

ESTUDIOS SOBRE LA ECONOMÍA ESPAÑOLA

Análisis desagregados del índice de producción industrial Español: Evaluación de sus fluctuaciones cíclicas, convergencias, causalidades e impactos

**Beatriz García-Carro Peña
A. Indalecio Cruz Ferreiro
Iván López Martínez
Maximino Ameneiro Gómez**

EEE 147

Noviembre 2002



<http://www.fedea.es/hojas/publicado.html>

ISSN 1696-6384

Las opiniones contenidas en los Documentos de la Serie EEE, reflejan exclusivamente las de los autores y no necesariamente las de FEDEA.
The opinions in the EEE Series are the responsibility of the authors and therefore, do not necessarily coincide with those of the FEDEA.

ANÁLISIS DESAGREGADO DEL ÍNDICE DE PRODUCCION INDUSTRIAL ESPAÑOL: EVALUACIÓN DE SUS FLUCTUACIONES CÍCLICAS, CONVERGENCIAS, CAUSALIDADES E IMPACTOS.

Beatriz García-Carro Peña

A. Indalecio Cruz Ferreiro

Iván López Martínez

Maximino Ameneiro Gómez

Universidad de A Coruña.

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Campus de La Zapateira, 15071 A Coruña

E-mail: bgcarro@udc.es, indi@udc.es, ivanlm@udc.es

RESUMEN: Una idea comúnmente aceptada por los estudiosos de los ciclos económicos es el carácter procíclico que presenta el nivel de la producción industrial respecto de la evolución económica de un país. Sin embargo, poco se sabe sobre las relaciones dinámicas existentes entre las distintas ramas industriales y los distintos destinos de la producción industrial.

En este trabajo pretendemos mostrar evidencia empírica sobre las fluctuaciones cíclicas de la producción industrial española, analizando sus sincronías, sus convergencias, sus causalidades y sus transmisiones, siempre, desde la doble perspectiva de la oferta y la demanda.

El análisis se realiza con tres procedimientos alternativos de filtrado, obteniendo resultados robustos al método a través del cual extraemos las señales cíclicas. Por último, como consecuencia de las distintas funciones impulso-respuesta estimadas a partir de los correspondientes modelos VAR, se muestran los efectos que provoca un impulso en cualquiera de las ramas industriales o los destinos de la producción.

1.- INTRODUCCIÓN.

Por todos es reconocida la existencia de fluctuaciones en el ritmo de crecimiento de la actividad económica, es decir, la existencia de ciclos como parte integral de la vida económica. El carácter oscilatorio o cíclico que sigue la economía tiene sus raíces en la vida natural de la humanidad. Hay un esquema cíclico en la naturaleza orgánica, en las mareas, en las estaciones, y ¿porqué no puede haberlo en la economía? Es lógico pensar que este movimiento intrínseco en el quehacer humano también quede reflejado en la economía. Si realizamos un análisis retrospectivo de los principales indicadores macroeconómicos podemos observar que su pasado se desarrolla siguiendo unas pautas rítmicas de fases positivas seguidas de fases negativas. Por ello, partimos de la idea que la economía, al igual que la vida, evoluciona cíclicamente.

El presente trabajo trata de caracterizar el ciclo de la economía española en función de la producción industrial. Las razones que han motivado este estudio son claras. En primer lugar, nos interesa conocer la evolución cíclica de uno de los principales indicadores de la coyuntura económica, cuya importancia trasciende del sector al que representa y se interpreta como un indicador general de la economía. En segundo lugar, queremos evaluar las similitudes o disparidades en los comportamientos cíclicos de sus principales ramas y destinos. En tercer lugar, nos interesa verificar si los ciclos, en una escala sectorial, presentan alta sincronía (que en la práctica implica una alta correlación contemporánea) y además, comprobar si los procesos de interrelación económica a escala nacional provocan que cualquier perturbación idiosincrásica que se produzca en una parte de la industria se transmita rápidamente al resto del sector, implicando un aumento de la sincronía cíclica a lo largo del tiempo, concepto que en la literatura específica se denomina convergencia cíclica. Por último, pretendemos estudiar, a partir de los modelos VAR, las causalidades instantáneas, las causalidades en el sentido de Granger, así como, la medida de la transmisión entre ciclos (magnitudes y retardos).

El trabajo lo hemos estructurado de la siguiente manera. Tras esta introducción, los epígrafes dos y tres reflejan el marco donde se encuadra nuestro estudio, exponiendo la literatura existente sobre el tema, y realizando un breve repaso sobre

la evolución del sector industrial español en los últimos tiempos. El cuarto epígrafe lo dedicaremos a los aspectos metodológicos, explicando los procedimientos utilizados para extraer el componente cíclico de las series. En el quinto y sexto epígrafes mostramos evidencia empírica sobre los ciclos, incluyendo un análisis descriptivo a través de un conjunto de estadísticos, así como un análisis de la causalidad utilizando modelos VAR. El trabajo finaliza con la presentación de las principales conclusiones.

2.- MARCO CONCEPTUAL.

Los trabajos empíricos sobre ciclos han abandonado la concepción clásica que entendía el ciclo como una sucesión de períodos de crecimiento y declive absoluto en el nivel de la actividad económica. En las últimas décadas, las fuertes tendencias que presentan las series económicas han generalizado la asociación de los vocablos expansión y recesión a los períodos en los cuales el ritmo de crecimiento es relativamente alto o bajo. Es decir, la aproximación más utilizada en el análisis cíclico está ligada a las fluctuaciones del ritmo de crecimiento.

La senda que describen estas fluctuaciones muestra una alternancia de fases expansivas y recesivas, caracterizadas por la falta de uniformidad tanto en su periodicidad (duración temporal del ciclo) como en su intensidad o amplitud. Esta evolución recurrente de fases cíclicas se puede resumir a través de los momentos temporales en los que se producen los cambios de fase. Denotamos como pico, cresta o máximo al punto que señala el cambio de una fase expansiva a una recesiva; mientras que el valle, sima o mínimo nos indica el cambio contrario. Los momentos temporales de ruptura en el comportamiento cíclico se denominan puntos de giro y deben ser analizados con especial interés, pues detrás de los cambios de fase en la coyuntura se esconden alteraciones de la estabilidad económica.

Existen numerosos trabajos que intentan caracterizar el ciclo económico de España presentando un conjunto de regularidades en las fluctuaciones cíclicas de uno o varios de los principales agregados económicos, y determinando si estas pautas son comunes con otros países, en esta línea podemos citar las investigaciones de

Dolado, Sebastián y Valles (1993), Borondo, González y Rodríguez (1999) o Artis y Zhang (1999). Otros estudios desagregan nuestro ciclo nacional por Comunidades Autónomas, como Cuadrado, Mancha y Garrido (1998). Pero es más escasa la literatura donde se analiza el ciclo nacional a escala sectorial, si bien debemos citar los estudios de Raymond (1995) o Cuadrado y Ortiz (2001).

Nuestro trabajo se incluye dentro de esta última línea, pues estamos interesados en mostrar evidencia empírica sobre la conducta cíclica de la producción industrial. Y dentro de esta escala sectorial analizaremos las relaciones cíclicas desde la doble perspectiva de oferta y demanda: la de las ramas industriales y la de los destinos de la producción.

En la literatura sobre ciclos económicos es muy común, como en los artículos citados anteriormente, que las medidas sobre los ciclos estén basadas fundamentalmente en funciones de correlación cruzadas, las cuales no permiten describir cómo se transmiten los ciclos. La metodología adecuada para este fin está basada en los modelos VAR, herramienta que nosotros aplicaremos a los ciclos de la producción industrial con el fin de complementar nuestra investigación. Entre otros autores que han utilizado estos modelos podemos citar: Tudela (1997), Viñals y Jimeno (1996), Elliot y Fatás (1996), Canova y Marrinan (1998) o Gardeazábal e Iglesias (2000).

3.- EVOLUCIÓN DE LA INDUSTRIA ESPAÑOLA DESDE 1975.

Como hemos comentado anteriormente, en este trabajo nos planteamos investigar el ciclo de la producción industrial española desde 1975. En este epígrafe se pretende valorar la importancia del sector respecto a la economía española, relacionar el ciclo general de la industria con el del conjunto de la economía y presentar las grandes etapas que han marcado la evolución del sector industrial desde 1975 a la actualidad.

Pero antes de seguir adelante, debemos precisar la delimitación del sector industrial que vamos a utilizar en nuestro trabajo, tomada directamente de nuestra fuente de información estadística básica. Así, seguiremos la delimitación de industria que

contiene el Índice de Producción Industrial (IPI) del INE. Ello implica que, de aquí en adelante, cada vez que hablemos de la industria, el sector industrial, las ramas industriales, etc., nos estaremos refiriendo al conjunto de actividades energéticas, extractivas no energéticas y manufactureras. Equivale, por lo tanto, al conjunto del sector secundario, excluida la construcción.

Como ocurre en cualquier economía desarrollada, la industria española ha desempeñado, y lo continuará haciendo, un papel relevante en el crecimiento global de la economía española. Cuantitativamente, se puede valorar esta contribución mediante la participación del sector en el empleo o producto totales en el período de estudio. En este sentido, en las ramas industriales han trabajado, en las últimas décadas, alrededor del 25% de los ocupados españoles, siendo este porcentaje algo más elevado en los años cercanos a 1975 y habiéndose reducido hasta 5 puntos en los últimos tiempos. La participación de la industria en la producción española le confiere al sector una relevancia algo más destacada, situándose alrededor de un 30% del VAB total. Sobre este último dato, sin embargo, es necesario realizar una precisión, motivada por la inflación dual que ha caracterizado a nuestra economía, sobre todo a partir de finales de los ochenta. Así, si bien en el análisis a precios constantes dicha participación se ha mantenido más o menos constante en nuestro período de estudio, el examen a precios corrientes muestra, como ocurría en el caso del empleo, una caída de unos 5 puntos hasta el presente¹. De cualquier modo, consideramos que los datos anteriores son suficientes para nuestro propósito de remarcar la importancia cuantitativa de la industria en el conjunto de la economía española.

