

EL PIB ESPAÑOL: CICLOS, COYUNTURA Y PERSPECTIVAS A PARTIR DE SU RELACIÓN CON LA INVERSIÓN EN BIENES DE EQUIPO

Basilio Sanz Carnero

e-mail: bsanz@cee.uned.es

Pedro A. Pérez Pascual

e-mail: pperez@cee.uned.es

Mariano Matilla García

e-mail: mmatilla@cee.uned.es

Departamento de Economía Aplicada Cuantitativa I
Universidad de Educación Nacional a Distancia (UNED)

Resumen

La idea de que detrás de la evolución de los ciclos de la actividad agregada se encuentran los cambios tecnológicos abunda en la literatura económica. Aftalión (1927, p. 165) explica los ciclos en el largo tiempo de maduración de la producción de capital fijo, Kydland-Prescott (1982) mantiene que los impulsos tecnológicos son la principal fuente de las fluctuaciones agregadas.

Keynes señala las fluctuaciones de la inversión como elemento fundamental en la explicación de los ciclos y sin duda los cambios tecnológicos se tienen que reflejar en aumentos en dicha variable, especialmente en las inversiones en bienes de equipo.

El objetivo de este trabajo es analizar la relación entre la actividad económica y la inversión en bienes de equipo en España entre 1850 y 2003, bajo la hipótesis mantenida de que existe una relación directa entre ambas variables. Finalmente se realizarán predicciones a partir de los resultados anteriores, es decir, a partir de las regularidades comunes entre actividad económica e inversión en bienes de equipo.

Las evidencias empíricas sugieren una relación entre inversión en bienes de equipo y producción en las periodicidades de 22, 14 y 11 años de duración, lo que conforma un escenario de ralentización económica.

Palabras clave: PIB; inversión; espectro; ciclos económicos; bienes de equipo.

Área temática: métodos cuantitativos.

1. Introducción.

El presente trabajo tiene su antecedente en una ponencia presentada en septiembre de 2002¹. Analizaba los ciclos de la actividad económica en España entre los años 1856 y 1993, realizaba predicciones históricas entre 1994-2000 y predicciones a priori hasta el año 2007. Las conclusiones se reflejan en el gráfico 1 (pág. 144 del libro de actas). Se han añadido los años 2001, 2002 y 2003 puesto que ahora se tiene acceso a esa información.

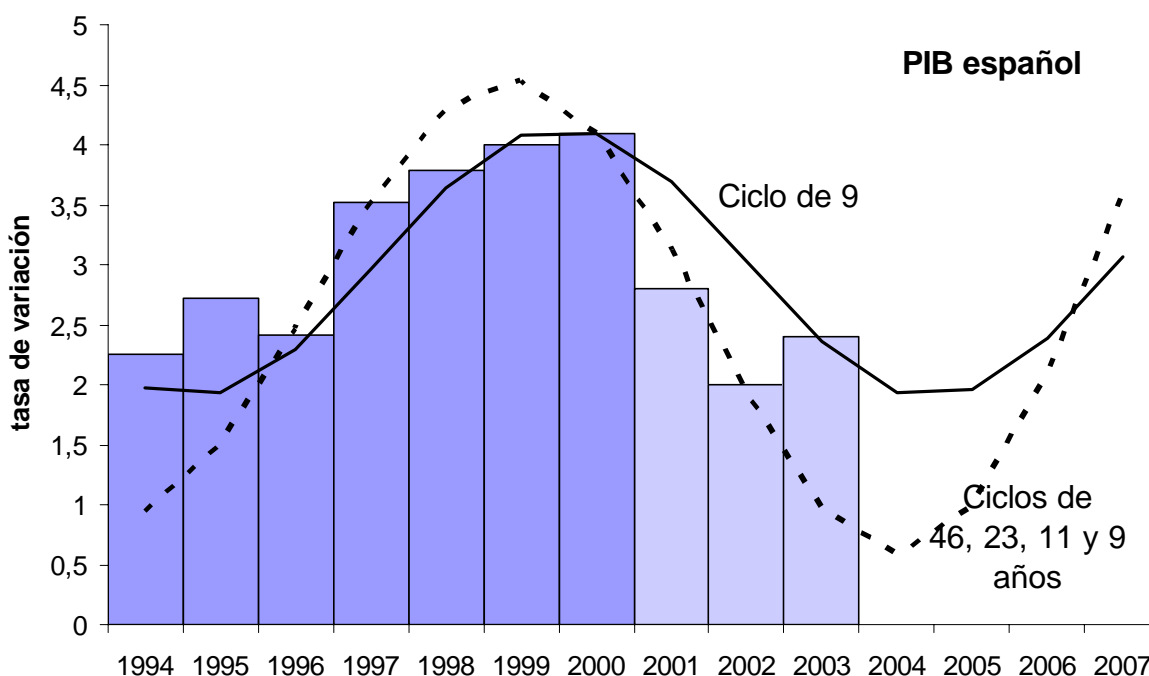


Gráfico 1

La conclusión (pág. 144) era que la coyuntura estaba siendo influida fundamentalmente por ciclos de tipo Juglar (periodicidades de 11 y 9 años de duración) relacionados con la inversión en nuevas tecnologías². Nos encontrábamos,

