0,0137	0,0005	...	0,0000	<b>0,0146</b>
34 Prod metálicos	1	1	0,05356	0,055136	0,055612	0,055911	0,055958	0,055972	0,055976	<b>0,055974</b>	0,0016	0,0005	...	0,0000	<b>0,0024</b>
35 Maq y eq. Mec	1	1	0,00913	0,010782	0,011844	0,011972	0,012008	0,012018	0,012021	<b>0,012026</b>	0,0017	0,0011	...	0,0000	<b>0,0029</b>
36 Máq oficina	0	2	0,00000	0,000037	0,000055	0,000061	0,000062	0,000063	0,000063	<b>0,000063</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
37 Maq y mat eléc	1	1	0,00914	0,009320	0,009574	0,009612	0,009623	0,009626	0,009627	<b>0,009633</b>	0,0002	0,0003	...	0,0000	<b>0,0005</b>
38 Material electrónico	1	1	0,00094	0,000939	0,000943	0,000944	0,000944	0,000944	0,000944	<b>0,000949</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
39 Instr médico-quir	0	2	0,00000	0,000050	0,000060	0,000063	0,000064	0,000064	0,000064	<b>0,000064</b>	0,0001	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
40 Veh motor	0	2	0,00000	0,000569	0,000939	0,001099	0,001129	0,001138	0,001140	<b>0,001141</b>	0,0006	0,0004	...	0,0000	<b>0,0011</b>

CONTINÚA →

Efectos directos e indirectos de la construcción	Incidencia	Distancias	Efectos Directos	Rondas inducidas de efectos indirectos							Efectos Totales	Efectos indirectos			
				$I+A$	$I+A+A^2$	$I+A+A^2+A^3$	$I+A+A^2+A^3+A^4$	$I+A+A^2+A^3+A^4+A^5$	$I+A+A^2+A^3+A^4+A^5+A^6$	$I+A+A^2+A^3+A^4+A^5+A^6+A^7$		$\dots$	$(I-A)^{-1}$	$A^2$	$A^3$
41 Naval	0	2	0,00000	0,000052	0,000088	0,000098	0,000100	0,000101	0,000101	<b>0,000101</b>	0,0001	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
42 Otro mat transp	0	2	0,00000	0,000140	0,000233	0,000251	0,000256	0,000257	0,000257	<b>0,000257</b>	0,0001	0,0001	...	0,0000	<b>0,0003</b>
43 Muebles	0	2	0,00000	0,000035	0,000045	0,000048	0,000049	0,000050	0,000050	<b>0,000050</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
44 Otras ind manfct	0	2	0,00000	0,000070	0,000108	0,000120	0,000124	0,000125	0,000125	<b>0,000125</b>	0,0001	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
45 Reciclaje	0	2	0,00000	0,000039	0,000305	0,000321	0,000326	0,000328	0,000329	<b>0,000329</b>	0,0000	0,0003	...	0,0000	<b>0,0003</b>
46 Electricidad	1	1	0,00256	0,007604	0,008776	0,009120	0,009198	0,009219	0,009225	<b>0,009232</b>	0,0050	0,0012	...	0,0000	<b>0,0067</b>
47 Gas	1	1	0,00162	0,003055	0,003507	0,003626	0,003653	0,003660	0,003662	<b>0,003662</b>	0,0014	0,0005	...	0,0000	<b>0,0020</b>
48 Agua	1	1	0,00071	0,001139	0,001310	0,001360	0,001374	0,001377	0,001378	<b>0,001379</b>	0,0004	0,0002	...	0,0000	<b>0,0007</b>
C Construcción	0	∞	1,00000	1,002452	1,003287	1,003616	1,003716	1,003744	1,003752	<b>1,003754</b>	0,0025	0,0008	...	0,0000	<b>0,0038</b>
51 Com vehículos	1	1	0,00449	0,006034	0,006609	0,006745	0,006779	0,006788	0,006790	<b>0,006788</b>	0,0015	0,0006	...	0,0000	<b>0,0023</b>
52 Mant y rep veh	1	1	0,00350	0,005659	0,006650	0,006843	0,006896	0,006909	0,006912	<b>0,006917</b>	0,0022	0,0010	...	0,0000	<b>0,0034</b>
53 Comercio por mayor	1	1	0,00073	0,002440	0,003535	0,003765	0,003829	0,003848	0,003853	<b>0,003854</b>	0,0017	0,0011	...	0,0000	<b>0,0031</b>
54 Comercio por menor	1	1	0,00101	0,001248	0,001330	0,001357	0,001363	0,001365	0,001365	<b>0,001364</b>	0,0002	0,0001	...	0,0000	<b>0,0004</b>
55 Hostelería	1	1	0,00231	0,003360	0,003822	0,003956	0,003993	0,004003	0,004006	<b>0,004011</b>	0,0011	0,0005	...	0,0000	<b>0,0017</b>
56 Caff, bares y rest	1	1	0,00213	0,002854	0,003178	0,003273	0,003299	0,003306	0,003308	<b>0,003314</b>	0,0007	0,0003	...	0,0000	<b>0,0012</b>
57 Transporte terrestre	1	1	0,03357	0,055921	0,059572	0,060626	0,060850	0,060913	0,060930	<b>0,060937</b>	0,0224	0,0037	...	0,0000	<b>0,0274</b>
58 Tranp marítimo, aéreo	1	1	0,00124	0,001994	0,002189	0,002238	0,002251	0,002254	0,002255	<b>0,002258</b>	0,0008	0,0002	...	0,0000	<b>0,0010</b>
59 Act anex transp	1	1	0,00024	0,004800	0,007986	0,008447	0,008580	0,008610	0,008618	<b>0,008624</b>	0,0046	0,0032	...	0,0000	<b>0,0084</b>
60 Correos	1	1	0,00735	0,009902	0,011171	0,011558	0,011667	0,011696	0,011704	<b>0,011704</b>	0,0025	0,0013	...	0,0000	<b>0,0044</b>
61 Intermd financ	1	1	0,01357	0,017221	0,018416	0,018785	0,018886	0,018914	0,018921	<b>0,018927</b>	0,0037	0,0012	...	0,0000	<b>0,0054</b>
62 Seguros	1	1	0,00129	0,001924	0,002130	0,002192	0,002208	0,002213	0,002214	<b>0,002213</b>	0,0006	0,0002	...	0,0000	<b>0,0009</b>
63 Act aux intm finc	1	1	0,00113	0,002249	0,002607	0,002728	0,002762	0,002772	0,002774	<b>0,002779</b>	0,0011	0,0004	...	0,0000	<b>0,0016</b>
64 Activ inmobiliarias	1	1	0,00996	0,012942	0,014221	0,014656	0,014777	0,014810	0,014818	<b>0,014826</b>	0,0030	0,0013	...	0,0000	<b>0,0049</b>
65 Alquiler maqu	1	1	0,00996	0,012042	0,012670	0,012803	0,012838	0,012847	0,012850	<b>0,012851</b>	0,0021	0,0006	...	0,0000	<b>0,0029</b>
66 Activ informáticas	1	1	0,00190	0,002889	0,003239	0,003331	0,003355	0,003362	0,003363	<b>0,003368</b>	0,0010	0,0003	...	0,0000	<b>0,0015</b>
67 I+D	1	1	0,00006	0,000189	0,000218	0,000232	0,000235	0,000236	0,000236	<b>0,000231</b>	0,0001	0,0000	...	0,0000	<b>0,0002</b>
68 Act juríd, contb	1	1	0,00470	0,007670	0,008290	0,008514	0,008572	0,008588	0,008593	<b>0,008591</b>	0,0030	0,0006	...	0,0000	<b>0,0039</b>
69 Serv téc arquít e ingn	1	1	0,00856	0,008990	0,009212	0,009280	0,009299	0,009304	0,009305	<b>0,009303</b>	0,0004	0,0002	...	0,0000	<b>0,0007</b>
70 Publicidad	1	1	0,00213	0,003985	0,004602	0,004817	0,004875	0,004891	0,004895	<b>0,004900</b>	0,0019	0,0006	...	0,0000	<b>0,0028</b>
71 Investig y seguridad	1	1	0,00088	0,001434	0,001689	0,001777	0,001799	0,001805	0,001806	<b>0,001803</b>	0,0005	0,0003	...	0,0000	<b>0,0009</b>
72 Acti indust limpieza	1	1	0,00123	0,002054	0,002433	0,002541	0,002571	0,002578	0,002580	<b>0,002580</b>	0,0008	0,0004	...	0,0000	<b>0,0013</b>
73 Otros serv empr	1	1	0,00206	0,005561	0,006629	0,006948	0,007038	0,007061	0,007068	<b>0,007072</b>	0,0035	0,0011	...	0,0000	<b>0,0050</b>
74 AAPP	0	∞	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	<b>0,000000</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
75 Educ no mdo	0	∞	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	<b>0,000000</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
76 Educ mdo	1	1	0,00106	0,001716	0,001867	0,001919	0,001933	0,001937	0,001938	<b>0,001934</b>	0,0007	0,0002	...	0,0000	<b>0,0009</b>
77 Act san y vet no mdo	0	∞	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	<b>0,000000</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
78 Act san y vet mdo	0	2	0,00000	0,000151	0,000231	0,000264	0,000274	0,000276	0,000277	<b>0,000277</b>	0,0002	0,0001	...	0,0000	<b>0,0003</b>
79 Serv soc no mdo	0	∞	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	<b>0,000000</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
80 Serv soc mdo	0	2	0,00000	0,000001	0,000002	0,000002	0,000003	0,000003	0,000003	<b>0,000003</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
81 Act santo público	1	1	0,00048	0,001231	0,001436	0,001498	0,001515	0,001519	0,001520	<b>0,001519</b>	0,0007	0,0002	...	0,0000	<b>0,0010</b>
82 Activ asoc	1	1	0,00040	0,000757	0,000827	0,000851	0,000858	0,000860	0,000860	<b>0,000864</b>	0,0004	0,0001	...	0,0000	<b>0,0005</b>
83 Act cinem, telv	0	2	0,00000	0,000169	0,000315	0,000364	0,000381	0,000385	0,000386	<b>0,000387</b>	0,0002	0,0001	...	0,0000	<b>0,0004</b>
84 Otras activ recr	0	2	0,00000	0,000205	0,000360	0,000414	0,000430	0,000435	0,000436	<b>0,000437</b>	0,0002	0,0002	...	0,0000	<b>0,0004</b>
85 Serv personales	0	2	0,00000	0,000069	0,000085	0,000091	0,000093	0,000093	0,000093	<b>0,000093</b>	0,0001	0,0000	...	0,0000	<b>0,0001</b>
86 Hogares	0	∞	0,00000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	<b>0,000000</b>	0,0000	0,0000	...	0,0000	<b>0,0000</b>
			<b>1,3507</b>							<b>1,5160</b>					<b>0,1652</b>

FUENTE: TIOAN 2000. Elaboración propia

segundo envío en importancia para refino de petróleo.

### 2.2.2. Análisis de bloques

Tradicionalmente se han señalado cuatro arquetipos fundamentales de actividades dentro del enjambre de relaciones técnicas existentes en una tabla [puede verse, por ejemplo, Martín y Rodríguez (1975)]:

- El bloque *indescomponible*, llamado así por su capacidad de aglutinar actividades altamente interdependientes y de conducta homogénea en lo relativo a la oferta y demanda de inputs intermedios respecto del resto del sistema.
- En segundo lugar, se encontrarían los sectores *dominantes*: que actúan básicamente como oferentes de inputs intermedios para una amplia gama de actividades pertenecientes tanto al bloque indescomponible como al resto de ramas productivas que demandan su producto. Si  $a_{ij} = 0$ , pero  $a_{ji} \neq 0$ ,  $j$  no depende de la producción de  $i$  para su propio funcionamiento, pero no al revés, es decir, el sector  $j$  es *dominante* respecto de  $i$ . Independientes-dominantes, en el lenguaje de Fanjul y Segura (1977), ya que, unida a la característica de grandes suministradores, reciben por añadidura tanto directa como indirectamente escasos inputs de otros sectores. En este punto, es necesario hacer hincapié en los inconvenientes que puede acarrear el considerar como único criterio de dominancia sectorial el de poseer o no un coeficiente superior, ello conllevaría ocultar el verdadero sentido de la interdependencia, concepto eminentemente cualitativo.
- En el siguiente estadio aparecen los sectores *dependientes*, cuya única relación con el resto de actividades queda reducida a la demanda que hacen de sus inputs.
- Finalmente, quedan las calificadas como actividades *independientes*. Es decir, aquellas que no ejercen ni como suministradoras ni como demandantes de las ramas incluidas en los bloques no descomponibles. Si  $a_{ij} = a_{ji} = 0$ , las ramas productivas  $i$  y  $j$  son absolutamente independientes la una de la otra. Algunas las hay que sólo están relacionadas consigo mismas (en una especie de *soliloquio matricial*), son las llamadas de *reempleo puro*.

Del conjunto de cuestiones y decisiones surgidas, uno de los principales problemas que se ha tenido que afrontar se encuentra en la elección inicial del tipo de filtro que refleje con acervo la ruptura de la matriz de caminos, permitiendo distinguir los diferentes bloques de sectores que constituyen la componente más conexas en este estudio comparativo. Hay una ausencia de repetición en los resultados según se trabaje con la matriz de demanda intermedia de valores absolutos interiores o con la matriz de coeficientes técnicos (donde los consumos intermedios interiores de cada rama se encuentran ponderados por sus respectivas producciones). El mosaico obtenido después de utilizar un filtro u otro no es el mismo, optándose en este trabajo, en consonancia con la mayor parte de la literatura existente al respecto, por introducir el filtro en la matriz de coeficientes de necesidad directa interiores (A).

Una vez tomada la decisión antedicha, el *quid de la*

*cuestión* ahora se plantea en la necesidad de ir percutiendo la *matriz de caminos* del grafo R(D) con una apuesta de filtro cada vez mayor hasta la obtención del estallido de la matriz, revelando el nudo central. Esta matriz informa sobre la existencia o ausencia de al menos un camino entre dos vértices  $x_i$  y  $x_j$  de forma tal que en la secuencia de arcos que definen una ruta, esto es, su longitud (número de vértices menos uno, que posibilita la accesibilidad de  $x_j$  a  $x_i$ ), el final de uno es el origen del siguiente. Dado  $f(x_i)$ , conjunto de todos los vértices descendientes de  $x_i$ , tal que  $f(x_i) = \{x_i \cup f(x_i) \cup f^2(x_i) \cup \dots \cup f^n(x_i)\}$ , la matriz de caminos -cierre transitivo de  $x_i$ - estará formada por elementos  $r_{ij}$ , de forma tal que:  $r_{ij} = 1$ , *sii*  $x_j \in f(x_i)$ ;  $r_{ij} = 0$ , *sii*  $x_j \notin f(x_i)$ . En este esquema de valoración, y bajo el supuesto de que todo vértice es su lógico descendiente, los elementos de la diagonal principal se igualan a 1 ( $r_{ii} = 1$ , para todo valor de  $i$ ).

De la intromisión en las diferentes situaciones planteadas en las TIOAN 2000, resulta el siguiente resumen:

- La matriz de caminos se rompe con un filtro de 2,25%, es decir,  $\phi : 0,0225$ .

$$A^{*2000} \rightarrow a_{ij}^{*2000} \begin{cases} 0 & \text{si } a_{ij}^{2000} = 0 \text{ ó } a_{ij}^{2000} < 0,0225 \\ 1 & \text{si } a_{ij}^{2000} \neq 0 \text{ ó } a_{ij}^{2000} \geq 0,0225 \end{cases}$$

Con este nivel de exigencia se despoja de valor a sesenta y una filas y nueve columnas que se corresponden con 62 ramas (el 73% de la tabla), produciéndose no sólo un cambio cuantitativo con respecto al filtro experimentado inmediatamente antes (el 2%) -que provocaba la "ruptura" de 55 filas y siete columnas, relacionadas con 55 ramas- sino que además, y quizá sea lo más significativo, hay un salto cualitativo: al 2,25% cae por primera vez la columna de una rama (productos energéticos) antes que su fila. Al hilo de esto último, resulta una constante la tenacidad de las columnas de la matriz de caminos a convertirse en ceros, de lo que se podría inferir la mayor interdependencia sectorial por la vía de la demanda (al 3,25% desaparecen sesenta y siete filas frente a treinta y ocho columnas y hay que esperar a un filtro del 4,5% para que se igualen el número de filas y columnas que caen). Es de entender, por tanto, que el énfasis recaiga sobre todo en la necesidad de ir más lejos doblgando las columnas, cuya capacidad de resistencia va a resultar determinante en este estudio.

- Por otra parte, puede opinarse que la ruptura de la matriz puede estar en un filtro anterior, menos exigente, sin embargo pensamos que el bloque indescomponible tiene necesariamente que ver con la búsqueda de un grupo selecto, y en este sentido considerar al final del proceso 23 ramas -aproximadamente una cuarta parte del total- como el "corazón de la tabla" nos parece un adecuado nivel de requerimiento. Bloque indescomponible (cuadro 2) entorno al cual se articula una estructura de valores y significados diversos al incluir una amplia gama de actividades que operan en las diferentes fases del ciclo productivo: en las etapas iniciales (cultivos agrícolas, minas y canteras, energía eléctrica y gas),

de transformación en productos semielaborados (industria metalúrgica, química, ...), de conversión de estos bienes en productos terminados (industrias alimenticias, mecánicas, papel, ...) y, por último, actividades que prestan servicios necesarios para el funcionamiento del sistema productivo (comercio, transporte, servicios prestados a las empresas).

- Las ramas productivas del bloque indescomponible se corresponden en gran medida con las que presentan un mayor efecto absorción o expansión uniforme de la demanda (suma de los elementos de la fila *i-ésima* de la matriz inversa de Leontief), es decir, el corolario final que un incremento de una unidad en la demanda final de todo el sistema productivo tiene sobre la producción del sector *i-ésimo*, esto es, cómo un sector es arrastrado por el sistema global -15 ramas del bloque

indescomponible están entre las veinte con mayor valor en este multiplicador-. El “ruido de fondo” que se traduce de este hecho es que el detalle suministrado por un grafo a través de las matrices asociadas al mismo, ya se encuentra en el filón informativo que representa la matriz inversa de Leontief.

- En lo particular, la construcción no sólo forma parte del bloque indescomponible sino que es renuente a dejar sin valor su fila y columna en la matriz de caminos: después de un largo compás de espera llega la implosión, al 5,25%. Así mismo, también se mantienen en el bloque actividades que, como veremos más adelante, se ubican en su cluster (minería no metálica) o que están muy ligadas a él (metalurgia, productos metálicos...).

## Cuadro 2. Bloque indescomponible de las TIOAN 2000

Otros cultivos	Productos metálicos	Transporte terrestre
Minería no metálica	Maquinaria y eq. mecánico	Activ. anexas al transporte
Molinería	Vehículos de motor	Correos
Papel	Electricidad	Intermediación financiera
Refino petróleo	Gas	Activ. inmobiliarias
Química básica	Construcción	Activ. jurídicas, contables
Cemento	Manten. y rep. vehículos	Otros serv. empresariales
Metalurgia	Comercio por mayor	

El cuadro 3 recoge este proceso de búsqueda del filtro de ruptura para las TIOAN 2000, reflejando la mayor *disposición* a

anularse de las filas (casillas con cruces) frente a las columnas (casillas sombreadas).







### 3. Obtención de clusters a través de componentes principales

Como alternativa a los clusters vía grafos obtenidos en el capítulo anterior, este epígrafe plantea una aplicación factorial de análisis de componentes principales (AF/CP). Se pretende reducir un gran número de variables a una cifra menor -factores o componentes- que siga reflejando, sin embargo, la estructura original de interrelaciones (correlaciones), explicando habitualmente la mayor parte de la varianza observada. Su aplicación a las TIOAN 2000 ha requerido decisiones de diversa índole:

- Selección de las ramas a estudiar. Se han eliminado, en primer lugar, aquellos sectores que sirven a un gran número de ramas pero de forma muy dispersa, esto es, sin concentrar sus relaciones en unas pocas, dificultando una lectura acertada de los vínculos sectoriales. Es el caso de las ramas de energía eléctrica y comercio al por mayor, que suministran cantidades significativas de inputs a otras cuarenta y nueve y cuarenta y tres ramas, respectivamente<sup>3</sup>. Si bien, inicialmente, sus coeficientes de variación son superiores al 100%, si no se tienen en cuenta las dos mayores transacciones en la primera rama y la mayor en la segunda, los valores de dichos coeficientes caen por debajo de este umbral en ambos casos. También se ha excluido del análisis la rama de productos de caucho y materias plásticas, con ventas muy diseminadas a otras veinte, como se pone de manifiesto por su reducido coeficiente de variación (69%). Por otra parte, se ha considerado conveniente excluir del estudio a las ramas de muebles y comercio al por menor porque abastecen en primer lugar y sobre todo a la demanda final, en porcentajes en torno al 96 y 99%, respectivamente. Finalmente, la rama de hogares que emplean personal doméstico tampoco se ha incluido por la ausencia de intercambios con otras ramas.
- Estandarización o normalización de la matriz de flujos intersectoriales,  $Z$ , corrigiendo el problema del diferente tamaño o escala en las ramas. Para ello, se

han elaborado matrices de ligazones hacia atrás,  $\bar{A}$ , y hacia delante,  $\bar{B}$ , esto es,

$$\bar{a}_{ij} = z_{ij} / \sum_{j=1}^n z_{ij}, \quad \bar{b}_{ij} = z_{ij} / \sum_{i=1}^n z_{ij}$$

- Definición de la *matriz input* sobre la que aplicar la técnica factorial. La *matriz suma de ligazones intermedias*,  $\bar{R}$ , ha sido el algoritmo elegido en este trabajo, indicador de la intensidad del flujo entre sectores considerados como consumidores y proveedores:  $\bar{r}_{ij} = \bar{a}_{ij} + \bar{b}_{ij}$ .
- Con la extracción de los factores o componentes, y rotados -método *varimax*-, el análisis factorial culmina estableciendo los clusters. Cada rama posee una correlación con los grupos extraídos, lo que permite una asignación en función de su carga más significativa, pero también, de manera simultánea, con algún otro cluster con quien posea una relación destacada. De ahí, la necesidad de fijar una relación mínima que permita efectuar las vinculaciones con las debidas garantías: un umbral de 0,4 que no elimine demasiados sectores, en la línea seguida por ÒhUallacháin (1984), manteniendo cierta flexibilidad a la hora de interpretar las cargas factoriales y asignar los miembros de cada cluster. Varios son los hechos a considerar:
- Se identifican seis clusters (agroalimentario, energético, construcción y materiales afines, metal-mecánico, actividades relacionadas con el transporte y servicios), así como un horizonte de parejas, tríos o mini-clusters: publicidad, papel y silvicultura; productos textiles con cuero y calzado; actividades cinematográficas y edición; transporte terrestre, marítimo y aéreo y, por último, I+D con construcción y reparación naval.
- El cluster agroalimentario se encuentra muy desglosado. Al bloque dominante de hortalizas y frutas, pesca, cárnica, conservación de pescados, lácteas, tabaco, vinos y alcoholes, cerveza y bebidas no alcohólicas se les une una serie de ramas

3. A estos efectos, sólo se han contabilizado las operaciones que superan el 50% del valor medio de las celdas no nulas de la matriz de transacciones intermedias.

básicamente asociadas en parejas a través de un auténtico entramado de segundas cargas factoriales: otros cultivos y servicios agrarios, vid y olivo; conservación de frutas y hortalizas con grasas y aceites; molinería y productos para la alimentación animal y, finalmente, ganadería junto con los servicios de cafeterías, bares y restaurantes. En definitiva, dieciséis ramas que recorren toda la cadena alimenticia: desde el origen -producción agraria, ganadera y pesquera- pasando por su industria manufacturera -cárnicas, lácteas, bebidas, conservas,...- hasta llegar a los servicios representados por la actividad de cafeterías, bares. Sólo faltaría hostelería asignada a los servicios, aunque con dos conexiones con el cluster vía cafeterías, bares y restauración.

- En segundo lugar, aparece una entidad química-energética constituida por cinco sectores. Al bloque inicial claramente conectado -productos energéticos, química básica, gas y agua- se les une otros productos químicos a través de sus lazos con la producción y distribución de gas.
- El cluster de la actividad constructora gira entorno a sus materiales y servicios afines. Está constituido por doce ramas distribuidas en dos grandes bloques. Por un lado, minería no metálica, madera, cemento, cerámica, vidrio y piedra, preparación, instalación y acabado de obras, alquiler de maquinaria, servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; y por otro, maquinaria y material eléctrico, material electrónico, construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil y las actividades inmobiliarias. En esencia, dos conjuntos con destacadas conexiones internas pero también ligados entre sí vía segundas y terceras cargas factoriales.
- El cluster metal-mecánico inicialmente compuesto por minerales metálicos, productos metálicos, maquinaria y equipo mecánico, otras industrias manufactureras y servicios de recuperación, recibe la presencia de metalurgia -conectada con reciclaje y maquinaria, equipo mecánico- y de vehículos de motor.
- La antedicha asociación de fabricación de vehículos de motor permite conectar el cluster metal-mecánico con un bloque de actividades relacionadas con transportes: refinado de petróleo, otro material de transporte, comercio y mantenimiento de vehículos y actividades anexas al transporte. Se trata de un agregado más difícil de definir como entidad propia y que podría encontrar su ubicación final bien con el metal-mecánico o en el energético.
- Por último, emerge un horizonte misceláneo de servicios intermedios, finales, destinados o no al mercado: hostelería, correos, intermediación financiera y auxiliares, seguros, informática, maquinaria de oficina, actividades jurídicas y contables, investigación y seguridad, limpieza, otros servicios a las empresas, AAPP, educación y sanitarias (de mercado o no), saneamiento público, asociativas, recreativas, servicios personales y sociales de no mercado. En total veintiuna actividades terciarias.

- La mayoría de las actividades económicas se encuentran interrelacionadas y de ahí la necesidad de introducir límites subjetivos de interrelación. Máxime cuando el AF/CP puede relacionar a un mismo sector con diferentes agrupaciones, como por ejemplo ocurre con varios componentes del cluster energético (agua y química básica) con indiscutibles conexiones con el agroalimentario, pero también refinado de petróleo adscrito al entramado de transportes tiene lazos con el energético o, por último, los servicios técnicos de arquitectura e ingeniería y el alquiler de maquinaria actividades agregadas al conglomerado de la construcción que mantienen evidentes relaciones con el bloque de servicios.
- En definitiva, vínculos entre actores de diferentes bloques, que llevan finalmente a clusters indudablemente conectados y a que se pueda hablar en nuestro caso, por ejemplo, de un mega-cluster de la actividad constructora y metal mecánico, e incluso en una hipotética agregación final cabría añadir la actividad energética, cargas factoriales de importante peso así lo señalan. Hecho este que, en nuestra opinión, no debe ser visto como un inconveniente sino como un adecuado reflejo de la realidad.

### 3.1. Perfiles económicos de los clusters de la economía andaluza identificados con AF/CP

Los perfiles económicos de todos los clusters identificados son resumidos en el cuadro 4, mostrando sus respectivas participaciones y la del resto de la economía en el output, valor añadido, empleo, demanda final e importaciones. En conjunto, explican el 86,7% del valor añadido bruto de la economía andaluza en 2000, con casi un 73% procedente de tres clusters, siendo el de servicios quien exhibe comparativamente el porcentaje más alto, con un 34,4%, seguido por el de la construcción (23,6%) y a mayor distancia el agroalimentario (15,4%). Algo parecido ocurre con la distribución de la demanda final, aunque las distancias entre ellos se reducen, mientras que con respecto al output total es el cluster de la construcción el de mayor peso (23,1%) seguido por el de servicios y el agroalimentario. Mayores diferencias se observan en términos de empleo, donde destaca de nuevo el cluster de servicios (32,9%), aunque hay que señalar que en este caso la participación de los once clusters en el empleo total es sustancialmente más baja, reflejándose de esta forma el uso intensivo de empleo en los sectores relacionados con el comercio, que al ser excluidos del estudio se incluyen en la rúbrica "resto de la economía". Los denominados mini-clusters no alcanzan en ningún caso una contribución superior al 2% en las magnitudes antes consideradas, salvo para el cluster de transporte que se mueve en porcentajes ligeramente superiores (en torno al 2-3%). Por su parte, los clusters químico-energético, metal-mecánico y de actividades relacionadas con el transporte, con porcentajes máximos entre el 6 y 8% en términos de output, tienen un peso intermedio en el conjunto de la economía regional. No obstante, hay que destacar que dichos clusters son los que presentan unos

valores relativos más altos de consumos intermedios importados (del resto de España, de la Unión Europea y del resto del mundo), alcanzando en el caso de las actividades

relacionadas con el transporte y el metal-mecánico niveles claramente superiores al 50%.

**Cuadro 4. Perfil económico de los clusters. Andalucía 2000 (%)**

	Output	VAB	Df	Empleo	ci	ci (m)
AG	17,22	15,38	19,01	17,97	21,23	28,20
Q-E	6,97	1,97	3,46	0,86	3,91	45,59
Mt-Mec	7,74	2,46	6,68	2,69	6,41	55,63
C	23,12	23,55	22,23	16,66	26,83	23,22
Act TP	6,71	3,90	6,04	3,46	10,55	69,04
S	20,49	34,44	25,21	32,88	13,78	26,32
S-P-Pb	1,80	0,98	0,60	0,65	1,59	33,79
Tx-Cz	0,85	0,18	0,83	0,38	0,41	50,93
Ed-Cn	0,91	0,67	0,77	0,73	1,02	33,79
N_I+D	0,43	0,26	0,36	0,45	0,65	40,78
TP	2,97	2,89	1,63	3,13	3,64	26,99
RE	10,79	13,34	13,20	20,13	9,99	32,23
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	

AG: Agroalimentario. Q-E: Químico-energético. Mt-Mec: Metal-mecánico.  
 C: Construcción. Act TP: actividades relacionadas con el transporte.  
 S: Servicios. S-P-Pb: Silvicultura-papel-publicidad. Tx-Cz: Textil y calzado.  
 Ed-Cn: Edición-Cine. N\_I+G: Naval\_I+D. TP: Transportes.  
 RE: Resto de la economía.  
 VAB: Valor Añadido Bruto a precios básicos.  
 Df: Demanda final. ci: consumos intermedios.  
 ci (m): consumos intermedios importados.

**Cuadro 5. Matriz de transacciones intermedias agregada a nivel de clusters y del resto de la economía. Andalucía, 2000 (Miles de euros)**

	AG	Q-E	Mt-Mec	C	Act TP	S	S-P-PB	Tx-Cz	Ed-Cn	N_I+D	TP	RE	
	<b>6.062.793</b>	15.409	9.341	58.424	12.519	483.016	8.208	17.426	4.123	3.750	30.623	96.303	6.801.935
AG	89,13%	0,23%	0,14%	0,86%	0,18%	7,10%	0,12%	0,26%	0,06%	0,06%	0,45%	1,42%	100%
	<i>55,04%</i>	<i>1,17%</i>	<i>0,46%</i>	<i>0,44%</i>	<i>0,69%</i>	<i>7,10%</i>	<i>1,28%</i>	<i>20,57%</i>	<i>1,16%</i>	<i>2,57%</i>	<i>1,50%</i>	<i>2,05%</i>	
	567.822	<b>166.502</b>	183.429	239.483	76.500	203.337	19.556	7.220	15.499	10.063	14.935	248.297	1.752.643
Q-E	32,40%	9,50%	10,47%	13,66%	4,36%	11,60%	1,12%	0,41%	0,88%	0,57%	0,85%	14,17%	100%
	<i>5,16%</i>	<i>12,67%</i>	<i>9,10%</i>	<i>1,79%</i>	<i>4,20%</i>	<i>2,99%</i>	<i>3,05%</i>	<i>8,52%</i>	<i>4,37%</i>	<i>6,88%</i>	<i>0,73%</i>	<i>5,30%</i>	
	89.314	30.664	<b>817.024</b>	1.181.231	259.638	83.007	12.647	6.479	4.252	42.331	28.124	191.920	2.746.631
Mt-Mec	3,25%	1,12%	29,75%	43,01%	9,45%	3,02%	0,46%	0,24%	0,15%	1,54%	1,02%	6,99%	100%
	<i>0,81%</i>	<i>2,33%</i>	<i>40,52%</i>	<i>8,85%</i>	<i>14,25%</i>	<i>1,22%</i>	<i>1,97%</i>	<i>7,65%</i>	<i>1,20%</i>	<i>28,95%</i>	<i>1,38%</i>	<i>4,09%</i>	
	916.151	141.301	192.009	<b>7.427.254</b>	187.452	1.241.609	35.577	4.451	47.951	13.634	154.238	1.067.155	1.428.782
C	8,02%	1,24%	1,68%	64,99%	1,64%	10,86%	0,31%	0,04%	0,42%	0,12%	1,35%	9,34%	100%
	<i>8,32%</i>	<i>10,75%</i>	<i>9,52%</i>	<i>55,62%</i>	<i>10,29%</i>	<i>18,26%</i>	<i>5,56%</i>	<i>5,25%</i>	<i>13,52%</i>	<i>9,33%</i>	<i>7,57%</i>	<i>22,76%</i>	
	433.052	278.159	165.255	798.130	<b>189.241</b>	257.340	18.946	2.701	6.525	4.206	1.336.047	615.513	4.105.115
Act TP	10,55%	6,78%	4,03%	19,44%	4,61%	6,27%	0,46%	0,07%	0,16%	0,10%	32,55%	14,99%	100%
	<i>3,93%</i>	<i>21,17%</i>	<i>8,20%</i>	<i>5,98%</i>	<i>10,39%</i>	<i>3,78%</i>	<i>2,96%</i>	<i>3,19%</i>	<i>1,84%</i>	<i>2,88%</i>	<i>65,60%</i>	<i>13,13%</i>	
	817.807	194.095	188.067	1.878.148	449.143	<b>3.123.635</b>	175.686	14.172	117.255	46.771	322.916	1.128.990	8.456.685
S	9,67%	2,30%	2,22%	22,21%	5,31%	36,94%	2,08%	0,17%	1,39%	0,55%	3,82%	13,35%	100%
	<i>7,42%</i>	<i>14,77%</i>	<i>9,33%</i>	<i>14,06%</i>	<i>24,66%</i>	<i>45,93%</i>	<i>27,44%</i>	<i>16,73%</i>	<i>33,07%</i>	<i>31,99%</i>	<i>15,85%</i>	<i>24,08%</i>	
	188.582	29.913	19.974	164.927	59.968	315.360	<b>17.724</b>	2.142	82.501	5.238	30.828	310.155	1.227.312
S-P-PB	15,37%	2,44%	1,63%	13,44%	4,89%	25,70%	1,44%	0,17%	6,72%	0,43%	2,51%	25,27%	100%
	<i>1,71%</i>	<i>2,28%</i>	<i>0,99%</i>	<i>1,24%</i>	<i>3,29%</i>	<i>4,64%</i>	<i>2,77%</i>	<i>2,53%</i>	<i>23,27%</i>	<i>3,58%</i>	<i>1,51%</i>	<i>6,61%</i>	
	2.923	3	238	365	91	4.053	471	<b>1.221</b>	1	123	31	44.081	53.601
Tx-Cz	5,45%	0,01%	0,44%	0,68%	0,17%	7,56%	0,88%	2,28%	0,00%	0,23%	0,06%	82,24%	100%
	<i>0,03%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,01%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,06%</i>	<i>0,07%</i>	<i>1,44%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,08%</i>	<i>0,00%</i>	<i>0,94%</i>	
	2.421	1.364	761	22.320	3.293	112.012	268.165	101	<b>4.634</b>	1.737	710	5.261	422.779
Ed-Cn	0,57%	0,32%	0,18%	5,28%	0,78%	26,49%	63,43%	0,02%	1,10%	0,41%	0,17%	1,24%	100%
	<i>0,02%</i>	<i>0,10%</i>	<i>0,04%</i>	<i>0,17%</i>	<i>0,18%</i>	<i>1,65%</i>	<i>41,88%</i>	<i>0,12%</i>	<i>1,31%</i>	<i>1,19%</i>	<i>0,03%</i>	<i>0,11%</i>	
	26.791	3.028	1.060	6.414	4.893	90.748	83	83	301	<b>1.912</b>	18.699	2.687	156.699
N_I+D	17,10%	1,93%	0,68%	4,09%	3,12%	57,91%	0,05%	0,05%	0,19%	1,22%	11,93%	1,71%	100%
	<i>0,24%</i>	<i>0,23%</i>	<i>0,05%</i>	<i>0,05%</i>	<i>0,27%</i>	<i>1,33%</i>	<i>0,01%</i>	<i>0,10%</i>	<i>0,08%</i>	<i>1,31%</i>	<i>0,92%</i>	<i>0,06%</i>	
	384.171	217.713	232.490	1.162.073	423.048	209.382	58.640	10.594	31.551	7.202	<b>16.637</b>	595.098	3.348.599
TP	11,47%	6,50%	6,94%	34,70%	12,63%	6,25%	1,75%	0,32%	0,94%	0,22%	0,50%	17,77%	100%
	<i>3,49%</i>	<i>16,57%</i>	<i>11,53%</i>	<i>8,70%</i>	<i>23,22%</i>	<i>3,08%</i>	<i>9,16%</i>	<i>12,51%</i>	<i>8,90%</i>	<i>4,93%</i>	<i>0,82%</i>	<i>12,69%</i>	
	1.522.444	235.786	206.825	414.757	155.912	677.058	24.654	18.112	40.000	9.230	82.961	<b>383.229</b>	3.770.968
RE	40,37%	6,25%	5,48%	11,00%	4,13%	17,95%	0,65%	0,48%	1,06%	0,24%	2,20%	10,16%	100%
	<i>13,82%</i>	<i>17,95%</i>	<i>10,26%</i>	<i>3,11%</i>	<i>8,56%</i>	<i>9,96%</i>	<i>3,85%</i>	<i>21,38%</i>	<i>11,28%</i>	<i>6,31%</i>	<i>4,07%</i>	<i>8,17%</i>	
	11.014.271	1.313.937	2.016.473	13.353.526	1.821.698	6.800.557	640.357	84.702	354.593	146.197	2.036.749	4.688.689	
	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	<i>100%</i>	
Índice de difusión	-0,209	0,125	0,134	-0,068	0,353	0,095	0,283	-0,199	0,076	0,030	0,216	-0,095	

Si siguiendo con la caracterización de las agrupaciones sectoriales detectadas, la elaboración de una matriz de transacciones intermedias agregada a nivel de clusters, como la que se presenta en el cuadro 5, puede ser ilustrativa.

Mediante la lectura por filas de la misma se recaba información de las entregas (outputs) intermedias intra e intercluster en valores absolutos y relativos (primer porcentaje de cada celda), mientras que con la lectura por columnas se informa de las compras (inputs) intermedias, también en términos absolutos y relativos (porcentaje en cursiva de cada celda). Por ejemplo, puede comprobarse que para el cluster agroalimentario un 89% de sus ventas y un 55% de sus compras son intracluster, es decir, entre sectores miembros del mismo. A su vez, vende casi un 7% al de servicios y un 8% de sus compras tienen su origen en el cluster de la construcción.

Los datos de la diagonal principal de dicha matriz agregada se constituyen, por tanto, en ratios que miden los *vínculos internos* de cada cluster en su doble ángulo: hacia

atrás (compras),  $\sum_{i \in F} z_{ij} / \sum_{i \in F} \sum_{j \in F} z_{ij}$ , y hacia delante (ventas),

$\sum_{i \in F} z_{ij} / \sum_{i \in F} \sum_{j \in F} z_{ij}$ , donde  $Z_{ij}$  son las ventas intermedias de sector

i al sector j indicándose, a su vez, que i, j forman parte del cluster F (Rey y Mattheis, 2000). En este sentido, los clusters con fuertes vínculos internos presentan valores y porcentajes más grandes en las celdas de la diagonal principal que fuera de ella, y así ocurre en el caso de los grandes clusters, con porcentajes notoriamente superiores al 50% en el agroalimentario y construcción y en torno al 40% en servicios. El cluster metal-mecánico, por su parte, tiene vínculos internos hacia atrás más fuertes que hacia delante, al ser un importante suministrador de inputs del cluster de la construcción. Por último, el químico-energético y el de actividades relacionadas con el transporte, así como los sectores agrupados en mini clusters, destacan como clientes o proveedores de los demás clusters, lo que explica sus débiles vinculaciones internas.

Los autores antes citados sugieren también la posibilidad de calcular vínculos externos mediante índices de poder y sensibilidad de dispersión de cada cluster, como la suma de los valores de dichos índices para cada uno de los sectores que componen el cluster en cuestión ponderados por la importancia de su producción. Indicadores que resultarían ilustrativos de la importancia de cada cluster para el conjunto de la economía. El cuadro 6 refleja el cálculo de estos indicadores para las TIOAN 2000 utilizando la matriz inversa de Ghosh para la obtención de los *forward linkages*. Así, el cluster metal-mecánico y dos de los mini-clusters (silvicultura-papel-publicidad y transporte) resultan “claves” (key) para la economía andaluza tanto por el lado de las ventas como de las compras (BL, FL>1). Los clusters agroalimentarios y de la construcción son “conductores” (*driver*), en la terminología de Rey y Mattheis (BL>1, FL<1), esto es, un aumento de la demanda interior produce un incremento de la producción

procedente del cluster que implica una subida de las compras de insumos, estimulando así el efecto multiplicador en la economía regional. No obstante, hay que señalar que dichos clusters se catalogarían como *key clusters* si los *forward linkages* se calcularan a partir de la inversa de Leontief. Los bloques químico-energético y de actividades relacionadas con el transporte junto con la edición y actividades cinematográficas cabría catalogarlos como “catalizadores” (*enabler*) con índices hacia delante superiores a 1 y hacia atrás menores que la unidad, jugando un destacado papel en el desarrollo económico vía ventas de sus productos; y por último se encuentran las agrupaciones “débiles” (*weak*) con ambos índices inferiores a 1, reflejando bien la subestimación que sufre el cluster de servicios al no tenerse en cuenta las ventas efectuadas a la demanda final, bien una menor influencia en al actividad económica<sup>4</sup>.

**Cuadro 6. Índices de poder y sensibilidad de dispersión**

Cluster	AG	Q-E	Mt-Mec	C	Act TP	S	S-P-Pb	Tx-Cz	Ed-Cn	N_I+D	TP	RE
BL	1,124	0,992	1,008	1,038	0,866	0,880	1,047	0,914	0,999	0,960	1,061	0,953
FL	0,864	1,055	1,046	0,917	1,075	0,870	1,298	0,757	1,133	0,884	1,290	0,840
	Driver	Enabler	Key	Driver	Enabler	Weak	Key	Weak	Enabler	Weak	Key	Weak

Así mismo, como se muestra en la parte inferior del cuadro 5, se ha obtenido el denominado *índice de difusión*, de acuerdo con Peeters et al (2001). Para cada cluster, dicho índice se calcula como el logaritmo natural del cociente entre sus entregas y compras intermedias totales. Un valor positivo del índice de difusión indica que el cluster es un oferente neto de bienes y servicios intermedios; un valor negativo expresa justamente lo contrario, esto es, que es un usuario neto de productos intermedios. Si nos centramos en los clusters de mayor significación económica, podemos interpretar que el agroalimentario es un usuario neto de dichos productos, al igual que el de la construcción, aunque este último en menor grado. En cambio, el cluster de actividades relacionadas con el transporte es claramente un oferente neto de bienes y servicios intermedios. Esta misma orientación, aunque menos acentuada, manifiestan los clusters químico-energético, metal-mecánico y de servicios.

### 3.2 Descripción del cluster de la construcción

La figura 3 muestra un gráfico representativo de los flujos comerciales más relevantes del cluster de la construcción, constituido por doce ramas de actividad y que es el más grande en términos de output en la economía andaluza (ver cuadro 4). Los arcos o flechas pueden ser interpretados como los canales a través de los cuales se transmiten los impulsos económicos entre sectores y están orientados en el sentido “comprador-vendedor”. Para hacer más comprensible el gráfico se han representado exclusivamente las transacciones que superan los 100 millones de euros, dibujando, además, en trazo negro aquellas que son mayores de 500 millones. También se han reflejado las principales conexiones con otros clusters de la economía andaluza.

Como se puede entrever en la figura 3, el cluster de la construcción se cimienta en torno a tres actividades dominantes que constituyen su núcleo o corazón: construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil (r.49), preparación, instalación y acabado de obras (r.50) y actividades inmobiliarias (r.64). Estos tres sectores, por sí solos, acumulan algo más del 71 y el 85% del output y VAB generado por el cluster y están entre los más grandes de la economía andaluza: la rama 64 ocupa el primer y segundo lugar en relación al valor añadido y

4. En esta categoría también se encuentra el bloque que hemos denominado como “Resto de la economía” (RE) que no se abre a muchos comentarios por su carácter poco homogéneo.

al output, respectivamente, mientras que la rama 49 está a la cabeza en cuanto a producción y se sitúa en tercer lugar en valor añadido. Entre ellos existen fuertes vínculos económicos hacia delante y hacia atrás, configurando lo que en la teoría de grafos se denomina un componente fuerte de la estructura productiva (*strong component*)<sup>5</sup>. Hay que destacar que las compras que construcción de inmuebles hace a la rama 50 es la transacción intermedia más grande de la tabla, ascendiendo a 2.737 millones de euros<sup>6</sup>. Son también de una cuantía muy elevada las compras que las actividades inmobiliarias hacen tanto a la r.50 (932 millones) como a la r.49 (332 millones).

Por otra parte, las producciones de las ramas 49 y 64 están fuertemente orientadas hacia la demanda final, concretamente a la formación bruta de capital en el primer caso (83%) y al gasto en consumo final en el segundo (68%). La rama de preparación, instalación y acabado de obras, en cambio, destina en gran medida su producción a la demanda intermedia (77%), y sobre todo a la r.49 y r.64.

Alrededor de este triángulo central se extiende una amplia red de sectores suministradores de materiales y servicios, siendo su principal destinataria la rama 49. Dicha actividad realiza significativas demandas directas e indirectas de inputs a siete sectores miembros del cluster, entre ellas una superior a 500 millones de euros (cemento, por un importe de 950 millones). Otras compras importantes de la rama 49 son las efectuadas a productos cerámicos por 327 millones, vidrio y piedra, por 198 millones, a la industria de la madera (128 millones), al sector de extracción de minerales no metálicos ni energéticos, tanto directa (150 millones) como indirectamente a través del sector 30, así como de servicios de alquiler de

maquinaria y de servicios técnicos (136 y 134 millones, respectivamente). En conjunto, más de la mitad de la producción intermedia de estos sectores se destina a la rama 49. Por su parte, el sector 50, a parte de sus intensas relaciones comerciales con las ramas 49 y 64, también demanda, dentro del cluster, cantidades importantes de inputs a la industria del cemento (233 millones de euros) y a maquinaria y material eléctrico, por valor de 114 millones. Menos significativas son, sin embargo, sus compras a la rama 38.

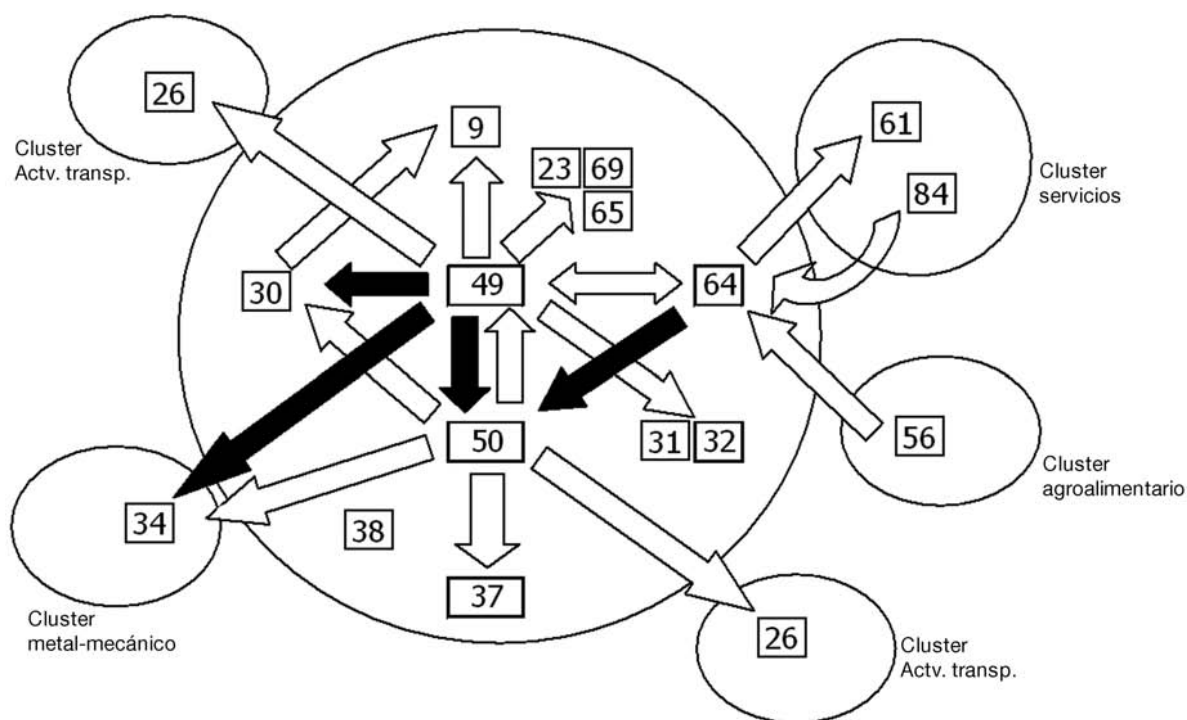
Además, el cluster de la construcción mantiene sustanciales conexiones externas, configurándose como un cluster *abierto* al mantener importantes linkages, sobre todo de compras, con otras ramas de la economía. En comparación con los otros dos grandes clusters y como se desprende de los datos del cuadro 5, es más abierto que el agroalimentario y menos que el de servicios. Concretamente, un 65 y un 55,6% de sus ventas y compras intermedias totales, tienen como destino y origen sectores miembros del cluster, mientras que las ventas y compras fuera del cluster representan un 35 y un 44,4%, respectivamente. Son especialmente importantes las adquisiciones que las ramas 49 y 50 hacen de la rama productos metálicos (r.34), incluida en el cluster metal-mecánico, por un importe de 788 y 112 millones de euros, respectivamente. También son relevantes las compras al cluster de actividades relacionadas con el transporte (refino de petróleo), y de servicios (intermediación financiera). Por otra parte, dos ventas intermedias intercluster destacan, ambas realizadas por actividades inmobiliarias a sectores incluidos en los clusters agroalimentario y de servicios.

---

5. Un componente fuerte es un subgrafo de un grafo dirigido o digrafo que consta de un conjunto de puntos mutuamente alcanzables (Campbell, 1975).

6. En las TIOAN 2000 sólo dos transacciones intermedias son superiores a 1.000 millones de euros. A parte de la señalada, la segunda pertenece al cluster agroalimentario: compras de grasas y aceites (r.13) a cultivos de vid y olivo (r.2), por valor de 1.582,2 millones de euros.

**Figura 3. Cluster de la construcción**



**Tipo de transacciones**



**Ramas implicadas**

- |                                                                       |                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 9 Extracción de minerales no metálicos ni energéticos                 | 49 Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil               |
| 23 Industria de la madera y del corcho (excepto muebles)              | 50 Preparación, instalación y acabado de obras                         |
| 26 Refino de petróleo y tratamiento de residuos nucleares             | 56 Servicios de cafeterías, bares y restaurantes; provisión de com. p. |
| 30 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados                  | 61 Intermediación financiera, excepto seguros y planes de pensiones    |
| 31 Fabric. de prod. cerámicos, azulejos, ladrillos y o. t. c. constr. | 64 Actividades inmobiliarias                                           |
| 32 Industrias del vidrio y de la piedra personales y e. d.            | 65 Alquiler de maquinaria y eq. sin operario, de efec.                 |
| 34 Fabric. de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo        | 69 Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería, ensayos, etc.      |
| 37 Fabricación de maquinaria y material eléctrico                     | 84 Otras actividades recreativas, culturales y deportivas              |
| 38 Fabric. material electrónico, eq. y apar. radio, telev. y comunic. |                                                                        |

**3.3. Matriz Producto de Multiplicadores**

La búsqueda de posibles medidas de conexiones sectoriales, tanto en la matriz de coeficientes técnicos como en la inversa de Leontief, se plantea de forma independiente, es decir, analizando la capacidad de influencia hacia atrás y hacia delante por separado. Esta barrera se puede salvar mediante la deducción, a partir de la inversa de Leontief, de una segunda matriz que otorgue igual peso a ambos grupos de relaciones y permita capturar el efecto global, reflejo de la relación de una industria con todas las demás (Guo y Planting, 2000). Se trata de la *Matriz Producto de Multiplicadores* (MPM), medida

cuantitativa de la relación existente entre las distintas ramas que abre la posibilidad de evaluar los cambios operados en la estructura económica de un país a lo largo del tiempo o en los *perfiles* de los clusters existentes:

$$MPM = \frac{1}{V} \|k_{i \cdot} \cdot k_{\cdot j}\| = \frac{1}{V} \begin{pmatrix} k_{1 \cdot} \\ k_{2 \cdot} \\ \vdots \\ k_{n \cdot} \end{pmatrix} (k_{\cdot 1} \quad k_{\cdot 2} \quad \dots \quad k_{\cdot n})$$

siendo  $k_{i \cdot}$  y  $k_{\cdot j}$



los multiplicadores de expansión uniforme de la demanda y de producción, respectivamente, y  $V$  la intensidad global de la

matriz inversa de Leontief:  $V = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_{ij}$ . Es importante recordar el hecho de que, al estar todos los elementos de la MPM divididos por la suma de los multiplicadores, normalizando los valores, las sumas de las filas se corresponden con la cuantía de los multiplicadores hacia delante  $k_{i\cdot}$ , mientras que las sumas de las columnas  $k_{\cdot j}$  son los multiplicadores hacia atrás<sup>7</sup>.

La principal probidad de esta técnica de análisis input-output descansa en la representación gráfica de las relaciones interindustriales, en el potencial informativo que la visualización de la orografía del "paisaje económico" asociado a dicha imagen, a modo de *terrazas* de diferentes niveles, proporciona. Al depender la configuración relativa de una MPM de los vínculos existentes entre los diferentes sectores, surge la oportunidad de jerarquizarlos en función del alcance de sus ligazones: un elevado valor de MPM en una rama, la altura de su celda, refleja un alcance mayor en las conexiones hacia atrás y hacia delante. Cuanto más alta es la columna más importantes son las relaciones interindustriales, y cuanto más escarpado sea el paisaje mayor variedad en el grado de interrelaciones entre los distintos sectores<sup>8</sup>.

No habría inconveniente, a continuación, en realizar una doble ordenación:

□ Por una parte, las *columnas*. Se trata de colocar a la izquierda del gráfico, al oeste, las terrazas más altas, las que se multiplicaron por escalares mayores (multiplicador hacia atrás).

Éstos se corresponden básicamente con los clusters agroalimentario, actividades relacionadas con el transporte, químico-energético, silvicultura-papel-publicidad, construcción y metal-mecánico con valores por encima de la media. Les siguen, naval e I+D, transportes, servicios, edición-cine y, por último, textil-calzado (cuadro 7 y figura 4).

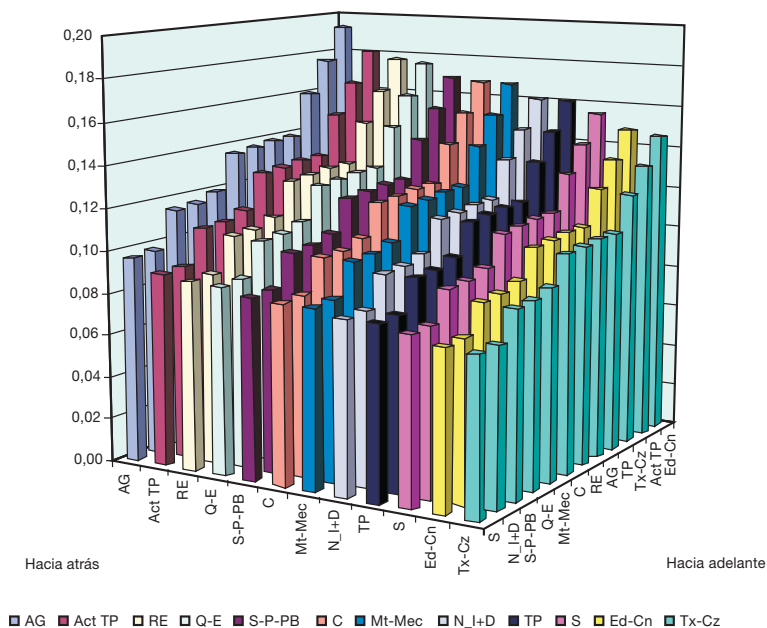
□ La segunda ordenación afectaría a las *filas*. Puede colocarse la terraza más alta en la primera fila de la MPM, terraza que habrá sido la multiplicada por el escalar (multiplicador hacia delante) más alto. La segunda cota se encontraría en la segunda fila y así sucesivamente. Terminado este proceso, se vería un paisaje de terrazas descendentes formadas, a su vez, por curvas paralelas. La terraza preeminente se corresponde con el minicluster edición-cine, la de superior  $k_{i\cdot}$ , viniendo a continuación los clusters de actividades relacionadas con el transporte, textil-calzado, transportes, agroalimentario ocupando el conjunto de actividades relacionado con la construcción la siguiente posición en este escalafón, viniendo a continuación y con valores por debajo de la media, los clusters de metal-mecánico, químico-energético, silvicultura-papel-publicidad, naval e I+D y servicios (cuadro 7 y figura 5).

□ Finalmente, la figura 6 aparece como un caso específico de la 4 al ilustrar la diagonal principal, la primera columna y fila en la ordenación de la MPM por columnas. El análisis de la diagonal principal de la MPM arroja evidente interés al reflejar cada elemento de la misma el producto de los multiplicadores (de producción y expansión uniforme de la demanda) de cada cluster, es decir, su arrastre total.

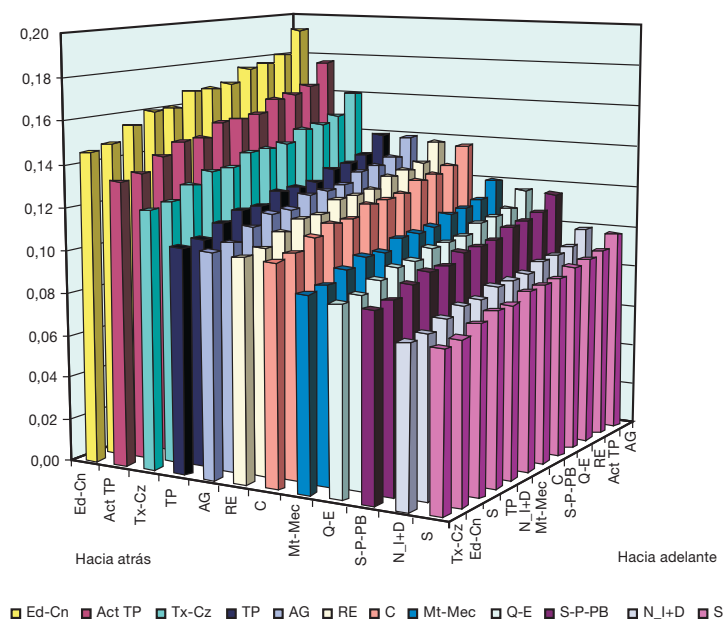
7. A su vez, la MPM describe la intensidad de primer orden de los impactos económicos de cambios en las entradas individuales en la matriz de inputs directos (Sonis, Hewings y Guo, 2000: "A New Image of Classical Key Sector Analysis: Minimum Information Decomposition of the Leontief Inverse", *Economic System Research*, vol. 12, n° 3).

8. Una figura plana indicaría que todas las industrias (clusters) tienen el mismo rango de interconexiones.

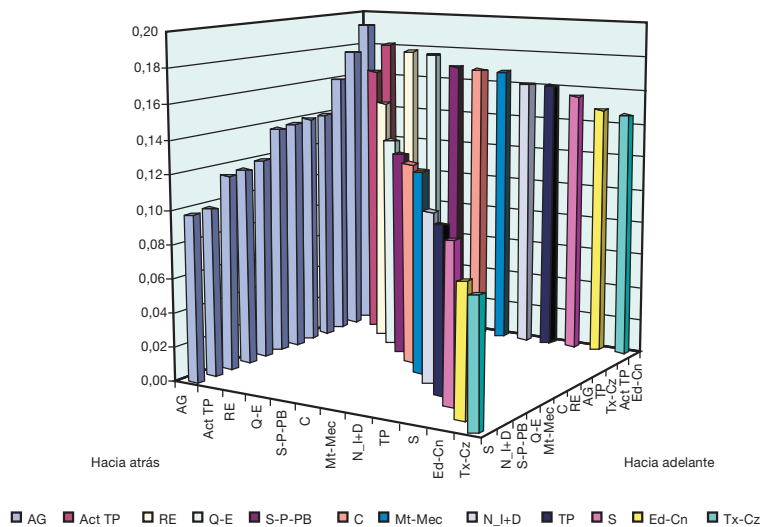
**Figura 4. MPM\_Matriz de clusters. Tioan 2000** (ordenación por columnas)



**Figura 5. MPM\_Matriz de clusters. Tioan 2000** (ordenación por filas)



**Figura 6. MPM\_Fila Ed-Cn, columna AG y diagonal principal. Tioan 2000** (ordenación por columnas)



FUENTE: IEA. Elaboración propia

**Cuadro 7**

	$\mu$		$\omega$
AG	1,6263	Ed-Cn	1,9995
Act TP	1,5241	Act TP	1,8271
RE	1,4940	Tx-Cz	1,6632
Q-E	1,4806	TP	1,4461
S-P-PB	1,4261	AG	1,4418
C	1,4151	RE	1,4266
Mt-Mec	1,4131	C	1,4144
N_I+D	1,3560	Mt-Mec	1,2397
TP	1,3557	Q-E	1,2014
S	1,3082	S-P-PB	1,1918
Ed-Cn	1,2479	N_I+D	1,0177
Tx-Cz	1,2298	S	1,0076

$\mu$ : multiplicador hacia atrás de Rasmussen

$\omega$ : multiplicador hacia delante de Rasmussen

## 4. El método del consenso: una aplicación a las TIOAN 2000

Lo cierto es que, dada la complejidad de las relaciones intersectoriales de una economía, no existe unanimidad sobre alguna metodología en concreto que pueda considerarse como definitiva a la hora de identificar clusters. Y es en este ámbito donde debe ubicarse la apuesta de Rey y Mattheis (2000) con su *consensus clustering*, enfoque ecléctico que intenta integrar las complementariedades existentes entre diferentes métodos de identificación multivariante a partir de los resultados de numerosas aplicaciones del análisis de componentes principales y del análisis de conglomerados y, de esta forma, reagrupar los sectores bajo distintos ángulos económicos. El procedimiento se fundamenta en la extensión de la noción de consenso por pares de sectores a un mismo cluster a lo largo de diversas técnicas de fijación –sectores consistentemente vinculados, en base a múltiples dimensiones<sup>9</sup>. La puesta en

práctica de esta alternativa a las TIOAN 2000 ha tenido como referencia el trabajo de Lainesse y Poussart (2005)<sup>10</sup>, integrando en nuestro caso los resultados de cuatro aplicaciones del análisis de componentes principales, proceso que se ha desarrollado en varias fases (figura 7):

- La primera etapa tiene como punto de partida la obtención de clusters a partir del análisis de componentes principales utilizando diferentes algoritmos que han dado lugar a que se imputen cuatro matrices: ligazones de compras y de ventas por separado ( $\bar{A}, \bar{B}$ ), la suma de estas ligazones ( $\bar{R}$ ) y una matriz de proporciones T que considere el grado de linkage entre cada par de sectores ( $i, j$ ), revelando en qué medida las compras y ventas intermedias totales vienen determinadas por los flujos entre esa pareja de ramas.

### Matrices imputadas

Matriz ligazones de compras,  $\bar{A}$ :

$$\bar{a}_{ij} = z_{ij} / \sum_{j=1}^n z_{ij}$$

Matriz ligazones de ventas,  $\bar{B}$ :

$$\bar{b}_{ij} = z_{ij} / \sum_{i=1}^n z_{ij}$$

Matriz suma de ligazones,  $\bar{R}$ :

$$\bar{r}_{ij} = \bar{a}_{ij} + \bar{b}_{ij} = z_{ij} / \sum_{j=1}^n z_{ij} + z_{ij} / \sum_{i=1}^n z_{ij}$$

Matriz T de proporciones:

$$t_{ij} = t_{ji} = \frac{z_{ij} + z_{ji}}{\sum_{j=1}^n z_{ji} + \sum_{i=1}^n z_{ij} + \sum_{j=1}^n z_{ij} + \sum_{i=1}^n z_{ji}}$$

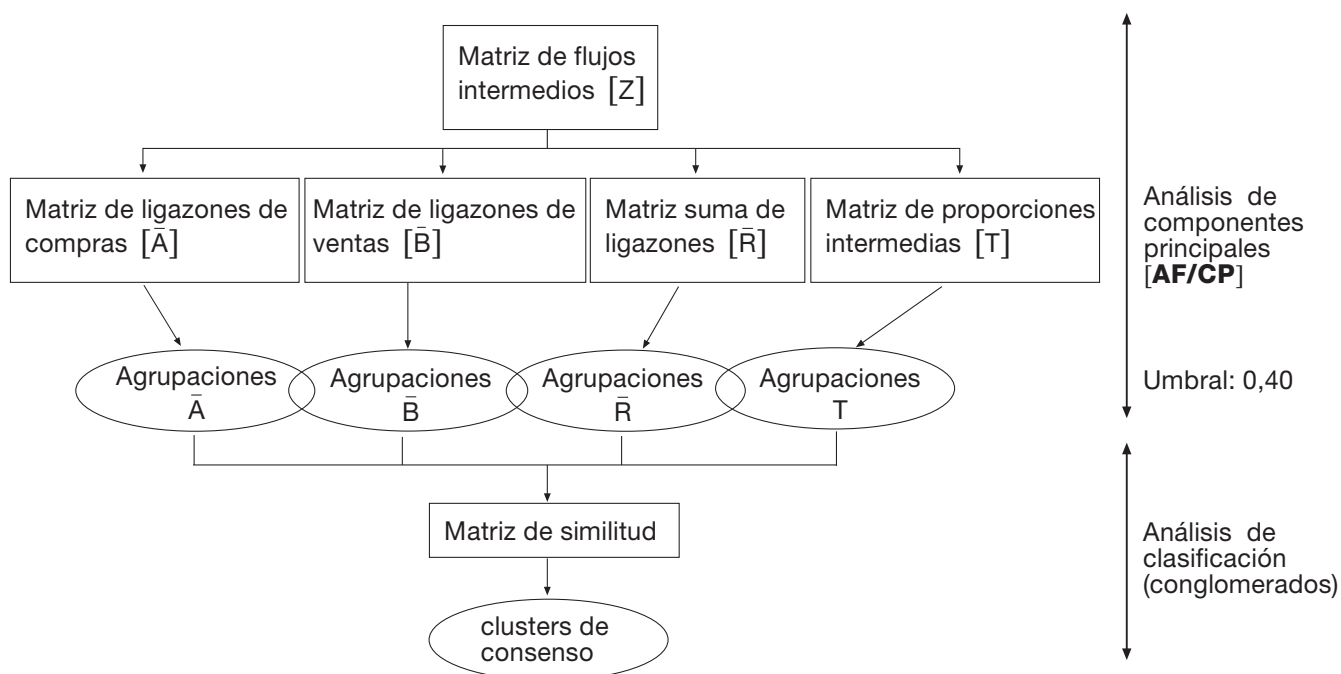
9. Y no a partir de una única característica (por sus ventas intermedias, por ejemplo), como ocurre con la mayoría de las técnicas de identificación utilizadas.

10. Dichos autores aplican el análisis de componentes principales con el fin de obtener dos conjuntos de clusters: uno basado en ligazones de compras y otro en ligazones de ventas.

• A partir de los resultados alcanzados con estas cuatro aplicaciones se ha elaborado, en lo que sería ya una segunda etapa, una matriz de similitud o de distancias<sup>11</sup>. Se trata de una matriz simétrica (86 x 86) que contiene elementos representativos de la similitud o cercanía relativa de cada par de sectores, reflejando la propensión de cada rama a situarse en un cluster de acuerdo a la diferente gama de matrices estandarizadas. Formalmente, sea M las aplicaciones realizadas, esto es, el número de matrices imputadas, tal que ( $m = 1, 2, \dots, M$ ),  $\varphi_{ij}^m = 1 \Rightarrow$  los sectores  $i$  y  $j$  están unidos en un mismo cluster por la aplicación  $m$ , y  $\varphi_{ij}^m = 0$  en los demás

casos. A partir de aquí, la matriz de similitud  $S$  puede definirse como:  $S_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \varphi_{ij}^m$ . A continuación, y dentro del entorno SPSS, se lleva a cabo un análisis de conglomerados<sup>12</sup> con la matriz de distancias previamente obtenida, construyendo el agrupamiento jerárquico de los sectores en base a sus similitudes, lo que implica ordenar los sectores en distintos niveles de manera que los de ámbito superior contengan a los inferiores. El criterio seguido para definir las distancias ha sido el método Ward<sup>13</sup>.

**Figura 7**



11. La noción de similitud puede ser entendida como la opuesta de distancia.

12. A diferencia del análisis factorial, la aplicación de esta técnica de análisis de datos multivariantes ha sido mucho más limitada en este campo. Caben citar a Blin y Cohen (1977), Abbott y Andrews (1990) y Caber et al. (1991), si bien sus trabajos no se centran en la identificación de clusters.

13. La distancia euclídea entre variables estandarizadas es la más utilizada (Rey y Mattheis, 2000):

$$d_{ij} = \sqrt{(a_{1,i} - a_{1,j})^2 + (a_{2,i} - a_{2,j})^2 + \dots + (a_{n,i} - a_{n,j})^2}$$

A parte del método Ward, los criterios del *centroide* y de la *media de grupos* son los más adoptados, si bien una revisión de la literatura al respecto hace difícil dar reglas generales que justifiquen la supremacía de uno sobre otros.

- Los resultados de la aplicación de dichos algoritmos pueden ser resumidos para su correcta y apropiada presentación en un *dendrograma*, gráfico bidimensional en forma de árbol donde los sectores quedan agrupados a través de líneas rectas. De tal forma que, cada corte en el mismo a una distancia dada permite obtener una clasificación del número de clusters existentes a ese nivel y los sectores que lo forman. La figura 8 visualiza el resultado de las secuencias del proceso de “clusterización” de las TIOAN 2000 a partir de 74 sectores<sup>14</sup> que se van agregando en clusters y que, a través de un proceso iterativo, va combinando las agrupaciones más similares en uno nuevo agregado. Se continúa así hasta que finalmente todos los sectores originales pertenezcan a un único cluster.

Al descansar, en última instancia, la solución de este método en el nivel de corte o rango de distancia elegido en el dendrograma, la elección de esta franja no es algo baladí. En nuestro caso, tras una inspección visual se ha decidido un ajuste de distancia intermedia que nos permite hablar de catorce agrupaciones que con mayor o menor lógica resumen este proceso de consenso (cuadro 8 y 9):

- √ Los servicios se encuentran desglosados en tres grandes bloques que se unen a un nivel superior de distancia conformando lo que sería un mega-cluster del sector terciario.

- √ La actividad agroalimentaria estaría constituida por el mayoritario cluster 4 de diez ramas productivas y dos agrupaciones de menor calado, con dos y tres ramas respectivamente que se combinan en un estadio superior (clusters 10 y 11).

- √ La actividad constructora queda reflejada en dos clusters (5 y 12): el primero, más concurrido por los materiales

propios de la actividad –minería no metálica, madera, cemento, cerámica, vidrio, la preparación y acabado de obras y el alquiler de maquinaria–, mientras que en el segundo cluster la propia rama de la construcción se encuentra acompañada de los materiales eléctricos y electrónicos.

- √ El cluster 6 está constituido por actividades tales como productos energéticos, química básica, gas, agua que permiten catalogarlo de energético a pesar de contar con la presencia menos lógica de la industria del papel.

- √ El cluster 7 recoge actividades claramente relacionadas con los transportes, si bien también se ubican en él refino de petróleo y otros productos químicos.

- √ Los clusters 8 y 9 acopian ramas metal-mecánicas y si bien el primero aparece sin fisuras en cuanto a su composición, la presencia de material de oficina e instrumentos médico-quirúrgicos en el bloque 9 resulta menos lógica. Ambos clusters se unen a un nivel de distancia superior.

- √ Las dos últimas agrupaciones, que también se asocian a una distancia mayor, resultan menos razonables al combinar actividades que en principio tienen poco en común.

Finalmente, y a modo de resumen, el *consensus clustering* debe ser contemplado como un procedimiento objetivo que partiendo del carácter complementario de los numerosos resultados alcanzados previamente, los sintetiza e integra en una solución final, suficientemente flexible, que refleja el perfil definitivo de los clusters identificados. Esta flexibilidad está relacionada con la posibilidad de ajustar un nivel aceptable de disimilitud dentro de los clusters.

---

14. Once ramas no han entrado en este proceso de conglomerados: electricidad, plásticos, muebles, comercio al por mayor y al por menor, AAPP, transporte terrestre, educación, servicios sanitarios y veterinarios y sociales de no mercado y los servicios domésticos de los hogares.

