

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE LA ECONOMÍA ASTURIANA: ALGUNAS ALTERNATIVAS

Rubén Álvarez Herrero, rherrero@econo.uniovi.es
Ana Salomé García Muñiz, asgarcia@econo.uniovi.es
Carmen Ramos Carvajal, cramos@econo.uniovi.es

Departamento de Economía Aplicada
Universidad de Oviedo

Palabras clave: Tablas input-output, análisis estructural, relaciones intersectoriales, economía regional

RESUMEN

El análisis input-output es una importante herramienta en los estudios de economía regional, ya que permite un conocimiento integrado de la economía al proporcionar información no sólo de las relaciones entre los distintos sectores sino también sobre la demanda agregada de los mismos.

La realización de un análisis estructural es un requisito indispensable y previo a la predicción, constituyendo, además, una importante ayuda en la adopción de decisiones de política económica, por ello nos ha parecido adecuado aplicar dicho análisis a la economía asturiana, para lo cual hemos utilizado la tabla input-output (TIO) de Asturias de 1995.

En esta comunicación pretendemos efectuar un estudio de aquellos sectores que pueden considerarse como importantes o claves para nuestra economía. Para ello, y siguiendo a A. Pulido (1993), adoptaremos un doble enfoque que consistirá en analizar, por un lado, los posibles efectos multiplicadores de los coeficientes y, por el otro, considerar la sensibilidad de los mismos. Ambas alternativas son complementarias y proporcionaran, al ser consideradas conjuntamente, un conocimiento global de la economía regional.

ÁREA TEMÁTICA: Economía Regional y Local.

1. INTRODUCCIÓN

El análisis input-output es una importante herramienta en los estudios de economía y en particular de economía regional, ya que permite un conocimiento integrado de la misma al proporcionar información no sólo de las relaciones existentes entre los distintos sectores, sino también sobre su demanda agregada.

La realización de un análisis estructural es un requisito indispensable y previo a las tareas de predicción y constituye una importante ayuda para la adopción de decisiones de política económica. Estos motivos nos han conducido a aplicar dicho tipo de análisis a la economía asturiana y para ello hemos utilizado la tabla input-output (TIO) de Asturias de 1995, última publicada.

En la presente comunicación efectuaremos un estudio, con cierto detalle, de aquellos sectores que pueden considerarse como importantes o claves para la economía asturiana. Para ello, y siguiendo a A. Pulido (1993), adoptaremos un doble enfoque consistente en analizar, por un lado, los posibles efectos multiplicadores de los coeficientes y, por el otro, en considerar la sensibilidad de los mismos, esto es, la incidencia que tendría sobre la producción de cada rama una potencial modificación del término correspondiente. Ambas alternativas son complementarias y consideramos que proporcionarán, al ser consideradas conjuntamente, un conocimiento global de la economía regional.

2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON MODELOS INPUT-OUTPUT

Una tabla input-output recoge las relaciones existentes entre los diferentes sectores, asimismo proporciona información sobre la demanda final y los inputs primarios de la economía. Dado que se trata de una matriz podemos aproximarnos a su estudio a partir de las filas o de las columnas. En el primer caso, es decir, si consideramos las filas, y partiendo del modelo simplificado de Leontief, podemos escribir

$$X=AX+Y$$

donde X representa la matriz de outputs totales, A la tabla de coeficientes técnicos e Y la demanda final. Por lo tanto, operando se tiene que

$$Y=(I-A)X=BX$$

siendo $B=(I-A)$.

Supongamos que Y experimenta un cambio y toma el valor Y^* , dicha modificación puede ser debido a una variación tanto en B como en X, esto es,

$$Y^*=B^*X^*$$

Si pretendemos analizar dicho cambio, deberemos considerar la diferencia

$$Y-Y^*=BX-B^*X^*$$

Sumando y restando BX^* , se obtiene

$$Y-Y^*=B(X-X^*)+(B-B^*)X^*$$

es decir, se han aislado las dos componentes del cambio: la modificación en el output total $(X-X^*)$ y en la matriz B $(B-B^*)$.

El primero de ambos efectos, incrementos en la demanda provocados por un crecimiento en la producción, conducirá al análisis de los multiplicadores y el segundo, donde

las modificaciones que experimenta la demanda son debidas a cambios en la matriz B llevará al análisis de la sensibilidad de los coeficientes¹.

A continuación nos referiremos a cada uno de estos aspectos por separado.

2.1. ANÁLISIS DE LOS EFECTOS MULTIPLICADORES

En el modelo de Leontief simplificado los multiplicadores se obtienen a partir de la matriz inversa de Leontief, $(I-A)^{-1}$, donde cada uno de sus elementos indicará la cuantía en que debe aumentar la producción de un sector *i-ésimo* para que la demanda final de un sector *j-ésimo* se incremente en una unidad. A partir de los elementos de esta matriz podemos obtener coeficientes que recojan la capacidad de generar o absorber crecimiento de los distintos sectores de la economía. Un primer paso en este análisis consiste en considerar las sumas de los elementos de cada la fila y columna de dicha matriz, esto es, los denominados efectos absorción y difusión, respectivamente.

El efecto difusión -arrastre hacia atrás- se define como la cuantía en la que se incrementa la producción del total de ramas cuando la demanda final un sector determinado aumenta en una unidad, o lo que es lo mismo, representaría cómo la demanda final de un sector genera crecimiento en el conjunto de la economía. Este efecto se representa por

$$z_{.j} = \sum_i z_{ij}$$

donde z_{ij} es un elemento genérico de la matriz inversa de Leontief.