¹ II CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CICLOS ECONÓMICOS, organizado por las Universidades de la UNED y San Pablo-CEU en Madrid, septiembre de 2002, publicada con el título *El PIB español: regularidades cíclicas y coyuntura*. pp 135-147.

² Las causas de los ciclos de corta duración los estudio Kitchin explicándolos por las fluctuaciones producidas en los stocks o inventarios. Kutznets explica los ciclos entre 15 y 25 años por procesos migratorios, crecimientos de la población y evolución de la oferta monetaria. Juglar explica los ciclos con duración entre 7 y 15 años por los cambios en las inversiones o a causa de nuevas invenciones. Shumpeter explica los ciclos de más larga duración por las invenciones de los empresarios dinámicos ... las explicaciones de los ciclos económicos de distinta duración abundan en la literatura económica sin que haya una teoría admitida por todos al respecto.

en el año 2001, en el principio de una desaceleración económica que atendiendo al gráfico 1 duraría hasta el año 2004.

Desde la perspectiva actual parece que el diagnóstico realizado fue adecuado, al menos a la vista de las predicciones realizadas entonces. El presente trabajo amplía el periodo de análisis, ahora de 1850 a 2003, y profundiza en el análisis, relacionando los ciclos de la actividad económica con la inversión en herramientas y bienes de equipo.

La idea de que detrás de la evolución de los ciclos de la actividad agregada se encuentran los cambios tecnológicos abunda en la literatura económica, desde Aftalión (1927, p. 165) que explica los ciclos en el largo tiempo de maduración de la producción de capital fijo, al modelo de Kydland-Prescott (1982) en que los impulsos tecnológicos son la principal fuente de las fluctuaciones agregadas.

Keynes señala las fluctuaciones de la inversión como uno de los elementos fundamentales en la explicación de los ciclos y sin duda los cambios tecnológicos se tienen que reflejar en aumentos en dicha variable, especialmente en las inversiones en bienes de equipo, puesto que un cambio tecnológico requiere la utilización de nuevos bienes de equipo o, al menos, renovar los equipos obsoletos. Es cierto que no sólo se renuevan los equipos en las empresas como consecuencia de cambios tecnológicos, pueden obedecer también a ampliaciones como consecuencia de aumentos de la demanda esperada o real, o incluso a la sustitución de equipos viejos, pero estos nuevos equipos son habitualmente más avanzados tecnológicamente que sus predecesores. En todo caso las inversiones en herramientas y bienes de equipo tienen por objetivo la producción y su aumento tiene que reflejarse más tarde o más temprano en un incremento de la actividad económica.

Schumpeter (1939) explica los ciclos mediante la hipótesis de las innovaciones (definida como la formulación de una nueva función de producción causada por la introducción de nuevos productos, nuevas formas de organización o la apertura de

nuevos mercados), planteando una relación necesaria entre innovaciones y aumento de la inversión en bienes de equipo:

“Primero, las mayores innovaciones y también las menores, imponen la construcción de nuevas plantas (y equipo) –o la reconstrucción de una planta antigua–, lo que requiere tiempo e inversiones nada despreciables. Razonaremos sobre el supuesto de que siempre es así. Si no, una gran parte del esquema teórico que vamos a utilizar tendría que modificarse. Pero estas modificaciones, aunque de gran interés teórico, sólo tendrían importancia en la práctica si las innovaciones que pudieran llevarse a cabo instantáneamente y sin un gasto apreciable fueran importantes. Sin embargo, la experiencia parece enseñar que de hecho no es así, es decir, que nuestro supuesto no se ajusta a los hechos sólo en el caso de las innovaciones que son de tan pequeña importancia que, seguramente podemos prescindir de ellas, aunque siempre debemos estar preparados para encontrar casos que no puedan resolverse de este modo. Por lo tanto, impondremos una restricción a nuestro concepto de innovación y en lo sucesivo entenderemos por innovación un cambio en alguna función de producción de primer orden de magnitud, y no de segundo ni aun mayor.”