**Cuadro 8. Clusters de consenso tíoan 2000**

Cluster	Actividad	Ramas
Servicios 1	Hostelería	55
	Correos	60
	Intermediación financiera	61
	Seguros	62
	Activ. Aux intermed. financ.	63
	Actividades informáticas	66
	Actividades jurídicas, contables	68
	Serv. técnicos arquitect. e ing.	69
	Otros servicios	73
	Educación de mercado	76
	Actividades asociativas	82
Servicios 2	Serv. cafeterías, bares y rest.	56
	Actividades inmobiliarias	64
	Publicidad	70
	Actividades saneamiento público	81
Servicios 3	I+D	67
	Servicios de invest. y seg.	71
	Actividades indust. de limpieza	72
	Activ. sant. y veter. mercado	78
	Servicios sociales de mercado	80
	Actividades cinematográficas	83
	Otras activ. recr., cult. dep.	84
Servicios personales	85	
Agroalimentario 4	Cultivos de hortalizas y frutas	1
	Pesca	6
	Conservación de pescados	10
	Industria cárnica	11
	Conservación frutas y hortalizas	12
	Fabricación de grasas y aceites	13
	Industrias lácteas	14
	Cerveza y bebidas no alcohólicas	19
	Tabaco	17
Elaboración de vinos y alcoholes	18	
Construcción y sus materiales 5	Minería no metálica	9
	Madera	23
	Cemento	30
	Cerámica	31
	Vidrio	32
	Preparación, inst. y acab. obras	50
	Alquiler de maquinaria	65
Energético 6	Productos energéticos	7
	Papel	24
	Química básica	27
	Gas	47
	Agua	48

CONTINÚA →

**Cuadro 8. Clusters de consenso tíoan 2000**

CONTINUACIÓN

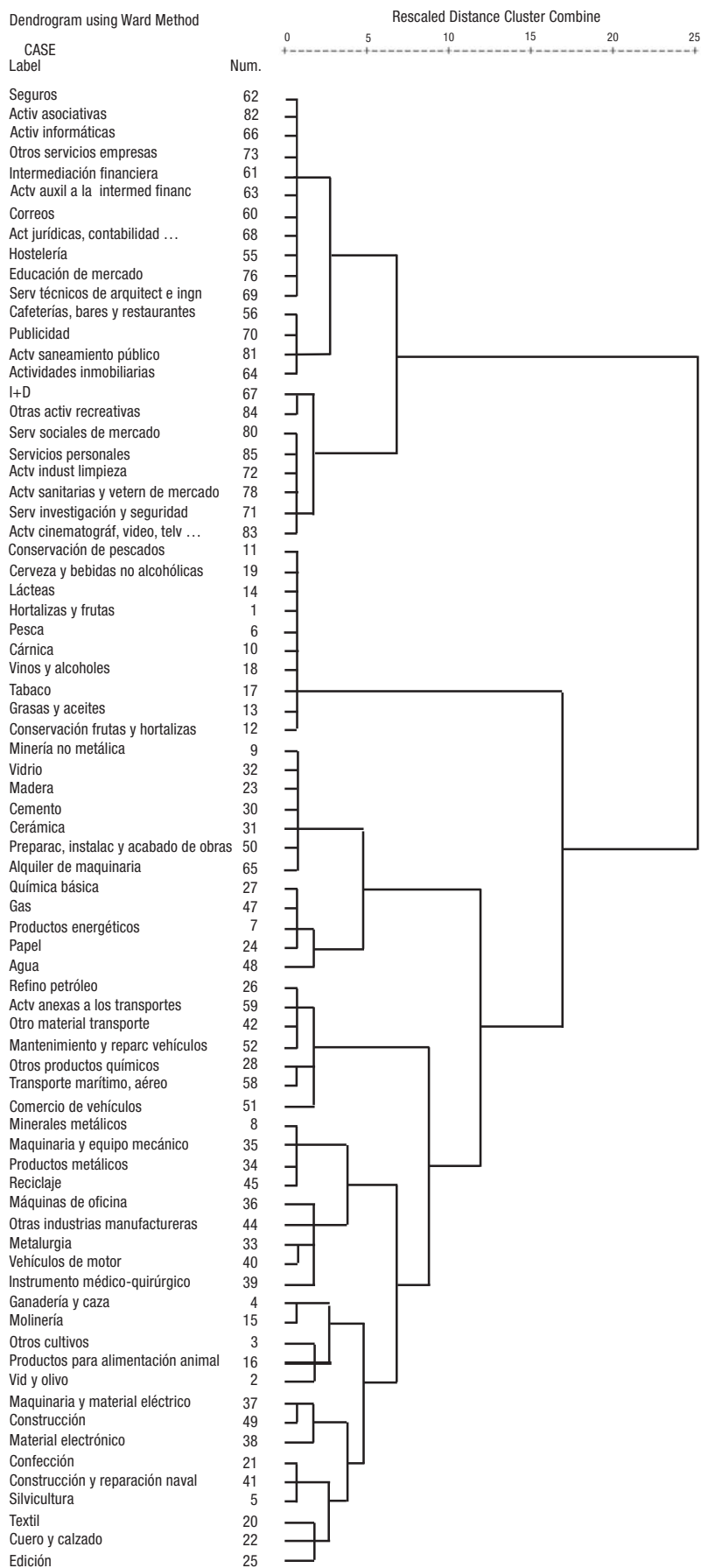
Cluster	Actividad	Ramas
Actividades de transportes 7	Refino de petróleo	26
	Otros productos químicos	28
	Fabricación otro mat. de transp.	42
	Comercio de vehículos	51
	Mantenm. y repar. vehíc motor	52
	Transporte marítimo, flv. y aéreo	58
	Actividades anexas al transporte	59
Metal-mecánico 8	Extracción de minerales metálicos	8
	Fabricación de proa. metálicos	34
	Construcción de maq. y eq mec.	35
	Reciclaje	45
Metal-mecánico 9	Metalurgia	33
	Máquinas de oficina	36
	Instrumentos médico-quirúrgicos	39
	Vehículos de motor	40
	Otras industrias manufactureras	44
Agroalimentario 10	Producción ganadera y caza	4
	Fabricación de prod de molinería	15
Agroalimentario 11	Cultivos de vid y olivo	2
	Otros cultivos y serv. grarios	3
	Productos para la aliment. animal	16
Construcción y materiales 12	Maquinaria y material eléctrico	37
	Material electrónico	38
	Construcción	49
Cluster 13	Selvicultura	5
	Confección	21
	Construcción y reparación naval	41
Cluster 14	Textil	20
	Cuero y calzado	22
	Edición	25



## Cuadro 9. Clusters de la economía andaluza

		Ramas																
Cluster agroalimentario	AF/CP	1	2	3	4	6	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	56	
	Consenso 1	1	6	10	11	12	13	14	19	17	18							
	Consenso 2	4	15															
	Consenso 3	2	3	16														
Cluster químico-energético	AF/CP	7	27	28	47	48												
	Consenso	7	24	27	47	48												
Cluster metal-mecánico	AF/CP	8	33	34	35	40	44	45										
	Consenso 1	8	34	35	45													
	Consenso 2	33	36	39	40	44												
Cluster de la construcción	AF/CP	9	23	30	31	32	37	38	49	50	64	65	69					
	Consenso 1	9	23	30	31	32	50	65										
	Consenso 2	37	38	49														
Cluster activd. relacionadas con transporte	AF/CP	26	42	51	52	59												
	Consenso	26	28	42	51	52	58	59										
Cluster de servicios	AF/CP	36	55	60	61	62	63	66	68	71	72	73	74	75	76	77	78	
		79	81	82	84	85												
	Consenso 1	55	60	61	62	63	66	68	69	73	76	82						
	Consenso 2	56	64	70	81													
	Consenso 3	67	71	72	78	80	83	84	85									
Mini-clusters		Textil-calzado				Silv-papel-public				Naval - I+D								
AF/CP		20	22			5	24	70		41	67							
		Transportes				Edición-cine												
AF/CP		57	58			25	83											
		Cluster 13				Cluster 14												
Consenso		5	21	41		20	22	25										

**Figura 8. HIERARCHICAL CLUSTER ANALYSIS**





## 5. Conclusiones

El presente capítulo identifica los principales clusters de la economía andaluza aplicando un análisis multivariante a las TIOAN 2000. Antes de comentar cualquier tipo de resultado, es conveniente mencionar que frente a las evidentes ventajas que presenta la utilización de tablas I/O para el análisis de clusters –su periódica disponibilidad tanto para países como regiones y la amplia gama de aplicaciones que facilita (estudios sectoriales, comparaciones internacionales, análisis de impactos provocados por alteraciones en la demanda final o en los inputs primarios, aspectos destacables en el ámbito de la planificación e intervención económica)-, también muestra limitaciones, como es el hecho de no revelar formas de colaboración más allá de las estrictamente productivas, por ejemplo. Pero quizá, el principal inconveniente tenga que ver con su nivel de agregación. Es comúnmente aceptado que la identificación de las redes de producción que definen un cluster se beneficia de la utilización de datos muy desagregados, así pues a mayor nivel de detalle en la matriz de flujos intersectoriales, más posibilidades de obtener “clusters reales”. En este sentido, las TIOAN 2000 estando bastante desagregada para la media de tablas elaboradas en España, todavía se encuentra lejos del detalle disponible en otros trabajos [Czamanski (1974) tablas IO-1963 de EE.UU., desagregadas en 172 ramas; Feser y Bergman (2000), tablas IO-1987 de EE.UU., con 362 ramas; Lainesse y Poussart (2005), tablas IO-2000 de Québec con 300 ramas].

En lo referente a los resultados obtenidos, los principales clusters en cuanto a tamaño de la economía andaluza reciben diferente catalogación: metal-mecánico → *clave*; químico-energético y actividades relacionadas con el transporte → *catalizadores*; bloque agroalimentario y construcción → *conductores*; y los servicios → *débil*.

Todas las técnicas de identificación de clusters presentan ventajas e inconvenientes. En lo que respecta a los procedimientos

econométricos (AF/CP y el enfoque consensus clustering), dominantes entre quienes en la actualidad identifican clusters por medio de tablas I/O, quizá dejan demasiadas decisiones al arbitrio del investigador, resultando especialmente controvertida una cuestión estrechamente ligada a la generación de factores: qué matriz se desea imputar. Resulta habitual encontrar en la literatura existente matrices input cuyo significado económico queda ensombrecido tras las sucesivas transformaciones de las que son objeto<sup>15</sup>. Esta técnica puede llegar a sindicarse perfiles sectoriales que, si bien cuentan con una estructura productiva semejante, no resultan fáciles de asociar o aceptar en un mismo cluster: industrias extractivas con servicios destinados a la venta o plásticos asociada a las ramas agrarias, por ejemplo. Sin embargo, la agrupación de ramas en base a la semejanza de sus perfiles de flujos (inputs / outputs) no siempre es visto como un inconveniente. ÓhUallacháin (1984) lo consideraba más una “fortaleza” que una debilidad del análisis multivariante, puesto que otras técnicas fallan a la hora de identificar este tipo de relación; y en trabajos más recientes como los de Rey y Mattheis (2000) y Lainesse y Poussart (2005) se acepta esta realidad, haciendo suyo este punto de vista.

Nuestro *modus operandi* –imputar la matriz suma de ligazones intermedias y flexibilidad a la hora de interpretar las cargas factoriales- supone una aproximación híbrida en la medida en que el criterio de semejanzas de patrones de compras/ventas pierde protagonismo y los resultados obtenidos señalan que estos clusters ya no serían horizontales en sentido estricto.

A parte de estas limitaciones propias, se pueden resumir las dificultades encontradas en las aplicaciones concretas que se han llevado a cabo (CP/AF y *Consensus clustering*):

- La necesidad de excluir determinados sectores que hacen difícil el desciframiento de los vínculos entre actividades.
- La decisión de la matriz a imputar, así como la interpretación de las cargas factoriales a la hora de asignar los miembros de cada cluster.
- El método de *Consensus clustering*, al recoger los resultados de diferentes aplicaciones del análisis de CP/AF presenta las dificultades arriba señaladas, a las que hay que añadir las relativas al nivel de corte o rango de distancia a la hora de interpretar el dendrograma.

15. En la mayoría de los casos la matriz a imputar adopta la forma de una matriz de correlaciones, bien de coeficientes técnicos (ÓhUallacháin, 1984) o ligazones [Czamanski (1974) y Feser y Bergman (2000)], donde a partir del máximo de cuatro coeficientes de correlación, reflejo de la similitud de estructura entre dos sectores, se crea una matriz simétrica. Pero no siempre se trata de una matriz de correlaciones. Roepke et al. (1974) utilizan una matriz simétrica cuyos elementos se obtienen sumando los flujos intermedios entre cada par de actividades. Tampoco lo hacen Bergman et al. (1996), cuando recurren directamente al máximo de los coeficientes de compras y ventas intermedias totales para cada par de sectores.



## 6. Bibliografía

- Abbott, T.A. y Andrews, S.H. (1990): *The classification of manufacturing industries: an input based clustering of activity*, Discussion papers, US Census Bureau, CES 90-7.
- Bergman, E. y Feser, E. J., Sweeney, S. (1996): *Targeting North Carolina manufacturing: understanding the state's economy through industrial cluster analysis*, Institute for Economic Development, University of North Carolina at Chapel Hill.
- Blin, J. y Cohen, C. (1977): "Technological similarity and aggregation in input-output systems: a cluster-analytic approach", *The Review of Economics and Statistics*. Vol. LIX, nº 1, pp. 82-91.
- Caber, B., Contreras, E. J. y Miravete, E. J. (1991): "Aggregation in Input-Output Tables: How to select the best cluster linkage", *Economic Systems Research*, 3.
- Campbell, J. (1975): "Application of graph theoretic analysis to interindustry relationships". *Regional Science and Urban Economics*, Vol.5, nº 1, pp. 91-106.
- Czamanski, S. (1974): *Study of Clustering of Industries*, Institute of Public Affairs, Dalhousie University, Halifax, Canada.
- Czamanski, S. y Ablas, L. A. de Q. (1979): "Identification of industrial clusters and complexes: a comparison of methods and findings". *Urban Studies*, Vol. 16, nº 1, pp. 61-80.
- Fanjul, O. y Segura, J. (1977): Dependencia productiva y exterior de la economía española (1962-1970), Fundación del Instituto Nacional de Industria, Serie E nº 10.
- Feser, E. J. y Bergman, E. M. (2000), "National industry cluster templates: a framework for applied regional cluster analysis". *Regional Studies*, Vol. 34, nº 1, pp. 1-19.
- Guo, J. y Planting, M. A. (2000): "Using Input-Output analysis to measure US economic structural change over a 24 year period", XIII International Conference Input-Output Macera, Italia, 2000.
- Lainesse, L. y Poussart, B. (2005) : *Méthode de repérage des filières industrielles sur le territoire québécois basée sur les tableaux d'entrées-sorties*, Institut de la statistique du Québec.
- Martín, C. y Rodríguez, L. (1975): "Análisis de la estructura productiva de la economía española mediante las TIOE-75. Una primera aproximación", *La estructura productiva española. Tablas input-output de 1975 y análisis de las interdependencias de la economía española*. CECA (Fundación Fondo para la Investigación Económica y Social).
- Ministerio de Fomento (1999): Libro blanco del sector inmobiliario, Madrid.
- Morillas Raya, A. (1983): *La teoría de grafos en el análisis input-output. La estructura productiva andaluza*. Universidad de Málaga.
- Morillas Raya, A. (1995): "Aplicación de la teoría de grafos al estudio de los cambios en las relaciones intersectoriales de la economía andaluza en la década de los 80", Contabilidad Regional y Tablas Input-Output de Andalucía 1990, IEA.
- Naredo, J. M. (2000): "Boom inmobiliario y declive demográfico", *Le Monde Diplomatique*, noviembre de 2000.
- ÓhUallacháin, B. (1984): "The identification of industrial complexes". *Annals of the Association of American Geographers*, nº 74, pp. 420-436.
- Peeters, L., Tiri, M. y Berwert, A. (2001): "Identification of techno-economic clusters using input-output data: Application to Flanders and Switzerland", *Innovative Clusters. Drivers of National Innovation Systems*, OECD, Paris, pp. 251-272.
- Rey, S. J. y Mattheis, D. J. (2000): *Identifying Regional Industrial Clusters in California*, Prepared for the California Employment Development Department, San Diego State Univ.
- Roepke, H., Adams, D. y Wiseman, R. (1974): "A new approach to the identification of industrial complexes using input-output data", *Journal of Regional Science*, nº 14, pp. 15-29.
- Yan, Ch. y Ames, E. (1965): "Economic Interrelatedness", *Review of Economic Studies*, vol. 32, nº 4, pp. 299-310.



José A. Camacho Ballesta<sup>1</sup>  
Mercedes Rodríguez Molina<sup>1</sup>

**Colaboradores**

Alicia Bermúdez Narváez<sup>2</sup>  
Judith Rodríguez Jorge<sup>2</sup>

# **Terciarización de la economía andaluza**

---

1. Universidad de Granada, IDR  
2. Instituto de Estadística de Andalucía





# 1. Introducción

El crecimiento económico en las últimas décadas ha llevado incorporado un proceso de cambio estructural, esta transformación ha sido estudiada desde ópticas muy dispares a lo largo del tiempo: terciarización, desindustrialización, expansión de los servicios públicos y, a partir de la década de los ochenta, el enfoque desagregado en el que se estudian las relaciones intersectoriales de la economía.

En síntesis, gran parte de las investigaciones se ha centrado en el relevante papel de los servicios. Esta preocupación es lógica, ya que en la actualidad es el sector de mayor importancia cuantitativa, y su eficiencia condiciona la propia del conjunto de la economía. Sin embargo, en nuestro

trabajo, con el objetivo de tener una visión más amplia, realizamos una propuesta metodológica de análisis de las relaciones entre los diferentes sectores productivos, sin centrarnos únicamente en la dualidad analítica industria-servicios.

Tras esta breve introducción, se hace referencia a los antecedentes de la propuesta metodológica de análisis de las relaciones intersectoriales que se desarrolla en el tercer apartado, para a continuación mostrar los resultados alcanzados a través de esta metodología, finalizamos con una valoración sobre la metodología propuesta y los resultados obtenidos.



## 2. Metodología

### A. Antecedentes metodológicos

Las relaciones de interdependencia existentes entre los distintos elementos que operan en el ámbito de una realidad económica no es un campo de estudio inédito. Con el desarrollo de los modelos económicos se llegó al análisis intersectorial, que hace hincapié en las corrientes reales de la economía. El instrumento que recoge dichas corrientes y permite el análisis intersectorial son las tablas input-output.

En efecto, no podemos decir que esta idea de una economía interrelacionada sea algo nuevo. Los primeros intentos de representación esquemática del funcionamiento de la economía se remontan a los economistas de la escuela fisiocrática, concretamente en la obra “El Tableau Economique” de François Quesnay, se recoge una clasificación básica de los agentes económicos y una descripción de los flujos que se establecen entre ellos, así como del reparto del excedente social.

Posteriormente, a mediados del siglo XIX cuando, con el desarrollo de la teoría económica y la aplicación generalizada de las técnicas matemáticas al análisis económico, se retomó de nuevo esta idea de circularidad económica por los economistas de la escuela matemática. Leon Walras, formuló en términos de ecuaciones matemáticas, el modelo de equilibrio económico general, en el que se reflejaban de forma sistemática las transacciones económicas entre los distintos agentes de una economía.

Con estos antecedentes, en la década de los treinta, Wassily Leontief aplicó los esquemas walrasianos con fines prácticos a la economía estadounidense, mediante la construcción de una nueva tabla económica<sup>1</sup>. Esta formulación original del *modelo de Leontief*, no exento de críticas<sup>2</sup>, fue modificándose y perfeccionándose hasta convertirse en uno de los instrumentos de análisis económico, general y parcial, más utilizado.

A lo largo de la década de los ochenta han aparecido un gran número de estudios de carácter desagregado, en el que la

fuerza estadística utilizada es la tabla input-output. Estos análisis de las relaciones intersectoriales de la economía, han pivotado en torno a las relaciones servicios-industria, la terciarización industrial y la industrialización de los servicios. (Momigliano, f. y Siniscalco, D., 1982).

Posteriormente, los trabajos situados en el ámbito de los procesos de terciarización de las economías se han reorientado en sus análisis hacia los fenómenos de integración en la estructura productiva del sector servicios, en la medida en que este sector se está convirtiendo en el más relevante de la economía, y su conexión con el sector industrial es cada vez más necesaria en las economías en el umbral del siglo XX. Sobre todo, cuando las economías tienden hacia la globalización, y las unidades de producción se especializan, externalizando funciones previamente internalizadas, como un mecanismo de mejora de la competitividad de las mismas.

En esta dinámica, la externalización de funciones es muy importante en el conjunto de la actividad económica, pero sobre todo en el sector industrial, en el que las funciones externalizadas han sido, principalmente, las de servicios. Indudablemente, esto ha supuesto, por una parte, la intensificación de la especialización sectorial del conjunto de la economía y, por otra, que los sectores y ramas de actividad económica estén cada día más interrelacionados.

En definitiva, la relación intersectorial más estudiada desde principios de los años ochenta ha sido la relación industria-servicios. Siguiendo el enfoque metodológico de G. Pellegrini (1988a), el análisis se realiza en una doble dirección: la utilización de bienes industriales en la producción de servicios (Industria==>Servicios) y la utilización de servicios en la producción de bienes industriales (Servicios==>Industria).

De aquí se desprende que la terciarización tendrá lugar cuando se incorporen servicios a las actividades del sector industrial, y la industrialización cuando se incorporen bienes industriales al sector servicios. Si el análisis lo realizamos desde otra perspectiva, se hablará de integración del sector servicios, cuando el destino de los servicios sea el proceso productivo. Terciarización implica, por tanto, centrar el análisis en la demanda de inputs; integración hace referencia al destino de la producción.

1. Dando lugar a que definitivamente en 1941, con la publicación de su obra *The Structure of American Economy, 1919-1929*, apareciera el modelo input-output.

2. Véase Cao-Pinna, V.: Obra citada, págs. 204-213.

Con este planteamiento podremos analizar las relaciones industria-servicios de forma directa: terciarización e integración directa. Pero no se pueden recoger los fenómenos de especialización y descentralización vertical que tienen un gran impacto sobre el sector servicios. Por ello es necesario, adicionalmente, analizar los efectos indirectos de la incorporación de servicios en fases de producción anteriores.

Para poder abordar debidamente la incorporación indirecta de inputs al proceso productivo de las diferentes ramas de actividad es preciso tratar el concepto de *sector verticalmente integrado*, desarrollado por L. Pasinetti (1973). Para este autor, un sector verticalmente integrado del producto  $x$  estará definido por la cantidad de inputs necesarios (trabajo, bienes y servicios) para obtener una unidad final de producto  $x$ . Así, en una economía en la que se producen  $n$  productos, se obtendrán  $n$  coeficientes de trabajo y  $n$  unidades de capacidad productiva, luego habrá  $n$  sectores verticalmente integrados.

En nuestra investigación el concepto de sector verticalmente integrado hace referencia a los cambios por el lado de los inputs y de los outputs. Esta dualidad da como resultado un sector verticalmente integrado hacia arriba o hacia abajo, respectivamente:

- Un sector verticalmente integrado hacia arriba es un vector de requerimientos directos e indirectos de inputs productivos para producir una unidad de demanda final. El término coincide con el concepto de *“backward linkages”*, *eslabonamientos hacia atrás*, utilizado habitualmente en el análisis input-output.

- Sector verticalmente integrado hacia abajo, es el vector que indica el output directo e indirecto de todos los sectores necesario para absorber una unidad adicional de valor añadido empleada por el propio sector. En este caso no coincide con el concepto de *“forward linkages”*, *eslabonamientos hacia adelante*, utilizado habitualmente en el análisis input-output, que nos viene a decir cuáles son las necesidades totales de output de esa actividad cuando aumenta en una unidad el producto final de todas las ramas (Muñoz, C., 1989).

Esta metodología se inscribe en una línea de investigación (Del Río, C. 1992) en la que el instrumento analítico con el que se trabaja son las tablas input-output. Diferenciaremos dos partes: en un primer paso (Activación), analizaremos los coeficientes de la matriz inversa de Leontief, tal como, para el caso de la economía italiana, lo desarrollaron F. Momigliano y D. Siniscalco (1982). En segundo lugar (Integración), el análisis se realiza a partir de la técnica de la matriz particionada (Miyazawa, K., 1976), siguiendo la metodología de los trabajos de P. Casselli y G. Pastrello (1984) y de G. Pellegrini (1988a y 1988b).

En el siguiente epígrafe, se expone la metodología desarrollada para el análisis de la sectorialización ó activación de la economía, en la que se consideran relaciones intersectoriales en una división tripartita de la economía.

## B. Propuesta metodológica para el análisis de los inputs: sectorialización

En el ámbito del análisis tradicional la mayoría de los estudios se centraban en las relaciones directas y totales, obtenidas a partir de los coeficientes técnicos de la matriz **A** y de la inversa de Leontief **(I-A)<sup>-1</sup>**.

Sin embargo, existe un interés manifiesto en profundizar en el análisis de las relaciones intersectoriales. Nuestra propuesta se inserta precisamente en la línea de dar respuesta a algunas cuestiones relativas a dicho análisis.

La importancia del sector agrario y la preocupación por su futuro en algunas regiones de la Unión Europea y especialmente en Andalucía, nos ha llevado a plantearnos algunas cuestiones que posiblemente en otros países o regiones es difícil plantearse. ¿Por qué no incluir la agricultura en el análisis intersectorial?. ¿Cómo se puede hacer un análisis intersectorial a través del input-output, sin las ramas agrarias?. ¿Se incluyen acaso las ramas agrarias como una rama de otro sector (generalmente el industrial)?. ¿Se habla de terciarización de la industria en vez de terciarización de los sectores productivos?. ¿Tan complejo es hacer un análisis diferenciando las ramas de actividad entre sector primario, secundario y terciario?. ¿Tan poco interés tienen las relaciones intersectoriales de la agricultura?.

Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto más amplio que persigue dar respuesta a estas cuestiones.

- Por una parte, los análisis desarrollados hasta el momento se centran en las relaciones industria-servicios. Aquí, hemos considerado oportuno tener en cuenta las relaciones intersectoriales desde una perspectiva más general, en el sentido de analizar los sectores primario, secundario y terciario (agricultura, industria y servicios), lo que supone un intento de ampliación metodológica, recogiendo el conjunto de relaciones sectoriales de la tabla input-output.

- En segundo lugar, la introducción de un sector más en el análisis deriva en **un mayor número de relaciones intersectoriales**. Aspecto positivo desde la perspectiva de la cantidad de información disponible, pero que, a la vez, supone una mayor complejidad analítica, lo que obliga a realizar un esfuerzo aún mayor de síntesis, interpretación y tipificación de los resultados obtenidos.

- En tercer lugar, la descomposición sectorial de los efectos totales obtenidos a partir de la matriz inversa de Leontief, nos va a permitir beneficiarnos de la riqueza de información disponible para alcanzar una **nueva sistematización de efectos**, en relación con los estudios realizados previamente. Con ello se puede diferenciar entre efectos directos, unisectoriales, bisectoriales y multisectoriales, en alusión al número de sectores participantes en la descomposición sectorial llevada a cabo y, que efectivamente aportan inputs al proceso productivo de cada rama de actividad económica (Figura 1).

- **Los efectos unisectoriales<sup>3</sup>**, también llamados autónomos, recogen la capacidad de arrastre que tienen las ramas de actividad productiva de un sector, en su interrelación total dentro del propio sector exclusivamente. Este efecto se calcula a través de la inversa de Leontief en la que los subíndices **i, j han de ser i=j**.

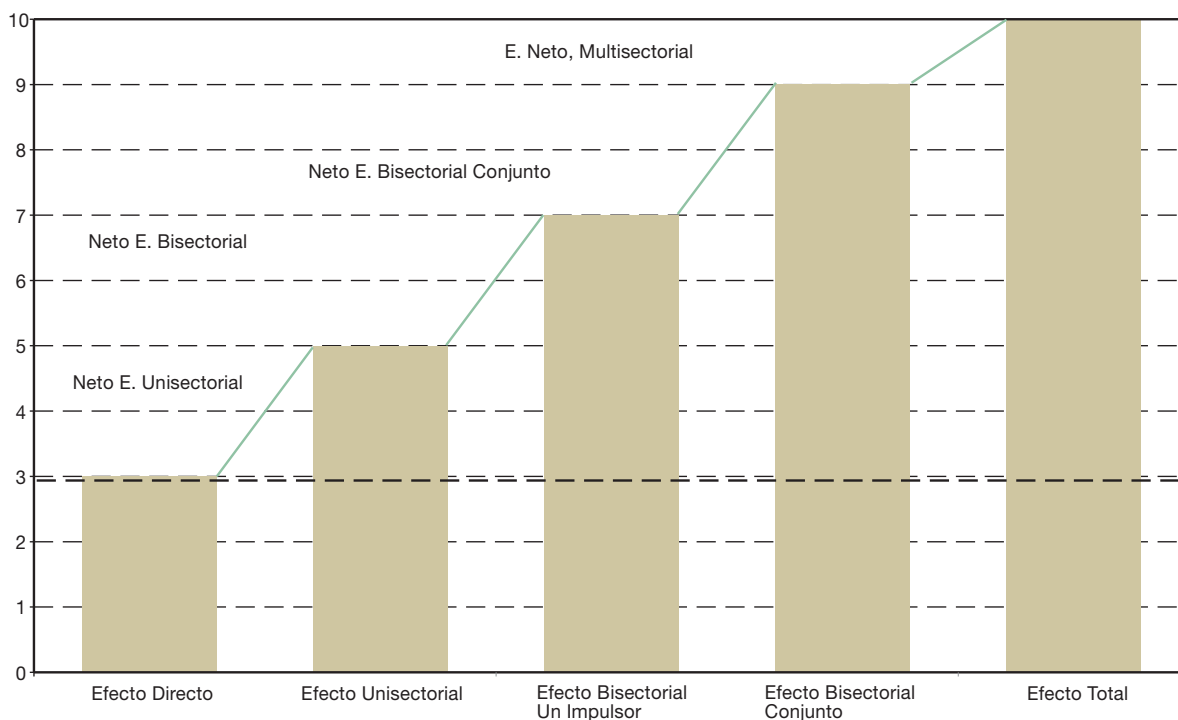
3. Este efecto se recogía en trabajos anteriores como *“autoactivación interna”*, véase Del Río, C. (1992), Cuadrado, J. R. y Allende, E. (1995); Baro, E. (1990).

- **Los efectos bisectoriales** recogerán las relaciones entre alguna de las ramas de un sector productivo con cualquier otro sector. En estos efectos tipificamos las relaciones partiendo del principio de sector impulsor o integrador<sup>4</sup> del efecto bisectorial. Así, se registran las relaciones bisectoriales que alcanzan valores superiores al efecto directo y unisectorial (cuando éste exista), pero inferiores al efecto total. Por ello, los efectos bisectoriales pueden

catalogarse como indicadores intermedios, en la medida en que amplían el poder explicativo del efecto directo y unisectorial, y no alcanzan a explicar el efecto total (Figura 1).

- **El efecto bisectorial conjunto** tiene mayor poder explicativo que el resto de relaciones bisectoriales simples, en las que únicamente existía un sector impulsor (integrador). Este efecto bisectorial conjunto solo puede darse cuando ~~h~~.

**Figura 1.**



4. Dependiendo de si el análisis se realiza desde el lado de la demanda o de la oferta.

• Por último, la tipificación de las relaciones intersectoriales se completa con la evaluación del **efecto multisectorial, o saldo multisectorial**. Para ello nos remitimos a la última columna de los anexos en los que se analizan los efectos de las relaciones intersectoriales. Creemos que la acepción más acertada es la de saldo en la medida en que es un residuo, es decir, la parte de los efectos totales que no han sido explicados por los efectos directo, unisectorial y bisectoriales. El saldo multisectorial, numéricamente, lo creemos poco explicativo, por ello, lo hemos relativizado para el análisis de los distintos efectos  $i$ , con relación a su efecto total correspondiente. De esta forma, se ponen de manifiesto relaciones económicas que no se desprenden de forma tan clara de ningún otro análisis al que hayamos tenido acceso en la actualidad.

**En resumen**, este nuevo desglose de efectos, podemos aplicarlo tanto al análisis de los inputs como del destino de la producción de las diferentes ramas de actividad, en la doble dinámica sectorialización-integración, no obstante, esta investigación se limita al desarrollo de una de las partes, la sectorialización o activación de las diferentes ramas de actividad económica.

## 1. Desarrollo de la propuesta

La activación sectorial, en un contexto multisectorial, hace referencia a los procesos de **agrarización, industrialización y terciarización de cada una de las ramas productivas del conjunto de la economía**. El hecho de trabajar con tablas input-output va a permitir, en primer lugar, decir que los procesos de activación sectorial son el resultado de la suma de los inputs utilizados de cada sector productivo, por lo que las agregaciones sectoriales se realizarán a lo largo de la columna de la rama de actividad que estemos estudiando. La activación sectorial o sectorialización debemos entenderla como algo gradual entre la activación directa y la activación total. En nuestra propuesta hemos denominado a los distintos grados de activación *efectos sectoriales*.

Por último, no queremos pasar a analizar los distintos efectos de sectorialización sin incidir en que los mismos son: agrarización, industrialización y terciarización, en función de los inputs -agrarios, industriales o de servicios- empleados por la rama de actividad estudiada.

### *Efectos directos: sectorialización directa*

Estos efectos se obtienen a partir de la suma por columnas de los coeficientes técnicos de  $A$ . En nuestro caso, como el objetivo es el análisis de las relaciones intersectoriales, tomaremos las matrices  $(A_{ij})$  de los distintos macrosectores, obtenidas de la partición de  $A$ , para realizar individualmente los cálculos. Así, por ejemplo, la terciarización directa de la industria la obtendremos a partir de la matriz  $A_{32}$ , sumando por columnas los inputs terciarios utilizados por cada rama del

sector industrial y obtener, de esta forma, cada uno de los efectos directos de los  $A_{ij}$  de que disponemos. Este efecto recoge las relaciones intersectoriales de primer orden entre un sector productivo y cada rama de actividad económica, es decir, los requerimientos inmediatos necesarios por una rama de actividad para producir una unidad adicional de dicho producto.

Partimos de la matriz de flujos intersectoriales expresada como:

$$X * u + y = q \quad (1)$$

Donde  $X$  es la matriz de consumos intermedios,  $u$  es un vector unidad,  $y$  es el vector de demanda final y  $q$  es el vector de producción efectiva.

Operando en (1)<sup>5</sup> obtenemos:

$$A * q + y = q \quad (2)$$

Donde  $A$  es la matriz de coeficientes técnicos que se obtiene a partir de:

$$A = X * [q]^{-1} \quad (3)$$

Si se parte de la matriz  $A$  de coeficientes técnicos, que recoge los requerimientos directos de inputs, y se aplica el método -ampliado- propuesto por Miyazawa (1976), es posible realizar una partición en nueve bloques. De tal forma, que nos quedarán las relaciones de las ramas de los sectores productivos, primario, secundario y terciario (agricultura, industria y servicios), relacionados entre ellos en las submatrices<sup>6</sup>. Desde este momento, los subíndices de todas las matrices con notación similar al  $A_{ij}$  se interpretarán de la misma forma.

$A_{ij}$  donde los subíndices  $i$  y  $j$  tomarán los valores 1, 2 y 3 en relación con cada uno de los sectores:

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} \quad (4)$$

En la matriz particionada  $A$  se muestran agrupados en nueve submatrices los coeficientes de requerimientos directos de inputs que nos permitirán obtener los distintos efectos mediante la suma por columnas de cada una de las matrices. Así, obtenemos la terciarización directa de las ramas agrarias ( $A_{31}$ ), industriales ( $A_{32}$ ) y de servicios ( $A_{33}$ ); los efectos de industrialización directa de las ramas agrarias ( $A_{21}$ ), industriales ( $A_{22}$ ) y de servicios ( $A_{23}$ ) y, por último, los índices de agrarización de las ramas agrarias ( $A_{11}$ ), industriales ( $A_{12}$ ) y de servicios ( $A_{13}$ ).

Como podemos observar, el subíndice  $i$  de  $A_{ij}$  marca la activación sectorial:  $i=1$ , agrarización,  $i=2$ , industrialización;  $i=3$ , terciarización; mientras que el subíndice  $j$  de  $A_{ij}$  nos indica el sector al que pertenece la rama de actividad demandante de los inputs.

Luego los efectos directos (ED) serán:

$$ED_{ij} = \sum_i A_{ij} \quad (5)$$

5. Las matrices las referiremos en MAYÚSCULAS y los vectores en minúsculas:

$I$ ^ matrices diagonal de un vector,

$T$ ^ matriz transpuesta,

$I$ ^-1 matriz inversa.

6. Las submatrices  $A_{ij}$  fruto de la partición de  $A$ , a través de los subíndices  $i$  y  $j$  nos presentan las distintas relaciones intersectoriales entre los tres sectores productivos, por lo que ambos subíndices pueden tomar valores entre 1 y 3.

Este efecto directo expresa los requerimientos directos de inputs del sector  $i$  en su conjunto en los procesos productivos de cada una de las ramas de actividad del sector  $j$ . Los presentaremos en forma de vectores de orden  $j$ , y recogerán los efectos  $i$  para cada una de las  $j$  actividades. Esta sectorialización de la economía siguiendo la terminología utilizada hasta la fecha permite hablar de terciarización de la  $j$ -ésima rama de actividad cuando  $i=3$ . De la misma forma, haremos referencia a la industrialización cuando  $i=2$  y, por último, cuando  $i=1$  estaremos ante la agrarización de la  $j$ -ésima rama de actividad analizada.

El análisis de los efectos directos es tan sólo una aproximación al estudio de las relaciones entre las distintas ramas de actividad que componen una tabla input-output. Los efectos directos de la activación o sectorialización, de las ramas de actividad productiva, no engloban todas las participaciones de los distintos inputs en los procesos productivos que tienen lugar en una economía. Por ello, a partir de la expresión (2) vamos a calcular nuevos efectos que recojan el total de los efectos sectoriales, y que denominaremos efectos totales.

## 2. Efectos totales: sectorialización total

Estos efectos se obtienen a partir de la suma por columnas de los coeficientes de la matriz inversa de Leontief,  $(I - A)^{-1} = B$ . En nuestro caso, como el objetivo es el análisis de las relaciones intersectoriales, tomaremos las matrices  $(B_{ij})$  de los distintos macrosectores, obtenidas de la partición de  $B$ , para ir haciendo individualmente los cálculos. Así, por ejemplo, la agrarización total de la industria la obtendremos a partir de la matriz  $B_{12}$ , sumando por columnas los inputs agrarios utilizados por cada rama del sector industrial y, de forma sucesiva, iremos obteniendo los efectos totales para cada una de las matrices  $B_{ij}$ . Este efecto recoge la totalidad de inputs utilizados hasta la enésima relación intersectorial que pueda existir entre una rama de actividad y el conjunto de la economía.

En primer lugar obtenemos:

$$q = (I - A)^{-1} * y \quad (6)$$

Siendo  $(I - A)^{-1}$  la matriz inversa de Leontief, que recoge los requerimientos totales de inputs, a esta matriz la denominaremos  $B$ :

$$B = (I - A)^{-1} \quad (7)$$

Cada elemento de la matriz  $B$  indicará los requerimientos totales, directos e indirectos, de inputs de cada rama productiva destinados a la producción de una unidad de producto generado en las distintas ramas de actividad.

Si particionamos la matriz  $B$ , al igual que hacíamos con la matriz  $A$ , en tres macrosectores: agricultura, industria y servicios obtenemos:

$$(I - A)^{-1} = B = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} \\ B_{21} & B_{22} & B_{23} \\ B_{31} & B_{32} & B_{33} \end{bmatrix} \quad (8)$$

con esta nueva expresión obtenemos la sectorialización total de las distintas ramas de actividades productivas, de la siguiente forma:

$$ET_{ij} = \sum_i B_{ij} \quad (9)$$

La interpretación de los efectos totales (ET) es similar a la de los efectos directos, en cuanto a la sectorialización y análisis de las ramas de actividad. La diferencia está entre los términos total y directo. El efecto total recoge todos los inputs directos e indirectos, hasta la enésima relación para la producción de una unidad adicional de la rama de actividad que se analice. De tal forma, que de la suma por columnas de cada una de las submatrices obtendremos los vectores de efectos totales.

## 3. Desagregación sectorial de los efectos impulsores de la demanda de inputs

Los efectos totales que hemos analizado son la expresión conjunta de todos los intercambios entre los sectores productivos, así como dentro de los propios sectores, con independencia de que dichos intercambios se hayan realizado directa o indirectamente. Una vez conocidos los efectos directos y totales, cabe una profundización en el análisis de las relaciones intersectoriales, con el objetivo de poder delimitar qué sectores son los impulsores de la intensificación de las relaciones intersectoriales en cada una de las ramas de actividad económica. En esa dirección, la desagregación la vamos a realizar diferenciado entre efectos unisectoriales, bisectoriales y multisectoriales, de acuerdo con el número de sectores participantes en cada relación intersectorial.

### a. Efectos unisectoriales

Son los efectos internos de autoactivación de cada rama de actividad económica por parte del sector al que pertenecen. Este efecto se calcula a través de la inversa de Leontief de la submatriz  $(I - A_{ij})^{-1}$ , cuando  $i=j$ . Sus coeficientes se suman sectorialmente por columnas y representan la capacidad que tiene cada sector productivo para impulsar autónomamente las ramas productivas del mismo.

Se expresará como:

$$EU_{ii} = \sum_i (I - A_{ii}) \quad (10)$$

La industrialización unisectorial de las ramas del sector industrial se analizará a partir de la suma por columnas de la matriz  $(I - A_{22})^{-1}$ . En cada columna obtendremos los inputs industriales utilizados en su proceso productivo por cada una de las ramas del sector industrial para la producción de una unidad adicional. Cuando el análisis se centre en la terciarización autónoma de las ramas de servicios, trabajaremos con la matriz  $(I - A_{33})^{-1}$ , y para la agrarización unisectorial de las ramas del sector agrario utilizaremos la matriz  $(I - A_{11})^{-1}$ . Estos impulsos autónomos de la demanda para cada una de las ramas de actividad económica tienen un elevado poder explicativo en relación con el efecto total si la magnitud de la sectorialización es relevante. Si, por el contrario, la rama de actividad tiene una demanda de recursos al sector muy débil, no puede esperarse más que un impulso unisectorial reducido y con escaso poder explicativo con relación al efecto total.



**b. Efectos bisectoriales**

Bajo esta denominación se recoge un abanico de efectos que tienen como característica común las relaciones entre las ramas productivas de dos de los tres sectores productivos únicamente. En el análisis de la sectorialización, los efectos bisectoriales, básicamente, pueden ser de dos tipos, atendiendo a si el sector impulsor del efecto es único o si el impulso es de carácter conjunto por parte de las ramas productivas de los sectores intervinientes en la activación bisectorial.

Para calcular estos efectos desagregados es necesario expresar los efectos totales recogidos en la matriz inversa de Leontief  $B$  en función de la matriz de coeficientes técnicos  $A$ . Al ser ambas matrices cuadradas y del mismo orden podemos relacionarlas por medio de la siguiente expresión, a partir de la ecuación (8):

$$B * (I - A) = I \quad (11)$$

A efectos de cálculo, es necesario disponer de la expresión (11) en términos de las respectivas matrices particionadas, atendiendo a la división de las matrices en función de los tres macrosectores productivos: agrario, industrial y terciario. Así, quedaría una expresión como la que sigue:

$$\begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} \\ B_{21} & B_{22} & B_{23} \\ B_{31} & B_{32} & B_{33} \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} (I - A_{11}) & -A_{12} & -A_{13} \\ -A_{21} & (I - A_{22}) & -A_{23} \\ -A_{31} & -A_{32} & (I - A_{33}) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & 0 & 0 \\ 0 & I & 0 \\ 0 & 0 & I \end{bmatrix} \quad (12)$$

La expresión (11) nos permite expresar las diferentes matrices  $B_{ij}$  en función de las  $A_{ij}$ . Como la formulación es muy extensa hemos utilizado expresiones intermedias  $\alpha_{ij}$ , notación utilizada igualmente en la definición de los efectos bisectoriales. De tal forma que los distintos  $B_{ij}$  son:

$$B_{11} = (\alpha_{41} - \alpha_{12}\alpha_{22}^{-1}\alpha_{21})^{-1} \quad (13.1)$$

$$B_{12} = \alpha_{41}^{-1}\alpha_{12}(\alpha_{22} - \alpha_{21}\alpha_{41}^{-1}\alpha_{12})^{-1} \quad (13.2)$$

$$B_{13} = \alpha_{41}^{-1}\alpha_{13}(\alpha_{63} - \alpha_{32}\alpha_{52}^{-1}\alpha_{23})^{-1} \quad (13.3)$$

$$B_{21} = \alpha_{22}^{-1}\alpha_{21}(\alpha_{41} - \alpha_{12}\alpha_{22}^{-1}\alpha_{21})^{-1} \quad (13.4)$$

$$B_{22} = (\alpha_{22} - \alpha_{21}\alpha_{41}^{-1}\alpha_{12})^{-1} \quad (13.5)$$

$$B_{23} = \alpha_{52}^{-1}\alpha_{23}(\alpha_{63} - \alpha_{32}\alpha_{52}^{-1}\alpha_{23})^{-1} \quad (13.6)$$

$$B_{31} = \alpha_{33}^{-1}\alpha_{31}(\alpha_{41} - \alpha_{12}\alpha_{22}^{-1}\alpha_{21})^{-1} \quad (13.7)$$

$$B_{32} = \alpha_{63}^{-1}\alpha_{32}(\alpha_{22} - \alpha_{21}\alpha_{41}^{-1}\alpha_{12})^{-1} \quad (13.8)$$

$$B_{33} = (\alpha_{63} - \alpha_{32}\alpha_{52}^{-1}\alpha_{23})^{-1} \quad (13.9)$$

Por su parte, los  $\alpha_{ij}$  que están en función de la matriz de coeficientes técnicos particionada, son:

$$\alpha_{11} = [(I - A_{11}) - A_{12}(I - A_{22})^{-1}A_{21}] \quad (14.1)$$

$$\alpha_{12} = [-A_{12} - A_{13}(I - A_{33})^{-1}A_{32}] \quad (14.2)$$

$$\alpha_{13} = [-A_{13} - A_{12}(I - A_{22})^{-1}A_{23}] \quad (14.3)$$

$$\alpha_{21} = [-A_{21} - A_{23}(I - A_{33})^{-1}A_{31}] \quad (14.4)$$

$$\alpha_{22} = [(I - A_{22}) - A_{23}(I - A_{33})^{-1}A_{32}] \quad (14.5)$$

$$\alpha_{23} = [-A_{23} - A_{21}(I - A_{11})^{-1}A_{13}] \quad (14.6)$$

$$\alpha_{31} = [-A_{31} - A_{32}(I - A_{22})^{-1}A_{21}] \quad (14.7)$$

$$\alpha_{32} = [-A_{32} - A_{31}(I - A_{11})^{-1}A_{12}] \quad (14.8)$$

$$\alpha_{33} = [(I - A_{33}) - A_{32}(I - A_{22})^{-1}A_{23}] \quad (14.9)$$

$$\alpha_{41} = [(I - A_{11}) - A_{13}(I - A_{33})^{-1}A_{31}] \quad (14.10)$$

$$\alpha_{52} = [(I - A_{22}) - A_{21}(I - A_{11})^{-1}A_{12}] \quad (14.11)$$

$$\alpha_{63} = [(I - A_{33}) - A_{31}(I - A_{11})^{-1}A_{13}] \quad (14.12)$$

Como podemos observar en la definición de los  $\alpha_{ij}$ ,  $i$  toma los valores 4, 5 y 6 en las expresiones [14.10], [14.11] y [14.12], hasta este punto  $i=1$  sector agrario,  $i=2$  sector industrial y  $i=3$  sector servicios. Ahora bien, como  $d_{ij}$  se puede calcular por dos vías, en cuyo caso  $\alpha_{11}$ ,  $\alpha_{22}$  y  $\alpha_{33}$  estarían duplicados, es por lo que hemos introducido  $i=4$  sector agrario,  $i=5$  sector industrial e  $i=6$  sector servicios. La referencia al cálculo por dos vías la podemos ver comparando cualquiera de las tres parejas  $\alpha_{11}$  y  $\alpha_{41}$ ,  $\alpha_{22}$  y  $\alpha_{52}$  y  $\alpha_{33}$  y  $\alpha_{63}$ . El resto de expresiones  $\alpha_{ij}$  tienen un valor único.

Los efectos bisectoriales, como ya hemos indicado, son efectos intermedios. La tipología de los mismos varía en función de dos características básicas:

- 1) Que sea un único sector el impulsor del efecto, o que sean ambos sectores participantes en el efecto bisectorial los que actúen como impulsores, en cuyo caso hablaremos de efecto bisectorial conjunto.
- 2) Que el efecto bisectorial analizado sea de autoactivación  $i = j$ , o que, por el contrario, sea de interrelación sectorial ( $i \neq j$ ). En el primer caso, y si se toma como ejemplo la agrarización bisectorial de alguna rama agraria, sólo industria o servicios pueden actuar como impulsores y nunca el propio sector agrario. Igualmente, por la lógica del desarrollo analítico tampoco existe un impulso bisectorial conjunto en el caso de la autoactivación. En el segundo, tendremos efectos bisectoriales impulsados individualmente por el sector  $i$  y por el sector  $j$ , además del efecto bisectorial conjunto impulsado por ambos sectores.

Sobre la base de esta doble caracterización disponemos de tres tipos de efectos bisectoriales:

- o Efecto bisectorial con un impulsor único e  $i = j$ :

$$EBU_{ii} = \sum_i \alpha_{ii}^{-1} \quad (15)$$

- o Efecto bisectorial con un impulsor único e  $i \neq j$  :

$$EBU_i = \sum_j [(I - A_j)^{-1} A_j] \quad (16)$$

$$EBU_j = \sum_i [A_j (I - A_j)^{-1}] \quad (17)$$

- o Efecto bisectorial con ambos sectores como impulsores e  $i \neq j$  :

$$EBC_{ij} = \sum_i [(I - A_j)^{-1} A_j \alpha_j^{-1}] \quad (18)$$

La proyección de los distintos efectos bisectoriales de terciarización sobre los sectores productivos sería la siguiente:

- o **Terciarización bisectorial de las actividades agrarias impulsada por el sector agrario.** Analíticamente lo expresamos por  $A_{31} (I - A_{11})^{-1}$  y muestra el aumento de la demanda de inputs de servicios por parte de las ramas agrarias debido al impulso del sector agrario.

- o **Terciarización bisectorial del sector agrario impulsada por los servicios.** Su formulación es  $(I - A_{33})^{-1} A_{31}$ , e indica el aumento registrado en la demanda de inputs terciarios por parte de las ramas del sector agrario en base al empuje del sector servicios.

- o **Terciarización bisectorial de las actividades agrarias impulsadas conjuntamente por ambos sectores.** Toma la expresión  $(I - A_{33})^{-1} A_{31} \alpha_{41}^{-1}$  y permite conocer el incremento que se ha generado en la demanda de inputs de servicios por parte de las ramas de actividad agrarias debido al impulso de los dos sectores productivos intervinientes en esta interrelación (agrario y de servicios).

- o **Terciarización bisectorial de las actividades industriales impulsada por el sector industrial.** Analíticamente se expresa como  $A_{32} (I - A_{22})^{-1}$  y pone de manifiesto el aumento de la demanda de inputs de servicios por parte de las ramas industriales a impulsos del sector industrial.

- o **Terciarización bisectorial del sector industrial impulsada por los servicios.** Se formula como  $(I - A_{33})^{-1} A_{32}$  y muestra aumento de la demanda de inputs terciarios por parte de las ramas del sector industrial impulsado por el sector servicios.

- o **Terciarización bisectorial de las actividades industriales impulsadas conjuntamente por ambos sectores.** Se expresa analíticamente como  $(I - A_{33})^{-1} A_{32} \alpha_{22}^{-1}$  y muestra el aumento que se ha generado en la demanda de inputs de servicios por parte de las ramas de actividad industriales debido al impulso conjunto de los dos sectores intervinientes en esta interrelación (terciario e industrial).

- o **Terciarización bisectorial de los servicios impulsada por el sector agrario.** Toma la expresión  $\alpha_{63}^{-1}$  que permite conocer el incremento que se ha producido en la

demanda de inputs terciarios por parte de las ramas de servicios en base al impulso del sector agrario.

- o **Terciarización bisectorial del sector servicios impulsada por la industria.** Su formulación es  $\alpha_{33}^{-1}$  y pone de manifiesto, en este caso, el aumento de la demanda de inputs terciarios por parte de las ramas del propio sector terciario originado por el impulso del sector industrial.

### c. Efectos multisectoriales

Aquí se recogen los efectos en los que las relaciones intersectoriales están muy diversificadas, lo que nos advierte de una sectorialización directa, unisectorial y bisectorial débil o fuerte, en la medida en que este efecto alcance un valor elevado o reducido respectivamente. Ahora bien, si las relaciones intersectoriales son débiles en general, el efecto multisectorial, en particular, irremediamente será bajo. En conclusión, los efectos multisectoriales registrarán valores numéricos bajos, bien porque la capacidad de arrastre hacia atrás de la rama de actividad sea reducida, o bien porque cuando sea relevante ésta quede explicada por los efectos analizados con anterioridad. Se puede afirmar, a priori, que tal efecto multisectorial aporta poca luz en nuestra propuesta metodológica.

Sin embargo, si el efecto multisectorial lo relativizamos, en relación con el efecto total estudiado para la rama de actividad concreta, el resultado es sorprendente. La evaluación del efecto multisectorial, o saldo multisectorial relativizado, cuando estudiamos los  $i$  efectos (terciarización, industrialización y agrarización), nos lleva a la caracterización de las relaciones económicas entre las ramas productivas, en las que podemos observar los nexos de unión entre las ramas de actividad y los efectos de sectorialización económica estudiados.

La obtención del efecto multisectorial, aunque la acepción más acertada es la de saldo en la medida en que es un residuo, resulta de restar a los efectos totales lo explicado por los efectos analizados con anterioridad, es decir, los efectos directo, unisectorial y bisectoriales.

Cuando  $i \neq j$  en el análisis de la interrelación entre las ramas de actividad productiva con los otros sectores productivos a los que no pertenece la misma, la obtención de los efectos multisectoriales es aún más inmediata que el cálculo anteriormente descrito y sería el resultado de restar al efecto total el efecto bisectorial conjunto, así:

$$\beta_{ij} = B_{ij} - EBC_{ij} \quad (19)$$

Como síntesis, las relaciones intersectoriales **en función de la demanda** de factores productivos quedan expresadas en el Esquema 1. Tal estructura se mantiene en los cuadros de análisis y los anexos estadísticos, pero, en aras de una mayor información, cada sector se desglosa en sus respectivas ramas de actividad.

**Esquema 1. Descomposición de los efectos intersectoriales en función de la demanda de factores productivos**

EFECTOS ↓ Ramas ↑	Directo			Unisectorial (Autónomo)			Bisectorial (Sector impulsor)				Multisectorial (Saldo)			
	A			B			C			D	E	F	G	H
	A <sub>11</sub>			A <sub>12</sub>			A <sub>13</sub>			A <sub>21</sub>	A <sub>22</sub>	A <sub>23</sub>	A <sub>31</sub>	A <sub>32</sub>
Sectorialización (Σcolumnas, inputs)	Agrarias	A <sub>11</sub>	B <sub>11</sub>	(I - A <sub>11</sub> ) <sup>-1</sup>	-	α <sub>11</sub> <sup>-1</sup>	-	α <sub>41</sub> <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-	β <sub>11</sub>
	Industria	A <sub>21</sub>	B <sub>21</sub>	-	(I - A <sub>11</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>22</sub>	A <sub>21</sub> (I - A <sub>22</sub> ) <sup>-1</sup>	-	-	-	(I - A <sub>22</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>21</sub>	-	(I - A <sub>11</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>22</sub> α <sub>32</sub> <sup>-1</sup>	(I - A <sub>11</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>23</sub> α <sub>33</sub> <sup>-1</sup>	β <sub>21</sub>
	Servicios	A <sub>31</sub>	B <sub>31</sub>	-	(I - A <sub>11</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>33</sub>	A <sub>31</sub> (I - A <sub>33</sub> ) <sup>-1</sup>	-	-	-	(I - A <sub>33</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>31</sub>	-	(I - A <sub>11</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>32</sub> α <sub>63</sub> <sup>-1</sup>	(I - A <sub>11</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>33</sub> α <sub>63</sub> <sup>-1</sup>	β <sub>31</sub>
Industrialización (P.V. comprador)	Agrarias	A <sub>22</sub>	B <sub>22</sub>	(I - A <sub>22</sub> ) <sup>-1</sup>	-	α <sub>52</sub> <sup>-1</sup>	-	α <sub>22</sub> <sup>-1</sup>	-	-	-	-	-	β <sub>22</sub>
	Industria	A <sub>32</sub>	B <sub>32</sub>	-	(I - A <sub>22</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>33</sub>	A <sub>32</sub> (I - A <sub>33</sub> ) <sup>-1</sup>	-	-	(I - A <sub>22</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>23</sub>	-	(I - A <sub>22</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>23</sub> α <sub>33</sub> <sup>-1</sup>	(I - A <sub>22</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>32</sub> α <sub>33</sub> <sup>-1</sup>	(I - A <sub>22</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>33</sub> α <sub>33</sub> <sup>-1</sup>	β <sub>23</sub>
	Servicios	A <sub>33</sub>	B <sub>33</sub>	-	(I - A <sub>22</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>33</sub>	A <sub>33</sub> (I - A <sub>33</sub> ) <sup>-1</sup>	-	-	(I - A <sub>33</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>31</sub>	-	(I - A <sub>33</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>31</sub> α <sub>41</sub> <sup>-1</sup>	(I - A <sub>33</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>32</sub> α <sub>41</sub> <sup>-1</sup>	(I - A <sub>33</sub> ) <sup>-1</sup> A <sub>33</sub> α <sub>41</sub> <sup>-1</sup>	β <sub>31</sub>
	Servicios	A <sub>33</sub>	B <sub>33</sub>	(I - A <sub>33</sub> ) <sup>-1</sup>	-	α <sub>63</sub> <sup>-1</sup>	-	-	α <sub>33</sub> <sup>-1</sup>	-	-	-	-	β <sub>33</sub>

FUENTE: Elaboración propia

### 3. Análisis de resultados

La aplicación de la metodología anterior, la hemos realizado para la economía andaluza, durante el periodo 1990-2000. Se han utilizado las tablas input-output de la economía andaluza, una vez homogeneizadas para su comparación, solo utilizaremos los coeficientes totales<sup>7</sup> en el caso estudiado.

Desde una perspectiva global, las relaciones intersectoriales de la economía andaluza en el desarrollo de su proceso productivo registran un incremento del 23,6 %, medido a través de la

sectorialización media de los coeficientes totales de los efectos directos e indirectos (Cuadro 1); gran parte de dicho avance (17,8%) es ya recogido por las relaciones directas lo que manifiesta la fortaleza de tales relaciones. En las relaciones de segundo orden destacan las relaciones intrasectoriales recogidas por el efecto unisectorial, que muestra la autoactivación de cada rama de actividad económica por parte del sector del que forman parte.

**Cuadro 1. Sectorialización de la economía: Análisis de los Inputs** (Coeficientes)

	Terciarización media (Coeficientes Totales)			Sectorialización media (Coeficientes Totales)		
	1990	2000	1990=100	1990	2000	1990=100
Efecto Directo	0,15766	0,14377	91,19	0,16271	0,19173	<b>117,83</b>
Efecto Total	0,60131	0,66466	110,50	0,65610	0,81096	<b>123,60</b>
Efecto Indirecto	0,14735	0,22460	152,42	0,16006	0,28590	178,62
Efecto Unisectorial	0,02533	0,06541	258,25	0,09602	0,21294	221,77
Efecto Bisectoriales (Sector Impulsor)						
Agrario	0,00379	0,00264	69,59	0,01657	0,02631	158,78
Industrial	0,08014	0,10759	134,25	0,06266	0,09998	159,56
<b>Servicios</b>	<b>0,02890</b>	<b>0,04410</b>	<b>152,61</b>	<b>0,03005</b>	<b>0,04741</b>	<b>157,77</b>
Conjunto	0,02847	0,06395	224,63	0,01903	0,04379	230,16
Efecto Multisectorial (Saldo)	0,02387	0,02859	119,77	0,01528	0,01787	116,96

FUENTE: TIOAN y TIOAN. Elaboración propia

7. El fenómeno de la terciarización lo podemos estudiar partir de los coeficientes totales (interiores + adquiridos en el resto de España + adquiridos en el resto del mundo), o entrar en un análisis espacial más pormenorizado. Aunque disponemos de la información, dadas las limitaciones de espacio, creemos más oportuno tratar el fenómeno de terciarización desde una perspectiva global, como evidencia de la metodología expuesta en el epígrafe anterior.

Los valores de la sectorialización directa media de los coeficientes totales pasan del 0,16 al 0,19 a lo largo de la década. Esta situación pone de manifiesto que el sistema productivo andaluz ha intensificado la relación entre inputs primarios y consumos intermedios a lo largo de la década de los noventa. Estos cambios, desde una perspectiva general, en las relaciones económicas en Andalucía, se traducen indudablemente en una alteración importante de las actividades del tejido productivo regional.

El fenómeno de terciarización, entendido como la intensificación en el uso de input de servicios por las distintas ramas de actividad productiva, es un hecho claro en la economía andaluza en el período objeto de estudio, como lo ponen de manifiesto los distintos efectos de forma agregada:

La **terciarización directa media** ha pasado del 15,8 por 100 al 14,4 por 100, lo que supone una disminución del uso de inputs terciarios. Este descenso en las relaciones intersectoriales de primer orden entre el sector servicio y cada rama de actividad económica, realmente, supone un punto de inflexión sobre un comportamiento observado con anterioridad de terciarización generalizada (Camacho, 1999). De forma sintética, podemos avanzar que su comportamiento ha sido muy dispar en la medida en que asistimos, en la década de los noventa, a una relajación de la terciarización directa de la economía andaluza, que analizaremos en profundidad en el siguiente epígrafe.

Sin embargo, la mayor parte de los índices relativos de terciarización (1990=100) son superiores a 100, como se puede observar en el Cuadro 1, en este sentido la década de los 90 ha sido un periodo en el que las actividades productivas de forma indirecta han intensificado el consumo de servicios, en tanto en cuanto los servicios se encuentran integrados en la base del propio sistema productivo.

De esta forma, la **terciarización total media** ha crecido alrededor de un 10%, como consecuencia del incremento de la terciarización indirecta media que ha dado un salto positivo, con un aumento superior al 50 por 100. Estos cambios apuntan hacia una interrelación de los servicios con el sistema productivo cada vez más consistente impulsado por las relaciones indirectas.

Así el **efecto indirecto** ha pasado de un coeficiente de 0,147 a 0,224 lo que supone un aumento del 52 por 100. Tan solo tres ramas de actividad registran una evolución negativa con coeficientes inferiores para el año 2000, son una actividad industrial, producción y distribución de energía eléctrica por su alta capitalización, y dos actividades de servicios la educación de mercado y el otros servicios destinados a la venta que registra una serie de actividades muy heterogéneas de difícil valoración (Anexos I, II y III).

Profundizando un poco más en el análisis de estas relaciones indirectas, podemos observar cómo en las **relaciones unisectoriales**, entre las ramas de actividad terciarias, registran el mayor índice de cambio, un 258 por 100. Donde son protagonistas la rama de correos y telecomunicaciones, que quedaría justificado por los cambios tecnológicos y la emergencia de nuevas actividades como la telefonía móvil e internet que han demandado una importante cantidad de servicios en su espectacular proceso de desarrollo, en un segundo escalón de protagonismo se

encuentran los servicios a empresas y los transportes como elementos clave de la terciarización indirecta del conjunto de actividades terciarias.

En cuanto a las **relaciones bisectoriales**, los índices de cambio son superiores a 100, salvo en el caso del efecto bisectorial impulsado por las actividades agrarias, donde además se pone de manifiesto la debilidad de estas relaciones sectoriales entre el sector primario y terciario. Para el resto de relaciones bisectoriales, y principalmente para las relaciones industria-servicios, los coeficientes toman valores elevados y el avance es generalizado para la mayoría de las actividades productivas.

En conclusión, la aparente estabilidad detectada por la sectorialización queda envuelta en la "tempestad" cuando apenas descendemos al análisis a escala sectorial. Se observan signos de terciarización de la economía andaluza, que específicamente pasamos a estudiar, en último lugar se hace un análisis de los efectos multisectoriales del modelo, lo que nos permite ver de forma sintética la morfología de la economía andaluza.

**Desde una perspectiva sectorial**, podemos destacar, que las ramas agrarias sufren una disminución del efecto directo del sector servicio en la década de los noventa; sin embargo, en las relaciones indirectas se observa una tendencia general hacia la terciarización de la agricultura andaluza. Del lado de la industria hay que destacar que, tan solo la rama Producción y distribución de energía eléctrica experimenta un decremento de los efectos indirectos. Tal debilitación se puede explicar por las pérdidas sufridas en la terciarización bisectorial de esta rama impulsada por el sector industrial así como la impulsada conjuntamente por el sector industrial y de servicios, que no logran compensarse con el aumento experimentado en las terciarización bisectoriales impulsada por el sector servicios, como sector impulsor. Pero en general, aunque la mayoría de las ramas industriales han experimentado un retroceso en el efecto directo de la terciarización, el avance producido en las relaciones indirectas ha propiciado un crecimiento del efecto total en la mayoría de las ramas. Por último, la terciarización de las ramas de servicios ha sido generalizada, con las salvedades mencionadas. La interrelación entre las ramas de servicios es cada vez mayor en busca de los procesos de especialización productiva, lo que permitirá una mejora de la competitividad del sector de cara al abastecimiento de los mercados tanto interiores como exteriores.

**El efecto multisectorial** recoge el conjunto de relaciones intersectoriales indirectas no explicadas por los efectos analizados con anterioridad. Por ello, es un saldo de relaciones intersectoriales en las que intervienen todos los sectores productivos. Si dicho coeficiente se relativiza en relación con el efecto total, el resultado aclara la parte pendiente de explicar por los efectos directo, unisectorial y bisectoriales. A medida que el porcentaje sea más bajo indicará una mayor nitidez en las relaciones intersectoriales ya estudiadas. El resultado obtenido para el año 2000 de los efectos multisectoriales relativizados lo podemos observar en el Cuadro 2.

## Cuadro [A1] 2. Efecto multisectorial en porcentaje sobre los efectos totales

Ramas de actividad	2000
1 Producción agrícola y servicios agrarios	50,86%
2 Producción ganadera y caza	46,76%
3 Silvicultura, explotación forestal y servicios relacionados	18,88%
4 Pesca y acuicultura	38,23%
5 Industria Extractivas	0,20%
6 Industria Cárnica	44,70%
7 Elaboración de conservas de pescado y derivados	54,20%
8 Preparación y conservación de frutas y hortalizas	39,15%
9 Fabricación de grasas y aceites	50,64%
10 Industrias lácteas	36,19%
11 Industria de otros productos alimenticios y tabaco	24,41%
12 Elaboración de vinos y alcoholes	18,02%
13 Elaboración de cervezas y bebidas no alcohólicas	5,69%
14 Industria textil	4,34%
15 Industria de la confección y la peletería	2,52%
16 Industria del cuero y calzado	4,71%
17 Industria del papel	6,79%
18 Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	1,35%
19 Refino de petróleo	0,20%
20 Fabricación de productos químicos básicos ( incluido agroquímicos )	0,29%
21 Fabricación de otros productos químicos	1,63%
22 Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	0,34%
23 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	0,16%
24 Fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos, etc.	0,26%
25 Industrias del vidrio y de la piedra	0,21%
26 Metalurgia	0,31%
27 Industria de la madera y el corcho, fabricación de muebles y de productos metálicos	1,46%
28 Construcción de maquinaria y equipo mecánico	0,50%
29 Fabricación de maquinaria y material eléctrico y electrónico	0,37%
30 Fabricación de equipo médico y aparatos de precisión, óptica, etc	0,34%
31 Fabricación de vehículos a motor, remolques y semirremolques	0,34%
32 Construcción y reparación naval	0,38%
33 Fabricación de otro material de transporte	0,47%
34 Otra industria manufacturera	0,38%
35 Producción y distribución de energía eléctrica	0,22%
36 Producción y distribución de gas y vapor de agua	0,18%
37 Captación, depuración y distribución de agua	0,19%
38 Construcción	0,35%
39 Comercio, recuperación y reparaciones	0,33%
40 Hoteles, pensiones y otro tipo de hospedaje	3,91%
41 Restaurantes y otros establecimientos para comer y beber	8,34%
42 Transportes y actividades anexas	0,13%
43 Correos y telecomunicaciones	0,10%
44 Intermediación financiera, seguros, planes de pensiones y actividades auxiliares	0,14%
45 Servicios prestados a las empresas	0,28%

CONTINÚA →

## Cuadro 2 [A1] . Efecto multisectorial en porcentaje sobre los efectos totales

CONTINUACIÓN

Ramas de actividad	2000
46 Administración pública, defensa y seguridad social obligatoria	1,07%
47 Educación no de mercado	1,04%
48 Educación de mercado	0,92%
49 Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	0,79%
50 Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	0,40%
51 Servicios sociales y actividades asociativas	1,62%
52 Actividades recreativas, culturales y deportivas	1,44%
53 Actividades diversas de servicios personales	0,60%
54 Otros servicios destinados a la venta	0,19%

FUENTE: TIOAN-2000. Elaboración Propia

Desde la perspectiva de los efectos multisectoriales, los valores más elevados se corresponden con las actividades cuya conexión con las actividades de servicios son más remotas y que se agrupan en el conjunto de las actividades agropecuarias, la industria transformadora del sector primario y dentro del sector servicios las ramas de hostelería y restauración. Los cambios percibidos por el efecto multisectorial no son significativos en la década de los noventa, en contra de los efectos registrados en la terciarización directa, que pasados a estudiar en detalle.

### A) ¿Qué pasó en los años 90?

Nos preguntamos que ha podido ocurrir durante la década de los noventa en la economía andaluza, la reducción de la terciarización directa como se puede explicar, es en realidad un retroceso de las actividades de servicios o se esconde algo más.

En realidad si observamos el Gráfico 1 la ralentización de la terciarización directa está asociada en gran medida a aquellas actividades que han ido perdiendo importancia relativa (%VAB) en el sistema productivo andaluz (I cuadrante). donde nos encontramos con el sector agrario y gran parte de su industria transformadora al igual que una parte importante de la industria pesada y algunas actividades de servicios como son los servicios sanitarios y veterinarios públicos. Así a las actividades de este primer cuadrante las hemos calificado como **actividades estancadas** en base a su retroceso relativo que ha llevado aparejado una caída importante en el uso de servicios intermedios en su proceso productivo. Algunas de estas actividades han registrado caídas superiores al 50% en su actividad así como en el uso de servicios su proceso productivo.

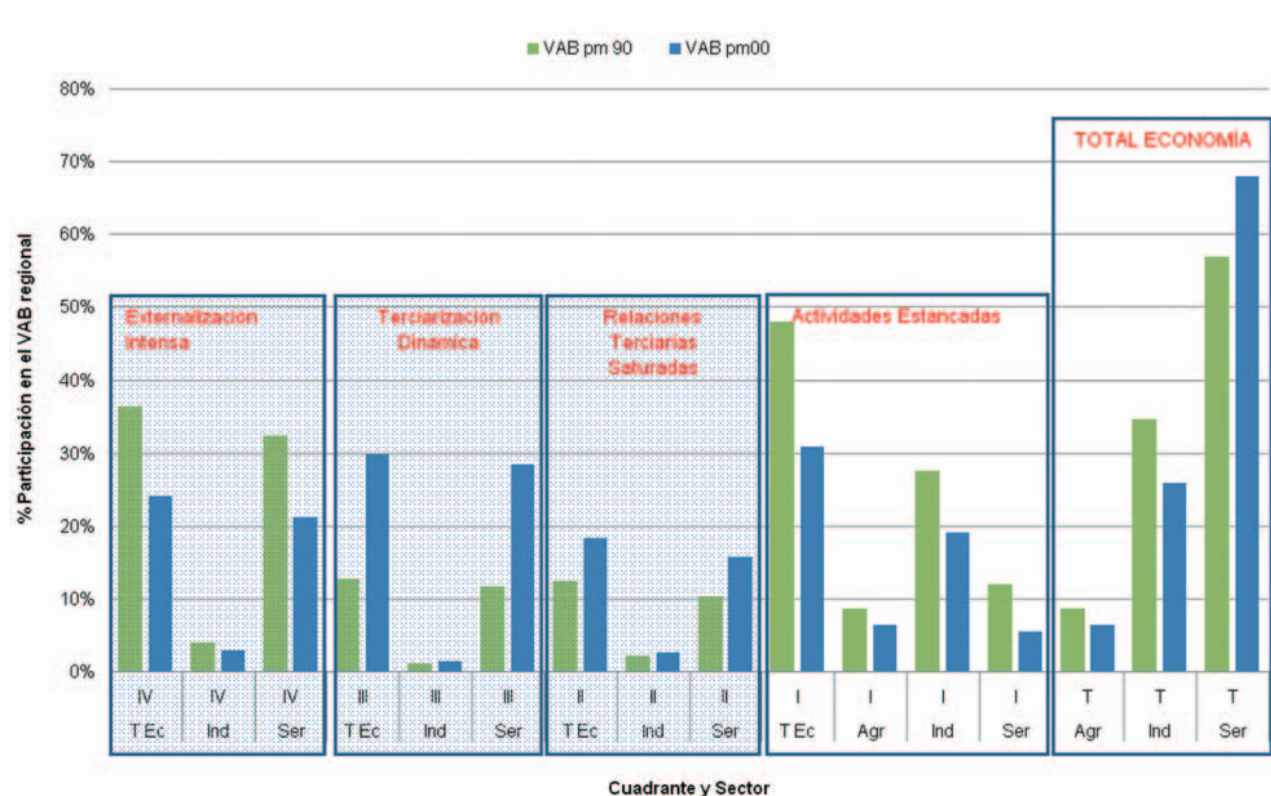




del sector de la construcción como es la industria cementera, yeso, productos cerámicos, el vidrio, la piedra y la metalurgia. Donde las actividades de externalización de funciones de servicios ha sido un hecho.

De forma agregada en el Gráfico 2 recoge los cambios sectoriales de la importancia relativa del conjunto de actividades agrupadas en cada uno de los cuadrantes a lo largo de la década de los 90.

**Gráfico 2. Análisis agregado de las actividades por cuadrante y sectores**



Para el conjunto de la economía andaluza la década de los 90 ha supuesto el avance de las actividades terciarias como podemos observar en el bloque de la derecha del Gráfico 2, mientras que las actividades agropecuarias e industriales reducen su aportación al conjunto regional. A partir de esta dinámica general de la actividad económica cuando se interrelaciona con el proceso de terciarización, como se hizo en el Gráfico 1, podemos ver la tendencia agregada del conjunto

de actividades definidos en los cuatro cuadrantes y que se presenta en el Gráfico 2. Las actividades de los cuadrantes I y IV recogen las actividades económicas menos dinámicas de la economía, mientras que los cuadrantes II y III agrupan las actividades industriales y de servicios con mayor crecimiento, siendo las actividades terciarias las que han registrado un mayor avance, especialmente las reunidas en el cuadrante III donde el proceso de terciarización es más relevante.

## 4. Valoración final

En un entorno como el actual, en el que las interrelaciones de los sectores productivos son cada vez más relevante, es necesario un estudio más pormenorizado de dicha dinámica, para lo que se ha utilizado la metodología (Camacho, 1999), de la que podemos destacar:

En primer lugar, permite hacer una agregación de las ramas de actividad de acuerdo con la clásica división sectorial tripartita, eliminando el problema de las ramas agrarias que existía con anterioridad.

En segundo lugar, se realiza una sistematización de aplicación con carácter general, contemplando la agrarización, industrialización y terciarización, aplicable a cada una de las ramas de actividad, aunque en este trabajo solo se centre en la terciarización.

Igualmente, los efectos se estructuran de acuerdo a su poder explicativo, en el análisis de los inputs, como bien sabemos, el efecto directo se obtiene a partir de los coeficientes técnicos de la matriz  $A$ , y en el polo opuesto, el efecto de mayor poder explicativo es el efecto total, obtenido a partir de los coeficientes de la matriz inversa de Leontief  $(I-A)^{-1}$ . El recorrido desde el efecto directo al efecto total es lo que hemos denominado efectos indirectos, sin embargo, creemos demostrar que hay una lógica explicativa intermedia, a la que hemos denominado de forma distinta en función de los sectores intervinientes en la interrelación y del papel desarrollado en la misma.

Así, a los nuevos efectos los hemos denominado, en primer lugar, efecto unisectorial, recogiendo las relaciones internas entre las ramas de un sector, su valor siempre será igual o superior al efecto directo. En segundo término, los efectos bisectoriales, que pueden ser de dos tipos, impulsados por un sólo sector, o bien aquellos que recogen el efecto del impulso bisectorial conjunto, conforme avanzamos el valor de los efectos aumenta y se aproxima al efecto total.

En esta trayectoria hacia la explicación del efecto total por parte de los efectos apuntados, la parte pendiente de explicar

la hemos denominado saldo multisectorial o efecto multisectorial, el cual además contribuye de forma inmediata a apuntar la morfología de una economía de forma clara, sobre la que obviamente se podrán hacer con posterioridad ciertas matizaciones, pero los rasgos básicos quedan apuntados con este efecto multisectorial.

En el análisis de los resultados debemos de destacar el papel de los servicios en la economía andaluza, constatando cómo las actividades terciarias, no sólo contribuyen de manera esencial a la creación de valor añadido y empleo, sino que desempeñan una labor fundamental en términos de la creación y mejora de los factores productivos.

Entrando de modo más concreto en el papel de las actividades de servicios dentro sistema productivo andaluz, la única variable que registra un retroceso es la terciarización directa, mientras que el resto de indicadores apuntan hacia una mayor integración de las actividades de servicios en el sistema productivo, por lo que queda clara la dinámica de terciarización del sistema productivo andaluz.

Aunque de partida se apunta hacia un retroceso de la terciarización directa, esta se justifica por la dinámica que durante la década tienen las diferentes ramas del sistema productivo, destacando el carácter dinamizador (en términos de eslabonamientos) de algunas actividades terciarias como los transportes, correos y comunicaciones y sobre todo los servicios a empresas, que son los protagonistas de la década de los 90.

Sería deseable, en consecuencia, prestar una mayor atención a este tipo de actividades terciarias, comenzando por el estudio detallado de sus patrones y pautas de comportamiento, para, a continuación, diseñar e implementar programas y actuaciones que incentiven el desarrollo de estas "actividades clave" de la economía andaluza. Tanto por su importancia en términos de empleo como por posición estratégica en el núcleo central del proceso productivo, incluso como actividades facilitadoras de la innovación.