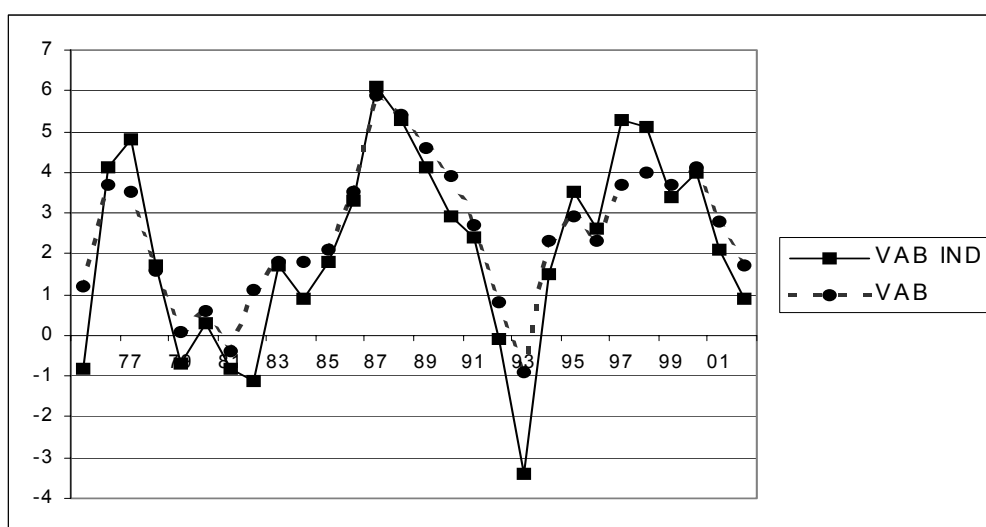
Por otra parte, la industria realiza también importantes funciones de índole cualitativa sobre los otros sectores. En primer lugar, destacaríamos su contribución al progreso técnico. En este sentido, la industria ha sido, tradicionalmente, el sector económico más susceptible de incorporar nuevas tecnologías y el que más recursos ha dedicado en la búsqueda de nuevos procesos y productos; de ello se ha beneficiado la propia industria, incrementado ampliamente sus niveles de productividad y eficiencia, pero también el resto de actividades económicas del

¹ Puede profundizarse en el tema de la diferente inflación en servicios y bienes en Senra y Albacete (2000).

sistema, dado el alto grado de difusión que estas innovaciones tienen en muchas ocasiones. En segundo lugar, se deben comentar los elevados efectos de arrastre, hacia atrás y hacia delante, que incorporan un buen número de las actividades industriales. En efecto, las ramas industriales son, en mayor medida que muchas otras actividades de los sectores no industriales, demandantes u oferentes de inputs intermedios del sistema económico y potencian, de este modo, el desarrollo y crecimiento del conjunto².

Para comenzar a familiarizarnos con el ciclo industrial hemos construido el gráfico 1, donde figuran las tasas de crecimiento anual de su producción en comparación con las del conjunto de la economía española desde 1975 hasta el presente.

Gráfico 1: Evolución del VAB industrial y total españoles
(tasas de variación anual, en % y precios constantes de 1995)



Los datos para 2001 y 2002 son provisionales.

Fuente: elaboración propia según BBVA (2001): *Informe económico 2000*, BBVA, Madrid y BBVA (2001): *Situación: España*, diciembre, BBVA, Madrid.

Vamos a utilizar este gráfico para dos cuestiones: primero, para la comparación de ambas variables y, segundo, para introducir las principales fases en la evolución del sector industrial. Respecto a la primera cuestión, el gráfico nos permite afirmar que la industria española acompaña y amplifica la evolución del conjunto de la

² El libro de Buesa y Molero (1998) ofrece un amplio panorama de la industria, incluyendo aspectos como su organización productiva, el análisis de sus mercados y agentes, su internacionalización, capacidad innovadora, etc.

economía. Efectivamente, se puede observar que el perfil de ambas curvas es semejante, es decir, que la industria ha tenido un comportamiento procíclico, viéndose afectada por las consideraciones, favorables o desfavorables, que influyeron en la economía española durante las últimas décadas. Sin embargo, el comportamiento de la industria ha tendido a exagerar el del conjunto de nuestra economía, permitiendo crecimientos más amplios en las fases expansivas y sufriendo con mayor intensidad las etapas recesivas. Se pueden apuntar varias razones que permitan entender este comportamiento: la creciente apertura de la economía española ha sido más patente en las ramas industriales (sobre todo en las manufactureras) que en los demás sectores, lo que conduce a una mayor vulnerabilidad frente a los impactos de la demanda externa; la alta variabilidad de los precios energéticos en el período estudiado, que inciden en mayor medida en la estructura de costes de las empresas industriales; o el alto componente inversor de las actividades industriales, teniendo en cuenta que la inversión es una variable tremendamente volátil. De todos modos, nos parece oportuno recalcar este comportamiento industrial en relación al conjunto de la economía española, ya que nos está alertando de la mayor sensibilidad del sector industrial a los factores que influyen en el crecimiento de nuestra economía³.

Veamos, a continuación, las etapas expansivas y recesivas de nuestra industria en los años que estamos estudiando. Desde principios de los sesenta, el sector industrial se había convertido en el principal motor del crecimiento económico español y de los cambios en nuestra estructura productiva. Su fortísimo crecimiento se apoyó, principalmente, en la gran protección del mercado interno y en las políticas de estímulo a la industrialización. Sin embargo, el año 1975 marca el comienzo de una larga etapa crítica para el sector, con bajas tasas de crecimiento de su producción y efectos muy negativos sobre el nivel de ocupación. Esta situación es consecuencia de la conjunción de factores externos, como el incremento de los precios energéticos o la irrupción en el comercio internacional de los nuevos países industriales, y de factores internos, como la espiral precios-salarios, el elevado endeudamiento empresarial en un entorno de altos tipos de interés o la fuerte contracción de la demanda interna.

³ En Cuadrado (1999) se realiza un estudio comparativo del ciclo del sector servicios con el de la industria y el conjunto de la economía.

Es a partir de 1986 cuando el sector recobra plenamente el pulso, volviendo a alcanzar tasas de crecimiento satisfactorias. Los principales factores explicativos fueron la recuperación de los excedentes empresariales (favorecidos por la reducción de los costes laborales y financieros que provocó la reconversión industrial y otras políticas de ajuste), las expectativas originadas por la adhesión a la UE y el nuevo auge de la demanda interna. Sin embargo, diríamos que se trata de un período expansivo contenido, muy diferente, en duración e intensidad, del acaecido en la década de los sesenta; en este sentido, la profundización en la apertura al exterior del sector junto a su todavía limitada eficiencia impidieron, probablemente, su mayor desarrollo durante este quinquenio final de los años ochenta.

La década de los noventa significa un nuevo cambio de coyuntura, iniciándose una nueva etapa recesiva, cuyo año más crítico es el de 1993. Sin duda que la reducción de la competitividad externa de la economía española resultó un factor clave. El empeoramiento de nuestra competitividad fue provocado por dos problemas monetarios: la persistencia del diferencial de inflación español frente a nuestros principales competidores, los países de la UE, y la evolución del tipo de cambio de la peseta desde su inclusión en el Sistema Monetario Europeo. Además, en estos primeros años noventa, la evolución de la inversión fue especialmente negativa, con las repercusiones que ello tuvo en el aparato productivo, en particular, de las ramas industriales.

A partir de 1994, el panorama vuelve a ser más alentador para el sector industrial, tras las sucesivas devaluaciones de la peseta que mejoraron notablemente nuestro índice de competitividad externa. De este modo, fue el sector exterior el inicial impulsor de la recuperación de la producción industrial, en espera del empuje de la demanda interna, que ayudaría a reafirmar las expectativas definitivas del sector a partir de 1997. Además, para reforzar la confianza de las empresas, en el segundo quinquenio de los noventa se producen importantes ajustes en los desequilibrios tradicionales de la economía española y una evolución satisfactoria de los costes laborales, financieros y energéticos.

Sin embargo, con el inicio de la década actual, la producción industrial española ha vuelto a desacelerar su crecimiento. Así, algunos indicadores de coyuntura muestran, desde el año 2000, un paulatino descenso de las carteras de pedidos del sector (y, por ende, de sus expectativas), fundamentado, principalmente, en la moderación del gasto interno de familias y empresas. De todos modos, consideramos que todavía es pronto para valorar si estamos asistiendo al inicio de una nueva fase recesiva para la producción industrial.

4.- ASPECTOS METODOLÓGICOS Y BASE DE DATOS.

En este trabajo utilizamos las series del IPI con base 1990 a nivel agregado y desagregado para las cuatro principales ramas productivas y los tres principales destinos. La información procede del Instituto Nacional de Estadística y el período estudiado comienza en enero de 1975 y finaliza en abril del 2002.

A continuación, enumeramos las ramas y los destinos de la producción industrial que vamos a estudiar, indicando la abreviatura que en lo sucesivo las identificará y sus ponderaciones en la elaboración del IPI. Por ramas productivas: R1, Energía (16.7%); R2, Extracción y transformación de minerales e industria química (20.2%); R3, Industria transformadora de los metales y mecánica de precisión (27.7%); R4, Otras industrias manufactureras (35.4%). Por destinos de la producción: B1, Bienes de consumo (38.1%); B2, Bienes de equipo (14.7%); B3, Bienes intermedios (47.2%). Para un mayor detalle véase el Apéndice A.

Los procedimientos que utilizaremos para estimar los ciclos se basan en el supuesto de que las series tengan un comportamiento estable en el tiempo. Por tanto, si ocurren acontecimientos anómalos o atípicos que no responden a este patrón habitual de comportamiento, es necesario identificarlos y estimar su contribución para, posteriormente, corregir la serie de estos efectos que pueden distorsionar significativamente los valores observados. Por este motivo, realizamos en primer lugar una detección y corrección tanto de atípicos como de los efectos calendario y Semana Santa sobre las series originales. El programa que utilizamos es el diseñado por Gómez y Maravall (1996): TRAMO (Time Series Regresión with ARIMA Noise, Missing Observations, and Outliers).