El efecto absorción- o arrastre hacia adelante- se puede definir como la cuantía en que una rama *i-ésima* debe incrementar su producción si se desea aumentar en una unidad lo que cada rama *j-ésima* destina a la demanda final, esto es, representa como el crecimiento de la demanda final de una economía arrastra tras de si a un sector determinado. Se define de la siguiente forma:

$$z_{i.} = \sum_j z_{ij}$$

Una vez presentados estos coeficientes el paso siguiente consiste en proceder a su cuantificación para la economía asturiana. Para ello, y como ya se ha señalado, utilizaremos la TIO de Asturias de 1995. Dicha tabla se presenta agregada en 60 sectores, en 31 sectores y en 16. Llegados a este punto se nos plantea la siguiente disyuntiva: si trabajamos con una tabla constituida por 60 sectores posiblemente el elevado volumen de información oscurezca el análisis, sin embargo, si nos decantamos por utilizar una matriz fuertemente agregada tendremos una panorámica más clara del comportamiento de la economía, pero renunciaremos a parte de la información. Para evaluar dicha pérdida de información asociada a un mayor nivel de agregación hemos recurrido a las medidas establecidas en la

¹ Estos aspectos se encuentran detallados en Pulido y Fontela (1993).

teoría de la información. Llamamos medida de incertidumbre cuadrática asociada a una variable aleatoria X , al valor de la expresión:

$$H^2(X) = 2 \sum_{i=1}^n p_i(1 - p_i) = 2 \left(1 - \sum_{i=1}^n p_i^2 \right)$$

donde p_i representa la probabilidad asociada a cada valor de la variable aleatoria X . Este resultado puede interpretarse como el valor esperado de las incertidumbres individuales calculadas en términos del complementario del grado de certeza, cuantificado por medio de la probabilidad. La incertidumbre cuadrática fue estudiada por R. Pérez (1985)² y entre sus rasgos más característicos destacamos que está acotada entre 0 y 2, alcanzando su mayor valor en el caso de equiprobabilidad.

Esta medida puede ser extendida al análisis conjunto de dos variables y, por lo tanto, permite cuantificar la incertidumbre asociada a una tabla input-output. Así, definiremos la incertidumbre cuadrática asociada a una variable aleatoria bidimensional (X, Y) como el valor de la expresión:

$$H^2(X, Y) = 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij}(1 - p_{ij}) = 2 \left(1 - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n p_{ij}^2 \right)$$

donde p_{ij} representa la probabilidad conjunta de un valor (x_i, y_j) .

A partir del concepto de incertidumbre podemos definir el de cantidad de información que la variable aleatoria X contiene sobre Y , la cual puede interpretarse como la reducción de la incertidumbre de Y entre la situación inicial y la que se produce después de conocer X .

La expresión de la cantidad de información será $I(X, Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y)$, y por lo tanto en términos de la incertidumbre cuadrática podríamos definir una medida de información cuadrática en los siguientes términos: $I^2(X, Y) = H^2(X) + H^2(Y) - H^2(X, Y)$, donde operando convenientemente llegamos a la expresión siguiente:

$$I^2(X, Y) = 2 \left[1 - \sum_i p_{i.}^2 - \sum_j p_{.j}^2 + \sum_i \sum_j p_{ij}^2 \right]$$

A partir de ella hemos obtenido la información asociada a cada tabla según su nivel de agregación y se ha obtenido la siguiente información :

Cuadro N° 1. Información asociada a la TIO según su nivel de agregación

	Agregación a 60 ramas	Agregación a 31 ramas	Agregación a 16 ramas
$I^2(X, Y)$	1,8013	1,7388	1,6618

Elaboración propia a partir TIOA-95.

² PÉREZ, R. (1985): *Estimación de la incertidumbre, la incertidumbre útil y la inquietud en poblaciones finitas. Una aplicación a las medidas de desigualdad*; Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo.

Calculando la pérdida de información relativa asociada a un mayor nivel de agregación hemos obtenido:

Cuadro N° 2. Pérdida relativa de información debida a la agregación

	Agregación de 60 a 31 ramas	Agregación de 31 a 16 ramas	Agregación de 60 a 16 ramas
$I^2(X,Y)$	3,4722 %	4,4228 %	7,7414 %

Elaboración propia a partir TIOA-95.

Esto es, la pérdida de información relativa si agregamos a 31 sectores, y no ha 60, es del 3,47% y la de agregar a 16 del 7,74%. Hemos optado por esta última agregación, ya que consideramos que la ganancia de operatividad conseguida al trabajar a 16 ramas supera a la disminución en la cantidad de información asociada a la tabla. En el Cuadro N° A.1 del anexo recogemos la desagregación mencionada.

Una vez hechas estas consideraciones previas continuamos con la determinación de los efectos absorción y difusión en nuestra economía. Hemos considerado los coeficientes técnicos regionales, ya que permiten precisar en qué cuantía modificaciones en la demanda final afectan a la economía asturiana, al ser excluidas las importaciones. Los valores obtenidos se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 3. Efectos difusión y absorción