## 5. Bibliografía

- BARO, E. (1990): "Cambios en la interdependencia entre sectores industriales y de servicios. "Papeles de Economía Española, nº 42 Págs. 193-202.
- CAMACHO BALLESTA, J. A. (1999) La terciarización y los cambios en las relaciones intersectoriales: especial referencia al caso andaluz. Editorial Universidad de Granada, Granada.
- CASELLI G. P.; PASTRELLO G. (1984) "L'integrazione industria-terziario in Italia trail 1965 e il 1975. Un'analisi input-output mediante scomposizione dei coefficienti di attivazione", L'Industria, 3.
- CHENERY, H.B.; WATANABE, T. (1958) "International Comparisons of the Structure of Production", *Econometrica*, 26, pp. 487-521.
- CUADRADO ROURA, J.R. y ALLENDE, E. (1995): "Un análisis de la terciarización de la economía andaluza 1980-1990. Las relaciones industria servicios." En IEA "Contabilidad regional y tablas input-output de Andalucía 1990. Análisis de resultados". Vol. II, IEA, Sevilla 1995. Págs. 530-565.
- CUELLO, F.A.; MANSOURI, F., HEWINGS, G.J.D. (1992) "The identification of structure at the sectoral level: a reformulation of the Hirschman-Rasmussen key sector indices", *Economic System Research*, 4(4), pp. 285-297.
- DEL RÍO GÓMEZ, C. (1992): La evolución de los servicios en España. Informes del Instituto de Estudios y Análisis Económicos, nº 3, Secretaria de Estado de Economía, Ministerio de Economía y Hacienda, Madrid.
- GHOSH, A. (1958) "Input-Output Approach to an Allocative System", *Economica*, 25, pp. 58-64.
- HIRSCHMAN, A.O. (1958) *The Strategy of Economic Development*. Edición en español: *La estrategia del desarrollo económico* (1970), Fondo de Cultura Económica, México.
- JONES, L.P. (1976) "The Measurement of Hirschmanian Linkages", *Quarterly Journal of Economics*, 90, pp. 323-33.
- LEONTIEF, W.W. (1965) "The Structure of the U.S. Economy", *Scientific American*, 212.
- MIYAZAWA (1976) *Input-Output Analysis and the Structure of Income Distribution*, Berlin, Springer-Verlag.
- MOMIGLIANO, F.; SINISCALCO, D. (1982) "The growth of service employment: a reappraisal", *BNL Quarterly Review*, 142, pp. 269-306.
- PELLEGRINI G. (1988) "Integrazione dei settori terziari e sviluppo del sistema produttivo", Banca d'Italia, Contributi all'analisi economica, 4, Roma.
- PELLEGRINI G. (1991) "Integrazione e crescita dei servizi negli anni ottanta: l'altra faccia della ristrutturazione", *Rivista di Política Economica*, aprile, 3-22.
- RASMUSSEN, P.N. (1957) *Studies in Intersectoral Relations*, Amsterdam, North- Holland.



# 7. Anexos



## Anexo I. Descomposición de los efectos intersectoriales de la terciarización en 1990

Efectos	Directo	Total		Unisectorial		Bisectorial (sector impulsor)					Multi-	Multi-			
		A	(I-A) <sup>-1</sup>	Neto	Autónomo	Neto	Agricult.	N Agricult.	Industria	N Industria	Servicios	N Serv.	Conjunto	N Conj.	Saldo
1 R Total	0,10045	0,19434	0,09389			0,10653	0,00608			0,11780	0,01735	0,12524	0,00135	0,06910	35,56%
2 A Total	0,15950	0,34463	0,18514			0,18328	0,02379			0,18867	0,02917	0,21701	0,00455	0,12763	37,03%
3 M Total	0,07120	0,11619	0,04498			0,07514	0,00394			0,08298	0,01178	0,08781	0,00088	0,02838	24,43%
4 A Total	0,18451	0,31236	0,12785			0,18487	0,00036			0,21714	0,03263	0,21783	0,00032	0,09453	30,26%
5 S Total	0,32603	0,53048	0,20445					0,42916	0,10313	0,38493	0,05890	0,52871	0,04065	0,00177	0,33%
6 Total	0,12348	0,37540	0,25192					0,15975	0,03627	0,14588	0,02239	0,19812	0,01598	0,17728	47,22%
7 D Total	0,14096	0,33452	0,19356					0,18174	0,04078	0,16453	0,02357	0,22230	0,01699	0,11222	33,55%
8 E Total	0,12526	0,27821	0,15295					0,16544	0,04019	0,14817	0,02291	0,20529	0,01694	0,07292	26,21%
9 Total	0,15342	0,34277	0,18935					0,17778	0,02436	0,18200	0,02859	0,22156	0,01520	0,12121	35,36%
10 A Total	0,13092	0,35403	0,22311					0,16814	0,03722	0,15378	0,02286	0,20787	0,01687	0,14616	41,28%
11 C Total	0,13287	0,29245	0,15958					0,18154	0,04867	0,15648	0,02361	0,22428	0,01913	0,06817	23,31%
12 T Total	0,14727	0,25960	0,11233					0,19360	0,04633	0,17413	0,02686	0,23880	0,01833	0,02081	8,01%
13 I Total	0,22516	0,36220	0,13704					0,28237	0,05721	0,26556	0,04040	0,34776	0,02499	0,01444	3,99%
14 V Total	0,17322	0,34149	0,16827					0,22211	0,04889	0,20382	0,03060	0,27390	0,02118	0,06759	19,79%
15 I Total	0,21214	0,41283	0,20068					0,31338	0,10124	0,25259	0,04045	0,38889	0,03505	0,02394	5,80%
16 D Total	0,19394	0,37980	0,18586					0,30004	0,10610	0,23090	0,03696	0,37282	0,03582	0,00698	1,84%
17 A Total	0,15695	0,31748	0,16053					0,24243	0,08548	0,18523	0,02829	0,30067	0,02995	0,01681	5,29%
1 D Total	0,16893	0,31162	0,14270					0,24975	0,08082	0,19844	0,02951	0,30664	0,02738	0,00498	1,60%
19 Total	0,08552	0,36330	0,27777					0,29456	0,20904	0,09999	0,01447	0,36198	0,05295	0,00131	0,36%
20 Total	0,09988	0,36463	0,26474					0,29387	0,19399	0,11719	0,01730	0,36256	0,05139	0,00207	0,57%
21 Total	0,15277	0,32900	0,17623					0,26454	0,11177	0,17952	0,02676	0,32578	0,03449	0,00321	0,98%
22 Total	0,11917	0,26727	0,14810					0,21531	0,09614	0,13932	0,02015	0,26458	0,02912	0,00269	1,01%
23 Total	0,21757	0,40331	0,18574					0,32414	0,10657	0,25625	0,03867	0,40081	0,03800	0,00250	0,62%
24 Total	0,15839	0,35151	0,19312					0,28316	0,12477	0,18594	0,02756	0,34881	0,03810	0,00269	0,77%
25 Total	0,14546	0,36077	0,21530					0,29129	0,14582	0,17091	0,02545	0,35911	0,04238	0,00166	0,46%
26 Total	0,12284	0,31868	0,19584					0,25453	0,13170	0,14748	0,02465	0,31796	0,03878	0,00072	0,23%
27 Total	0,18018	0,35344	0,17326					0,27971	0,09953	0,21211	0,03194	0,34473	0,03309	0,00871	2,46%
28 Total	0,18743	0,37330	0,18587					0,29970	0,11227	0,22218	0,03475	0,37147	0,03701	0,00183	0,49%
29 Total	0,17022	0,32225	0,15203					0,25902	0,08880	0,20149	0,03127	0,32036	0,03007	0,00189	0,59%
30 Total	0,18502	0,28576	0,10074					0,23265	0,04763	0,21608	0,03106	0,28414	0,02043	0,00162	0,57%
31 Total	0,16016	0,35385	0,19369					0,28430	0,12414	0,18929	0,02913	0,35160	0,03816	0,00225	0,64%
32 Total	0,19035	0,36579	0,17544					0,29535	0,10500	0,22462	0,03426	0,36385	0,03423	0,00194	0,53%
33 Total	0,21358	0,36610	0,15252					0,30139	0,08781	0,24827	0,03470	0,36443	0,02834	0,00167	0,46%
34 Total	0,17413	0,36038	0,18625					0,28875	0,11461	0,20582	0,03168	0,35743	0,03699	0,00296	0,82%
35 Total	0,08091	0,33639	0,25549					0,27158	0,19067	0,09494	0,01403	0,33470	0,04909	0,00169	0,50%
36 Total	0,27762	0,54815	0,27054					0,43711	0,15949	0,33392	0,05631	0,54661	0,05319	0,00155	0,28%
37 Total	0,11887	0,25183	0,13296					0,20467	0,08580	0,13870	0,01983	0,25032	0,02582	0,00151	0,60%
38 Total	0,15575	0,29946	0,14371					0,24124	0,08549	0,18299	0,02724	0,29708	0,02860	0,002380,79%	
39 Total	0,18872	0,27292	0,08420	1,21989	0,03117	1,22014	0,00025	1,27190	0,05200					0,00077	0,28%
40 Total	0,20219	0,32010	0,11791	1,23732	0,03513	1,24648	0,00916	1,29697	0,05965					0,01397	4,36%
41 Total	0,13844	0,30565	0,16721	1,16205	0,02361	1,17652	0,01447	1,26818	0,10613					0,02300	7,52%
42 Total	0,15077	0,25165	0,10088	1,17593	0,02516	1,17610	0,00017	1,25064	0,07471					0,00084	0,33%
43 Total	0,06559	0,09436	0,02878	1,07651	0,01092	1,07678	0,00027	1,09353	0,01702					0,00057	0,60%
44 Total	0,07003	0,09032	0,02029	1,08039	0,01036	1,08047	0,00008	1,08999	0,00960					0,00025	0,27%
45 Total	0,14953	0,21300	0,06347	1,17411	0,02459	1,17441	0,00030	1,21173	0,03761					0,00097	0,45%
46 Total	0,18220	0,27062	0,08842	1,21404	0,03184	1,21447	0,00043	1,26884	0,05480					0,00135	0,50%
47 Total	0,04195	0,06082	0,01888	1,04923	0,00728	1,04931	0,00009	1,06042	0,01119					0,00032	0,52%
48 Total	0,26217	0,37388	0,11171	1,30634	0,04417	1,30801	0,00167	1,36770	0,06137					0,00450	1,20%
49 Total	0,10326	0,15664	0,05339	1,11982	0,01656	1,12048	0,00066	1,15400	0,03418					0,00198	1,27%
50 Total	0,12216	0,19802	0,07586	1,14168	0,01952	1,14232	0,00064	1,19567	0,05399					0,00171	0,86%
51 Total	0,16527	0,25548	0,09021	1,19445	0,02918	1,19784	0,00339	1,24321	0,04876					0,00888	3,48%
52 Total	0,20994	0,28479	0,07485	1,24710	0,03716	1,25538	0,00828	1,27110	0,02400					0,00541	1,90%
53 Total	0,21597	0,31751	0,10153	1,25374	0,03777	1,25524	0,00149	1,31387	0,06012					0,00215	0,68%
54 Total	0,12339	0,16928	0,04588	1,14424	0,02084	1,14449	0,00026	1,16837	0,02413					0,00065	0,38%
Agrarización media	0,06556	0,17181	0,03217	0,08254	0,00595	0,07114	0,00646	0,21354	0,02006	0,22854	0,00145	0,08729	0,00339	0,00796	
Industrialización media	0,26490	0,19519	0,30066	1,59557	0,25677	1,48854	0,03946	0,22705	0,08777	1,18418	0,05980	0,27285	0,02522	0,01401	
Terciarización media	0,15766	0,60131	0,14735	1,17480	0,02533	0,96941	0,00379	0,56820	0,08014	0,19000	0,02890	0,30563	0,02847	0,02387	
Sectorialización media	0,16271	0,65610	0,16006	1,28430	0,09602	0,84303	0,01657	0,33627	0,06266	0,53424	0,03005	0,22192	0,01903	0,01528	



## Anexo II. Descomposición de los efectos intersectoriales de la terciarización en 2000

Efectos	Directo	Total		Unisectorial		Bisectorial (sector impulsor)					Multi-	Multi-			
	A	(I-A) <sup>-1</sup>	Neto	Autónomo	Neto	Agricult. N	Agricult.	Industria N	Industria	Servicios	N Serv.	Conjunto	N Conj.	Saldo	(Saldo %)
1 R Total	0,06596	0,20550	0,13954			0,07297	0,00701			0,09128	0,02532	0,10098	0,00270	0,10452	50,86%
2 A Total	0,09821	0,28452	0,18631			0,11010	0,01189			0,13501	0,03680	0,15148	0,00458	0,13304	46,76%
3 M Total	0,07009	0,14514	0,07504			0,08354	0,01345			0,09877	0,02867	0,11773	0,00552	0,02741	18,88%
4 A Total	0,16067	0,38127	0,22061			0,16345	0,00278			0,23144	0,07077	0,23551	0,00129	0,14576	38,23%
5 S Total	0,21280	0,48143	0,26863					0,31354	0,10074	0,31063	0,09783	0,48049	0,06912	0,00094	0,20%
6 Total	0,09531	0,37228	0,27697					0,13996	0,04465	0,13272	0,03741	0,20587	0,02850	0,16641	44,70%
7 D Total	0,10736	0,41955	0,31219					0,13137	0,02401	0,14827	0,04091	0,19214	0,01985	0,22741	54,20%
8 E Total	0,09699	0,32839	0,23141					0,13421	0,03723	0,13659	0,03960	0,19981	0,02599	0,12858	39,15%
9 Total	0,05171	0,28654	0,23482					0,09598	0,04426	0,07196	0,02024	0,14143	0,02521	0,14511	50,64%
10 A Total	0,11353	0,38489	0,27135					0,16761	0,05408	0,15665	0,04312	0,24561	0,03488	0,13928	36,19%
11 C Total	0,12412	0,30615	0,18203					0,16043	0,03631	0,16897	0,04484	0,23141	0,02613	0,07474	24,41%
12 T Total	0,11593	0,31419	0,19826					0,18733	0,07140	0,14873	0,03279	0,25756	0,03743	0,05663	18,02%
13 I Total	0,18004	0,37965	0,19962					0,25598	0,07595	0,23416	0,05412	0,35804	0,04794	0,02161	5,69%
14 V Total	0,09406	0,34851	0,25445					0,22942	0,13536	0,12920	0,03515	0,33340	0,06884	0,01511	4,34%
15 I Total	0,11858	0,36597	0,24739					0,24982	0,13124	0,15799	0,03941	0,35675	0,06752	0,00923	2,52%
16 D Total	0,07687	0,33284	0,25596					0,21824	0,14137	0,10535	0,02848	0,31716	0,07044	0,01568	4,71%
17 A Total	0,10325	0,32837	0,22513					0,20356	0,10032	0,14698	0,04373	0,30607	0,05878	0,02230	6,79%
18 D Total	0,18774	0,44002	0,25228					0,30051	0,11277	0,25522	0,06748	0,43406	0,06607	0,00596	1,35%
19 Total	0,04370	0,38703	0,34333					0,25328	0,20957	0,06239	0,01869	0,38626	0,11429	0,00078	0,20%
20 Total	0,12137	0,42621	0,30484					0,28199	0,16062	0,17232	0,05095	0,42496	0,09201	0,00125	0,29%
21 Total	0,18250	0,49643	0,31393					0,33977	0,15727	0,24469	0,06219	0,48835	0,08639	0,00808	1,63%
22 Total	0,13380	0,45280	0,31900					0,30407	0,17027	0,18661	0,05281	0,45127	0,09439	0,00153	0,34%
23 Total	0,28596	0,69297	0,40701					0,45023	0,16427	0,41600	0,13004	0,69190	0,11162	0,00107	0,16%
24 Total	0,16291	0,39139	0,22848					0,25989	0,09698	0,23116	0,06825	0,39037	0,06222	0,00102	0,26%
25 Total	0,19255	0,48511	0,29256					0,32617	0,13363	0,26681	0,07426	0,48410	0,08367	0,00100	0,21%
26 Total	0,16493	0,51733	0,35240					0,34369	0,17876	0,23330	0,06837	0,51570	0,10363	0,00162	0,31%
27 Total	0,08657	0,38178	0,29521					0,25348	0,16692	0,12072	0,03415	0,37620	0,08857	0,00557	1,46%
28 Total	0,07790	0,32633	0,24844					0,22174	0,14384	0,10653	0,02863	0,32470	0,07433	0,00163	0,50%
29 Total	0,08786	0,38552	0,29765					0,26560	0,17774	0,11753	0,02967	0,38410	0,08883	0,00141	0,37%
30 Total	0,12982	0,41518	0,28536					0,29865	0,16883	0,16430	0,03447	0,41378	0,08066	0,00140	0,34%
31 Total	0,06574	0,39814	0,33240					0,27131	0,20557	0,08869	0,02296	0,39680	0,10253	0,00134	0,34%
32 Total	0,12982	0,48697	0,35715					0,34976	0,21994	0,16337	0,03356	0,48510	0,10179	0,00187	0,38%
33 Total	0,05783	0,28403	0,22620					0,19842	0,14059	0,07557	0,01774	0,28270	0,06655	0,00133	0,47%
34 Total	0,11259	0,43902	0,32643					0,29765	0,18506	0,15291	0,04032	0,43735	0,09937	0,00167	0,38%
35 Total	0,07975	0,28848	0,20873					0,19769	0,11795	0,10518	0,02543	0,28785	0,06472	0,00063	0,22%
36 Total	0,07931	0,46873	0,38942					0,31014	0,23083	0,10957	0,03026	0,46791	0,12751	0,00082	0,18%
37 Total	0,14071	0,29444	0,15373					0,21934	0,07863	0,17508	0,03437	0,29389	0,04018	0,00055	0,19%
38 Total	0,08861	0,37062	0,28200					0,25148	0,16287	0,12051	0,03190	0,36934	0,08595	0,00128	0,35%
39 Total	0,28181	1,45387	0,17206	1,37706	0,09525	1,37723	0,00018	1,45217	0,07511					0,00152	0,33%
40 Total	0,18488	1,30887	0,12399	1,23690	0,05202	1,24014	0,00324	1,29354	0,05665					0,01208	3,91%
41 Total	0,16945	1,35115	0,18170	1,22206	0,05261	1,22764	0,00558	1,31629	0,09423					0,02928	8,34%
42 Total	0,38600	1,67322	0,28722	1,56448	0,17848	1,56456	0,00008	1,67230	0,10782					0,00085	0,13%
43 Total	0,34811	1,56871	0,22061	1,48505	0,13694	1,48509	0,00004	1,56812	0,08307					0,00055	0,10%
44 Total	0,27430	1,38584	0,11154	1,35592	0,08162	1,35598	0,00006	1,38525	0,02933					0,00053	0,14%
45 Total	0,15556	1,25551	0,09995	1,19891	0,04335	1,19899	0,00008	1,25471	0,05580					0,00072	0,28%
46 Total	0,14639	1,22750	0,08111	1,18757	0,04118	1,18851	0,00095	1,22411	0,03655					0,00244	1,07%
47 Total	0,02584	1,04821	0,02237	1,03298	0,00714	1,03312	0,00014	1,04757	0,01459					0,00050	1,04%
48 Total	0,14968	1,23279	0,08311	1,19101	0,04133	1,19145	0,00044	1,23020	0,03919					0,00215	0,92%
49 Total	0,10147	1,20091	0,09944	1,12762	0,02615	1,12771	0,00009	1,19924	0,07161					0,00159	0,79%
50 Total	0,24055	1,40569	0,16513	1,31098	0,07043	1,31117	0,00019	1,40388	0,09290					0,00162	0,40%
51 Total	0,21982	1,34733	0,12751	1,28323	0,06341	1,28501	0,00178	1,33993	0,05670					0,00562	1,62%
52 Total	0,28230	1,43518	0,15288	1,36424	0,08194	1,36795	0,00370	1,42521	0,06097					0,00627	1,44%
53 Total	0,22888	1,39192	0,16304	1,29127	0,06239	1,29233	0,00106	1,38849	0,09722					0,00237	0,60%
54 Total	0,07091	1,11122	0,04031	1,08321	0,01230	1,08322	0,00001	1,11100	0,02779					0,00021	0,19%
Agrarización media	0,07068	0,18568	0,04092	1,12343	0,01455	0,07520	0,00758	0,23458	0,03003	0,23026	0,00046	0,10101	0,00530	0,00662	
Industrialización media	0,36073	1,58254	0,59218	2,04219	0,55886	1,92042	0,06870	0,31463	0,16231	1,52867	0,09767	0,41061	0,06212	0,01840	
Terciarización media	0,14377	0,66466	0,22460	1,26953	0,06541	1,03801	0,00264	0,59589	0,10759	0,16245	0,04410	0,34258	0,06395	0,02859	
Sectorialización media	0,19173	0,81096	0,28590	1,47838	0,21294	1,01121	0,02631	0,38170	0,09998	0,64046	0,04741	0,28473	0,04379	0,01787	

### Anexo III. Descomposición de los efectos intersectoriales de la terciarización en 2000 (Año 1990=100)

Efectos	Directo	Total		Unisectorial		Bisectorial (sector impulsor)						Multi-	Multi-		
		A	(I-A) <sup>-1</sup>	Neto	Autónomo	Neto	Agricult.	N Agricult.	Industria	N Industria	Servicios	N Serv.	Conjunto	N Conj.	Saldo
1 R Total	65,7	105,7	148,6			68,5	115,2			77,5	145,9	80,6	199,2	151,3	143,0
2 A Total	61,6	82,6	100,6			60,1	50,0			71,6	126,2	69,8	100,7	104,2	126,3
3 M Total	98,4	124,9	166,8			111,2	341,3			119,0	243,4	134,1	625,2	96,6	77,3
4 A Total	87,1	122,1	172,6			88,4	768,1			106,6	216,9	108,1	398,0	154,2	126,3
5 S Total	65,3	90,8	131,4					73,1	97,7	80,7	166,1	90,9	170,1	53,3	58,7
6 Total	77,2	99,2	109,9					87,6	123,1	91,0	167,0	103,9	178,4	93,9	94,7
7 D Total	76,2	125,4	161,3					72,3	58,9	90,1	173,6	86,4	116,9	202,6	161,6
8 E Total	77,4	118,0	151,3					81,1	92,6	92,2	172,9	97,3	153,5	176,3	149,4
9 Total	33,7	83,6	124,0					54,0	181,7	39,5	70,8	63,8	165,8	119,7	143,2
10 A Total	86,7	108,7	121,6					99,7	145,3	101,9	188,6	118,2	206,7	95,3	87,7
11 C Total	93,4	104,7	114,1					88,4	74,6	108,0	189,9	103,2	136,6	109,6	104,7
12 T Total	78,7	121,0	176,5					96,8	154,1	85,4	122,1	107,9	204,2	272,2	224,9
13 I Total	80,0	104,8	145,7					90,7	132,7	88,2	133,9	103,0	191,8	149,7	142,8
14 V Total	54,3	102,1	151,2					103,3	276,9	63,4	114,8	121,7	325,0	22,4	21,9
15 I Total	55,9	88,7	123,3					79,7	129,6	62,5	97,4	91,7	192,6	38,5	43,5
16 D Total	39,6	87,6	137,7					72,7	133,2	45,6	77,1	85,1	196,6	224,5	256,2
17 A Total	65,8	103,4	140,2					84,0	117,4	79,3	154,6	101,8	196,3	132,7	128,3
18 D Total	111,1	141,2	176,8					120,3	139,5	128,6	228,6	141,6	241,3	119,6	84,7
19 Total	51,1	106,5	123,6					86,0	100,3	62,4	129,2	106,7	215,8	59,1	55,5
20 Total	121,5	116,9	115,1					96,0	82,8	147,1	294,5	117,2	179,1	60,7	51,9
21 Total	119,5	150,9	178,1					128,4	140,7	136,3	232,4	149,9	250,5	251,5	166,7
22 Total	112,3	169,4	215,4					141,2	177,1	133,9	262,1	170,6	324,2	56,9	33,6
23 Total	131,4	171,8	219,1					138,9	154,1	162,3	336,3	172,6	293,8	43,0	25,0
24 Total	102,9	111,3	118,3					91,8	77,7	124,3	247,7	111,9	163,3	37,9	34,0
25 Total	132,4	134,5	135,9					112,0	91,6	156,1	291,8	134,8	197,4	60,6	45,0
26 Total	134,3	162,3	179,9					135,0	135,7	158,2	277,4	162,2	267,2	226,5	139,5
27 Total	48,0	108,0	170,4					90,6	167,7	56,9	106,9	109,1	267,7	64,0	59,2
28 Total	41,6	87,4	133,7					74,0	128,1	47,9	82,4	87,4	200,8	89,3	102,1
29 Total	51,6	119,6	195,8					102,5	200,2	58,3	94,9	119,9	295,4	75,0	62,7
30 Total	70,2	145,3	283,3					128,4	354,5	76,0	111,0	145,6	394,9	86,5	59,5
31 Total	41,0	112,5	171,6					95,4	165,6	46,9	78,8	112,9	268,7	59,7	53,1
32 Total	68,2	133,1	203,6					118,4	209,5	72,7	97,9	133,3	297,3	96,0	72,1
33 Total	27,1	77,6	148,3					65,8	160,1	30,4	51,1	77,6	234,8	79,5	102,4
34 Total	64,7	121,8	175,3					103,1	161,5	74,3	127,3	122,4	268,6	56,5	46,4
35 Total	98,6	85,8	81,7					72,8	61,9	110,8	181,2	86,0	131,8	37,2	43,4
36 Total	28,6	85,5	143,9					71,0	144,7	32,8	53,7	85,6	239,7	53,3	62,3
37 Total	118,4	116,9	115,6					107,2	91,6	126,2	173,3	117,4	155,6	36,4	31,1
38 Total	56,9	123,8	196,2					104,2	190,5	65,9	117,1	124,3	300,5	53,8	43,5
39 Total	149,3	114,2	204,3	112,9	305,6	112,9	70,5	114,2	144,4					196,1	117,9
40 Total	91,4	99,1	105,2	100,0	148,1	99,5	35,4	99,7	95,0					86,5	89,6
41 Total	122,4	103,5	108,7	105,2	222,9	104,3	38,6	103,8	88,8					127,3	110,8
42 Total	256,0	133,7	284,7	133,0	709,4	133,0	47,9	133,7	144,3					101,0	37,7
43 Total	530,8	143,3	766,7	138,0	1254,1	137,9	13,6	143,4	488,1					97,2	16,1
44 Total	391,7	127,1	549,7	125,5	787,5	125,5	75,7	127,1	305,6					212,8	49,8
45 Total	104,0	103,5	157,5	102,1	176,3	102,1	27,0	103,5	148,3					74,1	61,7
46 Total	80,3	96,6	91,7	97,8	129,3	97,9	219,3	96,5	66,7					180,5	214,8
47 Total	61,6	98,8	118,5	98,5	98,1	98,5	159,5	98,8	130,4					157,5	198,7
48 Total	57,1	89,7	74,4	91,2	93,6	91,1	26,2	89,9	63,9					47,8	76,7
49 Total	98,3	103,8	186,3	100,7	157,9	100,6	12,9	103,9	209,5					80,0	62,4
50 Total	196,9	117,3	217,7	114,8	360,8	114,8	30,0	117,4	172,1					94,7	46,2
51 Total	133,0	107,3	141,3	107,4	217,3	107,3	52,5	107,8	116,3					63,2	46,5
52 Total	134,5	111,7	204,3	109,4	220,5	109,0	44,7	112,1	254,0					115,9	75,9
53 Total	106,0	105,6	160,6	103,0	165,2	103,0	71,0	105,7	161,7					110,5	89,5
54 Total	57,5	95,0	87,9	94,7	59,0	94,6	4,6	95,1	115,2					32,2	49,0
Agrarización media	107,8	108,1	127,2	103,8	244,6	105,7	117,4	109,8	149,8	100,8	31,6	115,7	156,3	83,1	
Industrialización media	136,2	132,4	197,0	128,0	217,6	129,0	174,1	138,6	184,9	129,1	163,3	150,5	246,3	131,4	
Terciarización media	91,2	110,5	152,4	108,1	258,2	107,1	69,6	104,9	134,2	85,5	152,6	112,1	224,6	119,8	
Sectorialización media	117,8	123,6	178,6	115,1	221,8	119,9	158,8	113,5	159,6	119,9	157,8	128,3	230,2	117,0	



Agustín Cañada Martínez<sup>1</sup>  
M<sup>a</sup> José Muñoz Supervielle<sup>2</sup>

# **El turismo como impulsor de la economía andaluza: Un análisis a partir de las tablas Input-Output y la cuenta satélite del turismo\***

---

1. INE y Universidad Autónoma de Madrid

2. Consejería de Turismo, Comercio y Deportes

\* Los autores del trabajo desean agradecer los valiosos comentarios realizados por Luis Robles de la Universidad de Málaga a versiones previas del trabajo.



# 1. Introducción: Planteamiento estadístico y metodológico

Andalucía recibió en el año 2005 un total de 23,6 millones de turistas, erigiéndose como la primera región de destino de los españoles en sus viajes turísticos y la tercera como receptora de turistas extranjeros. Cifras que por sí solas justifican la necesidad de dedicar un capítulo de este libro, que utiliza las tablas I-O como instrumento de análisis, al estudio del papel del turismo en el sistema productivo andaluz.

Para dicho análisis, junto a las tablas I-O de Andalucía, se ha utilizado la “Cuenta Satélite de Turismo” (CST), instrumento desarrollado en los últimos años que, mediante distintas transformaciones del núcleo básico, adapta y amplía las tablas I-O a las necesidades y dimensiones de la economía del turismo. Andalucía ha publicado recientemente la CST para el año 2000, lo que ha permitido su utilización como fuente básica de este documento. No obstante, para determinados análisis (multiplicadores, ligazones,...) resulta necesario complementar la CST con el marco metodológico tradicional que proporcionan las tablas I-O, en este caso las tablas simétricas I-O de Andalucía.

Otras fuentes empleadas son las proporcionadas por el Sistema de Análisis y Estadística del Turismo de Andalucía y

aquellas que permiten las comparaciones con el total de España como son los datos del INE y del IET.

El trabajo se estructura de la siguiente forma: el epígrafe 2 contiene una breve nota metodológica sobre las definiciones y delimitación del turismo que se utiliza en el trabajo, basada en los criterios de la CST; el epígrafe 3 inicia el análisis del turismo en Andalucía, mediante la variable esencial del turismo, la demanda turística, tanto en variables monetarias como en algunas no estrictamente monetarias, pero que sin embargo tienen una repercusión evidente sobre la medición del papel económico del turismo; el epígrafe 4 contiene lo que podría denominarse un análisis I-O “convencional” basado en los indicadores recurrentes en este tipo de estudios (multiplicadores, ligazones, etc.); en el epígrafe 5 se trata de ampliar el marco estricto de un análisis I-O convencional para hablar de la significación del turismo en términos más generales, incluyendo algunos aspectos de renta regional. El trabajo se cierra con un epígrafe de resumen y conclusiones.



## 2. Breve nota metodológica sobre concepto y clasificaciones utilizados en la definición del turismo

Aunque escapa obviamente al alcance de este artículo desarrollar en detalle las definiciones y conceptualización actual del turismo, sí parece necesario proporcionar al lector una idea global de algunos de los términos y conceptos, como paso previo para el análisis posterior.

### *El turismo como fenómeno económico: productos y actividades características*

El aspecto inicial obligado es definir el ámbito del turismo. Como antes se señalaba, existe una dificultad de identificación del turismo como elemento explícito de las cuentas nacionales y las tablas I-O. En efecto, la definición de las Naciones Unidas supone que el turismo abarca las “actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos a su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año, con fines de ocio, por negocios o por otros motivos”. Es decir, que la esencia del turismo es el hecho de que las personas se desplazan, con carácter temporal, fuera de los lugares habituales de residencia o trabajo y con unas motivaciones que tampoco son las habituales. Al realizar esos

desplazamientos los viajeros incurren en una serie de gastos que son los que dan sentido al turismo como elemento de crecimiento económico.

Los gastos se concentran en los denominados *Productos característicos* (o más relevantes) en el turismo: alojamiento, transporte, manutención... Los sectores económicos o agrupaciones de unidades de producción especializadas en esos productos es lo que se conoce como *Industrias características del turismo*. El listado de productos característicos, ramas características y su ubicación dentro de las ramas de la TIOAN00 se recoge en el cuadro 1.

De la observación del cuadro 1, se puede inferir ese carácter transversal del turismo como actividad productiva: las actividades características proporcionan producción no sólo a los turistas o visitantes, sino también a otros tipos de consumidores (lo cual es evidente en el caso de cafés y restaurantes, transporte... pero incluso en actividades tan “especializadas” como el alojamiento hotelero, donde es posible encontrar una demanda “no turística”<sup>1</sup>...).

---

1. Véase Cañada (2004a).



## Cuadro 1. Productos característicos del turismo, ramas características y ramas de la TIOAN00<sup>2</sup>

Productos característicos	Ramas características	Ramas de la TIOAN00
Servicios hoteleros y de alojamiento en otros tipos de hospedajes	Hoteles y similares	Hoteles y otros tipos de hospedajes
Servicios de alojamiento en viviendas en propiedad Ser. provisión alimentación y bebidas	Alquiler inmobiliario Bares, cafeterías y restaurantes	Actividades inmobiliarias Bares, cafeterías y restaurantes; provisión de comidas preparadas Transporte terrestre; transporte por tuberías
Servicios de transporte de pasajeros por ferrocarril	Tpte. pasajeros por ferrocarril	Transporte marítimo, fluvial y aéreo
Servicios Tpte. pasajeros por carretera	Tpte. pasajeros por carretera	
Servicios Tpte. marítimo pasajeros	Tpte. pasajeros por vía marítima	
Servicios Tpte. pasajeros por vía aérea	Tpte. pasajeros por vía aérea	
Servicios anexos al Tpte. pasajeros	Servicios anexos a Tpte. pasajeros	
Ser. Agencias de viajes y similares	Agencias de viajes y similares	Actividades anexas al Tpte., actividades de agencias de viajes
Servicios de alquiler bienes de equipo tpte.	Alquiler de bienes de equipo de transporte	Alquiler de maquinaria y equipo sin operario, de efectos personales
Servicios culturales	Actividades culturales	Otras actividades recreativas, culturales y deportivas
Servicios deportivos	Actividades deportivas	
Servicios recreativos	Actividades recreativas	

El cuadro sirve también de contraste entre los productos/ramas características de la CSTA y la definición de las ramas que aparece en las tablas IO de Andalucía. Como puede verse, en la tabla IO, los niveles de agregación son forzosamente mayores que el detalle óptimo para un análisis integral del turismo de la CSTA. Por ejemplo, en la TIOAN las actividades del transporte aparecen agregadas, incluyen transporte de mercancías y pasajeros, etc.; las actividades anexas al transporte incluyen todo tipo de auxiliares, tanto a pasajeros como a mercancías y también las agencias de viaje...Estas diferencias deben ser tenidas en cuenta cuando se presenten los análisis basados en una u otra fuente a lo largo de este trabajo.

### *Nociones de consumo turístico*

En principio, y de acuerdo con la definición de "turismo", el enfoque básico inicial para medir el efecto económico del turismo es la perspectiva de demanda y especialmente el gasto vinculado a los visitantes en un área (el consumo turístico interior). El consumo turístico se puede clasificar de acuerdo con distintos parámetros y características de los viajeros, siendo la más relevante a efectos del impacto del turismo sobre un área, región o país, la que combina el territorio de residencia del visitante con el lugar destino del viaje, clasificación que se resume en el esquema 1.

## Esquema 1: Clasificación del consumo turístico según los flujos turísticos

Residencia del viajero	Territorio donde se realiza el gasto		TOTAL
	Territorio económico	Fuera del territorio económico	
Residentes en el territorio económico	Consumo del turismo interno.	Consumo del turismo emisor	Consumo turístico nacional (regional)
No residentes	Consumo del turismo receptor		
<b>TOTAL</b>	Consumo turístico interior		

2. La diferenciación entre producto y rama de actividad tiene sentido en las tablas de origen y destino y en la CST, derivada de la anteriores. En cambio en la tabla simétrica, ambos coinciden. Véase Cañada(1997).

Esta clasificación da lugar a los conceptos de consumo turístico: interno (ligado a los residentes que viajan en el interior del territorio económico); receptor (no residentes en el territorio); emisor (residentes fuera del territorio). Por ejemplo, en el caso de Andalucía, el consumo del turismo receptor incluiría el realizado en la región tanto por los viajeros no residentes en España (extranjeros) como por los españoles residentes de otras CCAA. Y el consumo turístico emisor correspondería al efectuado por los residentes andaluces en sus viajes fuera del territorio económico de referencia (por ejemplo, los gastos en consumo de un turista andaluz en el territorio económico de otra CCAA o de otro país de la Unión Europea). El concepto de consumo interior, agregado del turismo interno y el receptor, tiene interés por su papel para obtener el peso del consumo turístico dentro de la variable macroeconómica fundamental, el PIB.

El gasto que realizan los individuos y que está directamente vinculado a sus viajes, es evidentemente el componente básico del consumo turístico, pero las

metodologías de Cuenta Satélite del Turismo proponen incluir también aquellos gastos que repercuten en el (o benefician al) visitante, sin que éste financie su coste (o al menos su coste total): son las actividades realizadas fundamentalmente por Administraciones Públicas e Instituciones sin fines de lucro en las que éstas financian determinadas actividades turísticas en beneficio de los hogares (por ejemplo, subvencionan total o parcialmente viajes turísticos de los pensionistas o de otros grupos socio-económicos).

En una perspectiva más amplia, se podría dar entrada en la demanda turística a otros gastos de las Administraciones Públicas vinculados al turismo (encuadrados ya en lo que se define como “consumo colectivo” – véase Cañada (2004a) -) o a gastos de formación bruta de capital fijo vinculada al turismo. En nuestro análisis se va a tomar la forma restringida de la demanda, circunscrita únicamente al consumo, en línea con lo incluido en la CSTA.



### 3. Consumo turístico en Andalucía: rasgos básicos

#### 3.1. Consumo turístico interior por componentes y productos

Como se indicaba al inicio de este trabajo, el sector turístico andaluz está fundamentalmente orientado al turismo nacional, tanto de la propia región como del resto de España; Andalucía constituye la primera Comunidad Autónoma de destino de los

españoles en sus viajes turísticos (concentran el 17,6% de los viajes turísticos en 2005) y la tercera CCAA receptora de turistas extranjeros (el 14,4% de los turistas internacionales que visitaron España en 2005). Sin embargo, el análisis en términos monetarios, no sigue la misma pauta, como puede observarse en el cuadro 2, que resume los datos básicos de la CSTA, incluidos en el anexo 1.

**Cuadro 2. El consumo turístico en Andalucía por componentes (2000)**

	Millones €	%	% s/ total regional de cada variable
<b>Consumo del turismo interno</b>	<b>3.226,6</b>	<b>28,5</b>	<b>2,2</b>
- Consumo intermedio	478,1	4,2	0,6
- G. Consumo Final Turístico Interno	2.748,5	24,3	4,2
<b>Consumo del turismo receptor</b>	<b>8.070,0</b>	<b>71,4</b>	<b>27,0</b>
- Turistas R. España	2.261,7	20,0	16,6
- Turistas R. Mundo	5.808,3	51,4	35,8
<b>Consumo turístico interior</b>	<b>11.296,6</b>	<b>100,0</b>	<b>6,4</b>

FUENTE: Elaboración a partir de datos del anexo 1 y de las TIOAN

En efecto, la parte más relevante del consumo en términos monetarios (concretamente el 51,4%) corresponde a los turistas extranjeros, con sus 5.808,3 M de € de gasto en la región, frente a los 3.226,6 millones de € (el 28,6% del total) del turismo intrarregional y 2.261,7 millones de € (el 20% del total) del consumo de los españoles que proceden de otras Comunidades autónomas. En otros términos, estos datos ponen de manifiesto los mayores niveles de gasto medio de los turistas internacionales

frente a los españoles, o si se quiere, la mayor “rentabilidad aparente” del turismo internacional frente al nacional.

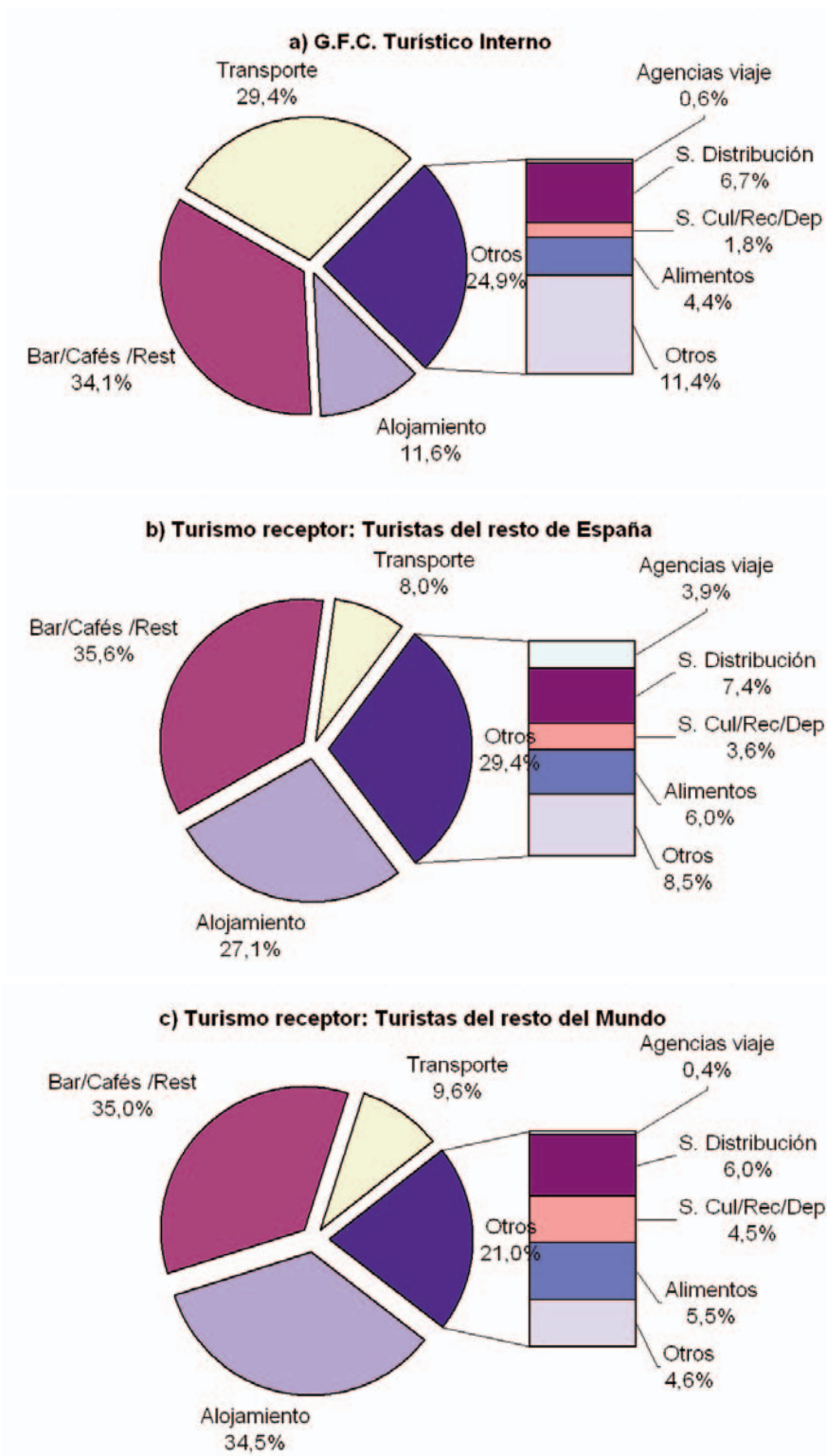
Algunas explicaciones para estas diferencias en los gastos medios se pueden encontrar en la diferente composición por productos del consumo turístico según el origen de los viajeros, representadas en el gráfico 1.

En términos generales las tres distribuciones presentan rasgos similares, en cuanto al lógico predominio de las

categorías de productos característicos que engloban el porcentaje mayor del gasto; la partida fundamental es la de los Servicios de Bares Cafés /Restaurantes, que suponen en todos

los segmentos más de la tercera parte del total del gasto turístico.

**Gráfico 1. Composición del consumo turístico por productos (2000)**



Las mayores diferencias se encuentran en el peso del alojamiento y el transporte, que alternan su importancia en uno u otro tipo de visitantes: El alojamiento tiene su menor porcentaje en el turismo de los hogares andaluces dentro de su propio territorio, lo cual es lógico, por la mayor utilización de viviendas (propias y/o alquiladas) como forma de alojamiento; en cambio, su importancia es elevada en el gasto en los turistas procedentes del resto de España y supone la partida más importante en el caso de los turistas extranjeros.

El transporte tiene en cambio un papel un papel relativamente secundario en el caso del turismo receptor, que contrasta con el elevado porcentaje de gasto del consumo interno. En este caso no obstante, el análisis se ve condicionado por algunos convenios contables de partida<sup>3</sup> que llevan a acumular todo el gasto de transporte aéreo en ese consumo interno.

Es también importante subrayar que en todos los casos tienen una notable relevancia los productos no específicos, entre los que sobresalen los alimentos y el combustible para automoción, (a los que habría que añadir los márgenes de distribución de estos productos) en consonancia con los

segmentos preponderantes del turismo en la región.

Naturalmente, estas distribuciones reflejan parámetros fundamentales del comportamiento de los visitantes como el motivo de la visita y el tipo de alojamiento utilizado... Aunque escapa al alcance de este estudio entrar en detalle en esas características, unos simples datos generales pueden resultar ilustrativos: el cuadro 3 recoge concretamente una información no monetaria, pero que proporciona una información complementaria útil para el análisis macro: el tipo de alojamiento utilizado por los turistas en Andalucía.

En consonancia con lo que se ha señalado sobre las estructuras de gasto, el establecimiento hotelero (incluyendo las pensiones) es el predominante, concentrando en 2005 el 61,6% de los turistas y el 46,3% de las pernoctaciones en la Comunidad Autónoma, aunque es mayor para los extranjeros (el 65,2% y 48,1% de pernoctaciones) que para los españoles (el 59,2% de viajeros y el 44,8% de las pernoctaciones). La utilización de las viviendas y/o apartamentos sigue como es lógico el patrón contrario, siendo mayor este tipo de alojamiento entre los visitantes españoles (con un 28,8%) que entre los extranjeros (con un 21,6%).

**Cuadro 3. Tipo de alojamiento utilizado por los turistas en Andalucía (2005)**

Tipo de Alojamiento	Turistas			Pernoctaciones		
	Extranjeros	Españoles	Total	Extranjeros	Españoles	Total
Alojamiento Hotelero	65,2	59,2	<b>61,6</b>	48,1	44,8	<b>46,3</b>
Vivienda	21,6	28,8	<b>26,1</b>	43,5	47,9	<b>45,9</b>
Alquilada	6,8	7,0	<b>7,0</b>	15,3	14,4	<b>14,8</b>
Propiedad	4,7	9,4	<b>7,6</b>	13,2	20,6	<b>17,3</b>
Tiempo compartido	1,5	0,3	<b>0,8</b>	2,0	0,5	<b>1,2</b>
Amigos o familiares	8,6	12,1	<b>10,7</b>	13,0	12,4	<b>12,6</b>
Otros	13,2	12,0	<b>12,3</b>	8,4	7,3	<b>7,8</b>
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

FUENTE: Consejería de Turismo, Deporte y Comercio (2006)

3. Aunque una parte de este bajo porcentaje se explica por razones metodológicas y estadísticas, dado que en la TIOAN, se considera nula la exportación de servicios de transporte aéreo. Este supuesto al parecer va a ser modificado en próximas bases contables.

Un dato también a reseñar es el peso considerable que en las corrientes turísticas hacia Andalucía (tanto de turistas extranjeros como de españoles) tiene el alojamiento en viviendas de familiares o amigos, que supone el 10,7% del total de los viajeros y el 12,6% de las pernoctaciones. Se resalta este aspecto porque es una dimensión escasamente considerada en los análisis del turismo, pero que tiene una incidencia económica clara sobre los lugares receptores de turismo, y es un factor adicional a la hora de explicar determinadas tendencias del turismo, como la disminución del gasto medio por visitante. Son temas para posterior investigación y que nos alejarían del objetivo de este trabajo.

Por otra parte, conviene señalar que, aunque las cifras de 2000 reflejen ese predominio de los alojamientos hoteleros, el crecimiento del alojamiento no hotelero, o en otros términos de lo que se entiende como turismo residencial, ha continuado una tendencia imparable en los últimos años, aspecto que tiene una repercusión notable sobre el sistema productivo regional.

El análisis de la evolución del turismo residencial queda sin embargo fuera del alcance y enfoque de nuestro trabajo. Pero puede ser ilustrativo para el lector una breve mención a algunos indicadores no monetarios, basados en investigaciones recientes.

Por ejemplo, los reveladores datos del completo estudio de Muñoz (2003), en el que se indica que el crecimiento del número de viviendas en Andalucía en el periodo 1991 –2001, fue un 17% mayor que el explicado por motivos demográficos. Diferencia que indudablemente viene explicada por factores diversos (la vivienda como inversión) pero también por el motivo turístico, como prueban los datos de dos provincias especializadas en turismo, Málaga y Huelva, en las que en el periodo mencionado, se pusieron en el mercado un 61 y un 53 por ciento más de viviendas nuevas que las necesarias para satisfacer la demanda de vivienda principal.

Y las tendencias, lejos de disminuir han continuado en el periodo más reciente. Según la Estadística de transacciones inmobiliarias del Ministerio de la Vivienda, el aumento del parque de viviendas no principales en Andalucía entre 2000 y 2005 supuso el 36% de la variación de todo el parque español.

Cifras todas ellas demostrativas del auge imparable de la inversión residencial, en gran medida ligada al turismo y, volviendo al enfoque monetario de nuestro estudio, del alojamiento privado y/o no hotelero<sup>4</sup>.

### 3.2. La región como importadora de turismo y el saldo exterior

Para tener una visión global del fenómeno turístico en la región, se añade en este apartado una breve referencia al tema del turismo emisor y al saldo global de los flujos turísticos regionales.

Los datos macroeconómicos básicos se recogen en el cuadro 4 . Puede observarse que el consumo del turismo emisor suponía en el año 2000, 1.346,1 M de € , es decir tan sólo el 3,4% de las importaciones regionales; cifras que contrastan con la magnitud del turismo receptor, ya comentado anteriormente, que alcanza los 8.070,1 M de € , es decir, más del 27% de las exportaciones regionales. En conjunto, el saldo turístico regional asciende a 6.723,8 M. de € , lo que equivale a más del 40% del déficit exterior de la región (excluido turismo). Es decir, que el turismo tienen una repercusión notable sobre la compensación de los desequilibrios exteriores que son característicos y diríamos que insalvables en las economías regionales (en este caso Andalucía) en sus transacciones con el resto del Estado.

## Cuadro 4. Saldo exterior turístico de la región andaluza

	Millones de €	% sobre el total regional de cada variable
<b>1. Consumo del turismo receptor</b>	<b>8.070,0</b>	<b>27,1</b>
Resto de España	2.440,2	17,9
UE	4.328,3	38,1
Resto del Mundo	1.301,5	26,8
<b>2. Consumo del turismo emisor</b>	<b>1.346,2</b>	<b>3,4</b>
Resto de España	841,2	3,6
UE	323,0	4,5
Resto del Mundo	182,0	1,9
<b>1 – 2. Saldo turístico (*)</b>	<b>6.723,8</b>	<b>-40,1</b>
Resto de España	1.599,0	-14,1
UE	4.005,3	1880,4
Resto del Mundo	1.119,5	-19,9

FUENTE: CSTA (2006) y elaboración propia.

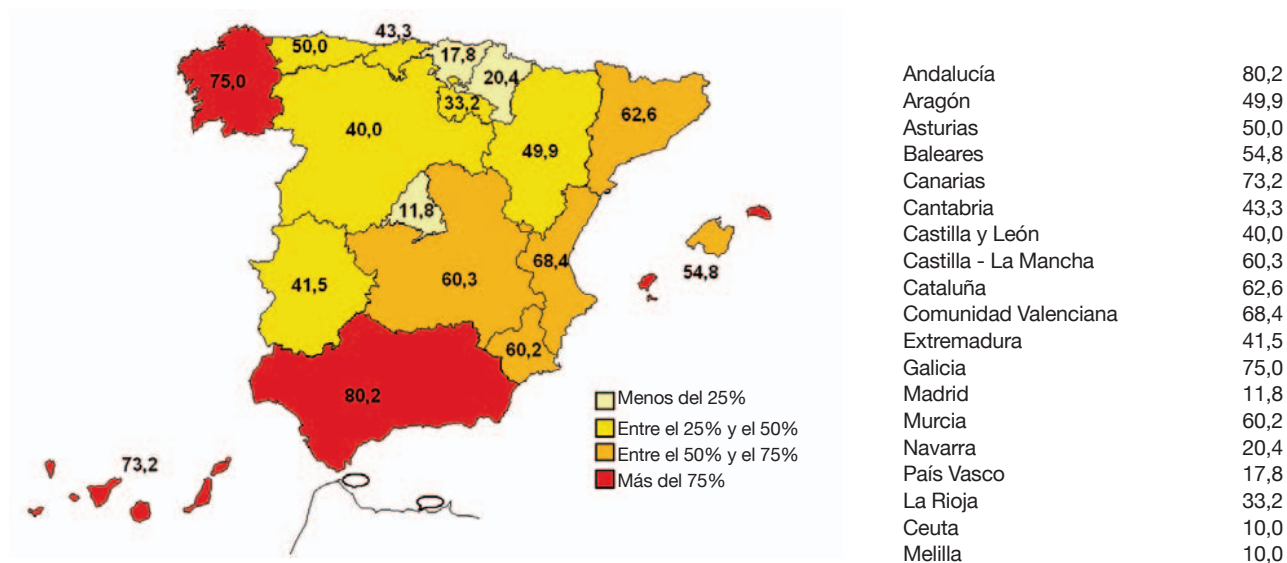
(\*) Los porcentajes se han calculado sobre el saldo excluido el turístico. El signo negativo indica distinto signo en el saldo turístico y en el saldo exterior excluido turismo.

4. Queda pendiente para investigaciones futuras la determinación del peso del motivo "turístico" en esa inversión en inmuebles.

La reducida dimensión del turismo emisor no es sino el reflejo de que la mayoría de los andaluces realizan sus actividades turísticas en la propia región. Los datos de FAMILITUR para 2004, representados en el gráfico 2 indican

que Andalucía es la primera Comunidad Autónoma en cuanto a la magnitud relativa de esos flujos interregionales, que alcanzan (en términos de las pernoctaciones asociadas a los flujos turísticos) más de un 80% del total.

**Gráfico 2. Porcentaje de los flujos interregionales de turismo (en pernoctaciones) por CCAA (2004)**



FUENTE: FAMILITUR

La magnitud cuantitativa de estos flujos intrarregionales tiene implicaciones positivas en términos de balanza de pagos pero también desde una perspectiva más amplia: supone que la región está menos expuesta a los vaivenes, siempre inciertos, de la coyuntura que rodea al turismo proveniente del exterior (muy sensible frente a aspectos como crisis económica de las zonas emisoras, la evolución de los destinos competidores, etc.). Significa que la CA depende en gran medida de sí misma para el desarrollo turístico. Y por tanto, que la coyuntura económica regional pasa a ser elemento fundamental en el comportamiento de la actividad turística.

Por otra parte, conviene recordar que el efecto del turismo emisor sobre la economía regional no equivale en todos los

casos a un signo negativo en términos del PIB. Una parte de los gastos de un viaje turístico al exterior se realiza en el lugar de residencia y/ u origen del viajero. Eso afecta por ejemplo a los gastos de transporte, a los gastos en bienes y servicios necesarios y previos a la realización del viaje...y por supuesto a los gastos en los intermediarios (las agencias de viaje)<sup>5</sup>; por ejemplo, si un residente andaluz utiliza una agencia de viajes o una compañía de transportes regional para desplazarse en un viaje turístico al exterior de la región) esos gastos estarán incluidos en el consumo turístico interior regional. Y en definitiva aportan PIB para la región.

5. Así, en el caso de productos como el transporte inter-urbano o los servicios de las agencias de viaje, realizados con anterioridad al viaje, el gasto en consumo turístico afecta obviamente a la región o territorio de origen del viajero. Por el contrario, los gastos en alojamiento, en restauración, en servicios recreativos y deportivos...son ejemplos de productos "consumidos" en el territorio de destino.





## 4. El turismo y la estructura productiva andaluza: un análisis Input-Output

### 4.1. Nota previa sobre los indicadores I-O

Aunque en los últimos años se ha suscitado un debate crítico sobre el alcance y concepto de los indicadores I/O (un resumen puede verse en Pulido y Fontela (1994)) siguen siendo instrumentos útiles para la identificación de algunos rasgos del sistema productivo (grado de integración de las industrias, efectos multiplicadores potenciales, etc.). En este apartado se analizan los resultados obtenidos mediante la explotación de la TIOAN2000 para algunos de estos indicadores, lógicamente sin pretensiones de exhaustividad, sino buscando exclusivamente aquellos que se consideran más adecuados para los objetivos del análisis. Las definiciones de los que se han seleccionado se incluyen en el anexo 2.

Los modelos de indicadores que se han manejado son fundamentalmente los correspondientes a las matrices de origen regional; la razón es obvia, ya que son éstas las que reflejan de una manera más precisa los efectos del turismo sobre la estructura económica regional. La contrapartida es también conocida: desde una perspectiva de los planteamientos I-O convencionales (Leontief) la hipótesis subyacente en estos modelos es que se puede hablar de unas relaciones técnicas entre el output de una industria y los insumos de *origen regional*. Y en el supuesto de que se quisiera utilizar el modelo con fines prospectivos, se debe aceptar que esas relaciones son estables, lo que es más cuestionable, puesto que los procesos de sustitución de insumos interiores por importados se pueden producir con bastante rapidez en el tiempo.

En cualquier caso, el utilizar el esquema regional presenta algunas ventajas analíticas y prácticas: por ejemplo, partiendo de esos modelos se pueden posteriormente añadir de una manera más adecuada los efectos indirectos originados sobre la importación de insumos para satisfacer la demanda (en este caso, la demanda turística), que es otro de los análisis realizados en nuestro trabajo; y también está la ventaja práctica derivada de que en el modelo de flujos regionales, al dejar al margen los flujos importados, se evitan los problemas de eventuales signos negativos en los multiplicadores (cuando el valor de la importación supere al de la demanda final para alguna categoría de productos).

Otra aclaración que es preciso realizar antes de comentar los resultados: como ya se ha señalado, las TIOAN utilizan una clasificación que no es coincidente con las ramas características del turismo; las ramas características son, con tan sólo dos excepciones (hoteles y B/C/R) agregados de las correspondientes al turismo.

Por ello, el análisis se ha centrado en cinco de las ramas de la TIOAN que se encuentran más vinculadas con las actividades características: las dos ya citadas, hoteles y B/C/R, que son por otra parte las más importantes en la demanda turística; el transporte marítimo y aéreo, que tiene la limitación de que incluye los dos modos de transporte conjuntamente y sobre todo, de cara al turismo, tiene la limitación de que contempla conjuntamente el transporte de pasajeros, más vinculado al turismo, y el transporte de mercancías, de relación muy endeble e indirecta con la demanda turística; anexos al transporte, que incluye actividades básicas del turismo como las agencias de viaje e incluso las anexas al transporte de pasajeros, pero que es un conglomerado de actividades y servicios muy diversos y de alcance mucho mayor que la demanda turística; las actividades inmobiliarias, que incluyen obviamente los alquileres (reales e imputados) de viviendas turísticas pero que evidentemente en su parte más sustancial no responden a aspectos turísticos (servicios vinculados a vivienda o alojamiento principal).

Son obviamente estos tres casos últimos los que hacen que nuestro análisis de coeficientes Input-output sea forzosamente aproximativo.

### 4.2. Índices de arrastre y absorción y coeficientes de Streit

Los indicadores más inmediatos y sencillos que se pueden obtener de una tabla I-O son los que miden las denominadas ligazones inter-sectoriales o coeficientes de arrastre y de absorción (cuadro 5): recuérdese que son simplemente índices obtenidos dividiendo para cada rama o grupo de productos, el total de los consumos intermedios entre la producción y la demanda intermedia sobre el total de la demanda, respectivamente. Los primeros, conocidos como “coeficientes

o índices de arrastre” constituyen un indicador simple de la medida en que la producción de una rama impulsa o arrastra la producción del resto de la economía, a través de sus demandas de insumos intermedios que le suministran los demás productores regionales.

Los coeficientes de absorción revelan por su parte el grado de afectación sobre una rama como resultado de variaciones el resto de la economía, a través en los sectores que son demandantes de sus productos; es decir, como señala el término, de su capacidad de *absorción* de impactos.

## Cuadro 5. Índices directos de arrastre y absorción (brutos)

### a) Diez ramas de actividad con índices mayores

#### I. Arrastre Bruto

Grasas y aceites	1,0310
Ptos. Alimentación animal	0,8268
Conservas horto-frutícolas	0,8247
Reciclaje	0,6945
Industria cárnica	0,6891
Cemento, cal, yeso	0,6046
Construcción	0,5788
Ptos. Molinería	0,5778
Publicidad	0,5563
Industrias lácteas	0,5326

#### I. Absorción Bruto

Reciclaje	0,9713
Act. Ind. Limpieza	0,9484
Publicidad	0,9192
Cultivos de vid y olivo	0,8983
Servicios seguridad	0,8981
Extrac. mineral no metál.	0,8757
Cemento, cal, yeso	0,8638
Madera y corcho	0,8157
O. Ser. empresas	0,8129
P. Cerámicos, azulejos	0,7863

### b) Índices de arrastre y absorción de las ramas vinculadas al turismo

Rama	Arrastre bruto		Rama	Absorción bruto	
	Valor	nº orden		Valor	nº orden
Tpte. marítimo, aéreo	0,4864	14	Anexos Tpte.	0,4442	34
Bares/ Cafés /Restaur.	0,3664	33	Tpte. marítimo, aéreo	0,3150	51
Anexos Tpte.	0,3496	36	Servicios hoteleros	0,2473	60
Servicios hoteleros	0,2674	55	A. Inmobiliarias	0,2151	64
A. Inmobiliarias	0,2112	70	Bares/ Cafés /Restaur.	0,0445	80
MEDIA REGIONAL	0,3434		MEDIA REGIONAL	0,4094	

FUENTE: Elaboración propia a partir de la TIOAN2000

La comparación entre las estructuras productivas a partir de esos indicadores se resume en el cuadro 5. La observación de estos índices de arrastre no puede sin embargo realizarse sin tener en cuenta una de las señas de identidad de la estructura productiva de la industria turística: las actividades turísticas son por lo general actividades con un mayor peso del VAB sobre la producción; la contrapartida es que en términos relativos son menos demandantes de inputs intermedios, están menos integradas que por ejemplo las industrias de manufacturas o la construcción. No obstante, hay que resaltar que en tres de los cinco sectores vinculados al turismo, los índices de arrastre presentan valores por encima de la media regional, como en el caso de B/C/R o anexos al transporte (que incluye agencias de viaje) y, especialmente, en las actividades de transporte marítimo/aéreo (que ocupan el lugar 14 en la ordenación de las 85 ramas de la TIOAN por el valor de la ratio), dada la dependencia de inputs como el combustible y también en el caso de algunos modos de

transporte como el aéreo, por contar con una estructura de inputs bastante diversificada.

En los índices de absorción, los contrastes entre las ramas turísticas y la media de la economía son incluso más acusados, dada la fuerte orientación de las industrias turísticas hacia la demanda final. El caso más extremo es el de B/C/R que destina menos de un 5% de su producción a la demanda intermedia.

Con el fin de dar más alcance al análisis, se han normalizado estos indicadores (gráfico 3), hallando los valores relativos respecto a la media, lo que permite utilizar los criterios de Chenery-Watanabe para clasificar las actividades. En términos resumidos se puede recordar que:

- Las ramas con índices de oferta y demanda elevados, se denominan “Intermedias” porque demandan muchos inputs y simultáneamente ofrecen cuantías relevantes de outputs intermedios.

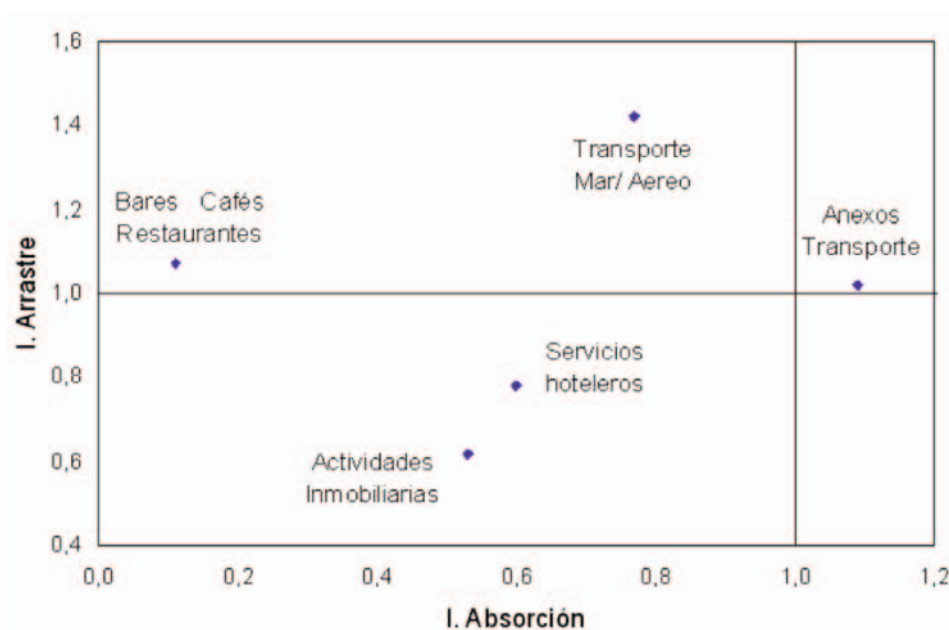
- Las ramas que presentan una fuerte capacidad de arrastre pero escasa capacidad de absorción, se denominan de "Demanda final", ya que son demandantes significativos de inputs para realizar su proceso productivo, pero la mayor parte de su producción se destina a la demanda final.

- Las ramas con fuertes ligazones hacia adelante y bajas hacia atrás, se denominan "Primarias intermedias", ya que su producción tiene mayoritariamente un destino intermedio, pero

demandan pocos inputs intermedios a las industrias regionales.

- Por último, las ramas de actividad con valores reducidos en los dos índices, se denominan "Primarias finales" y son las de menor interrelación con el sistema productivo regional, ya que su producción requiere pocos inputs intermedios regionales y se destinan fundamentalmente a la demanda final.

**Gráfico 3. Índices de absorción y difusión de las ramas vinculadas al turismo: valores normalizados respecto a la media regional**



Atendiendo a esta clasificación, se puede ver que dos de los dos sectores vinculados al turismo, como B/C/R y Transporte marítimo / aéreo, serían actividades de “demanda final”, es decir, que presentan relaciones significativas de arrastre con la economía, vía sus abastecedores de inputs, pero su dinámica productiva está ligada a la demanda final. En el caso de los S. Hoteleros y las Actividades inmobiliarias, se clasificarían como “Primarios finales” dado su alto contenido en VAB por unidad de output, unido a la orientación a la demanda final.

Por tanto, solo uno de los cinco sectores seleccionados, Actividades anexas a los transportes, se incluye como “Intermedio”; pero aquí hay que reconocer que seguramente lo

es más por la parte “no turística” de su producción (la verdaderamente auxiliar del transporte) que por la parte turística (las agencias de viaje).

En definitiva, el análisis de los indicadores anteriores parece recalcar esa idea de las industrias turísticas como menos integradas en el entramado productivo regional, destacando más por su capacidad de generación de VAB por unidad de output. Sin embargo, resaltemos ese término “por unidad de output”, porque, cuando se tiene en cuenta la relevancia global de los sectores en la estructura productiva, algunos resultados cambian de manera significativa, como se observa en los índices ponderados (por el porcentaje sobre la producción regional) resumidos en el cuadro 6.

## Cuadro 6. Índices directos de arrastre y absorción ponderados

a) Cinco ramas de actividad con índices ponderados mayores

### I. Arrastre Ponderado

Construcción	5,7870
Bares/ Cafés /Restaur..	1,8987
Grasas y aceites	1,4837
Actividades inmobiliarias	1,4283
Transporte terrestre	1,2028

### I. Absorción Ponderado

Acabado de obras	2,9513
Transporte terrestre	2,0746
Refino de petróleo	1,6974
Construcción	1,6963
Actividades inmobiliarias	1,4553

b) Índices de arrastre y absorción de las ramas vinculadas al turismo

Rama	Arrastre ponderado		Rama	Difusión ponderado	
	Valor	nº orden		Valor	nº orden
Bares/ Cafés /Restaur.	1,8987	2	A. Inmobiliarias	1,4553	5
A. Inmobiliarias	1,4283	4	Anexos Tpte.	0,7018	15
Anexos Tpte.	0,5523	14	Servicios hoteleros	0,3029	31
Servicios hoteleros	0,3275	29	Bares/ Cafés /Restaur.	0,2306	39
Tpte. marítimo, aéreo	0,1386	57	Tpte. marítimo, aéreo	0,0897	59

FUENTE: Elaboración propia a partir de la TIOAN2000

Así, en el índice de arrastre ponderado, dos de las actividades productivas fundamentales en el turismo, B/C/R y actividades inmobiliarias, pasan a situarse entre las cinco primeras actividades por el valor del indicador. B/C/R en concreto pasa de ocupar el lugar 33 en el ranking por índice bruto de arrastre al segundo lugar en la ordenación regional por arrastre ponderado; es decir, que aunque sus requerimientos unitarios de insumos (sus coeficientes técnicos) no se encuentren entre los más elevados, la gran importancia del sector en términos de lo que supone sobre la producción regional determina finalmente que, después del sector de la construcción, sea el sector de actividad que mayor capacidad

de impulso o arrastre tiene sobre el sistema productivo andaluz.

Comentarios en gran parte aplicables también a las actividades inmobiliarias que pasan del lugar 70 por el índice bruto al cuarto lugar por el índice ponderado. También mejora significativamente la situación relativa de los anexos al transporte (del lugar 36 al 14) y de los servicios hoteleros (del lugar 55 al 29). Tan sólo el transporte marítimo/ aéreo ve disminuir su posición relativa en el ranking sectorial, lo que es simple manifestación de la menor orientación productiva de la región hacia estas actividades.

En el índice de absorción los resultados son similares: a excepción del transporte marítimo/ aéreo, las demás mejoran su

posición en el ranking al considerar el indicador bruto en lugar del ponderado, especialmente en las actividades inmobiliarias, que pasan del lugar 64 al lugar 5 en la ordenación regional.

En el cuadro 7 se resumen los valores de los coeficientes de Streit, que como es sabido, constituyen medias aritméticas simples de los coeficientes verticales y horizontales entre pares de sectores o ramas. Estos coeficientes permiten cumplimentar la visión dada por los coeficientes de Chenery-

Watanabe al considerar todas las interrelaciones posibles entre dos sectores de forma directa.

Como se ve en el cuadro, de las actividades vinculadas al turismo, sólo los alquileres presentan ratios por encima de la media regional, situándose en el lugar 29 por importancia entre los sectores regionales. Pero en conjunto, las ramas turísticas tienen coeficientes bastante reducidos.

### Cuadro 7. Índices globales de Streit de las ramas vinculadas al turismo

Rama	Índices globales de Streit	Respecto a la media	nº orden
A. Inmobiliarias	0,6996	1,0410	29
Anexos Tpte.	0,6447	0,9593	36
Servicios hoteleros	0,6165	0,9174	39
Bares/ Cafés /Restaur.	0,4592	0,6833	63
Tpte. marítimo, aéreo	0,4112	0,6118	68

FUENTE: Elaboración propia a partir de la TIOAN2000

Sin duda hay que añadir que al igual que los indicadores brutos anteriores, tienen la limitación de que no son ponderados por la importancia relativa de cada sector, además de primar a los sectores que concentran sus ofertas y demandas en pocas ramas, - aunque éstas sean pequeñas - .

### 4.3. Análisis de las ligazones totales e Índices de Rasmussen

Para superar algunas limitaciones de los coeficientes simples de absorción y difusión (como su carácter no integrado) se utilizan los coeficientes obtenidos de la matriz inversa de Leontief, que proporciona una visión más amplia y completa de las interrelaciones productivas o, en la terminología de Colin-Clark, refleja "ligazones" o interrelaciones "totales". De esta manera, junto a las interrelaciones directas se tienen en cuenta las indirectas, consiguiendo un mayor alcance del análisis. En el cuadro 8 se han resumido algunos de estos indicadores (tomados sobre la matriz de flujos regionales).

El multiplicador columna (suma de las filas para cada columna o rama en la Matriz Inversa) mide los arrastres hacia atrás, tanto en la primera fase como sucesivas, significando el aumento de producción que supondría para el resto de la economía un aumento en una unidad de la demanda final de un

determinado sector. Puede señalarse además que estos coeficientes son lo que usualmente se conoce como multiplicadores de output de un sector, puesto que efectivamente, proporcionan el impacto sobre el output de la economía de un incremento unitario en la demanda final del sector en cuestión.

El multiplicador fila (suma de las columnas de la Matriz Inversa) indicará el aumento en la producción de un sector debido al aumento unitario de la demanda final de todos los demás sectores<sup>6</sup>.

Los resultados vienen a resaltar aún más algunos de los rasgos obtenidos con los coeficientes directos: En términos brutos, sin ponderar, los indicadores de arrastre totales sólo son reseñables en Transporte marítimo/ aéreo (lugar 18 de la ordenación regional) y en B/C/R (lugar 27). Y los indicadores brutos horizontales especialmente en inmobiliarias (lugar 7) y en anexos al transporte (lugar 14).

Pero cuando se pondera el valor del indicador con la relevancia económica del sector en cuestión, las ramas turísticas pasan a ocupar lugares destacados en el contexto regional. Por ejemplo, y principalmente B/C/R que pasa de ocupar puestos por debajo del punto medio en los indicadores no ponderados, al segundo lugar de la ordenación regional por el valor del coeficiente total vertical ponderado y el cuarto en la ordenación regional del coeficiente total horizontal ponderado. En las actividades inmobiliarias, aunque la mejora en cuanto al ranking no es tan espectacular como el caso anterior, pasan al primer puesto por coeficiente horizontal ponderado, y al tercero en cuanto al coeficiente vertical.

6. Una observación que debe ser tenida en cuenta es que estos coeficientes horizontales no tienen una correspondencia con los horizontales del apartado anterior, ya que allí se basaban en coeficientes de distribución y ahora se trata de sumar filas de la inversa de Leontief que no olvidemos está construida sobre coeficientes verticales.