La extracción del componente cíclico de las series de tiempo macroeconómicas ha sido uno de los aspectos más controvertidos en el análisis de los ciclos. Desde los trabajos pioneros de Burns y Mitchell en 1946 hasta nuestros días se ha desarrollado una extensa literatura sobre el tema. En ella, los procedimientos más utilizados para la estimación de la señal cíclica son la aplicación de la primera diferencia, la utilización de filtros simétricos de medias móviles, el uso de tasas interanuales suavizadas, la aplicación del filtro de Hodrick y Prescott, la eliminación de tendencias especificadas como funciones lineales o cuadráticas del tiempo, etc.⁴ Toda esta gama de procedimientos nos muestra una falta de consenso, no sólo en la definición de ciclo, sino en la forma de medirlo.

En la literatura económica se plantean dos formas de estimar el ciclo de una serie temporal: una consiste en obtener el ritmo de avance de una señal de crecimiento, mientras que la otra se basa en las desviaciones de la serie respecto a su evolución subyacente. Es lo que se conoce como ciclo de crecimiento y ciclo en desviaciones, respectivamente. Si bien es cierto que el ciclo en desviaciones es muy utilizado en la literatura específica, y a ello ha contribuido la cuantiosa aplicación del filtro de Hodrick y Prescott, nosotros hemos considerado oportuno emplear, además, el ciclo de crecimiento.

En este trabajo, y para cualquiera de los dos planteamientos, utilizamos tres filtros univariantes para extraer el componente cíclico de las series. En concreto, usamos el filtro Hodrick y Prescott, un filtro de paso bajo de la familia Butterworth del seno de orden 5 y potencia mitad en la frecuencia $2\pi/20$ y, por último, el filtro generador del componente ciclo-tendencia obtenido por el método basado en modelos⁵. A partir de ahora denotaremos ciclo HP a la diferencia de la serie desestacionalizada respecto a la tendencia obtenida por el filtro Hodrick y Prescott, ciclo TAS a la tasa de crecimiento del filtro autorregresivo, y ciclo SEATS a la tasa de crecimiento del componente ciclo-tendencia obtenida por el método basado en modelos. En el Apéndice B se describen estos procesos de filtrado; su elección es arbitraria y su

⁴ Una comparación entre estos y otros procedimientos puede verse en Canova (1994 y 1998).

⁵ Las referencias bibliográficas básicas relativas a cada uno de estos procedimientos de extracción de señales son: Hodrick y Prescott (1980), Melis (1991) y Maravall (1987).

utilización se debe más al intento de analizar si los resultados son robustos al método de filtrado que a la necesidad de realizar comparaciones entre las señales obtenidas.

5.- EVIDENCIA EMPÍRICA SOBRE EL CICLO INDUSTRIAL ESPAÑOL.

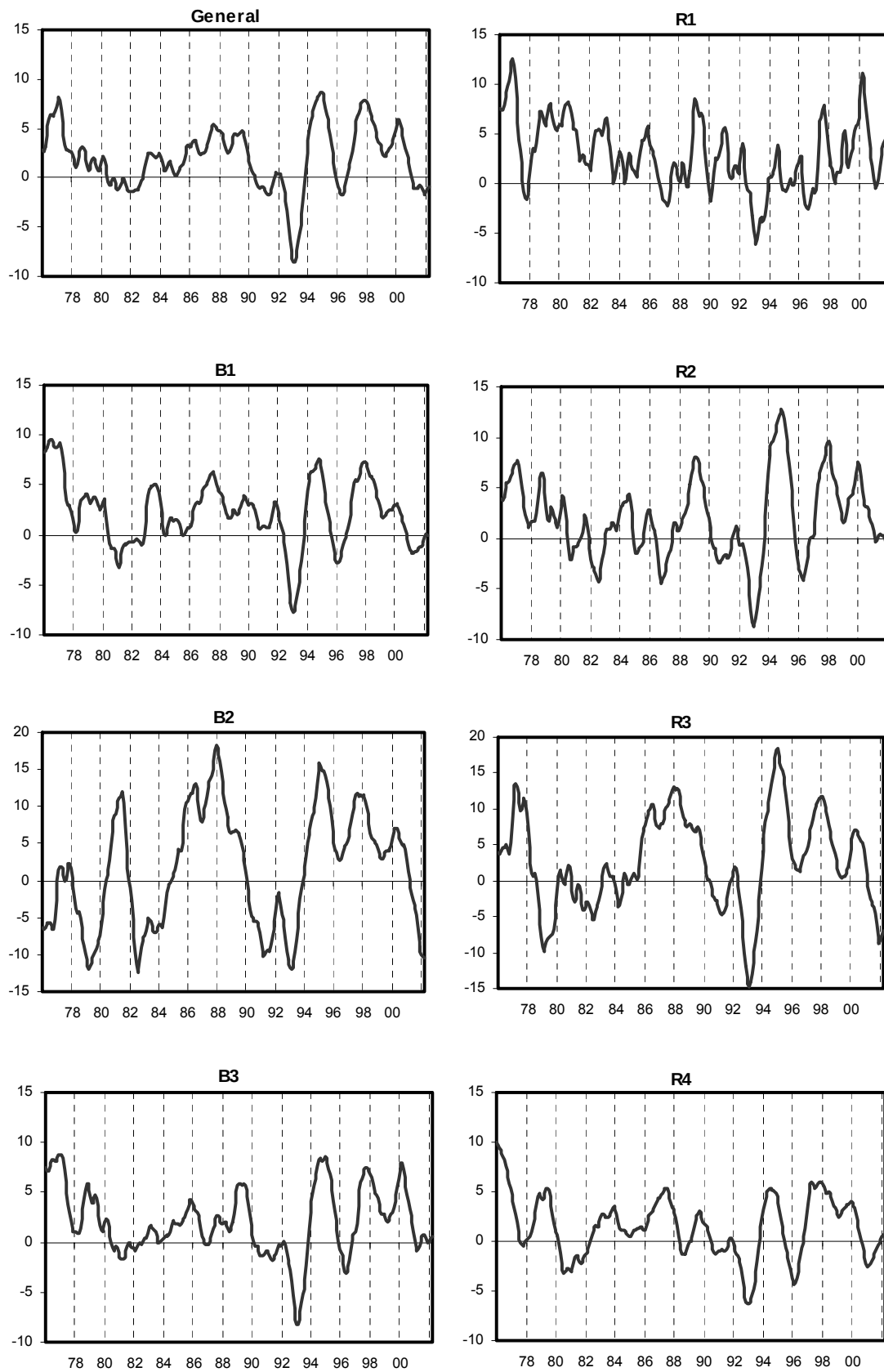
5.1.- DESAGREGACIÓN POR RAMAS Y DESTINOS ECONÓMICOS.

Resulta interesante revisar las señales cíclicas de la producción industrial española tanto a nivel agregado como desagregado. En el gráfico 2 podemos observar los ciclos SEATS de la producción industrial de las principales ramas y destinos. La elección de estos ciclos responde a su menor erraticidad, aunque el resultado del análisis es similar para los tres métodos de extracción.

Fijándonos en los momentos que desde una perspectiva temporal suponen un cambio de ritmo de la producción industrial y, por tanto, entendiendo el ciclo como una sucesión de fases de aceleración y desaceleración del ritmo de crecimiento, nos resulta bastante complicado obtener unas conclusiones claras y coincidentes para todas las ramas y todos los destinos en la década de los años ochenta. Sin embargo, debemos mencionar el punto mínimo alcanzado por todas las señales cíclicas en el año 1982, fruto de las repercusiones de las crisis energéticas y los otros factores comentados anteriormente.

Es en los años noventa cuando aparecen las grandes semejanzas en las fases cíclicas de las ramas industriales y de los destinos. Si obtenemos para este período las fechas concretas en las que se producen los cambios de fase de las señales (puntos de giro), y sus correspondencias temporales del IPI general con las distintas ramas y destinos (véase cuadro 1) nos sorprende el alto nivel de conformidad. Es decir, todas las señales (excepto R1) presentan, aproximadamente en las mismas fechas, picos o valles. También hay que destacar el leve retraso con el que se fechan los picos y valles en los ciclos de R3 y B2. Por último, nos parece interesante mencionar que mientras para el ciclo general no hemos podido fechar el final de la última fase recesiva, sí ha sido posible hacerlo en el ciclo de R2, R4, R1, B1 y B3. Esto implica que, en torno a los primeros meses del año 2001, se inicia una nueva fase de aceleración.

Gráfico 2: Ciclos SEATS.



Fuente: elaboración propia

Cuadro 1: Puntos de giro del ciclo general desde 1990 y sus correspondencias

General	R1	R2	R3	R4	B1	B2	B3
91.04 m	+6	-2	0	0	0	+2	0
92.02 x	+2	-5	0	-3	-3	+4	0
93.02 m	0	-1	+1	+1	0	+1	0
94.11 x	-5	0	+1	0	-1	+6	0
96.04 m	*	0	+1	-1	-1	0	+1
97.12 x	-3	0	0	-1	-1	0	-1
99.04 m	-8	-3	+5	-2	0	+5	0
00.02 x	-1	-2	+4	-1	-1	+3	+1

x máximo, m mínimo, * sin correspondencia

Fuente: elaboración propia

A continuación, calcularemos las desviaciones típicas de los ciclos como medida indicativa de la volatilidad. Como se observa en el cuadro 2, los ciclos HP son los menos volátiles, aunque se caracterizan por ser los más erráticos. Los ciclos TAS y SEATS presentan señales cíclicas más nítidas (no sólo en volatilidad, sino también en menor erraticidad), mostrando los ciclos calculados por estos dos procedimientos volatilidades muy similares. A su vez, independientemente del método de extracción de la señal cíclica, la rama R3 se consolida como la más volátil para todo el período analizado. A R3 le sigue R2, mientras que R1 y R4 poseen ciclos de baja volatilidad. Desde la clasificación de los destinos B2 es el más volátil, mientras que B1 y B3 tienen volatilidades parecidas. Estos hechos no deben sorprendernos, puesto que los bienes comprendidos en B2 forman parte de la inversión empresarial (incluida en la formación bruta de capital), que, desde la óptica de la demanda, es la variable más sensible a las fluctuaciones económicas. Además, la rama R3 es la que suministra mayoritariamente estos bienes al mercado.