La explicación de los ciclos económicos de distinta duración es un tema no resuelto, coexistiendo distintas hipótesis sin que haya una teoría admitida por todos. No obstante, la hipótesis que explica los ciclos por el efecto de una sobrecapitalización de la economía (defendida también por Hayek, von Mises, Roepke, Pigou o Harrod) goza de cierta aceptación. Mantiene que una aceleración excesiva en la producción de bienes de capital durante la fase de expansión provoca un fenómeno de exceso de capacidad productiva, que a su vez incita a una disminución de la inversión, y ésta induce a la crisis. Según esta interpretación la causa profunda de la crisis reside en el exceso de dinamismo del sector empresarial, que produce los bienes de equipo, y que en ocasiones se ve agravada por el intervencionismo de la administración. Las crisis serán más o menos profundas en función de que el ajuste en las empresas con sobrecapitalización contamine o no a otros sectores económicos.

Un ejemplo bien documentado por la historiografía española de crisis por sobrecapitalización es la crisis de 1868. El fuerte crecimiento económico de este periodo (1856-1863) se debió al desarrollo del ferrocarril. En el decenio 1855-65 se construye un promedio de 450 Km. por año, promedio nunca más alcanzado en España. No obstante, la Ley de 1855 provocó un crecimiento precipitado, con un planeamiento deficiente (ancho de vía, trazado especulativo) y una financiación inadecuada (endeudamiento de las empresas ferroviarias). Cuando a partir de 1864 se hizo evidente que el tráfico ferroviario no cubría ni los gastos variables, la mayoría de las compañías ferroviarias se vieron obligadas a suspender pagos. Las consecuencias para la banca fueron funestas, muchas sociedades de crédito tuvieron que cerrar sus puertas, seguido de un pánico financiero y bursátil que desembocó en la Revolución de 1868.

Sin duda el ferrocarril cambió la vida española, pero el exceso de optimismo y el apoyo de la administración provocaron un crecimiento precipitado. La analogía de esa coyuntura con la actual es evidente, los cambios tecnológicos habían hecho pensar que estábamos ante una “*nueva economía*” en que los rendimientos de las empresas “como las *punto com*” no se tenían que ajustar a los criterios más elementales de rentabilidad puesto que estas aparecerían en el futuro. Las consecuencias no podían ser otras que la crisis bursátil del 2000 y el ajuste de las empresas a criterios clásicos. La intensidad de la crisis será moderada mientras el ajuste no afecte a otros sectores (como el bancario) vía endeudamiento de las grandes empresas, y a que la administración no intervenga de forma tan desafortunada como entonces.

El objetivo de este trabajo es analizar la relación entre la actividad económica y la inversión en bienes de equipo en España entre 1850 y 2003, bajo la hipótesis teórica mantenida de que existe una relación directa entre ambas variables. Finalmente se realizarán predicciones a partir de los resultados anteriores, es decir, a partir de las regularidades comunes entre actividad económica e inversión en bienes de equipo.

En nuestro planteamiento la dinámica económica se manifiesta mediante ciclos, que se pueden aproximar mediante la descomposición de las series en tendencia y ciclos de periodicidades fijas³. En una primera etapa se descompone la serie histórica en dos partes: la no-recurrente –tendencia– y la recurrente –ciclo empírico–. La segunda etapa consiste en la descomposición del ciclo empírico en ciclos teóricos de periodicidades fijas mediante el periodograma (espectro)⁴.

Lo esencial, en definitiva, son las regularidades repetitivas en el tiempo que son las que dan carácter científico a la cuantificación en economía.

Pero cuantificar hipótesis o teorías económicas, establecidas deductivamente, plantea varios problemas. Por un lado, las hipótesis han sido elaboradas generalmente en un contexto estático, mientras que los datos suelen ser series históricas. Por otro, se plantean de forma causal y suponiendo que el resto de cosas permanecen constantes –*ceteris paribus*–.

La condición *ceteris paribus* es, a nuestro entender, una piedra angular en el análisis económico⁵ que no se debe obviar tampoco en las investigaciones empíricas. Se trata de una abstracción que traslada a las ciencias de observación el mismo principio que opera en las ciencias experimentales. En los experimentos se fijan todos los factores menos uno, única forma posible de medir su influencia individual. Cuando se recurre a la regresión múltiple se está teniendo en cuenta la influencia conjunta, resultando

³ La metodología de descomposición utilizada se explica con más detalle en el anexo I.