Efecto difusión	Efecto absorción
14. Servicios financieros y empresariales 1,642	14. Servicios financieros y empresariales 2,679
9. Energía eléctrica, gas y agua 1,619	9. Energía eléctrica, gas y agua 1,719
1. Agricultura y pesca 1,581	1. Agricultura y pesca 1,639
2. Industrias extractivas 1,532	13. Transporte y comunicaciones 1,569
6. Metalurgia y productos metálicos 1,503	2. Industrias extractivas 1,533
3. Alimentación, bebidas y tabaco 1,469	6. Metalurgia y productos metálicos 1,435
10. Construcción 1,469	11. Comercio y reparación 1,427
5. Otros productos minerales no metálicos 1,465	10. Construcción 1,383
12. Hostelería 1,410	4. Industria química 1,248
8. Otras industrias manufactureras 1,358	3. Alimentación, bebidas y tabaco 1,246
16. Otros servicios 1,341	7. Industria transformadora de los metales 1,218
4. Industria química 1,332	5. Otros productos minerales no metálicos 1,204
7. Industria transformadora de los metales 1,288	8. Otras industrias manufactureras 1,202
13. Transporte y comunicaciones 1,278	16. Otros servicios 1,077
11. Comercio y reparación 1,233	12. Hostelería 1,064
15. Educación, sanidad y otros servicios sociales 1,160	15. Educación, sanidad y otros servicios sociales 1,039
$z_j = 1,418$	$z_i = 1,418$

Fuente: Elaboración propia a partir TIOA-95.

Los resultados obtenidos por lo que se refiere al efecto difusión muestran que las ramas de Servicios financieros y empresariales (14), Energía eléctrica, gas y agua (9), Agricultura y pesca (1), Industrias extractivas (2), Metalurgia y productos metálicos (6),

Alimentación, bebidas y tabaco (3), Construcción (10) y Otros productos minerales no metálicos (5) generan un aumento importante (por encima de la media) en la producción regional cuando la demanda final de la rama correspondiente crece.

En cuanto al efecto absorción podemos señalar que las ramas de Servicios financieros y empresariales (14), Energía eléctrica, Gas y agua (9), Agricultura y pesca (1), Transporte y comunicaciones (13), Industrias extractivas (2), Metalurgia y productos metálicos (6) y Comercio y reparación (11) se ven arrastradas de forma relevante (por encima del promedio) por un cambio en la demanda final de la economía regional³.

Como señala Muñoz Ciudad (1994) estos coeficientes presentan ciertas limitaciones, entre las cuales podemos referirnos a:

- a) se trata de medidas absolutas que no contemplan la distinta importancia que tienen estos efectos sobre el total de los mismos, por lo tanto, sería más apropiado apoyarse en unos coeficientes que midan en términos relativos la intensidad con que un sector es capaz de arrastrar tras de sí al conjunto de la economía o la capacidad que un sector presenta para absorber un cambio general en la producción regional.
- b) No se ha considerado si los efectos obtenidos se encuentran concentrados en muy pocas ramas o, por el contrario, si inciden sobre un número muy elevado de las mismas.

Para intentar resolver estas limitaciones se proponen, a continuación, algunas correcciones.

2.1.1. COEFICIENTES DE RASMUSSEN

Para intentar paliar la primera limitación sugerida por Muñoz Ciudad recurriremos a los coeficientes definidos por Rasmussen (1956). Estos coeficientes se desarrollan sobre la base de los efectos difusión y absorción y se obtienen calculando, en primer término, un promedio de los efectos difusión y absorción de cada una de las ramas, para después expresar cada uno de dichos promedios en términos de los efectos globales. De esta manera el coeficiente de Rasmussen calculado a partir del efecto difusión y conocido por índice de poder de difusión, se representa como

$$U_j = \frac{1/n \sum_j z_{.j}}{1/n^2 \sum_j \sum_j z_{.j}}$$

Si nos hubiésemos apoyado en el efecto absorción, habríamos derivado el índice de sensibilidad de absorción cuya expresión es la siguiente:

³ Obsérvese que todas las ramas señaladas a excepción de Comercio y reparación presenta importantes efectos difusión.

$$U_i = \frac{\frac{1}{n} z_i}{\frac{1}{n^2} \sum_i z_i}$$

En el cuadro N° A.2 del anexo se presenta un resumen de los resultados obtenidos al calcular los anteriores coeficientes. Sobre la base de estos resultados se establece una clasificación en cuatro categorías de los 16 sectores anteriormente señalados:

Cuadro N°4. Coeficientes de Rasmussen

	$U_{.j} > 1$	$U_j < 1$
$U_i > 1$	I. Sectores clave 14. Servicios financieros y empresariales 9. Energía eléctrica, gas y agua 1. Agricultura y pesca 2. Industrias extractivas 6. Metalurgia y productos metálicos	II. Sectores con arrastre hacia adelante 11. Comercio y reparación 13. Transporte y comunicaciones
$U_i < 1$	III. Sectores con arrastre hacia atrás 3. Alimentación, bebidas y tabaco 10. Construcción 5. Otros productos minerales no metálicos	IV. Sectores independientes 12. Hostelería 8. Otras industrias manufactureras 16. Otros servicios 4. Industria química 7. Industria transformadora de los metales 15. Educación, sanidad y otros servicios sociales

Fuente: Elaboración propia a partir TIOA-95.

Se denominan sectores clave de una economía a aquellos que presentan efectos de arrastre hacia delante y hacia atrás superiores a la media, entre ellos podemos señalar las ramas Servicios financieros y empresariales (14), Energía, gas y agua (9), Agricultura y pesca (1), Industrias extractivas (2) y Metalurgia y productos metálicos (6). Los sectores Alimentación, bebidas y tabaco (3), Construcción (10) y Otros productos minerales no metálicos (5) muestran elevados efectos de arrastre hacia atrás y de arrastre hacia delante inferior al promedio. Por otra parte, también podemos considerar aquellos sectores con importantes efectos de arrastre hacia adelante: Comercio y reparación (11) y Transporte y comunicaciones (13) que pueden ser considerados como “impulsores importantes” de la economía regional. Y por último, los sectores que no se encuadran en ninguno de las tres categorías anteriores y que se denominan independientes, entre los que se encuentran Hostelería (12), Otras industrias manufactureras (8), Otros servicios (16), Industria química (4), Industria transformadora de los metales (7) y Educación, sanidad y servicios sociales (15).