## Cuadro 8. Índices totales de arrastre y absorción brutos y ponderados

### 8A) Índices brutos

#### a) Cinco ramas de actividad con índices más elevados

Verticales		Horizontales	
Grasas y aceites	2,7510	Tpte. terrestre	3,9691
Industria cárnica	2,1824	Refino de petróleo	3,4663
Cons. horto-frutícola	2,1734	O. Cultivos Agrarios	3,3312
Ptos. Aliment. animal	2,1436	Cultivos de vid y olivo	2,7508
Reciclaje	2,0645	Energía eléctrica	2,6261

#### b) Índices de las ramas vinculadas al turismo

Rama	Verticales	nº orden	Rama	Horizontales	nº orden
Tpte. marítimo, aéreo	1,6917	18	A. Inmobiliarias	2,4942	7
Bares/ Cafés /Restaur..	1,5803	27	Anexos Tpte.	2,0223	14
Anexos Tpte.	1,5047	40	Servicios hoteleros	1,4514	31
Servicios hoteleros	1,3971	54	Bares/ Cafés /Restaur..	1,3563	43
A. Inmobiliarias	1,3207	69	Tpte. marítimo, aéreo	1,1557	60

### 8B) Índices ponderados

#### a) Cinco ramas de actividad con índices más elevados

Verticales ponderados		Horizontales ponderados	
Construcción	24,3405	A. Inmobiliarias	19,8471
Bares/ Cafés /Restaur..	11,7289	Construcción	18,1636
A. Inmobiliarias	10,5092	Refino de petróleo	10,4870
Comercio menor	9,0779	Bares/ Cafés /Restaur..	10,0664
Admón. Pública	8,5095	Comercio mayor	7,1220

#### b) Índices de las ramas vinculadas al turismo

Rama	Vertical Ponder.	nº orden	Rama	Horiz. Ponder	nº orden
Bares/ Cafés /Restaur..	11,7289	2	A. Inmobiliarias	19,8471	1
A. Inmobiliarias	10,5092	3	Bares/ Cafés /Restaur..	10,0664	4
Anexos Tpte.	1,9807	19	Anexos Tpte.	2,6621	16
Servicios hoteleros	1,9306	21	Servicios hoteleros	2,0057	21
Tpte. marítimo, aéreo	0,4949	53	Tpte. marítimo, aéreo	0,3381	59

FUENTE: Elaboración propia a partir de la TIOAN2000

A partir de los coeficientes totales no ponderados, se pueden obtener los índices de Rasmussen, que son una ayuda más para situar a cada sector en el contexto de la estructura económica regional:

- El índice de poder de dispersión ( $PD_i$ ) obtenido por cociente entre el índice total de arrastre o dispersión de un sector y la media para todos los sectores. Por tanto, si el índice es  $> 1$  significa que el sector tiene una capacidad de arrastre superior a la media de la economía.

- El índice de sensibilidad de dispersión ( $SD_i$ ), obtenido como cociente entre el índice total de absorción para el sector y la media de los índices de la economía. Si  $SD_i > 1$  revela una capacidad de absorción superior a la media de los sectores.

Combinando ambos índices y por analogía con otros índices se clasifican los sectores de la economía en cuatro grandes tipos:

- Claves: Cuando  $PD_i > 1$  y  $SD_i > 1$
- Estratégicos: Cuando  $PD_i < 1$  y  $SD_i > 1$
- Impulsores de la economía: Cuando  $PD_i > 1$  y  $SD_i < 1$
- Islas o independientes: Ramas de actividad para las cuales ambos índices son menores a la media.

Las denominaciones son relativamente lógicas, tanto en el caso de los sectores que son cruciales o *clave* para el sistema productivo por tener elevadas ligazones hacia delante y hacia atrás, como en el de los *impulsores*, porque su capacidad de arrastre o difusión relativa es elevada y los estratégicos por su alta capacidad de absorción. Por último, los sectores isla son sectores poco importantes, dado que no provocan efectos de arrastre significativos en el sistema económico, ni reaccionan en forma importante ante el efecto de arrastre provocado por variaciones en la demanda de otros sectores.

De la observación de estos índices que se han recogido para las ramas de nuestro estudio en el cuadro 9 se deduce que, en consonancia con lo ya expuesto, B/C/R y Transporte marítimo y aéreo son sectores *impulsores* de la economía, destacando por su alto poder de dispersión (en términos relativos) pero reducida capacidad hacia delante. Anexos al

transporte y actividades inmobiliarias serían sectores *estratégicos*, ya que presentan rasgos opuestos a los anteriores. Por último, la rama de servicios hoteleros constituye un ejemplo de "sector independiente" en la estructura económica regional, puesto que ninguna de las ratios se encuentra por encima de la media.

### Cuadro 9. Índices de Rasmussen

Rama	Poder de Dispersión	nº orden	Rama	Sensibilidad de Dispersión	nº orden
Tpte. marítimo, aéreo	1,1157	18	A. Inmobiliarias	1,6450	7
Bares/ Cafés / Restaurantes	1,0423	27	Anexos Tpte.	1,3338	14
Anexos Tpte.	0,9924	40	Servicios hoteleros	0,9573	31
Servicios hoteleros	0,9214	54	Bares/ Cafés / Restaurantes	0,8945	43
A. Inmobiliarias	0,8711	69	Tpte. marítimo, aéreo	0,7622	60

FUENTE: Elaboración propia a partir de la TIOAN2000





## 5. Efectos multiplicadores del consumo turístico sobre la producción, el PIB y el empleo<sup>7</sup>

### 5.1. El impacto sobre el output

Utilizando la matriz inversa de Leontief (a partir de los coeficientes técnicos regionales), y el vector de demanda

turística estimado en la CSTA, se obtienen los impactos sobre la economía regional en términos de producción.

**Cuadro 10. El impacto del turismo sobre el output**

	Efectos directos		Efectos indirectos		Efectos totales		% sobre el total regional
	Miles €	%	Miles €	%	Miles €	%	
<i>a) Industrias directamente vinculadas al turismo</i>	<i>7.646.398</i>	<i>72,8</i>	<i>441.146</i>	<i>11,2</i>	<i>8.087.544</i>	<i>55,9</i>	<i>36,3</i>
Hoteles	1.897.235	18,1	61.691	1,6	1.958.926	13,5	92,6
Restaurantes	3.602.585	34,3	47.610	1,2	3.650.195	25,3	44,7
Transporte y reparación	1.798.013	17,1	297.502	7,5	2.095.515	14,5	23,5
Actividades recreativas, culturales y deportivas	348.565	3,3	34.343	0,9	382.908	2,6	12,4
<i>b) Industrias indirectamente vinculadas al turismo</i>	<i>2.864.516</i>	<i>27,2</i>	<i>3.515.897</i>	<i>88,8</i>	<i>6.380.413</i>	<i>44,1</i>	<i>4,7</i>
Agricultura, productos forestales y de pesca	152.718	1,5	318.376	8,0	471.094	3,3	4,8
Extractivas, agua y gas	28.009	0,3	231.562	5,9	259.571	1,8	6,0
Manufacturas	209.170	2,0	603.130	15,2	812.300	5,6	2,9
Alimentación y bebidas	380.842	3,6	504.885	12,8	885.727	6,1	8,6
Textil, confección, cuero y calzado	33.218	0,3	13.149	0,3	46.367	0,3	3,3
Trabajos de construcción	13.980	0,1	304.684	7,7	318.664	2,2	1,5
Comercio	697.703	6,6	421.250	10,6	1.118.953	7,7	7,8
Otros servicios	1.348.876	12,8	1.118.861	28,3	2.467.737	17,1	5,2
<b>TOTAL</b>	<b>10.510.914</b>	<b>100,0</b>	<b>3.957.043</b>	<b>100,0</b>	<b>14.467.957</b>	<b>100,0</b>	<b>9,1</b>

FUENTE: CSTA (2006) y elaboración propia

7. Para simplificar se deja fuera del análisis el tema de los efectos inducidos, por otra parte mucho más controvertido que el de los efectos indirectos, por razones estadísticas y conceptuales. Estas limitaciones han constituido de hecho una de las razones del auge de las matrices de contabilidad social (y los modelos de equilibrio general ligados a las mismas) como instrumento de análisis alternativo al Input-output.

Antes de comentar los datos, es necesario realizar una precisión de carácter metodológico. Como se sabe, la demanda turística incluye una parte de los consumos intermedios de la economía, que corresponde a la parte de los gastos de viaje de los empleados de las empresas, siempre que entren dentro de la categoría de “turísticos” y que se inscriban en esa variable de consumos intermedios (- Véase Cañada (2004a) -). Sin embargo, como es sabido, el modelo Input-output permite obtener el impacto sobre la producción (y otras variables vinculadas: véase a continuación el análisis del empleo) de un vector dado de demanda final. Por lo tanto, los efectos multiplicadores requieren utilizar sólo la parte del consumo turístico que corresponde a la demanda final. Esto es así, porque en caso contrario, se estaría utilizando el mismo vector simultáneamente como variable exógena (demanda) y como variable endógena (matriz de coeficientes).

No obstante, como los efectos iniciales del turismo sobre el sistema económico abarcan toda la demanda, en la columna “efectos directos” del cuadro 10 se recoge el vector de demanda (consumo) turístico de la CSTA, incluida la demanda intermedia turística; en tanto que los “efectos indirectos” se han calculado exclusivamente con el vector de demanda final (y obviamente el inversa de Leontief). Los efectos totales del cuadro serían la suma de los dos anteriores. Esta convención tiene puntos discutibles, porque al sumar los que se han llamado en el cuadro “efectos directos” con los “efectos indirectos” se incurre en una cierta distorsión de las cifras del turismo; pero con todo, parece una opción aproximativa válida para salvar esta difícil compatibilidad entre la definición de la demanda turística y la utilización del modelo Input-output en el cálculo del impacto del turismo sobre la economía<sup>8</sup>.

Con independencia de las hipótesis utilizadas, las cifras del cuadro 10 revelan el gran impacto del turismo sobre la economía regional: a los 10.510 M de € de output generado el consumo turístico directo (el realizado por los turistas), hay que añadir 3.957 M. € de efectos indirectos sobre las empresas

suministradores de inputs para satisfacer la producción de esa demanda turística inicial. Todo eso lleva a alcanzar una cifra de efectos totales sobre la producción regional de alrededor de 14.468 M. de €, lo que representa el 9,1% de la producción de Andalucía.

Pero además, el cuadro resalta lo verdaderamente destacable de los impactos indirectos del turismo: el 88,8% de los efectos indirectos se da en las industrias no características o no especializadas en el turismo, que son las suministradoras de insumos a las industrias turísticas (manufacturas, alimentación, servicios a empresas...) además del también notable efecto sobre las actividades de distribución de los productos (comercio, transporte) dada la importancia de estos sectores de intermediación en la economía regional. Es decir, el efecto beneficioso del turismo se expande por todo el sistema productivo andaluz, afectando a una diversidad de industrias y sectores, mucho más amplia que la industria “turística” especializada.

## 5.2. El impacto del turismo sobre el PIB regional

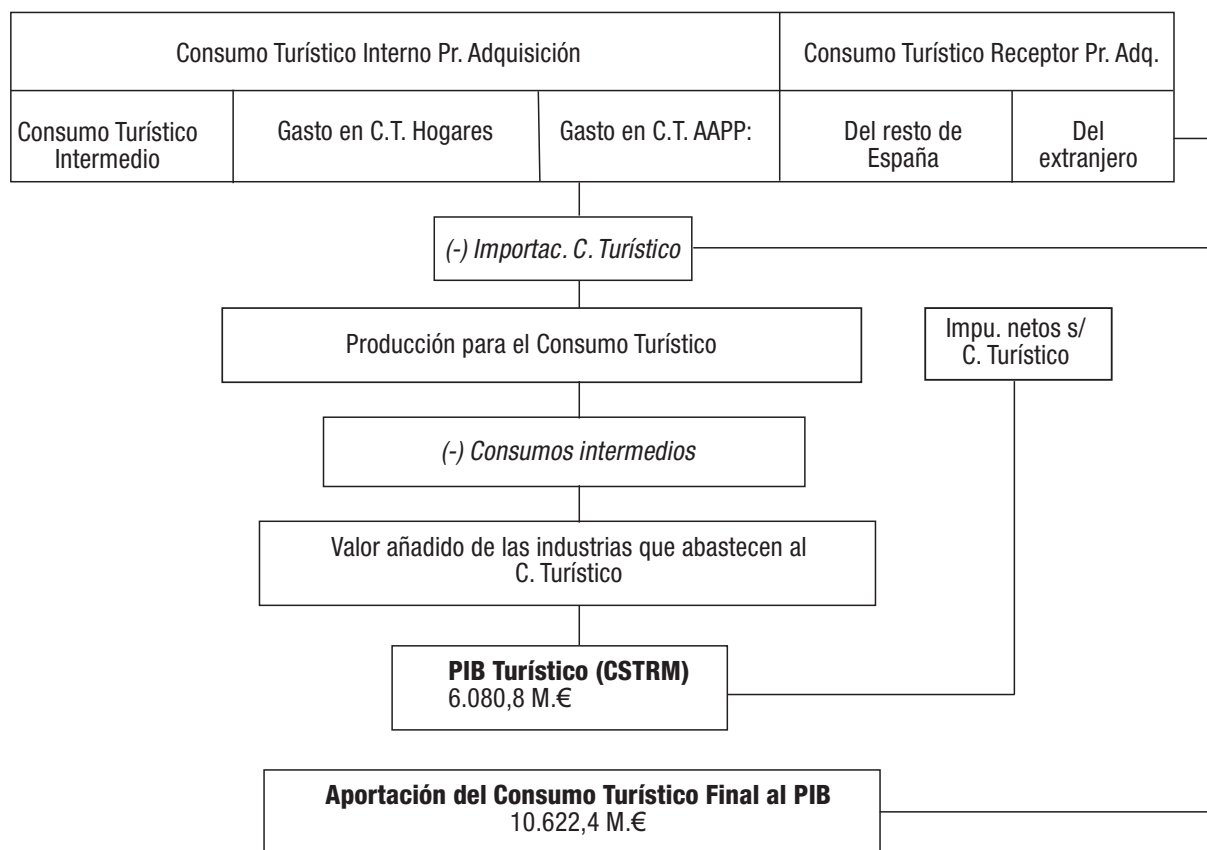
En el apartado anterior se ha comentado y evaluado la fuerza del turismo como impulsor de la producción regional, a través de un esquema contable-input/output. Cifras sin duda relevantes, aunque no debe olvidarse la idea ya expuesta de que el turismo tiene su baza más importante en su aportación directa al valor añadido, al ser sus industrias características, sectores con una función de producción en la que los factores primarios (trabajo, capital...) tienen un gran peso. Se trata ahora de realizar un cálculo de la aportación al PIB, que además es la medida más depurada de la producción.

El esquema 2 recoge las cifras regionales para el año 2000 según las dos perspectivas de medición del PIB. No se entra en descripciones pormenorizadas, con el fin de simplificar el texto, remitiendo al lector a la bibliografía anexa.

---

8. Existen otras opciones, por ejemplo, la que el autor de este trabajo propuso hace ya algunos años, aunque planteaba el problema de definir un “PIB alternativo” en el marco de la CST. Véase Cañada(2002).

## Esquema 2. El impacto del consumo turístico en el PIB de Andalucía



En el esquema se recoge en primer lugar la perspectiva de las recomendaciones de las Naciones Unidas (en el gráfico "PIB Turístico (CSTRM)<sup>10</sup>") sobre obtención del VAB turístico: se parte del Consumo turístico, se descuentan del mismo las importaciones, y se estiman los costes asociados a producción turística por industrias, de donde se obtiene el VAB generado por esa demanda turística. Sumando los impuestos netos sobre los productos ligados a la demanda turística, se llega a la aproximación al PIB según la metodología de las Naciones Unidas, que asciende a 6.080,8 es decir, el 7,1% del PIB regional.

El planteamiento alternativo utilizado por muchos países y teóricos (véase Cañada(2002)) es considerar que lo que el turismo está aportando al PIB de una economía es igual al consumo final turístico (neto de importaciones y valorado adecuadamente). En el caso de Andalucía, ascendería a 10.622,4 M €, es decir, el 12,3% del PIB regional, lo que sitúa a la región entre las primeras de España por importancia económica del turismo.

10. CSTRM son las abreviaturas correspondientes a "Cuenta Satélite del Turismo: Referencias Metodológicas" que es la metodología internacional básica de CST, elaborada por la OMT, la OCDE y Eurostat y publicada por las Naciones Unidas en el año 2001.

### 5.3. Impactos sobre el empleo

Uno de los ámbitos donde los flujos turísticos son esenciales para cualquier sistema económico, en este caso el andaluz, es el del empleo. Al ser las industrias características del turismo intensivas en la utilización del factor trabajo, su expansión implica alta generación de puestos de trabajo para la economía receptora del turismo.

Antes de iniciar el análisis específico de los multiplicadores de empleo se ha recogido en el cuadro 11 un indicador de intensidad en el uso de factor trabajo (sería la inversa de la ratio de productividad).

Como puede verse, el conjunto de las ramas características presentan una ratio de 17,5 empleos por millón de € frente a la media regional de 14,5. Las ratios son elevadas en la mayoría de las actividades características del turismo, (hoteles, bares, restaurantes, algunos transportes...), pero alcanzan sus valores más altos en los servicios recreativos y culturales, con ratios entre las más elevadas del contexto regional y que son incluso superiores a actividades como la construcción o la media de los servicios de mercado.

**Cuadro 11. Indicador de capacidad de generación de empleo por unidad de output: Industrias turísticas y macro-sectores de la economía andaluza (2000)**

	Empleo/ Producción (miles empleos / Miles €)
Hoteles y similares	16,8
Restaurantes y similares	16,3
Tpte. pasajeros por ferrocarril	10,0
Tpte. pasajeros por carretera	23,4
Tpte. pasajeros por vía marítima	18,6
Tpte. pasajeros por vía aérea	2,0
Servicios anexos a Tpte. pasajeros	11,8
Alquiler b. equipo Tpte.	6,5
Agencias de viajes y similares	19,1
Servicios culturales	29,9
Actividades recreativas	47,7
<b>Total ramas de actividad turística</b>	<b>17,5</b>
<i>Agricultura</i>	24,5
<i>Industria</i>	6,6
<i>Construcción</i>	13,7
<i>Servicios mercado</i>	15,7
<i>Servicios no mercado</i>	25,0
<b>Total economía</b>	<b>14,5</b>

FUENTE: Elaboración propia a partir de la CSTA y la TIOAN2000

A nivel de multiplicadores, pasando ya a las cifras recogidas en el cuadro 12, el turismo generaba en el año 2000 más de 147.916 puestos de trabajo directos, lo que suponía el 5,6% del total regional. De esa magnitud de empleo, más del

65% correspondía a las dos industrias características más representativas; la restauración, que aporta 58.181 puestos de trabajo (el 2,3% del total de empleo en la región) y los servicios hoteleros, con 33.176 puestos ( el 1,4% del total regional)<sup>11</sup>.

11. Hay sin embargo algunas características diferenciales del turismo como generador de empleo: por ejemplo, si se compara con un desarrollo de tipo industrial, es evidente que en éste se genera un empleo más cualificado; actividades como la construcción o el turismo son también requeridoras de empleo, pero en este caso de mucha menor cualificación.

**Cuadro 12. El impacto del turismo sobre el empleo**

	Efectos directos		Efectos indirectos		Efectos totales		% sobre el total regional
	Empleos	%	Empleos	%	Empleos	%	
<i>a) Industrias directamente vinculadas al turismo</i>	<i>111.239</i>	<i>75,3</i>	<i>6.494</i>	<i>12,9</i>	<i>117.733</i>	<i>59,2</i>	<i>38,8</i>
Hoteles	33.176	22,4	1.124	2,2	34.300	17,3	96,4
Restaurantes	58.181	39,5	769	1,5	58.950	29,6	44,2
Transporte y reparación	15.404	10,4	4.160	8,3	19.564	9,8	20,2
Actividades recreativas, culturales y deportivas	4.478	3,0	441	0,9	4.919	2,5	13,2
<i>b) Industrias indirectamente vinculadas al turismo</i>	<i>36.675</i>	<i>24,7</i>	<i>44.233</i>	<i>87,1</i>	<i>80.908</i>	<i>40,8</i>	<i>3,6</i>
Agricultura, productos forestales y de pesca	5.051	3,4	7.171	14,1	12.222	6,2	4,5
Extractivas, agua y gas	127	0,1	985	1,9	1.112	0,6	5,1
Manufacturas	955	0,6	3.850	7,6	4.805	2,4	2,7
Alimentación y bebidas	3.027	2,0	2.603	5,1	5.630	2,8	9,2
Textil, confección, cuero y calzado	635	0,4	255	0,5	890	0,4	3,3
Trabajos de construcción	295	0,2	5.790	11,4	6.085	3,1	2,0
Comercio	22.072	14,9	6.498	12,8	28.570	14,4	7,0
Otros servicios	4.513	3,1	17.081	33,7	21.594	10,9	2,2
<b>TOTAL</b>	<b>147.914</b>	<b>100,0</b>	<b>50.727</b>	<b>100,0</b>	<b>198.641</b>	<b>100,0</b>	<b>7,8</b>

FUENTE: Elaboración a partir de la CSTA y TIOAN2000

Pero también es remarcable el empleo generado en las actividades de distribución de los productos a los turistas, como el comercio, que aporta más de 22.000 puestos de trabajo a la economía andaluza.

Si se realiza el cálculo de efectos indirectos a partir de los procedimientos input-output, puede verse el efecto tan relevante del turismo sobre el empleo en Andalucía: se generarían otros 50.000 puestos de trabajo en las actividades suministradoras de las industrias turísticas. La gran mayoría corresponde como es lógico a las industrias no características: concretamente 44.233 puestos de trabajo, es decir, el 87,1 % de los puestos de trabajo

indirectos (básicamente en las industrias de servicios a las empresas).

Este análisis del empleo permite enlazar aunque sea de manera muy breve en este trabajo, con la aportación del turismo a la distribución factorial de las rentas; para ello, en el cuadro 13 se incluye el desglose del VABcf entre los dos grandes componentes de renta primaria: remuneración de asalariados y excedente de explotación/ renta mixta. Se comparan estas ratios con las de las macro-ramas de la economía andaluza (agricultura, industria, construcción, servicios de mercado y servicios de no mercado).

**Cuadro 13. Indicadores de distribución primaria de la renta de las industrias turísticas y comparación con el resto de la economía andaluza (2000)**

	R. Asalar./ VABcf (%)	EBE-RM/ VABcf (%)	Tasa de asalarización (%)
Hoteles y similares	49,8	50,2	94,9
Restaurantes y similares	48,1	51,9	67,8
Tpte. pasajeros por ferrocarril	63,1	36,9	100,0
Tpte. pasajeros por carretera	73,8	26,2	75,2
Tpte. pasajeros por vía marítima	90,6	9,4	100,0
Tpte. pasajeros por vía aérea	23,9	76,1	100,0
Servicios anexos a Tpte. pasajeros	45,5	54,5	98,1
Alquiler b. equipo Tpte.	29,0	71,0	86,2
Agencias de viajes y similares	59,4	40,6	87,5
Servicios culturales	65,9	34,1	87,6
Actividades recreativas	39,0	61,0	87,2
<b>Total ramas de actividad turística</b>	<b>49,3</b>	<b>50,7</b>	<b>77,4</b>
<i>Agricultura</i>	36,1	63,9	64,8
<i>Industria</i>	52,0	48,0	90,3
<i>Construcción</i>	70,9	29,1	89,4
<i>Servicios mercado</i>	46,0	54,0	77,9
<i>Servicios no mercado</i>	87,8	12,2	100,0
<b>Total economía</b>	<b>55,5</b>	<b>44,5</b>	<b>83,5</b>

FUENTE: Elaboración propia a partir de la CSTA y la TIOAN2000

Los resultados son hasta cierto punto sorprendentes, ya que para las industrias turísticas existe un gran equilibrio entre sus dos componentes: la remuneración de asalariados, supone el 48,8% del VABcf y la compensación a la propiedad de la empresa (en esta aproximación primaria) que es el EBE/ R. Mixta el 50,1%. Equilibrio entre rentas del trabajo y rentas del capital que puede resultar paradójico cuando se piensa en ese rasgo señalado de alta capacidad de generación de empleo.

Por supuesto, una parte de la explicación puede venir de remuneraciones salariales medias más reducidas en el turismo, pero también del hecho de que el concepto contable de remuneración al capital incluye no sólo el concepto de "excedente" que corresponde a sociedades, sino también el concepto de renta mixta, que refleja las rentas de los propietarios autónomos que se encuentran al frente de sus negocios y que tiene un peso significativo en actividades turísticas tan relevantes como la hostelería. En definitiva, el turismo contribuye a una igualación de rentas funcionales o factoriales en el ámbito de la región andaluza<sup>12</sup>.

De hecho la columna de tasa de asalarización (número de asalariados sobre total empleo) incluida en el cuadro permite detectar que si bien actividades características como el

alojamiento hotelero arrojan una de las ratios más elevados de la estructura sectorial (0,95), en industrias características de la importancia de la restauración, la tasa presenta un valor de tan sólo el 0,68, por debajo de la media regional (0,84), debido a la incidencia del empleo "no asalariado" o autónomo.

#### 5.4. Importaciones ligadas a la demanda turística: Revisión de la aportación del turismo a la balanza de pagos regional

Otra perspectiva adicional, facilitada por el análisis Input-output, es el cálculo de las importaciones asociadas a la demanda final turística, utilizando el modelo de Leontief como en los anteriores casos. Los datos aparecen resumidos en el cuadro 14, clasificados por principales categorías de productos.

Lógicamente el carácter "abierto" de la estructura económica andaluza, con fuertes corrientes comerciales con el exterior, especialmente con otras regiones españolas, implica volúmenes significativos de importación para satisfacer la demanda turística. Así, las necesidades directas de importación vinculada a la demanda turística ascienden a 1.225 millones de euros, siendo las ramas industriales las que realizan mayores requerimientos del exterior, como consecuencia de su mayor multiplicador o capacidad de dispersión y su función transformadora, en tanto que las ratios son más reducidas en los servicios dado que son, como reiteradamente se ha señalado en este análisis, actividades con menores requerimientos de insumos por unidad de output.

12. Para futuras extensiones e investigaciones quedan otros temas de repercusión del turismo, que escapan incluso al ámbito estrictamente económico: por ejemplo, es evidente que las necesidades de insumo de trabajo de dos sectores interrelacionados como la construcción y el turismo, constituyen una de las razones básicas del incremento de los flujos de inmigración internacional hacia España en los últimos años. Es un proceso de circularidad evidente: el nivel de desarrollo y renta español conlleva que no exista oferta de trabajo suficiente para atender a esos sectores, por lo que se inicia un proceso de demanda de mano de obra exterior. Pero los menores costes unitarios de esta mano de obra foránea constituyen posteriormente un acicate para la expansión de nuevas construcciones y desarrollos turísticos.

## Cuadro 14. El impacto del turismo sobre las importaciones

	Efectos directos		Efectos indirectos		Efectos totales	
	M. €	%	M. €	%	M. €	%
<i>a) Industrias directamente vinculadas al turismo</i>	<i>232.587</i>	<i>19,07</i>	<i>9.900</i>	<i>8,3</i>	<i>312.487</i>	<i>14,2</i>
Transporte y reparación	231.913	18,9	79.704	8,3	311.617	14,2
Actividades recreativas, culturales y deportivas	674	0,1	196	0,0	870	0,0
<i>b) Industrias indirectamente vinculadas al turismo</i>	<i>992.800</i>	<i>81,0</i>	<i>882.546</i>	<i>91,7</i>	<i>1.875.346</i>	<i>85,8</i>
Agricultura, productos forestales y de pesca	90.684	7,4	101.974	10,6	192.658	8,8
Extractivas, agua y gas	116.611	9,5	247.878	25,8	364.489	16,7
Manufacturas	253.810	20,7	362.763	37,7	616.573	28,3
Alimentación y bebidas	425.391	34,7	79.673	8,3	505.064	23,1
Textil, confección, cuero y calzado	28.857	2,4	9.098	0,9	37.955	1,7
Comercio	1.819	0,1	2.962	0,3	4.781	0,2
Otros servicios	75.628	6,2	78.198	8,1	153.826	7,0
<b>TOTAL</b>	<b>1.225.387</b>	<b>100,0</b>	<b>962.446</b>	<b>100,0</b>	<b>2.187.833</b>	<b>100,0</b>

FUENTES: CSTA (2006) y elaboración propia

Al igual que ocurre con la producción y el empleo, se generan una serie de efectos indirectos en las importaciones sobre determinados sectores, que son los que abastecen a aquellos sobre los que recae directamente la demanda turística. Las importaciones indirectas se han estimado en 962 millones de euros. En conjunto, las importaciones intermedias,

tanto directas como indirectas, que se producen en las distintas actividades productivas de la economía andaluza como consecuencia del turismo, representan el 4,5% del total de las importaciones. De aquí que podría ahora replantearse el cuadro 4 para incluir este saldo adicional.

## Cuadro 15. Saldo exterior turístico de la región andaluza, revisado con importaciones directas e indirectas en el vector de consumo turístico

	Millones de €	% sobre el total regional de cada variable
(a) Saldo turístico (*) (Véase cuadro 12)	6.723,8	-40,1
(b) Importaciones ligadas a D. Turística (cuadro 14)	2.187,8	
(a) - (b) Saldo Total	4.536,0	-27,1

FUENTE: CSTA (2006) y elaboración propia

(\*) Los porcentajes se han calculado sobre el saldo excluido el turístico. El signo negativo indica distinto signo en el saldo turístico y en el saldo exterior excluido turismo.

Como indica el cuadro 15, sin menoscabo de la fuerza impulsora del turismo como motor de la producción y el empleo, un análisis realista también debe considerar su papel en la explicación de los desequilibrios exteriores de la economía regional<sup>13</sup>; consideraciones que son necesarias bajo perspectivas de diseño de políticas a medio y largo plazo.

### 5.5. Aspectos complementarios del análisis Input/ output: Localización de industrias regionales y flujos de renta

Los cálculos realizados en el apartado anterior son sin duda indicativos del papel crucial que el turismo ocupa en la estructura productiva andaluza, en términos de la aportación al PIB, a la producción y al empleo (tanto en términos directos como indirectos). No obstante, existen algunos otros aspectos en la evaluación del turismo que no pueden abarcarse con los

13. Sobre este tema, puede verse con el ejemplo de la economía de las Islas Baleares, el completo trabajo de Polo y Valle(2002)



análisis Input/ output: concretamente, como ejemplo significativo se menciona y analiza aquí una derivación de los efectos del turismo en términos de la renta regional.

En efecto, el análisis input/ output se circunscribe al ámbito de la producción y de lo que en términos de cuentas nacionales serían los elementos de la cuenta de bienes y servicios; pero por ejemplo, en los aspectos de renta, únicamente se incluye la distribución de la renta primaria o factorial entre sus grandes componentes<sup>14</sup> (ya comentados: rentas del trabajo – remuneración de asalariados en la terminología contable – y rentas de la empresa - excedente bruto de explotación -). No es factible incorporar aspectos de distribución secundaria (redistribución) y utilización de renta.

En concreto, se comenta en este apartado el tema de las repercusiones del turismo desde una perspectiva de renta

regional en los términos siguientes: si la propiedad de las empresas turísticas ubicadas en un área, corresponde a residentes en otras áreas distintas, los gastos realizados por los viajeros en los lugares de destino, podrían traducirse finalmente en rentas para regiones distintas de la receptora. Algunas claves sobre este tema aparecen ilustradas en el cuadro 16, en el que se compara la facturación por CCAA tomando los datos de facturación de la Encuesta de servicios del INE de dos actividades características, agencias de viaje y hoteles, pero diferenciando por un lado la facturación según la ubicación de los establecimientos y por otro, según la ubicación de las empresas (de acuerdo con la de la sede central).

**Cuadro 16. Distribución (%) regional del volumen de negocio en función de la ubicación de las empresas y los locales para las agencias de viaje y los hoteles**

	Agencias de viaje		Hoteles	
	Locales	Empresas	Locales	Empresas
Andalucía <sup>(1)</sup>	10,4	4,7	13,3	9,5
Aragón	2,7	2,9	1,7	1,3
Asturias	1,4	0,3	1,2	1,1
I. Baleares	10,6	25,4	18,7	24,4
I. Canarias	7,9	3,2	22,3	17,9
Cantabria	0,6	0,1	1,0	0,9
Castilla y León	2,1	6,9	3,1	2,4
Castilla-La Mancha	0,8	0,2	1,3	0,9
Cataluña	19,6	13,1	16,5	18,4
Comunidad Valenciana	6,8	2,6	5,8	4,8
Extremadura	0,5	0,2	0,8	0,5
Galicia	3,0	1,0	2,2	3,5
Madrid	25,6	35,6	8,3	11,0
Murcia	0,8	0,4	0,7	0,5
Navarra	0,7	0,3	0,8	0,8
País Vasco	6,0	3,2	1,9	1,7
Rioja (La)	0,3	0,0	0,4	0,3
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

FUENTE: Encuesta de Servicios. INE. 2003

(1) Incluye Ceuta y Melilla

14. Aunque el análisis es aquí forzosamente limitado y simplista: deja al margen las rentas "primarias del Estado (los "otros impuestos netos sobre la producción), simplifica el sentido y definición de las rentas empresariales, etc.

Así por ejemplo, si se toma el caso de las agencias de viaje, los resultados por establecimiento y por empresa contrastan de manera significativa, ya que los datos por establecimiento, aunque evidentemente reflejan la localización de los flujos en las principales regiones receptoras turísticas (Andalucía, Baleares, Canarias, la Comunidad Valenciana...) son también indicativos de las principales regiones emisoras del turismo, con casos como Madrid o el País Vasco. Esto implica un efecto positivo en el PIB turístico regional también en estos casos de regiones emisoras, en la medida en que las agencias de viaje localizadas en estas regiones tienen que proporcionar sus servicios a viajeros residentes para sus desplazamientos fuera de la región.

Existen zonas que participan simultáneamente de los dos rasgos, fundamentalmente el caso de Cataluña, que es una de las principales regiones receptoras, pero también se encuentra entre las primeras regiones “emisoras” de turismo.

Por el contrario, los datos por ubicación de las empresas estarían señalando el tema ya apuntado de la necesidad de complementar las mediciones de PIB en la CST con las

mediciones de renta; los datos revelan el destino final de los flujos económicos del turismo en términos de renta, destacando tres comunidades, Madrid, Baleares y Cataluña, fundamentalmente, que, junto con Castilla León, son las únicas que superan el 5%.

El caso de los hoteles es similar: la facturación por ubicación de los establecimientos, es clara e inequívocamente un indicador de las principales zonas turísticas de destino, pero de nuevo, si se pasa a analizar los datos por empresa, se pone de manifiesto que los flujos de renta generada por el turismo se redistribuyen territorialmente, favoreciendo también a regiones “no turísticas”.

Los objetivos de estos comentarios son simplemente resaltar mediante un ejemplo que la visión global de los impactos del turismo no se limita a los aspectos de producción, gasto y renta primaria anteriormente estudiados, sino que puede y debe realizarse bajo perspectivas más amplias como la aquí señalada de la renta regional<sup>15</sup>.

---

15. Cabe señalar no obstante que existe un marco metodológico idóneo para ampliar el esquema input/ output e incorporar aspectos de renta, que son las matrices de contabilidad social, en las que se integran las tablas I-O con los demás elementos contables.



## 6. Comentario final

El crecimiento de la economía andaluza durante los últimos años se ha polarizado en algunas actividades predominantes entre las cuales destaca por su dinamismo, el turismo. Del análisis realizado en este estudio, a partir de la CSTA y la TIOAN, se infiere que la actividad turística es clave para la economía andaluza, generando en la fecha de referencia de las principales fuentes, el año 2000, más del 9% del output (en términos de demanda final) y del 12% del PIB regional, lo que sitúa a la región entre las áreas españolas más especializadas en turismo. Por otra parte, dado que las actividades turísticas, son en su conjunto grandes generadoras de trabajo por unidad de output, la demanda turística supone más del 8% del empleo regional.

Otro rasgo que se deduce de estos análisis es que el turismo contribuye a una distribución más igualitaria de las rentas funcionales o factoriales en el ámbito de la región andaluza, debido a la dualidad de la estructura empresarial de la oferta turística, en la que coexisten empresas de gran tamaño junto a pequeñas empresas de tipo familiar y no constituidas en sociedades. Esto supone que, junto al conocido e importante volumen de rentas del trabajo, se generen importantes cuantías de rentas mixtas de los hogares.

Desde el punto de vista de la balanza de pagos regional, la especialización turística permite una contribución sustancial a la financiación del saldo negativo de mercancías,

especialmente por la cuantía del consumo del turismo receptor, pero también por la reducida importancia del consumo emisor, ya que la mayor parte de los andaluces realizan su consumo turístico en la propia región.

En términos de lo que podría considerarse un análisis Input/ output más característico, de nuestro estudio se desprende que las industrias turísticas presentan un grado de integración productiva intermedio por unidad de output, ya que son por definición, industrias muy volcadas a la demanda final desde la perspectiva de mercados, o, con gran peso del valor añadido en términos de la estructura de costes. Sin embargo, cuando los rasgos técnicos y la especialización de mercados se ponderan por la importancia de los sectores turísticos en el conjunto de la economía regional, los indicadores muestran que esas actividades vinculadas al turismo, como la hostelería o las actividades inmobiliarias, son cruciales para el desenvolvimiento de la economía regional, llegando sus efectos positivos a una gran diversidad de sectores e industrias.

Por último, señalar que algunos aspectos singulares en la evaluación del impacto económico del turismo, quedan fuera del análisis por razones metodológicas y estadísticas. Por ejemplo, temas como la repercusión del turismo sobre la renta regional, que debe ser estudiado en marcos ampliados del I-O como las matrices de contabilidad social.



## 7. Referencias bibliográficas

- Buitrago, E. Moreno, P. (1997): "El turismo en Andalucía". Incluido en Vallés, J. "Economía Andaluza" Ed. Algaida.
- Cañada, A. (1997): "Introducción práctica a contabilidad nacional y el marco Input-output". INE, Colección Libros de autor, Madrid, 1997.
- Cañada, A. (2002): "Spain's TSA: Methodological considerations regarding the regionalization of transactions and other accounting elements". Incluido en: WTO (2002): Enzo Pacci Papers on Measuring the Economic Significance of Tourism. Vol.2. WTO, 2002.
- Cañada, A. (2004-a): "Instrumentos de medida del turismo: La Cuenta Satélite de Turismo". Papeles de economía española, nº 102, 2004, Págs. 2-28
- Cañada, A. (2004-b): " La Cuenta Satélite del Turismo de España: Algunos indicadores básicos para el análisis del turismo". Mediterráneo Económico, nº 5. 2004. Cajamar.
- Consejería de Turismo, Comercio y Deporte (2006): "Balance del Año Turístico en Andalucía 2005".
- IET (2006): "Balance del turismo en España en 2005", 2006.
- Muñoz, J. (2003): "El Sector Inmobiliario en Andalucía: Situación y Perspectivas". Unicaja,
- Polo, C.; Valle, E.(2002): "Un análisis Input-output de la economía balear", Estadística española, nº 151.
- Pulido, A.; Fontela, E. (1993): "Análisis Input-Output". Ed, Pirámide, Madrid, 1993.
- Raya, P. y otros (2001): "Turismo residencial en Andalucía". Junta de Andalucía.
- Rodríguez Feo, J.; Villegas, P. (1995): "La economía turística andaluza a la luz de las tablas Input-output de Andalucía 1990". Incluido en "Contabilidad Regional y Tabla Input-Output de Andalucía 1990. Análisis de resultados". Junta de Andalucía, 1995.



## **8. Anexos**





## Anexo 1: Consumo turístico en Andalucía por componentes y productos(2000)

Productos	Demanda intermedia		Gasto en consumo final de los hogares		Turistas del resto del mundo		Turistas del resto de España		Consumo turístico final		Total consumo de los visitantes	
	Miles €	%	Miles €	%	Miles €	%	Miles €	%	Miles €	%	Miles €	%
A. PTOS. ESPECÍFICOS	462.199	96,7	2.131.232	77,6	4.864.614	83,7	1.766.848	78,2	8.762.694	81,1	9.224.893	81,7
1.Servicios de alojamiento	40.177	29,4	320.166	11,8	2.001.005	34,5	612.078	27,0	2.933.249	27,1	3.073.426	27,2
Hoteles y similares	140.177	29,4	243.380	9,0	1.205.936	20,8	455.550	20,1	1.904.866	17,6	2.045.043	18,1
Alquiler inmobiliario	0	0,0	76.786	2,8	795.069	13,7	156.528	6,9	1.028.383	9,5	1.028.383	9,1
2. Bares/ Cafés /Restaur..	90.393	18,9	938.034	34,1	2.021.791	34,8	804.548	35,6	3.764.373	34,8	3.854.766	34,1
3.Transporte de pasajeros	73.401	15,3	806.997	29,3	556.761	9,5	180.381	8,0	1.544.139	14,3	1.617.540	14,4
Ferrocarril	14.670	3,1	44.387	1,6	49.894	0,9	8.657	0,4	102.938	1,0	117.608	1,0
Carretera	4.030	0,8	89.039	3,2	157.368	2,7	27.306	1,2	273.713	2,5	277.743	2,5
Marítimo	0	0,0	9.024	0,3	18.512	0,3	17.598	0,8	45.134	0,4	45.134	0,4
Aéreo	27.952	5,8	571.823	20,8	0	0,0	0	0,0	571.823	5,3	599.775	5,3
Servicios anexos	20.257	4,2	24.495	0,9	235.626	4,0	114.628	5,1	374.749	3,4	395.006	3,5
Alquiler de automóviles	6.492	1,4	62.883	2,3	90.555	1,5	4.022	0,2	157.460	1,5	163.952	1,5
Mantenimiento y reparación	0	0,0	5.346	0,2	4.806	0,1	8.170	0,3	18.322	0,2	18.322	0,2
4.Agencias de viajes	158.228	33,1	16.005	0,6	21.919	0,4	87.677	3,9	125.601	1,2	283.829	2,5
5.Servicios culturales	0	0,0	37.859	1,4	126.348	2,2	40.017	1,8	204.224	1,9	204.224	1,8
6.S. Rec/ Depor	0	0,0	12.171	0,4	136.790	2,3	42.147	1,9	191.108	1,8	191.108	1,7
B. PTOS. NO ESPECÍFICOS	15.891	3,3	617.311	22,4	943.665	16,3	494.825	21,8	2.055.801	18,9	2.071.6921	8,3
Alimentos	0	0,0	120.318	4,4	321.583	5,5	136.385	6,00	578.286	5,3	578.286	5,1
Combustibles	15.661	3,3	157.731	5,7	40.172	0,7	40.022	1,80	237.925	2,2	253.586	2,2
Otros bienes	0	0,0	126.221	4,6	201.557	3,5	117.521	5,20	445.299	4,1	445.299	3,9
Servicios de distribución	230	0,0	184.659	6,7	346.299	6,0	166.745	7,30	697.703	6,4	697.933	6,2
Otros servicios	0	0,0	28.382	1,0	34.054	0,6	34.152	1,50	96.588	0,9	96.588	0,9
<b>TOTAL</b>	<b>478.090</b>	<b>100,0</b>	<b>2.748.543</b>	<b>100,0</b>	<b>5.808.279</b>	<b>100,0</b>	<b>2.261.673</b>	<b>100,0</b>	<b>10.818.495</b>	<b>100,0</b>	<b>11.296.585</b>	<b>100,0</b>

FUENTE: Elaboración a partir de datos de la CSTA

## Anexo 2. Coeficientes Input-Output utilizados

### A.2.1. Esquema general del equilibrio en la tabla simétrica y multiplicadores

En la tabla simétrica, el equilibrio de la cuenta de bienes y servicios por productos; es decir, el cumplimiento de la igualdad de oferta y demanda se plantea como

$$q + m = X i + y$$

Donde  $q$  es el vector de producción;  $m$  el vector de importaciones;  $X$  es la matriz de consumos intermedios ( $i$  representa un vector columna unidad; es decir,  $X i$  equivale a un vector columna cuyos elementos son los totales por filas de la matriz  $X$ );  $y$  es el vector de total de demanda final<sup>16</sup>.

O bien, despejando la producción por productos:

$$[1] \quad q = X i + y - m$$

Bajo la hipótesis de funciones de producción de tipo Leontief<sup>17</sup> los consumos intermedios son proporcionales a los niveles de producción obtenidos. Es decir, se cumple una ecuación como

$$[2] \quad X = A q$$

Donde  $q$  indica una matriz diagonal y  $A$  es una matriz (producto x producto) de coeficientes  $a_{ij}$  que representan la participación del consumo intermedio del producto  $i$  por unidad monetaria de producción del producto  $j$ . Es decir, los conocidos coeficientes técnicos verticales que representan la estructura productiva del sistema económico.

Si se sustituye [2] en la ecuación [1], queda:

$$q = X i + y - m = A q + y - m$$

De donde, despejando  $q$  queda:

$$[3] \quad q = (I - A)^{-1} (y - m)$$

La conocida ecuación del modelo abierto en la que se puede obtener la producción como resultante del vector de demanda final (neta de importaciones) y la matriz inversa de Leontief.

El equilibrio alternativo para utilizar sólo variables interiores (regionales), sería resultado de transformar la ecuación [1] eliminando la parte importada en  $X$  e  $y$ , con lo que queda

$$[4] \quad q = X^r i + y^r$$

Y los coeficientes técnicos con los insumos interiores

$$[5] \quad X^r = A^r q$$

dando lugar a :

$$[6] \quad q = (I - A^r)^{-1} y^r$$

Para calcular el contenido en importaciones de un vector de demanda final regional se utilizaría:

$$[7] \quad m = A^m (I - A^r)^{-1} y^r$$

Siendo  $A^m$  la matriz de coeficientes importados del año 2000

Para el cálculo del empleo, se parte de la expresión que proporciona el cálculo del output,  $y$ , mediante un vector de coeficientes de empleo/ producción, se tiene:

$$[8] \quad E = (I - A^r)^{-1} y^r e$$

Donde  $e$  es el vector de coeficientes de empleo por unidad de output que indica el número de trabajadores necesarios para producir una unidad de bienes o servicios, y  $E$  es el empleo total generado por un vector de demanda final  $y^r$

### A.2.1. Índices de dispersión y absorción directos (también denominados ligazón o eslabonamiento directos)

- Índice de dispersión o difusión (ligazón hacia atrás):

$$\sum_j a_{ij}$$

Siendo los  $a_{ij}$  los coeficientes técnicos obtenidos de la matriz de consumos intermedios regionales.

- Índice de absorción (ligazón hacia delante):

$$\sum_i b_{ij}$$

Siendo los  $b_{ij}$  los coeficientes de distribución obtenidos de la matriz de consumos intermedios regionales.

### A.2.2. Índices de Streit

### A.2.3. Índices de ligazón o eslabonamiento totales

- Índice de dispersión total (ligazón hacia atrás):

$$\sum_j \alpha_{ij}$$

Siendo los  $\alpha_{ij}$  los coeficientes de la matriz inversa de Leontief (flujos regionales).

- Índice de absorción total (ligazón hacia delante):

$$\sum_i \alpha_{ij}$$

16. En realidad una matriz con productos en las filas y tantas columnas como componentes de la demanda final se distinguen.

17. Rendimientos constantes a escala y disponibilidad de recursos sin restricciones.

#### A.2.4. Índices de Rasmussen

- Índice de poder de dispersión o difusión. Su expresión matemática es la siguiente:

$$U_j = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \alpha_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}}$$

Siendo n el número de ramas. El numerador es una media simple de los índices de difusión por sectores y el denominador una media del total de filas y columnas de la inversa.

- Índice de Sensibilidad de dispersión

$$U_i = \frac{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}}{\frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \alpha_{ij}}$$

El numerador es una media simple de los índices de absorción por sectores y el denominador una media del total de filas y columnas de la inversa.



Esteban Fernández<sup>1</sup>  
Bart Los<sup>2</sup>

# **Dinámica comparada del empleo sectorial en Andalucía mediante Análisis de Descomposición Estructural SDA**

---

1. Universidad de Oviedo  
2. University of Groningen



# 1. Introducción

Es frecuente que en los estudios de economía regional las cuestiones relacionadas con el empleo reciban una atención especial debido a su trascendencia social. En el análisis regional español no se produce una excepción y buena muestra de ello son los trabajos de Pulido (1994), de la Fuente (2002), o de la Fuente et al. (2005), entre otros. Para el caso específico de Andalucía podrían citarse los de Sánchez (1994), Anula (1997) o Díaz *et al.* (1999), entre otros<sup>1</sup>.

Cuando se llevan a cabo estudios sobre la dinámica temporal del empleo, uno de los aspectos más importantes es el determinar los factores que originan las variaciones observadas y la influencia que cada uno de ellos tiene en el proceso observado. Este tipo de análisis puede proporcionar información útil para el diseño de políticas regionales ya que para los policy makers puede resultar interesante conocer cuál es la influencia de, por ejemplo, la demanda final sobre el crecimiento del empleo de cierta región. Si bien no es frecuente encontrar trabajos empíricos para el caso español que empleen la metodología input-output para llevar a cabo este análisis, es especialmente adecuado para un análisis detallado por sectores de una economía.

Básicamente, un modelo input-output refleja de un modo intuitivo el funcionamiento de una economía dentro de un marco contable y tradicionalmente ha sido empleado como

puente entre los modelos económicos teóricos y la realidad observada. Aunque el análisis input-output tiene un enfoque básicamente estático, en el caso de que se disponga de información que permita construir un modelo en diversos periodos de tiempo sería posible cuantificar la influencia que diversos factores aportan sobre la evolución del empleo. Este tipo de análisis se conoce en la literatura input-output como Análisis de Descomposición Estructural (SDA).

En este capítulo se aplica la metodología SDA para llevar a cabo un análisis de la dinámica sectorial del empleo en Andalucía, distinguiendo varios factores posibles de crecimiento y comparándolo con el conjunto de la economía española. En la sección 2 se comentan los fundamentos teóricos de la metodología SDA para, en la sección 3, construir un modelo input-output que explique los niveles de empleo por sectores económicos en función de tres factores y medir la influencia de los mismos al crecimiento del empleo observado entre los años 1990 y 2000. La sección 4 reproduce para la economía española el modelo planteado anteriormente para el caso de Andalucía, lo que permitirá efectuar una comparación entre ambas en relación a la aportación de los diferentes factores considerados. Finalmente, la sección 5 expone las principales conclusiones del capítulo.

---

1. La colección de monográficos publicada por la Consejería de Economía y Hacienda de la Junta de Andalucía desde 1983 en el Boletín Económico de Andalucía constituye también una excelente referencia para el lector interesado en estudios de la economía andaluza (los números publicados hasta la fecha pueden consultarse en <http://www.juntadeandalucia.es/economiayhacienda/economia/estudios/bea/bea.htm>).





## 2. Análisis de descomposición estructural (SDA): metodología y principales características

En un modelo Input-Output es habitual disponer de una magnitud genérica (renta, producción, empleo, etc.) que será objeto de estudio y cuya expresión vendrá dada por el producto de un conjunto de variables explicativas. Esto es:

$$z = x_1 x_2 \dots x_n \quad (1)$$

donde los factores  $x_i$ ,  $\forall i=1,2,\dots,n$  pueden representar bien a escalares, o bien a vectores o matrices. Sea cual sea el caso, se supone que estos factores son independientes entre sí, de tal forma que uno de ellos puede cambiar sin necesidad de que los otros se vean afectados. Si se desea analizar la variación observada en la variable  $z$ , debe disponerse de observaciones de dicha magnitud en dos periodos de tiempo. Denotaremos el valor de  $z$  en el instante inicial como  $z^0$ , mientras que en periodo final será  $z^1$ , siendo sus expresiones respectivas:

$$z^v = x_1^v x_2^v \dots x_n^v \quad (2)$$

$$z^1 = x_1^1 x_2^1 \dots x_n^1 \quad (3)$$

El objetivo será estudiar el cambio producido en la variable  $z$ , el cual puede ser expresado mediante una diferencia. De este modo se tendrá:

$$\Delta z = z^1 - z^0 = x_1^1 x_2^1 \dots x_n^1 - x_1^0 x_2^0 \dots x_n^0 \quad (4)$$

Así, el objetivo consiste en expresar esta diferencia como la suma de los efectos o contribuciones respectivas de cada una de las variables explicativas :

$$\Delta z = \text{Efecto } \Delta x_1 + \text{Efecto } \Delta x_2 + \dots + \text{Efecto } \Delta x_n \quad (5)$$

Dentro del marco de análisis Input-Output, la descomposición de las variaciones observadas en diferentes variables entre sus factores determinantes ha sido un aspecto al que se le ha dedicado bastante atención. Para llevar a cabo esta tarea el Análisis de Descomposición Estructural o *Structural Decomposition Analysis* (SDA) ha sido el método más ampliamente utilizado. Una posible definición del SDA es la dada por Rose y Chen (1991) como “el análisis del cambio económico mediante un conjunto de ejercicios de estática comparativa para parámetros clave dentro de una tabla Input-Output”<sup>2</sup>. Aunque los antecedentes de la utilización de esta técnica pueden encontrarse en algunos trabajos publicados en la década de los años cincuenta del pasado siglo (Leontief, 1953), una versión formalizada y centrada en la importancia de la inversión y el cambio tecnológico puede encontrarse en Carter (1970).<sup>3</sup> Posteriormente, en la década de los ochenta destaca especialmente el trabajo de Skolka (1989) que descompone los cambios en el valor añadido neto y el empleo de la economía austriaca entre 1964 y 1976. A raíz de dicha aportación se acrecentó enormemente la popularidad de las técnicas SDA, surgiendo multitud de aplicaciones a muy diversos campos: comercio internacional (Chen y Wu, 1995), cambios tecnológicos (Oosterhaven y Van der Linden, 1997) o intensidad de uso de la energía (Lin y Polenske, 1995), entre otros. Referidos a la economía española destacan los de Vicente (2001), en el que se analizan los cambios estructurales experimentados en la economía vasca entre 1985 y 1995, o Rueda (2001) en el que se aplica el SDA para explicar las diferencias en producción y empleo entre Andalucía y Madrid para el año 1995.

Pese a la gran aceptación de dicho método en los trabajos aplicados debido a su sencillez interpretativa, también han sido numerosos los estudios que ponen de relieve las debilidades presentes en esta técnica y cuestionan su validez teórica.

2. Rose y Chen, (1991): “Sources of change in energy use in the US economy, 1972-1982: a structural decomposition analysis”, *Resources and Energy*, 13, pág 3.

3. El problema radica en que, como se verá en el siguiente punto, las técnicas empleadas habitualmente no permiten obtener una única descomposición de la variación observada en  $z$  como agregado de los diferentes efectos de las variables explicativas.

Básicamente, la principal debilidad radica en la imposibilidad de alcanzar una solución única de una forma no arbitraria, aunque un mayor detalle y desarrollo formal puede encontrarse en los trabajos de Rose y Casler (1996) y Dietzenbacher y Los (1997, 1998).

Para ilustrar esto de una forma intuitiva, considérese el caso más sencillo donde la variable  $z$  puede expresarse como el producto de dos magnitudes explicativas:

$$z = xy \tag{6}$$

Por tanto, la diferencia en  $z$  entre los instantes inicial y final vendrá dada por:

$$\Delta z = z^1 - z^0 = x^1 y^1 - x^0 y^0 \tag{7}$$

El objetivo perseguido consiste en descomponer esta diferencia como la suma de las contribuciones de  $x$  e  $y$ , lo que puede obtenerse a partir de la expresión:

$$\Delta z = \Delta x z^1 + x^0 \Delta y \tag{8}$$

Así, el primero de los dos sumandos de (8) muestra la contribución de  $x$  al cambio en  $z$ , mientras que el segundo término mide la contribución de  $y$ . El problema reside en que es posible obtener mediciones diferentes de las presentadas en (8), por ejemplo, empleando la siguiente ecuación:

$$\Delta z = \Delta x y^0 + x^1 \Delta y \tag{9}$$

Nótense las diferencias en las mediciones de los efectos de las variables explicativas sobre el cambio en  $z$  que ofrecen las expresiones (8) y (9). En otras palabras, las contribuciones que ambas descomposiciones otorgan a  $x$  e  $y$  pueden presentar diferencias notables y elegir una u otra es una decisión arbitraria. Dependiendo del tamaño del término de  $\Delta x \Delta y$  estas diferencias serán más o menos elevadas.

Para solventar este problema, tradicionalmente se ha acudido a la consideración de las soluciones intermedias entre las expresiones (8) y (9) como:

$$\Delta z = \frac{1}{2} [\Delta x y^1 + \Delta x y^0] + \frac{1}{2} [x^0 \Delta y + x^1 \Delta y] \tag{10}$$

Esta solución media ha sido la más empleada tradicionalmente, debido a que es una descomposición exhaustiva (la suma de las contribuciones da como resultado

$\Delta z$ ) y relativamente sencilla de obtener. Estudiando de nuevo el caso general recogido en (1):

$$z = x_1 x_2 \dots x_n \tag{1}$$

en el que  $z$  es igual al producto de  $n$  variables, el número de descomposiciones posibles se incrementa siendo ahora igual al número de permutaciones para  $n$  variables, por lo que se podrían obtener  $n!$  posibles expresiones para descomponer el cambio en  $z$ . En este caso general, el efecto de cambios de un factor  $x_i$  a partir de la descomposición media equivalente a la recogida en (10) sería:

$$\text{Efecto } \Delta x_i = \left[ \prod_{i < j} x_j^0 \right] \Delta x_i \left[ \prod_{i > j} x_j^0 \right] + \tag{11a}$$

$$+ \sum_{j \neq i} \left[ \frac{1}{2} \prod_{k < i} x_k^0 \Delta x_i \prod_{i < k < j} x_k^0 \Delta x_i \prod_{k > j} x_k^0 \right] + \tag{11b}$$

$$+ \sum_{j \neq i, j \neq k} \left[ \frac{1}{3} \prod_{k < i} x_k^0 \Delta x_i \prod_{i < k < j} x_k^0 \Delta x_i \prod_{i < k < l} x_k^0 \Delta x_i \prod_{k > l} x_k^0 \right] + \tag{11c}$$

.....

$$+ \frac{1}{n} \left[ \prod_{i=1}^n \Delta x_i \right] \tag{11d}$$

Como puede observarse, la complejidad de la expresión que recoge el efecto de este factor aumenta notablemente. Nótese que para obtener esta descomposición media sería necesario calcular la media aritmética de  $n!$  soluciones posibles. Así, un modelo donde se considerasen, por ejemplo, 5 factores requeriría del cálculo de la descomposición media de las 120 soluciones posibles. Como alternativa al cálculo de un número elevado de formas de descomposición en la literatura pueden encontrarse diversas alternativas. Así, Dietzenbacher y Los (1998) proponen como aproximación calcular la media de las llamadas "descomposiciones polares". Por otro lado, en Fernández (2004, 2005) se propone el uso de información adicional para obtener formas de descomposición diferentes de esta solución media.

### **3. Fuentes de variación en el empleo por sectores en Andalucía (1990-2000)**

En esta sección se analizarán los cambios observados en los niveles de empleo por sector en la economía andaluza entre 1990 y 2000 dentro de un marco Input-Output a partir de la información recogida en las tablas correspondientes a dichos años. Los datos están medidos en precios corrientes y son valores totales (se incluyen las importaciones). La tabla input-output de Andalucía correspondiente al año 2000 es la más

reciente de la que se puede disponer, y compararla con la de 1990 proporciona un intervalo temporal lo suficientemente amplio como para recoger los cambios que he experimentado el empleo en esta región.

Para llevar a cabo este análisis empírico se ha trabajado con una agregación a 35 ramas de actividad<sup>4</sup>, que se muestra a continuación en la Tabla 1.

---

4. Si bien el grado de desagregación sectorial que presentaban las tablas de Andalucía era más elevado, se ha optado por emplear esta agregación a 35 sectores debido a cuestiones de comparabilidad con las tablas españolas de 1990 y 2000, como se verá en la siguiente sección.

**Tabla 1. Denominación de los sectores en la agregación empleada**

Sector	Descripción
s1	Productos de la agricultura, selvicultura, pesca, acuicultura, ganadería y caza
s2	Industria Extractivas
s3	Coquerías, refino y combustibles nucleares
s4	Producción y distribución de energía eléctrica
s5	Producción y distribución de gas
s6	Captación, depuración y distribución de agua
s7	Industria cárnica
s8	Industrias lácteas
s9	Otras industrias alimenticias
s10	Elaboración de bebidas
s11	Industria del tabaco
s12	Productos textiles: vestido
s13	Industria del cuero y del calzado
s14	Industria de la madera, muebles y otras industrias manufactureras
s15	Industria del papel
s16	Edición y artes gráficas
s17	Industria química
s18	Industria del caucho y materias plásticas
s19	Fabricación de cemento, cal y yeso
s20	Fabricación de vidrio y productos de vidrio
s21	Fabricación de productos cerámicos, azulejos, ladrillos, etc.
s22	Productos metálicos
s23	Maquinaria y equipo mecánico
s24	Máquinas de oficina, equipos informáticos, material eléctrico, electrónico y de precisión
s25	Fabricación de vehículos de motor y remolques
s26	Fabricación de otro material de transporte
s27	Construcción
s28	Comercio y reparación
s29	Restaurantes y alojamiento
s30	Transportes y actividades anexas
s31	Comunicaciones.
s32	Intermediación financiera y seguros
s33	Actividades auxiliares a las empresas
s34	Resto de servicios destinados a la venta
s35	Sanidad, enseñanza y otros servicios de no mercado

El punto de partida será el denominado modelo abierto de Leontief para una economía con  $k$  (35, en nuestro caso) sectores. Empleando una notación matricial, donde con caracteres en negrita minúscula se representan vectores y en negrita mayúscula se denotan matrices, es posible expresar las cantidades producidas de output por los sectores económicos como:

$$x = Ax + f \quad (12)$$

donde  $x$  es el vector ( $k \times 1$ ) de output por sector,  $A$  es la matriz ( $k \times k$ ) de coeficientes técnicos y  $f$  es el vector ( $k \times 1$ ) de demandas finales. Esta ecuación puede ser expresada de forma más compacta como:

$$x = (I-A)^{-1} f = Lf \quad (13)$$

siendo  $I$  la matriz ( $k \times k$ ) identidad y  $L = (I-A)^{-1}$  la matriz inversa de Leontief. Por otro lado, los niveles de empleo por sector vendrán dados por la expresión:

$$c = \hat{u}x \quad (14)$$

En esta ecuación  $c$  es el vector ( $k \times 1$ ) de empleo total por sector,  $u$  es el vector ( $k \times 1$ ) de necesidades de empleo sectorial por unidad de output y  $\hat{u}$  es la matriz diagonal ( $k \times k$ ) que contiene los elementos del vector  $u$  en su diagonal principal. De tal forma que finalmente se tiene:

$$c = \hat{u}Lf \quad (15)$$

Los niveles de empleo por sector en los periodos inicial y final, así como la tasa de variación producida entre 1990 y 2000 se muestran en la Tabla 2:

**Tabla 2. Empleo por sector en Andalucía en 1990 y 2000 (número total de trabajadores) y tasa de variación (%)**

Sector	Empleo 1990	Empleo 2000	Tasa de variación
s1	273.437	268.740	-1,7
s2	6.523	6.686	2,65
s3	1.789	1.891	5,72
s4	6.915	4.888	-28,71
s5	699	972	38,58
s6	3.716	7.504	101,75
s7	6.075	8.447	39,07
s8	3.986	2.872	-27,94
s9	39.523	41.259	4,4
s10	15.299	7.977	-47,83
s11	1.848	700	-62,12
s12	36.719	23.044	-37,25
s13	3.578	3.553	-0,71
s14	28.741	41.940	45,98
s15	3.395	3.663	8,34
s16	6.990	10.584	46,36
s17	10.088	11.400	12,98
s18	4.392	6.191	40,86
s19	7.336	9.966	36,19
s20	2.011	7.442	270,39
s21	10.203	8.637	-15,24
s22	23.955	36.228	51,31
s23	4.702	11.208	137,38
s24	14.048	9.738	-30,37
s25	8.946	7.185	-19,71
s26	13.879	13.161	-5,25
s27	220.400	304.752	38,67
s28	258.604	407.448	57,47
s29	118.200	168.981	43,16
s30	55.857	96.971	73,7
s31	9.608	24.202	164,74
s32	39.350	42.653	360,84
s33	30.695	145.591	270,79
s34	69.804	103.528	49
s35	292.844	522.216	78,27
<b>Total</b>	<b>1.634.155</b>	<b>2.372.218</b>	<b>45,16</b>

FUENTE: Contabilidad Regional de Andalucía, Instituto Estadístico de Andalucía.

En términos generales, la economía andaluza ha sido capaz de generar más de 700.000 empleos en la década considerada, lo que supone una tasa de crecimiento del 45,16%, si bien en la distribución de este crecimiento ha habido bastante variabilidad: las ramas de servicios han aportado más de 650.000 puestos de trabajo neto frente al comportamiento negativo del sector agrícola y a algunas ramas industriales donde han disminuido los niveles de empleo (especialmente significativos son los casos del sector 10, Elaboración de bebidas, o del 11, Industrias del tabaco).

Considerando conjuntamente a la agricultura y al total de ramas industriales, todas ellas solamente han aportado en términos netos en torno a 17.000 nuevos puestos de trabajo al crecimiento total observado.

Partiendo de estas cifras, el objetivo perseguido será el de descomponer las variaciones observadas en el vector de costes laborales como la suma de los respectivos efectos de cambios en los tres factores considerados:

$$c^{2000}-c^{1990} = \Delta c = \text{Efecto } \Delta \hat{u} + \text{Efecto } \Delta L + \text{Efecto } \Delta f \quad (16)$$

El primero de los sumandos (efecto de variaciones en  $u$ ) recoge los efectos derivados de cambios en los requerimientos de empleo por unidad de output producida. Este efecto cuantifica la influencia que tiene sobre el empleo variaciones en la tecnología productiva que afectan a la intensidad de mano de obra necesaria para desarrollar la actividad productiva de cada rama de actividad. El segundo sumando (efecto de cambios en la matriz  $L$ ) representa el efecto de los cambios en los requerimientos de inputs intermedios necesarios para la producción de cada sector. Finalmente, el tercero de los términos (efecto de cambios en  $f$ ) reflejará el efecto de las variaciones en las demandas finales de sectoriales.

Para calcular cada uno de los efectos considerados, se llevará a cabo una aplicación de la técnica SDA, que en el caso considerado (al tratarse de un problema en el que intervienen tres factores) permitirá obtener seis posibles formas de descomposición ( $3!=6$ ) sin que exista ningún motivo a priori para suponer que una de ellas resulta más adecuada que otra. Por tanto, la elección de una forma de descomposición específica supondría una arbitrariedad que condicionaría las conclusiones obtenidas sobre los efectos de los diferentes factores. Para solventar este problema, se propone emplear una solución intermedia que distribuya los efectos de interacción entre los factores de manera uniforme, obteniendo las siguientes expresiones para cada uno de los tres efectos considerados:<sup>5</sup>

$$\text{Efecto } \Delta \hat{u} = \Delta \hat{u} L^{1990} f^{1990} + \frac{1}{2} \Delta \hat{u} \Delta L f^{1990} + \frac{1}{2} \Delta \hat{u} L^{1990} \Delta f + \frac{1}{3} \Delta \hat{u} \Delta L \Delta f \quad (17)$$

$$\text{Efecto } \Delta L = \hat{u}^{1990} \Delta L f^{1990} + \frac{1}{2} \Delta \hat{u} \Delta L f^{1990} + \frac{1}{2} \hat{u}^{1990} \Delta L \Delta f + \frac{1}{3} \Delta \hat{u} \Delta L \Delta f \quad (18)$$

$$\text{Efecto } \Delta f = \hat{u}^{1990} L^{1990} \Delta f + \frac{1}{2} \Delta \hat{u} L^{1990} \Delta f + \frac{1}{2} \hat{u}^{1990} \Delta L \Delta f + \frac{1}{3} \Delta \hat{u} \Delta L \Delta f \quad (19)$$

Para facilitar la interpretación de los resultados obtenidos en la descomposición se ha optado por expresar los cambios en tasas de variación en lugar de en diferencias. Así, si en la ecuación (16) dividimos entre el nivel inicial de empleo, se obtiene:

$$r_c = \frac{\Delta c}{c^{1990}} = \frac{\text{Efecto } \Delta \hat{u}}{c^{1990}} + \frac{\text{Efecto } \Delta L}{c^{1990}} + \frac{\text{Efecto } \Delta f}{c^{1990}} = r_u + r_L + r_f \quad (20)$$

Donde con  $r_c$  se denota al vector de tasas de variación de empleo por sectores  $r_u$  es el vector que muestra cuál hubiese sido esa tasa de variación si solamente se tuviese en cuenta el efecto de variaciones en las necesidades de mano de obra por unidad de producto. En términos equivalentes  $r_L$  y  $r_f$  recogen, respectivamente, las tasas de variación de empleo que se hubiesen experimentado en Andalucía entre los periodos considerados si únicamente hubiesen cambiado las necesidades de inputs intermedios o la demanda final. Los resultados de esta descomposición en tasas de variación se muestran en la Tabla 3:

5. Las expresiones (17)-(19) son casos particulares de la expresión general recogida en las ecuaciones (11a)-(11d) para el caso con  $n$  factores.

**Tabla 3. Efectos de cada factor en Andalucía: tasas de variación**

Sector	$r_c$ (%)	$r_u$ (%)	$r_L$ (%)	$r_f$ (%)
s1	-1,70	-57,45	2,83	52,92
s2	2,65	-147,36	65,36	84,68
s3	5,72	-93,74	22,82	76,65
s4	-28,71	-72,13	-17,74	61,16
s5	38,58	-56,81	43,83	51,56
s6	101,75	-76,17	50,75	127,18
s7	39,07	-26,15	15,14	50,08
s8	-27,94	-68,57	4,79	35,85
s9	4,40	-75,07	16,30	63,18
s10	-47,83	-77,13	-19,10	48,38
s11	-62,12	-91,30	3,78	25,41
s12	-37,25	-59,41	5,21	16,95
s13	-0,71	-66,06	10,85	54,50
s14	45,98	-56,33	32,52	69,80
s15	8,34	-106,60	34,73	80,21
s16	46,36	-89,28	-1,91	137,54
s17	12,98	-103,08	23,70	92,37
s18	40,86	-20,71	-0,02	61,59
s19	36,19	-88,17	27,56	96,81
s20	270,39	95,40	55,75	119,22
s21	-15,24	-99,80	35,25	49,33
s22	51,31	-61,01	-2,98	115,29
s23	137,38	-100,80	70,55	167,64
s24	-30,37	-157,40	41,02	86,04
s25	-19,71	-73,08	-2,09	55,46
s26	-5,25	-33,96	28,13	0,58
s27	38,67	-102,04	42,21	98,53
s28	57,47	5,32	-13,21	65,37
s29	43,16	-76,91	-14,53	134,60
s30	73,70	-54,60	33,84	94,47
s31	164,74	-116,35	78,00	203,11
s32	360,84	-29,42	162,27	228,00
s33	270,79	-204,89	84,91	390,81
s34	49,00	18,84	-26,53	56,70
s35	78,27	-99,44	5,86	171,85
<b>Total</b>	<b>45,16</b>	<b>-65,59</b>	<b>10,33</b>	<b>100,42</b>

En términos generales, se observa como la principal fuente de crecimiento del empleo andaluz entre 1990 y 2000 viene dado por el crecimiento de la demanda final. En concreto, si el resto de factores considerados hubiesen permanecido constantes el nivel de empleo total en Andalucía se hubiese prácticamente duplicado en el periodo temporal considerado. Es notable el hecho de que la influencia positiva de los cambios en la demanda final es un rasgo común a todos los sectores considerados, si bien la variabilidad es considerable entre las ramas de actividad (su aportación oscila entre el 0,58% del sector 26, Fabricación de otro material de transporte, y el 390% del sector 33, Actividades auxiliares a las empresas). Considerando conjuntamente las ramas relacionadas con el sector servicios, la influencia del crecimiento en su demanda final supondría una tasa de crecimiento del empleo de más del 130%; mientras que para el caso de las ramas industriales, las variaciones de la demanda final ocasionarían un incremento de en torno al 69%.

Los efectos que sobre la creación de empleo han supuesto los cambios en las necesidades de inputs intermedios (efectos de cambios en la matriz L) son mucho más modestos en términos generales: el empleo total hubiese crecido un 10,33% en Andalucía entre 1990 y 2000 si solamente hubiese cambiado este factor, permaneciendo constantes las necesidades de mano de obra y la demanda final por sector. En este caso, pueden observarse en determinadas ramas de actividad este efecto es claramente negativo (el sector 34, por ejemplo, Resto de servicios destinados a la venta) frente a situaciones donde su efecto positivo ha sido considerable: por ejemplo, en el sector 27 (Construcción) donde las variaciones en este factor ocasionarían, *ceteris paribus*, una variación positiva del empleo de más aproximadamente el 42% (un crecimiento de más de 92.000 trabajadores). Algo similar ocurre con el sector 33 (Actividades auxiliares a las empresas) en el que este efecto supondría una tasa de crecimiento del empleo de más del 270% (alrededor de 33.000 nuevos empleos).



Finalmente, el tercero de los efectos (cambios en las necesidades de mano de obra por cada unidad de producto,  $u$ ) tiene un signo claramente negativo. Como era de esperar, la transformación tecnológica de la mayoría de procesos productivos lleva a la sustitución de procesos altamente intensivos en mano de obra por otros donde el uso relativo del factor es sensiblemente menor. En términos globales, si la economía andaluza no hubiese experimentado cambios en los niveles de demanda final ni en las necesidades de inputs intermedios y solamente hubiesen variado los requerimientos de mano de obra por unidad de output, el empleo hubiese caído entre 1990 y 2000 en más del 65%. Pese a que ese

efecto negativo es prácticamente común a todas las ramas de actividad (con la excepción de los sectores 20, Fabricación de vidrio y productos de vidrio, 28, Comercio y reparación, y 34, Resto de servicios destinados a la venta) es especialmente importante en los sectores ligados a la actividad de los servicios: en este conjunto de sectores este efecto representa una caída de alrededor de 480.000 empleos (una disminución de más del 56% del empleo inicial en estas ramas), siendo más moderado su efecto en el conjunto de sectores industriales, donde supondría una caída de aproximadamente 196.000 puestos de trabajo (si bien en términos relativos esta disminución supondría una variación negativa de casi el 78%).

## 4. Dinámica del empleo comparada con el caso de España

Con el objetivo de determinar si los cambios experimentados en los niveles de empleo en Andalucía en el periodo considerado presentan o no rasgos diferenciales respecto al comportamiento general en el resto de regiones, esta sección estudiará el efecto de los factores considerados en el modelo expuesto anteriormente aplicado ahora al total de

la economía española. Es decir, partiendo del modelo recogido en (15), que a su vez deriva a la descomposición en tres efectos expresado en (16), se descompondrán las variaciones en los niveles de empleo por sector experimentadas en España<sup>6</sup> entre 1990 y 2000 como la suma de las tres fuentes de cambio consideradas también para Andalucía.

---

6. Nótese que a lo largo de este capítulo, cuando nos refiramos a cifras para el total de España, éstas se obtienen por agregación de los datos regionales, por lo que incluyen también las de Andalucía.

**Tabla 4. Empleo por sector en España en 1990 y 2000 (número total de trabajadores) y tasa de variación (%)**

Sector	Empleo 1990	Empleo 2000	Tasa de variación
s1	1.438.000	1.120.500	-22,09
s2	46.000	41.900	-8,68
s3	17.000	8.200	-51,77
s4	54.000	38.200	-29,27
s5	3.000	5.300	77,07
s6	24.000	33.100	37,92
s7	77.000	73.200	-4,94
s8	32.000	31.000	-3,12
s9	258.000	256.600	-0,54
s10	61.000	55.000	-9,83
s11	11.000	7.500	-31,82
s12	344.000	278.000	-19,18
s13	102.000	84.200	-17,45
s14	483.000	448.300	-7,17
s15	18.000	55.700	209,45
s16	155.000	171.700	10,78
s17	146.000	162.300	11,16
s18	101.000	119.000	17,82
s19	13.000	15.700	20,77
s20	26.000	24.900	-4,24
s21	55.000	76.800	39,63
s22	302.000	437.300	44,83
s23	127.000	201.100	58,34
s24	227.000	195.900	-13,71
s25	172.000	230.700	34,13
s26	102.000	65.800	-35,50
s27	1.230.000	1.878.700	52,74
s28	2.078.000	2.557.800	23,09
s29	823.000	1.048.900	27,45
s30	568.000	702.400	23,67
s31	147.000	209.200	42,34
s32	314.000	304.300	-3,11
s33	308.000	1.252.500	307,28
s34	445.000	638.500	43,54
s35	2.770.000	3.239.500	16,95
<b>Total</b>	<b>13.077.000</b>	<b>16.069.700</b>	<b>22,89</b>

FUENTE: Contabilidad Nacional, Instituto Nacional de Estadística.