Cuadro 2: Volatilidades de los ciclos

Año	Ciclo HP			Ciclo TAS			Ciclo SEATS		
	76-01	80-89	90-99	76-01	80-89	90-99	76-01	80-89	90-99
G	1.956	1.477	2.363	3.366	2.019	4.499	3.193	1.962	4.289
R1	2.532	2.341	2.672	3.257	2.545	2.707	3.392	2.657	2.949
R2	2.448	2.094	2.988	4.114	2.892	5.495	3.996	2.915	5.300
R3	3.482	2.667	3.796	6.891	5.496	7.934	6.639	5.285	7.554
R4	2.103	1.846	2.257	3.118	2.364	3.744	3.055	2.193	3.483
B1	2.361	2.178	2.583	3.438	2.487	4.029	3.252	2.326	3.716
B2	3.836	4.010	3.356	8.021	8.301	8.069	7.882	7.888	7.838
B3	1.934	1.418	2.384	3.457	1.879	4.369	3.375	1.847	4.244

Fuente: elaboración propia

Un análisis más desagregado en el tiempo nos muestra la mayor volatilidad de los años noventa respecto de los años ochenta. Es decir, los ciclos de todas las ramas y de todos los destinos (salvo B2, siempre con elevadas dosis de volatilidad) tienen mayores amplitudes en la última década. Creemos que las importantes alteraciones del marco en que desarrolla su actividad la industria española han influenciado decisivamente en este comportamiento, sobre todo, a través de dos vías. Primero, la progresiva apertura al exterior, con lo que nuestra industria se ha vuelto mucho más vulnerable. Segundo, la reducción del intervencionismo y de la presencia directa del Estado en la industria, que, anteriormente, mediante su función estabilizadora, permitía amortiguar en mayor medida las fases más críticas.

5.2.- RELACIONES DINÁMICAS ENTRE LOS CICLOS.

Seguidamente, se emplean las funciones de correlaciones cruzadas como indicador de las relaciones cíclicas. En los cuadros 3 y 4 figuran las correlaciones cruzadas contemporáneas entre el índice general, los destinos y las ramas de los tres tipos de ciclos. Todos los valores, salvo que se indique lo contrario, son significativos al 5%. Si bien estas correlaciones resultan un poco más bajas en los ciclos HP, las conclusiones obtenidas son robustas al método de filtrado.

Cuadro 3: Correlaciones cruzadas por destinos

	Ciclo HP				Ciclo TAS				Ciclo SEATS		
	B1	B2	B3		B1	B2	B3		B1	B2	B3
G	0.825	0.540	0.873	G	0.888	0.569	0.930	G	0.874	0.580	0.918
B1		0.239	0.606	B1		0.273	0.804	B1		0.258	0.812
B2			0.388	B2			0.390	B2			0.371

Fuente: elaboración propia

Cuadro 4: Correlaciones cruzadas por ramas

	Ciclo HP					Ciclo TAS					Ciclo SEATS			
	R1	R2	R3	R4		R1	R2	R3	R4		R1	R2	R3	R4
G	0.425	0.788	0.788	0.728	G	0.389	0.856	0.841	0.812	G	0.369	0.847	0.841	0.785
R1		0.284	0.193	0.224	R1		0.395	0.029*	0.373	R1		0.387	0.021*	0.389
R2			0.547	0.484	R2			0.619	0.639	R2			0.599	0.622
R3				0.287	R3				0.459	R3				0.445

* no significativo

Fuente: elaboración propia

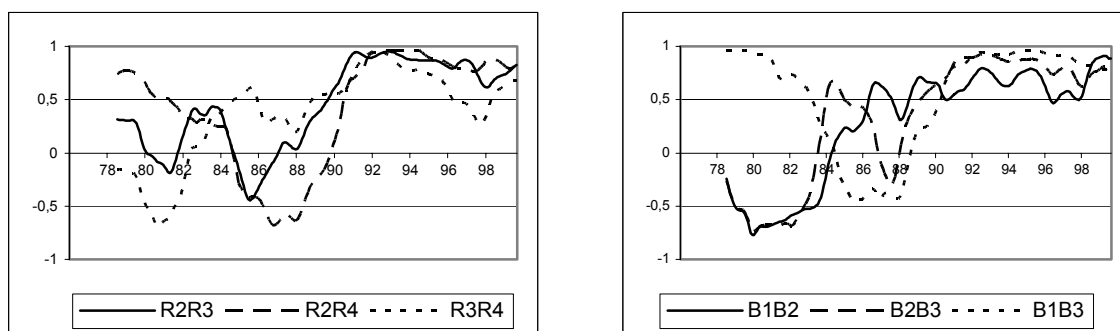
A través de estos cuadros puede observarse alta correlación de B1 con B3 y bajas de B1 con B2 y B2 con B3. Mientras que R1 presenta bajas relaciones con el resto de las ramas, R2 tiene altas correlaciones con R3 y R4, y por último, existe relación moderada de R3 con R4. Nos parece lógico que las correlaciones más elevadas sean entre R2 con R3 y R4, debido a que gran parte de los bienes producidos por R2 son inputs intermedios de las otras dos ramas.

En estos cuadros nos hemos referido al valor del coeficiente de correlación contemporáneo por ser el valor más alto en todas las funciones de correlación cruzadas calculadas para una estructura de 36 retardos. Esto parece indicar que las fluctuaciones cíclicas de las distintas ramas y destinos de la producción industrial presentan una alta sincronía temporal.

Una vez caracterizados los ciclos y analizadas sus similitudes y sus sincronías, pasaremos a estudiar la convergencia cíclica. El concepto de convergencia se asocia generalmente con la teoría del crecimiento económico (como por ejemplo en los trabajos de Barro y Sala-i-Martin), aunque también se puede aplicar al estudio de los ciclos. En este contexto, lo que tratamos de determinar es si se produce un aumento de la sincronía cíclica a lo largo del tiempo. La justificación de este análisis se debe a que, en numerosas aplicaciones empíricas, los resultados obtenidos para un período determinado pueden ocultar grandes diferencias en el comportamiento cíclico para distintos subperíodos de la muestra. Por este motivo es aconsejable calcular las correlaciones contemporáneas para un período temporal fijo, desplazándolo a lo largo de la muestra. De esta forma, evitamos tomar la decisión de cómo dividir el período muestral, además de obtener una visión más completa de la evolución de estos estadísticos en el tiempo. Siguiendo el criterio más comúnmente utilizado, tomamos un período fijo lo suficientemente amplio para dar estabilidad a los estadísticos calculados. Al igual que Blackburn y Ravn (1992) usamos una ventana temporal fija de cinco años.

En el gráfico 3 mostramos las correlaciones móviles entre distintas ramas y destinos (excepto R1, dada su baja correlación con el resto de las ramas). Asignamos el coeficiente de correlación al mes intermedio del correspondiente intervalo temporal.

Gráfico 3: Correlaciones móviles con ciclos SEATS



Fuente: elaboración propia

A través de este gráfico se observa como la sincronía cíclica que existía durante los últimos años de la década de los setenta entre B3 con B1, B3 con B2, R2 con R4 y R2 con R3 se pierde a principios de los años ochenta. Sin embargo, a partir del año 1986 estas relaciones se reconstruyen existiendo una convergencia cíclica. Por otro lado, las relaciones entre B1 con B2 y R3 con R4 presentan una convergencia cíclica anterior, desde los primeros años ochenta, pero pierden un poco su relación a mediados de esta década.

Por último, hay que señalar que a pesar de las grandes cualidades interpretativas que tiene el coeficiente de correlación, no se puede considerar este coeficiente como una medida exacta, ya que dicho estadístico, depende de la volatilidad del ciclo. Por ejemplo: podemos tener dos series perfectamente sincronizadas pero con distintas amplitudes que den lugar a distintas desviaciones típicas y a un coeficiente de correlación lineal menor que la unidad. Pero además, el desfase temporal entre dos series que nos proporciona el coeficiente de correlación, sólo se puede considerar como una aproximación al desfase medio observado durante el período estudiado. Teniendo en cuenta estas limitaciones, parece aconsejable utilizar otro criterio complementario al basado en el coeficiente de correlación,

para obtener información sobre los comovimientos. Nuestra propuesta a este respecto, será la de los modelos VAR.

6.- ESTUDIO DE LAS CAUSALIDADES CÍCLICAS EN LA INDUSTRIA ESPAÑOLA.

6.1.- APLICACIÓN DE LOS MODELOS VAR.

Las funciones de correlación cruzadas aportan información sobre correlaciones entre variables (en este caso ciclos), pero sin corregir el efecto de otras variables potencialmente explicativas. Por otra parte, la función de correlaciones cruzadas no es la herramienta más apropiada para el tratamiento de la causalidad entre ciclos. Es por eso que en este trabajo, siguiendo una tendencia cada vez más generalizada, proponemos el modelo VAR como método alternativo para cuantificar la transmisión de los ciclos.

El modelo VAR, una vez estimado, permite estudiar la relación entre dos ciclos (corregida del efecto de otras variables) mediante la función de autocovarianzas⁶ o, más claramente por no depender de las unidades utilizadas, mediante la función de autocorrelaciones. El modelo VAR permite, además, contrastar causalidad instantánea entre los ciclos⁷ así como causalidad en el sentido de Granger⁸.

A partir del VAR se puede, además, cuantificar la transmisión entre ciclos (magnitud y retardos) mediante la estimación de las funciones impulso-respuesta (FIR) y la descomposición de la varianza del error de predicción (VEP). El único problema en este caso es la necesidad de imponer un orden al sistema (orden de Choleski) que a veces es muy difícil de encontrar sin caer en la arbitrariedad (caso de muchas variables, que no es precisamente el nuestro, con 4 para el VAR de ramas y 3 para el VAR de destinos).

En función de los diferentes componentes cíclicos extraídos en el epígrafe anterior, procederemos a la búsqueda de relaciones causales entre las variables

⁶ Véase Lütkepohl (1993), pp. 21-25.

⁷ Véase Lütkepohl (1993), pp. 195-196.

⁸ Véase Granger (1980).

que sean robustas al método de filtrado. De esta forma, evitaremos falsas causalidades introducidas por un determinado filtro.