Los resultados obtenidos con los coeficientes hasta ahora propuestos no permiten distinguir si un sector demanda inputs de otras ramas o de ella misma. De este modo, el sector Servicios financieros y empresariales (14) y Agricultura y pesca (1) presentan efectos de arrastre hacia atrás y adelante superiores a sus respectivas medias motivados, no tanto, por el hecho de que induzcan efectos en otras (o que reciban efectos de las demás) sino más bien porque necesitan gran cantidad de inputs intermedios de si mismas para aumentar su producción. Por ello, y siguiendo a Pérez y Martínez (1995) presentamos una corrección a

los coeficiente de Rasmussen que permite moderar las distorsiones que en los efectos de arrastre se producen al considerar los efectos que una rama tiene sobre si misma. Tal corrección consiste en eliminar dichos efectos aplicando las siguientes expresiones:

$$T_{.j} = \frac{\frac{1}{n-1} \left(\left(\sum_i z_{ij} \right) - z_{ii} \right)}{\frac{1}{n} \sum_j \left(\frac{1}{n-1} \left(\left(\sum_i z_{ij} \right) - z_{ii} \right) \right)}$$

$T_{.j}$ representa el índice del poder de dispersión corregido y $T_{.i}$ la corrección del de sensibilidad de absorción.

$$T_{.i} = \frac{\frac{1}{n-1} \left(\left(\sum_j z_{ij} \right) - z_{ii} \right)}{\frac{1}{n} \sum_i \left(\frac{1}{n-1} \left(\left(\sum_j z_{ij} \right) - z_{ii} \right) \right)}$$

En el anexo recogemos un cuadro en el que se presentan los efectos de arrastre hacia atrás y adelante corregidos del modo señalado.

Sobre la base de estos criterios, poder de absorción y difusión corregidos, podemos establecer una nueva clasificación en cuatro categorías de los 16 sectores de la economía asturiana que consideramos en este estudio:

Cuadro N° 5. Coeficientes de Rasmussen corregidos

	$T_{.j} > 1$	$T_{.j} < 1$
$T_{.i} > 1$	I. Sectores clave 9. Energía eléctrica, gas y agua 2. Industrias extractivas 10. Construcción 6. Metalurgia y productos metálicos	II. Sectores con arrastre hacia adelante 14. Servicios financieros y empresariales 1. Agricultura y pesca 11. Comercio y reparación. 13. Transporte y comunicaciones
$T_{.i} < 1$	III. Sectores con arrastre hacia atrás 3. Alimentación, bebidas y tabaco 5. Otros productos minerales no metálicos 12. Hostelería	IV. Sectores independientes 8. Otras industrias manufactureras 16. Otros servicios 4. Industria química. 15. Educación, sanidad y otros servicios sociales 7. Industria transformadora de los metales

Fuente: Elaboración propia a partir TIOA-95.

La clasificación que ahora tenemos es algo diferente a la inicial, así pues la rama Servicios financieros y empresariales (14) y Agricultura y pesca (1) dejan de estar incluidas en la categoría de claves y Construcción (10) que pasa a formar parte de la misma.

2.1.2. CONCENTRACIÓN DE LOS EFECTOS DE ARRASTRE

Otras de las debilidades señaladas por Muñoz Ciudad de los coeficientes empleados se refería a la no consideración de la forma en la que se distribuyen los efectos arrastre sobre el conjunto de ramas. Esto es, ramas con coeficientes prácticamente iguales pueden no actuar de igual forma sobre el resto del sistema económico debido a que estos efectos se reparten de manera poco homogénea o que incluso actúan sobre un grupo reducido de sectores; del mismo modo también puede suceder que una rama de actividad se vea afectada desigualmente por las demás, esto es, que el efecto esté muy concentrado en un reducido número de sectores.

Para aproximarse al análisis de la concentración de los efectos se puede utilizar la medida índice cuadrático⁴ que se encuentra definida por la siguiente expresión genérica:

$$I^2(X) = 1 - \sum_i p_i^2$$

donde p_i representa la participación en el mercado del sector *i-ésimo*, cuantificada como

$$p_i = \frac{q_i}{Q}$$

donde q_i representa la producción del sector *i-ésimo* y Q la producción total. El índice está acotado entre 0 y 1, así pues, si se alcanza la cota superior indica que la concentración es mínima y viceversa.

Este índice puede ser trasladado a nuestro análisis sin más que considerar los elementos de la inversa de Leontief y efectuar la agregación tanto en filas como en columnas. Así pues, y a partir de la definición anterior podemos expresar la medida en los siguientes términos

$$IC \text{ (vertical)} = 1 - \sum_i \left(\frac{z_{ij}}{z_{.j}} \right)^2$$

por lo tanto, cuanto más próximo se encuentre el índice a la unidad más homogéneamente y sobre más sectores tiene incidencia un incremento en la demanda final de dicho sector *j-ésimo*.

De la misma manera podemos expresar

$$IC \text{ (horizontal)} = 1 - \sum_j \left(\frac{z_{ij}}{z_{i.}} \right)^2$$

si procediésemos a medir la homogeneidad o incidencia del resto de sectores sobre el sector *j-ésimo*.

Hemos calculado el índice cuadrático por filas y columnas obteniendo los resultados recogidos en el Cuadro N° 7. En el primer caso existen varias ramas cuyo índice de concentración está cercano a la unidad: Transporte y comunicaciones (13), Hostelería (12),

⁴ Esta medida y sus propiedades se encuentra detallada en Río y Pérez (1987).