A partir de estas cifras puede observarse como la economía española ha generado en torno a 3 millones de empleos desde 1990 a 2000, lo que supone una tasa de crecimiento del 22,89%. En este incremento general, la distribución por sectores ha sido bastante similar al caso andaluz: las ramas de servicios han aportado más de 2 millones y medio de nuevos empleos frente al comportamiento negativo de la agricultura (una caída de más de 300.000 empleos). En España, pese al incremento del nivel de empleo industrial, hay algunas ramas donde éste ha caído (casos del sector 4,

Producción y distribución de energía eléctrica, o del sector 11, Industrias del tabaco). Al igual que en Andalucía son, por tanto, la construcción y especialmente las ramas relacionadas con la actividad de los servicios las que han llevado la mayor parte del peso en la generación del total de nuevos empleos. Si sobre estas variaciones aplicamos el modelo de descomposición recogido en las ecuaciones (17)-(19), se obtienen los siguientes efectos para cada factor considerado en el modelo input-output expresados como tasas de variación:

**Tabla 5. Efectos de cada factor en España: tasas de variación**

Sector	$r_c$ (%)	$r_u$ (%)	$r_L$ (%)	$r_f$ (%)
s1	-22,09	-56,45	-26,22	60,59
s2	-8,68	285,21	-392,13	98,24
s3	-51,77	-84,31	-17,17	49,71
s4	-29,27	-79,22	-14,32	64,27
s5	77,07	-731,14	458,80	349,41
s6	37,92	-65,30	2,28	100,94
s7	-4,94	-47,26	4,42	37,90
s8	-3,12	-54,02	10,64	40,26
s9	-0,54	-62,91	-2,66	65,02
s10	-9,83	-76,66	9,61	57,22
s11	-31,82	-7,01	3,49	-28,29
s12	-19,18	-82,52	8,63	54,71
s13	-17,45	-70,40	-1,75	54,70
s14	-7,17	-131,81	31,35	93,29
s15	209,45	-7,67	46,58	170,53
s16	10,78	-80,28	8,96	82,11
s17	11,16	-55,95	-30,79	97,90
s18	17,82	-48,71	-23,57	90,10
s19	20,77	-14,40	-48,75	83,92
s20	-4,24	-45,93	-27,23	68,92
s21	39,63	-49,40	-6,70	95,73
s22	44,83	-143,40	66,25	121,99
s23	58,34	-43,24	-13,42	115,01
s24	-13,71	-70,92	-19,97	77,18
s25	34,13	-96,49	-3,20	133,82
s26	-35,50	-73,06	-19,12	56,68
s27	52,74	-66,33	27,24	91,84
s28	23,09	-50,14	7,76	65,47
s29	27,45	-43,18	-3,83	74,46
s30	23,67	-110,36	34,98	99,05
s31	42,34	-166,50	54,04	154,81
s32	-3,11	-19,22	-166,31	182,43
s33	307,28	808,23	-664,39	163,44
s34	43,54	-223,96	84,01	183,48
s35	16,95	-85,07	3,49	98,53
<b>Total</b>	<b>22,89</b>	<b>-55,27</b>	<b>-12,80</b>	<b>90,97</b>

Esta descomposición proporciona algunas claves acerca de las semejanzas y diferencias experimentadas por la creación de empleo de la economía andaluza. En primer lugar puede apreciarse que, nuevamente, es el crecimiento en la demanda final la que tiene un efecto más importante sobre los cambios en el empleo también para la economía española. Por otro lado, al igual que lo experimentado en Andalucía, la reducción en las necesidades de mano de obra por unidad de output tiene un peso claramente negativo para España. Las consecuencias de cambios en la utilización de inputs intermedios, sin embargo, son diferentes para Andalucía y España en el periodo considerado: si presentaban un efecto moderadamente positivo sobre el crecimiento en el empleo para el caso andaluz, su influencia (aunque también moderada) fue negativa para el total del país durante el periodo 1990-2000.

Considerando en primer lugar el efecto debido al crecimiento en la demanda final por sectores, nótese que esta influencia positiva es nuevamente común a todos los sectores considerados, con la excepción del sector 11, Industria del tabaco. Al igual que para Andalucía la variabilidad por sectores de este efecto es de nuevo bastante elevada. En términos generales, el efecto del crecimiento en el nivel de demanda final hubiese originado en España, *ceteris paribus*, una subida en los niveles de empleo de alrededor del 90%. Nótese que este efecto es similar al recogido en la tabla 3 para el caso de Andalucía. Si se consideran las ramas de servicios de manera conjunta, la influencia del crecimiento en su demanda final supondría una tasa de crecimiento del empleo de más del 99%; efecto que sería de entorno al 90% y el 84% respectivamente para el caso de las ramas industriales y la construcción, mientras que este efecto sería más reducido para la agricultura, donde las variaciones de

la demanda final ocasionarían un incremento de en torno al 60%. Otro rasgo común de la economía andaluza con la española puede observarse estudiando el tercer efecto considerado en el modelo (cambios en las necesidades de mano de obra por cada unidad de producto,  $u$ ), ya que puede verse que para el caso de España, al igual que para Andalucía, éste tiene un signo manifiestamente negativo. De este modo, cabe señalar que la sustitución de tecnologías intensivas en mano de obra por otras con un menor uso relativo del factor ha sido una característica que Andalucía también ha compartido con el conjunto de la economía española entre 1990 y 2000. En el total de España, las cifras de la Tabla 5 muestran que si no hubiesen modificado los niveles de demanda final ni las necesidades de inputs intermedios (y por tanto solamente hubiese variado el factor  $u$ ), el empleo hubiese disminuido en la década estudiada más del 55% (recuérdese que para la descomposición efectuada para Andalucía esta reducción estaría en torno a un 65%).

El efecto negativo comentado es especialmente importante para las actividades del sector terciario ya que supone una caída de más de 3 millones de empleos (que implica, en términos relativos, una disminución de más del 42% del empleo inicial en estas ramas), siendo también muy importante su efecto en los sectores industriales: en este caso el efecto derivado de menores necesidades del factor trabajo por unidad de producto supondría una caída de aproximadamente 2 millones y medio de puestos de trabajo (si bien en términos relativos la variación negativa equivaldría a una disminución del 81,41%). Aunque este fenómeno es prácticamente común a todas las ramas de actividad, la Tabla 5 muestra la excepción de los sectores 33, Actividades auxiliares a las empresas y 2, Industria Extractivas; si bien en el caso de las industrias extractivas este signo positivo es consecuencia directa de una caída muy pronunciada en su

nivel de producción aparejada con los intentos por parte de las Administración Pública de mantener en la medida de lo posible los niveles de empleo.

Finalmente el efecto derivado de cambios en las necesidades de consumos intermedios muestra diferencias claras para el periodo estudiado. Tal y como se ha comentado en la sección anterior, se observaba como para el caso de Andalucía (si bien existía cierta variabilidad dependiendo del sector) los efectos globales en las variaciones de la matriz  $L$  tenían efectos moderadamente positivos sobre la generación de empleo. Por el contrario, para la economía española, las modificaciones experimentadas en las necesidades de inputs intermedios en los diferentes procesos productivos por sectores muestran un efecto general negativo sobre los niveles de empleo global, que supone una caída neta de más de 1.600.000 empleos (una disminución del 12,80%). Esta caída viene originada por el comportamiento de la Agricultura y, sobremanera, por las ramas pertenecientes al Sector Servicios: considerando conjuntamente estos dos grandes sectores, el efecto negativo de cambios en la matriz  $L$  ha generado una disminución de más de 2 millones de empleos (parcialmente contrarrestados por el signo positivo de su efecto en la Construcción y especialmente en la Industria). Es decir, las necesidades de consumos intermedios se modificaron en España entre 1990 y 2000 orientándose en general hacia el consumo de inputs procedentes de actividades poco intensivas en el uso de mano de obra. Por el contrario, para el caso de la economía Andaluza, las actividades productivas cambiaron sus pautas de consumos intermedios (recogidas en las variaciones de la matriz  $L$ ) de un modo tal que pasaron a requerir más inputs procedentes de sectores con mayor intensidad en términos relativos del factor trabajo.

## 5. Conclusiones

Este capítulo aplica la metodología de Análisis de Descomposición Estructural (SDA) para analizar la dinámica sectorial del empleo en Andalucía entre 1990 y 2000 en términos comparados al conjunto de la economía española. Para ello se han distinguido varios factores posibles de cambio a través de un modelo input-output. En concreto, en el modelo que se ha construido, se considera que las posibles variaciones en los niveles de empleo por sector viene originados por cambios en tres factores posibles: las necesidades de mano de obra por unidad de producción, los consumos intersectoriales en inputs intermedios y los niveles de demanda final por sector.

Para lograr este objetivo, se ha aplicado un análisis SDA basado en la obtención de formas de descomposición “intermedias” siguiendo las consideraciones metodológicas habituales en la literatura (véanse Dietzenbacher y Los; 1997, 1998, 2000; o Fernández, 2004, 2005; entre otros). A partir del análisis aplicado a los datos de partida se observa que el crecimiento del empleo en Andalucía en la década considerada viene influenciado especialmente por la expansión en la demanda final de prácticamente todas las ramas de actividad,

una característica que comparte con el conjunto de la economía española. Otro rasgo común de Andalucía con el conjunto de España es la especialización en actividades menos intensivas en mano de obra, lo que supone una disminución general en las necesidades de factor trabajo por unidad de producto que contrarresta parcialmente el efecto positivo sobre los niveles de empleo del crecimiento de la demanda final. Finalmente, se observan diferencias entre Andalucía y España en cuanto al efecto ocasionado por variaciones en los consumos de inputs intermedios entre sectores: para el caso español este factor ha servido para moderar el incremento del empleo, debido a que los sectores productivos (especialmente los ligados a las actividades de servicios) han pasado a consumir inputs intermedios que requieren de menores cantidades de mano de obra para su producción. Sin embargo, el caso de Andalucía es el contrario: se aprecia en general que los sectores incrementaron entre 1990 y 2000 sus compras a las ramas productivas que empleaban (en términos relativos) mayores cantidades del factor trabajo en sus tecnologías productivas, por lo que el signo de este efecto es positivo.



## 6. Bibliografía

- ANULA, C. y E. DIAZ, (1997): "Mercado de trabajo y estrategias familiares: el caso de la Andalucía rural", *Revista de Estudios Regionales*, 48, pp 15-40.
- CARTER, A. P. (1967): "Changes in the structure of the American economy", *The Review of Economic and Statistics*, 49 (2), pp. 209-224.
- CARTER, A. P. (1970): *Structural Change in the American Economy*, Harvard University Press, Cambridge MA.
- CRONIN F. J. y M. GOLD (1998): "Analytical problems in decomposing the system-wide effects of sectoral technical change", *Economic System Research*, 10 (4), pp. 325-335.
- DE LA FUENTE, A., (2002): "On the sources of convergence: A close look at the Spanish regions", *European Economic Review* 46(3), pp. 569-599.
- DE LA FUENTE, A., R. DOMÉNECH y J. F. JIMENO (2005): "Capital humano, crecimiento y empleo en las regiones españolas", *Documentos de Economía*, 24. Fundación Caixa Galicia.
- DÍAZ E., C. ANULA y D. GUERRERO (1999): "Mercado de trabajo y competitividad de la economía andaluza", *Boletín Económico de Andalucía*, 26, pp. 103-128.
- DIETZENBACHER E., A. R. HOEN y B. LOS (2000): "Labor productivity in western Europe 1975-1985: an intercountry, interindustry analysis", *Journal of Regional Science*, 40 (3), pp. 425-452.
- DIETZENBACHER E. y B. LOS, (1997): "Analysing decomposition analysis", in A. Simonovits y A. E. Steenge (eds.), *Prices, Growth and Cycles*, pp. 108-131, McMillan (London).
- DIETZENBACHER E. y B. LOS, (1998): "Structural decomposition techniques: sense and sensitivity", *Economic System Research*, 10, (4), pp. 307-323.
- DIETZENBACHER E. y B. LOS, (2000): "Structural decomposition analyses with dependent determinants", *Economic System Research*, 12 (4), pp. 497-514.
- DIETZENBACHER E., M. LAHR y B. LOS, (2004): "The decline in labor compensation's share of GDP: a structural decomposition analysis for the United States, 1982 to 1997", en Dietzenbacher y Lahr (eds.), *Wassily Leontief and Input-Output Economics*, pp 138-185, Cambridge University Press, UK.
- FERNÁNDEZ, E. (2004): *The Use of Entropy Econometrics in Decomposing Structural Change*, unpublished PhD thesis, University of Oviedo (Spain).
- FERNÁNDEZ, E. (2005): "Path Based SDA with additional information of the dependent variable", *Estudios de Economía Aplicada*, 24 (2), pp. 645-647.
- FLORES F., J. BILBAO y S. VICENTE (1999): "Cambio técnico, empleo y cambio ocupacional: 1990-1995", Informe 172, EUSTAT.
- LEONTIEF, W. (1953a): "Structural change", en Leontief et al. (eds.) *Studies of the Structure of American Economy*, Oxford University Press, NY.
- LIN, X y K. R. POLENSKE (1995): "Input-output anatomy of China's energy use change in the 1980's", *Economic Systems Research*, 7, (1), pp. 33-62.
- LOS, B (1999): *The Impact of Research y Development on Economic Growth and Structural Change*; Ph. D. Thesis. University of Twente, Enschede, The Netherlands.
- IEAA (varios años): *Contabilidad Regional de Andalucía y Tablas input-output*.
- INE (varios años): *Contabilidad Nacional de España y Tablas input-output*.



- OOSTERHAVEN J. y J. A. VAN DER LINDEN, (1997): "European technology, trade and income changes for 1975-1985: an intercountry Input-Output decomposition", *Economic Systems Research*, 9 (4), pp. 393-412.
- PULIDO, A. (1994): "Dinámica de crecimiento de las regiones españolas: una visión integrada según el Proyecto Hispalink", en Pulido y Cabrer (coords.), *Datos, Técnicas y resultados del Moderno Análisis Económico regional*, pp 399-432. Mundiprensa (Madrid).
- ROSE A. y C. Y. CHEN (1991): "Sources of change in energy use in the US economy, 1972-1982: a structural decomposition analysis", *Resources and Energy*, 13, page 3.
- ROSE A. y S. CASLER (1996): "Input-output structural decomposition analysis: a critical appraisal", *Economic Systems Research*, 8, (1), pp. 75-92.
- RUEDA, J.M. (2001): "Input-output structural decomposition for Andalusia and Madrid (Spain)", 13th *International Conference on Input-Output Techniques*, Macerata, Italy.
- SÁNCHEZ J. (1994): "Evolución reciente y situación actual del mercado de trabajo en Andalucía ante la nueva reforma", *Boletín Económico de Andaucía*, 18, pp. 11-24.
- SKOLKA, J. (1989): "Input-output structural decomposition analysis for Austria". *Journal of Policy Modelling*, 11, pp. 45-66.
- SUN, J. W. (1998): "Changes in energy consumption and energy intensity: a complete decomposition model", *Energy Economics*, 20, pp. 85-100.
- SUN J. W. y B. W. ANG (2000): "Some properties of an exact energy decomposition model", *Energy*, 25, pp. 1177-1188.
- VICENTE, S. (2001): *Análisis Input-Output de Descomposición Estructural (SDA): una Aplicación al Cambio Ocupacional de la Comunidad Autónoma Vasca (1985-1995)*. Tesis Doctoral. Universidad del País Vasco.

Rafaela Dios Palomares<sup>1</sup>

**Colaboradores**

Antonio Arquero Mota<sup>2</sup>  
Juan Francisco Gómez García<sup>3</sup>  
Susana Naranjo de Tejada<sup>4</sup>

# **Eficiencia técnica en Andalucía Un análisis frontera en el sector primario**

---

1. Universidad de Córdoba  
2. Universidad de Málaga  
3. Instituto de Estadística de Andalucía  
4. Empresa Pública Desarrollo Agrario y Pesquero



# 1. Introducción

Uno de los aspectos más importantes de la economía andaluza es el nivel de eficiencia técnica de su sistema productivo, entendiendo por eficiencia técnica la capacidad de aprovechar los recursos de forma óptima. Así, resulta muy interesante conocer este nivel de eficiencia, y los posibles factores determinantes del mismo. Esta información sería la base del planteamiento de estrategias que llevarían al aumento del producto interior bruto, reduciendo además el consumo de factores de producción.

En este trabajo se presentan los resultados de un estudio realizado en el ámbito del sector primario de Andalucía. El objetivo principal es adaptar la información básica y microeconómica que fue recogida y utilizada en la estimación de las tablas INPUT\_OUTPUT, (en adelante "I-O"), con el fin de que ésta sirva para el análisis de la eficiencia técnica a nivel de grupos de aprovechamientos.

Entre las múltiples aplicaciones que tiene la tabla I-O se encuentra la de sacar conclusiones derivadas de la información recogida en todos sus componentes. Así, se pueden extraer interesantes comentarios a nivel macroeconómico, sobre los resultados de la tabla en términos de productividades aparentes y de las distribuciones sectoriales.

Con respecto a estas últimas, cabe señalar que el sector primario, que nos ocupa, supone un 7,8 % del Valor Añadido Bruto, siendo un 13,8% la participación del sector industrial, y un 9,2% la del sector construcción, quedando por tanto el 69,2% para el sector servicios. Es, sin embargo, mayor su implicación en los insumos de trabajo alcanzando esta un valor de 10,2%. Dicha participación sigue siendo la menor de todos los sectores ya que el industrial tiene una cuota del 12,1%, la construcción del 13,0% y por último el sector servicios abarca un 64,7%. Estas cifras indican que la productividad aparente del trabajo en el sector primario es inferior a la de aquellos sectores en los que la participación en los insumos de trabajo es inferior a la del VAB, como son el sector industrial y el sector servicios.

Basándonos en las tablas de Principales Resultados podemos calcular algunos ratios interesantes para el sector primario, en el ámbito de la productividad de los factores y de las productividades aparentes. La tabla n 10 nos muestra la estructura del valor añadido bruto por ramas de actividad no homogéneas. Los datos desglosados nos permiten calcular las

productividades aparentes de dos importantes partidas relacionadas con los factores de producción. Así obtenemos los valores de 2,71 para la Remuneración de asalariados y 21,98 para el Consumo de capital fijo en lo que se refiere al sector primario. Por otro lado, la tabla n° 9, nos proporciona la Composición de la Producción interior de Andalucía, de modo que para el sector primario calculamos un ratio de 2,65 de Producción Interior por unidad de Consumos Intermedios a precios de adquisición.

Estos ratios económicos que se deducen de las tablas I-O, si bien están relacionados con el interés de nuestro trabajo, solo nos proporcionan información macroeconómica. Sin embargo, como es bien sabido, los datos finales que aparecen como elementos de las tablas I-O, son el resultado de la agregación de las cantidades transferidas entre los distintos sectores, y se basan en los microdatos correspondientes a las distintas empresas pertenecientes a cada sector.

Por otro lado, una vez observada la estructura de la información recogida para la realización de las tablas I-O, entendemos que ésta nos permite emprender un estudio de adaptación de la misma, con el fin de que nos sirva de base para el análisis de eficiencia técnica en un contexto microeconómico. La metodología que aplicaremos para la estimación de dicha eficiencia, se enmarca dentro de los métodos de función frontera, comparando entre sí el comportamiento productivo de un grupo homogéneo de empresas.

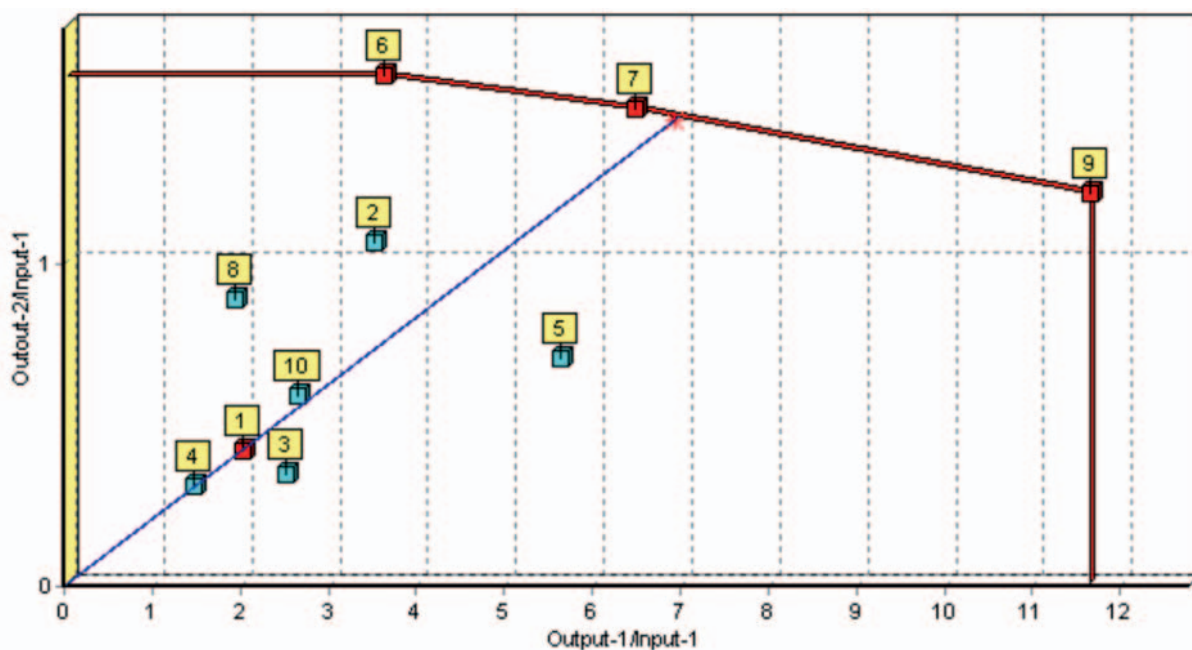
El análisis de eficiencia en producción es aplicado con mucha frecuencia en trabajos de investigación económica, tanto en el ámbito de la eficiencia técnica a través de función frontera de producción, como de la eficiencia asignativa y económica tomando como base la frontera de costes o la de beneficios. Las dos metodologías más empleadas en la actualidad en la estimación de la eficiencia mediante función frontera son, la programación matemática mediante Análisis Envolvente de Datos o DEA (Seiford y Thrall, 1990) y la que se denomina frontera econométrica (Battese, 1992). Ambos métodos permiten estimar el nivel de eficiencia medio de la muestra así como el índice de eficiencia de cada empresa. Un buen tratado sobre los aspectos más relevantes de esta materia se encuentra en el trabajo coordinado por Álvarez (2001), así como en los realizados por Coelli et. al. (1999) o

Kumbhakar y Lovell (2000). En este trabajo aplicaremos el método DEA.

La puesta en práctica de los métodos frontera de análisis de eficiencia requiere la modelización de la tecnología de producción, siendo imprescindible realizar un estudio previo de las variables matemáticas y económicas que recogerán los efectos relacionados con los aspectos de interés en dicho análisis. Estas variables son principalmente las que cuantifican

los resultados del proceso (Producción), y los recursos empleados para la consecución de dichos resultados (Factores de Producción). En este contexto denominamos a dichas variables Outputs e Inputs respectivamente. Se trata en definitiva de modelizar la función de producción, aunque cuando se aplica la metodología no paramétrica no es necesario especificar la función matemática que recoge la tecnología.

**Gráfico 1. Representación gráfica del método de Análisis Envolvente de Datos (DEA)**



Si bien en el apartado nº 2 de este capítulo haremos un pequeño resumen sobre el fundamento teórico de esta metodología, adelantamos aquí algunos aspectos que ayuden a entender como se realiza la evaluación de la eficiencia técnica mediante métodos frontera no paramétricos. Así, en el gráfico nº 1 observamos la representación de la solución frontera DEA para un ejemplo pequeño. Se trata de un ejercicio con 10 unidades de decisión (empresas) y solo 2 Outputs y 1 Input. En este caso concreto realizamos una orientación al input, en la que se busca la reducción máxima de input, dados los outputs producidos. Si imponemos la condición de rendimientos de escala constantes, la estructura del modelo permite representar las empresas y la frontera (envolvente). Se trata de

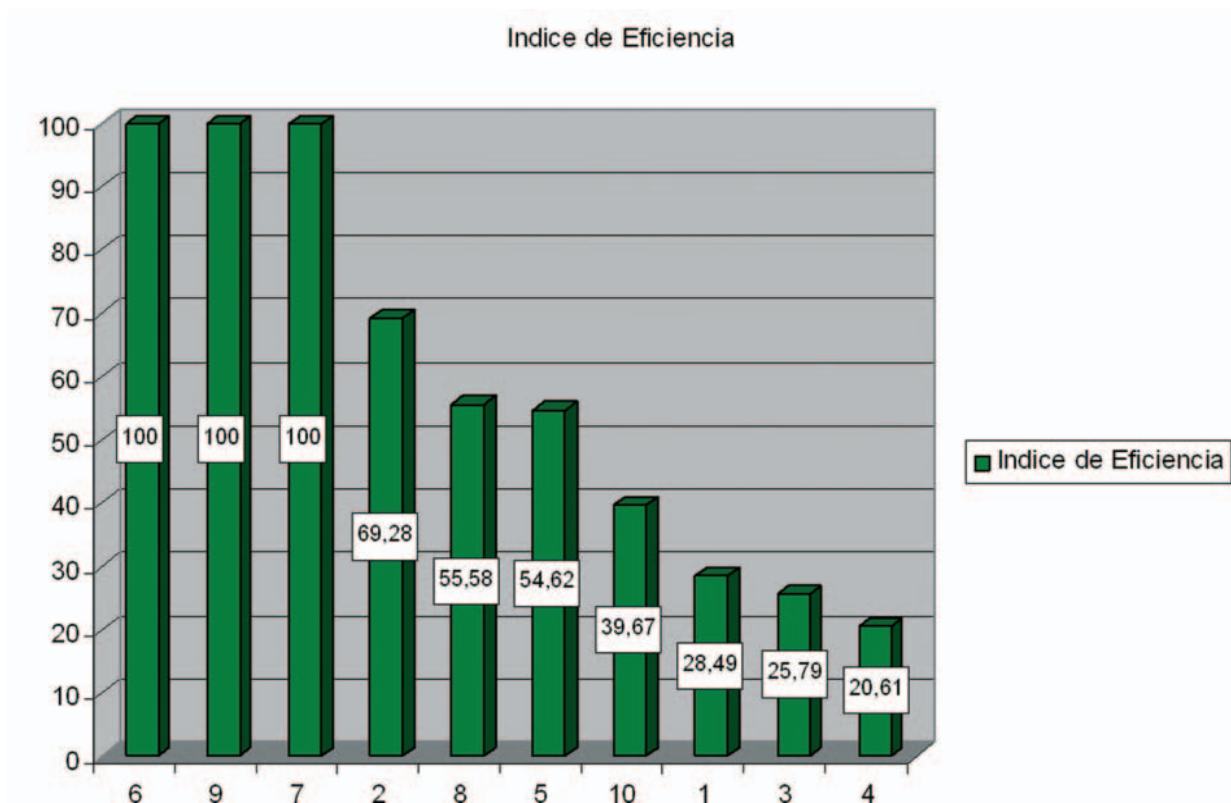
un gráfico bidimensional donde cada eje representa uno de los ratios que miden el output por unidad de input. Las coordenadas de cada punto (empresa) corresponden a sus valores observados para estas magnitudes.

En la solución del modelo, vemos que hay tres empresas en la frontera, que son totalmente eficientes (6, 7 y 9), mientras que el resto tienen algún grado de ineficiencia. Esto se interpreta de modo que trazando proyecciones radiales desde el origen hacia la frontera, la distancia relativa a la envolvente nos mide la ineficiencia. En el gráfico nº 1 podemos ver como la proyección radial trazada por el punto que representa a la empresa 1, corta a la envolvente en un punto ficticio (no observado) próximo al de la empresa 7. Este punto representa

a una empresa que, combinando los dos ratios en la misma proporción que la empresa 1, sería capaz producir igual cantidad de outputs consumiendo menos cantidad de input. En resumen, la solución nos dice que, de acuerdo con el comportamiento conjunto de toda la muestra, es posible, que cada empresa ineficiente mejore sus resultados teniendo como

referente un punto en la frontera. En el caso de la empresa 1 su referente es una combinación lineal de las empresas eficientes 7 y 9. Sin embargo, la empresa 7 está mucho más próxima a la 1 que la 9, en lo que se refiere a las proporciones producidas de outputs por unidad de input.

**Gráfico 2.- Diagrama del índice de eficiencia con el método DEA**



En el gráfico nº 2 se representan los valores obtenidos del índice de eficiencia para cada empresa, siendo el valor medio de 54,89, lo que indica que se podría conseguir para esta muestra una disminución media de consumo del input del 45,11%.

Como hemos visto en el ejemplo anterior, mediante este enfoque metodológico, el nivel de eficiencia se estima midiendo la distancia radial de cada empresa a una frontera (envolvente) determinada por las que son totalmente eficientes. Sin embargo, la comparación entre empresas solo tiene sentido admitiendo que todas siguen una idéntica tecnología de producción, es decir que todas tienen la misma función de producción.

Por este motivo, hemos planteado la utilización de la información recogida para la elaboración de las tablas I-O, en un contexto microeconómico, en el que se puede estimar el nivel de eficiencia mediante la comparación de empresas que tengan entre sí el mayor grado posible de homogeneidad. En base a lo anterior, queda claro que, para el análisis de eficiencia objeto de estudio, será necesario estructurar la información de modo que podamos analizar grupos homogéneos de empresas por separado y será necesario contar con datos que cuantifiquen las variables que intervienen en el proceso de producción.

Nos encontramos, por tanto, ante la problemática de definir dichos grupos y adaptar los datos que se recogieron

para la elaboración de las tablas I-O, con el fin de medir los outputs e inputs de cada grupo. Teniendo, pues, en cuenta, que hemos de trabajar a nivel de grupo homogéneo, y dada la envergadura de las tablas I-O, está claro que un análisis completo de todos los sectores de la economía sería inabarcable. Por este motivo, hemos centrado nuestro estudio en el sector primario de Andalucía. Dentro del sector primario, y en base a la disponibilidad de la información, nos hemos limitado al estudio de la Ganadería y la Agricultura.

En adición, y basándonos en las razones ya expuestas con respecto a la homogeneidad requerida en el interior de la muestra, el nivel aconsejado sería la realización de un análisis frontera para cada aprovechamiento. Así, la definición de grupos homogéneos a nivel de aprovechamiento supone que entendemos por unidad de decisión no a cada empresa, sino a cada actividad productiva, es decir, un cultivo o una ganadería concreta, como por ejemplo trigo, en caso de la agricultura, o vacas de leche, en el caso de la ganadería.

En la adaptación de la información previa recogida para las tablas, nos encontramos con el problema de que los datos proceden de encuestas realizadas a empresas agropecuarias, y una gran proporción de ellas realizan varias actividades productivas. Esto ocurre tanto en Ganadería como en Agricultura. Esta circunstancia, nos ha llevado a tener que realizar una separación a nivel de aprovechamiento, en cada una de las empresas que tenían esta característica, pasando así la información de nivel empresa a nivel aprovechamiento. La principal tarea en esta separación ha sido la derivada de tener que repercutir a cada aprovechamiento la parte correspondiente de algunos inputs que se habían recogido de forma global para toda la empresa.

La base de datos de la que hemos partido esta estructurada en varias tablas relacionadas, pero, dado que el objetivo original era distinto del que nos ocupa, esto nos ha ocasionado serios problemas hasta que toda la información ha quedado en el formato requerido para el análisis de eficiencia. Así, siguiendo el procedimiento que se describe en el apartado 2.1, cuantificamos el output y los inputs de cada unidad de producción, pudiendo estas ser reorganizadas por aprovechamientos.

Teniendo en cuenta, por otro lado, la dimensión del presente documento, hemos considerado oportuno dedicar nuestra atención a un solo análisis de eficiencia en cada uno de los dos subsectores mencionados.

En Ganadería, contamos en la muestra con 470 unidades de producción de los siguientes aprovechamientos ganaderos: Bovino, Porcino, Ovino, Caprino y Aves. En este documento presentamos el análisis de eficiencia técnica del Porcino.

En Agricultura, en cambio, el número de aprovechamientos distintos en la muestra es de 127 con 2903 unidades de producción. Por este motivo, hemos considerado que no se incide en un error considerable si se acepta la hipótesis de que existe una tecnología similar para todos los

cultivos incluidos en grupos de aprovechamientos, con lo que serían objeto de estudio los siguientes grupos: Olivar, Cereales, Oleaginosas, Frutales, Industriales, Cítricos y Flores. Nos hemos limitado aquí al estudio del Olivar.

Recientemente se vienen desarrollando métodos de estimación de eficiencia que tienen en cuenta la presencia de factores externos al proceso de producción, los llamados *Factores de ambiente o entorno*<sup>1</sup>, y que son incontrolables por parte de los responsables de las unidades de gestión de las muestras estudiadas. Estos factores responden al hecho de que existen circunstancias particulares para las distintas submuestras, lo que provoca que la frontera no sea común a todas las unidades. La realización de un análisis sin tener esto en cuenta daría lugar a que empresas que no llegan a la frontera por imperativos de su entorno fueran calificadas como ineficientes.

La idea central de los métodos de análisis con variables de entorno es que la eficiencia que se deriva de la resolución de la frontera incluyendo únicamente las variables propias de la producción, es decir inputs y outputs, contiene solapados dos efectos distintos que se deben, uno a la eficiencia de la unidad de producción dentro de su entorno (frontera) y otro a la diferencia en productividad debida a dicho entorno en comparación con los demás. Si, por otro lado, tenemos en cuenta que el Análisis Envoltente de Datos no tiene capacidad para separar el efecto del error aleatorio, habría que considerar también este efecto dentro de los slacks que resultan de la resolución de un modelo donde no se incluyan las variables de entorno.

De manera general, se puede decir que los esfuerzos efectuados para descomponer estos efectos han dado lugar a los distintos métodos<sup>2</sup>. Uno de los enfoques que se ha llevado a cabo para la inclusión de variables de entorno en el análisis de eficiencia es el que se denomina “de programas” y fue inicialmente planteado por Charnes, Cooper y Rhodes (1981), con el fin de estudiar posibles diferencias inducidas por la aplicación de un Programa de Actuación en un subsector concreto de colegios públicos. Este método estima fronteras separadas para los distintos subsectores y posteriormente proyecta sobre la frontera para eliminar la ineficiencia intraprograma. Una segunda frontera con los datos corregidos para toda la muestra da lugar a estimaciones de distancias que únicamente se deben al efecto del programa. Estas últimas distancias permiten la evaluación de dicho programa. El objetivo, por tanto, de este método es la valoración del efecto de la variable de entorno considerada.

En esta misma línea Dios-Palomares et al (2006) plantean un nuevo método de tres etapas con variables categóricas, que supone una continuación de la propuesta comentada de Charnes, Cooper y Rhodes (1981), y que tiene una parte común al de dichos autores, que incluye solo la primera etapa, y la segunda hasta la estimación del modelo DEA conjunto. Para ello proponen una nueva corrección de datos dentro de la segunda etapa, y una tercera etapa que dará origen a las eficiencias corregidas por la variable de entorno.

En este trabajo además de los Outputs e Inputs, hemos considerado, en algunos casos, que era necesaria la inclusión de variables de entorno, que intervienen de forma exógena en la producción, induciendo distinta tecnología dentro de la muestra que forma la frontera global.

1. Aunque la denominación más generalizada en la literatura para este tipo de factores es la de “variables ambientales” se optó por el término variables de entorno por no provocar confusión alguna con las de carácter medioambiental.

2. Una exhaustiva revisión de todos estos métodos se puede ver en Rouse (1996) y Dios-Palomares et al (2006).

Así, en Ganadería entendemos que en la producción de Porcino, la tecnología implícita en el cerdo ibérico es distinta de la del cerdo blanco, por lo que se presenta como necesaria la consideración de una variable de entorno que recoja esta característica.

En el caso de la Agricultura, en cambio, la variable de entorno que hemos creído necesario incorporar al análisis es la que se refiere al riego, entendiéndose que es muy distinta la producción en secano que en regadío.

Por último, en la investigación de la eficiencia de cualquier sector económico, consideramos de vital importancia que las conclusiones derivadas del estudio, no se limiten a interpretar los resultados del modelo DEA, sino que se realice un análisis posterior en el que se estudien las posibles asociaciones entre ciertas características de las empresas y los niveles de eficiencia encontrados. De esta forma, se pueden establecer estrategias que lleven a una mejora real de la eficiencia del sector. Sin embargo, en el ámbito de las técnicas no-paramétricas, no resulta inmediato este análisis de segunda etapa, que tiene como objetivo encontrar posibles relaciones entre el índice estimado con DEA y las características empresariales que denominamos *factores de eficiencia*. En este sentido, distinguimos entre este tipo de variables y las denominadas *variables de entorno*, ya comentadas (Dios et al, 2006).

En los casos en que la eficiencia se estima mediante DEA, son varias las razones que desaconsejan la aplicación de las técnicas de regresión en la segunda etapa, siendo la más inmediata el hecho de que el índice proviene de la aplicación de un método no paramétrico. No es menos importante, sin embargo, el hecho de que la propia metodología del método DEA proporciona medidas de la eficiencia con sesgo y alto grado de autocorrelación. En adición, hay que tener en cuenta que es muy posible que los factores de eficiencia estén correlacionadas con los outputs y los inputs (Simar y Wilson, 2007).

En nuestro trabajo, los microdatos que estaban disponibles nos han permitido investigar sobre las posibles relaciones entre los niveles de eficiencia estimados y algunas variables que hemos modelizado como *factores de eficiencia*. Estas relaciones, se han buscado aplicando métodos no paramétricos, con el fin de establecer perfiles de las empresas que mejor han utilizado sus recursos para obtener la producción.

En cuanto a las aplicaciones efectuadas hasta la fecha en el sector primario, hemos de señalar que, a nivel nacional no son muchos los trabajos de análisis de eficiencia realizados en agricultura y ganadería, aunque merecen especial mención las aplicaciones al sector lechero realizadas en su gran mayoría en la universidad de Oviedo. Así, cabe señalar entre las más recientes las investigaciones que relacionan eficiencia, genética y calidad de la leche de Alvarez et al (2005) y Roibas y Álvarez (2006). También son interesantes otros estudios de eficiencia de distintos aprovechamientos ganaderos en la zona

norte de España, entre los que se encuentra el de Iraizod y Atance (2003). Desde el punto de vista de la eficiencia medioambiental, destacan los llevados a cabo por Arandía y Aldanondo (2005) en Navarra y Castillo (2005) en Andalucía.

Particularizando a la agricultura, en el sector de cítricos, Picazo y Reig (2003 y 2005), han estudiado recientemente la eficiencia, aplicando distancias no radiales, para la región de Valencia. En Andalucía, también encontramos los cítricos como objeto de estudio en los trabajos realizados por Vicario et al (2003 y 2005).

Con respecto a otros aprovechamientos agrícolas, Cañero y Calatrava (2001) y Dios-Palomares y Martínez (2003 y 2004) analizaron la eficiencia de explotaciones hortícola bajo abrigo. Vicario et al (2000) realizaron un análisis de eficiencia en explotaciones multicultivo. Otra comparación de la eficiencia de dichas explotaciones con el índice de innovación se presenta en Dios-Palomares et al (2003).

En el sector del olivar se han efectuado análisis de eficiencia cuyos resultados se recogen en Dios-Palomares y Calatrava (1998). En ellos se presenta un análisis realizado a nivel nacional sobre una muestra de explotaciones de olivar, concluyendo que la eficiencia técnica media del sector es de 0.9, con una elevada desviación típica. De esta información se deriva la posible mejora del sector estableciendo medidas que lleven a ello. Sin embargo la falta de datos de tipo socioeconómico no permitió detectar los posibles factores determinantes de la eficiencia, aunque sí se pudo establecer cierta asociación entre eficiencia y tamaño de la explotación. Recientemente Lambarraa et al (2006) presentan los resultados de un análisis de eficiencia para el sector del olivar, incidiendo sobretodo en el cambio en productividad y su descomposición utilizando índices de Malmquist.

En todos los antecedentes comentados, el estudio se enmarca o bien a nivel nacional o en base a muestras extraídas en zonas concretas de las distintas regiones españolas, pero ninguna tiene como estudio la comunidad andaluza en su totalidad. En nuestro trabajo, los resultados se pueden inferir a dicha comunidad, puesto que se trabaja con los microdatos que se extrajeron con el fin de elaborar las tablas I-O.

Como ya se ha comentado, nuestro trabajo estará enfocado a adaptar dichos microdatos a la modelización de la función de producción, para su utilización en el análisis de eficiencia técnica en el ámbito del sector primario de Andalucía. Aunque por motivos de espacio se analice solo un grupo de aprovechamiento en cada subsector, la metodología planteada es totalmente generalizable dentro de cada uno de ellos.

El resto del capítulo se estructura de la siguiente forma. En el apartado n 2 se presentan los aspectos metodológicos en que se apoya la investigación, y en los dos siguientes se recogen los resultados referentes a los análisis de eficiencia técnica en Ganadería y Agricultura, respectivamente. Tras las conclusiones del apartado n° 4, una relación de las referencias bibliográficas reseñadas en el trabajo pone fin al documento.





## 2. Aspectos Metodológicos

### 2.1. Adaptación de la información

Como ya se ha comentado en la introducción, los datos que nos servirán para la realización de la investigación, son los que se utilizaron como información primaria en la configuración de las tablas I-O de Andalucía para el año 2000. Dicha información se recabó y estructuró con el objetivo principal de representar la realidad socioeconómica del sector agrario andaluz sobre los resultados obtenidos en el año 2000, a partir de un sondeo realizado sobre la campaña agrícola 1999-2000.

Ese trabajo, se inscribió en el marco de un convenio de colaboración suscrito entre la Junta de Andalucía, concretamente el Servicio de Estudios Estadísticos de la Consejería de Agricultura, el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) con ETEA y ETSIAM (Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y Montes) y consistió en la realización del diseño y construcción de un sistema de información para el apoyo a la toma de decisiones en el ámbito agrario andaluz y la realización de las tablas I-O del año 2000. Se realizaron un total de 2018 encuestas que se seleccionaron de acuerdo con los criterios de muestreo planteados en los siguientes tres frentes:

- Sectorial, entendido como actividades agrícolas y ganaderas
- Superficial, entendido como tamaño o dimensión de la explotación agrícola o ganadera
- Socioeconómico, entendido como valor añadido y consumo de mano de obra que determinadas explotaciones o actividades proporcionan al valor de la producción agraria y empleo de la zona.

Como resultado de dicha selección, la composición se estructuró de forma que el 81,37% eran empresas agrícolas, el

10,60 % empresas ganaderas, y el resto empresas mixtas, estando todas repartidas entre las 8 provincias de la comunidad andaluza.

En cada encuesta, la unidad de análisis es la empresa, y en ella se recogen tanto los aspectos generales de funcionamiento como los de su realidad jurídica y socioeconómica. Se recaba asimismo información de cada actividad productiva por separado, en lo que se refiere a costes, producción y comercialización, si bien, como ya se ha comentado anteriormente algunos gastos se evalúan de forma global.

Así, la base documental inicial de nuestro trabajo ha sido el contenido de varias tablas en formato de Microsoft Access relacionadas entre si y con un alto nivel de complejidad. A partir de estos registros hemos seleccionado y separado los datos de interés para el análisis de eficiencia<sup>3</sup>.

En resumen, las fuentes de dificultad en la adaptación de la información han sido las siguientes:

- La información recogida en varias tablas relacionadas daba lugar a resultados repetidos y en distinta dimensión de la que se necesitaba. Esto requirió un trabajo de reorganización de los registros extraídos de las tablas.
- Muchas empresas eran multiactividad y hubo que separar por actividades y repercutir los gastos comunes.
- Todos los aprovechamientos aparecían mezclados con lo que fue necesario separar primero por aprovechamientos y posteriormente organizar grupos de aprovechamientos homogéneos.
- Para incluir en el estudio las variables de entorno fue necesario separar el Porcino en blanco e ibérico en el caso de la ganadería. Igualmente en agricultura se separaron los cultivos de secano de los de regadío.
- Aunque en este documento solo presentamos el análisis de eficiencia de dos grupos de aprovechamientos, dado que estaban todas las empresas y actividades mezcladas, hemos trabajado con la totalidad de la muestra en la fase de preparación de los grupos de estudio.

---

3. En esta fase del trabajo se ha contado con la colaboración científica de Antonio Arquero Mota, Juan Francisco Gómez García y Susana Naranjo Sáez de Tejada.

Así, las variables económicas que se han derivado de las bases de datos que sirvieron para elaborar las tablas I-O son 82 para las actividades ganaderas y 40 para las agrarias. En las tablas A-1 y A-2 del Anejo se recogen los nombres de las mismas a partir de la segunda columna, y estructuradas por conceptos.

## 2.2. Variables para el análisis de eficiencia

Los tipos de variables que intervienen en el modelo se pueden clasificar y definir atendiendo a su implicación y función en el proceso productivo, distinguiéndose cuatro grupos de variables, tal y como se expone a continuación:

**1. Output:** Son las variables que representan los productos y servicios que se obtienen en el proceso de producción.

En la estimación de la eficiencia técnica lo más apropiado es especificar los outputs en cantidades físicas. Sin embargo, también es factible expresarlos en unidades monetarias que representen el valor de la producción. Esta forma se adopta cuando hay alguna limitación para llevar a cabo la primera, ya que el valor de la producción implica al precio de venta y por tanto la eficiencia que se calcula podría estar recogiendo parte del efecto debido a la eficiencia económica.

Son varias las limitaciones que pueden obligar al empleo del valor monetario, aunque se da sobretodo en el caso de producción multioutput, cuando se opta por agregar la producción en uno solo. En estas circunstancias, el método más inmediato de agregación consiste en utilizar los precios de venta como ponderaciones, lo que es igual que sumar los ingresos recibidos por ventas de los diversos outputs producidos.

Cuando se usa la metodología de función frontera econométrica, el modelo, a diferencia del DEA, solo admite la consideración de un output, con lo que esta opción es imprescindible. También existen circunstancias en que la fuente de los datos no nos proporciona las cantidades producidas, pero sí su valor.

En nuestro trabajo, la base de datos nos proporciona cantidades producidas, pero nos encontramos con el problema de que el grupo de aprovechamientos incluye outputs distintos. En la ganadería porcina tendríamos que comparar unidades producidas de cochinos blancos e ibéricos. En agricultura, aparte de producción en secano y regadío para cada cultivo, tenemos varios cultivos, por ejemplo, en el grupo de cereales. En consecuencia, el output considerado se medirá como el valor de la producción en euros.

**2. Input:** Representan los factores de producción que se consumen durante el proceso.

Los inputs que intervienen en el proceso de producción se pueden especificar a distinto nivel de agregación siendo la máxima agregación la que establecen los dos inputs por excelencia: Capital y Trabajo.

El capital se puede desagregar en Circulante y Fijo.

Con respecto al Trabajo, al igual que con la Producción, la eficiencia técnica queda mejor recogida si éste se mide en horas trabajadas. Sin embargo, el hecho de que haya distintas cualificaciones, así como la dificultad de conseguir los datos,

provoca que en muchas aplicaciones se utilice el valor de la mano de obra empleada en la producción.

En nuestro estudio, haremos la desagregación en los dos tipos de capital y especificaremos una sola variable que recoja el trabajo, y con el fin de darle homogeneidad y simplicidad al análisis, la mediremos en unidades monetarias.

Los inputs considerados serán por tanto:

**Trabajo:** Se ha medido en base a los gastos en Mano de Obra tanto fija como no fija.

**Capital:** Se ha calculado sumando los gastos de explotación y todos aquellos que tienen carácter de circulante. Además las amortizaciones, en forma de flujos también se han incluido en esta variable.

Además del capital ya considerado se ha de incluir en el análisis la parte de capital fijo que representa el principal input de la producción, y que va a ser diferente dependiendo del subsector considerado.

En el caso de la Ganadería el tercer input es el

Ganado: medido en cabezas de ganado empleadas en la producción y en el caso de Agricultura es la

Superficie: medida en Has en producción.

**3.-Variables de entorno:** Se trataría de aquellas variables no controlables a corto plazo, que inciden en distintos niveles de productividad, y por tanto, en distintas fronteras. En ganadería, la variable de entorno que hemos considerado es la Raza, ya que la tecnología de producción es muy distinta según que el cerdo sea o no ibérico, tanto en el manejo como en la estabulación y la alimentación. Esto repercute en la estructura de los costes, y en la mano de obra.

En agricultura, es el sistema de Riego el que incide como variable de entorno ya que claramente éste afecta directamente a la productividad y también la estructura de los costes y de la mano de obra es distinta.

**4.-Factores de eficiencia:** Se refiere a aquellas variables que determinan distintos niveles de eficiencia dentro de la misma frontera. Son variables que representan características relacionadas con la mejor o peor gestión de los recursos en el proceso de producción y que podrían ser corregidas a corto plazo.

Es frecuente que se consideren en este grupo características empresariales y socioeconómicas. La base de datos con que hemos contado nos da poco juego en este sentido, pero no obstante sí hemos estudiado posibles asociaciones de la eficiencia con algunas variables que son: la jurídica de la empresa, los estudios específicos, el sexo y el régimen de IVA.

Para la medición de todas las variables que intervienen para el análisis de eficiencia hemos partido de las variables económicas a que se ha hecho referencia en el epígrafe anterior. Así, en las tablas A-1 y A-2 del Anejo se puede observar la correspondencia que establece la forma en que se han cuantificado. En la primera columna (C-1) aparecen los nombres del output (Producción), Inputs (Trabajo, Capital Circulante y Capital Fijo) y de los Factores. Para cada una de ellas, en las columnas C-2 y C-3 se encuentran las correspondientes variables económicas extraídas de la base de microdatos de las tablas I-O, y que tienen relación con las que intervendrán en el análisis de eficiencia.

## 2.3. Análisis de eficiencia mediante DEA

El modelo original de DEA fue desarrollado por Charnes et al (1978). Para calcular la eficiencia relativa de una empresa<sup>4</sup>, actualmente se prefiere resolver el problema dual, modelo que puede ser escrito de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ & s.a : \\ & - y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Donde:

X = matriz de inputs KxN

Y = matriz de outputs MxN

$\theta$  es un escalar. Multiplica al vector de inputs

$\lambda$  es un vector de constantes Nx1. Multiplica a la matriz de inputs y outputs.

N = número de empresas

El dual permite ilustrar acerca de la naturaleza de la eficiencia relativa dado que se obtienen, en el caso que existan, las holguras (slacks) o reducciones no radiales de inputs. Para que una unidad sea considerada técnicamente eficiente en el sentido de Farrell,  $\theta$  será igual a uno y las holguras serán igual a cero.

Debe señalarse que es preciso resolver el problema lineal N veces, obteniéndose en cada iteración la eficiencia relativa de una empresa.

El modelo presentado hasta aquí asume que todas las empresas se encuentran operando en la escala óptima con rendimientos a escala constantes (CRS). Más adelante, Banker et al (1984) sugieren una extensión del modelo hacia situaciones de rendimientos variables a escala, modificando el programa lineal de manera de incorporar una restricción de convexidad ( $\mathbf{N1}'\lambda = 1$ ). Para diferenciarlo del anterior se le llama modelo de rendimientos variables a escala (VRS), y la expresión del mismo es la siguiente:

$$\begin{aligned} & \min_{\theta, \lambda} \theta \\ & s.a : \\ & - y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\ & \mathbf{N1}'\lambda = 1 \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Donde: N1 es un vector unitario Nx1

Esta modificación permitió descomponer a la eficiencia técnica (que llamaremos en adelante eficiencia técnica global) en dos, eficiencia técnica pura y eficiencia de escala. Para ello deben calcularse los dos modelos, CRS y VRS, con los mismos datos: si hay una diferencia entre las dos mediciones para una empresa en particular, entonces significa que dicha empresa posee ineficiencia de escala, y que el valor de ineficiencia es el cociente entre la medición CRS y la medición VRS.

La eficiencia técnica pura coincide con la medición VRS. La ineficiencia de escala se origina de producir en un nivel de escala que no es óptimo, considerando como tal al que se obtiene de reescalar la actividad de las empresas eficientes (CRS=1). La eficiencia técnica global es el producto de las dos eficiencias, técnica pura y de escala, y su medición coincide con el modelo CRS.

El modelo de Banker et al (1984) puede tener dos orientaciones, hacia la optimización en la combinación de inputs (modelo orientado al input) para la obtención del output, o hacia la optimización en la producción de outputs (modelo orientado al output). El descrito es el modelo orientado al input.

Al tratar con el modelo CRS, el cálculo de las ineficiencias input-orientadas obtiene los mismos valores que el cálculo de las ineficiencias output-orientadas. Pero si el modelo es VRS, habrá diferencias en el cálculo de las ineficiencias según se orienten hacia inputs o hacia outputs.

## 2.4. El Método Múltiple DEA+DEA+DEA (Dios-Palomares et al, 2006)

Para describir el método aplicado se plantea el caso de una variable de entorno dicotómica y orientación al input, por simplicidad y sin que esto suponga una grave pérdida de generalidad. El método se aplica sobre una muestra de N empresas, donde las variables a contemplar en el análisis de eficiencia son M outputs ( $y_i$ ), L inputs ( $x_j$ ), con una variable de entorno dicotómica z con valores  $z_h$  para  $h = a, b$ . En función de dicha variable, la muestra queda dividida en dos submuestras, de tamaño  $N_h$ , cuyas matrices de datos serán  $Y_h$  ( $N_h \times M$ ) para los outputs y  $X_h$  ( $N_h \times L$ ) para los inputs, ambas para  $h = a, b$ . El método se puede analizar describiendo las tres etapas en las que se estructura, tal y como se propone a continuación:

a) Primera Etapa: Se divide la muestra en las submuestras correspondientes a distintos valores de la variable de entorno, y se estima una frontera mediante DEA para cada una de ellas. Siguiendo con el ejemplo propuesto, se estiman dos fronteras para  $h=a$  y  $h=b$  mediante dos modelos DEA orientados al input, obteniendo en cada una los slacks totales correspondientes a cada input y outputs (en su caso), que denominaremos  $S_{xjh}$  para  $j = 1, \dots, L$ , y  $S_{yih}$  para  $i=1, \dots, M$ . Posteriormente se sustituyen los valores observados de input o output por sus valores objetivos (proyectados sobre la frontera), cada uno en su submuestra correspondiente. De esta forma se elimina la componente de ineficiencia relativa de cada unidad dentro de su grupo. Así, se calculan para cada valor de h (a y b) los nuevos valores para los inputs y outputs según la siguiente corrección:

4. Aunque en nuestro caso la unidad de decisión puede que no coincida con una empresa preferimos continuar utilizando la palabra empresa por ser más general.

$$x_{jh}^* (n_h, j) = x_{jh} (n_h, j) - S_{x_{jh}} \text{ para } j = 1, \dots, L; n_h = 1, \dots, N_h$$

$$y_{ih}^* (n_h, i) = y_{ih} (n_h, i) + S_{y_{ih}} \text{ para } i = 1, \dots, M; n_h = 1, \dots, N_h$$

siendo  $X_h$  y  $Y_h$  los valores originales, respectivamente, de inputs y outputs.

b) *Segunda Etapa*: Se estima una nueva frontera mediante DEA, con todas las unidades y con los valores corregidos. Las nuevas matrices con los datos de outputs e inputs corregidos en la etapa anterior contienen todos las unidades muestrales y las denominamos  $Y^*(N \times M)$ , y  $X^*(N \times L)$ . En estas se basa el modelo DEA, que se resuelve en esta etapa orientado al input. La distancia a la frontera estimada en esta segunda etapa recoge precisamente el efecto de la variable entorno, que será utilizado en el procedimiento de contrastación posterior a la tercera etapa.

Igualmente, la resolución del método dará como resultado los slacks totales para cada input y output (en su caso) que son  $S_{x_j}^*$  para  $j = 1, \dots, L$ , y  $S_{y_i}^*$  para  $i = 1, \dots, M$ . Posteriormente se corrigen los datos originales de inputs y outputs con dichos slacks para eliminar el efecto del entorno. La corrección que se efectúa es la siguiente<sup>5</sup>:

$$X^{**} (n, j) = X (n, j) - S_{x_j}^* \text{ para } j = 1, \dots, L; n = 1, \dots, N$$

$$Y^{**} (n, i) = Y (n, i) + S_{y_i}^* \text{ para } i = 1, \dots, M; n = 1, \dots, N$$

c) *Tercera Etapa*: Se estima de nuevo mediante DEA la envolvente definitiva con los datos originales corregidos y procedentes de la segunda etapa. Como resultado de la corrección, las nuevas distancias a la frontera solo recogerán el efecto de la propia ineficiencia de cada DMU. Las nuevas matrices con los datos de outputs e inputs corregidos en la etapa anterior contienen todos las unidades muestrales y se denominan  $Y^{**} (N \times M)$ , y  $X^{**} (N \times L)$ . En estas se basa el modelo DEA, que se resuelve en esta etapa orientando al input y que dará como resultado los índices de eficiencia de cada empresa que ya no contienen el efecto de la variable de entorno.

#### *Análisis de contrastación del efecto "entorno"*

La determinación de las variables de entorno que deben tenerse en cuenta en el análisis no es inmediata. Tomando como base los datos recogidos para el análisis de eficiencia, cabría pensar en tres fuentes de información apropiadas para el estudio de dicha incidencia: las productividades individuales de cada input-output, el índice de eficiencia que resultara de un análisis conjunto con toda la muestra, y la comparación entre los resultados con fronteras separadas. No obstante, ninguna de las tres resuelve el problema con satisfacción. Con respecto a las dos primeras, esta claro que ambas incluyen tres efectos solapados debidos respectivamente al entorno, la eficiencia y el error. Por tanto, queda enmascarada la influencia que se

quiere determinar. Por otro lado, la consideración de fronteras separadas puede venir afectada por la relatividad de la medida y la comparación entre eficiencias no nos da la comparación entre productividades que es lo que realmente recogería la influencia de la variable de entorno.

Por este motivo, para dicha determinación, resulta imprescindible el conocimiento del proceso de producción en el sector y las distintas alternativas de la variable de entorno, ya que esto aportará información sobre su posible incidencia, así como sobre el sentido de dicha influencia. Una vez establecidas las variables de entorno, y aplicado el método antes expuesto, resulta imprescindible, sin embargo, la contrastación de la hipótesis de que el efecto entorno realmente es significativo. En caso negativo, habría que realizar el análisis de eficiencia sin tener dicha/s variable/s en consideración.

El contraste se basa en las siguientes variables:

Efecto entorno (*EEn*): Recogido por medio de la distancia a la frontera en la resolución de la segunda etapa del método.

Incremento porcentual de eficiencia (*IPEf*): Calculado según la fórmula:

$$IPEf = \left( \frac{ICEn - ISEn}{ISEn} \right) * 100$$

Siendo:

*ICEn* = Índice de eficiencia corregido del efecto de entorno. (Procede de la tercera etapa)

*ISEn* = Índice de eficiencia calculado con toda la muestra, p sin tener en cuenta el entorno. (Hay que calcularlo aparte ya que no es resultado de ninguna etapa del método)

Esta variable mide el cambio porcentual sufrido en cada DMU al tener en cuenta las variables de entorno, con respecto al resultado que se obtiene directamente del modelo DEA sin tomarlas en consideración.

El fundamento del contraste se basa en la idea de que si las variables de entorno realmente inciden en la tecnología de producción, tanto el efecto entorno (*EEn*) como el incremento porcentual (*IPEf*) serán significativamente diferentes para las submuestras consideradas en el análisis. Para ello se realizan análisis estadísticos no paramétricos de diferencias de medias. En el caso de dos variables, los métodos aplicados deben permitir la separación de la influencia de cada variable además del de la interacción.

5. Hay que tener en cuenta que esta corrección se efectúa sobre los valores originales y no sobre los que sirvieron de base al modelo de la segunda etapa.

### 3. Eficiencia técnica en Andalucía: Ganadería porcina

El análisis de eficiencia técnica del ganado porcino lo hemos realizado aplicando la metodología DEA, e incorporando la variable de entorno, ya comentado, referente a la raza de la ganadería: blanco e ibérico.

Una vez realizada la tarea de organización y separación de las unidades productivas, se realizó la depuración de los datos eliminando aquellas observaciones que por sus características no ofrecían garantías de no contener errores procedentes del trabajo de campo. Lo primero que efectuamos fue un estudio de valores extremos, tanto en lo relativo a las variables (output e inputs), como a las productividades. Una vez realizada dicha depuración, el análisis de frontera con la variable de entorno **Raza** se realizó aplicando el método de tres etapas DEA+DEA+DEA.

Como ya se ha expuesto en el apartado nº 2, este método permite separar el efecto debido a la Raza del nivel de eficiencia propio de cada unidad productiva. Para la aplicación del método hay que partir de las dos muestras separadas, blanco e ibérico, en la primera etapa. Posteriormente, se resuelven varios modelos DEA, con la muestra completa, realizando correcciones intermedias en los datos.

La frontera esta definida por las siguientes variables:

Output: **Producción**

Inputs: **Trabajo, Capital y Ganado**.

El análisis se efectúa orientando al output, por entender que el sistema productivo cuenta con una estructura fija importante como es el ganado. Además, pensamos que los objetivos deben de ir encaminados a aumentar en lo posible la producción manteniendo el consumo de recursos. La orientación contraria estaría justificada en un mercado totalmente saturado.

En la tabla nº 1, se presentan los valores medios de las variables del modelo tanto para la muestra total de Porcino como para los dos grupos de estudio según la raza sea blanco o ibérico. En ella se puede observar que aunque los ingresos medios en los cerdos ibéricos son menores que en los blancos, la diferencia no es significativa. Si lo es, en cambio, en lo que se refiere a los inputs ya que el consumo medio es menor también en el porcino ibérico. Es interesante señalar asimismo la diferencia existente en el tamaño medio de la empresa medido por el número de cabezas de ganado. Vemos que dicho tamaño es muy superior en las de cerdos blancos.

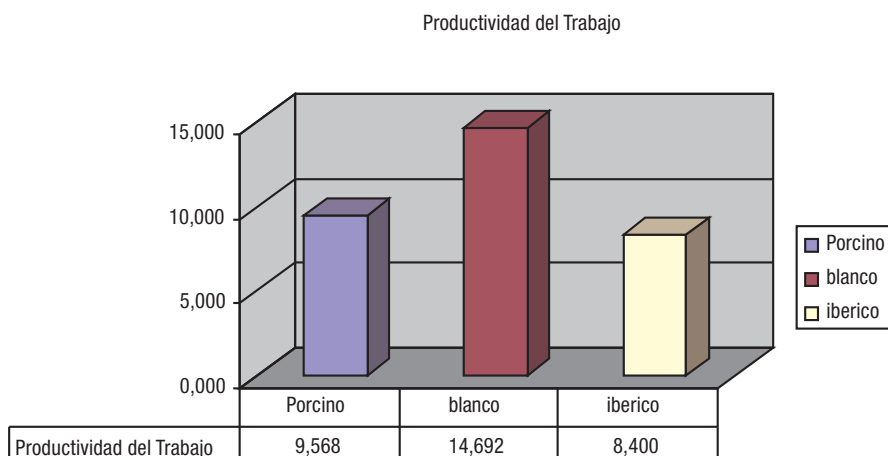
**Tabla nº 1.-Valores medios de las variables**

	Producción	Trabajo	Capital	Ganado
Porcino	129729,4	13328	44814,3	912
blanco	311105,1	23066,15	105120,6	2214,7
ibérico	88363	11107,1	31060,3	614,9

En todo análisis de producción es fundamental realizar un estudio de las productividades de los inputs con respecto al output. En realidad, si solo tuviéramos un input, esta medida sería la que nos reflejaría la eficiencia. La necesidad de tener un

punto de vista global en tres dimensiones para los inputs, es la que hace necesario el análisis de eficiencia mediante la metodología de función frontera que aquí aplicamos.

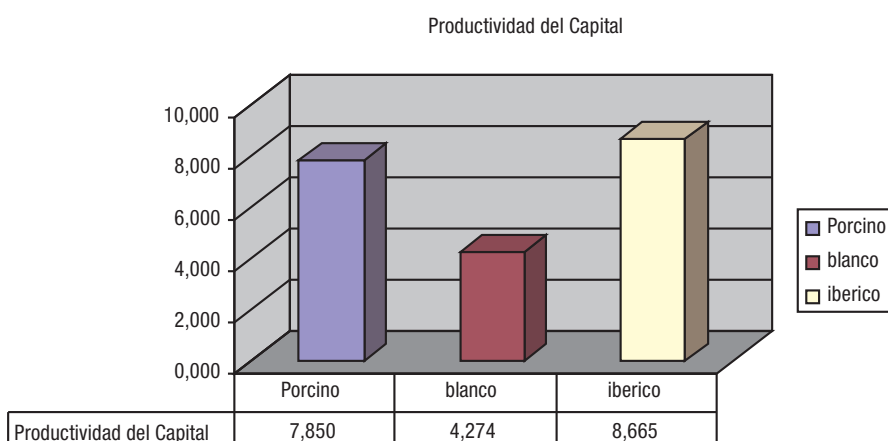
### Gráfico nº 3. Productividad media del Trabajo



Aunque con una visión unidimensional, las productividades nos pueden orientar y aportar luz sobre la repercusión que tiene sobre el output cada input consumido. En el caso en que nos interese considerar el efecto entorno, estas medidas resultan especialmente informativas.

En los gráficos nº 3, 4 y 5 aparecen representados los valores de las productividades de los tres inputs: Trabajo, Capital y Ganado. Se recogen en ellos las productividades medias para las muestras de Porcino (completa), así como para las submuestras de Blanco e Ibérico.

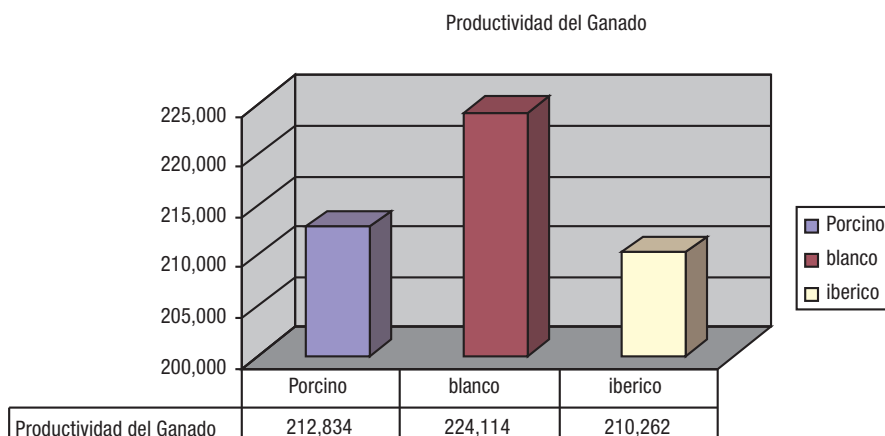
### Gráfico nº 4. Productividad media del Capital



Las productividades medias del Trabajo y del Ganado resultan superiores para los cerdos blancos que para los ibéricos, siendo inversa la relación para el Capital. Esto nos

indica que en el cerdo ibérico incide menos el gasto en mano de obra y más el capital en comparación con el blanco.

## Gráfico nº 5. Productividad media del Ganado



En referencia a las productividades del Ganado, la diferencia es relevante en el sentido de que con menos cabezas de ganado se consiguen bastante más ingresos en la ganadería de cerdo ibérico. Nos encontramos en suma con que las comparaciones de las productividades no nos dan base para decir nada definitivo. Sin embargo, queda claro que cabe esperar diferencias en productividades en función de la raza, y por tanto cierta diferencia en la función de producción y en la frontera. Además, es evidente, en base al propio desarrollo de la actividad, que la tecnología de producción no es la misma, siendo este el motivo de que se analice la eficiencia del sector

considerando una variable de entorno categórica que divide la muestra según sean los animales de porcino ibérico o no.

Una vez aplicado el método de las tres etapas DEA+DEA+DEA, obtenemos valores de los índices de eficiencia técnica, pura y de escala en las distintas etapas. En primer lugar, y aunque el método no lo requiere, se resuelve el modelo DEA tal como se haría sin variable Raza, es decir con la muestra completa. Esto nos da los valores iniciales que aparecen en la tabla nº 2. Los valores finales, de la misma tabla, son los que resultan de la resolución DEA de la última etapa donde se ha quitado el efecto Raza.

**Tabla nº 2. Índices de eficiencia iniciales y finales**

	Blanco	Iberico
<b>Técnica</b>		
inicial	58,61	60,625
final	67,625	59,466
<b>Pura</b>		
inicial	75,51	70,595
final	74,162	70,737
<b>Escala</b>		
inicial	80,632	87,173
final	91,435	83,953

En base a esta información, se calculan los incrementos porcentuales IPFE siguiendo la metodología comentada en el apartado 2.4.



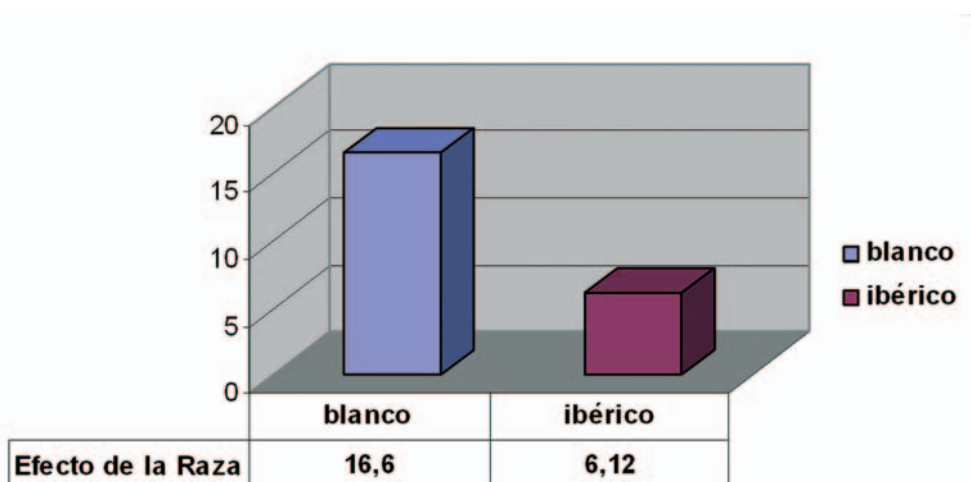
**Tabla nº 3. Incrementos medios de la Eficiencia.- IPEF**

	Blanco	Ibérico
IFEF Total	15,48	-3,02
IPEF Pura	0,62	0,05
IPEF Escala	14,54	-4,32

Estos incrementos recogen el error que se cometería no teniendo en cuenta el efecto Raza. Así, los datos de la tabla nº 3 informan de que la eficiencia de las explotaciones de cerdo blanco ha sufrido un incremento porcentual al tener en cuenta

la posibilidad de distinta tecnología. En cambio, la del cerdo ibérico ha disminuido. Estos resultados confirman que se hubiera infravalorado la eficiencia del cerdo blanco si se la hubiera comparado directamente con el ibérico.

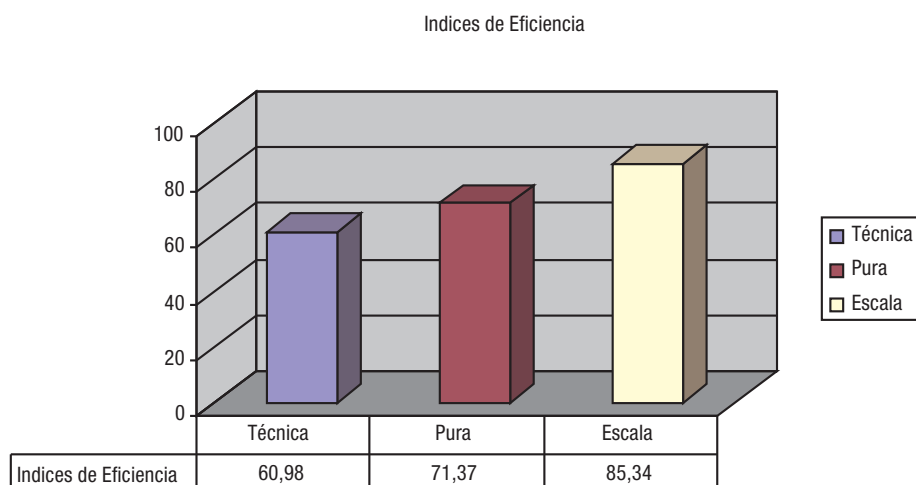
**Gráfico nº 6. Efecto de la raza**



Vistos los incrementos, estudiamos el efecto real estimado para la variable Raza. En el gráfico nº 6 se puede apreciar un valor de 16,6 para el cerdo ibérico frente a 6,12 para el blanco, lo que nos lleva a deducir que las productividades globales de ambas razas están aproximadamente en proporción inversa a estas cantidades.

Una vez estudiado y confirmado el efecto de la variable de entorno, los resultados obtenidos en la tercera etapa del modelo DEA son los que nos aportan los resultados fiables sobre los niveles de eficiencia de las empresas bajo análisis.

## Gráfico nº 7. Eficiencia técnica, pura y de escala



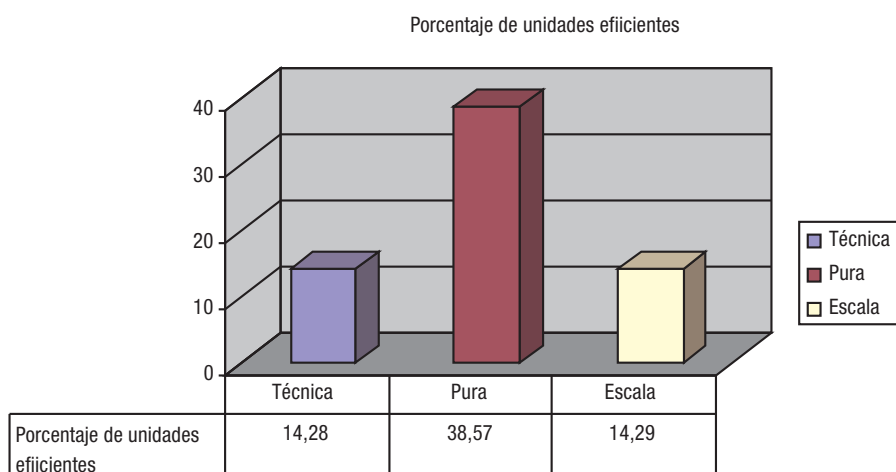
En el gráfico nº 7 se presentan los valores medios de los índices de eficiencia técnica, pura y de escala respectivamente. Como ya se ha visto en el apartado 2.3, la eficiencia técnica resulta de resolver el modelo DEA imponiendo rendimientos de escala constantes, lo que implica que no se tiene en cuenta la escala y así algunas empresas al ser comparadas con otras de muy distinto tamaño, pueden resultar muy ineficientes. La eficiencia pura, en cambio es la que resulta de comparar las empresas con las de un tamaño similar al suyo. En este caso se resuelve el modelo con retornos variables y la eficiencia siempre es mayor o igual que la anterior. Por último, la eficiencia de escala nos mide el cambio experimentado al permitir retornos variables, de modo que una variación implica que la empresa no está operando en su tamaño óptimo.

En el ganado porcino, encontramos un nivel medio de eficiencia técnica de 60,98 %, mientras que la pura es del 71,37 % y la de escala toma un valor del 85,34%. Vemos, pues, que

existe una importante ineficiencia técnica en el sector, no siendo tan elevada la de escala.

Es interesante también observar en el gráfico nº 8 el porcentaje de empresas totalmente eficientes. El 14,28 % de las explotaciones de porcino están en la frontera técnica, y solo una más resulta totalmente eficiente en escala no siéndolo técnicamente. Esto se explica porque aún no siendo técnicamente eficiente, su nivel de eficiencia es el mismo en retornos constantes que en variables, lo que le da carácter de eficiente en escala. Hay un porcentaje alto de empresas que no estando en la frontera de retornos constantes si lo están en la de variables, en la que encontramos un porcentaje de 38,57 del total de la muestra.