Partiremos de un vector de ciclos X_t (en general $p \times 1$; en nuestro caso, $p=3$ ó 4 para los destinos o ramas, respectivamente). La formulación básica de un modelo VAR de orden k es una ecuación vectorial:

$$X_t = A_1 X_{t-1} + \dots + A_k X_{t-k} + \Phi D_t + \varepsilon_t$$

Donde

X_t : vector columna de ciclos, de orden $p \times 1$,

P_t : número de ciclos del sistema (número de ecuaciones),

k : número de retardos,

A_i : matriz $p \times p$ de parámetros, con $i=1, \dots, p$,

D_t : vector de componentes deterministas tales como constante, *dummies* estacionales, *dummies* de intervención, etc.,

ε_t : vector de perturbaciones aleatorias, con matriz de covarianzas Ω_ε .

Previo a cualquier estudio con el VAR es necesario especificar el número de retardos óptimo, para lo cual, los criterios de información más utilizados son: Schwarz (SC), Hannan-Quinn (HQ), Akaike (AIC) y el error de predicción final (FPE). La experiencia demuestra, que difícilmente coinciden todos los criterios en el mismo número de retardos, por lo que se hace necesaria una regla de decisión. Para su elaboración deben tenerse en cuenta diversos factores como el objetivo del estudio, el número de variables y el tamaño muestral. Así, por ejemplo, puede demostrarse que asintóticamente los estimadores del número óptimo de retardos SC y HQ son consistentes, mientras que el AIC y FPE tienden a sobreestimarlos⁹.

Considerando que nuestra muestra es suficientemente grande, que el número de variables es pequeño ($p=3$ ó 4) y que no vamos a utilizar el VAR con fines predictivos¹⁰, los mejores criterios son el SC y el HQ. Nos quedaremos con el número de retardos donde ambos criterios coincidan y, en caso de no

⁹ En Lütkepohl (1993), pp. 128-138, también se demuestran las ventajas comparativas de los criterios SC y HQ sobre el AIC, cuando, como en nuestro caso, el número de variables en el VAR es menor que 5.

¹⁰ Vamos a utilizar los VAR para estudiar las relaciones de causalidad entre las variables, así como la estimación de las funciones impulso-respuesta.

coincidencia, escogeremos el mínimo de ambos, por simplicidad¹¹. La elección adoptada no nos exime, sin embargo, de hacer la oportuna comprobación de que los residuos del VAR especificado cumplen los requisitos de normalidad y ausencia de autocorrelación.

Para los ciclos SEATS (destinos y ramas) los criterios SC y HQ coinciden en que el número óptimo de retardos es 12, tal y como puede verse en los cuadros 5 y 6.

Cuadro 5: Criterios de selección de retardos para los destinos (Ciclo SEATS)

Retardo	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
1	-806.1094	3146.157	0.046066	5.435943	5.583735	5.495083
10	550.8636	14.60475	9.60E-06	-3.042283	-1.896897	-2.583949
11	649.8441	175.6000	5.28E-06	-3.640160	-2.383930	-3.137471
12	719.6674	122.4809*	3.53E-06	-4.044302	-2.677228*	-3.497258*
13	729.0430	16.25926	3.52E-06*	-4.046797*	-2.568880	-3.455398
14	732.2875	5.562006	3.67E-06	-4.008555	-2.419793	-3.372801

Fuente: elaboración propia

Cuadro 6: Criterios de selección de retardos para las ramas (Ciclo SEATS)

Retardo	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
1	-1205.299	3890.655	0.039284	8.114565	8.360289	8.212882
10	476.1949	23.08334	1.50E-06	-2.067516	-0.052582	-1.261316
11	642.2313	282.5918	5.55E-07	-3.061135	-0.849622	-2.176281
12	711.8042	116.5691*	3.90E-07*	-3.415922*	-1.007830*	-2.452415*
13	726.4329	24.12282	3.95E-07	-3.406840	-0.802170	-2.364679
14	736.6130	16.51744	4.12E-07	-3.368298	-0.567049	-2.247484

Fuente: elaboración propia

Para los ciclos TAS (destinos y ramas), el criterio SC da un óptimo de 2, mientras que HQ especifica el óptimo en 3 retardos. Con dos retardos, los residuos presentan autocorrelación de órdenes 1 y 12. Tomando tres retardos, se solventan los problemas de autocorrelación de orden 1, pero sigue habiendo autocorrelación de orden 12, que subsiste hasta que tomamos 12 retardos.

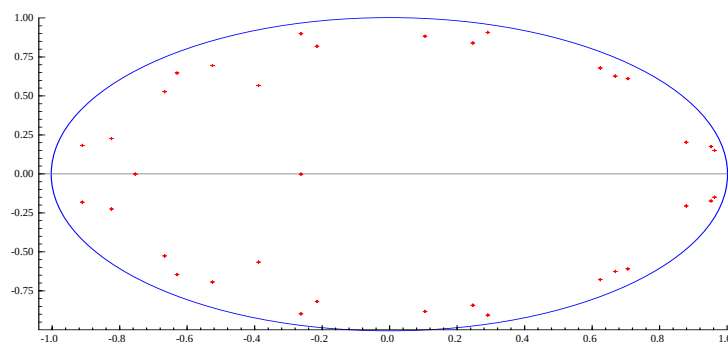
Con los ciclos HP se repite el esquema comentado para ciclos TAS, con la diferencia de que ahora el óptimo especificado cambia de un VAR a otro (el óptimo en las series de destinos es 2 para ambos criterios, mientras que para las

¹¹ Según se demuestra en Lütkepohl (1993), p. 138, el mínimo de ambos es el SC, dado que para toda muestra se verifica que el orden óptimo estimado por el criterio SC es menor o igual que el estimado por el criterio HQ.

ramas el óptimo es 1 para SC y 2 para HQ). Nos quedamos, por tanto, con 12 retardos para los seis modelos VAR establecidos.

Una vez especificados los modelos VAR es necesario comprobar su estabilidad. Dado que a las series en origen se les han extraído los componentes tendencial y estacional, se obtienen tanto para las ramas como para los destinos modelos estables (raíces del polinomio característico fuera del círculo unidad o lo que es lo mismo, autovalores de la matriz asociada dentro del círculo unidad). Como puede observarse en el gráfico 4, para los ciclos HP de los destinos, se presentan 36 raíces (12 x 3) de las cuales sólo 2 son reales.

Gráfico 4: Autovalores para el VAR de destinos con el ciclo HP



Fuente: elaboración propia

6.2.- CAUSALIDADES INSTANTÁNEA Y EN EL SENTIDO DE GRANGER.

Llegado a este punto, podemos proceder al análisis de causalidad, empezando por la causalidad instantánea, siguiendo con la causalidad en el sentido de Granger y terminando, en su caso, con la causalidad indirecta.

Diremos que hay causalidad instantánea entre dos ciclos, cuando la covarianza entre las perturbaciones de las correspondientes ecuaciones del VAR, sea significativamente distinta de cero. La causalidad instantánea refleja simultaneidad o transmisión contemporánea de los ciclos. Dado que en este caso no existe relación de causa-efecto¹², no deberíamos hablar de causalidad, sino de

¹² No existe relación causa-efecto en el sentido de Granger. Esto sucede cuando por ejemplo, las fluctuaciones cíclicas de una rama se transmiten a otra con un retardo inferior al período de observación (en este caso, con un retardo inferior al mes). Por tanto, con la información que tenemos no podemos apreciar qué ciclo se adelanta (causa) y cuál es el que se retrasa (efecto).

determinación conjunta. La causalidad en el sentido de Granger refleja la existencia de una relación de causa-efecto que requiere un cierto tiempo para que tenga lugar, originando una transmisión entre ciclos con cierto retraso. La causalidad indirecta entre ciclos se produce cuando un ciclo A causa directamente a otro B pero no a un tercero C. Si B causa directamente a C, entonces entenderemos que el ciclo A causa indirectamente al ciclo C. La causalidad indirecta viene siendo, por tanto, una conexión entre dos causalidades en el sentido de Granger, por lo que reflejará una relación de causa-efecto pero con mayor retardo.

Los resultados de los contrastes de causalidad aparecen por el orden señalado (de menor a mayor retraso en la transmisión de los ciclos): causalidad instantánea, causalidad en el sentido de Granger y causalidad indirecta.

Las causalidades instantáneas aparecen en los cuadros 7 y 8. Cada celda de estos cuadros (i, j) recoge la correlación estimada entre los residuos de los ciclos i y j. La existencia de causalidad instantánea para destinos y ramas parece bastante robusta, independiente del método de filtrado (con la única excepción de las ramas R1 y R4 en los ciclos TAS).

Cuadro 7: Causalidad instantánea por destinos

	Ciclo HP				Ciclo SEATS				Ciclo TAS		
	B1	B2	B3		B1	B2	B3		B1	B2	B3
B1	0.019	0.305	0.481	B1	0.098	0.283	0.482	B1	0.256	0.292	0.519
B2		0.026	0.453	B2		0.182	0.404	B2		0.470	0.440
B3			0.013	B3			0.111	B3			0.202

Los valores de las diagonales corresponden a las desviaciones típicas.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8: Causalidad instantánea por ramas

	Ciclo HP					Ciclo TAS					Ciclo SEATS			
	R1	R2	R3	R4		R1	R2	R3	R4		R1	R2	R3	R4
R1	0.022	0.190	0.271	0.167	R1	0.257	0.205	0.252	0.073*	R1	0.289	0.162	0.251	0.171
R2		0.016	0.484	0.385	R2		0.161	0.450	0.356	R2		0.251	0.467	0.405
R3			0.023	0.399	R3			0.181	0.322	R3			0.401	0.350
R4				0.017	R4				0.080	R4				0.245

* Única correlación no significativa al 5%. Los valores de las diagonales corresponden a las desviaciones.

Fuente: Elaboración propia

Las causalidades en el sentido de Granger aparecen en los cuadros 9 y 10. Cada elemento (i, j) de estos cuadros recoge el nivel de significación al que se rechazaría la hipótesis nula de ausencia de causalidad de la variable i hacia la variable j. Los valores significativos al 5% (confirmación de que se acepta causalidad) aparecen reflejados en cursiva y negrilla.