Servicios financieros y empresariales (14), Industria transformadora de los metales (7), Otros servicios (16), Comercio y reparación (11), Energía eléctrica, gas y agua (9) y Otras industrias manufactureras (8), obteniéndose valores menos elevados en el caso de las columnas.

Los resultados obtenidos se recogen en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 7. Índice cuadrático

I.C. Vertical			I.C. Horizontal		
2.	Industrias	extractivas	13.	Transporte y	comunicaciones
0,865			0,923		
10.		Construcción	12.		Hostelería
0,850			0,921		
8.	Otras industrias	manufactureras	14.	Servicios financieros y	empresariales
0,844			0,920		
6.	Metalurgia y productos	metálicos	7.	Industria transformadora de los metales	0,907
0,842			16.	Otros servicios	
5.	Otros productos minerales no	0,842	0,903		
12.		Hostelería	11.	Comercio y	reparación
0,838			0,900		
14.	Servicios financieros y empresariales	0,814	9.	Energía eléctrica, gas y	agua
7.	Industria transformadora de los metales	0,808	0,896		
1.	Agricultura y	pesca	8.	Otras industrias	manufactureras
0,801			0,894		
4.	Industria	química	10.		Construcción
0,795			0,839		
15.	Educación, sanidad y otros servicios sociales		6.	Metalurgia y productos	metálicos
0,778			0,831		
9.	Energía eléctrica, gas y	agua	4.	Industria	química
0,729			0,752		
13.	Transporte y	comunicaciones	2.	Industrias	extractivas
0,713			0,697		
3.	Alimentación, bebidas y	tabaco	5.	Otros productos minerales no	0,651
0,700			3.	Alimentación, bebidas y	tabaco
16.	Otros servicios		0,572		
0,699			1.	Agricultura y	pesca
11.	Comercio y	reparación	0,559		
0,661			15.	Educación, sanidad y otros servicios sociales	0,532
Promedio			Promedio		
0,786			0,794		

Fuente: Elaboración propia a partir TIOA-95.

De los sectores claves anteriormente señalados Construcción (10) y Metalurgia y productos metálicos (6), presentan una distribución homogénea, esto es, índices cuadráticos horizontales y verticales por encima de la media. Por lo que se refiere a los sectores con arrastre hacia delante, Servicios financieros y empresariales (14) y Agricultura y pesca (1) presentan un comportamiento homogéneo. Así mismo podemos señalar aquellos sectores que presentan un elevado arrastre hacia atrás sólo Hostelería (12) tiene un índice cuadrático sobre la media.

2.1.3. DEPENDENCIA DEL EXTERIOR

Dado que el estudio realizado se ha basado en coeficientes interiores, es conveniente complementarlo haciendo referencia a la dependencia de la economía asturiana con el exterior, bien sea con el resto de España o el extranjero. El análisis se centra en las necesidades de inputs intermedios importados los cuales generan efectos que se trasladan fuera de las fronteras asturianas.

Definimos, con Artís, Suriñach y Pons (1993) las necesidades intermedias de importación de cada sector productivo por unidad de producción como

$$m.j = \frac{\sum_{i=1}^n M_{ij}}{X_j}$$

siendo M_{ij} las utilizaciones de la rama j -ésima de los productos de la rama i -ésima importados y X_j el valor de la producción del sector j -ésimo.

El Cuadro Nº 8 muestra las necesidades directas de importaciones intermedias para producir una unidad en cada rama de actividad. Destacan las ramas de Industria química (4), Alimentación, bebidas y tabaco (3), Industria transformadora de metales (7), Otras industrias manufactureras (8), Metalurgia y productos metálicos (6) y Otros productos minerales no metálicos (5). Las importaciones realizadas por dichos sectores proceden básicamente del resto de España, exceptuando el primer sector mencionado.

Cuadro Nº 8. Necesidades directas de importaciones

Ramas	Totales	España (%)	Extranjero %
4. Industria química	0,540	0,071 (13,205)	0,469 (86,795)
3. Alimentación, bebidas y tabaco	0,443	0,390 (88,058)	0,053 (11,942)
7. Industria transformadora de los metales	0,374	0,278 (74,344)	0,096 (25,656)
8. Otras industrias manufactureras	0,313	0,239 (76,302)	0,074 (23,698)
6. Metalurgia y productos metálicos	0,304	0,175 (57,553)	0,129 (42,447)
5. Otros productos minerales no metálicos	0,243	0,146 (60,249)	0,096 (39,751)
10. Construcción	0,180	0,163 (90,478)	0,017 (9,522)
13. Transporte y comunicaciones	0,177	0,154 (87,082)	0,023 (12,918)
9. Energía eléctrica, gas y agua	0,169	0,082 (48,498)	0,087 (51,502)
12. Hostelería	0,160	0,145 (90,523)	0,015 (9,477)
1. Agricultura y pesca	0,125	0,120 (95,600)	0,006 (4,400)
2. Industrias extractivas	0,088	0,077 (87,675)	0,011 (12,325)
11. Comercio y reparación	0,085	0,074 (87,366)	0,011 (12,634)
15. Educación, sanidad y otros servicios sociales	0,082	0,058 (71,165)	0,024 (28,835)
14. Servicios financieros y empresariales	0,070	0,068 (96,091)	0,003 (3,909)
Promedio	0,212		

Fuente: Elaboración propia a partir de la TIOA-95.

Por otra parte, se utilizará la matriz inversa de Leontief para determinar el total de importaciones intermedias generado por un incremento unitario de la demanda final. La expresión de cálculo será ahora

$$S_j = m[I-A]^{-1}$$

siendo **m** el vector fila de coeficientes m_j y $[I-A]^{-1}$ la matriz inversa de Leontief.