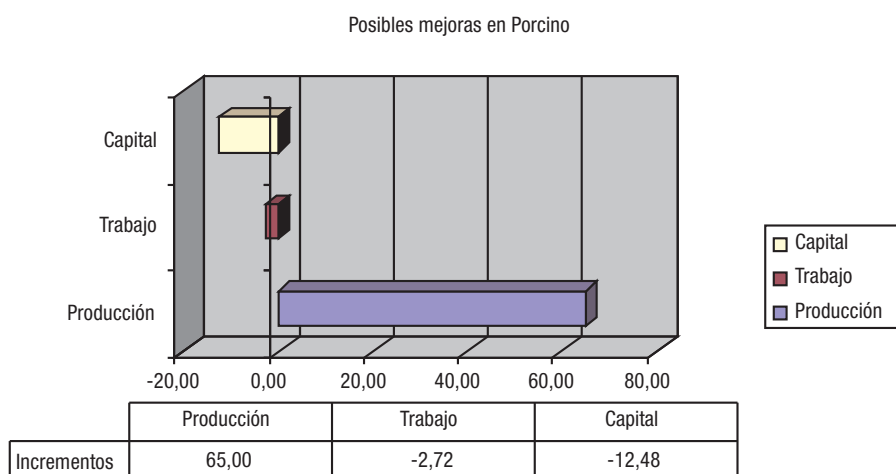
## Gráfico nº 8. Porcentaje de unidades eficientes



Los índices de eficiencia nos indican la distancia radial en output de cada empresa a la frontera. Esto supone que en eficiencia pura, si se pusieran los medios oportunos, se podría conseguir, un incremento medio alrededor del 30 %. No obstante, también se obtienen en la solución del modelo DEA, otras holguras adicionales que no están consideradas en la distancia radial, y no solo para el output, sino también para los inputs aunque se esté orientando al output. El gráfico nº 9

muestra las posibilidades de mejora en media, si todas las empresas alcanzaran su nivel máximo de eficiencia. Vemos como se podría obtener un incremento en producción del 65%, y además disminuciones en el empleo de inputs del 2,72% para el Trabajo y del 12,48% para el Capital. Con respecto a la variable que mide el Ganado, al tener carácter de input fijo, no se estudia posibilidad de cambio.

## Gráfico nº 9. Porcentajes de posibles mejoras



Como ya se ha comentado anteriormente, consideramos de mucho interés, una vez estimada la eficiencia, la realización de un análisis de Factores de Eficiencia. Como resultado del estudio de relación entre los índices obtenidos y dichos factores, hemos encontrado que son pocas las características empresariales que mantienen una relación significativa con la buena gestión empresarial desde el punto de vista productivo. Así, el nivel de estudios del empresario no resulta relacionado

con la eficiencia, como cabría esperar a priori, ni tampoco el régimen de IVA de la empresa. Sin embargo, el Tamaño sí está relacionado con la eficiencia técnica y de escala, siendo las empresas grandes las más eficientes. Por último, también se deduce que son más eficientes en escala las empresas cuya Titularidad es en régimen de sociedad, aunque esta relación puede que este enmascarada por el hecho de que también son las más grandes de la muestra.



## 4. Eficiencia técnica en Andalucía: Cultivo del Olivar

Como cultivo representativo de la Agricultura en Andalucía hemos analizado la eficiencia del Olivar, distinguiendo entre Secano y Regadío por entender que la tecnología de producción es distinta así como la estructura de los costes.

El comentario sobre los resultados para este cultivo lo haremos más esquemático y concretando solo los aspectos en que es diferente de la explotación ganadera arriba estudiada.

El método aplicado ha sido el mismo, si bien la variable de entorno recibe el nombre de Regadío.

El análisis se efectúa orientando al output, por entender también que el sistema productivo cuenta con una estructura fija importante como son los olivos y la tierra que los sustenta. Además, en este caso, el aceite de oliva es un producto de altísima calidad en Andalucía hasta el punto de que son muchos los premios internacionales con que ya cuentan las empresas productoras de aceite en nuestra comunidad. El

sector del olivar debe, por tanto, de aprovechar su potencial y aumentar la producción tanto cuantitativa como cualitativamente. El esfuerzo que se está haciendo en las industrias almazaras en aras de la mejora en calidad, debe de ir acompañado de una eficiente campaña comercial que proporcione el aumento de la cuota de mercado a nivel tanto nacional como internacional. Con esto, la orientación output es la idónea, ya que se busca el aumento al máximo de la producción manteniendo los recursos consumidos.

La tabla nº 4 recoge los valores medios de la Producción y de los inputs empleados, distinguiendo entre los dos grupos con y sin riego y la muestra entera. Se observa que el consumo medio de Trabajo y Capital es mayor, pero también lo es la Superficie. En cambio los ingresos medios son superiores, aunque levemente, en Regadío.

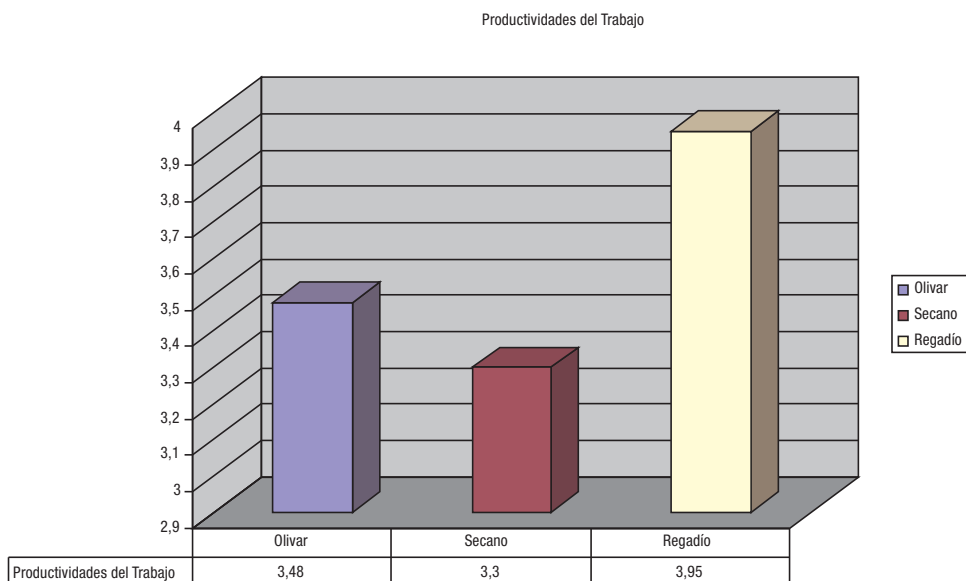
**Tabla nº 4. Valores medios de las variables**

	Producción	Trabajo	Capital	Ganado
Secano	19001,58	8493,29	5160,61	16,67
Regadío	21152,34	5457,61	4814,52	9,8
<b>Total</b>	<b>19585,03</b>	<b>7669,73</b>	<b>5066,73</b>	<b>14,81</b>

Dado que ya se ha explicado el interés que tiene el estudio de las productividades de los inputs Trabajo, Capital y Superficie, nos limitamos a comentar sus valores, que se

representan en los gráficos nº 10, 11 y 12 respectivamente, distinguiendo entre los tres grupos: Olivar (muestra completa), Secano y Regadío.

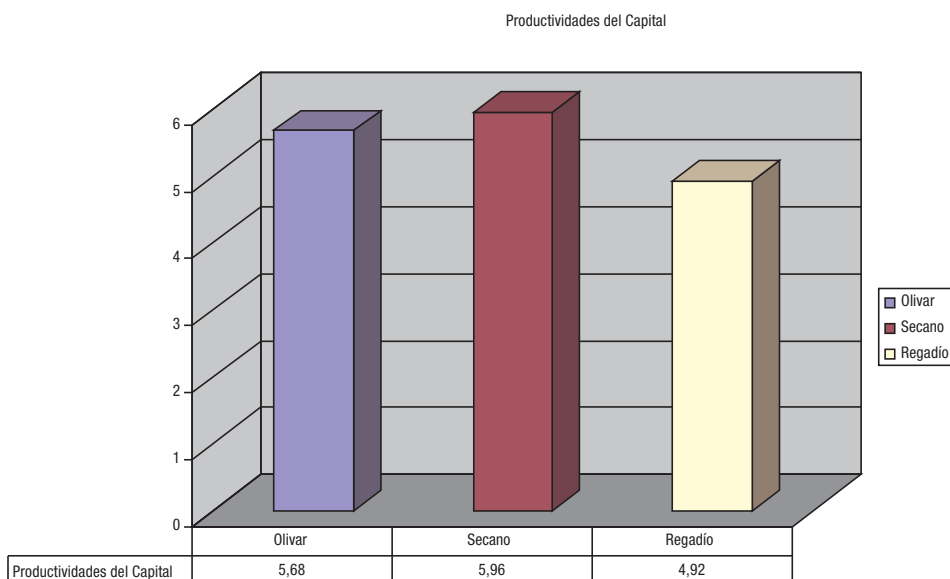
### Gráfico nº 10. Productividades medias del Trabajo



Con respecto a los valores calculados para las productividades, cabe comentar que en Regadío son superiores las que se refieren al Trabajo y a la Superficie. En

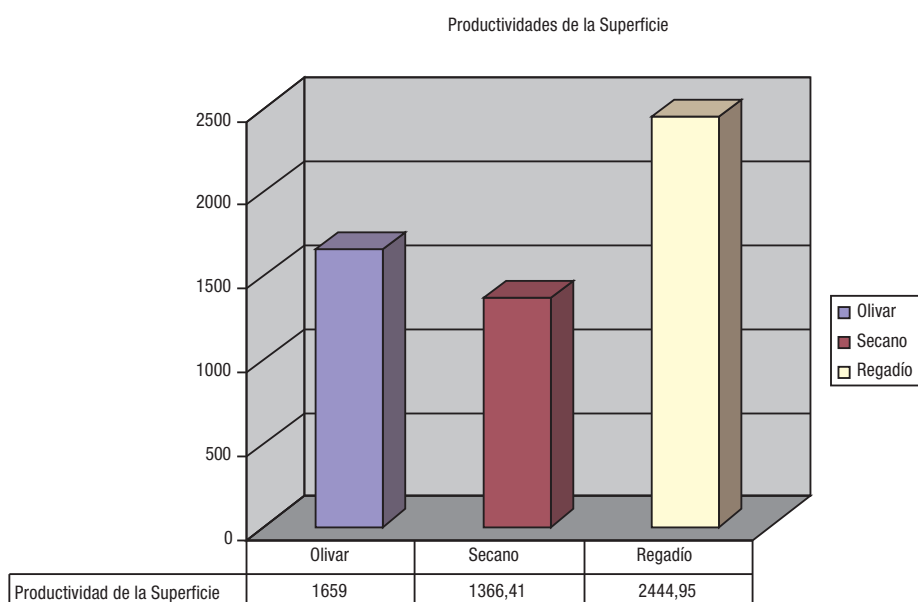
cambio, ocurre lo contrario con el Capital. Esto se puede deber a que se requiere con este sistema menos mano de obra, pero es necesaria una inversión más fuerte de Capital.

### Gráfico nº 11. Productividades medias del Capital



Estas diferencias indican que hay motivo para hacer un análisis de frontera por separado.

## Gráfico nº 12. Productividad media de la Superficie



Además, es evidente, en base al propio desarrollo de la actividad, que la tecnología de producción no es la misma, lo que nos induce a analizar la eficiencia del sector considerando una variable de entorno categórica que divide la muestra según que el olivar sea de secano o de regadío.

Para el análisis mediante el método de las tres etapas DEA+DEA+DEA estimamos los tres índices de eficiencia

técnica, pura y de escala para la muestra completa en la fase inicial y la final. La tabla nº 5 muestra dichos valores de modo que podemos comparar lo ocurrido para las explotaciones de secano con las de regadío.

### Tabla nº 5. Índices medios de eficiencia iniciales y finales

	Secano	Regadío
<b>Técnica</b>		
inicial	47,18	58,01
final	63,68	54,74
<b>Pura</b>		
inicial	54,42	67,01
final	71,95	64,48
<b>Escala</b>		
inicial	86,05	87,49
final	88,63	85,29

En general las explotaciones de secano han incrementado su eficiencia y las de regadío la han disminuido, lo que indica que si no hubiéramos tenido en cuenta la variable de entorno,

se habría infravalorado a las de secano, considerándolas mas ineficientes de lo que en realidad son.



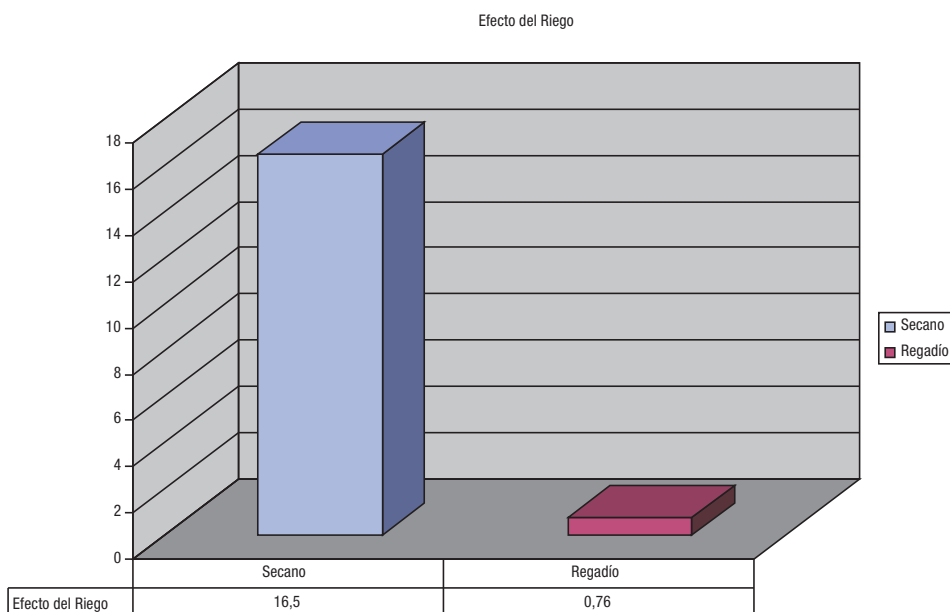
**Tabla nº 6. Incrementos medios de la Eficiencia.- IPEF**

	Secano	Regadío
IPEF Total	36,94	-5,63
IPEF Pura	32,21	-3,77
IPEF Escala	2,32	-2,51

Los incrementos porcentuales medios (IPEF ) que se pueden ver en la tabla nº 6 evalúan lo que se acaba de comentar en relación a los cambios sufridos por los índices de eficiencia. Además con el estudio del efecto de la variable de entorno Riego, cuya representación aparece en el gráfico nº 13, queda patente el hecho de que la productividad global de las

explotaciones de secano es menor que la de regadío, ya que los valores 16,5 y 0,76 son las distancias a la frontera de la segunda etapa. Estos valores recogen el efecto de la distinta productividad, una vez retirada la eficiencia intra-submuestra.

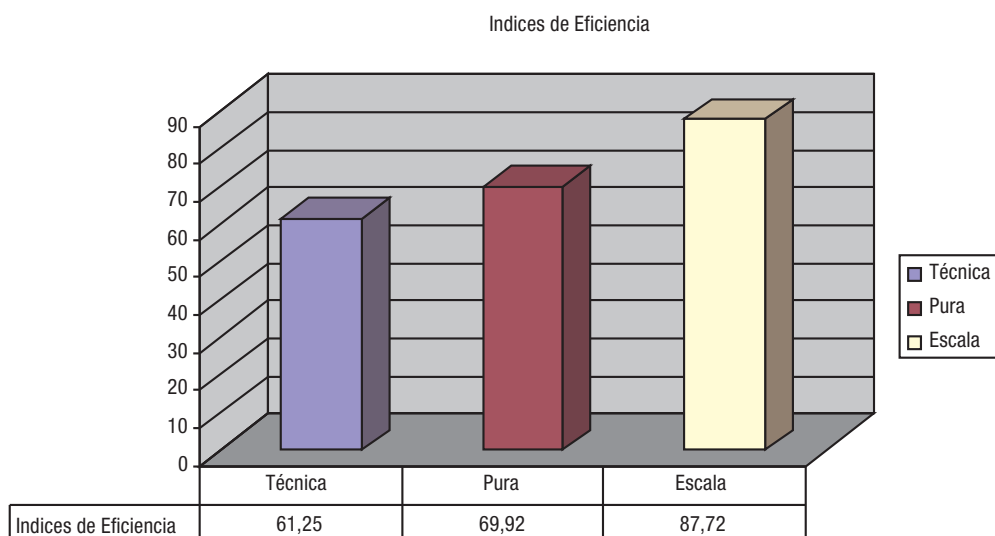
**Gráfico nº 13. Efecto del Riego**



Los resultados obtenidos en la última etapa del método son los que estiman la eficiencia imputable a cada empresa, una vez retirado el efecto del sistema de riego, y por tanto

reflejan la buena gestión en el consumo de los recursos empleados en la producción de aceituna.

## Gráfico nº 14. Índices de Eficiencia

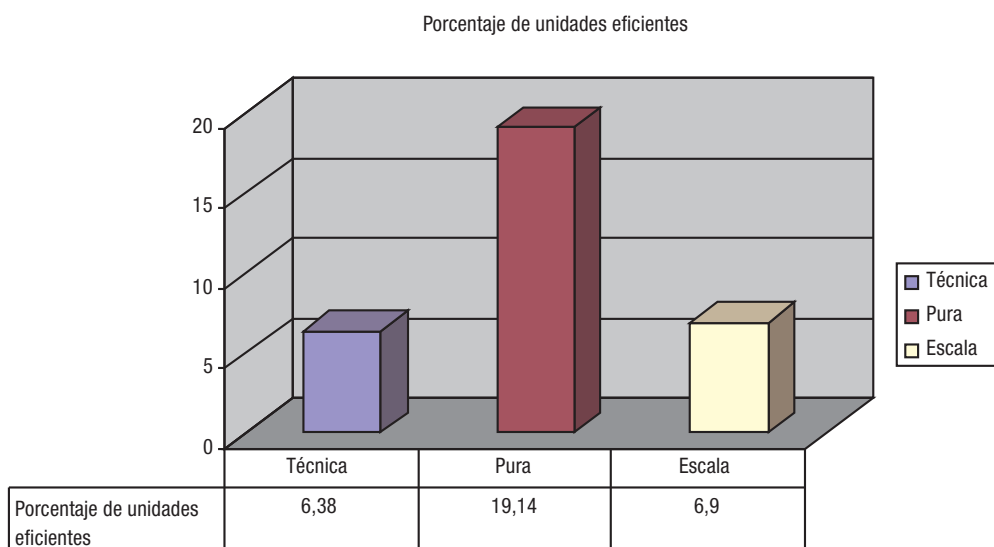


En el gráfico n.14 vemos que los niveles medios de eficiencia técnica, pura y de escala para este sector del olivar en Andalucía son del 61,25, 69,92 y 87,72 %, respectivamente. Como ya indicamos en el anterior estudio referido al ganado porcino, estas son medidas radiales que recogen la eficiencia de modo que la primera resulta de la comparación de cada

empresa con todas las de la muestra, y la segunda es el resultado de compararla con las de su tamaño.

La tercera nos informa sobre el nivel medio de eficiencia desde el punto de vista de la escala, es decir la empresa media podría mejorar en un 12,28 % la producción si trabajara en su tamaño óptimo.

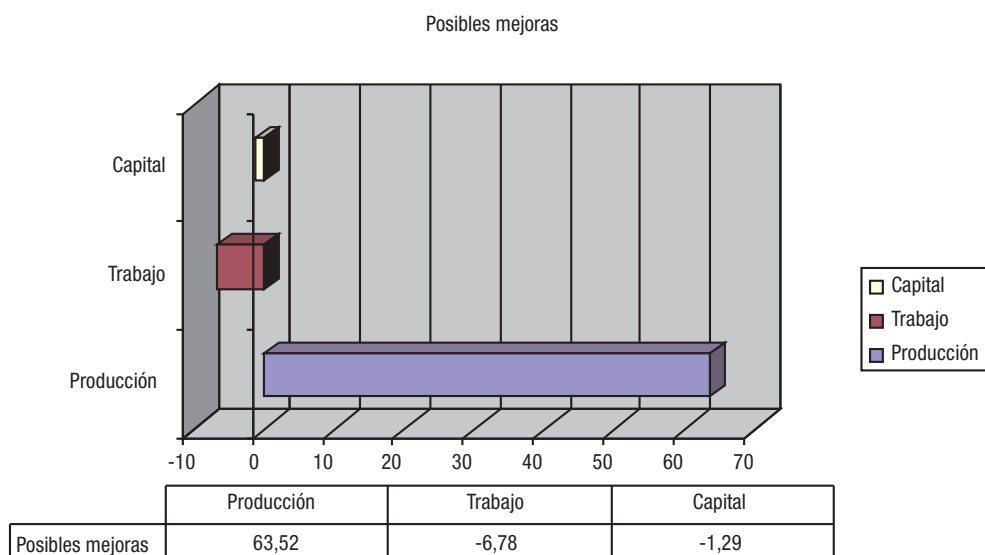
## Gráfico nº 15. Porcentaje de unidades eficientes



Es interesante también conocer que un 6,38% de las explotaciones se encuentran en la frontera y por tanto son totalmente eficientes desde el punto de vista técnico. Al compararlas con las de su tamaño, este porcentaje aumenta al 19,14 %, y por último son un 6,9 % las que son eficientes en escala. Esto supone que para algunas empresas que no son

eficientes desde el punto de vista técnico, coinciden sus valores de eficiencia técnica y pura. Esto ocurre porque están trabajando en su tamaño óptimo y por tanto son eficientes en escala. Podemos ver la representación correspondiente en el gráfico n 15.

**Gráfico nº 16 Porcentajes de posibles mejoras**



Las eficiencias hasta aquí comentada, son las obtenidas como distancias radiales. Sin embargo, del estudio de las holguras nos permite estimar las posibles mejoras porcentuales no solo de la producción sino en relación a disminuciones en los inputs. Para la superficie, al tener carácter de input fijo, no se presentan resultados en este concepto. En el gráfico n 17 podemos observar que, en caso de que se pudiera corregir la ineficiencia existente en el sector, la producción de aceituna incrementaría en un 63,52%, además de conseguir una disminución del 6,78% en mano de obra y un 1,29% en capital.

Una vez estudiados los niveles de eficiencia y las posibles mejoras alcanzables, hemos tratado de encontrar las características de las empresas que se encuentran asociadas con dichos niveles. Para ello los factores de eficiencia que se han considerado son los señalados en el apartado 2.2. Como resultado del análisis cabe decir que no hay asociación significativa ni con edad, ni con las variables Iva, Estudios, y Titularidad.

En relación con el Tamaño hay que decir que es significativa la diferencia de niveles de eficiencia técnica, pura y de escala entre empresas de diferente tamaño con una significación del 0,002, 0,000, y 0,021 respectivamente. Sin embargo se da la circunstancia de que las empresas pequeñas son más eficientes técnicamente y en escala y en cambio son menos eficientes que las grandes cuando cada una se compara con las de su tamaño (eficiencia pura).

Si las relacionamos con el uso de inputs, las más eficientes técnicamente son las que usan menos mano de obra, y las más eficientes en escala son las que emplean menos inputs, y también producen menos, es decir las de menor tamaño. Eso quiere decir que las grandes tienen un tamaño excesivo que les hace trabajar en rendimientos decrecientes. Esto aconseja un modelo estructural con empresas de tamaño no muy grande aunque se asocien en cooperativas u otras formulas jurídicas para conseguir mejor objetivos, sobretudo en el ámbito de la comercialización del producto, tanto nacional como internacional.

## 5. Conclusiones

Se ha presentado en este trabajo una metodología que permite analizar la eficiencia técnica a nivel de rama de actividad. Concretamente se han analizado dos aprovechamientos pertenecientes a las ramas de Ganadería y Agricultura respectivamente, como representantes del sector primario de la economía andaluza.

El interés primordial del trabajo ha sido aprovechar los microdatos utilizados en la elaboración de las tablas I-O de 2000, con el fin de realizar análisis de eficiencia, mediante métodos de funciones fronteras no paramétricos. Además, en base a la particularidad de los aprovechamientos estudiados, que han sido el ganado porcino y el cultivo del olivar, se ha aplicado un método que se adapta a la posibilidad de que existan dos grupos diferenciados dentro de cada muestra de empresas. Esto supone la incorporación de una variable de entorno en el modelo.

En ambos casos se confirma la existencia de diferentes productividades para los grupos considerados. Así, en el caso del ganado porcino, resultó más productivo el ibérico que el blanco y en el caso del cultivo del olivar ocurrió lo mismo con el de regadío en comparación con el de secano.

El sector del porcino ibérico tiene una eficiencia técnica media en torno al 60%, siendo algo superior (67,62%) la del porcino blanco. Se ha encontrado asimismo un leve nivel de ineficiencia de escala de modo que el índice medio toma el

valor de 85,34 %. En el total de la muestra, hay un 14,28 % de empresas eficientes, pudiéndose esperar una mejora del 65% de incremento en producción.

En cuanto al sector del olivar, resulta algo más eficiente en media, desde el punto de vista técnico, el de secano (63,68 %), que el de regadío (54,74 %). En este sector, la ineficiencia media de escala, comparando secano con regadío no presenta diferencia significativa, estando el índice para toda la muestra en torno a 88%. El porcentaje de aumento de producción que cabe esperar es del 63,52%, habiendo encontrado en la muestra un 6,38 % de empresas totalmente eficientes desde el punto de vista técnico.

Por último, se concluye que el tamaño de las empresas no es indiferente en cuanto al nivel de eficiencia en la gestión de los recursos, aunque los resultados muestran tendencias diferentes en los dos sectores estudiados. Así, en el caso del porcino, son más eficientes técnicamente y en escala las empresas de mayor tamaño, por lo que es aconsejable la agrupación de las mismas para aprovechar economías de escala. En cambio, en base al análisis realizado del sector del olivar podemos concluir que son más eficientes las empresas de menor tamaño, lo que aconseja un modelo de empresa no muy grande, asociada en agrupaciones como cooperativas que le faciliten los procesos de producción de aceite y su comercialización.



## 6. Referencias bibliográficas

- Álvarez Pinilla, A.(Ed.) (2001). La medición de la eficiencia y la productividad, Madrid, Ed Pirámide
- Álvarez Pinilla, A; C. Arias y D. Roibás (2005) "Análisis microeconómico de la calidad de la leche: el papel de la genética". II Congreso de Eficiencia y Productividad Efiuco. Mayo. Córdoba
- Arandia, A y A. Aldanondo (2003). "Sistemas de producción y eficiencia ambiental en vacuno de leche en Navarra: un enfoque no paramétrico". I Congreso de Eficiencia y Productividad Efiuco. Mayo. Córdoba
- Banker R., A Charnes., W.W.Cooper (1984). "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis". Management Science. vol.30, N°9, 1078-1092.
- Battese, G.E.,(1992). "Frontier Production Functions and Technical Efficiency: A Survey of Empirical Applications in Agricultural Economics", Agricultural Economics, 7, 185-208.
- Cañero R. y J. Calatrava, (2001): "Funciones de producción frontera en invernaderos almerienses: identificación de factores relacionados con la eficiencia técnica". Revista de Estudios Agrosociales y Pesqueros, 193, pp. 9-26.
- Castillo, M. (2003). "Eficiencia y estrategia comercializadora del vacuno extensivo en el norte de la provincia de Córdoba". I Congreso de Eficiencia y Productividad Efiuco. Mayo. Córdoba
- Charnes A., Cooper W. W., Rhodes E. 1978. "Measurement the efficiency of decision making units". European Journal of Operational Research, vol. 2, 429-444.
- Charnes, Cooper y Rhodes (1981). "Evaluating Program and Managerial Efficiency: An Application of Data Envelopment Analysis to Program Follow Through". Management Science, 27 (6), 668-697.
- Dios-Palomares, R.; J.M. Martínez. (2003). "Análisis de eficiencia productiva de la horticultura intensiva almeriense. Un enfoque no paramétrico". I Congreso de Eficiencia y Productividad Efiuco. Mayo. Córdoba
- Dios-Palomares, R.; J.M. Martínez. (2004). "A non-parametric efficiency analysis considering exogenous information on production technology". North American Productivity Workshop. Toronto.
- Dios-Palomares, R.; J.M. Martínez, y V. Vicario, (2003). "Eficiencia Técnica E Innovatividad: ¿Indicadores Similares O Complementarios?. Una Aplicación Empírica En El Sector Agrario". Estudios de Economía Aplicada , volumen 21-3, p. 485-502.
- Dios-Palomares, R. ; J.M. Martinez Paz ; F. Martinez-Carrasco Pleite (2006) " Análisis de eficiencia con variables de entorno: Un método de programas con tres etapas" Estudios de Economía Aplicada. Vol 24.
- Dios-Palomares, R.; Calatrava, J. (1998), "Measuring Productive Efficiency in Spanish Olive Tree Farms" IFCS- 98.- VIIIth Conference Of The International Federation Of Classification Societies. Roma.
- Iráizoz B., I. Atance (2003). "Eficiencia técnica de las explotaciones de vacuno de carne en España. Análisis de sus determinantes". I Congreso de Eficiencia y Productividad Efiuco. Mayo. Córdoba
- Kumbhakar, C.A.; K. Lovell (2000). Stochastic Frontier Analysis. Cambridge University Press.
- Lamberaa F. ; T. Serra; J.M. Gil (2006)." Technical efficiency and decomposition of productivity growth in Spanish olive farms". I León Workshop en Eficiencia Y Productividad. Septiembre. León.

- Picazo, A .J., Reig, E., (2003), "Agriculture externalities and environmental regulation. Evaluating good practices in citrus fruit production", ICEP. Efinco. Mayo Córdoba.
- Picazo, A.J., Reig, E., (2006), "Outsourcing and efficiency: The case of Spanish citrus farming" Agricultural Economics, ILWEP. León
- Roibas, D; A. Alvarez (2006) " Efectos de la introducción de la genética en funciones de producción lecheras. I León Workshop En Eficiencia Y Productividad. Septiembre. León.
- Rouse, P. (1996). "Alternative Approaches to the Treatment of Environmental Factors in Dea: An Evaluation". Working Paper, University of Auckland, presented at the II Georgia Productivity Workshop.
- Seiford, L.M.; R.M. Thrall (1990). "Recent Developments in DEA: The Mathematical Approach to Frontier Analysis". Journal of Econometrics, 46, 7-3.
- Simar, L. ; P. Wilson (2007). "Estimation and Inference in Two-Stage, semiparametric Models of Production Processes", Journal of Econometrics.
- Vicario, V.; R. Dios-Palomares Y J Martínez (2000) "Technical Efficiency Of Multi-Crop Farms. II Workshop On Efficiency And Productivity. Oviedo (Spain) 7-9 de Junio.
- Vicario, V.; R. Dios-Palomares (2005) Análisis de eficiencia en el sector de cítricos. El índice de Fisher como medio de agregación multioutput. II Congreso de Eficiencia y Productividad Efiuco. Mayo. Córdoba
- Vicario, V.; R. Dios-Palomares (2006) "Medición del capital y de la eficiencia: un análisis para el sector de los cítricos " I León Workshop en Eficiencia Y Productividad. Septiembre. León.

## **7. Anexo**





**A-1.-a Variables económicas en Ganadería.- Producción**

C-1	C-2	C-3	C-4
			CD_ENCUEST
			CD_GANADO
			GANADO
			RAZA
PRODUCCIÓN	INGRESOS	NÚMERO DE CABEZAS	REPRODUCTORES
			PRODUCCIÓN
		PARA VIDA	CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
		PARA SACRIFICIO	CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
		LECHE	CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
		HUEVOS	CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
		LANA	CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
		QUESO Y TRANSFORMADOS	CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
		AUTOCONSUMO	CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
		SUBVENCIONES U OTRO TIPO	CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE

## A-1.-b Variables económicas en Ganadería.- Inputs y Factores

TRABAJO	GASTOS EN MANO DE OBRA	MANO DE OBRA NO FIJA	HORAS
			UNIDADES
			IMPORTE
		MANO DE OBRA FIJA	HORAS
			UNIDADES
			IMPORTE
CAPITAL CIRCULANTE	GASTOS GENERALES		IMPORTE
	GASTOS TRANSFORMACION		IMPORTE
	GASTOS COMERCIALIZACION		IMPORTE
	OTROS GASTOS		IMPORTE
CAPITAL FIJO			ANIMALES
FACTORES	CARACTERIZACIÓN DEL AGRICULTOR		EST_AGRIC
			ESTUDIOS
			EDAD
			SEXO
			PERS_JURID
			IVA
	CARNE		CONSU
			MAYOR
			MINO
			INDU
			COOP
			OTROS
	LECHE		CONSU
			MAYOR
			MINO
			INDU
			COOP
			OTROS
	HUEVOS		CONSU
			MAYOR
			MINO
			INDU
			COOP
			OTROS
	LIDIA		CONSU
			MAYOR
			MINO
			INDU
COOP			
OTROS			
PARA VIDA		CONSU	
		MAYOR	
		MINO	
		INDU	
		COOP	
		OTROS	
LANA		CONSU	
		MAYOR	
		MINO	
		INDU	
		COOP	
		OTROS	

## A-2 Variables económicas en Agricultura

<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>PRODUCCIÓN O RENDIMIENTO</b>		PROD_REND
	<b>INGRESOS</b>	<b>VENTA</b>	CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
			CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
		<b>AUTOCONSUMO</b>	CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
			CANTIDAD
			UNID
			IMPORTE
<b>REEMPLIO</b>	CANTIDAD		
	UNID		
	IMPORTE		
<b>SUBVENCIONES U OTRO TIPO</b>	CANTIDAD		
	UNID		
	IMPORTE		
<b>TRABAJO</b>	GASTOS EN MANO DE OBRA	<b>MANO DE OBRA FIJA</b>	IMPORTE
		<b>MANO DE OBRA NO FIJA</b>	IMPORTE
<b>CAPITAL CIRCULANTE</b>	<b>GASTOS GENERALES</b>		IMPORTE
	<b>MANTENIMIENTO DE VIVIENDAS</b>		IMPORTE
	<b>MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA</b>		IMPORTE
	<b>GASTOS GENERALES DEL CULTIVO</b>		IMPORTE
	<b>GASTOS ALQUILER MAQUINARIA</b>		IMPORTE
	<b>GASTOS DE TRANSFORMACIÓN</b>		IMPORTE
	<b>GASTOS DE COMERCIALIZACIÓN</b>		IMPORTE
	<b>OTROS GASTOS</b>		IMPORTE
<b>CAPITAL FIJO</b>	<b>AMORTIZACIÓN DE INVERSIONES</b>		IMPORTE
	<b>TRACTORES</b>		HORAS
	<b>MOTORES ELECTRICOS</b>		POTENCIA
	<b>SUPERFICIE CULTIVADA</b>	<b>SECANO</b>	SUP_CUL_S
			UDS_SUPC_S
		<b>REGADIO</b>	SUP_CUL_R
			UDS_SUPC_R
	<b>ARRENDAMIENTO O APARCERIA</b>	<b>ARRENDAMIENTO</b>	SUPERFICIE
			UNIDADES
		<b>APARCERIA</b>	SUPERFICIE
			UNIDADES
<b>FACTORES</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DEL AGRICULTOR</b>		EST_AGRIC
			ESTUDIOS
			EDAD
			SEXO
			PERS_JURID
			IVA



José M. Rueda Cantuche<sup>1</sup>  
Thijs ten Raa<sup>2</sup>

**Colaboradores**

Martín Manzanera Díaz<sup>3</sup>  
Concepción Paralara Morales<sup>1</sup>

# **La localización de ventajas comparativas de Andalucía y España con respecto a Italia**

---

1. Universidad Pablo de Olavide  
2. Universidad de Tilburg  
3. Instituto de Estadística de Andalucía (IEA)



# Resumen

En general, parece razonable pensar que dos economías puedan beneficiarse del libre comercio. Con el objetivo de elucidar hasta qué punto este planteamiento es cierto de acuerdo con los tipos de productos y los países o regiones que se manejen, este trabajo presenta un marco teórico que permite una determinación de equilibrio general de los patrones de comercio bilateral de bienes y, de este modo, la localización de sus ventajas comparativas vinculadas al comercio internacional. La aplicación empírica del modelo considera 30 sectores (o productos) derivados de las correspondientes tablas input-output de Andalucía, España e Italia, para el año

2000. Se estiman las ganancias que se derivan exclusivamente del libre comercio para cada país o región, según el caso, y los patrones de comercio que se obtendrían de ser libres los accesos a las respectivas tecnologías de una u otra economía. Las ganancias estrictamente comerciales derivadas de este último supuesto son también cuantificadas.

**PALABRAS CLAVE:** *Equilibrio general, input-output, ventaja comparativa, libre comercio, Andalucía-Italia, España-Italia.*





# 1. Introducción

A primera vista parecería una hipótesis razonable y susceptible de aceptación general, al menos por su percepción inmediata, que si un país o región tiene una abundancia relativa de un factor (ya sea de trabajo, tierra o de capital), éste tendrá una ventaja comparativa y competitiva en aquellos productos con abundancia relativa de uno de dichos factores, según sea el caso. Esto es, los países o regiones tienden a exportar aquellos bienes que son intensivos en los factores con que están relativa y abundantemente dotados. Asimismo, dado que en este planteamiento se pone de relieve la interacción entre las proporciones en las que los diferentes factores están disponibles en varios países o regiones y la proporción en que éstos son utilizados para producir bienes, esta percepción es conocida como la teoría de Heckscher (1919) y Ohlin (1933) o la teoría de las proporciones factoriales.

La primera contrastación empírica de dicha teoría vino de la mano de Leontief (1953) quien, mediante un análisis intersectorial de la economía estadounidense, evidenció el hecho de que las exportaciones norteamericanas eran intensivas en el factor trabajo y no en el factor capital, como se creía. Al contrario, las importaciones eran intensivas en capital. Posteriormente, llegaría a idénticas conclusiones con datos de 1952 y no de 1947, que podrían no ser representativos por la proximidad a la Segunda Guerra Mundial. Como resultado, se llegó a lo que se denomina hoy como *paradoja de Leontief* mediante la cual se contraponen dos hipótesis contrarias a la creencia general, a saber: la economía norteamericana es relativamente intensiva en el factor trabajo y la teoría de Heckscher y Ohlin. Desde entonces, muchos han sido los trabajos realizados para buscar una solución a esta aparente paradoja sin que se haya encontrado hasta ahora una solución generalmente aceptada.

La determinación de los orígenes de las ventajas comparativas relativas (las absolutas vienen dadas por Adam Smith) entre países o regiones tiene su origen en Ricardo (1817), quien sostenía que las diferencias tecnológicas explicaban el comercio internacional y por qué un determinado país comerciaba con otro. Más tarde, como ya se ha mencionado, Heckscher y Ohlin propusieron que dichas ventajas se originaban a través de la interacción de las

dotaciones factoriales (relativa abundancia) entre los países y a través de las tecnologías de producción (intensidad relativa), como en Ricardo (1817). Varios años después, Vanek (1968) define un nuevo concepto del comercio más allá del mero intercambio de bienes, esto es, el comercio puede concebirse como el intercambio internacional de factores incorporados a los productos con que se comercia. Su contribución se reflejó en el llamado modelo de Heckscher, Ohlin y Vanek (HOV), que es una extensión de la lógica del modelo de Heckscher y Ohlin (HO). Sin embargo, la contrastación empírica de estos modelos ha sido muy desigual en la literatura, no llegándose hoy a conclusiones definitivas (véase para una revisión de dichos resultados ten Raa y Mohnen, 2001).

Por contra, el modelo que presentamos es una versión de equilibrio general del propuesto por ten Raa y Chakraborty (1991) y contribuye particularmente a la contrastación empírica del modelo de HO, considerando no solo las dotaciones factoriales específicas de cada país o región y sus tecnologías respectivas, sino también sus preferencias (tal como se establece en la teoría neoclásica del comercio). Así, para contrastar el modelo HO no se procede, como en otros estudios, a comparar las observaciones sobre el contenido neto de los factores incorporado a los bienes que se comercializan con respecto a los obtenidos en el modelo teórico, sino que más bien, se contrasta si las dotaciones factoriales en exclusiva son las que determinan los movimientos de los factores en un mercado de libre comercio. Este modelo ya ha sido aplicado para India y Europa (ten Raa y Chakraborty, 1991), Canadá y Europa (ten Raa y Mohnen, 2004) e India y Bangla Desh (Sikdar, ten Raa, Mohnen y Chakraborty, 2006).

Para ello, se va a establecer un modelo con el propósito de localizar las ventajas comparativas de la economía andaluza y española frente a la italiana en un mercado de competencia perfecta a nivel mundial con libre comercio bilateral, esto es, bajo los supuestos de un modelo neoclásico de comercio internacional. A saber, supondremos que cada economía tiene unas dotaciones de factores fijas, distinguiendo entre bienes comercializables y no comercializables, que son utilizados tanto para consumo intermedio como para consumo final. La tecnología y las preferencias de cada economía vienen

representadas por funciones de Leontief, esto es, supondremos que los coeficientes técnicos y las proporciones de consumo final e inversión son fijos en cada economía. Con ello, la asignación eficiente de los recursos vendrá proporcionada por la resolución de un problema de programación lineal que viene a maximizar los niveles de expansión de la demanda final interior (consumo e inversión) en una economía sujeto a una proporción dada sobre consumo final respecto de la otra.

La principal contribución de este modelo reside en la construcción de un marco de referencia competitivo basado exclusivamente en los fundamentos de las dos economías: dotaciones factoriales, preferencias y tecnologías. No se incluyen en ningún momento datos estadísticos o índices más allá de los fundamentos neoclásicos de las dos economías. El modelo no depende de índices de precios ni admite ningún tipo de trabas u orientaciones a priori en los patrones del comercio. Por ello, admite cualquier pauta de especialización. En definitiva, este modelo proporciona una verdadera determinación de equilibrio general de los patrones de comercio de bienes entre dos países o regiones.

Desde un punto de vista teórico, ten Raa y Mohnen (2001) reconocen su modesta contribución (aplicado esta vez para Canadá y Europa) ya que su trabajo y, por ende, éste que se presenta solo se limita a resolver el problema de optimización que de algún modo avanzaron ya Ginsburgh y Waelbroeck (1981).

En particular, debemos hacer una referencia especial a la elección de Italia como candidata para este estudio. La idea

inicial de los autores fue efectuar el análisis entre Andalucía y el resto de España. No obstante, la falta de disponibilidad de una Tabla Input-Output simétrica para España (aunque se disponían de las correspondientes tablas de origen y destino) y la dificultad que entrañaba construir una que no contemplara Andalucía hizo desistir a los autores de ello. Por el mismo motivo, se barajó la posibilidad de Portugal por tener fronteras limítrofes con Andalucía, pero desafortunadamente no disponía de Tablas Input-Output para el año 2000. Por tanto, la elección de Italia como país de referencia viene justificada básicamente por la disponibilidad de información.

Este capítulo se organiza de la siguiente manera. En el apartado siguiente se describe el marco teórico para determinar las ventajas comparativas dentro de un modelo de competencia perfecta mundial y libre comercio bilateral. En el tercer apartado se determinan los datos y las fuentes estadísticas utilizadas mientras que en el cuarto se discuten las ventajas comparativas de las economías andaluza y española frente a la italiana. En el quinto apartado se estiman las ganancias obtenidas por cada economía en caso de libre comercio bilateral. En el sexto, se extiende el marco teórico para aplicar el modelo de comercio super-libre, cuyos resultados se discuten en el apartado séptimo. En el siguiente apartado se señala la importancia relativa de los determinantes de los patrones de comercio bilateral que identifican las ventajas comparativas de las dos economías y en el apartado noveno se detallan las respectivas ganancias obtenidas por las mismas. Finalmente, el último apartado presenta las conclusiones principales de este trabajo.

## 2. Marco teórico para determinar las ventajas comparativas

En este trabajo se plantea un modelo neoclásico de comercio internacional con dotaciones fijas de factores, con bienes comercializables y no comercializables, para consumo intermedio o final, y con funciones de Leontief para las tecnologías y las preferencias, esto es, con coeficientes técnicos fijos y proporciones de consumo final e inversión también fijas para cada economía. De esta manera, la eficiente asignación de los recursos vendrá dada por la maximización de los niveles de expansión de la demanda final interior (consumo e inversión) en una economía, sujeto a una proporción dada sobre consumo final respecto de la otra, la cual será estimada de tal modo que la balanza de pagos bilateral quede inalterada.

Para ello, vamos a denominar  $c$  y  $\bar{c}$ , como los niveles de expansión del consumo final para Andalucía (o España) y para Italia, respectivamente. A continuación, si queremos guardar la proporción dada sobre consumo final entre Andalucía (o España) e Italia, expresaremos:  $\bar{c} = \gamma c$ . De tal modo, si por ejemplo,  $c = 1,1$  incrementaríamos en un diez por ciento la demanda final interior en Andalucía (o España), y así para  $\gamma = 1$ , se tendría que el nivel de expansión para Italia sería lógicamente también de 1,1, puesto que con ello se ha supuesto que ambas economías se han expandido en la misma ratio.

Por tanto, para cada valor de  $\gamma$  se puede plantear un problema diferente de optimización que determine el máximo nivel de expansión del consumo final de la economía andaluza o española ( $c$ ) sujeto a las restricciones propias del equilibrio material y de las dotaciones factoriales. El programa lineal vendría definido así:

$$\text{Max}_{\mathbf{x}, \bar{\mathbf{x}}, c} \mathbf{e}^T (\mathbf{y} + \gamma \bar{\mathbf{y}}) c$$

sujeto a:

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} + (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})\bar{\mathbf{x}} \geq (\mathbf{y} + \gamma \bar{\mathbf{y}})c + \mathbf{z} + \bar{\mathbf{z}} \quad \text{para bienes comercializables (1)}$$

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} \geq \mathbf{y}c, (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})\bar{\mathbf{x}} \geq \gamma \bar{\mathbf{y}}c \quad \text{para bienes no comercializables (2)}$$

$$\mathbf{k}^T \mathbf{x} \leq K, \mathbf{l}^T \mathbf{x} \leq L \quad \text{factores de Andalucía o España (3)}$$

$$\bar{\mathbf{k}}^T \bar{\mathbf{x}} \leq \bar{K}, \bar{\mathbf{l}}^T \bar{\mathbf{x}} \leq \bar{L} \quad \text{factores de Italia (4)}$$

donde para Andalucía (o España) e Italia, respectivamente:  $\mathbf{e}^T = (1, \dots, 1)$ ;  $\mathbf{y}$  e  $\bar{\mathbf{y}}$  son los vectores de demanda final total interior (consumo e inversión, excluyendo las exportaciones);  $\mathbf{z}$  y  $\bar{\mathbf{z}}$  son las exportaciones netas (exceptuando el comercio bilateral);  $\mathbf{A}$  y  $\bar{\mathbf{A}}$  son las matrices respectivas de coeficientes técnicos;  $K$  y  $\bar{K}$  las dotaciones factoriales de capital (stock neto de capital);  $L$  y  $\bar{L}$  las dotaciones factoriales de trabajo (población activa);  $\mathbf{k}$  y  $\bar{\mathbf{k}}$  son los coeficientes de utilización del capital (consumo de capital fijo) por unidad de producción;  $\mathbf{l}$  y  $\bar{\mathbf{l}}$  son los coeficientes de utilización del trabajo (empleo anual equivalente) por unidad de producción; y  $T$  indica transposición.

Para cada valor de  $\gamma$ , vamos a denotar  $c_{(\gamma)}$  como el nivel de expansión óptimo del consumo final en la economía andaluza (o española) así como las producciones óptimas para las dos economías como  $\mathbf{x}_{(\gamma)}$  y  $\bar{\mathbf{x}}_{(\gamma)}$ , respectivamente. Intuitivamente, para valores pequeños de  $\gamma$  (cerca de cero) se tendría que el nivel de expansión de la economía italiana ( $\gamma c$ ) sería prácticamente nulo, destinándose prácticamente toda su producción neta a proveer de bienes y servicios a la economía andaluza, la cual importaría en gran cantidad y arrojaría un saldo negativo de exportaciones netas. Al contrario, con valores de  $\gamma$  elevados, aumentos en las producciones netas de la economía andaluza (o española) tendrían una repercusión sobre el nivel de expansión de la italiana que obligaría a ésta a importar pudiéndose obtener saldo negativo en su balanza comercial.

Para los bienes comercializables, las exportaciones netas de Andalucía (o España) hacia Italia vendrían dadas por el siguiente vector:

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x}_{(\gamma)} - \mathbf{y}c_{(\gamma)} - \mathbf{z} \quad (5)$$

Asimismo, en un marco de equilibrio general, el vector de precios competitivos viene dado por el vector de precios-sombra<sup>1</sup> del programa lineal definido más arriba. Por ello, si denotamos a dichos precios como  $\mathbf{P}_{(\gamma)}^r$ , entonces el saldo bilateral de la balanza comercial para Andalucía (o España) vendría dado por el producto de  $\mathbf{P}_{(\gamma)}^r$  y la ecuación (5), el cual llamaremos  $S_{(\gamma)}$ . Tal como dijimos anteriormente, para valores pequeños de  $\gamma$  (cerca de cero)  $S_{(\gamma)} < 0$  y para valores elevados de  $\gamma$ ,  $S_{(\gamma)} > 0$ . En el caso de otros valores  $\gamma$  intermedios, para  $\mathbf{p}_{(\gamma)}^r = \mathbf{e}^r$  tendremos que el valor del saldo comercial será precisamente el valor observado, utilizando además los valores observados de producción ( $\mathbf{x}_0$ ) y suponiendo que  $c = 1$ . Esto es:

$$s_0 = \mathbf{e}^r [(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x}_0 - \mathbf{y} - \mathbf{z}] \quad (6)$$

Por tanto, dados un par de valores iniciales para  $\gamma$ , el algoritmo de Newton y Raphson<sup>2</sup> proporcionará aquel valor intermedio de  $\gamma$  tal que haga que los distintos saldos comerciales bilaterales obtenidos en cada iteración vayan convergiendo con el observado, que en cada una de ellas se irán valorando, según ten Raai (2005), a los precios-sombra (y no a los precios unitarios). En el momento en que la diferencia entre los saldos comerciales netos bilaterales valorados a dichos precios sea cercana a cero, encontraremos el valor intermedio de  $\gamma$  que se buscaba y con ello, la solución óptima del problema. Esta solución arrojará los niveles de expansión de la demanda final interior de las economías andaluza (o española) e italiana, las asignaciones óptimas de producciones por sectores y el vector de exportaciones netas definido por la ecuación (5).

A resultas de la solución encontrada, el signo del patrón bilateral del comercio entre Andalucía (o España) e Italia servirá para localizar las ventajas comparativas de los distintos sectores de las dos economías. Debemos resaltar que este

análisis se realiza en función de lo que Woodland (1982) llamó los fundamentos de una economía en el sentido neoclásico: las preferencias ( $\mathbf{y}$ ), la tecnología ( $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{k}$  y  $\mathbf{l}$ ) y las dotaciones factoriales ( $K$  y  $L$ ). No ha hecho falta acudir a ninguna referencia sobre precios que de forma exógena se introduzca en el modelo. Todos los precios son endógenos. Los precios de los bienes comercializables son los precios-sombra del modelo relativos a las restricciones dadas por (1), los precios de los bienes no comercializables, específicos para cada región o país, son los precios-sombra derivados de las restricciones expresadas en (2) y, por último, los precios de los factores, también específicos, vienen dados por los precios-sombra relativos a las ecuaciones (3) y (4).

Las ventajas acumuladas obtenidas por un país con motivo del libre comercio se pueden entonces calcular mediante la comparación de los distintos niveles de expansión de la demanda final referidos a un escenario de libre comercio teórico y a otro de carácter autárquico donde no existe comercio bilateral posible. En sentido estricto, los coeficientes técnicos observados representan de algún modo la tecnología que prevalece en cada economía dados unos precios observados. Por eso, si los precios de equilibrio difieren de estos últimos, entonces la elección de la tecnología variará y consecuentemente los coeficientes técnicos también. Por tanto, cualquier cambio en la tecnología traerá consigo también posteriores reasignaciones de las dotaciones de factores así como de potenciales ganancias derivadas de una mayor especialización. Este análisis es válido también para el consumo y en conjunto, permitirá localizar ventajas comparativas de las economías aun sabiendo que los resultados pueden ser ciertamente algo conservadores ya que se ignoran en el modelo ulteriores variaciones tanto en el consumo intermedio como en el consumo final.

1. Se define precio-sombra como la variación experimentada en la función objetivo cuando la dotación de factores que actúan como restricciones se incrementa en una unidad.  
2. El algoritmo de Newton y Raphson viene dado por:

$$\gamma_{n+1} = \frac{[S_{(\gamma_n)} - s_0] \gamma_{n+1} - [S_{(\gamma_{n+1})} - s_0] \gamma_n}{S_{(\gamma_n)} - S_{(\gamma_{n+1})}}$$

### 3. Datos

Las fuentes estadísticas utilizadas han sido muy variadas. En lo que respecta a las tablas simétricas input-output se obtuvieron a partir de EUROSTAT para el caso de Italia, el Instituto de Estadística de Andalucía (IEA) para Andalucía y el Instituto Nacional de Estadística (INE) para España. En este último caso, debemos remarcar que dicha tabla no se encuentra actualmente disponible y por tanto, ésta se construyó en un formato producto por producto y a partir de la llamada tecnología de rama o sector en base a las tablas de origen y destino a precios básicos publicadas por el INE. Todos los datos sobre producciones, demanda final (consumo, inversión y exportaciones) e importaciones se pueden obtener directamente de dichas tablas input-output, las cuales se agregaron para un total de 30 sectores. La correspondencia entre los distintos sectores que conforman las diferentes agregaciones se puede consultar en el Anexo.

En lo que se refiere al comercio exterior bilateral entre España e Italia y entre Andalucía e Italia, las fuentes estadísticas fueron el INE y el IEA, respectivamente. La población activa en Andalucía y en España fue proporcionada por los resultados de la Encuesta de Población Activa (EPA)

mientras que para Italia se emplearon los datos ofrecidos por la Organización Internacional del Trabajo (OIT) a partir de su base de datos LABORSTA. Asimismo, la OIT también suministró el número de empleados por sectores de Italia. En este caso particular, los datos del sector industrial se tuvieron que desagregar para la economía italiana en función del valor añadido bruto a precios básicos por sectores. Para el caso de España y Andalucía la información sobre empleo sectorial se extrajo de los respectivos marcos input-output.

La información sobre stock de capital se fundamenta en un estudio de Kamps (2004) para el Fondo Monetario Internacional (FMI), donde se cuantifican los stocks de capital de 22 países de la OCDE desde 1960 hasta 2001. En función del mismo, se obtuvieron cifras para España e Italia. En cambio, para Andalucía se aplicó la proporción que representa dicha región sobre el total nacional recogida en Mas, Pérez y Uriel (2005). En referencia al consumo de capital fijo, solo hay información disponible para Italia (a través de ISTAT) y Andalucía (a través del marco input-output). Por lo tanto, para España se asumieron los coeficientes de uso del capital obtenidos para la región andaluza.



## 4. Resultados del modelo de libre comercio

En este apartado se presentan los resultados del modelo introducido en el segundo epígrafe. Se pueden apreciar en la Tabla 1a los resultados obtenidos para Andalucía y en la Tabla 1b los obtenidos para España, ambos respecto de Italia. Estas dos tablas representan aquellos bienes y servicios producidos por cada economía bajo condiciones de competencia perfecta y de libre comercio bilateral. Si bien es verdad, que en ambos

casos las cifras de producción observadas son todas positivas para todos los sectores, encontramos cómo Andalucía se especializaría en las actividades extractivas de minerales energéticos y en la producción de productos químicos. Por el contrario, Italia se encargaría de producir para el mercado andaluz todos los productos a excepción de los minerales energéticos.

**Tabla 1a. Producciones observadas y bajo libre comercio** (Unidades: millones de euros)

Sector	Andalucía		Italia	
	Observado	Libre	Observado	Libre
Agricultura, ganadería, caza y selvicultura	9.428,5	0,0	40.346,3	55.754,1
Pesca	319,0	0,0	1.358,4	2.079,8
Extracción de productos energéticos	139,8	14.955,2	4.196,3	0,0
Extracción de otros minerales excepto productos energéticos	750,9	0,0	3.608,8	7.039,4
Industria de la alimentación, bebidas y tabaco	10.151,3	0,0	89.551,4	116.178,3
Industria textil y de la confección	1.179,4	0,0	73.349,7	83.412,9
Industria del cuero y del calzado	212,1	0,0	22.328,4	24.698,0
Industria de la madera y del corcho	795,8	0,0	17.762,3	21.605,7
Industria del papel; edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	1.523,8	0,0	44.243,1	50.280,1
Refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	5.923,4	0,0	31.158,7	48.213,8
Industria química	3.441,6	74.936,2	61.405,5	4.043,7
Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	674,9	0,0	28.724,1	32.788,9
Industrias de otros productos minerales no metálicos	2.895,6	0,0	38.637,6	46.321,4
Metalurgia y fabricación de productos metálicos	4.594,8	0,0	98.184,3	119.417,3
Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	969,0	0,0	85.257,1	95.374,3
Industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	1.293,1	0,0	62.783,9	77.026,1
Fabricación de material de transporte	2.030,3	0,0	56.001,9	68.995,1
Industrias manufactureras diversas	1.771,4	0,0	36.743,0	42.664,2
Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua	3.450,9	0,0	54.447,8	70.901,0
Construcción	22.032,5	32.031,2	118.407,6	135.607,6
Comercio, reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico	15.162,6	21.936,7	240.168,2	266.324,1
Hostelería	10.213,6	15.226,3	72.942,0	83.155,5
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	10.699,9	19.655,5	158.132,6	161.502,8
Intermediación financiera	4.429,5	7.684,6	122.046,3	78.444,8
Actividades inmobiliarias y de alquiler; servicios empresariales	18.869,8	30.664,3	314.230,5	347.878,0
Administración pública, defensa y seguridad social	7.229,2	10.591,2	83.376,2	96.152,6
Educación	5.540,5	8.305,6	62.451,7	72.146,8
Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales	7.277,5	10.647,6	102.819,7	118.620,3
Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad; servicios personales	5.542,7	8.197,3	67.712,4	76.878,8
Hogares que emplean personal doméstico	865,8	1.268,5	8.333,3	9.610,3

FUENTE: Elaboración propia



**Tabla 1b. Producciones observadas y bajo libre comercio** (Unidades: millones de euros)

Sector	España		Italia	
	Observado	Libre	Observado	Libre
Agricultura, ganadería, caza y selvicultura	33.795,9	83.699,0	40.346,3	0,0
Pesca	2.074,2	3.424,1	1.358,4	0,0
Extracción de productos energéticos	1.656,6	0,0	4.196,3	15.214,0
Extracción de otros minerales excepto productos energéticos	2.863,0	0,0	3.608,8	7.717,9
Industria de la alimentación, bebidas y tabaco	65.942,7	0,0	89.551,4	186.693,7
Industria textil y de la confección	17.233,9	0,0	73.349,7	103.224,0
Industria del cuero y del calzado	6.645,2	0,0	22.328,4	30.188,7
Industria de la madera y del corcho	8.541,0	0,0	17.762,3	31.462,9
Industria del papel; edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	23.004,4	0,0	44.243,1	78.479,1
Refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	18.307,2	59.133,2	31.158,7	0,0
Industria química	30.605,0	104.177,3	61.405,5	0,0
Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	13.286,8	48.502,8	28.724,1	0,0
Industrias de otros productos minerales no metálicos	20.852,9	64.902,5	38.637,6	0,0
Metalurgia y fabricación de productos metálicos	45.209,0	0,0	98.184,3	173.180,7
Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	18.782,8	0,0	85.257,1	120.974,9
Industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	23.078,4	22.961,3	62.783,9	82.354,4
Fabricación de material de transporte	51.706,8	0,0	56.001,9	112.056,0
Industrias manufactureras diversas	12.710,5	0,0	36.743,0	55.863,6
Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua	24.432,5	86.737,8	54.447,8	0,0
Construcción	113.823,3	136.288,1	118.407,6	136.816,7
Comercio, reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico	103.456,9	109.297,5	240.168,2	279.773,8
Hostelería	74.728,2	89.971,8	72.942,0	85.128,7
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	78.996,9	81.873,6	158.132,6	170.699,9
Intermediación financiera	43.568,8	51.297,2	122.046,3	83.266,9
Actividades inmobiliarias y de alquiler; servicios empresariales	129.026,5	154.700,1	314.230,5	366.734,6
Administración pública, defensa y seguridad social	42.475,0	50.675,3	83.376,2	97.895,6
Educación	32.159,3	38.480,7	62.451,7	73.454,7
Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales	44.562,8	53.174,2	102.819,7	120.797,1
Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad; servicios personales	30.882,7	38.453,2	67.712,4	79.785,6
Hogares que emplean personal doméstico	6.307,0	7.524,6	8.333,3	9.784,5

FUENTE: Elaboración propia

En el caso de España (véase Tabla 1b), existe por contra una mayor variedad de sectores en los que se especializaría, tales como las ramas primarias, el refino de petróleo, la industria química, los productos de caucho y plásticos, los otros productos minerales no metálicos (cemento, cal, etc.), la fabricación de equipos eléctricos y electrónicos y el sector de la energía eléctrica, gas y agua. Análogamente, el resto de productos se elaboraría en Italia a excepción de la elaboración de equipos eléctricos y electrónicos, que se produciría en ambos países.

En ambos casos, las producciones de los bienes no comercializables que se han considerado (de la rama 20 a la 30, ambas inclusive) tanto para Andalucía e Italia como para España e Italia, son lógicamente positivas.

La localización de las ventajas comparativas entre dos economías se realiza en base al signo de los patrones de comercio bilateral entre ambas. Así, el efecto de la competencia perfecta y el libre comercio bilateral sobre los patrones comerciales observados entre Andalucía (o España) e Italia vienen reflejados en la Tabla 2.

Tal como se puede apreciar en la Tabla 2, Andalucía sólo muestra tener ventajas comparativas respecto de Italia en las

actividades extractivas de minerales energéticos y la industria química, por lo que parece ser más apropiado en un mercado de competencia perfecta y de libre comercio bilateral que el resto de productos se importe desde Italia. Sin embargo, teniendo en cuenta las exportaciones netas observadas, el número de sectores donde la economía andaluza se muestra con más ventajas comparativas aumenta. Esto es, se añaden las ramas primarias, la industria alimenticia, la industria de la madera y del corcho, la industria del cuero y calzado, la industria metalúrgica y la industria del papel, entre otras.

Respecto al caso de España (véase Tabla 2) el número de sectores con ventajas comparativas respecto de Italia aumenta si lo comparamos con Andalucía. En este caso, las ramas primarias (agricultura y pesca, en general), el refino de petróleo, la industria química, la industria del caucho y del plástico, la fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, etc.) y el sector de la energía eléctrica, gas y agua son los que presentan ventajas comparativas a nivel nacional respecto de la economía italiana. En cambio, los datos observados recogen ventajas para las actividades extractivas de minerales no energéticos, las ramas primarias, la industria alimenticia, la industria de la madera y del corcho y la fabricación de material de transporte.

**Tabla 2. Libre comercio bilateral desde Andalucía (o España) hacia Italia** (Unidades: millones de euros)

Sector	Andalucía		España	
	Exportaciones netas observadas	Exportaciones netas (libre)	Exportaciones netas observadas	Exportaciones netas (libre)
Agricultura, ganadería, caza y selvicultura	118,2	-6.819,1	495,35	103.015,9
Pesca	10,4	-855,0	12,13	2.856,8
Extracción de productos energéticos	0,0	8.735,1	-14,16	-25.079,4
Extracción de otros minerales excepto productos energéticos	11,7	-1.664,8	16,65	-3.518,4
Industria de la alimentación, bebidas y tabaco	274,5	-12.327,6	897,71	-80.625,0
Industria textil y de la confección	-5,9	-1.141,9	-861,05	-13.461,8
Industria del cuero y del calzado	0,4	-221,4	-152,06	-4.427,1
Industria de la madera y del corcho	15,4	-379,1	106,99	-3.801,8
Industria del papel; edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	24,3	-1.590,6	-168,28	-18.265,2
Refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	-30,3	-6.324,2	0,00	15.243,9
Industria química	-20,8	42.043,0	-417,70	35.320,1
Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	-24,1	-1.340,1	-385,76	29.345,1
Industrias de otros productos minerales no metálicos	-11,0	-2.913,1	-852,89	32.228,1
Metalurgia y fabricación de productos metálicos	137,3	-2.680,5	-649,51	-23.186,1
Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	-80,6	-1.763,7	-2.635,61	-22.671,4
Industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	-20,4	-1.907,0	-631,69	-2.501,5
Fabricación de material de transporte	53,9	-2.649,7	1.205,58	-33.774,7
Industrias manufactureras diversas	-22,0	-1.922,0	-237,83	-12.483,6
Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua	0,0	-3.718,2	0,00	22.505,6
Construcción	0,0	0,0	0,00	0,0
Comercio, reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico	0,0	0,0	0,00	0,0
Hostelería	0,0	0,0	0,00	0,0
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,0	0,0	0,00	0,0
Intermediación financiera	0,0	0,0	0,00	0,0
Actividades inmobiliarias y de alquiler; servicios empresariales	0,0	0,0	0,00	0,0
Administración pública, defensa y seguridad social	0,0	0,0	0,00	0,0
Educación	0,0	0,0	0,00	0,0
Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales	0,0	0,0	0,00	0,0
Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad; servicios personales	0,0	0,0	0,00	0,0
Hogares que emplean personal doméstico	0,0	0,0	0,00	0,0

FUENTE: Elaboración propia

Cabe hacer una mención especial a las diferencias encontradas entre las exportaciones netas observadas tanto para Andalucía como para España y las obtenidas bajo un contexto de competencia perfecta y libre comercio bilateral. En general, estas diferencias pueden atribuirse a diversos grados de monopolio, externalidades, tasas e impuestos y otros impedimentos e imperfecciones del mercado de diverso origen. En particular, se puede apreciar cómo en Andalucía de hecho existen diversas medidas que protegen la oferta interior en casos como la industria alimenticia o las ramas primarias donde bajo una situación de competencia perfecta y libre comercio bilateral pasarían de ser exportadoras netas a importadoras netas de Italia. Asimismo, esta situación también se produce para la industria alimenticia en el caso de España, así como para la industria de la madera y del corcho. Por el contrario, según los resultados que se muestran en la Tabla 2 y bajo una situación de comercio bilateral libre y competencia perfecta, las ramas primarias a escala nacional se beneficiarían en gran medida de la ausencia de interferencias en el mercado, algo que no coincide con el caso de Andalucía. A idénticas

conclusiones a nivel nacional se llegarían para las industrias química y la industria de productos minerales no metálicos (cemento, cal, etc.), entre otras.

Bien es verdad que este modelo presenta tres tipos de limitaciones inherentes a los supuestos de partida. En primer lugar, este modelo no considera ninguna imperfección del mercado (opción mucho más cercana a la realidad) al asumir comercio bilateral libre y competencia perfecta.

En segundo lugar, no se incluye en el modelo un detalle de los productos suficiente que garantice a su vez la inclusión de lo que se llama comercio de ida y vuelta. Esto es, Andalucía puede exportar a Italia aceitunas directamente recogidas del olivar (exportación del sector agrícola) para más tarde importar las mismas aceitunas aliñadas y listas para servir (industria alimenticia). En este caso, no existe problema alguno ya que las aceitunas se incluyen en dos ramas distintas dependiendo del proceso de elaboración de cada una de ellas. No obstante, si existiera un único sector referido a aceitunas, sí se hubiera producido un problema de no contabilización del comercio de ida y vuelta, tal y como se puede fácilmente intuir. Asimismo,

las diferencias de calidad de los productos tampoco se toman en consideración en el modelo. Así, en la medida de lo posible y dada la desagregación empleada en este trabajo, un producto tendrá las mismas características sea donde sea la región o país que lo produzca.

En tercer lugar, no se contemplan en el modelo los posibles cambios inducidos por las economías de escala en los coeficientes técnicos, lo que determina de algún modo la localización de las ventajas comparativas entre dos economías. No obstante, siguiendo a Sikdar et al (2006), la inclusión de las economías de escala podrán alterar los patrones de comercio bilateral pero las diferencias en todo caso no serían muy significativas. Aún más, las ganancias derivadas del comercio

bilateral estarían infravaloradas al no incluir dichas economías de escala.

Por último, la consideración del comercio de ida y vuelta así como la de una mayor diferenciación de productos puede ser práctica para obtener una precisa apreciación del comercio bilateral pero no necesariamente para la localización de ventajas comparativas entre dos economías (Sikdar et al , 2006), que es el tema central de este trabajo. En definitiva, en la siguiente sección se desarrolla un modelo que localiza las ventajas comparativas de Andalucía (o España) bajo una competencia perfecta y libre comercio bilateral respecto de Italia.

## 5. Ganancias derivadas del libre comercio

Se pueden distinguir dos tipos de ganancias derivadas del libre comercio. En primer lugar, las obtenidas con motivo de la especialización productiva, que se calculan eliminando la ineficiente asignación interior de los recursos y su consiguiente infrautilización; y, en segundo lugar, las ganancias derivadas exclusivamente de la existencia de la posibilidad de realizar transacciones bilaterales, esto es, las obtenidas sólo por la mera existencia del libre comercio. Las soluciones obtenidas en el segundo apartado arrojan valores para  $c$  y  $\bar{c} = \bar{c}/c$ , siendo los consiguientes factores de expansión del consumo final para Andalucía e Italia, y para España e Italia los siguientes:

$$\begin{aligned} c &= 1,465 \quad \text{y} \quad \bar{c} = 1,153 \quad \text{para Andalucía e Italia} & (7) \\ c &= 1,193 \quad \text{y} \quad \bar{c} = 1,174 \quad \text{para España e Italia} & (8) \end{aligned}$$

Por tanto, el libre comercio bilateral en un mundo de competencia perfecta reportaría para la economía andaluza una ganancia total de un 46,5% mientras que para la economía italiana de sólo un 15,3%. Para el caso español, la ganancia se reduciría a un 19,3% mientras que para Italia se incrementaría hasta un 17,4%. Así, las tres economías se beneficiarían del libre comercio, siendo la andaluza la más beneficiada de todas y en la que, en términos relativos, el comercio bilateral es relativamente más importante.

En este punto, es también posible aislar las ganancias que se derivan exclusivamente del libre comercio solucionando un nuevo programa lineal que permita determinar las ganancias que puedan conseguir las economías con una asignación eficiente de los recursos interiores (ganancias de especialización) sin tomar como punto de partida los patrones del comercio bilateral, los cuales se obtienen con el modelo presentado en el segundo apartado. El modelo lineal que deberemos resolver ahora para encontrar de nuevo un factor de expansión del consumo final para Andalucía (o España) e Italia sería:

$$\text{Max}_{x,d} \quad \mathbf{e}^T \mathbf{y} d \quad (9)$$

sujeto a la ecuación (3) y:

$$(\mathbf{I}-\mathbf{A})\mathbf{x} \geq \mathbf{y}d + \mathbf{z} \quad (10)$$

donde  $d$  es el factor de expansión del consumo final en Andalucía (o España) y  $\mathbf{z}$  es el vector completo de exportaciones netas de Andalucía (o España), esto es, incluyendo el comercio bilateral. La solución obtenida en el caso de Andalucía es de  $d = 1,26$  y en el caso de España,  $d = 1,132$ . Si solucionamos idéntico programa lineal asociado esta vez a  $\bar{d}$ , tendremos como resultado para Italia,  $\bar{d} = 1.141$ . Por tanto, las ganancias en eficiencia de Andalucía se traducen en un 26%, en España en tan solo un 13,2% y en Italia en un 14,1%.

En resumen, estos resultados y los obtenidos a partir de la ecuación (7) y (8) se muestran respectivamente en la Tabla 3 para Andalucía y para España. Así, las ganancias totales de eficiencia derivadas del libre comercio bilateral de Andalucía respecto de Italia son de un 46,5% mientras que para Italia es de tan solo un 15,3%. En el caso de España estas cifras son más modestas, siendo de un 19,3% para España y de un 17,4% para Italia. En particular, las ganancias de especialización de la economía italiana son de un 14,1% de un total de un 15,3% en comparación con Andalucía, lo que conlleva que para Italia solo un 1,2% se pueda atribuir a ganancias derivadas exclusivamente del libre comercio. Por el contrario, Andalucía elevaría este tipo de ganancias hasta un 20,5%. Para el caso de España, las ganancias derivadas del libre comercio para Italia son algo más altas (3,3%) pero sin embargo, no existe tanta diferencia respecto de España como con el caso andaluz (6,1% de ganancias atribuidas al libre comercio bilateral para España).

**Tabla 3. Ganancias derivadas del libre comercio para Andalucía, España e Italia**

	Andalucía	Italia
Ganancias totales del comercio	46,5%	15,3%
Ganancias de especialización	26,0%	14,1%
Ganancias exclusivas del libre comercio	20,5%	1,2%
Ganancias totales del comercio	19,3%	17,4%
Ganancias de especialización	13,2%	14,1%
Ganancias exclusivas del libre comercio	6,1%	3,3%

FUENTE: Elaboración propia

A modo de conclusión, cabe decir que mediante la resolución de un programa lineal se han obtenido los patrones de comercio bilateral entre Andalucía (o España) e Italia en un mundo con un comercio libre y perfectamente competitivo. Las ventajas comparativas se deducen del signo de dichos patrones de comercio y ello se realiza exclusivamente sobre la base de los parámetros básicos de una economía – preferencias  $(y \text{ e } \bar{y})$ , tecnología  $(A, \bar{A}; k, \bar{k}; l, \bar{l})$  y dotaciones factoriales  $(K, \bar{K} \text{ y } L, \bar{L})$ , habiéndose prefijado el comercio con el resto del mundo y estando representado éste por el vector  $z$ . Por tanto, la localización de las ventajas comparativas entre dos economías se ha realizado sobre la base de los llamados fundamentos de una economía, en términos neoclásicos, que son las dotaciones factoriales, la tecnología y las preferencias. No se ha empleado por tanto ningún tipo de precio como variable exógena al modelo. Asimismo, en ambos análisis comparativos, tanto Andalucía como España obtienen ganancias positivas superiores a las

que obtendría la economía italiana y, en particular, sobre todo Andalucía. Por último, las tres economías verían aumentada también entre ellas el volumen de transacciones comerciales.

Sin embargo, este tipo de análisis llevado a cabo hasta ahora no arroja ninguna luz sobre la relativa importancia de los distintos determinantes de dichas ventajas comparativas. Según la literatura existente, esto se puede elucidar dejando libre acceso a cada una de las economías para que emplee una u otra tecnología y asumiendo completa sustituibilidad en el vector de consumo medio de cada una de ellas. Como resultado, el nuevo modelo que se obtendría de la inclusión de estas hipótesis adicionales quedaría centrado en el papel de las dotaciones factoriales como responsable del comercio internacional entre países, tal como lo estipula el teorema de HO. Por ello, damos un paso más y especificamos en el siguiente apartado el nuevo modelo que incorpora dichos supuestos y que recibe el nombre de *modelo de comercio super-libre*.

## 6. Modelo de comercio super-libre

Tal como se puede apreciar en Sikdar et al (2006) y ten Raa y Mohnen (2001), el modelo de comercio super-libre admite que dos economías dadas no solo comercien libremente entre ellas sino que además, también puedan elegir entre una u otra tecnología y sustituir sus respectivos consumos medios por los de una u otra economía. Con ello, el modelo estipulado en el segundo apartado quedaría como sigue:

$$\text{Max}_{\mathbf{x}, \mathbf{z}, \bar{\mathbf{x}}, \bar{\mathbf{z}}, c, c^*, \bar{c}} \quad \mathbf{e}^T \mathbf{y} (c + c^*) + \mathbf{e}^T \bar{\mathbf{y}} \gamma (c + c^*) \quad (11)$$

sujeto a:

$$\begin{aligned} (\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} + (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})\mathbf{z} + (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})\bar{\mathbf{x}} + (\mathbf{I} - \mathbf{A})\bar{\mathbf{z}} \geq \\ \mathbf{y}c + (\mathbf{e}^T \mathbf{y} / \mathbf{e}^T \bar{\mathbf{y}})\bar{\mathbf{y}}c^* + \bar{\mathbf{y}}\bar{c} + (\mathbf{e}^T \bar{\mathbf{y}} / \mathbf{e}^T \mathbf{y})\mathbf{y}\bar{c}^* + \mathbf{z} + \bar{\mathbf{z}} \end{aligned} \quad (12)$$

$$(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} + (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})\mathbf{z} \geq \mathbf{y}c + (\mathbf{e}^T \mathbf{y} / \mathbf{e}^T \bar{\mathbf{y}})\bar{\mathbf{y}}c^* \quad (13a)$$

$$(\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})\bar{\mathbf{x}} + (\mathbf{I} - \mathbf{A})\bar{\mathbf{z}} \geq \bar{\mathbf{y}}\bar{c} + (\mathbf{e}^T \bar{\mathbf{y}} / \mathbf{e}^T \mathbf{y})\mathbf{y}\bar{c}^* \quad (13b)$$

$$\mathbf{k}^T \mathbf{x} + \bar{\mathbf{k}}^T \mathbf{z} \leq K, \quad \mathbf{l}^T \mathbf{x} + \bar{\mathbf{l}}^T \mathbf{z} \leq L \quad (14a)$$

$$\bar{\mathbf{k}}^T \bar{\mathbf{x}} + \mathbf{k}^T \bar{\mathbf{z}} \leq \bar{K}, \quad \bar{\mathbf{l}}^T \bar{\mathbf{x}} + \mathbf{l}^T \bar{\mathbf{z}} \leq \bar{L} \quad (14b)$$

donde la ecuación (12) se refiere a bienes comercializables, las ecuaciones (13a) y (13b) a bienes no comercializables en Andalucía (o España) e Italia, respectivamente, y las ecuaciones (14a) y (14b) al uso de los factores para cada economía. Nótese también que debe verificarse que  $\bar{c}^* = \gamma(c + c^*) - \bar{c}$ .