Para los destinos, aparecen dos causalidades: una, desde los bienes de consumo (B1) hacia los bienes intermedios (B3), que se repite con los ciclos HP y SEATS; y otra, desde los bienes de consumo hacia los bienes de equipo (B2), sólo con el ciclo HP. Para las ramas, el resultado es algo más robusto: la rama R4 causa a R2 y R3 en los tres ciclos estudiados. Por último hay que decir que no se presentan causalidades indirectas.

Cuadro 9: Causalidades de Granger para los destinos

	ciclo HP				ciclo SEATS				ciclo TAS		
	B1	B2	B3		B1	B2	B3		B1	B2	B3
B1	-	0.007	0.017	B1	-	0.120	0.000	B1	-	0.076	0.359
B2	0.379	-	0.842	B2	0.240	-	0.070	B2	0.195	-	0.668
B3	0.083	0.444	-	B3	0.130	0.340	-	B3	0.612	0.660	-

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10: Causalidades de Granger para las ramas

	Ciclo HP					Ciclo TAS					Ciclo SEATS			
	R1	R2	R3	R4		R1	R2	R3	R4		R1	R2	R3	R4
R1	-	0.269	0.715	0.661	R1	-	0.042	0.072	0.086	R1	-	0.341	0.539	0.587
R2	0.191	-	0.005	0.094	R2	0.069	-	0.083	0.031	R2	0.121	-	0.486	0.118
R3	0.453	0.620	-	0.359	R3	0.633	0.232	-	0.691	R3	0.086	0.620	-	0.831
R4	0.877	0.016	0.000	-	R4	0.448	0.000	0.001	-	R4	0.351	0.014	0.048	-

Fuente: Elaboración propia

6.3.- ANÁLISIS DE LAS FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA.

A continuación, introduciremos en nuestro análisis las funciones impulso-respuesta (FIR). Estas representaciones, construidas a partir de una media móvil del modelo estimado, nos permitirán obtener las desviaciones sobre la evolución esperada de las series del sistema producidas por un *shock* inesperado (impulso) sobre una variable, en un momento determinado del tiempo. Estas respuestas constituyen las denominadas funciones impulso-respuesta. La reacción o no reacción del sistema ante un impulso en una de sus variables nos permite

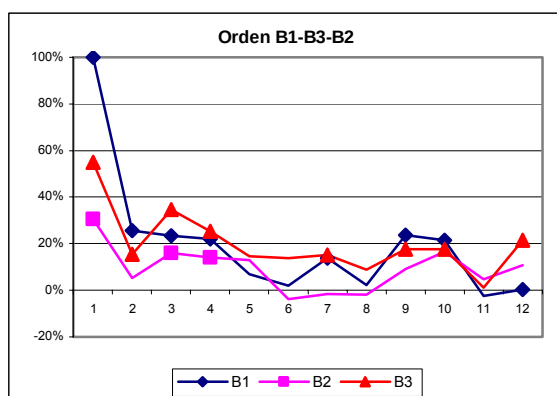
cuantificar la transmisión entre ciclos, de la que puede hacerse una lectura en términos de causalidad. En palabras de Lütkepohl (1993), p. 43: “si se produce una reacción en una variable a un impulso de otra, podemos decir que esta última variable causa a la primera”.

Los resultados de este análisis pueden conducir a conclusiones erróneas en el caso de existencia de correlación instantánea entre los residuos de las series (caso muy frecuente que, por otra parte, es el nuestro). Este problema se evita haciendo una transformación ortogonal del vector de innovaciones a partir de la descomposición de Choleski, de tal forma que la matriz de varianzas y covarianzas del vector de perturbaciones sea la identidad. Después de la diagonalización, un cambio en una perturbación no tiene efecto sobre el resto porque ahora las componentes son ortogonales y, por tanto, están incorreladas. Si, a su vez, normalizamos cada una de las variables respecto a su desviación, las respuestas podrán interpretarse como desviaciones porcentuales en la desviación típica.

La transformación de Choleski establece (indirectamente) una relación causal entre las variables del sistema por lo que la ordenación de las mismas adquiere una gran importancia, dado que ordenaciones diferentes dan lugar a descomposiciones diferentes. Según el estudio previo de causalidad de Granger y teniendo en cuenta que la causalidad más robusta es la de B1 hacia B3, hemos considerado como orden de Choleski para los destinos: $B1 \rightarrow B3 \rightarrow B2$. Para las ramas, teniendo en cuenta que el resultado más robusto es la causalidad de R4 hacia R2 y R3, hemos considerado como orden de Choleski: $R4 \rightarrow R2 \rightarrow R3 \rightarrow R1$.

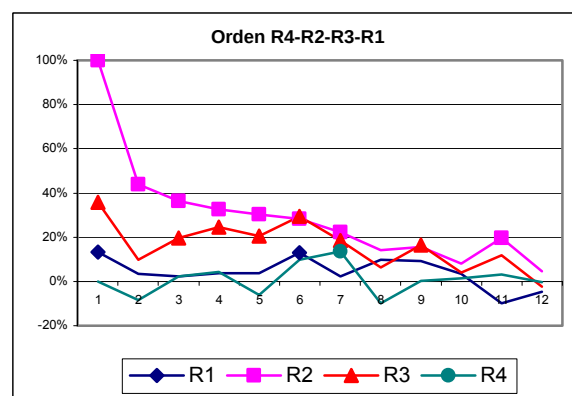
Por simplificación, presentamos las FIR de destinos y ramas sólo con el ciclo HP. Los resultados aparecen en los gráficos 5, 6 y 7 para los destinos y en los gráficos 8, 9 y 10 para las ramas; así como los gráficos 11 y 12 ilustran combinaciones de ramas y destinos. En ellos se han señalado con un marcador aquellas respuestas significativas al 5%.

Gráfico 5: FIR de los destinos para los ciclos HP. Respuestas a un impulso en B1



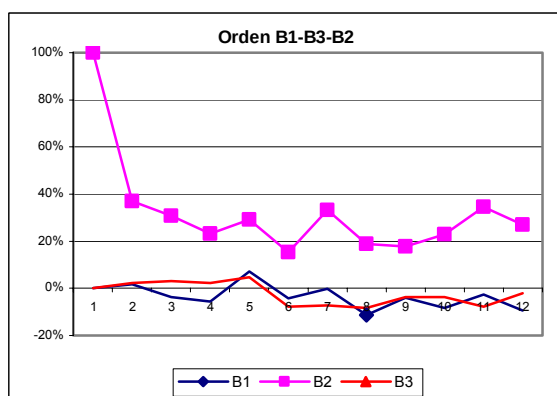
Fuente: elaboración propia

Gráfico 8: FIR de las ramas para los ciclos HP. Respuestas a un impulso en R2



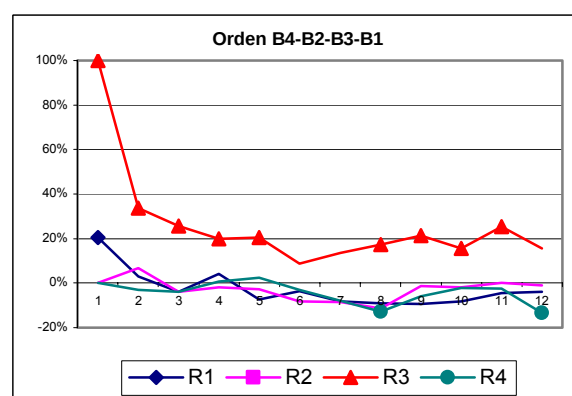
Fuente: elaboración propia

Gráfico 6: FIR de los destinos para los ciclos HP. Respuestas a un impulso en B2



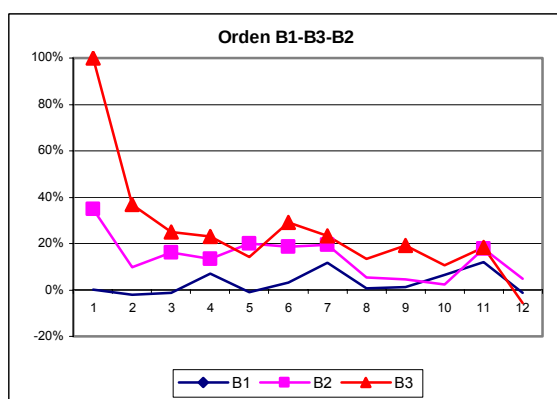
Fuente: elaboración propia

Gráfico 9: FIR de las ramas para los ciclos HP. Respuestas a un impulso en R3



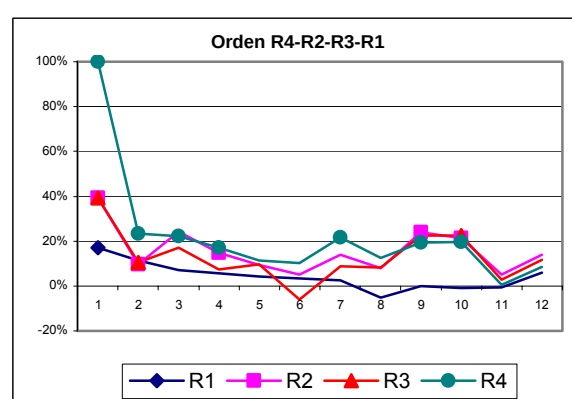
Fuente: elaboración propia

Gráfico 7: FIR de los destinos para los ciclos HP. Respuestas a un impulso en B3



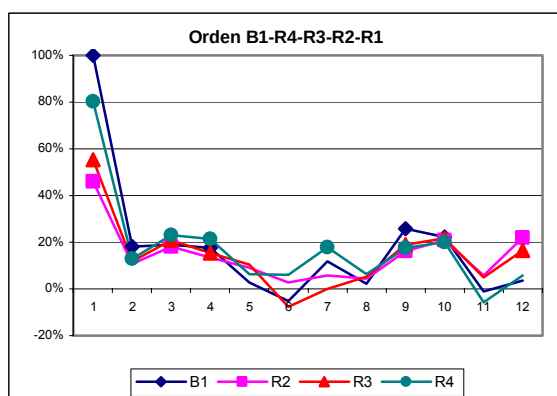
Fuente: elaboración propia.