En el cuadro siguiente se recogen las necesidades de importación directas e indirectas.

Cuadro N° 9. Necesidades de importaciones directas e indirectas

Ramas	Totales	España (%)	Extranjero (%)
4. Industria química	0,601	0,107 (17,839)	0,494 (82,161)
3. Alimentación, bebidas y tabaco	0,523	0,459 (87,739)	0,064 (12,261)
7. Industria transformadora de los metales	0,439	0,319 (72,621)	0,120 (27,379)
6. Metalurgia y productos metálicos	0,436	0,235 (53,871)	0,201 (46,129)
8. Otras industrias manufactureras	0,377	0,288 (76,447)	0,089 (23,553)
5. Otros productos minerales no metálicos	0,320	0,199 (62,278)	0,121 (37,722)
9. Energía eléctrica, gas y agua	0,279	0,145 (52,165)	0,133 (47,835)
10. Construcción	0,270	0,223 (82,452)	0,047 (17,548)
12. Hostelería	0,236	0,208 (88,210)	0,028 (11,790)
1. Agricultura y pesca	0,233	0,213 (91,462)	0,020 (8,538)
13. Transporte y comunicaciones	0,213	0,183 (86,192)	0,029 (13,808)
2. Industrias extractivas	0,192	0,147 (76,550)	0,045 (23,450)
14. Servicios financieros y empresariales	0,134	0,123 (91,793)	0,011 (8,207)
11. Comercio y reparación	0,115	0,098 (85,356)	0,017 (14,644)
15. Educación, sanidad y otros servicios sociales	0,102	0,074 (72,559)	0,028 (27,441)
16. Otros servicios	0,088	0,071 (80,799)	0,017 (19,201)
Promedio	0,285		

Fuente: Elaboración propia a partir de TIOA-95.

El Cuadro N° 9 muestra las importaciones intermedias que cualquier rama productiva genera en el conjunto de sectores, ante un incremento unitario de su demanda final. Los sectores con mayores necesidades de importación son Industria química (4), Alimentación, bebidas y tabaco (3), Industria transformadora de metales (7), Metalurgia y productos metálicos (6), Otras industrias manufactureras (8) y Otros productos minerales no metálicos (5); su importación está constituida básicamente por transacciones realizadas con el resto de España, a excepción de Industria química.

2.2. ANÁLISIS DE LA SENSIBILIDAD DE LOS COEFICIENTES

La variación en la matriz B de coeficientes es otro posible motivo de cambio señalado en la demanda⁵, por lo que, en este caso, se hacía referencia a la sensibilidad de los mismos. Analizaremos su importancia y determinar aquellos que pueden ser considerados como claves (importantes) en la economía, a partir de efectos sobre la producción sectorial bajo hipótesis de errores ficticios.

⁵ Ver Pulido y Fontela (ob. cit).

En el caso de que el porcentaje máximo de error absoluto (p) que se provoque sobre la producción de un sector *j-ésimo* sea del uno por ciento, el índice se define como⁶:

$$r_{ij} = \frac{p}{w_{ij}} = \frac{1}{a_{ij} \left(0,01z_{ji} + z_{ii} \frac{X_j}{X_i} \right)}$$

siendo a_{ij} los coeficientes técnicos y z_{ji} los elementos de la matriz inversa de Leontief.

Se muestra así, el porcentaje de aumento en un coeficiente para un uno por ciento de cambio en la producción. Dado que el umbral considerado para calificar los coeficientes como muy importantes o importantes, es menor o igual a diez o a cien, respectivamente⁷, se han calificado como muy importantes los coeficientes entre Industrias extractivas (2)-Energía eléctrica, gas y agua (9), Servicios financieros y empresariales (14)-Servicios financieros y empresariales (14), Industria química (4)-Metalurgia y productos metálicos (6), Agricultura y pesca (1)-Alimentación, bebidas y tabaco (3), Otros productos minerales no metálicos (5)-Construcción (10) y Metalurgia y productos metálicos (6)- Metalurgia y productos metálicos tal y como se observa en el cuadro N° 10.

Los coeficientes muy importantes son aquellos con un límite reducido de variación, tal que no pueden variar en más de un diez por ciento, sin que se altere la producción sectorial analizada. Concretamente, el coeficiente de autoconsumo de la metalurgia y productos metálicos recoge que un 5,15% de variación en su coeficiente técnico provoca un 1% de variación en la producción sectorial.

Cuadro N°10. Coeficientes muy importantes

Cruce entres sector fila y sector columna	r_{ij}
2. Industrias extractivas-9. Energía eléctrica, gas y agua	2,8817
14. Servicios financieros y empresariales-14. Servicios financieros y empresariales	3,2316
4. Industria química-6. Metalurgia y productos metálicos	3,8748
1. Agricultura y pesca-3. Alimentación, bebidas y tabaco	4,5381
5. Otros productos minerales no metálicos-10. Construcción	4,9664
6. Metalurgia y productos metálicos- 6. Metalurgia y productos metálicos	5,1535
1. Agricultura y pesca-1. Agricultura y pesca	5,5289
10. Construcción-14. Servicios financieros y empresariales	5,8124
3. Alimentación, bebidas y tabaco-12. Hostelería	7,2072
9. Energía eléctrica, gas y agua-6. Metalurgia y productos metálicos	7,4063
16. Otros servicios-14. Servicios financieros y empresariales	8,6592
3. Alimentación, bebidas y tabaco-1. Agricultura y pesca	9,1627
7. Industria transformadora de los metales- 6. Metalurgia y productos metálicos	9,3455

Fuente: Elaboración propia.