En primer lugar, las producciones netas de la economía andaluza (o española) en las ecuaciones (1) y (2) tales que

$(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x}$  se sustituyen por  $(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} + (\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})\mathbf{z}$ , de tal modo que el vector de producciones se podría aplicar tanto a las columnas de la matriz de coeficientes técnicos de la economía andaluza (o española) como a la de la italiana. De manera análoga, el vector de producciones netas de la economía italiana  $(\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})\bar{\mathbf{x}}$  se sustituye por  $(\mathbf{I} - \bar{\mathbf{A}})\bar{\mathbf{x}} + (\mathbf{I} - \mathbf{A})\bar{\mathbf{z}}$ .

En segundo lugar, el consumo de capital fijo de la economía andaluza (o española) estará restringido de acuerdo con  $\mathbf{k}^T \mathbf{x} + \bar{\mathbf{k}}^T \mathbf{z} \leq K$  en lugar de  $\mathbf{k}^T \mathbf{x} \leq K$ . De manera similar,  $\bar{\mathbf{k}}^T \bar{\mathbf{x}} \leq \bar{K}$  será sustituido por  $\bar{\mathbf{k}}^T \bar{\mathbf{x}} + \mathbf{k}^T \bar{\mathbf{z}} \leq \bar{K}$  para Italia. Igualmente, se puede aplicar dichos cambios también al factor trabajo, como por ejemplo, sustituyendo  $\mathbf{l}^T \mathbf{x} \leq L$  por  $\mathbf{l}^T \mathbf{x} + \bar{\mathbf{l}}^T \mathbf{z} \leq L$  para Andalucía (o España) y  $\bar{\mathbf{l}}^T \bar{\mathbf{x}} \leq \bar{L}$  por  $\bar{\mathbf{l}}^T \bar{\mathbf{x}} + \mathbf{l}^T \bar{\mathbf{z}} \leq \bar{L}$  para Italia.

En tercer lugar, el vector  $c$  se reemplaza por  $c + c^*$ . Los consumidores andaluces (o españoles) serán ahora indiferentes, según el caso, respecto del consumo final ( $\mathbf{y}$ ) de la propia economía andaluza (o española) y respecto del consumo final  $(\mathbf{e}^T \mathbf{y} / \mathbf{e}^T \bar{\mathbf{y}})\bar{\mathbf{y}}$  de la economía italiana, esta última ajustada a los niveles absolutos de Andalucía (o España). Análogamente, los consumidores italianos son indiferentes también entre el consumo final propio  $(\bar{\mathbf{y}})$  y  $(\mathbf{e}^T \bar{\mathbf{y}} / \mathbf{e}^T \mathbf{y})\mathbf{y}$ . Por tanto,  $\mathbf{y}c$  y  $\bar{\mathbf{y}}\bar{c} = \gamma\bar{\mathbf{y}}c$  se reemplazarán por  $[\mathbf{y}c + (\mathbf{e}^T \mathbf{y} / \mathbf{e}^T \bar{\mathbf{y}})\bar{\mathbf{y}}c^*]$  en la ecuación (1) y por  $[\bar{\mathbf{y}}\bar{c} + (\mathbf{e}^T \bar{\mathbf{y}} / \mathbf{e}^T \mathbf{y})\mathbf{y}\bar{c}^*]$  en la ecuación (2). Finalmente, la variable  $\gamma = \bar{c} / c$  se sustituye ahora por  $\gamma = (\bar{c} + \bar{c}^*) / (c + c^*)$ .

Así, este nuevo programa lineal considera un modelo de comercio super-libre entre Andalucía (o España) e Italia teniendo cada economía libre acceso a las tecnologías de producción y consumo de una u otra.



## 7. Resultados

En las Tablas 4a y 4b se muestran los valores de producción de las economías andaluza (y española) e italiana bajo los supuestos del modelo de comercio super-libre. En la primera de ellas se puede apreciar cómo la economía andaluza se especializaría en la industria del cuero y calzado, el refino de petróleo, la fabricación de material de transporte y las otras industrias manufactureras, mientras que el resto de productos sería importado desde Italia. Solo el refino de petróleo utilizaría la propia tecnología andaluza para su producción, mientras que para el resto de estas actividades se emplearía la tecnología italiana. En cambio, Italia realizaría la producción de las ramas primarias, la extracción de minerales energéticos y la fabricación de productos químicos con tecnología propia de Andalucía. Asimismo, Italia no produciría material de transporte, otros productos manufacturados ni refinaría petróleo, lo que importaría desde Andalucía. Es destacable también cómo Italia produce 16 de los 19 bienes comercializables mientras que Andalucía solo se especializaría en 4 de 19. Por último, la industria del cuero y calzado presenta producciones positivas en ambas economías aunque con tecnología italiana, signo de la superioridad de ésta sobre la andaluza.

En el caso de España respecto de Italia, la especialización productiva se da en un número mayor de ramas de actividad

que en Andalucía, a saber, la agricultura, ganadería, caza y selvicultura, la industria del papel, la industria química, la fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, etc.), la fabricación de maquinaria y equipos mecánicos, la fabricación de equipos eléctricos y electrónicos y la fabricación de materiales de transporte, mientras que el resto de productos sería importado desde Italia. Sólo en este caso la industria química utilizaría tecnología propiamente española para su producción, mientras que para el resto de productos la tecnología italiana se manifiesta como superior.

En lo que respecta a Italia, ésta se especializaría en pesca, refino de petróleo y energía eléctrica, gas y agua utilizando la tecnología española y en el resto de actividades no mencionadas hasta ahora utilizando su propia tecnología (véase Tabla 4b). Nótese cómo las actividades agrícolas, ganaderas, de caza y selvicultura tienen producciones positivas para ambos países utilizando en ambos casos la tecnología italiana. Merece destacarse que en la comparativa con el caso español, Italia produce 13 de los 19 bienes comercializables mientras que España produce solamente 7 de 19 (aún así, superior en número al caso andaluz).



**Tabla 4a. Producciones bajo el modelo de comercio super-libre** (Unidades: millones de euros)

Sector	Andalucía		Italia	
	Propia tecnología	Tecnología italiana	Propia tecnología	Tecnología andaluza
Agricultura, ganadería, caza y selvicultura	0,0	0,0	0,0	57.561,6
Pesca	0,0	0,0	0,0	1.662,2
Extracción de productos energéticos	0,0	0,0	0,0	18.724,3
Extracción de otros minerales excepto productos energéticos	0,0	0,0	7.276,0	0,0
Industria de la alimentación, bebidas y tabaco	0,0	0,0	119.284,7	0,0
Industria textil y de la confección	0,0	0,0	89.512,2	0,0
Industria del cuero y del calzado	0,0	1.521,4	24.874,0	0,0
Industria de la madera y del corcho	0,0	0,0	21.782,7	0,0
Industria del papel; edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	0,0	0,0	53.266,3	0,0
Refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	49.612,4	0,0	0,0	0,0
Industria química	0,0	0,0	0,0	88.203,9
Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	0,0	0,0	35.293,4	0,0
Industrias de otros productos minerales no metálicos	0,0	0,0	45.929,1	0,0
Metalurgia y fabricación de productos metálicos	0,0	0,0	128.669,2	0,0
Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	0,0	0,0	102.449,1	0,0
Industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	0,0	0,0	83.632,5	0,0
Fabricación de material de transporte	0,0	73.759,6	0,0	0,0
Industrias manufactureras diversas	0,0	44.222,7	0,0	0,0
Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua	0,0	0,0	75.913,4	0,0
Construcción	0,0	18.333,5	139.620,2	0,0
Comercio, reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico	0,0	35.924,1	266.258,5	0,0
Hostelería	0,0	11.505,5	84.894,7	0,0
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,0	23.720,0	166.785,6	0,0
Intermediación financiera	0,0	11.447,6	77.568,8	0,0
Actividades inmobiliarias y de alquiler; servicios empresariales	0,0	48.656,4	352.888,9	0,0
Administración pública, defensa y seguridad social	0,0	13.180,9	98.069,3	0,0
Educación	0,0	9.900,1	73.849,6	0,0
Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales	0,0	16.266,5	120.993,5	0,0
Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad; servicios personales	0,0	10.274,9	78.140,4	0,0
Hogares que emplean personal doméstico	0,0	1.317,4	9.801,8	0,0

FUENTE: Elaboración propia

Si bien es cierto que existen bienes que son producidos por ambas economías, el patrón último que determina las ventajas comparativas en este modelo viene dado por el signo del vector de exportaciones bilaterales netas, que se muestra en la Tabla 5 del siguiente apartado, para Andalucía y España, respectivamente. En dicha tabla se muestra también a modo ilustrativo y para facilitar la comparativa, los resultados obtenidos con el modelo de libre comercio. Efectivamente, Andalucía importa un número de productos menor a resultados del modelo de comercio super-libre en relación con el modelo de libre comercio. Si en el modelo anterior, Andalucía presentaba ventajas comparativas en la extracción de minerales energéticos y la industria química, ahora presenta ventajas competitivas en la extracción de minerales no energéticos, el refino de petróleo, la fabricación de materiales de transporte y la fabricación de otros productos manufacturados.

En el caso español, la diferencia es muy modesta aunque favorable a la economía española. Bajo el supuesto del modelo de comercio super-libre, el número de productos cuya ventaja comparativa era asignada a España se incrementa en uno. La agricultura, ganadería, caza y selvicultura, la industria química

y la fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, etc.) persisten como ventajosas mientras que las restantes son las relativas a la extracción de minerales no energéticos, la industria del papel, la fabricación de maquinaria y equipo mecánico, la fabricación de equipos eléctricos y electrónicos, y la fabricación de materiales de transporte.

Por otro lado, aunque Andalucía e Italia se especialicen en cuero y calzado y la tecnología utilizada en ambos casos sea la italiana (véase Tabla 4a), Andalucía además también importa dichos productos desde Italia, lo cual indica que la ventaja comparativa reside en la economía italiana y no en la andaluza.

Sin embargo, en el caso de las actividades agrarias, ganaderas, de caza y selvicultura, que son producidas tanto por España como por Italia bajo las condiciones de comercio super-libre y cuya tecnología en ambos casos es también la italiana, se produce el efecto contrario mostrando que España obtiene ventaja comparativa frente a Italia. Este tipo de casos puede deberse esencialmente a que la oferta proporcionada de dichos productos en cada caso no sea suficiente para abastecer la demanda interior existente y por ello, se deba recurrir a la importación.

**Tabla 4b. Producciones bajo el modelo de comercio super-libre** (Unidades: millones de euros)

Sector	España		Italia	
	Propia tecnología	Tecnología italiana	Propia tecnología	Tecnología española
Agricultura, ganadería, caza y selvicultura	0,0	19.274,6	72.348,7	0,0
Pesca	0,0	0,0	0,0	2.840,4
Extracción de productos energéticos	0,0	0,0	23.821,8	0,0
Extracción de otros minerales excepto productos energéticos	0,0	0,0	7.503,6	0,0
Industria de la alimentación, bebidas y tabaco	0,0	0,0	187.084,6	0,0
Industria textil y de la confección	0,0	0,0	128.089,4	0,0
Industria del cuero y del calzado	0,0	0,0	37.148,0	0,0
Industria de la madera y del corcho	0,0	0,0	33.571,4	0,0
Industria del papel; edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	0,0	89.393,1	0,0	0,0
Refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	0,0	0,0	0,0	67.262,8
Industria química	118.985,2	0,0	0,0	0,0
Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	0,0	0,0	51.710,4	0,0
Industrias de otros productos minerales no metálicos	0,0	70.986,3	0,0	0,0
Metalurgia y fabricación de productos metálicos	0,0	0,0	192.658,4	0,0
Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	0,0	136.369,9	0,0	0,0
Industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	0,0	124.766,2	0,0	0,0
Fabricación de material de transporte	0,0	124.649,9	0,0	0,0
Industrias manufactureras diversas	0,0	0,0	61.067,7	0,0
Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua	0,0	0,0	0,0	101.191,0
Construcción	0,0	105.699,8	134.769,0	0,0
Comercio, reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico	0,0	201.083,5	267.045,5	0,0
Hostelería	0,0	67.510,1	82.693,1	0,0
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,0	131.257,5	158.779,5	0,0
Intermediación financiera	0,0	56.654,8	79.152,2	0,0
Actividades inmobiliarias y de alquiler; servicios empresariales	0,0	285.008,7	343.196,9	0,0
Administración pública, defensa y seguridad social	0,0	75.424,3	96.756,2	0,0
Educación	0,0	56.998,1	72.915,9	0,0
Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales	0,0	93.190,7	119.557,7	0,0
Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad; servicios personales	0,0	59.210,5	77.309,7	0,0
Hogares que emplean personal doméstico	0,0	7.538,5	9.670,6	0,0

FUENTE: Elaboración propia



## 8. Importancia relativa de los determinantes del patrón de ventajas comparativas

La comparación de los resultados obtenidos en el modelo de comercio super-libre con los obtenidos en el modelo de libre comercio para Andalucía (véase Tabla 5) revelan que las ventajas comparativas de Italia frente a Andalucía en la producción de las ramas primarias, la industria alimenticia, la industria de la confección, la fabricación de cuero y calzado, la industria de la madera y del corcho, la industria del papel, la fabricación de caucho y materia plásticas, la fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, etc.), la industria metalúrgica y de productos metálicos, la fabricación de maquinaria y equipo mecánico, la industria de material y equipos eléctricos y electrónicos y la industria de la energía eléctrica, gas y agua, persisten aun cuando las diferencias de tecnologías de producción y consumo se han eliminado. Sin embargo, siendo posibles tecnologías idénticas en las dos economías, Italia gana ventajas comparativas respecto del modelo de libre comercio en la industria extractiva de minerales energéticos y en la industria química. Por el contrario, Andalucía gana ventajas comparativas en la extracción de minerales no energéticos, el refinado de petróleo, la fabricación de material de transporte y la fabricación de otros productos manufacturados, dado que en la situación anterior las exportaciones netas tenían signo negativo pasando a ser

positivo en el marco del modelo de comercio super-libre. Finalmente, ningún producto en la economía andaluza persiste como ventaja comparativa en el nuevo modelo.

En definitiva, la diferencia en el signo del patrón de ventaja comparativa de las dos economías en las dos situaciones comerciales diferentes (libre y super-libre) que se contemplan va a conducir a una conclusión importante acerca de las dotaciones factoriales como causa del comercio internacional (teorema HO).

Las ventajas comparativas de la economía italiana referidas al comienzo del apartado estarían determinadas por las dotaciones factoriales dada la persistencia del signo negativo del vector de exportaciones netas de Andalucía en las dos situaciones consideradas, mientras que la tecnología será la que determine las ventajas comparativas de la industria extractiva de minerales no energéticos, el refinado de petróleo, la fabricación de material de transporte y la fabricación de otros productos manufacturados (véase Tabla 6). Esto es, es la tecnología superior de la economía que produce cada uno de estos productos la que le permitirá tener ventaja comparativa en la provisión de los mismos.

**Tabla 5. Libre y super-libre comercio bilateral desde Andalucía (o España) hacia Italia** (Unidades: millones de euros)

Sector	Andalucía		España	
	Exportaciones netas (libre)	Exportaciones netas (super-libre)	Exportaciones netas (libre)	Exportaciones netas (super-libre)
Agricultura, ganadería, caza y selvicultura	-6.819,1	-7.032,1	103.015,9	2.438,4
Pesca	-855,0	-12,9	2.856,8	-2.322,5
Extracción de productos energéticos	8.735,1	-10.128,0	-25.079,4	9.254,5
Extracción de otros minerales excepto productos energéticos	-1.664,8	109,7	-3.518,4	-3.548,0
Industria de la alimentación, bebidas y tabaco	-12.327,6	-15.589,4	-80.625,0	-82.195,6
Industria textil y de la confección	-1.141,9	-5.332,9	-13.461,8	-30.424,5
Industria del cuero y del calzado	-221,4	-409,2	-4.427,1	-10.348,8
Industria de la madera y del corcho	-379,1	-8.262,0	-3.801,8	-4.886,3
Industria del papel; edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	-1.590,6	-3.458,2	-18.265,2	30.805,1
Refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	-6.324,2	14.242,8	15.243,9	-15.495,8
Industria química	42.043,0	-3.737,8	35.320,1	45.958,8
Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	-1.340,1	-4.513,7	29.345,1	-23.001,4
Industrias de otros productos minerales no metálicos	-2.913,1	-3.115,6	32.228,1	32.724,0
Metalurgia y fabricación de productos metálicos	-2.680,5	-22.917,0	-23.186,1	-86.938,4
Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	-1.763,7	-7.550,4	-22.671,4	72.959,6
Industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	-1.907,0	-8.817,9	-2.501,5	46.196,1
Fabricación de material de transporte	-2.649,7	52.662,4	-33.774,7	52.443,1
Industrias manufactureras diversas	-1.922,0	37.082,4	-12.483,6	-17.935,3
Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua	-3.718,2	-2.615,4	22.505,6	-18.892,9
Construcción	0,0	0,0	0,0	0,0
Comercio, reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico	0,0	0,0	0,0	0,0
Hostelería	0,0	0,0	0,0	0,0
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	0,0	0,0	0,0	0,0
Intermediación financiera	0,0	0,0	0,0	0,0
Actividades inmobiliarias y de alquiler; servicios empresariales	0,0	0,0	0,0	0,0
Administración pública, defensa y seguridad social	0,0	0,0	0,0	0,0
Educación	0,0	0,0	0,0	0,0
Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales	0,0	0,0	0,0	0,0
Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad; servicios personales	0,0	0,0	0,0	0,0
Hogares que emplean personal doméstico	0,0	0,0	0,0	0,0

FUENTE: Elaboración propia

Así, en el momento en que se admite libre acceso a las dos diferentes tecnologías (como en el modelo de comercio super-libre) la economía que tiene inicialmente ventaja comparativa puede llegar a perderla. Por tanto, dada la oportunidad de disponer de la tecnología productiva del otro socio comercial,

Andalucía probablemente adoptaría la tecnología italiana para su producción y así conseguir revertir el signo del patrón comercial de algunos productos, tales son los ejemplos del refino de petróleo, la fabricación de material de transporte y la fabricación de otros productos manufacturados.

**Tabla 6. Determinantes de las ventajas comparativas de Andalucía (o España) e Italia**

Sector	Andalucía vs. Italia		España vs. Italia	
	Andalucía	Italia	España	Italia
Agricultura, ganadería, caza y selvicultura		Factores	Factores	
Pesca		Factores	Tecnología	
Extracción de productos energéticos	Tecnología			Tecnología
Extracción de otros minerales excepto productos energéticos		Tecnología		Factores
Industria de la alimentación, bebidas y tabaco		Factores		Factores
Industria textil y de la confección		Factores		Factores
Industria del cuero y del calzado		Factores		Factores
Industria de la madera y del corcho		Factores		Factores
Industria del papel; edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados		Factores		Tecnología
Refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares		Tecnología	Tecnología	
Industria química	Tecnología		Factores	
Industria de la transformación del caucho y materias plásticas		Factores	Tecnología	
Industrias de otros productos minerales no metálicos		Factores	Factores	
Metalurgia y fabricación de productos metálicos		Factores		Factores
Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico		Factores		Tecnología
Industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico		Factores		Tecnología
Fabricación de material de transporte		Tecnología		Tecnología
Industrias manufactureras diversas		Tecnología		Factores
Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua		Factores	Tecnología	

FUENTE: Elaboración propia

De manera similar, la producción de la economía italiana de minerales energéticos y productos químicos empleará la tecnología andaluza, que se manifiesta como superior, para revertir el signo del patrón comercial en su beneficio bajo un contexto de comercio super-libre. Por tanto, con la intención de adoptar la tecnología andaluza, Italia recogerá el testigo de la producción de minerales energéticos y productos químicos, los cuales son para los que la economía andaluza presenta una ventaja comparativa solo sustentada en su tecnología (véase Tabla 6). Sin embargo, Andalucía no es capaz de retener ninguna ventaja comparativa una vez que se admite el libre acceso a tecnologías diferentes. Esto lleva a la conclusión de que las dotaciones factoriales no son responsables del comercio bilateral de Andalucía respecto de Italia una vez que las diferencias tecnológicas se han disipado.

Resumidamente, la Tabla 6 indica que las ventajas comparativas de Italia respecto de la producción de hasta 13 productos se debe a las dotaciones factoriales, a saber, las ramas primarias, la industria alimenticia, la industria de la confección, la fabricación de cuero y calzado, la industria de la madera y del corcho, la industria del papel, la fabricación de caucho y materia plásticas, la fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, etc.), la industria metalúrgica y de productos metálicos, la fabricación de maquinaria y equipo mecánico, la industria de material y equipos eléctricos y electrónicos y la industria de la energía eléctrica, gas y agua. En el caso de Andalucía, ninguna ventaja comparativa de la que dispone es debida a las dotaciones factoriales.

En referencia a la determinación de las ventajas comparativas entre España e Italia (véase Tabla 5), las ventajas

comparativas derivadas de la agricultura, ganadería, caza y selvicultura, la industria química y la fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, etc.) asignadas a España bajo el modelo de libre comercio persisten una vez eliminada la posibilidad de diferencias en las tecnologías de ambos países. Análogamente, esto significará que las dotaciones factoriales de estos productos determinan la ventaja comparativa respectiva a favor de la economía española. En cambio, Italia ganaría ventajas comparativas en el momento en que el modelo, bajo la hipótesis de comercio super-libre, le asigna la producción de ramas como pesca, refino de petróleo y el sector de energía eléctrica, gas y agua, aunque utilizando la tecnología española, que se manifiesta en estos casos como superior. En el otro extremo, la economía italiana presenta ventajas comparativas fundamentadas en dotaciones factoriales en la extracción de minerales no energéticos, industria alimenticia, confección, cuero y calzado, madera y corcho, metalurgia y fabricación de productos metálicos y otras industrias manufactureras en comparación con España. Por último, Italia perdería su ventaja competitiva en algunos sectores donde la economía española adopta la tecnología italiana (en este caso superior) según la asignación de producciones hecha en el modelo, tales son los casos por ejemplo de la industria del papel, la fabricación de maquinaria y equipos mecánicos y la fabricación de material de transporte.

En resumen, la Tabla 6 muestra que la ventaja comparativa de España relativa a las ramas agrarias, la industria química y la fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, etc.) se debe a las dotaciones factoriales, mientras que en la economía italiana serían las actividades extractivas de minerales

energéticos, las industrias alimenticia, de la confección, del cuero y calzado y de la madera y corcho, junto con la fabricación de metales y productos metálicos y la fabricación de otros productos alimenticios las que le reportarían ventajas comparativas sustentadas en las dotaciones de los factores.

Si como hemos visto hasta ahora cada economía puede

adoptar la tecnología de otra para su producción y con ello, lograr mayores ventajas comparativas y ganancias comerciales, cabe entonces preguntarse si existen otras ganancias adicionales derivadas de este supuesto que se deban exclusivamente al libre comercio bilateral. De esto trataremos en el siguiente apartado.

## 9. Ganancias derivadas del modelo de comercio super-libre

Las ganancias acumuladas de cada una de las economías cuando las diferencias en las tecnologías de producción y consumo se omiten, se muestran en la Tabla 7, respectivamente, para Andalucía y para España. En particular, tanto para Andalucía como para Italia las ganancias son

positivas cuando se incluye la posibilidad de que ambos puedan emplear la tecnología del uno o la del otro. En el caso de Andalucía las ganancias se sitúan en el 81,8%, casi el doble que en el caso del modelo de libre comercio (46,5%).

**Tabla 7. Ganancias derivadas del comercio super-libre para Andalucía, España e Italia**

	Andalucía		Italia		España		Italia	
	Libre	Super-libre	Libre	Super-libre	Libre	Super-libre	Libre	Super-libre
Ganancias totales del comercio	46,5%	81,8%	15,3%	17,6%	19,3%	59,9%	17,4%	16,0%
Ganancias de especialización	26,0%	26,0%	14,1%	14,1%	13,2%	13,2%	14,1%	14,1%
Ganancias exclusivas del comercio libre	20,5%	55,8%	1,2%	3,5%	6,1%	46,7%	3,3%	2,0%

FUENTE: Elaboración propia

Por su parte, Italia también ve aumentada sus ganancias (aunque escasamente) de un 15,3% a un 17,6%. En relación con las ganancias derivadas exclusivamente del comercio libre podemos decir que para Andalucía más que se duplican (de un 20,5% se pasa a un 55,8%) y en el caso de Italia apenas aumenta de un 1,2% a un 3,5%.

En el caso de España, aunque Italia ha podido adoptar la tecnología española para producir ciertos bienes y reducir su dependencia, esta economía acaba perdiendo parte de sus ganancias por este hecho. De un 17,4% pasa a un 16% y en el caso de las ganancias derivadas exclusivamente del comercio libre pasa de un 3,3% a un 2%. Por el contrario, España ve incrementada de forma espectacular sus ganancias totales de un 19,3% a un 59,9% y en el caso de las ganancias debidas

solo al comercio, de un 6,1% a un 46,7%. Esta reducción por parte italiana puede tener su origen en que en los modelos presentados no se tienen en cuenta otros factores que puedan influir en la producción de un bien, como son los recursos naturales o el clima. Bajo las condiciones de comercio super-libre, Italia producirá productos de la pesca o energéticos (electricidad, agua y gas) cuyas condiciones naturales, climáticas o de recursos pudieran no ser todo lo favorables que son en territorio español. De ahí que el uso de la tecnología española para producir dichos bienes por parte de Italia en el caso del comercio super-libre no reporte todas las ganancias esperadas y por ello, no sean éstas superiores a las obtenidas bajo el modelo de libre comercio.





## 10. Conclusiones

El trabajo que se presenta en este capítulo sirve de referencia para estudiar el libre comercio bilateral entre dos economías por medio de la construcción de un marco competitivo basado exclusivamente en los fundamentos de las mismas: dotaciones factoriales, preferencias y tecnologías. En este marco se conjugan el análisis input-output y la programación lineal para determinar endógenamente la dirección del comercio entre ellas. Asimismo, puede servir también como ejemplo sobre cómo localizar las respectivas ventajas comparativas vinculadas al comercio internacional. En particular, no se han utilizado otro tipo de estadísticas ni indicadores más allá de dichos fundamentos, habiéndose excluido además cualquier referencia a índices de precios. Tampoco se admite en el modelo ningún tipo de orientación a priori sobre la dirección del comercio bilateral. Por tanto, este enfoque proporciona así una verdadera determinación del equilibrio general de los patrones de comercio de los bienes intercambiados.

El análisis comparativo se ha realizado para Andalucía (o España) e Italia. Con respecto a la relación entre Andalucía e Italia, bajo las condiciones de libre comercio en un mercado perfectamente competitivo, Andalucía se especializaría en la producción de minerales energéticos y productos químicos mientras que Italia produciría en esas circunstancias todos los bienes a excepción de los minerales energéticos. Sin embargo, ambas economías tienen producciones positivas en los bienes considerados como no comercializables. Se deduce también que Andalucía obtiene ventajas comparativas en las ramas extractivas de minerales energéticos y la industria química. Por otro lado, Italia obtendría ventajas comparativas en el resto de bienes comercializables. Las ganancias derivadas exclusivamente del libre comercio se traducirían para Andalucía en un 20,5% mientras que para Italia sería tan solo de un 1,2%.

En el caso de España, en condiciones de libre comercio y mercados competitivos la especialización productiva residiría en las ramas primarias, el refinado de petróleo, la industria química, la producción de caucho y materias plásticas, la fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, etc.), la fabricación de equipos eléctricos y electrónicos y el sector de la energía eléctrica, gas y agua. Por el contrario, Italia se especializaría en el resto de bienes comercializables. Al igual que en el caso andaluz,

ambas economías tienen producciones positivas en aquellos bienes no comercializables. Las ventajas comparativas en el caso de la economía española en condiciones de libre comercio residirían en las ramas primarias, el refinado de petróleo, la industria química, la producción de caucho y materias plásticas, la fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, etc.) y el sector de la energía eléctrica, gas y agua. En relación con la economía italiana, las ventajas comparativas se situarían en el resto de bienes comercializables. En definitiva, las ganancias derivadas exclusivamente del libre comercio para España se cifran en un 6,1%, siendo para Italia de un escaso 3,3%.

Este trabajo explora también la posibilidad de que cada una de las economías consideradas no solo tenga libre acceso al comercio sino que también lo tenga respecto al uso de la tecnología del otro socio comercial. Para ello, se postula el modelo de comercio super-libre que se aplica de nuevo a la comparativa entre Andalucía (o España) e Italia. Los resultados muestran para Andalucía que las ventajas comparativas que obtienen en la industria extractiva de minerales energéticos y la industria química se determinan por la tecnología y no por las dotaciones factoriales. Esto es, dada la superioridad de la tecnología andaluza sobre la italiana en estos dos casos, Italia utilizaría ésta para producir dichos bienes en un marco de comercio super-libre y obteniendo con ello, exportaciones netas positivas. Por lo que respecta a Italia, la ventaja comparativa de hasta 13 productos viene sustentada por sus dotaciones factoriales, a saber, las ramas primarias, la industria alimenticia, la confección, el cuero y calzado, la madera y el corcho, la industria del papel, la fabricación de caucho y materias plásticas, la fabricación de minerales no metálicos (cemento, cal, etc.), la fabricación de metales y productos metálicos, la fabricación de maquinaria y equipo mecánico, la fabricación de material eléctrico y electrónico y el sector energético de la electricidad, gas y agua. Por otro lado, la tecnología determinaría la ventaja comparativa italiana respecto de Andalucía en la extracción de minerales no energéticos, el refinado de petróleo, la fabricación de material de transporte y los otros productos manufacturados.

En el caso de la economía española en relación con la italiana, las ventajas comparativas de la primera que se

fundamentan en las dotaciones factoriales se refieren a la agricultura, ganadería, caza y selvicultura, la industria química y la fabricación de minerales no energéticos. Por el contrario, la tecnología sería la responsable de las ventajas comparativas que se obtendrían en la pesca, el refinado de petróleo, la fabricación de caucho y materias plásticas y el sector energético de electricidad, gas y agua. En el caso de Italia, las dotaciones factoriales referidas a las actividades extractivas de minerales no energéticos, la industria alimenticia, confección, cuero y calzado, madera y corcho, metalurgia y productos metálicos y los otros productos manufacturados son responsables de las ventajas comparativas de dicha economía. Asimismo, la tecnología es fundamental para explicar las

ventajas comparativas de Italia en la extracción de minerales energéticos, la industria del papel, la fabricación de maquinaria y equipo mecánico, la fabricación de material eléctrico y electrónico y la fabricación de material de transporte.

En conclusión, Andalucía se beneficiaría aún más que España de una relación de libre comercio con Italia mientras que para Italia las ganancias son algo modestas y, en todo caso, serían mayores con España que con Andalucía. Asimismo, también debe ser especialmente considerada la importancia relativa de los determinantes (dotaciones factoriales o tecnología) de las ventajas comparativas sugeridas en el modelo de libre comercio.

## 11. Agradecimientos

Los autores quieren expresar su más sincero agradecimiento a Haoran Pan, Victoria Shestalova y Chandrima Sikdar por sus valiosas contribuciones, sugerencias e inestimable ayuda en la resolución de los modelos planteados. Las opiniones y

conclusiones vertidas en este trabajo son solo responsabilidad de los autores y no reflejan puntos de vista ni posiciones de las instituciones a las que pertenecen.



## 12. Bibliografía

- Eurostat (2006) Economy and finance section. ([www.epp.eurostat.ec.europa.eu](http://www.epp.eurostat.ec.europa.eu)).
- Ginsburgh, V. A. y Waelbroeck, J. L. (1981) *Activity Analysis and General Equilibrium Modelling* (Amsterdam: North-Holland).
- Heckscher, E. F. (1919) *The Effect of Foreign Trade on the Distribution of Income in Readings in the Theory of International Trade* (Oxford: Clarendon Press).
- Instituto de Estadística de Andalucía (2006) Marco Input-Output de Andalucía 2000. ([www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica)).
- Instituto de Estadística de Andalucía (2006) Estadística de intercambios de bienes entre Estados de la Unión Europea y comercio extracomunitario. Resultados de Andalucía. ([www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadistica)).
- Instituto Nacional de Estadística (2006) Contabilidad Nacional de España. ([www.ine.es](http://www.ine.es)).
- Instituto Nacional de Estadística (2006) Estadística de intercambios de bienes entre Estados de la Unión Europea y comercio extracomunitario. ([www.ine.es](http://www.ine.es)).
- Instituto Nacional de Estadística (2006) Encuesta de Población Activa. ([www.ine.es](http://www.ine.es)).
- Istat (2006) Tavole ammortamenti. ([www.istat.it](http://www.istat.it)).
- Kamps, C. (2004) *New Estimates of Government Net Capital Stocks for 22 OECD countries 1960-2001*, IMF Working Paper 04/67, Washington, DC.
- Leontief, W. (1953) Domestic production and foreign trade: the American capital position re-examined, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 97, 332-349.
- Mas, M., Pérez, F. y Uriel, E. (2005) *El Stock de Capital en España y su distribución territorial (1964-2002)* (Madrid: Fundación BBVA).
- Ohlin, B. (1933) *Interregional and International Trade* (Cambridge, MA: Harvard University Press).
- Organización Internacional del Trabajo (2006) LABORSTA database. ([www.ilo.org](http://www.ilo.org))
- Ricardo, D. (1817) *Principles of Political Economy and Taxation* (reimpreso por Dover Publications, New York, 2004).
- ten Raa, T. (2005) *The Economics of Input-Output Analysis* (Cambridge: Cambridge University Press).
- ten Raa, T. y Chakraborty, D. (1991) Indian comparative advantage vis-à-vis Europe as revealed by linear programming of the two economies, *Economic Systems Research*, 3, pp. 111-150.
- ten Raa, T. y Mohnen, P. (2001) The location of comparative advantages on the basis of fundamentals only, *Economic Systems Research*, 13, pp. 93-108; reimpreso en Thijs ten Raa, *Structural Economics*, Londres y New York (2004).
- Ten Raa, T. y Pan, H. (2005) Competitive pressures on China: income inequality and migration, *Regional Science and Urban Economics*, 35, pp. 671-699.
- Sikdar, C., ten Raa, T., Mohnen, P. Y Chakraborty, D. (2006) Bilateral trade between India and Bangladesh: a general equilibrium approach, *Economic Systems Research*, 18, pp. 257-279.
- Vanek, J. (1968) The factor proportions theory: the *n*-factor case, *Kyklos*, 21, pp. 749-756.
- Woodland, A. D. (1982) *International trade and resource allocation* (Amsterdam: North-Holland).



## **13. Anexo**





**CORRESPONDENCIA DE SECTORES SEGÚN LA CNAE-93**

Sector	Título	CNAE A-60
1	Agricultura, ganadería, caza y selvicultura	1,2
2	Pesca	3
3	Extracción de productos energéticos	4,5,6
4	Extracción de otros minerales excepto productos energéticos	7,8
5	Industria de la alimentación, bebidas y tabaco	9,10
6	Industria textil y de la confección	11,12
7	Industria del cuero y del calzado	13
8	Industria de la madera y del corcho	14
9	Industria del papel; edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados	15,16
10	Refino de petróleo y tratamiento de combustibles nucleares	17
11	Industria química	18
12	Industria de la transformación del caucho y materias plásticas	19
13	Industrias de otros productos minerales no metálicos	20
14	Metalurgia y fabricación de productos metálicos	21,22
15	Industria de la construcción de maquinaria y equipo mecánico	23
16	Industria de material y equipo eléctrico, electrónico y óptico	24,25,26,27
17	Fabricación de material de transporte	28,29
18	Industrias manufactureras diversas	30,31
19	Producción y distribución de energía eléctrica, gas y agua	32,33
20	Construcción	34
21	Comercio, reparación de vehículos de motor, motocicletas y ciclomotores y artículos personales y de uso doméstico	35,36,37
22	Hostelería	38
23	Transporte, almacenamiento y comunicaciones	39,40,41,42,43
24	Intermediación financiera	44,45,46
25	Actividades inmobiliarias y de alquiler; servicios empresariales	47,48,49,50,51
26	Administración pública, defensa y seguridad social	52
27	Educación	53
28	Actividades sanitarias y veterinarias; servicios sociales	54
29	Otras actividades sociales y de servicios prestados a la comunidad; servicios personales	55,56,57,58
30	Hogares que emplean personal doméstico	59



Miguel Ángel Tarancón Morán<sup>1</sup>

**Colaboradora**

Mercedes Gómez Castro<sup>2</sup>

# **Emisiones de CO<sub>2</sub> en Andalucía: identificación de los sectores productivos estructuralmente contaminantes**

---

1. Universidad de Castilla La Mancha  
2. Consejería de Medio Ambiente



# Resumen

En este capítulo se utiliza el marco input-output para identificar en Andalucía las principales relaciones entre las ramas de actividad que más cantidad de dióxido de carbono emiten a la atmósfera, llamadas actividades emisoras clave (AEC); y las ramas de actividad que, de forma directa o indirecta, son las mayores demandantes de los bienes y servicios provocados por aquellas, y que llamamos actividades estructuralmente

responsables de las emisiones (AER). Para ello se utiliza el análisis de sensibilidad basado en el cálculo de las elasticidades de emisión de los coeficientes técnicos de la tabla input-output simétrica de 2000. A partir de los resultados, se exponen algunas conclusiones generales cara a la implementación de políticas de mitigación de las emisiones.



# 1. Introducción

Desde los años 90, la comunidad científica, a través de las mesas de trabajo del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático de Naciones Unidas (IPCC), advirtió a los distintos gobiernos del progresivo calentamiento de la superficie de la Tierra (*efecto invernadero*). Este rápido calentamiento, cifrado en 0,6 grados de media desde 1860, se atribuye en gran medida, en los últimos 50 años, a la actividad humana. Los científicos del IPCC llegaron al consenso de que para no alcanzar un calentamiento adicional de entre unos 5 y 15 grados, lo que provocaría fuertes desequilibrios en el ecosistema<sup>1</sup>, sería necesario una drástica reducción de las emisiones de los llamados gases de efecto invernadero (GEIs), principales responsables del fenómeno. Entre estos gases destaca la importancia del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), al ser probablemente el que más contribuye al efecto invernadero, ya que engloba más del 70% del total de las emisiones.

## 1.1. Protocolo de Kioto y Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en Europa

El Protocolo de Kioto de 1997 supuso el punto de partida para el planteamiento de una política activa y global de lucha contra el calentamiento de la atmósfera, a través de la propuesta de instrumentos para la reducción de las emisiones de GEIs, y la asignación a los distintos países o regiones mundiales de cuotas máximas de emisión como objetivo a cumplir en el periodo 2008-2012. En el caso de los países industrializados, este objetivo se cifra en la reducción de las emisiones en un 5,2% por debajo de los niveles de 1990.

1. Se cree que el clima se hará más extremo: las zonas húmedas más húmedas y las secas más secas, con cambios bruscos y aumento del nivel del mar. Las pérdidas por desastres naturales se cifrarían, según la segunda mesa de trabajo del IPCC, en unos 40000 millones de dólares anuales.

2. A parte de estos mecanismos, el protocolo apuesta por los sumideros (bosques, cultivos), como antes que absorben el CO<sub>2</sub> del aire, aunque su efectividad se cree que es más limitada.

3. Es decir, incluyendo otros gases de efecto invernadero traducidos a toneladas de CO<sub>2</sub> mediante el factor de conversión derivado de su potencial de calentamiento global.

4. Caso de no ser así, la instalación se enfrentará a una fuerte sanción económica.

5. Para ser exactos, en el texto del Protocolo se habla de 'Comunidad' en lugar de 'Unión'.

Los instrumentos de lucha contra las emisiones de GEIs de Kioto consisten principalmente en los llamados "mecanismos flexibles", complementarios a las políticas y medidas internas de cada Estado. Estos mecanismos son<sup>2</sup>:

- El **Mercado de Comercio de Emisiones**, en el que la tonelada de GEI emitida, en términos de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente<sup>3</sup>, supone un precio que una instalación debe pagar si sobrepasa una determinada asignación de "derechos" de emisión, mediante la compra en el Mercado de derechos adicionales<sup>4</sup>. Si por el contrario una instalación logra reducciones que hacen que su total de emisiones se encuentre por debajo del montante permitido por la propiedad de sus "derechos", tendrá la capacidad de ofertar estos derechos en el Mercado a otras instalaciones con déficit.
- **Mecanismos de Desarrollo Limpio**, que se implementan mediante la realización de proyectos en países en desarrollo canjeables por derechos de emisión en los países desarrollados de origen.
- **Mecanismos de Aplicación Conjunta**, que consisten igualmente en proyectos "limpios"; pero en los propios países desarrollados.

El compromiso de Kioto, en el ámbito de la Unión Europea<sup>5</sup>, se concretó en una reducción del 8% de las emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente respecto al nivel de 1990 durante el periodo 2008-2012. Esto se traduce, en el caso de España, en un incremento permitido de las emisiones del 15%, respecto al nivel de referencia de 1990. En la tabla 1 se muestra la evolución del nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente en los últimos años, y la desviación respecto a los objetivos fijados para cada país de la Europa no ampliada:



**Tabla 01. Evolución CO2 equivalente países UE 1990-2003 y objetivos Kioto**

	1990	2003	% Variación 1990-2003	Objetivo Kioto	Desviación respecto al Objetivo
Alemania	1248,30	1017,50	-18,49	-21,00	-2,51
Austria	78,50	91,60	16,69	-13,00	-29,69
Bélgica	146,80	147,70	0,61	-7,50	-8,11
Dinamarca	69,60	74,00	6,32	-21,00	-27,32
<b>España</b>	<b>286,10</b>	<b>402,30</b>	<b>40,62</b>	<b>15,00</b>	<b>-25,62</b>
Finlandia	70,40	85,50	21,45	21,50	0,05
Francia	568,00	557,20	-1,90	0,00	1,90
Grecia	111,70	137,60	23,19	25,00	1,81
Holanda	213,10	214,80	0,80	-6,00	-6,80
Irlanda	54,00	67,60	25,19	13,00	-12,19
Italia	510,30	569,80	11,66	-6,50	-18,16
Luxemburgo	12,70	11,30	-11,02	-28,00	-16,98
Portugal	59,40	81,20	36,70	27,00	-9,70
Reino Unido	751,40	651,10	-13,35	-12,50	0,85
Suecia	72,30	70,60	-2,35	4,00	6,35
UE-15	4252,40	4179,60	-1,71	-8,00	-6,29

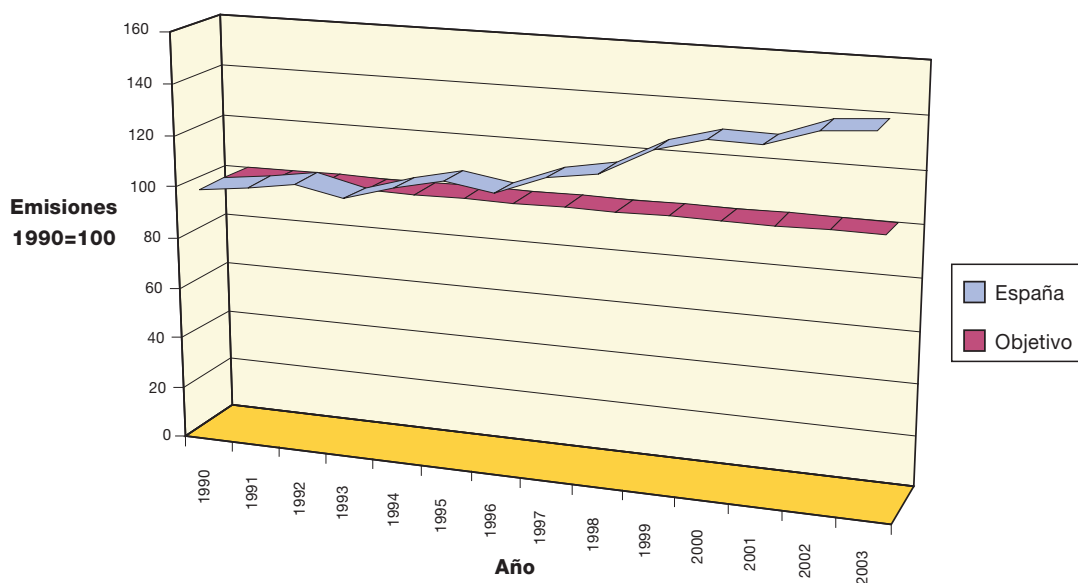
NOTA: millones de toneladas de CO2 equivalente (incluye otros GEIs convertidos en toneladas equivalentes de CO2).

FUENTE: Agencia Europea del Medio Ambiente (2005).

Como puede apreciarse en la tabla anterior, en 2003 sólo cinco países habían alcanzado el objetivo nacional fijado (Suecia, Francia, Grecia, Reino Unido y Finlandia). Por el contrario, España se encuentra entre los países que más lejos

están de alcanzar sus objetivos, junto a Austria, Dinamarca, Italia, Luxemburgo e Irlanda; con una tendencia persistente a alejarse más aún de dicho objetivo, como se muestra en la figura 1:

**Figura 01. Evolución en España de las Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente. 1990-2003**



FUENTE: Eurostat

Alcántara y Padilla (2005) analizan los factores que subyacen a la evolución de las emisiones en los países europeos, contemplando el índice de carbonización (CO<sub>2</sub> emitido por unidad de energía consumida), la intensidad energética (energía empleada por unidad monetaria de PIB producido), PIB per cápita y población. Así, resaltan el hecho de que el crecimiento en el PIB per cápita ha sido compensado por el buen comportamiento de la intensidad energética y el índice de carbonización en la gran mayoría de países. Precisamente, las excepciones son España, debido a un incremento de la intensidad energética, y Portugal, donde ha aumentado además el índice de carbonización. Por otro lado, destacan el hecho de que en varios países europeos el comportamiento del índice de carbonización ha sido tan importante o más que el de la intensidad energética, lo que muestra un esfuerzo por parte de estos países de avanzar hacia una combinación menos contaminante de 26 fuentes de energía, especialmente en los años 90, en los que se estanca la importancia de la energía nuclear. Por último, cabe comentar que en Europa, el factor población ha tenido una escasa importancia relativa, dado el moderado crecimiento demográfico experimentado por prácticamente la totalidad de países.

En este contexto, autores como Hernández et al. (2004) enfatizan la necesidad de diseñar de forma coherente estrategias a distinto nivel: global, europeo, nacional, regional y sectorial. Para ello, creen necesario la elaboración de estudios minuciosos que determinen las contribuciones, a cada escala geográfica, de cada sector a las emisiones de CO<sub>2</sub> globales, a fin de diseñar mecanismos, basados en la eficiencia, que promuevan el cambio tecnológico en los sectores más relacionados con el incremento

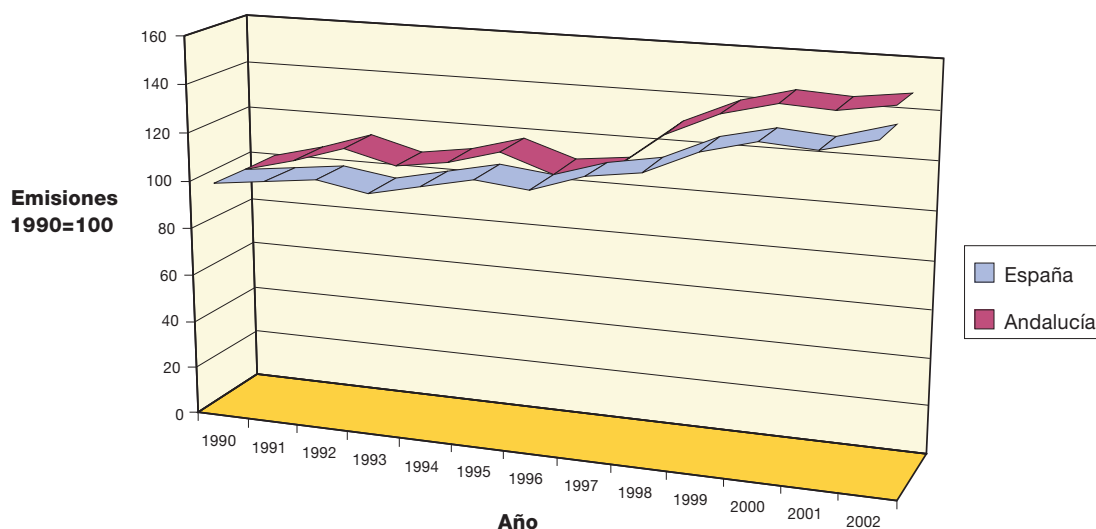
del nivel de emisiones a la atmósfera. Un modo de llevar a cabo este propósito sería la fijación de objetivos en términos de emisiones para cada sector al menor coste marginal posible, lo que depende en gran medida de su estructura de costes (mix de productos). En este capítulo se pretende analizar dicha estructura en Andalucía a nivel intersectorial.

## 1.2. Situación en Andalucía

Desde el punto de vista de la actividad productiva regional, el problema de las emisiones contaminantes afecta directamente a las unidades productivas andaluzas a través de la legislación sobre regulación de dichas emisiones que emana de las diferentes Directivas comunitarias. En concreto, la Ley 1/2005 de 9 de marzo regula el Régimen de Comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, dando cobertura nacional al Sistema de Comercio de Emisiones (ETS) de la Unión Europea<sup>6</sup>. Las actividades que están reguladas por esta Ley suponen en torno al 46% de las emisiones de CO<sub>2</sub> a nivel europeo: producción de energía, metalurgia, materiales de construcción, papel, refino y químicas. Por otro lado, la actividad del transporte, que es la gran actividad emisora junto a la producción de Energía (32% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en España), también está sujeta a normativa europea, nacional y regional<sup>7</sup>.

En cuanto al nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> en Andalucía, en la figura 2 y tabla 2 se muestra su evolución en el período 1990-2002, en comparación con la evolución de las emisiones en España:

**Figura 02. Evolución en Andalucía de las Emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente. 1990-2002**



FUENTE: Nieto y Santamarta (2003)

6. Creado a partir de la Directiva 2003/87/EC de 13 de Octubre.

7. Véase el Plan de Acción 2 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2001-2012.

**Tabla 02. Evolución de las Emisiones de CO<sub>2</sub> en España y Andalucía. 1990-2002**

Año	Emisiones en España	% Variación respecto a 1990	Emisiones en Andalucía	% Variación respecto a 1990	% Andalucía respecto a total España
1990	287.608,67	0,00	36.708,59	0,00	12,76
1991	294.202,64	2,29	38.690,22	5,40	13,15
1992	302.050,90	5,02	41.126,45	12,03	13,62
1993	291.330,42	1,29	39.225,96	6,86	13,46
1994	306.069,28	6,42	40.335,22	9,88	13,18
1995	319.363,45	11,04	42.480,95	15,72	13,30
1996	311.372,99	8,26	39.890,35	8,67	12,81
1997	332.545,87	15,62	40.881,49	11,37	12,29
1998	343.081,80	19,29	46.963,82	27,94	13,69
1999	371.056,86	29,01	50.819,00	38,44	13,70
2000	387.104,39	34,59	52.826,44	43,91	13,65
2001	382.789,25	33,09	52.406,59	42,76	13,69
2002	400.155,57	39,13	53.670,10	46,21	13,41

NOTA: miles de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (incluye otros GEIs convertidos en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>).

FUENTE: Nieto y Santamarta (2003), en base a datos del Ministerio de Medio Ambiente y elaboración propia

Puede comprobarse como, tanto en el caso de España como en el de Andalucía, a partir de 1998 se ha experimentado un fuerte crecimiento de las emisiones, probablemente consecuencia del crecimiento de la actividad económica. Destaca, aún así, el hecho de que Andalucía haya incrementado su nivel de emisiones a un ritmo superior en 7 puntos respecto al

caso del total de España, aumentando ligeramente, además, su cuota de emisiones respecto al total nacional.

En cuanto a la situación de Andalucía en relación con el resto de comunidades autónomas, en la tabla 3 se detallan sus porcentajes de aportación al total de emisiones de CO<sub>2</sub> equivalente y PIB de España:

**Tabla 03. Porcentajes autonómicos de Emisiones de CO<sub>2</sub> y PIB. Año 2002**

	Emisiones % respecto al total	PIB a precios básicos % respecto al total
<b>España</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Andalucía</b>	<b>13,69</b>	<b>13,07</b>
Aragón	4,92	3,15
Asturias	8,09	2,27
Baleares	2,33	2,59
Canarias	3,83	4,1
Cantabria	1,33	1,21
Castilla-La Mancha	6,51	3,38
Castilla y León	11,13	5,68
Cataluña	13,65	18,88
País Valenciano	7,04	10,29
Extremadura	2,18	1,81
Galicia	9,15	5,6
Madrid	6,62	16,92
Murcia	2,14	2,27
Navarra	1,44	1,7
País Vasco	5,25	6,02
La Rioja	0,57	0,79
Ceuta	0,07	0,14
Melilla	0,06	0,14

NOTA: CO<sub>2</sub> equivalente (incluye otros GEIs convertidos en toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub>).

FUENTE: Nieto y Santamarta (2003), en base a datos de la Fundación BBVA y elaboración propia

En la tabla anterior se aprecia como, a pesar de que Andalucía es la tercera región en aportación al PIB nacional por detrás de Cataluña y Madrid, es la primera región emisora de GEIs prácticamente al mismo nivel que Cataluña. Esto se debe a que en la composición de su estructura económica las actividades caracterizadas por un elevado nivel de emisiones deben tener un mayor peso relativo que en otras regiones. Esto es debido a una mayor implantación de instalaciones productivas integradas en estas actividades, y a una demanda relativa mayor por parte del resto de actividades y la demanda final.

### 1.3. Consideraciones preliminares

Existen dos vías para reducir el nivel de emisiones de una rama de actividad. Por un lado, la mejora de la eco-eficiencia o *indicador intensivo* de las emisiones, entendido como la ratio de emisiones por unidad de bien o servicio producido. Esta suele ser la vía en la que más se incide, mediante la implantación de innovaciones en la tecnología del proceso productivo de la rama de actividad.

Por otro lado, las emisiones podrían disminuir como consecuencia de una reducción de la producción de la rama de

actividad o indicador extensivo de las emisiones, lo que lleva consigo una reducción de la demanda. Esta demanda puede provenir de la demanda final; pero también de otras ramas productivas que incorporan los bienes y servicios que producen las ramas emisoras en sus propios procesos productivos. La reducción de emisiones a través de esta vía es más difícil de implementar, sobre todo a corto o medio plazo, ya que requiere, o bien una reducción global de la actividad económica, lo cuál es improbable<sup>8</sup>, o bien un cambio en las relaciones de oferta-demanda entre los agentes y ramas de actividad económica, relaciones que suelen ser muy rígidas. Así por ejemplo, medidas de ahorro en el consumo de electricidad, tanto a nivel de la demanda final como de las actividades productivas, suponen disminuir el indicador extensivo de la rama de producción y distribución de energía eléctrica, una de las principales actividades contaminantes. Otro ejemplo referido al transporte por carretera, sería el diseño de un plan de mejoras en la logística que permitan reducir la demanda de este modo de transporte, o el fomento de su sustitución por el ferrocarril. Estos ahorros en el consumo de los bienes y servicios de actividades contaminantes, y la consecuente disminución de su demanda y, por tanto, del indicador extensivo, son posibles a largo plazo mediante el cambio de hábitos de consumo de los agentes económicos y la innovación tecnológica aplicada a las actividades productivas. En cualquier caso, suponen cambios en las

8. Obviamente, nos referimos a una reducción de la actividad voluntaria.

relaciones económico-productivas en los que se ven implicadas las actividades demandantes de las ramas emisoras, ampliando el espectro de actividades objeto de las políticas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero más allá de las actividades netamente contaminantes.

En este trabajo queremos centrarnos en este aspecto, es decir, en el reparto de la responsabilidad de las emisiones atmosféricas entre las diversas actividades productivas (Gallego y Lenzen, 2005; Hoekstra y Janssen, 2006), en el sentido de ir más allá de las principales actividades emisoras de CO<sub>2</sub>, a las que llamaremos en adelante *actividades emisoras clave* (AEC). Las AEC emiten CO<sub>2</sub> a la atmósfera como consecuencia de sus procesos productivos. Estos procesos se realizan con menor o mayor intensidad (y por lo tanto, el nivel de emisiones asociado es mayor o menor) en función de la demanda que de los bienes o servicios que producen se genera en la región o en el exterior. Gran parte de esta demanda se debe a los requerimientos que de esos bienes tienen las diferentes ramas de actividad productivas a la hora de desarrollar sus propios procesos productivos. Estos requerimientos vienen dados por sus respectivas funciones de producción. Estas funciones suelen ser más o menos estables en el tiempo, ya que su cambio implica procesos de cambio tecnológico y de re-emplazamiento de bienes de capital. Así, las proporciones de insumos procedentes de las AEC tendrán carácter estructural, y pueden llegar a tener una importancia similar o superior que las propias funciones de producción de las AEC en cuanto al nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> de éstas. El objetivo de este trabajo es, por tanto, la identificación de estas relaciones estructurales que incentivan las emisiones en las AEC, y de las ramas de actividad productiva donde principalmente se concentran, a las que llamaremos *actividades estructuralmente responsables* (AER).

Una metodología muy adecuada a la hora de abordar este objetivo es la metodología input-output. El marco input-output,

y en concreto la tabla simétrica input-output, muestra de una forma coherente y a la vez desagregada las relaciones establecidas entre las distintas actividades productivas de un sistema económico. De esta forma, si a su vez se establecen las correspondientes hipótesis que permitan ligar dichas actividades productivas con sus niveles de emisiones contaminantes, estableceremos las cadenas de conexión entre la actividad productiva de una rama de actividad y las emisiones que causa en el resto de actividades. Estas conexiones son, además, de tipo acumulativo, debido a las relaciones productivas directas e indirectas que se generan en cada transacción económica entre ramas de actividad, lo que tendrá sus consecuencias en el nivel de emisiones contaminantes totales. Este hecho quedará recogido mediante el cálculo de la matriz de Leontief, cuyos coeficientes recogen los requerimientos totales de los bienes y servicios de cada rama de actividad que, en las diversas etapas productivas, son demandados, y que llevarán asociados unas emisiones de CO<sub>2</sub> acumuladas.

El capítulo se desarrolla como sigue. El segundo apartado describe la relación entre el marco input-output y las emisiones de CO<sub>2</sub> contaminantes, y recoge algunas de las principales aportaciones científicas dentro de esta línea metodológica, incluyendo referencias al caso de España y de Andalucía. El tercer apartado expone la metodología de análisis de sensibilidad que permitirá detectar las principales relaciones y sectores estructuralmente responsables de las emisiones de CO<sub>2</sub>. El cuarto apartado aplica dicha metodología al caso de Andalucía, estableciendo las actividades emisoras clave, y mostrando las principales transacciones y ramas de actividad responsables de las emisiones de dichas actividades clave. Un último epígrafe expone algunas conclusiones y limitaciones del estudio, y establece para cada actividad clave algunas implicaciones a la hora de diseñar políticas encaminadas a la mitigación de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

## 2. Emisiones contaminantes y marco Input-output

Para ilustrar la relación entre el problema del análisis de las emisiones contaminantes, y en concreto las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, y el marco input-output, vamos a suponer que la rama de actividad  $m$  es emisora de CO<sub>2</sub>. El nivel de emisiones de esta rama en el momento de análisis,  $e_m$ , podrá descomponerse en los dos factores siguientes:

$$e_m = c_m \cdot x_m \quad (1)$$

donde  $c_m$  es el coeficiente de intensidad de emisiones, o emisiones por unidad de output de la rama de actividad  $m$ ; y  $x_m$  es la cantidad de output, valorado en términos monetarios, producido por dicha rama de actividad  $m$ . A ambos factores los hemos denominado con anterioridad *indicador intensivo* e *indicador extensivo* de las emisiones de CO<sub>2</sub> de la rama de actividad  $m$ , respectivamente.

Por otro lado, el indicador extensivo  $x_m$  dependerá de la demanda que del bien producido por la rama  $m$  ejercen tanto el resto de ramas de actividad como la demanda final:

$$x_m = \sum_{j=1}^n x_{mj} + y_m \quad (2)$$

donde  $x_{mj}$  son las ventas que la rama de actividad  $m$  realiza a la rama  $j$ , e  $y_m$  son las ventas de la rama  $m$  a la demanda final (consumo privado y público, formación bruta de capital y exportaciones).

Por otro lado, podemos definir los coeficientes técnicos  $a_{ij}$  como los requerimientos de bien producido por la rama de actividad  $i$  para producir una unidad del bien producido por la rama de actividad  $j$ :

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \quad (3)$$

9. Recordemos que esa expresión constituye la suma matricial de la serie convergente  $\sum_{r=1}^{\infty} A^r$ , siendo cada  $A^r$  la producción adicional acumulativa derivada de un incremento en la demanda final de las diferentes ramas de actividad.

Sabemos que, aparte de las necesidades directas del bien producido por la rama de actividad  $i$ , la actividad  $j$  tendrá otras adicionales e indirectas de dicho bien, derivadas del hecho de que los requerimientos que tenga de un tercer bien producido por una rama de actividad  $k$  supondrán, a su vez, compras por parte de la mencionada rama de actividad  $k$  del bien  $i$  a la hora de afrontar su propio proceso de producción. Ésta cadena de producciones adicionales inducidas por la rama de actividad  $i$  para producir el bien de la rama  $j$  puede alargarse indefinidamente mediante la incorporación de otras actividades intermedias, formando una suma, en teoría, infinita y convergente. Es decir, las necesidades totales de bien  $i$  por parte de la actividad  $j$  vendrán dadas tanto por sus compras directas de bien  $i$  como por las compras de bien  $i$  realizadas por otras ramas de actividad que, en diferentes etapas del proceso productivo global, son finalmente suministradoras de la rama de actividad  $j$ . Estos requerimientos totales que una rama de actividad tiene de forma directa e indirecta de los bienes y servicios producidos por el resto de ramas de actividad vienen recogidos en los coeficientes de la matriz *inversa de Leontief*. De esta manera, (2) puede ser reescrito como sigue:

$$x_m = \sum_{q=1}^n b_{mq} \cdot y_q \quad (4)$$

donde  $b_m$  son los elementos de la fila  $m$  de la matriz inversa de Leontief  $B = (I - A)^{-1}$ , y recogen las adquisiciones directas e indirectas del bien o servicio producido por  $m$  por parte de cada una de las  $q$  actividades productivas del sistema económico, a la hora de producir, cada una de ellas, una unidad del bien o servicio objeto de su actividad<sup>9</sup>. Con  $A$  designamos la matriz de coeficientes técnicos que recoge todos los elementos definidos en (3).

Por tanto, incorporando (4) a (1) obtendremos la expresión que relaciona la demanda final de cada una de las diferentes ramas de actividad con el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> por parte de la rama de actividad  $m$ :

$$e_m = c_m \cdot \sum_{q=1}^n b_{mq} \cdot y_q \quad (5)$$

A partir de esta expresión básica, podemos asumir que el nivel de emisiones puede dividirse en tres factores:

- *Factor de intensidad* de emisión  $c_m$ .
- *Factor tecnológico-productivo*, que viene determinado por los coeficientes técnicos de producción  $a_{ij}$ , y que propagan sus efectos sobre el nivel de emisiones de  $m$  a través de los coeficientes de la matriz inversa de Leontief  $b_{mq}$ .
- *Factor de escala*, que viene determinado por el nivel de la demanda final de cada rama de actividad  $y_q$ .

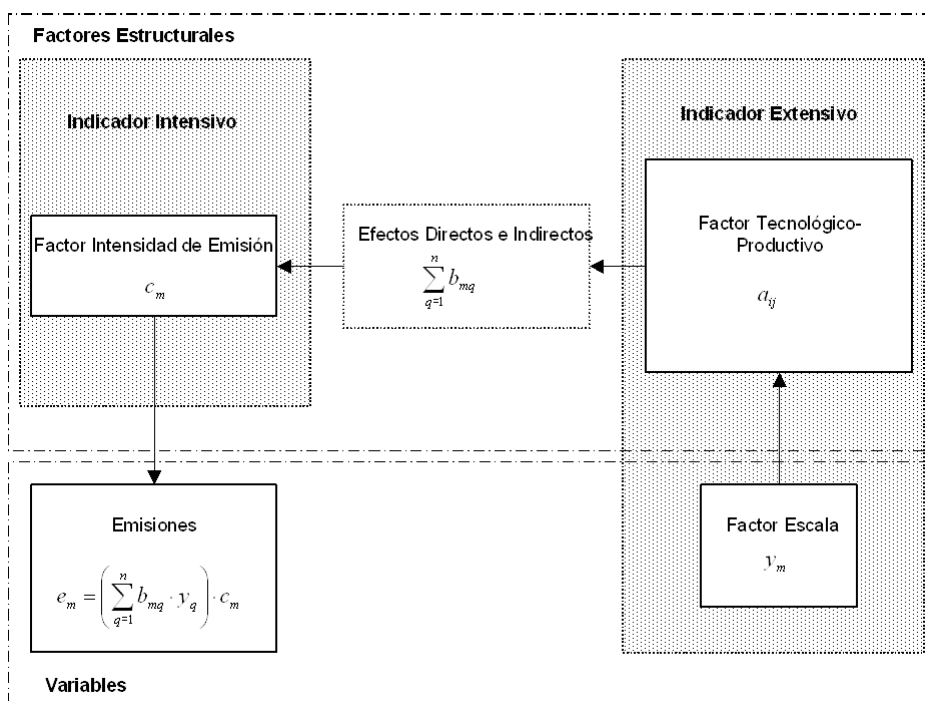
El primer factor recoge lo que hemos llamado en la introducción *indicador intensivo* de las emisiones sectoriales, mientras que los dos últimos integran el *indicador extensivo*, relacionado con la cantidad de bien producido por la rama de actividad contaminante.

Por otro lado, desde el punto de vista de la modelización económica, el factor escala constituye la variable exógena de la expresión (5), ya que la demanda final de cada rama de actividad dependerá fundamentalmente del nivel de actividad económica global, medida, por ejemplo, en términos de variación del Producto Interior Bruto. En cambio, los dos primeros factores pueden ser denominados ‘estructurales’ en el sentido de que vienen representados por coeficientes del

modelo, es decir, que son relaciones que se asumen como más o menos estables en el tiempo.

En la figura 1 se representa el esquema básico anteriormente propuesto. Hay que tener en cuenta que el esquema puede dotarse de una mayor complejidad, descomponiendo cada uno de los factores, a su vez, en nuevos factores. Por ejemplo, el factor de intensidad de emisión puede ser descompuesto en el índice de carbonización y el índice de intensidad energética, a fin de estudiar el papel de los distintos recursos energéticos en relación con las emisiones (Alcántara y Padilla, 2005). Igualmente, en el factor tecnológico-productivo podríamos descomponer los coeficientes técnicos en coeficientes domésticos o internos, para representar los insumos de procedencia interna, y coeficientes de importación, representativos de los insumos importados por la región o país. Por último, el factor de escala podría ser descompuesto en coeficientes estructurales de demanda, que representan el gasto que cada categoría de la demanda final hace en cada rama de actividad, y el vector de cantidades de la demanda final, cuyos elementos sumados, y deducidas las importaciones, dan lugar al PIB de la región o país (Tarancón y del Río, 2006a).

**Figura 3. Marco input-output y emisiones de CO<sub>2</sub>. Esquema general**



FUENTE: elaboración propia

El marco input-output, tal y como hemos expuesto, ofrece la posibilidad de estudiar en detalle, a diferencia de otras metodologías, el factor estructural extensivo, es decir, las relaciones entre ramas de actividad que relacionan la actividad económica de cada una de las ramas de actividad económica con los niveles de emisiones de CO<sub>2</sub> de una actividad en concreto, a través de la composición de las funciones de producción de cada una de estas ramas, entendidas como el mix de compras al resto de actividades por unidad de bien producido<sup>10</sup>. Este factor, representado mediante los coeficientes técnicos de producción  $a_{ij}$ , funciona como un nexo entre el factor de escala y el indicador intensivo a la hora de determinar las emisiones contaminantes de una rama de actividad. Lo más relevante es que este factor, y el marco input-output que permite su análisis, se convierte en una herramienta de reparto de 'responsabilidad' en las emisiones de una rama de actividad entre el resto de actividades del sistema productivo, lo que, para el caso de Andalucía, es el objeto de este capítulo.

El tratamiento de los aspectos ambientales en el marco input-output, y en particular del problema de las emisiones contaminantes, ha sido abordado por numerosos autores, incluido el propio Leontief (Leontief, 1970). Asumiendo el riesgo de omitir relevantes aportaciones a la literatura, enumeraremos diversos trabajos que ilustran las posibilidades de utilizar el análisis input-output en este campo<sup>11</sup>.

Una primera serie de autores analizan el impacto del cambio en la demanda final de las distintas ramas de actividad sobre el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> global o de determinadas actividades, fundamentalmente a través del estudio de los multiplicadores de demanda (columnas de coeficientes de la matriz de Leontief). En este primer enfoque se asume la estabilidad estructural de las relaciones productivas, esto es, los coeficientes técnicos definidos en (3) se consideran fijos, y por lo tanto se juega con variaciones en las variables flujo. Entre estos trabajos, en los que se suele hacer una distinción entre las emisiones procedentes de bienes y servicios destinados a la demanda interna y a la exportación, cabe citar a Proops (1988), Lenzen (1998), Munksgaard y Pedersen (2001), Machado et al. (2001), Ferng (2003), Sánchez-Chóliz y Duarte (2004), Gallego y Lenzen (2005) y Mongelli et al. (2006); o trabajos en el ámbito de modelos multinacionales / multiregionales, como Reinert y Roland-Holst (2001), Lenzen et al. (2004), Hoekstra y Janssen (2006) y Liang et al. (2006).

Por otro lado, un segundo enfoque dentro del marco input-output se basa en las técnicas de descomposición estructural. Estas técnicas evolucionan hacia un escenario de estática comparativa en el que las variaciones registradas entre dos periodos en las variables ambientales en estudio, en nuestro caso emisiones de GEIs o CO<sub>2</sub>, son explicadas en función de

varios factores, principalmente cambios en la demanda y cambios en los coeficientes estructurales (ver Treloar, 1997; Sun, 1999; Lukkanen y Kaivo-oja, 2002; Kaivo-oja y Lukkanen, 2004). De esta forma, y a diferencia del enfoque anterior, en este enfoque se estudian los efectos sobre las emisiones debidos al cambio en los coeficientes técnicos definidos en (3). Algunos trabajos en esta línea son los de Chang y Lin (1998), de Haan (2001), Kagawa e Inamura (2001) y Alcántara y Duarte (2004), referidos al consumo de energía; o Wier (1998) y Hoen y Mulder (2003), que realizan la descomposición de los cambios en las emisiones de CO<sub>2</sub> usando las técnicas propuestas por Dietzenbacher y Los (1998).

Un tercer enfoque estudia los efectos de los cambios en los coeficientes técnicos definidos en (3) sobre las emisiones de las distintas ramas de actividad. A diferencia del enfoque precedente, estos cambios no son los registrados entre dos tablas input-output referidas a momentos distintos; sino que son pequeños cambios provocados dentro del modelo matemático que relaciona demanda y emisiones, a fin de estudiar la sensibilidad o capacidad de reacción de las emisiones de CO<sub>2</sub> ante dichos cambios. De esta forma, se obtendrán los coeficientes técnicos que articulan las mayores relaciones entre demanda y emisiones estudiadas en el primer enfoque, al analizar los cambios estructurales como en el segundo enfoque; pero mediante la variación controlada de coeficientes. Entre los trabajos inscritos en este tercer enfoque encontramos Weber y Schnabl (1998), Tarancón y del Río (2006a) y Tarancón y del Río (2006b).

Diversos autores han analizado los problemas ambientales en España, tales como el consumo de energía y las emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero, en el marco input-output. Entre otros, cabe destacar los trabajos de Pajuelo (1980), Alcántara y Roca (1995), Cadarso y Fernández-Bolaños (2002), Labandeira y Labeaga (2002), Alcántara y Padilla (2003), Sánchez-Chóliz y Duarte (2004), Serrano (2005), Morilla et al. (2005)<sup>12</sup>, Butnar y Llop (2006), y los ya citados de Tarancón y del Río (2006a y 2006b).

En cuanto al ámbito de Andalucía, también diversos trabajos han integrado la metodología input-output en el contexto del estudio medioambiental. Cabe destacar, por su carácter pionero, el trabajo de Castro et al. (1996), consistente en un modelo de dinámica de sistemas compuesto de cuatro bloques (demográfico, de mercado de trabajo, macroeconómico, y ambiental) en el que se inserta la matriz de coeficientes input-output a fin de desagregar sectorialmente las emisiones contaminantes y consumo de recursos. Otros trabajos en el ámbito ambiental son los de Sainz de Miera (2000), André et al (2005), Dietzenbacher y Velázquez (2006) y Velázquez (2006)<sup>13</sup>.

En este trabajo se estudiarán las relaciones estructurales de la economía productiva andaluza que afectan en mayor grado al nivel de emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera. Para su identificación, se utilizará la metodología de análisis de sensibilidad de coeficientes basada en el cálculo de elasticidades, en la línea de Tarancón y del Río (2006a)<sup>14</sup>. Dicha metodología se expone a continuación.

10. Lo cuál supone asumir ciertas hipótesis de trabajo en ocasiones difícilmente aceptables, como la homogeneidad de las funciones de producción.  
11. El volumen 17 (4) de Economic Systems Research es monográfico sobre la relación entre Ecología y Economía Industrial, en el ámbito Input-Output. Para una visión general del tema, véase el trabajo de Suh y Kagawa (2005), incluido en este volumen.

12. En este caso, en el ámbito de las matrices de contabilidad social.

13. Sin embargo, es de destacar que estos trabajos se refieren a la problemática del agua, y no a la emisión de gases de efecto invernadero.

14. La metodología se discute en detalle en Tarancón (2006).





### 3. Análisis de sensibilidad de coeficientes

Como hemos señalado en el apartado anterior, nuestro objetivo es identificar aquellas relaciones técnico-productivas, que integran el factor estructural del indicador extensivo, que inciden en mayor grado sobre el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de las principales ramas de actividad contaminantes de Andalucía. Para ello, podemos recurrir al análisis de sensibilidad de coeficientes, entendido éste como el estudio de las variaciones en el nivel de emisiones provocadas por cambios en el valor de los coeficientes técnicos. Si estudiamos estos cambios en términos relativos, estaremos hablando del concepto de elasticidad. La elasticidad de las emisiones de la rama de actividad  $m$  respecto al coeficiente técnico  $a_{kl}$  será:

$$\varepsilon_{e_m a_{kl}} = \frac{\Delta e_m / e_m}{\Delta a_{kl} / a_{kl}} \dots \dots \dots \text{con } a_{kl} \neq 0 \quad (6)$$

Obviamente, la variación en el coeficiente técnico transmitirá sus efectos a través de los cambios inducidos a su vez en la matriz inversa de Leontief. Sherman y Morrison (1950) desarrollaron, hace más de 50 años, la fórmula que cuantifica estos cambios inducidos. En el caso del elemento de la inversa de Leontief  $b_{ij}$ , estos cambios serán:

$$\Delta b_{ij} = \frac{b_{ik} b_{lj} \Delta a_{kl}}{1 - b_{lk} \Delta a_{kl}} \quad (7)$$

Si consideramos una variación  $d = 0.01$  (es decir, del 1%) en  $a_{kl}$ , e integramos (7) en (5), la elasticidad (6) quedará expresada como<sup>15</sup>:

$$\varepsilon_{e_m a_{kl}}(d) = \frac{a_{kl} x_l b_{mk}}{(1 - da_{kl} b_{lk}) x_m} \quad (8)$$

De esta manera, un coeficiente será importante en relación con el nivel de emisiones contaminantes de una actividad si este nivel es muy sensible (varía mucho) ante pequeños cambios en el valor del coeficiente, es decir, si la elasticidad correspondiente toma un valor muy elevado.