Gráfico 10: FIR de las ramas para los ciclos HP. Respuestas a un impulso en R4



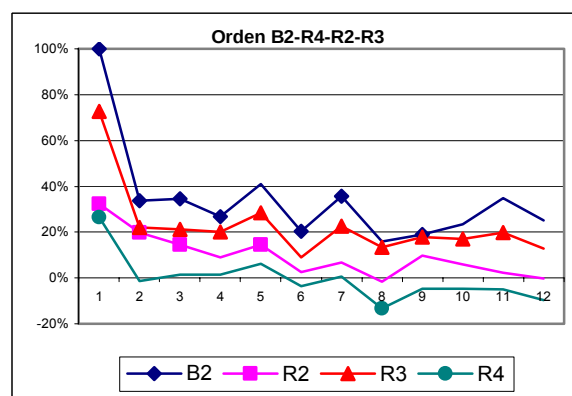
Fuente: elaboración propia

Gráfico 11: FIR de las ramas para los ciclos HP. Respuestas a un impulso en B1



Fuente: elaboración propia

Gráfico 12: FIR de las ramas para los ciclos HP. Respuestas a un impulso en B2



Fuente: elaboración propia

Respecto a los rasgos generales observados en todas las FIR podemos destacar:

- 1) Los *shocks* positivos en cualquiera de los destinos/ramas provocan respuestas positivas en el resto de las variables del sistema en coherencia con la lógica económica.
- 2) Las respuestas tienden a aproximarse a cero al aumentar el lapso temporal que las separa del *shock* inicial, lo cual es un comportamiento típico de sistemas estacionarios. En los modelos de corrección del error, las respuestas tienden a aproximarse a la posición de equilibrio, que, en principio, puede estar bastante alejada del cero.
- 3) Todos los ciclos responden tanto a *shocks* en otros ciclos como a sus propios *shocks* con valores significativos de considerable longitud. La serie de respuestas más débiles, tanto a sus propios impactos como a los ajenos, es R1, motivo por el cual hemos considerado oportuno no presentar su caso entre los gráficos anteriores.

Nos merecen una mención especial los gráficos que reflejan impulsos sobre la primera rama o destino según el orden de Choleski. En el gráfico 10, podemos observar como un *shock* de una desviación (100%) sobre R4 provoca una respuesta positiva del 39% en el primer período, tanto en el ciclo de R2 como en el de R3 (en cada caso sobre su propia desviación); asimismo, provoca una respuesta más débil, del 17%, sobre R1. Por otro lado, en el gráfico 5, vemos que

un impulso de una desviación sobre B1 provoca una respuesta sobre B3 del 53%, mientras que el efecto sobre B2 es del 31%. En cualquiera de los dos casos, estas respuestas se caracterizan por su poca perdurabilidad en el tiempo.

Por último, analizaremos los gráficos 11 y 12, donde se observa la respuesta que provoca una perturbación en la demanda de bienes de consumo (B1) o en la demanda de bienes de equipo (B2) sobre los ciclos de las ramas industriales, respectivamente. En el primer caso, el impacto produce una respuesta del 80% sobre R4 en el primer período, rama que, como sabemos, tiene un peso bastante elevado en el conjunto de la industria española. A su vez, se transmite aunque en menor medida a R3, un 55%; y, por último, repercute sobre R2 en un 46% de su desviación. Una vez más, las respuestas son poco persistentes en el tiempo (sólo B1, R4 y R3 consiguen cuatro períodos significativos). Mientras que en el segundo caso, el impacto produce una respuesta del 73% sobre R3 en el primer período; a su vez, se trasmite aunque en menor medida sobre R2, un 32%, y por último, repercute poco (26%) y durante sólo un período en R4.

Nos parece necesario realizar algunas reflexiones sobre los comportamientos que acabamos de describir en relación a posibles actuaciones de la política económica. La comparación de los dos últimos gráficos nos permite afirmar que las medidas de estímulo de la demanda tendrán consecuencias diferentes sobre las ramas industriales según vayan dirigidas a impulsar el consumo o la inversión. Así, políticas que estimulen el incremento del consumo activarán, sobre todo, las producciones de R4, pero también de modo apreciable, las de R3 y R2. Por otra parte, las políticas orientadas a favorecer la inversión favorecerán especialmente a la rama R3, dado que el impacto en R2 y R4 es considerablemente menor. Sin embargo, las respuestas a los impulsos del consumo son menos persistentes en el tiempo, mientras que las respuestas al estímulo inversor, en general, parecen más perdurables.

7.- CONCLUSIONES.

La progresiva apertura de nuestra industria al exterior, así como la reducción del intervencionismo estatal, nos hacían intuir que el sector industrial, en los últimos

años, presentaría unas fluctuaciones cíclicas cada vez más pronunciadas. Este hecho se ha confirmado con nuestro análisis empírico, el cual, independientemente del método utilizado para extraer la señal cíclica, ha ratificado a partir de los años noventa unos ciclos de la producción industrial más intensos. Esto implica un patrón cíclico mejor definido, tanto para las ramas industriales estudiadas como para los destinos de la producción.

Por otro lado, y como era de esperar, para todo el período de nuestro análisis, se observan ritmos de crecimiento similares entre todos los destinos y entre todas las ramas, a excepción de la industria transformadora de los metales y mecánica de precisión (R3) y de los bienes de equipo (B2), que poseen ritmos de crecimientos superiores. Este hecho justifica las mayores volatilidades de estas señales cíclicas, lo cual nos parece económicamente razonable si tenemos en cuenta la relación que esta rama y este destino guardan con la formación bruta de capital.

Con respecto a las relaciones entre los distintos ciclos, podemos confirmar que, a principios de los años ochenta, se debilitan las relaciones entre las ramas R2-R3 y R2-R4. Pero a mediados de los años ochenta, se reconstruyen estas relaciones existiendo, además, un aumento de la sincronía cíclica a lo largo del tiempo, concepto que hemos definido como convergencia cíclica. El mismo proceso ocurre entre B3-B1 y B3-B2.

También se ha comprobado la existencia de causalidad instantánea, es decir, los ciclos de la producción industrial de todos los destinos y todas las ramas se transmiten o determinan simultáneamente, siendo este resultado robusto al método de filtrado. Respecto a la causalidad de Granger por ramas obtenemos un resultado robusto: R4 causa a R2 y R3, al margen del filtro utilizado.

Como consecuencia de las funciones impulso-respuesta estimadas a partir de los correspondientes modelos VAR, mostramos evidencia empírica de que un impulso en cualquiera de las ramas industriales o los destinos de la producción provoca respuestas positivas en el resto de las variables del sistema en coherencia con la lógica económica, aunque dichos efectos perduran poco en el tiempo. Además, y con interés para la política económica, diferentes estímulos al

consumo o a la inversión favorecerán en mayor medida a las ramas de otras industrias manufactureras (R4) o de industrias transformadoras de metales y de precisión (R3), respectivamente.

Por último, si intentáramos responder a la pregunta ¿cuál es la rama de la producción industrial o el destino de los productos industriales cuyo ciclo repercute en mayor medida sobre el resto de las ramas y destinos?, la respuesta sería complicada. En función de los modelos VAR planteados y estimados en este trabajo, podemos decir que cualquier *shock* sobre R4 provoca una respuesta positiva sobre el ciclo de R2, de ésta en R3, y por último, una respuesta más débil sobre R1. Por otro lado, un *shock* sobre B1 provoca una respuesta sobre B3 y en menor medida sobre B2. En cualquiera de los dos casos, estas respuestas se van atenuando a lo largo del tiempo y devuelven los ciclos a su posición de partida. El hecho de que los productos de R4 sean mayoritariamente demandados como bienes de consumo (B1) nos sirve para encontrar analogías en estos comportamientos y subrayar la importancia cuantitativa de la rama de otras industrias manufactureras dentro del panorama industrial español.

8.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Artis, M. y Zhang, W. (1999): "Further Evidence on the International Business Cycles and the ERM: Is There a European Business Cycle?", *Oxford Economic Papers*, n. 51, pp. 120-132.
- Blackburn, K. y Ravn, M. O. (1992): "Business cycles in the United Kingdom: facts and fictions", *Economica*, n. 59, pp. 383-401.
- Borondo, C.; González, Y. y Rodríguez, B. (1999): "Convergencia cíclica dentro de la Unión Europea", *Moneda y Crédito*, n. 208, pp. 71-211.
- Buesa, M. y Molero, J. (1998): *Economía industrial de España: organización, tecnología e internacionalización*, Civitas, Madrid.
- Canova, F. (1994): "Detrending and Turning Points", *European Economic Review*, n. 38, pp. 614-623.
- Canova, F. (1998): "Detrending and Business Cycle Facts", *Journal of Monetary Economics*, n. 41, pp. 475-512.

- Canova, F. y Marrinan, J. (1998): "Sources and Propagation of International Output Cycles: Common Shocks or Transmission?", *Journal of International Economics*, n. 46, pp.133-166.
- Cuadrado, J. R. (1999): "Los servicios y el ciclo económico español", *Economistas*, n. 80, pp. 44-52.
- Cuadrado, J. R.; Mancha, T. y Garrido, R. (1998): *Convergencia regional en España: hechos, tendencias y perspectivas*, Colección Economía, Fundación Argentaria-Visor, Madrid.
- Cuadrado, J. R. y Ortiz, A. (2001): "Business Cycle and Service Industries: General Trends and the Spanish Case", *The Service Industries Journal*, v. 21, n. 1.
- Dolado, J. J.; Sebastián, M. y Valles, J. (1993): "Cyclical Patterns of the Spanish Economy", *Investigaciones Económicas*, v. XVII, n. 3, pp. 445-473.
- Elliot, G. y Fatás, A. (1996): "International Business Cycles and the Dynamics of the Current Account", *European Economic Review*, n. 40, pp. 361-387.
- Gardeazábal, J. e Iglesias, M. C. (2000): "¿Causan los ciclos del G7 el ciclo español?", *Revista de Economía Aplicada*, v. VIII, n. 24, pp. 39-80.
- Gómez, V. y Maravall, A. (1996): "Programs Tramo and Seats", *Documento de trabajo*, n. 9628, Banco de España.
- Gómez, V. y Bengoechea, P. (2000): "Estimación del componente cíclico de las series económicas con filtros pasabanda: una aplicación a los indicadores de clima e índices de producción industrial", *Investigaciones Económicas*, v. XXIV, n. 3, pp. 473-485.
- Granger, C. W. J. (1980): "Testing for Causality", *Journal of Economic Dynamics and Control*, n. 2, pp. 353-376.
- Hodrick, R. J. y Prescott, E. C. (1980): "Postwar U.S. Business Cycles: An empirical Investigation", *Working Paper*, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, PA.
- Lütkepohl, H. (1993): *Introduction to Multiple Time Series Analysis*, Springer-Verlag, Berlín.
- Maravall, A. (1987): "Descomposición de series temporales: especificación, estimación e inferencia", *Estadística Española*, v. 29, n. 114, pp. 11-69.
- Melis, F. (1991): "La estimación del ritmo de variación en series económicas", *Estadística Española*, n. 33, pp. 7-56.