⁶ Ver Pulido y Fontela (ob. cit).

⁷ Ver López y Pulido (1993).

En los Cuadros N°11 y N°12 se muestran los sectores considerados como importantes, tanto por filas como por columnas, al incluir un mayor número de tales coeficientes⁸.

Cuadro N°11. Sectores importantes por filas

Sectores	N° Coeficientes
7. Industria transformadora de metales	12
13. Transporte y comunicaciones	12
9. Energía eléctrica, gas y agua	9
12. Hostelería	8
8. Otras industrias manufactureras	7
14. Servicios financieros y empresariales	7

Fuente: Elaboración propia a partir de TIOA-95.

Considerados estos coeficientes por filas, varias son las ramas que muestran una producción importante para el desarrollo de otros sectores: Industria transformadora de metales (7), Transporte y comunicaciones (13), Energía eléctrica, gas y agua (9), Hostelería (12), Otras industrias manufactureras (8) y Servicios financieros y empresariales (14).

Cuadro N°12. Sectores importantes por columnas

Sectores	N° Coeficientes
6. Metalurgia y productos metálicos	12
10. Construcción	9
14. Servicios financieros y empresariales	9
3. Alimentación, bebidas y tabaco	8
16. Otros servicios	8
9. Energía eléctrica, gas y agua	7
11. Comercio y reparación	7

Fuente: Elaboración propia a partir de TIOA-95.

Observando los coeficientes por columnas, destaca la importancia de Metalurgia y productos metálicos (6), Construcción (10), Servicios financieros y empresariales (14), Alimentación, bebidas y tabaco (3), Otros servicios (16), Energía eléctrica, gas y agua (9) y Comercio y reparación (11).

3. CONCLUSIONES

La metodología aplicada al estudio de las relaciones de interdependencia existentes en una economía, ha permitido detectar aquellos sectores productivos que ocupan un lugar destacado en la misma, en función de sus vínculos vías demanda y oferta.

La determinación de estos sectores estratégicos para el desarrollo de una economía, constituye un avance determinante en la toma de decisiones de política económica, al profundizar sobre las relaciones existentes entre distintos sectores. Y dado que, tanto sus efectos de arrastre hacia delante como hacia atrás son superiores a la media, constituyen

⁸ Hemos recogido sólo aquellos sectores cuyo número de coeficientes importantes es mayor que siete.

actividades que gozan de una mayor capacidad para impulsar el sistema económico y, además, son impulsadas en gran medida ante un relanzamiento general de la economía.

El análisis efectuado sobre la matriz de coeficientes técnicos interiores, derivados de la tabla input-output asturiana correspondiente a 1995, ha permitido determinar como sectores clave de la economía asturiana⁹ Metalurgia y productos metálicos, Energía eléctrica, gas y agua, Construcción e Industrias extractivas.

El sector de la Metalurgia y productos metálicos es una de las actividades económicas que necesitan un volumen de importaciones (directas e indirectas) considerable provenientes básicamente del territorio nacional. Se perfila, a partir del análisis de sensibilidad de coeficientes por columnas, como una rama con fuerte importancia para la demanda del output de otros sectores. Presenta, además, una distribución de sus efectos homogénea tanto en lo que se refiere a filas como a columnas.

Energía eléctrica, gas y agua muestra una influencia destacada tanto sobre la demanda de output de otros sectores como para el desarrollo del resto de ramas dada su producción (sensibilidad de coeficientes por filas). De forma análoga se comporta Servicios financieros y empresariales, la cual presenta unos efectos de arrastre hacia adelante superiores a la media, por lo que podría ser calificada como sector impulsor del crecimiento al verse afectada notablemente ante un crecimiento en la demanda final agregada¹⁰.

El sector de la Construcción es determinante para la demanda de output de otros sectores, presentando además un comportamiento homogéneo. Sin embargo, Industrias extractivas no se muestran como destacadas a partir de dicho criterio de sensibilidad.

Varios son los sectores que presentan un buen resultado en el análisis de sensibilidad por columnas, tal como Comercio y Reparación, o bien por filas, Transporte y comunicaciones. Ambos sectores presenta un efecto de arrastre hacia adelante superior a la media.

Por otro lado, otras ramas con fuertes necesidades de importaciones son Industria química e Industria transformadora de metales, pero su influencia en el resto del sistema económico asturiano sería menor al ser encuadradas en la categoría de sectores independientes.

⁹ Análisis derivado de los coeficientes de Rasmussen corregidos, es decir, descontados los efectos que los propios sectores se causan a sí mismos.

¹⁰ Si se observa la clasificación de los coeficientes de Rasmussen sin corregir el sector Servicios financieros y empresariales (14), constituye un sector clave, motivado por su necesidad de gran cantidad de inputs intermedios de sí misma para aumentar su producción.