Tomando como referencia la importancia de los coeficientes de acuerdo a este criterio, una rama de actividad podrá ser catalogada como *actividad estructuralmente responsable* (AER) de las emisiones de una *actividad emisora clave* (AEC) si las emisiones de ésta son muy sensibles a la función de costes (columna de coeficientes técnicos) de la primera, considerando estos coeficientes de forma global.

Basándonos en esta idea, se exponen a continuación los principales resultados del análisis al caso de Andalucía, del que se extraerán posteriormente algunas conclusiones útiles en el establecimiento de políticas ambientales.

15. Se omiten algunas operaciones matemáticas intermedias. Ver Schnabl (2003).



## 4. Principales resultados

A continuación se mostrarán los principales resultados del análisis de sensibilidad aplicado a las emisiones de CO<sub>2</sub> de las ramas de actividad andaluzas que más contribuyen al nivel total de emisiones de la región. En primer lugar se realizarán algunos comentarios sobre la información. Posteriormente se seleccionarán las *actividades emisoras clave* (AEC) a estudiar. De acuerdo con ellas, y su caracterización general, se identificarán, mediante el análisis de sensibilidad, las *actividades estructuralmente responsables* (AER) y las principales transacciones desde el punto de vista de su contribución al nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> por parte de cada AEC.

### 4.1. Notas sobre los Datos utilizados

Las fuentes de información principales para el análisis han sido la tabla input-output simétrica de Andalucía del año 2000 (IEA, 2000), y el inventario de emisiones a la atmósfera de Andalucía publicado por la Consejería de Medio Ambiente (Junta de Andalucía, 2003), que pormenoriza las emisiones de gases contaminantes de las distintas actividades productivas andaluzas durante el año 2000.

Es preciso decir que se han utilizado en los cálculos los coeficientes técnicos totales, al pensar que estos coeficientes dan una imagen más fiel de las tecnologías productivas de las distintas actividades, y, por tanto, de su responsabilidad en la emisión de CO<sub>2</sub>, independientemente del origen interior o importado de los insumos requeridos<sup>16</sup>.

En segundo lugar, es conveniente señalar que en el proceso de realización de correspondencias entre las ramas productivas presentes en la TIOAN-2000, y las actividades del inventario de emisiones, fue necesario agregar las ramas de actividad 26 *Refino de petróleo y tratamiento de residuos nucleares* y 47 *Producción y distribución de gas, vapor de agua y agua caliente*; así como las ramas 27 *Productos de la química básica (incluso agroquímicos)*, 28 *Otros productos químicos* y la rama 29 *Fabricación de productos de caucho y materias plásticas*; al tratarse en el inventario, en ambos casos, estas ramas conjuntamente. De esta forma, se ha pasado a trabajar con una tabla de 83 ramas de actividad, en lugar de las 86 ramas originales de la TIOAN-2000<sup>17</sup>.

Por último, cabe destacar que se asignaron a la rama de actividad 57 *Transporte terrestre; transporte por tuberías* las emisiones del inventario asignadas al tráfico rodado, tráfico ferroviario y maquinaria agrícola<sup>18</sup>.

### 4.2. Selección y caracterización de Actividades Emisoras Clave (AEC)

A partir de los ajustes previos y el establecimiento de correspondencias, se consultó el inventario de emisiones de CO<sub>2</sub> del año 2000 para identificar aquellas actividades que son las principales emisoras. Se consideraron en el estudio aquellas actividades cuyo aporte de emisiones al montante global es superior a un 2%, tal y como se resalta en la tabla 4<sup>19</sup>.

16. Sin embargo, esto hace necesario trabajar bajo la hipótesis de que las emisiones por unidad de producto (coeficientes de intensidad) son iguales para un bien o servicio utilizado como insumo de una actividad, independientemente de su procedencia.  
17. Se ha intentado mantener la mayor coherencia entre las actividades del inventario y las ramas de actividad de la TIOAN-2000 a través de la revisión de las actividades que contienen éstas según la clasificación de actividades económicas CNAE. Aún así, es posible la existencia de pequeños desajustes entre actividades.

18. Si bien las emisiones del tráfico ferroviario son insignificantes.

19. La diferencia en el montante de emisiones entre esta tabla y la tabla 2 se debe a que, en este caso, nos referimos a toneladas de CO<sub>2</sub>, y no CO<sub>2</sub> equivalente; además del error motivado por el manejo de distintas fuentes.

**Tabla 04. Emisiones de CO2 en Andalucía. Año 2000**

Actividades (Clasificación Inventario de Emisiones)	Miles ton. CO <sub>2</sub>	Porcentaje
<b>PLANTAS INDUSTRIALES</b>		
<b>Generación energía eléctrica</b>	<b>14.102</b>	<b>30,46</b>
<b>Sector petroquímico</b>	<b>4.507</b>	<b>9,73</b>
<b>Cemento, cales y yesos</b>	<b>4.773</b>	<b>10,31</b>
<b>Sector químico</b>	<b>1.137</b>	<b>2,46</b>
Materiales no metálicos	551	1,19
<b>Industria papelera</b>	<b>1.775</b>	<b>3,83</b>
Industria alimentaria	591	1,28
Industria del aceite	722	1,56
Industria del metal	352	0,76
Otras plantas industriales	28	0,06
<b>PLANTAS NO INDUSTRIALES</b>		
Hospitales	60	0,13
EDAR	83	0,18
Plantas de tratamiento	56	0,12
<b>FUENTES DE ÁREA MÓVILES</b>		
<b>Tráfico rodado</b>	<b>11.705</b>	<b>25,28</b>
Tráfico aéreo	513	1,11
Tráfico marítimo	184	0,40
Tráfico ferroviario	47	0,10
<b>Maquinaria agrícola</b>	<b>1.615</b>	<b>3,49</b>
<b>F. ÁREA ESTACIONARIAS</b>		
Sector doméstico	3.084	6,66
Extracción de minerales	23	0,05
Asfaltado de carreteras	-	0,00
Dist. combustibles al por mayor	-	0,00
Estaciones de servicio	-	0,00
Limpieza en seco	-	0,00
Uso de disolventes	-	0,00
Uso refrigerantes y propelentes	-	0,00
Agricultura	231	0,50
Ganadería	-	0,00
Fuentes biogénicas	-	0,00
Incendios forestales	162	0,35
<b>TOTALES</b>	<b>46.300</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: Junta de Andalucía (2003)

Siguiendo el criterio anterior, fueron seleccionadas 7 actividades emisoras de CO<sub>2</sub>. Estas actividades son caracterizadas en el propio inventario:

- *Generación de energía eléctrica:* Esta rama incluye fundamentalmente la actividad productiva de las centrales térmicas y plantas de cogeneración ubicadas

en Andalucía. En concreto, según el Inventario de emisiones, estas plantas son cinco centrales térmicas convencionales, tres plantas de cogeneración y una planta de generación de energía eléctrica por valorización energética de aceites usados. De las cinco centrales térmicas, tres de ellas emplean carbón como combustible (carbón de importación en dos centrales y carbón nacional

en la tercera) y las otras dos funcionan con fuel oil BIA (de bajo contenido en azufre) y gas natural.

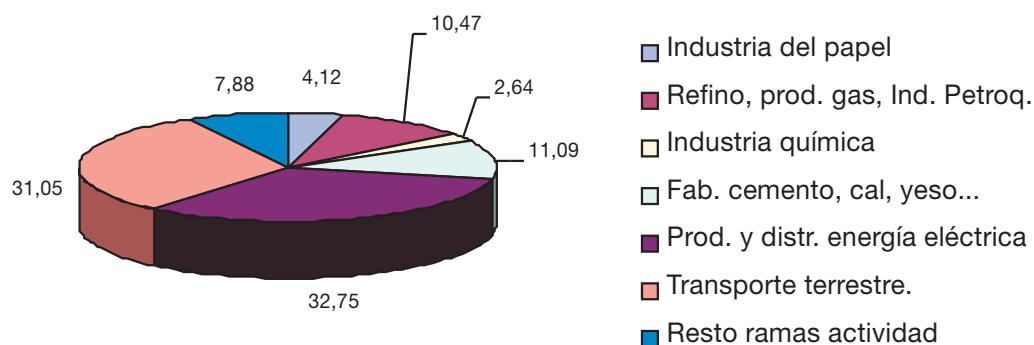
- **Sector petroquímico:** Esta rama incluye básicamente las actividades de refino de petróleo, fabricación de productos petroquímicos, extracción de gas y almacenamiento y distribución al por mayor de combustibles. En cuanto al refino, esta actividad incluye una gran variedad de procesos. Las principales emisiones se producen en los hornos de proceso, causadas por las combustiones. En la fabricación de productos petroquímicos llevada a cabo en las cinco plantas de Andalucía, las principales emisiones se generan en los procesos de conversión y en las combustiones necesarias para dotar de energía a dichos procesos. La extracción de gas se concentra en las plantas de las Marismas del Guadalquivir y Golfo de Cádiz. Sus emisiones se deben fundamentalmente a los venteos y quemas de antorchas durante la extracción de gas. Por último, dentro del almacenamiento y distribución de combustible al por mayor se integran 18 plantas que pueden dividirse según la naturaleza de su actividad específica en plantas de regasificación y compresión (una planta), cuyas emisiones se deben fundamentalmente a la combustión de calderas; y las instalaciones de almacenamiento de combustibles líquidos.
- **Cementos, cales y yesos:** La fabricación de cemento incluye las actividades de producción de crudo, clinkerización y producción de cemento, lo que supone la combustión de carbón, coque y fuel-oil. La clinkerización, que supone combustiones a más de 1400° C., lleva consigo una alta tasa de emisiones de dióxido de carbono, junto a los procesos de descarbonatación de las materias primas calcáreas. En cuanto a la fabricación de cales y yesos, sus emisiones

de dióxido de carbono provienen principalmente de las combustiones en hornos para los procesos de calcinación.

- **Industria química:** Dentro de esta industria se engloban las actividades de fabricación de productos químicos básicos y derivados, como agroquímicos, pinturas, esmaltes y barnices, farmacéuticos, productos de limpieza, jabones y detergentes, y plásticos y resinas sintéticas. Las principales emisiones de CO<sub>2</sub> vienen de la mano de los procesos de combustión y de la fabricación de amoníaco.
- **Industria papelera:** Sus emisiones de CO<sub>2</sub> vienen principalmente de las combustiones auxiliares de elevado consumo energético en la elaboración de la pasta de papel.
- **Tráfico rodado:** Incluye el tráfico tanto en carretera como urbano. Las emisiones de CO<sub>2</sub> tienen su origen en la combustión de combustibles fósiles, y, por tanto, dependen del consumo energético de los vehículos.
- **Maquinaria agrícola y forestal:** Las emisiones de CO<sub>2</sub> provienen, como en el caso anterior, del consumo energético de combustibles fósiles, en este caso gasóleo B.

Las siete actividades emisoras, y sus correspondientes instalaciones, quedaron recogidas en 6 ramas de actividad AEC de la TIOAN-2000: 24 *Industria del papel*; 26&47 *Refino, producción de gas e industria petroquímica*; 27-29 *Industria química*; 30 *Fabricación de cemento, cal, yeso y derivados*; 46 *Producción y Distribución de energía eléctrica*; y 57 *Transporte terrestre*. El porcentaje de emisiones de estas actividades se representa en la figura 5; mientras que las cifras absolutas, y el output de cada rama de actividad en 2000, se detalla en la tabla 5

**Figura 04. Emisiones de CO<sub>2</sub> de las principales ramas de actividad emisoras en Andalucía**



FUENTE: Elaboración propia

**Tabla 05. Principales actividades emisoras de CO<sub>2</sub> en Andalucía. Año 2000**

Ramas de Actividad TIOAN-2000	Actividades Inventario de Emisiones	Emisiones CO <sub>2</sub>		Output (P. básicos)	
		Miles ton.	Porcentaje	Miles euros	Porcentaje
24	Industria del papel	1.775	4,12	761.760	0,48
26 & 47	Refino, prod. gas, Ind. petroquím.	4.507	10,47	6.472.803	4,06
27-29	Industria química	1.137	2,64	4.116.514	2,58
30	Fab. cemento, cal, yeso y deriv.	4.773	11,09	1.858.455	1,17
46	Prod. y distr. energía eléctrica	14.102	32,75	2.281.497	1,43
57	Transporte terrestre.	13.367	31,05	4.912.691	3,08
Total ramas estudiadas		39.661	92,12	20.403.720	12,80
<b>Total ramas Economía (*)</b>		<b>43.054</b>	<b>100,00</b>	<b>159.409.074</b>	<b>100,00</b>

(\*) Total emisiones según inventario menos emisiones domésticas y emisiones atribuidas a incendios forestales.

FUENTE: IEA (2006) y Junta de Andalucía (2003)

Como puede apreciarse en la tabla anterior, las seis ramas de actividad seleccionadas, pese a tener un peso del 13% en términos de producción global de las actividades productivas, suponen el 92% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> atribuibles a las actividades productivas. Destacan la producción y distribución de energía eléctrica, con el 32% y el transporte terrestre, fundamentalmente tráfico rodado y en menor grado actividad de la maquinaria agrícola, con un 31%. La industria petroquímica y la fabricación de cementos, cales y yesos

presentan porcentajes superiores al 10%, mientras que las industrias papelera y química emiten algo más del 4% y el 2,5% de las emisiones totales, respectivamente.

Por último, un aspecto importante a tener en cuenta es la composición a nivel de instalaciones de las ramas de actividad anteriores, con el objeto de determinar el nivel de concentración de las emisiones dentro de cada actividad. En el caso del transporte terrestre esta es una tarea difícil, debido a la propia caracterización de estas actividades como fuentes

emisoras móviles y, por tanto, dispersas. En cambio, para el resto de actividades industriales, esta información es proporcionada por el Registro Estatal de Emisiones y Fuentes

Contaminantes (EPER). Partiendo de esta fuente se ha elaborado la tabla 6 que recoge las principales instalaciones emisoras de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en Andalucía.

**Tabla 06. Principales instalaciones emisoras de CO<sub>2</sub> en Andalucía. Año 2004**

Instalación	Provincia	Emisiones (mil. ton)	% Emisiones
<b>Producción y Distribución de Electricidad</b>			
C.T. Bahía de Cádiz / en el Viesgo Generación	Cádiz	537	1,99
C.T. Puente Nuevo / en el Viesgo Generación	Córdoba	1.670	6,19
Cogeneración Motril S. A.	Granada	1.74	0,64
Upt Los Barrios / ENDESA	Cádiz	3.550	13,15
Upt Almería / ENDESA	Almería	6.670	24,72
Agroenergética de Baena, S. L.	Córdoba	224	0,83
San Roque Grupo 1 / Gas Natural SDG, S. A.	Cádiz	935	3,46
Energía de la Loma, S. S.	Caén	137	0,51
San Roque Grupo 1 / ENDESA	Cádiz	836	3,10
Álabe-Mengibar, A.I.E.	Jaén	101	0,37
C.T. Ciclo Combinado / Nueva Generadora del Sur, S. A.	Cádiz	602	2,23
Cogeneración de Refinería Gibraltar / Generación Eléctrica Peninsular	Cádiz	361	1,34
Cogeneración de Interquisa / Generación Eléctrica Peninsular	Cádiz	198	0,73
Celulosa Energía, S. L. U.	Huelva	310	1,15
Forsean, S. L.	Huelva	116	0,43
Cogeneración de Ertisa / Generación Eléctrica Peninsular	Huelva	132	0,49
Cogeneración de Refinería la Rábida / Generación Eléctrica Peninsular	Huelva	267	0,99
C.T. Cristóbal Colón / ENDESA	Huelva	437	1,62
<b>Refinerías, Prod. de Gas e Industria Petroquímica</b>			
Refinería Gibraltar / CEPSA	Cádiz	2.000	7,41
Refinería la Rábida / CEPSA	Huelva	935	3,46
PETRESA	Cádiz	445	1,65
LUBRISUR	Cádiz	192	0,71
INTERQUISA	Cádiz	165	0,61
ERTISA	Huelva	204	0,76
<b>Fabricación de Cemento, Cal, Yeso y Derivados</b>			
SCMCA	Córdoba	417	1,55
Sociedad de Cementos y Materiales de Construcción de Andalucía, S.A.	Huelva	284	1,05
Carboneras / HOLCIM España, S.A.	Almería	830	3,08
Portland Valderribas	Sevilla	1.080	4,00
Andaluza de Cales	Sevilla	121	0,45
CALGOV, S. A.	Sevilla	151	0,56
Cementos Goliat / Sociedad Financiera y Minera S.A.	Málaga	770	2,85
Jerez / HOLCIM España, S. A.	Cádiz	587	2,18
Torredonjimeno / HOLCIM España, S. A.	Jaén	220	0,82
Gádor / HOLCIM España, S. A.	Almería	557	2,06
<b>Industria Química</b>			
Tioxide Europe, S. L.	Huelva	191	0,71
<b>Industria Papelera</b>			
ENCE S.A.	Huelva	581	2,15
<b>Total Emisiones plantas</b>		<b>26.987</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: EPER-España. Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (2006)



A partir de la información suministrada por EPER observamos, en el caso de la Producción y Distribución de Electricidad, la concentración de las emisiones entorno a las centrales térmicas de ENDESA situadas en Almería y Cádiz, y la planta de Puente Nuevo de Córdoba, que en conjunto emiten en torno al 40% del CO<sub>2</sub> total, excluido el proveniente del transporte. La tercera instalación emisora es la refinería de CEPESA situada en Gibraltar, con cerca de un 7% de las emisiones industriales, destacando también dentro del refino, producción de gas e industria petroquímica, la refinería de La Rábida en Huelva. En la rama de actividad de fabricación de cemento, cal, yeso y derivados las emisiones se reparten entre instalaciones de una forma más homogénea, destacando la planta de Portland Valderribas de Sevilla. EPER sólo recoge, dentro de la industria química general, una instalación de Huelva, al igual que en el caso de ENCE dentro de la industria papelera.

Tomando como referencia la anterior desagregación de ramas AEC, se realizó el análisis cuyos resultados se exponen a continuación.

### 4.3. Indicadores intensivo y extensivo de las ramas AEC

Un análisis preliminar relevante consiste en determinar si el peso relativo de cada una de las ramas de actividad AEC consideradas se debe en mayor proporción al *indicador intensivo* o al *indicador extensivo* de las emisiones, esto es, si se debe a un elevado nivel de emisiones por unidad de producto, o bien a una elevada producción, tal y como se especifica en (1).

Con el objeto de abordar esta tarea, se calcularon los coeficientes de intensidad de emisión  $c_m$  como cociente entre las emisiones de cada rama de actividad y la correspondiente producción a precios básicos. Para ofrecer una mejor comparación, los coeficientes se normalizaron asignando un valor de 100 al coeficiente de intensidad medio de las ramas AEC estudiadas. Como indicador extensivo tenemos las propias producciones  $x_m$ , que fueron normalizadas, igualmente, asignando un valor de 100 a la producción media de las ramas consideradas. Los resultados se muestran en la tabla 7:

**Tabla 07. Indicadores intensivo y extensivo de las principales actividades emisores de CO<sub>2</sub> en Andalucía. Año 2000**

Ramas de Actividad TIOAN-2000		Indicador intensivo		Indicador extensivo	
		$c_m$	$\frac{\sum_{m=1}^6 c_m}{m} = 100$	$x_m$	$\frac{\sum_{m=1}^6 x_m}{m} = 100$
24	Industria del papel	0,002330	94,64	761760	22,40
26 & 47	Refino, prod. gas, Ind. petroquímica	0,000696	28,28	6472803	190,34
27 – 29	Industria química	0,000276	11,22	3441572	121,05
30	Fab. cemento, cal, yeso y derivados	0,002568	104,31	1858455	54,65
46	Prod. y distr. energía eléctrica	0,006181	251,04	2281497	67,09
57	Transporte terrestre.	0,002721	110,51	4912691	144,46
	<b>Promedio</b>	<b>0,002462</b>	<b>100,00</b>	<b>3288130</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de IEA(2006) y Junta de Andalucía (2003)

En la tabla anterior se observa como, en términos relativos, pueden distinguirse dos patrones distintos dentro de las actividades industriales consideradas.

Por un lado, la producción y distribución de energía eléctrica y, en menor grado, la fabricación de cemento, cal, yeso y derivados, y la industria del papel, se caracterizan por un elevado indicador intensivo y un moderado factor extensivo, en comparación con el resto de actividades AEC. Es decir, el problema de su elevado nivel de emisiones, comparativamente, no radica tanto en la cantidad de

bienes y servicios que producen (en comparación al resto de ramas AEC estudiadas) como en que su proceso productivo genera un alto nivel de emisiones por unidad de producto. En este sentido, sería un problema centrado en la tecnología del sector (oferta), siendo más efectivas políticas de innovación tecnológica tendentes a mejorar la ecoeficiencia en sus procesos productivos (emisiones por unidad de producto).

En cambio, el refino, producción de gas e industria petroquímica, así como la industria química, muestran un alto

indicador extensivo y un bajo indicador intensivo, hablando en términos relativos. Esto quiere decir que, aunque comparativamente sus procesos productivos son más moderados en cuanto al nivel de emisiones por unidad de producto, el problema radica en que producen bienes muy demandados que implican emisiones en sus procesos productivos. Por tanto, y en este sentido, el problema se centraría ahora en la fuerte demanda de los bienes producidos por estas industrias o, lo que es lo mismo, en la tecnología de las industrias demandantes de sus bienes. Aquí, serían más efectivas las políticas de innovación tecnológica en las principales actividades demandantes (actividades estructuralmente responsables, AER), tendente a reducir su dependencia, en los procesos productivos que llevan a cabo, de estas actividades. Esta no es, en muchas ocasiones, tarea fácil, puesto que los bienes y servicios producidos por las AEC de mayor indicador extensivo relativo son difícilmente sustituibles en muchos procesos productivos, además de ser dependencias, en ocasiones, de tipo indirecto.

Por último, cabe destacar el papel del sector del transporte terrestre, donde ambos indicadores son relativamente elevados, esto es, viene sometido a una fuerte demanda de sus servicios por parte de otras actividades; servicios que, además, generan un elevado nivel de emisiones por unidad de producción (baja ecoeficiencia).

Las estrategias y políticas tecnológicas suelen centrarse en actuar sobre el *indicador intensivo*, es decir, el nivel de ecoeficiencia de las AEC; dado que se asume que es difícil actuar sobre el factor de escala, directamente relacionado con el crecimiento económico y, por tanto, en principio, con el desarrollo regional y el bienestar asociado. En este capítulo vamos a incidir en el factor tecnológico-productivo, es decir, en las relaciones entre ramas de actividad, pensando en un espectro más amplio del cambio tecnológico que incluye a otras ramas de actividad demandantes de los productos de las AEC, de manera que se establece la hipótesis de que, a largo plazo, es posible mantener el crecimiento económico (factor escala), sin incrementar al mismo ritmo las emisiones contaminantes, transformando la función de producción de las ramas de actividad económica que más producción demandan a las AEC mediante la minoración de los insumos procedentes de dichas AEC (factor extensivo), de manera que este proceso de sustitución incentive a las AEC, a su vez, a mejorar más aún su ecoeficiencia (factor intensivo).

No obstante, y suponiendo que existen recursos tecnológicos que propicien la modificación de las relaciones técnico-productivas, es necesario incidir en dos condicionantes de los que dependerá la eficacia de estas medidas sobre la mejora del factor extensivo de las emisiones.

El primer condicionante a considerar es la proporción del bien o servicio producido por una determinada actividad AEC destinada a satisfacer la demanda de otras actividades productivas, es decir, destinada a las ventas intermedias. Obviamente, si una elevada proporción del output de una AEC se destina a la demanda final, la actuación sobre las relaciones tecnológicas que ligan, de forma directa o indirecta, a esa rama con las demás no tendrá consecuencias tan relevantes como en el caso contrario. En tal situación, sería más efectivo actuar sobre el comportamiento de los agentes económicos que deciden la composición de los agregados de demanda final. Un ejemplo sería el caso en que la mayor parte de la electricidad generada en una región fuera destinada al consumo energético de los hogares, en lugar de al consumo energético de las actividades productivas.

En relación con lo anterior, un segundo condicionante será la cantidad de output destinada a la exportación. Si, por necesidades propias de la disponibilidad de información, suponemos que las regiones o países de destino de los bienes y servicios procedentes de ramas AEC tienen una estructura intersectorial más o menos semejante a la de la región de origen (Andalucía), la proporción de ese output exportado destinado a satisfacer la demanda de otras ramas de actividad estaría nuevamente bajo la influencia de una posible política de fomento de cambio del factor técnico-productivo; pero implicando ahora a los agentes responsables (gobiernos) de otras regiones y países. Contando con esta última consideración, y bajo la asunción de la hipótesis de estructuras productivas semejantes, los resultados obtenidos en los siguientes apartados podrían extenderse a las exportaciones destinadas a la demanda intermedia.

En la tabla 8 se detallan, para el caso de las ramas de actividad AEC andaluzas, la estructura del indicador extensivo en cuanto al destino de la producción (ventas intermedias o a la demanda final), y al porcentaje de ésta destinada a la exportación.

**Tabla 08. Estructura del Indicador Extensivo de las principales actividades emisoras de CO<sub>2</sub> en Andalucía. Año 2000**

Variable		Industria del papel	Refino, prod. gas, Ind. petroquímica	Industria química	Fab. cemento cal, yeso y derivados	Prod. y distrib. de energía eléctrica	Transporte terrestre
a.	Output a Precios Básicos	761760	6472803	4116514	1858455	2281497	4912691
b.	Ventas al Mercado interior	432517	4182211	2095018	1626197	2215634	4424089
	(% respecto al Output)	56,78	64,61	50,89	87,50	97,11	90,05
b1.	Ventas Intermedias	373059	3060081	1773876	1605356	1604718	3307132
	(% respecto al Output)	48,97	47,28	43,09	86,38	70,34	67,32
b2.	Ventas a Demanda Final Interna	59458	1122130	321142	20841	610916	1116957
	(% respecto al Output)	7,81	17,34	7,80	1,12	26,78	22,74
c.	Exportación	329243	2290592	2021496	232258	65863	488602
	(% respecto al Output)	43,22	35,39	49,11	12,50	2,89	9,95
b1/(b2+c)	Ventas intermedias / Dem. Final	0,96	0,90	0,76	6,34	2,37	2,06
c/b	Exportación / Mercado Interior	0,76	0,55	0,96	0,14	0,03	0,11

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de IEA(2006) y Junta de Andalucía (2003)

En la tabla se observa como la actividad que más producción destina a satisfacer la demanda de otras actividades (ventas intermedias) es la fabricación de cemento, cal, yeso y derivados, con un 86%, seguida de la producción y distribución de energía eléctrica (70%) y el transporte por carretera (67%). En el extremo opuesto está la industria química, con un 43% de su producción destinada al consumo intermedio, el refino, producción de gas e industria petroquímica (47%) y la industria papelera (48%). De forma inversa, las actividades que más proporción de su producción exportan son éstas últimas, con porcentajes del 49%, 35% y 43% respectivamente. Por tanto, y si mantenemos la hipótesis de distribución de las exportaciones entre demanda intermedia y final similar en las regiones y países de destino, concluiremos que la producción total destinada a satisfacer la demanda de otras ramas de actividad, independientemente del destino interior o exterior de la producción, sería de un 97% en el caso de la fabricación de cemento, cal, yeso y derivados; un 74% en el transporte terrestre; un 72% en el caso de la producción y distribución de electricidad; el 70% en la industria papelera; y un 64% tanto en el refino, producción de gas e industria petroquímica como en la industria química. De esta forma, podemos concluir que la modificación del factor tecnológico-productivo puede llegar a ser el determinante clave a la hora de aminorar el indicador extensivo de las emisiones, por encima de la modificación de la estructura de la demanda fina interior.

La identificación de las ramas de actividad de las que más dependen las emisiones de las AEC a través de su influencia sobre el factor extensivo (como demandante de sus bienes y servicios) permitirá, por tanto, acotar el reparto de responsabilidades que todas las actividades productivas de la

economía regional tienen a nivel global sobre las emisiones de CO<sub>2</sub>, sea directamente o a través de relaciones productivas indirectas. Las principales ramas de actividad responsables de las emisiones de las AEC serán las actividades estructuralmente responsables (AER), y, mediante el análisis de sensibilidad basado en el cálculo de elasticidades asignadas a los coeficientes de la tabla input-output, se determinan a continuación.

#### 4.4. Identificación de las ramas de actividad estructuralmente responsables (AER) y de las principales transacciones impulsoras de emisiones de CO<sub>2</sub>

A fin de identificar las principales ramas de actividad AER, se calcularon las elasticidades (8) correspondientes al análisis de sensibilidad de todos los coeficientes técnicos totales no nulos de la TIOAN-2000 para cada una de las 6 ramas de actividad AEC consideradas, lo que permitió cuantificar la importancia de cada coeficiente en relación a su contribución a las emisiones de CO<sub>2</sub> de cada una de ellas. A partir del establecimiento del nivel de importancia (elasticidad) de los coeficientes, se procedió a promediar por columnas dichas elasticidades (asignando elasticidad 0 a los coeficientes nulos), bajo la hipótesis de que dichas columnas de coeficientes, entendidas como funciones de costes o mix de productos de los procesos productivos de las ramas actividad a la que pertenecen, representan la función de producción en la producción de su correspondiente bien o servicio<sup>20</sup>. Dichos promedios han sido normalizados asignando un valor, a su vez, de 100 al valor medio de ellos para cada AEC considerada.

De esta forma, las ramas de actividad cuyas elasticidades promedio son mayores respecto a alguna de las actividades emisoras AEC serán aquellas que, en general, tienen una

20. Hipótesis restrictiva, dado que esto implica funciones de producción homogéneas, lo cual en escasas ocasiones es cierto. De todas formas, la hipótesis puede ser asumida en el contexto de la suposición de que los cambios de los coeficientes que integran las columnas de coeficientes, en el análisis, tienen carácter infinitesimal.

función de producción (tecnología) que más inciden sobre las emisiones de dicha AEC, y serán identificadas como actividades estructuralmente responsables (AER). En la tabla 9

se presentan las ramas de actividad que presentan alguna elasticidad promedio normalizada superior a 200.

**Tabla 09. Principales ramas de actividad cuyas funciones de producción afectan a la emisión de CO<sub>2</sub> de las actividades estudiadas. Año 2000**

		Industria del papel	Refino, prod. gas, Ind. petroquímica	Industria química cal, yeso y	Fabricación de cemento, de energía sus derivados	Producción y distribución transporte eléctrica	Transporte terrestre; por tuberías
1	Cultivos de hortalizas y frutas	44,17	145,60	283,64	21,13	179,40	94,31
2	Cultivos de vid y olivo	39,83	203,65	247,97	27,51	122,77	75,99
13	Fabricación de grasas y aceites	139,66	242,57	302,51	29,78	172,77	144,57
14	Industrias lácteas	221,00	28,81	33,79	3,40	37,28	48,00
24	Industria del papel	836,90	44,21	78,96	2,84	38,03	69,49
25	Edición, artes gráficas...	558,83	30,71	68,20	3,22	35,95	60,42
26 & 47	Refino, prod. gas, Ind. Petroquímica	78,86	586,86	295,76	22,60	415,96	335,67
27-29	Industria química	189,39	695,97	1188,21	22,64	630,68	436,43
30	Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	67,65	196,80	126,66	1004,35	184,37	473,50
33	Metalurgia	381,75	354,89	380,84	406,81	353,06	336,19
46	Producción y distribución de energía eléctrica	38,22	370,63	69,59	14,60	664,43	72,06
49	Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	469,21	1105,72	880,99	4653,43	789,67	1494,85
50	Preparación, instalación y acabado de obras	191,62	381,74	446,10	972,39	256,18	428,29
53	Comercio al por mayor e intermediarios de comercio	822,92	219,72	114,57	25,66	173,24	369,83
54	Comercio al por menor y reparación...	204,53	145,42	88,14	41,73	392,79	332,24
56	Servicios de cafeterías, bares y restaurantes...	445,28	241,29	226,61	48,47	416,58	257,64
57	Transporte terrestre; transporte por tuberías	158,13	628,50	144,30	29,13	155,97	283,42
59	Activ. anexas a los transportes, agencias de viajes	91,51	201,79	66,07	14,50	87,96	300,51
64	Actividades inmobiliarias	130,15	117,96	120,51	267,15	139,26	151,74
69	Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería...	230,83	27,20	35,51	22,38	46,52	39,02
70	Publicidad	246,22	25,32	39,82	5,64	41,67	52,45
73	Otros servicios a las empresas	203,16	36,70	70,29	6,15	61,90	38,78
74	Administración pública	146,63	104,64	95,63	23,40	244,67	90,91
77	Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	52,41	79,68	265,39	8,84	111,66	57,94
	<b>Promedio</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de IEA(2006) y Junta de Andalucía (2003)

A partir de la tabla anterior pueden extraerse algunas conclusiones sobre las ramas de actividad que, por medio de la composición de su función de insumos (columna de coeficientes técnicos), afectan en un mayor grado a las emisiones de CO<sub>2</sub> de cada una de las seis actividades emisoras AEC consideradas.

Las emisiones de la **industria del papel** dependen fundamentalmente de la propia industria del papel y de la rama 53 *Comercio al por mayor e intermediarios de comercio*. En menor medida, aunque destacable, inciden sobre sus emisiones las ramas 25 *Edición, artes gráficas y reproducción de soportes grabados*, 49 *Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil*, 56 *Servicios de cafeterías, bares y restaurantes; provisión de comidas preparadas*, y 33 *Metalurgia*.

En cuanto al **refino, producción de gas e industria petroquímica**, sus emisiones vienen fundamentalmente condicionadas, a través de sus respectivas compras de insumos, por las ramas de actividad 49 *Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil*, la industria química, el

transporte terrestre, la propia industria del refino, gas y petroquímica, la rama 50 *Preparación, instalación y acabado de obras* y la producción y distribución de energía eléctrica.

La **industria química**, por su parte, está principalmente influenciada, en cuanto a sus emisiones, por la propia industria química y las rama 49 *Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil*, 50 *Preparación, instalación y acabado de obras*, la metalurgia y la rama 13 *Fabricación de grasas y aceites*.

La influencia sobre las emisiones de la **fabricación de cemento, cal, yeso y derivados** se concentran casi exclusivamente en la función de coste de la rama de actividad 49 *Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil*, seguida de la propia fabricación de cemento, cal, yeso y derivados y de la rama de actividad 50 *Preparación, instalación y acabado de obras*.

La **producción y distribución de energía eléctrica** tiene como principales impulsoras de sus niveles de emisiones de CO<sub>2</sub> a las funciones de coste de las ramas de actividad 49 *Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil*, la propia

rama 46 *Producción y distribución de energía eléctrica*, 27-29 *Industria química*, 56 *Servicios de cafeterías, bares y restaurantes*, 26&47 *Refino, producción de gas, industria petroquímica*, y el comercio al por menor.

Por último, el sector de servicios de **transporte terrestre** se halla influenciado principalmente, en cuanto a su nivel de emisiones de CO<sub>2</sub>, por la actividad 49 *Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil*, seguida de las actividades 30 fabricación de cemento, cal, yeso y derivados, 27-29 *Industria química*, 48 *Preparación, instalación y acabado de obras*, el comercio al por mayor, la metalurgia, la rama agregada 26&47 *Refino, producción de gas, industria petroquímica*, el comercio al por menor y las actividades anexas al transporte y agencias de viaje.

De estos resultados por actividades emisoras cabe destacar, en síntesis, que las AEC más orientadas a vender sus bienes a la industria, sector primario y construcción (refino, producción de gas e industria petroquímica; industria química; y fabricación de cemento, cal, yeso y derivados) tienden a concentrar las influencias que les llegan entre un número más reducido de ramas que respecto al caso de las AEC que también están orientadas al sector servicios (industria del papel, producción y distribución de energía y transporte terrestre).

Merece mención especial la relevancia de la rama de actividad 49 *Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil*, como actividad AER impulsora de las emisiones atmosféricas de CO<sub>2</sub>, ya que demanda intensamente, directa o indirectamente, bienes producidos por las AEC, a la que hay que unir la influencia de la rama 50 *Preparación, instalación y acabado de obras*, estrechamente vinculada a la anterior.

También hay que destacar como actividades AER el comercio, dada su influencia sobre transporte terrestre,

producción de energía eléctrica e industria papelera; la metalurgia, que presenta un vínculo destacable con cada una de las AEC, y las actividades agrícola y de fabricación de grasas y aceites, dada su influencia sobre industria química y petroquímica.

Además, cabe mencionar, a excepción de la industria papelera, las relaciones entre las propias actividades emisoras, sobre todo a través de la influencia que ejerce las industrias del refino y petroquímica sobre la producción de electricidad y transporte, y la industria química sobre éstas y el propio refino y petroquímica, lo que hace que estas actividades tengan un doble papel protagonista en el problema de las emisiones, tanto desde el punto de vista de agente emisor (AEC), como desde su papel como factor estructural extensivo (AER). Por otro lado, destacan los vínculos de doble sentido establecidos entre transporte terrestre y refino y petroquímica; y de ésta última actividad con la producción y distribución de energía eléctrica.

Los resultados anteriores se basan en el cálculo de los promedios de las elasticidades por columnas de coeficientes. El análisis se puede detallar aún más si se consideran los coeficientes de forma individual, de manera que se obtenga un listado de las transacciones concretas que, de forma directa o indirecta, contribuyen en mayor grado a incrementar las emisiones de las actividades consideradas. Estas transacciones serán, pues, los eslabones que fundamentalmente articulan la relación entre las emisiones de las actividades AEC y las actividades AER. El listado de las principales transacciones, con elasticidades superiores a 0,05, se presenta en la tabla 10.

**Tabla 10 (a). Principales transacciones impulsoras de la emisión de CO<sub>2</sub> de las actividades estudiadas. Año 2000**

Rama Vendedora		Rama Compradora		Elasticidad
<b>Industria del papel</b>				
24	Industria del papel	24	Industria del papel	0,485204
24	Industria del papel	53	Comercio al por mayor e intermediarios de comercio	0,402220
24	Industria del papel	25	Edición, artes gráficas...	0,271127
24	Industria del papel	33	Metalurgia	0,145435
25	Edición, artes gráficas...	70	Publicidad	0,108500
24	Industria del papel	14	Industrias lácteas	0,105298
24	Industria del papel	69	Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería, etc.	0,091656
24	Industria del papel	73	Otros servicios a las empresas	0,090568
33	Metalurgia	34	Fab. de prod. metálicos, excepto maquinaria y equipo	0,065699
24	Industria del papel	17	Fab. de otros productos alimenticios. Tabaco	0,063385
24	Industria del papel	56	Servicios de cafeterías, bares y restaurantes...	0,062363
53	Comercio al por mayor e intermediarios de comercio	56	Servicios de cafeterías, bares y restaurantes...	0,062255
24	Industria del papel	54	Comercio al por menor...	0,051989
50	Preparación, instalación y acabado de obras	49	Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	0,050548
<b>Refino, prod. gas, Ind. petroquímica</b>				
26&47	Refino, prod. gas, Ind. petroquímica	57	Transporte terrestre; transporte por tuberías	0,091907
26&47	Refino, prod. gas, Ind. petroquímica	27-29	Industria química	0,066305
26&47	Refino, prod. gas, Ind. petroquímica	26&47	Refino, prod. gas, Ind. Petroquímica	0,065583
26&47	Refino, prod. gas, Ind. petroquímica	46	Producción y distribución de energía eléctrica	0,054282
<b>Industria química</b>				
27-29	Industria química	27-29	Industria química	0,551822
27-29	Industria química	1	Cultivos de hortalizas y frutas	0,120937
27-29	Industria química	74	Actividades sanitarias y veterinarias no de mercado	0,108157
27-29	Industria química	2	Cultivos de vid y olivo	0,105861
47	Preparación, instalación y acabado de obras	46	Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	0,098320
27-29	Industria química	46	Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	0,097302
27-29	Industria química	31	Metalurgia	0,088598
2	Cultivos de vid y olivo	13	Fabricación de grasas y aceites	0,076810
35	Fabricación de maquinaria y material eléctrico	47	Preparación, instalación y acabado de obras	0,075801
27-29	Industria química	26&47	Refino, prod. gas, Ind. petroquímica	0,068254
27-29	Industria química	75	Actividades sanitarias y veterinarias de mercado	0,064287
46	Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	46	Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	0,056967
27-29	Industria química	47	Preparación, instalación y acabado de obras	0,055426
31	Metalurgia	32	Fabricación de productos metálicos...	0,054756
7	Extracción de productos energéticos	26&47	Refino, prod. gas, Ind. petroquímica	0,054698

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de IEA(2006) y Junta de Andalucía (2003)

**Tabla 10 (b). Principales transacciones impulsoras de la emisión de CO<sub>2</sub> de las actividades estudiadas. Año 2000**

Rama Vendedora	Rama Compradora	Elasticidad
<b>Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados</b>		
29 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	47 Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	0,848515
29 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	29 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	0,241571
29 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	48 Preparación, instalación y acabado de obras	0,206608
47 Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	47 Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	0,149145
48 Preparación, instalación y acabado de obras	47 Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	0,106226
29 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	32 Metalurgia	0,079650
<b>Producción y distribución de energía eléctrica</b>		
45 Producción y distribución de energía eléctrica	45 Producción y distribución de energía eléctrica	0,162881
45 Producción y distribución de energía eléctrica	27 Industria química	0,089878
45 Producción y distribución de energía eléctrica	52 Comercio al por menor ...	0,086345
45 Producción y distribución de energía eléctrica	54 Servicios de cafeterías, bares y restaurantes...	0,058620
27 Industria química	27 Industria química	0,058421
7 Extracción de productos energéticos	26&47 Refino, prod. gas, Ind. petroquímica	0,051145
<b>Transporte terrestre; transporte por tuberías</b>		
55 Transporte terrestre; transporte por tuberías	47 Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	0,095725
29 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	47 Construcción de inmuebles y obras de ingeniería civil	0,078154
55 Transporte terrestre; transporte por tuberías	29 Fabricación de cemento, cal, yeso y sus derivados	0,077715
55 Transporte terrestre; transporte por tuberías	52 Comercio al por menor ...	0,063170
55 Transporte terrestre; transporte por tuberías	51 Comercio al por mayor e intermediarios de comercio	0,062325
55 Transporte terrestre; transporte por tuberías	57 Activ. anexas a los transportes, agencias de viajes	0,052804
55 Transporte terrestre; transporte por tuberías	27 Industria química	0,051971

FUENTE: Elaboración propia a partir de los datos de IEA(2006) y Junta de Andalucía (2003)

A partir de la tabla anterior se verifica cómo las principales influencias sobre las emisiones de cada una de las ramas AEC se concentran en un menor número de transacciones en el caso del refino, producción de gas e industria petroquímica, seguido de la fabricación de cemento, cal, yeso y derivados; producción y distribución de electricidad y transporte terrestre. Por el contrario, el número de coeficientes con una elasticidad de emisión superior al 0,05 es muy superior en el caso de la industria papelera y la química. Por otro lado, en todas las AEC las transacciones más importantes implican ventas directas de la propia actividad a otra rama.

Estudiando actividad por actividad, es destacable que las principales transacciones en el caso de la **industria papelera** implican ventas al sector servicios, la propia industria del papel, industrias del metal, manufacturas de alimentación y construcción. Destacan también las influencias indirectas de las actividades publicitarias, fabricación de productos metálicos, actividades de restauración y la construcción, a través de sus compras a las ramas de artes gráficas, metalurgia, comercio al por mayor y preparación y acabado de obras, respectivamente.

En cuanto al **refino, producción de gas e industria petroquímica**, las principales transacciones están claramente concentradas en las ventas de esta actividad al transporte terrestre, industrias química y petroquímica y a la producción y distribución de energía eléctrica.

En el caso de la **industria química**, las principales transacciones, valoradas a partir de la elasticidad del

coeficiente técnico correspondiente, se centran en las compras de la propia industria química, industrias agroalimentarias, actividades sanitarias y veterinarias, refino, producción de gas e industria petroquímica, metalurgia y construcción. En cuanto a las influencias indirectas, destacan las compras de la actividad de fabricación de grasas y aceites y construcción, a través de sus compras a las actividades agrarias y de acabado y preparación de obras, así como del refino, producción de gas e industria petroquímica mediante sus compras a las actividades extractivas.

Las emisiones de la **fabricación de cemento, cal, yeso y derivados** se ven influenciadas básicamente por las transacciones provenientes de las compras de las actividades relacionadas con la construcción y de la propia actividad y, en mucho menor grado, la metalurgia. Las actividades de la construcción ejercen su influencia en las emisiones bien por sus compras directas, o bien a través de compras a otras actividades también relacionadas con el sector construcción, integrando un conglomerado de actividades muy definido.

En el caso de la **producción y distribución de energía eléctrica**, sus emisiones se ven fundamentalmente influenciadas por las compras del propio sector eléctrico, el sector servicios (comercio al por menor y actividades de restauración), y de otras actividades emisoras clave: industria química y refino, producción de gas e industria petroquímica. Esta última actividad ejerce su principal influencia a través de sus compras a las industrias extractivas de productos energéticos y metálicos.

Por último, el **transporte terrestre** viene principalmente influenciado por sus ventas a las actividades ligadas a la construcción (bien directamente, o bien a través de las compras de ésta a la fabricación de cemento, cal, yeso y derivados) y sector servicios (comercio y actividades anexas a los transportes y agencias de viajes).

De acuerdo con los resultados destacados en este apartado, se establecerán en el siguiente epígrafe una serie de conclusiones básicas cara a la elaboración de estrategias de reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> por parte de las actividades AEC.





## 5. Conclusiones

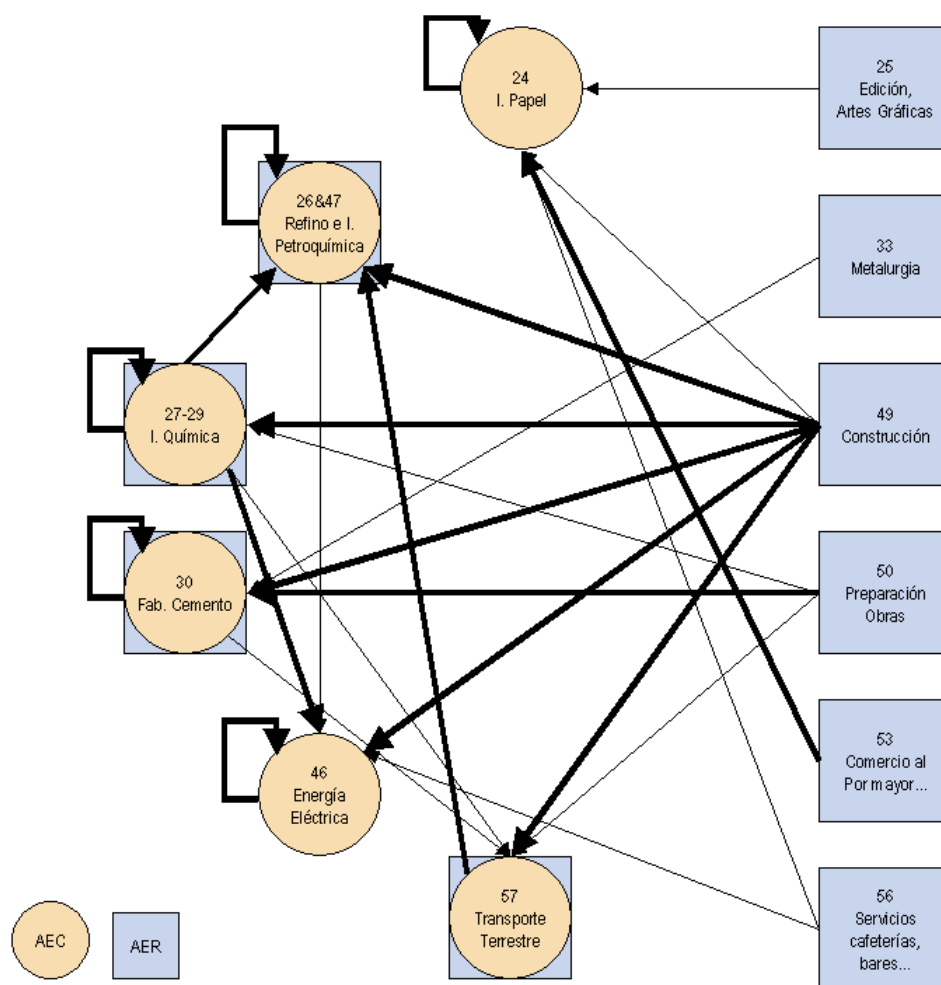
En este capítulo se ha llevado a cabo un estudio sobre las principales actividades emisoras clave (AEC) de CO<sub>2</sub> a la atmósfera en Andalucía en el marco del análisis input-output. En concreto, se ha realizado un análisis de sensibilidad de los coeficientes técnicos de producción de todos los sectores productivos mediante el cálculo de sus elasticidades de emisión, de manera que se detectan los principales sectores y transacciones que influyen de forma estructural y extensiva<sup>21</sup> sobre las citadas AEC: industria papelera; refino, producción de gas e industria petroquímica; industria química; fabricación de cemento, cal, yeso y derivados; producción y distribución de electricidad; y transporte terrestre.

Este procedimiento ha permitido verificar unas conexiones entre ramas de actividad emisoras y demandantes que son las responsables de la mayoría de las emisiones contaminantes de CO<sub>2</sub> ligadas a la actividad productiva de Andalucía. Estas conexiones, entre AEC y las principales actividades demandantes de bienes AEC y, por tanto, responsables desde el lado de la demanda de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (actividades estructuralmente responsables, AER), se muestran sintéticamente en la figura 5.

---

21. Es decir, de forma estable, puesto que hablamos de coeficientes o relaciones estructurales, y extensiva, porque afectan a la cantidad de bien demandado a cada uno de las actividades emisoras de CO<sub>2</sub>.

**Figura 05. Principales relaciones sectoriales causantes de las emisiones de CO<sub>2</sub> en Andalucía**



FUENTE: Elaboración propia

La identificación de estas conexiones ayuda establecer una serie de tendencias generales a fin de ayudar a la implementación de medidas de política encaminadas a reducir, o al menos moderar, las emisiones de CO<sub>2</sub> debidas a las actividades productivas de Andalucía. Cara a esta tarea, partimos de la hipótesis de que, a largo plazo, es posible actuar sobre las tecnologías de las actividades AER a fin de disminuir las emisiones de las actividades AEC a través de una minoración del factor extensivo. Esto debería provocar un esfuerzo, a su vez, de las AEC por disminuir su factor intensivo mediante mejoras tecnológicas, con el fin de intentar reactivar la demanda de sus productos por parte de las AER, y así sucesivamente, creando un círculo virtuoso de innovaciones tecnológicas en AEC y AER que contribuyeran a la progresiva desvinculación de producción y emisiones contaminantes.

Ciertamente, este círculo es difícil de fomentar, debido a que, en general, las relaciones entre ramas son más o menos

rígidas, y a que las características específicas de cada actividad hacen que las posibilidades de cambiar su mix de productos sustituyendo bienes procedentes de AEC por otros sean limitadas, y a un coste diferente respecto a otras actividades.

La principal variable a tener en cuenta, en principio, es el coste marginal de la reducción de la emisión de CO<sub>2</sub>, lo que se relaciona directamente con el factor intensivo de las AEC. Una actividad estará dispuesta a invertir en tecnología, y de este modo mejorar (disminuir) su factor intensivo, si ese esfuerzo le supone un coste por una última tonelada de CO<sub>2</sub> que evita emitir a la atmósfera inferior al coste de emitir dicha tonelada (mediante el precio del derecho de emisión correspondiente, o el gravamen o penalización por emitirla). A su vez, este coste marginal, y la decisión en invertir para reducir las emisiones, dependerá de ciertos factores (Tarancón y del Río, 2006a). De entre ellos, destacaremos los siguientes:

- En primer lugar, la frontera tecnológica que permita a las actividades AEC seguir invirtiendo en reducir su indicador intensivo. En este sentido, hay actividades que han acometido en el pasado importantes mejoras, con lo que se hallan más próximas al límite de dicha frontera. Tal es el caso de algunas industrias intensivas en el uso de energía, y del transporte por carretera.
  - En segundo lugar, y como es obvio, la asignación a la tonelada de CO<sub>2</sub> emitida de un **precio** que refleje lo más correctamente posible el coste de las externalidades (relacionadas con la polución y el efecto invernadero) que provoca. Dado que no es fácil dar valor a este precio, se ha pensado en recurrir al mercado: en concreto, la creación del mercado de derechos de emisión supone un intento de que las fuerzas de la oferta y la demanda pongan precio a las emisiones de gases de efecto invernadero y, de esta manera, premien a las instalaciones que más esfuerzo realicen en disminuir éstas (lo que supone la puesta en el mercado de sus superávit de derechos de emisión y, por tanto, una fuente de beneficio adicional). No obstante, hay que reconocer que la asignación inicial de derechos de emisión entre las distintas instalaciones, necesariamente arbitraria, supone de entrada una 'intervención' sobre el precio al que quedará fijado el derecho de emisión de CO<sub>2</sub>. En otros casos, este precio se establece de forma de regulaciones o de acuerdos sectoriales.
  - En tercer lugar, el carácter elástico o inelástico de la demanda del bien o servicio producido por las actividades emisoras, lo que tiene que ver con su naturaleza de bien sustituible o no y, por tanto, a su vez de las posibilidades tecnológicas de las actividades demandantes. Si el coste por reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> incrementa el precio del bien o servicio de la actividad AEC, y su demanda es inelástica, porque no tiene la amenaza de bienes sustitutivos o de un ahorro en el consumo de ese bien, el coste de la reducción de las emisiones será asumido por las ramas demandantes y, en última instancia, por el consumidor final, lo que facilitará la inversión en tecnología para la reducción del indicador intensivo. Si, en cambio, la demanda del bien o servicio objeto de la actividad productiva AEC es elástica, las industrias de la actividad podrían ser reticentes a invertir en tecnologías limpias, debido al encarecimiento de su producto y a su posible sustitución por otros alternativos, o la caída de la demanda a causa de las medidas de ahorro (reducción del indicador extensivo).
  - El factor anterior está relacionado, por un lado, con las posibilidades de innovación tecnológica y de inversión en tecnología de las ramas demandantes AER, en el sentido de su capacidad para integrar en sus funciones de producción bienes sustitutivos a los producidos por las AEC, o bien reducir las cantidades de éstos por unidad de producto mediante una mayor eficiencia tecnológica.
  - Por otro lado, dependerá en gran medida de la estructura de Mercado. Un mercado oligopolista tendrá capacidad para transmitir a las actividades demandantes el coste de las emisiones de CO<sub>2</sub>, como es el caso del sector energético o del refino. En un mercado más próximo a la competencia perfecta, este coste, traducido en un incremento de precios, puede acarrear una disminución de la demanda, por lo que las empresas que integran la rama AEC serán reticentes a incrementar el precio de los productos, de manera que, o retrasarán la implantación de tecnologías limpias, o asumirán sus costes.
  - Otros factores a tener en cuenta en la elasticidad / inelasticidad de los bienes y servicios producidos por las AEC y, por tanto, de la decisión de invertir en tecnologías limpias, serán la posición dentro del sector de las empresas que integran una rama AEC, su margen de beneficio, el grado de competencia internacional, la legislación ambiental o el grado de concienciación respecto al problema por parte de consumidores y empresas.
- Existen, además, otros determinantes específicos para cada una de las actividades AEC consideradas, lo que trazará su tendencia previsible para los próximos años. De modo general, en Tarancón y del Río (2006a) se exponen algunos de estos determinantes y tendencias, que se sintetizan en la tabla 11:

**Tabla 11. Tendencias en los indicadores intensivo y extensivo de las actividades AEC**

AEC	% Emisiones Totales	Indicador Intensivo	Indicador Extensivo	Tendencia Global
Producción y distribución de energía eléctrica.	32,75	(++) Mejoras en la eficiencia energética, centrales de ciclo combinado, fuentes de energía renovables.	(--) Fuerte demanda de energía eléctrica a corto / medio plazo.	(?)
Transporte terrestre.	31,05	(+) Mejoras en la eficiencia energética.	(---) Gran demanda de transporte por carretera.	(- -)
Fabricación de cemento, cal, yeso y derivados.	11,09	(++) Mejoras en la eficiencia energética, combustibles alternativos , menor porcentaje de clínker.	(--) Fuerte demanda motivada por su dependencia de la AER de la construcción.	(?)
Refino, producción de gas e industria petroquímica.	10,47	(+) Pequeñas mejoras en la eficiencia energética.	(-) Moderado a pequeño incremento en la demanda y producción.	(?)
Industria del papel.	4,12	(+) Mejoras en la eficiencia energética, empleo de cogeneración eléctrica y combustibles limpios.	(--) Fuerte incremento de la demanda y en la producción en el periodo 2001-2012.	(-)
Industria química.	2,64	(+) Mejoras en la eficiencia energética.	(-) Crecimiento moderado, dependiente de la tendencia en la demanda de sectores AER (agroalimentarios, aceiteras, farmacéuticos, construcción, productos del metal).	(?)

Nota: (++) Fuerte mejora del indicador; (+) pequeña mejora; (-) pequeño empeoramiento del indicador; (--) fuerte empeoramiento del indicador; siempre en referencia a la contribución al incremento (empeoramiento) o no (mejora) de las emisiones atmosféricas de CO<sub>2</sub>.

FUENTE: Tarancón y del Río (2006a)

Como puede apreciarse en la tabla anterior, la actividad crítica es la actividad del **transporte terrestre**, con una fuerte demanda esperada que supera con creces las mejoras en el indicador intensivo derivadas de la regulación comunitaria y los acuerdos voluntarios y negociados con los fabricantes (acuerdo ACEA a nivel europeo<sup>22</sup>) en relación al nivel de emisiones permitidas en la combustión de los motores. Esta demanda, que alimenta el indicador extensivo, viene tanto del tráfico privado como de los servicios de transporte en la producción de bienes y servicios por parte del resto de actividades productivas. En relación al tráfico privado, y siendo Andalucía una región extensa y eminentemente turística, sólo políticas de promoción del transporte público podrían incidir en una contención de la demanda. Respecto al tráfico originado por las actividades productivas, que es el analizado en este capítulo, hemos visto cómo éste depende de la construcción, comercio y actividades de las agencias de viajes (turismo organizado), actividades con una tendencia sostenida de aumento de la demanda en Andalucía. En este sentido, políticas de mejora de la logística e incremento de la cuota de mercado del ferrocarril en detrimento del tráfico por carretera podrían contribuir a una mejora (reducción) del indicador intensivo (Tarancón y del Río, 2006c).

La segunda actividad clave en cuanto a la emisión de CO<sub>2</sub> es la **producción de energía eléctrica**. Existe una fuerte

tendencia al alza en la demanda (indicador extensivo) de este tipo de energía, convergiendo hacia la media de la Unión Europea. Esto se debe a varios factores, como el incremento en el número de hogares, la fuerte penetración del aire acondicionado y de otros aparatos tanto en los hogares como en el sector terciario, factores especialmente importantes en Andalucía; y los relativamente bajos precios de la electricidad en España. Ante este panorama, la política pública debe ir encaminada, por un lado, a mejorar el indicador intensivo incentivando un cambio tecnológico mediante una drástica reducción del carbón como combustible de las centrales térmicas, promoción de fuentes generadoras alternativas, como las energías renovables o las centrales de ciclo combinado para lo que existe la regulación basada en el Mercado de Derechos de Emisión. Por otro lado, y refiriéndonos a moderar el indicador extensivo, la política pública debe ir encaminada a campañas destinadas al ahorro energético, sobre todo en hogares y en el sector servicios, y a la renovación de bienes mediante la adquisición de aparatos eléctricos de categorías A y B (coeficientes). En este sentido, existen a nivel nacional iniciativas como el Plan Estratégico de Eficiencia Energética, o el Código Técnico de Construcción que obliga, en la construcción de nuevos edificios, a integrar medidas de ahorro energético y de utilización de la energía solar.

La tercera actividad en importancia en cuanto a su montante de emisiones en Andalucía es la **fabricación de cemento, cal, yeso y derivados**. En cuanto al indicador extensivo, hemos visto como depende casi exclusivamente de

22. Acuerdo de reducción de las emisiones del parque móvil a 140 gr/Km. en 2008/2009.

la actividad de la construcción. Además, es un bien de demanda inelástica, debido a que no existe en la construcción un producto sustitutivo. Por este motivo, y debido al crecimiento sostenido del sector inmobiliario en los últimos años en Andalucía, es difícil pensar en una moderación de dicho indicador. En cuanto al indicador intensivo, las mejoras ya realizadas en el pasado en los procesos productivos dejan poco margen a una disminución adicional de las emisiones por unidad de producto. Tan sólo la aparición de molinos de cemento que importan el clínker podrían hacer mejorar, a nivel andaluz, el indicador intensivo. En cuanto a medidas políticas, es estrecho el margen de actuación, debido las restricciones existentes de carácter tecnológico.

En el caso del **refino, gas e industria petroquímica**, hemos de tener en cuenta que las mejoras en el indicador intensivo son escasas en el futuro, debido a que los grandes esfuerzos en la mejora de la eficiencia, a nivel tecnológico, ya se han realizado en el pasado. En cuanto al indicador extensivo, hemos visto cómo la demanda viene impulsada por actividades que, a su vez, experimentan una fuerte expansión, como el transporte terrestre, las actividades de la construcción y la producción de energía eléctrica, por lo que parece que el sector tendrá una tendencia a incrementar sus emisiones en el futuro, a un ritmo dependiente de la evolución de las actividades AEC de las que depende. Como medidas de política, cabe destacar la inclusión en el sector dentro del Mercado de Derechos de Emisión.

La **industria papelera** también está incluida en el Mercado de Derechos de Emisión, a fin de incentivar la mejora de su indicador intensivo mediante innovaciones en su función de producción, como puede ser el empleo de cogeneración eléctrica y combustibles más limpios que amortigüen el impacto del elevado consumo energético de sus procesos, más cuando las previsiones de demanda son altas, debido a la dependencia del sector con el comercio y las actividades del sector terciario. De todas formas, la heterogeneidad del sector, con productos distintos que soportan emisiones de CO<sub>2</sub> específicas diferentes, y la coexistencia de plantas de dimensiones dispares, hace difícil aplicar medidas de política a nivel sectorial.

Por último, queda por referirnos a la **industria química**. Como en el caso, anterior, es difícil diseñar políticas a nivel sectorial, ya que incluye distintos tipos de plantas y productos, con emisiones específicas dispares, destacando las emisiones derivadas de la producción de amoníaco. Respecto al indicador intensivo, es de esperar mejoras en la eficiencia energética, impulsadas quizá por el Mercado de Derechos de Emisión. En cuanto al indicador extensivo, dependerá del crecimiento de la demanda de los productos químicos procedente de las actividades AER conectadas a la rama de actividad: sector agrícola, aceitero, de productos del metal, farmacéutico o construcción.

En resumen, puede decirse que el mayor problema, en términos de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera por parte de las actividades productivas, se centra en dos actividades: la producción de energía eléctrica y el transporte por carretera. Estas actividades se caracterizan por tener un alto indicador

intensivo en comparación al resto de actividades emisoras estudiadas, lo que quiere decir que producen grandes emisiones por unidad de producto. En este sentido, cabe esperar un esfuerzo tecnológico en la mejora de la eficiencia energética que se refleje en una caída de éste indicador. En cuanto al indicador extensivo, es en términos relativos alto en el caso del transporte y más moderado en el caso de la producción energética, lo que podría deberse más al relativo bajo precio de la electricidad que a una moderada demanda real en términos físicos. En cualquier caso, se esperan fuertes incrementos en la demanda de ambas actividades. Esta demanda depende tanto de la demanda final, como de la derivada de las otras actividades productivas, que hemos llamado 'estructuralmente responsables'. Entre ellas destacan, para ambos casos, la construcción, el comercio, la industria química y petroquímica, y la industria del metal. Estos incrementos de la demanda, sobre todo en el caso del transporte, pueden hacer insuficientes las mejoras en el indicador intensivo. Ante esta situación, y desde el punto de vista de la política pública, cabe confiar, en el caso de la producción de electricidad, en un buen funcionamiento del mercado de derechos de emisión, en los acuerdos negociados y voluntarios, y en la regulación y promoción de energías renovables y ahorro energético; y, en el caso del transporte por carretera, en la mejora de la logística que permita reducir la ratio de kilómetros por unidad de producto o personas transportadas por carretera, en el fomento del ferrocarril y en el desarrollo de combustibles limpios y vehículos con motores más eficientes.

Por supuesto, este estudio, realizado desde la perspectiva intersectorial o input-output, no ha entrado en detalle en el análisis de una variable clave como es el coste de las mejoras en el factor intensivo, en concreto del coste-marginal de las emisiones. Esta variable es determinante, ya que no es lo mismo de costoso lograr una reducción de un punto porcentual en unas actividades que en otras. A la hora de diseñar estrategias de política, este punto debería ser, obviamente, tenido en cuenta.

Por otro lado, el trabajo se ha centrado en las emisiones consecuencia de la actividad productiva de las ramas de actividad, lo que debe ser completado con el estudio de la estructura de las emisiones provenientes de la demanda final, especialmente del consumo doméstico, sobre todo en las principales actividades contaminantes, esto es, la producción de energía eléctrica y el transporte terrestre; si bien, como se comprobó a la hora de estudiar los indicadores intensivo y extensivo, la producción destinada a la demanda final interna es menor que la destinada a la demanda de otras ramas productivas en las actividades AEC, si se tiene en cuenta una estructura productiva más o menos similar a la andaluza de las regiones o países destino de las exportaciones de dichas actividades. En tal caso, las políticas destinadas a modificar los patrones tecnológico-productivos de las actividades estructuralmente responsables (AER) implicarían a los agentes políticos, económicos y sociales de dichos destinos, y no únicamente a los de Andalucía.



## 6. Agradecimientos

El autor quiere agradecer su valiosa ayuda y soporte al profesor Luis Robles Teigeiro, de la Universidad de Málaga, a la profesora Carmen Ramos Carvajal, de la Universidad de Oviedo, a Dña. Mercedes Gómez Castro, de la Junta de Andalucía, al profesor Pablo del Río González, de la Universidad de Castilla - La Mancha, y a su admirado y querido

profesor Antonio Vázquez Muñiz, de la Universidad Autónoma de Madrid, cuyo algoritmo para inversión de grandes matrices le permitió superar las limitaciones de las hojas de cálculo para realizar las 4199 inversiones de una matriz 83x83 que hicieron falta para completar los cálculos del trabajo, de forma automática y en un tiempo razonable.





## 7. Bibliografía

- Alcántara, V.; Roca, J. (1995) "Energy and CO<sub>2</sub> emissions in Spain: methodology of analysis and some results for 1980-1990", **Energy Economics**, vol. 17, 221-230.
- Alcántara, V.; Padilla, E. (2003) "Key sectors in final energy consumption: an input-output application to the Spanish case", **Energy Policy**, vol. 31, 1673-1678.
- Alcántara, V.; Padilla, E. (2005) "Análisis de las Emisiones de CO<sub>2</sub> y sus factores explicativos en las diferentes áreas del Mundo", Document de Treball del Departament d'Economia Aplicada, 05.07, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Alcántara, V.; Duarte, R. (2004) "Comparison of energy intensities in European Union countries. Results of a structural decomposition analysis", **Energy Policy**, vol. 32, 177-189.
- André, F. J.; Cardenete, M. A.; Velásquez, E. (2005) "Performing an Environmental Tax Reform in a Regional Economy. A CGE Approach", **Annals of Regional Science**, vol. 39, 375-392.
- Butnar, I.; Llop, M. (2006) "Composition of greenhouse emissions in Spain: An input-output análisis", **Ecological Economics**, pendiente de publicación.
- Cadarso, M. A.; Fernández-Bolaños, A. (2002) "Patterns of Growth and Consumption and their influence on the Environment in Spain", **XIV Conferencia Internacional sobre Técnicas Input-Output**, Montreal.
- Castro, J. M.; Morillas, A.; Melchor, E.; (1996) "Análisis Dinámico de los Efectos de la Estructura de Demanda sobre Crecimiento y Medio Ambiente en Andalucía", **Revista de Estudios Regionales**, vol. 46.
- Chang, Y. F., Lin, S. J. (1998) "Structural decomposition of industrial CO<sub>2</sub> emissions in Taiwan: an input-output approach", **Energy Policy**, vol. 26, 5-12.
- Dietzenbacher, E.; Los, B. (1998) "Structural decomposition techniques: sense and sensitivity", **Economic Systems Research**, vol. 10, 307-323.
- Dietzenbacher, E.; Velázquez, E. (2006) "Analyzing Andalusian virtual water trade in an input-output framework", **Regional Studies**, pendiente de publicación.
- EPER. Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes (2006). Información en línea: [www.eper-es.es](http://www.eper-es.es). Madrid: Ministerio de Medio Ambiente.
- Ferng, J. J. (2003) "Allocating the responsibility of CO<sub>2</sub> over-emissions from the perspectives of benefit principle and ecological deficit", **Ecological Economics**, vol. 46, 121-141.
- Gallego, B.; Lenzen, M. (2005) "A consistent input-output formulation of shared producer and consumer responsibility", **Economic Systems Research**, vol. 17, 365-391.
- Hernández, F.; Gual, M. A.; del Río, P.; caparrós, A. (2004) "Energy sustainability and global warming in Spain", **Energy Policy**, vol. 32, 383-394.
- Hoekstra, R.; Janssen, M. A. (2006) "Environmental responsibility and policy in a two-country dynamic input-output model", **Economic Systems Research**, vol. 18, 61-84.
- Hoen, A.; Mulder, M. (2003) "Explaining Dutch emissions of CO<sub>2</sub>: a decomposition analysis", **CPB discussion paper**, La Haya: Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis.
- Kagawa, S.; Inamura, H. (2001) "A Structural Decomposition of Energy Consumption Based on a Hybrid Rectangular Input-Output Framework: Japan's Case", **Economic Systems Research**, vol. 13, 339-363.
- Kaivo-oja, J.; Luukkanen, J. (2004) "The European Union balancing between CO<sub>2</sub> reduction commitments and growth policies: decomposition analyses", **Energy Policy**, vol. 32, 1511-1530.
- Instituto de Estadística de Andalucía (2006) **Marco Input-Output de Andalucía 2000**, Sevilla: Consejería de Economía y Hacienda.

- Junta de Andalucía (2003) **Inventario de Emisiones a la atmósfera en Andalucía**, Sevilla: Consejería de Medio Ambiente.
- Labandeira, J.; Labeaga, J. (2002) "Estimation and control of Spanish energy-related CO<sub>2</sub> emissions: an input-output approach", **Energy Policy**, vol. 30, 597-611.
- Lenzen, M. (1998) "Primary energy and greenhouse gases embodied in Australian final consumption: an input-output analysis", **Energy Policy**, vol. 26, 496-506.
- Lenzen, M.; Pade, L. L. & Munksgaard, J. (2004) "CO<sub>2</sub> Multipliers in Multi-region Input-Output Models", **Economic Systems Research**, vol. 16, 391-412.
- Leontief, W. (1970) "Environmental repercussions and the economic structure: an input-output approach", **Review of Economics and Statistics**, vol. 52, 262-271.
- Liang, Q. M.; Fan, Y.; Wei, Y. M. (2006) "Multi-regional input-output model for regional energy requirements and CO<sub>2</sub> emissions in China", **Energy Policy**, pendiente de publicación.
- Luukkanen, J.; Kaivo-oja, J. (2002) "ASEAN tigers and sustainability of energy use - decomposition análisis of energy and CO<sub>2</sub> efficiency dynamics", **Energy Policy**, vol. 30, 281-292.
- Machado, G.; Schaeffer, R.; Worrell, E. (2001) "Energy and carbon embodied in the International Trade of Brazil: an input-output approach", **Ecological Economics**, vol. 39, 409-424.
- Mongelli, I.; Tassielli, G.; notarnicola, B. (2006) "Global warming agreements, international trade and energy/carbon embodiments: an input-output approach to the Italian case", **Energy Policy**, vol. 34, 88-100.
- Morilla, C. R.; Llanes, G.; Cardenete, M. A. (2005) "La SAMEA y la eficiencia económica y ambiental en España", **I Jornadas de Análisis Input-Output**, Oviedo: Sociedad Hispanoamericana de Análisis Input-Output.
- Munksgaard, J.; Pedersen, K. A. (2001) "CO<sub>2</sub> accounts for open economies: producer or consumer responsibility", **Energy Policy**, vol. 29, 327-334.
- Nieto, J.; Santamarta, J. (2003) "Evolución de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en España (1990-2002)". Madrid, documento en línea: [www.ecoportel.net](http://www.ecoportel.net).
- Pajuelo Gallego, A. (1980) "Equilibrio General versus Análisis Parcial en el Análisis Input-Output Económico-Ambiental", **Revista del Instituto de Estudios Económicos**, vol. 3, 3-57.
- Proops, J. L. R. (1988) "Energy intensities, input-output analysis and economic development", en Ciaschini, M. (Ed.) **Input-Output Analysis: Current Developments**. Londres: Chapman and Hall, 201-215.
- Reinert, K. A.; Roland-Holst, D. W. (2001) "Industrial Pollution Linkages in North America: a Linear Analysis", **Economic Systems Research**, vol. 13, 197-208.
- Sáinz de Miera, G. (2000) "Modelo Input-Output híbrido para el análisis de las relaciones entre la economía y el agua: aplicación al caso de Andalucía", en Instituto de Estadística de Andalucía **Estadística y Medio Ambiente**, 267-285.
- Sánchez-Chóliz, J.; Duarte, R. (2004) "CO<sub>2</sub> emissions embodied in international trade: evidence for Spain", **Energy Policy**, vol. 32, 1999-2005.
- Serrano, M. (2005) "El impacto del consumo de los hogares españoles en la contaminación atmosférica", **I Jornadas de Análisis Input-Output**, Oviedo: Sociedad Hispanoamericana de Análisis Input-Output.
- Schnabl, H. (2003) "The ECA-method for Identifying Sensitive Reactions within an IO Context", **Economic Systems Research**, vol. 15, 495-504.
- Suh, S.; Kagawa, S. (2005) "Industrial ecology and input-output economics: an introduction", **Economic Systems Research**, vol. 17, 349-364.
- Sun, J. W. (1999) "Decomposition of Aggregate CO<sub>2</sub> Emissions in the OCDE: 1960-1995", **Energy Journal**, vol. 20, 147-155.
- Tarancón Morán, M. A. (2006) "A Tribute to Sherman & Morrison Formula: Searching for the Important Coefficients", mimeo.
- Tarancón Morán, M. A.; del Río González, P. (2006a) "CO<sub>2</sub> emissions and intersectoral linkages. The case of Spain", **Energy Policy**, pendiente de publicación.
- Tarancón Morán, M. A.; del Río González, P. (2006b) "A combined input-output análisis approach to analyse sector linkages and CO<sub>2</sub> emissions", **Energy Economics**, pendiente de publicación.
- Tarancón Morán, M. A.; del Río González, P. (2006c) "Structural Factors Affecting Land-Transport CO<sub>2</sub> emissions: a European Comparison", mimeo.
- Treloar, G. (1997) "Extracting embodied energy paths from input-output tables: towards an input-output-based hybrid energy analysis method", **Economic Systems Research**, vol. 9, 375-391.
- Velázquez, E. (2006) "An input-output model of water consumption. Analyzing Intersectoral Water Relationships in Andalusia". **Ecological Economics**, 56, 226-240.
- Weber, C.; Schnabl, H. (1998) "Environmentally Important Intersectoral Flows: Insights from Main Contributions Identification and Minimal Flow Analysis", **Economic Systems Research**, vol. 10, 337-356.
- Wier, M. (1998) "Sources of Changes in Emissions from Energy: A Structural Decomposition Analysis", **Economic Systems Research**, vol. 10, 99-112.