- Raymond, J. L. (1995): "Análisis del ciclo económico", *Papeles de Economía Española*, n. 62, pp. 2-35.
- Senra, E. y Albacete, R. (2000): "Los precios de los servicios en la economía española", *Información Comercial Española*, n. 787, pp. 115-126.
- Tudela, M. M. (1997): "Simetrías en las perturbaciones de oferta y demanda de los países europeos: implicaciones para la EMU", *Documento de Trabajo*, n. 135/1997, Fundación FIES.
- Viñals, J. y Jimeno, J. F. (1996): "Monetary Union and European Unemployment", *Documento de Trabajo*, n. 9624, Banco de España.

APÉNDICE A.

En este apéndice se detallan los contenidos de las ramas y destinos que se han utilizado a lo largo del presente trabajo. El objetivo es facilitar al lector la comprensión del contenido de los mismos, por lo que se ofrecen, siguiendo la terminología original, los diferentes grupos que componen las 4 divisiones (en cuanto a las ramas) y los grupos y subgrupos de las 3 divisiones (en cuanto a los destinos). Para una desagregación todavía mayor véase la página web del INE.

Ramas productivas:

R1 Energía y agua.

R11 Extracción, preparación y aglomeración de combustibles sólidos y coquerías.

R12 Extracción de petróleo y gas natural.

R13 Refino de petróleo.

R14 Extracción y transformación de minerales radioactivos.

R15 Producción, transporte y distribución de energía eléctrica, gas, vapor y agua

R2 Extracción y transformación de minerales no energéticos y productos derivados. Industria química.

R21 Extracción y preparación de minerales metálicos.

R22 Producción y primera transformación de metales.

R23 Extracción de minerales no metálicos ni energéticos; turberas.

R24 Industrias de productos minerales no metálicos.

R25 Industria química.

R3 Industrias transformadoras de los metales. Mecánica de precisión.

R31 Fabricación de productos metálicos (excepto máquinas y material de transporte).

R32 Construcción de maquinaria y equipo mecánico.

R33 Construcción de máquinas de oficina y ordenadores (incluida su instalación).

R34 Construcción de maquinaria y material eléctrico.

R35 Fabricación de material electrónico (excepto ordenadores).

R36 Construcción de vehículos automóviles y sus piezas de repuesto.

R37 Construcción naval, reparación y mantenimiento de buques.

R38 Construcción de otro material de transporte.

R39 Fabricación de instrumentos de precisión, óptica y similares.

R4 Otras industrias manufactureras.

R41 Industrias de productos alimenticios, bebidas y tabaco.

R42 Industrias de productos alimenticios, bebidas y tabaco (continuación).

R43 Industria textil.

R44 Industria del cuero.

R45 Industria del calzado y vestido y otras confecciones textiles.

R46 Industrias de la madera, corcho y muebles de madera.

R47 Industria del papel y fabricación de artículos de papel; artes gráficas y edición.

R48 Industrias de transformación del caucho y materias plásticas.

R49 Otras industrias manufactureras.

Destinos:

B1 Bienes de consumo.

B11 Alimentos, bebidas y tabaco.

B111 Alimentos.

B112 Industria de bebidas.

B113 Industria del tabaco.

B12 Manufacturas de consumo.

B121 Material de transporte privado.

B122 Bienes domésticos de uso duradero.

B123 Calzado, vestido y confección.

B124 Productos farmacéuticos y químicos de consumo.

B125 Otras manufacturas de consumo.

B2 Bienes de equipo.

B21 Estructuras metálicas y calderería.

B211 Estructuras metálicas, calderas y mobiliario metálico.

B22 Material de transporte (excepto turismos y motos).

B221 Camiones, autobuses y otros.

B222 Construcción naval y aeronaves.

B223 Construcción de material ferroviario.

B23 Maquinaria y otro material de equipo.

- B231 Maquinaria agrícola.
- B232 Maquinaria para industria y construcción.
- B233 Maquinaria y material eléctrico.
- B234 Instrumentos técnicos.

B3 Bienes intermedios.

- B31 Energía y agua.
 - B311 Carbón, uranio y petróleo.
 - B312 Electricidad, gas y agua.
- B32 Materiales para la construcción.
 - B321 Productos siderúrgicos para la construcción.
 - B322 Fabricación de cementos, cales y yesos.
 - B323 Material de construcción en hormigón y cemento.
 - B324 Abrasivos, vidrio, azulejos y refractario.
 - B325 Productos de tierra cocida y otros productos para la construcción.
- B33 Extracción y transformación de minerales no energéticos. Industria química.
 - B331 Extracción y preparación de minerales metálicos.
 - B332 Producción y transformación de metales.
 - B333 Extracción y transformación de minerales no metálicos.
 - B334 Industria química.
- B34 Otras industrias intermedias.
 - B341 Transformados metálicos.
 - B342 Industria textil.
 - B343 Otras industrias intermedias.

APÉNDICE B.

a) El filtro Hodrick y Prescott nos permite obtener la tendencia de una serie observada basándose en el supuesto que ésta tenga un perfil suave a lo largo del tiempo, pero sin tasas de crecimiento constantes. Para su estimación, parte de la descomposición de una serie temporal, previamente desestacionalizada, en dos componentes:

$$y_t = p_t + u_t$$

donde p_t es la tendencia o señal y u_t es el ruido o ciclo. Su aplicación consiste en minimizar la siguiente expresión:

$$\min \sum_{t=1}^T (y_t - p_t)^2 + \lambda \sum_{t=1}^T [(p_t - p_{t-1}) - (p_{t-1} - p_{t-2})]^2$$

La resolución de este problema de optimización hace frente a un *trade-off* entre los dos términos de esta expresión. El primero, que mide la bondad del ajuste a la serie observada, es decir, la capacidad de la tendencia para replicar los datos; y el segundo, que indica la variabilidad de la tendencia penalizada por el parámetro λ . Una vez estimado el componente tendencial se obtiene el componente cíclico como sus desviaciones respecto de la serie original.

b) El ciclo TAS está diseñado para hacer operativa la definición del componente cíclico de Burns y Mitchell, seleccionando de la serie observada los componentes que se encuentran dentro de las frecuencias cíclicas y eliminando, en la medida de lo posible, el componente estacional, irregular y tendencial. Para ello, filtra la serie original con un filtro fijo de paso bajo que deja fuera los elementos de baja frecuencia (con periodicidad mayor de 72 meses) atribuibles al crecimiento económico de largo plazo y los de alta frecuencia (periodicidad menor de 18 meses) atribuibles a movimientos irregulares de corto plazo. En concreto, la señal cíclica se estima utilizando la tasa interanual suavizada por un filtro autorregresivo de orden 5 y potencia mitad en 20 meses.

$$C_t = \frac{b_0}{1 + a_1 B + a_2 B^2 + a_3 B^3 + a_4 B^4 + a_5 B^5} (1 - B^{12}) F^8 \ln X_t$$

Siendo: $b_0 = 0.0018$, $a_1 = -3.9923$, $a_2 = 6.4582$, $a_3 = -5.2806$, $a_4 = 2.1793$, $a_5 = -0.3627$

La señal cíclica obtenida según esta metodología se puede interpretar como el crecimiento interanual de la tendencia, medida que se considera fundamental en el análisis de la coyuntura económica, pues indica el ritmo de avance de una serie temporal.

c) El ciclo SEATS es el resultado de obtener la tasa de crecimiento interanual del componente ciclo-tendencia, fruto de utilizar la metodología basada en modelos, en concreto la implementada en el programa SEATS (Signal Extraction in ARIMA Time Series); véase Gómez y Maravall (1996). Este método parte del supuesto de

que la serie observada esta generada por una modelo ARIMA, pero además, dicha serie se puede descomponer en tres componentes no observables ortogonales, es decir:

$$y_t = p_t + s_t + i_t$$

donde p_t es el ciclo-tendencia, s_t el componente estacional e i_t el componente irregular. Cada uno de estos componentes sigue un modelo ARIMA que está determinado por el proceso generador de la serie. Para poder identificar estos modelos es necesario aplicar el requisito canónico que consiste en eliminar de p_t y de s_t todo el ruido posible y de esta forma garantizar la estabilidad de estos componentes. Como contrapartida, se asigna el ruido al componente irregular maximizando su varianza.

En el caso concreto de que la serie observada siga un modelo de líneas aéreas, es decir:

$$\Delta\Delta_{12}y_t = (1-\theta_1B)(1-\theta_{12}B)a_t \quad \text{siendo} \quad a_t \longrightarrow Niid(0, \sigma_a)$$

el modelo generador del componente ciclo-tendencia es del tipo:

$$\Delta^2 p_t = (1+B)(1-\alpha B)b_t \quad \text{siendo} \quad b_t \longrightarrow Niid(0, \sigma_b)$$

y el estimador que minimiza el error cuadrático medio del componente tendencial es:

$$\hat{P}_t = V(B)V(F)y_t \quad \text{donde} \quad V(B) = \frac{\sigma_b}{\sigma_a} \frac{(1-\alpha_1B-\alpha_2B^2)S_{11}(B)}{(1-\theta_1B)(1-\theta_{12}B^{12})}$$

Las expresiones concretas a partir de las cuales se obtienen los parámetros del componente ciclo-tendencia canónico pueden verse en Gómez y Bengoechea (2000).