4. ANEXO

Cuadro N° A.1. Agregación a 16 ramas de la TIOA-95

Sectores de la TIOA-95	
Agricultura y pesca	
(1)	
Industrias extractivas	
(2)	
Alimentación, bebidas y tabaco	
(3)	
Industria química	
(4)	
Otros productos minerales no metálicos	(5)
Metalurgia y productos metálicos	
(6)	
Industria transformadora de los metales	(7)
Otras industrias manufactureras	
(8)	
Energía eléctrica, gas y agua	
(9)	
Construcción	
(10)	
Comercio y reparación	
(11)	
Hostelería	
(12)	
Transporte y comunicaciones	
(13)	
Servicios financieros y empresariales	
(14)	
Educación, sanidad y servicios sociales	(15)
Otros servicios	
(16)	

Cuadro N°A.2. Coeficientes de Rasmussen

U.j		Ui.	
14. Servicios financieros y empresariales	1,158	14. Servicios financieros y empresariales	1,890
9. Energía eléctrica, gas y agua.	1,142	9. Energía eléctrica, gas y agua	1,212
1. Agricultura y pesca	1,115	1. Agricultura y pesca	1,156
2. Industrias extractivas	1,081	13. Transporte y comunicaciones	1,107
6. Metalurgia y productos metálicos	1,060	2. Industrias extractivas	1,081
3. Alimentación, bebidas y tabaco	1,037	6. Metalurgia y productos metálicos	1,012
10. Construcción	1,036	11. Comercio y reparación.	1,007
5. Otros productos minerales no metálicos	1,034	10. Construcción	0,976
12. Hostelería	0,995	4. Industria química	0,881
8. Otras industrias manufactureras	0,958	3. Alimentación, bebidas y tabaco	0,879
16. Otros servicios	0,946	7. Industria transformadora de los metales	0,859
4. Industria química	0,940	5. Otros productos minerales no metálicos	0,849
7. Industria transformadora de los metales	0,909	8. Otras industrias manufactureras	0,848
13. Transporte y comunicaciones	0,902	16. Otros servicios	0,760
11. Comercio y reparación	0,870	12. Hostelería	0,750
15. Educación, sanidad y otros servicios sociales	0,818	15. Educación, sanidad y otros servicios sociales	0,733
Promedio	1	Promedio	1

Fuente: Elaboración propia a partir TIOA-95.

Cuadro N°A.3. Coeficientes de Rasmussen corregidos

U.j		Ui.	
9. Energía eléctrica, gas y agua	1,581	14. Servicios financieros y empresariales	3,605
2. Industrias extractivas	1,519	9. Energía eléctrica, gas y agua	1,877
10. Construcción	1,367	13. Transporte y comunicaciones	1,568
3. Alimentación, bebidas y tabaco	1,253	2. Industrias extractivas	1,522
12. Hostelería	1,218	11. Comercio y reparación	1,238
6. Metalurgia y productos metálicos	1,211	10. Construcción	1,111
5. Otros productos minerales no metálicos	1,207	6. Metalurgia y productos metálicos	1,008
16. Otros servicios	0,965	1. Agricultura y pesca	1,004
4. Industria química	0,922	4. Industria química	0,672
8. Otras industrias manufactureras	0,868	3. Alimentación, bebidas y tabaco	0,589
1. Agricultura y pesca	0,831	7. Industria transformadora de los metales	0,565
7. Industria transformadora de los metales	0,776	5. Otros productos minerales no metálicos	0,430
13. Transporte y comunicaciones	0,701	8. Otras industrias manufactureras	0,404
11. Comercio y reparación	0,661	12. Hostelería	0,186
14. Servicios financieros y empresariales	0,516	16. Otros servicios	0,177
15. Educación, sanidad y otros servicios sociales	0,404	15. Educación, sanidad y otros servicios sociales	0,044
Promedio	1	Promedio	1

Fuente: Elaboración propia a partir TIOA-95.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Artís, M., J. Suriñach y J. Pons (1993): *Caracterización de la industria catalana a partir de la tabla Input-Output de 1987*, Documento de Trabajo, Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española, Universidad de Barcelona.
- Castillo, F. (1986): Métodos de análisis de la dependencia e interdependencia estructural en base a las tablas input-output regionales: la estructura productiva de la comunidad autónoma de Euskadi, Serie Metodología y análisis estadísticos N°1, Eusko Jaurlaritza.
- Feijoo, M.L. y L. Pérez (1993): Estructura del complejo agro-alimentario aragonés a través de las tablas input-output, *VII Reunión Anual de Asepelt-España*, Cádiz.
- Fernández, M^a T. y L. F. De la Macorra y Cano (1994): Análisis de sensibilidad de coeficientes de la tabla input-output extremeña, *VIII Reunión Anual de Asepelt-España*, Palma de Mallorca.
- López, A.M. y A. Pulido (1993): El sector construcción: aplicación de la metodología input-output al análisis sectorial, *VII Reunión Anual de Asepelt-España*. Cádiz.
- López, A. M. y A. Pulido (1993): Análisis de las interrelaciones sectoriales en España, Marzo-Abril, *Economía Industrial*, pág.167-178.
- López, A.M. y A. Pulido (1994): Estructuras de producción sectoriales a partir de las tablas input-output, *VIII Reunión Anual de Asepelt-España*, Palma de Mallorca.
- Muñoz, C. (1988): Elaboración y utilización de las tablas input-output regionales, *Papeles de Economía Española*, N° 35, pág. 457-467.
- Muñoz, C. (1994): *Las cuentas de la nación. Nueva Introducción a la Economía Aplicada*, Editorial Civitas, Madrid.
- Pérez, R. (1985): *Estimación de la incertidumbre, la incertidumbre útil y la inquietud en poblaciones finitas. Una aplicación a las medidas de desigualdad*. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo.
- Pérez, M.A. y S. Martínez (1995): Industrias clave en la economía Asturiana. Análisis a través de las Tablas Input-Output de 1978, 1985 y 1990, *Revista Asturiana de Economía*, N° 3, pág. 249-274.
- Pulido, A. y E. Fontela (1993): *Análisis Input-Output. Modelos, Datos y Aplicaciones*, Ediciones Pirámide, Madrid.
- Rasmussen, P.N. (1956): *Studies in Intersectoral Relation*. North Holland.
- Río, M^a J. y R. Pérez (1987): Sobre la medición de la concentración industrial. *III Jornadas de Economía Industrial*, Madrid.