⁴ Debe aclararse también que nuestro enfoque es formalmente determinista, en el sentido de considerar que las observaciones no son una muestra aleatoria de una hipotética población infinita. Y en consecuencia el periodograma, que es el método de descomposición utilizado aquí, no es un estimador sino un método de descomposición que no debe verificar las propiedades usuales de la inferencia estadística. Actualmente parece que si no se asume el enfoque estocástico en economía, el planteamiento deja de ser científico, pero hay que recordar que el determinismo en el sentido aquí defendido tiene tradición en la economía cuantitativa, por no hablar de teoría económica, como la utilización de la logística o el modelo de Leontief. Sería como plantear que el trabajo de Einstein no tiene carácter científico por defender el enfoque determinista en física. Disciplina que, por otro lado, acepta hoy sin ningún reparo el uso del periodograma en campos como la óptica, el sonido o las telecomunicaciones, sin tener que recurrir al periodograma consistente o espectro. Respecto a éste último, el espectro, debe recordarse que la disminución de la varianza se hace a costa de aumentar el sesgo, y por tanto no queda claro, ni siquiera dentro del enfoque estocástico si es mejor elegir uno, espectro, o el otro, periodograma.

⁵ No sólo nosotros sino también autores recientes de reconocido prestigio como *Heckman, 2000, p. 46.*

imposible separar la influencia individual, salvo que las variables explicativas sean independientes, incurriendo en el problema de multicolinealidad⁶.

Puesto que en nuestra interpretación la condición *ceteris paribus* es esencial, debido a que no es posible enumerar todas las causas ni que estas sean independientes, y como los datos son series de tiempo, asumimos que en la tendencia junto con el resto de ciclos teóricos no considerados se encuentran englobadas el resto de causas, de la forma en que veremos más adelante.

2. El PIB en España (1850-2003)

Los datos utilizados, tanto del PIB como de inversión en bienes de equipo en pesetas constantes, parten de las series anuales elaboradas por Leandro Prados de la Escosura, entre 1850 y 2000, enlazadas con las series del mismo nombre de la Contabilidad Nacional Española (datos provisionales) para los años 2001 a 2003. Los datos primarios se reproducen en el anexo II de este trabajo. El gráfico 2 reproduce el PIB en logaritmos.

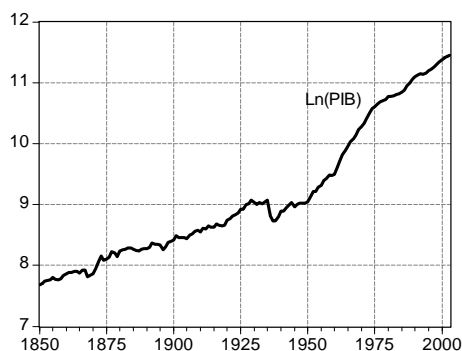


Gráfico 2. Ln(PIB) español.

⁶ El criticismo de Keynes (1939, pp 560-562) a la regresión múltiple sigue siendo hoy pertinente:

“ ¿Estoy en lo cierto al pensar que el método de análisis de la correlación múltiple depende de que el economista haya proporcionado, no meramente una lista de causas significativas, lo cual es correcto en lo que cabe, sino una lista completa?... la siguiente condición es que todos los factores significativos sean medibles ... ¿Debemos conducir nuestro análisis hasta el punto en que confiamos en que los diferentes factores son independientes unos de otros en lo sustancial? ... En la práctica el profesor Tinbergen parece estar indiferente a si sus factores básicos son independientes unos de otros”.

Es evidente que el PIB presenta una tendencia creciente. Puesto que estamos interesados en los ciclos económicos, se elimina una tendencia exponencial mediante el procedimiento de la recta que pasa por los extremos de la serie en logaritmos. Se considera preferible este procedimiento frente a otros –diferencias, media móvil, tasa de variación, etc.– porque es el único que garantiza que no se atenúan o amplifican ciclos de determinadas periodicidades. Así la media móvil suaviza la serie original amplificando los ciclos largos y atenuando los cortos. Las diferencias producen el efecto contrario, amplifica los cortos y atenúa los largos. No es que se considere que un método es superior a otro, simplemente se afirma que si el objetivo es investigar los ciclos, tanto los largos como los cortos, es preferible eliminar una tendencia lineal o exponencial. A la serie libre de tendencia se la denomina ciclo empírico.

Aunque este trabajo no se plantea como objetivo el análisis de la tendencia conviene profundizar en porqué se selecciona el método de la cuerda frente al mínimo cuadrático.

Una crítica que se puede hacer al procedimiento de la cuerda es que sólo utiliza para su cálculo los valores de los extremos de la serie mientras que la tendencia mínimo cuadrática utiliza todas las observaciones y, desde este punto de vista, este procedimiento es más robusto que aquél. Pero si se analiza la metodología utilizada en este trabajo en su conjunto, tendencia y descomposición del ciclo en periodicidades fijas, entonces no se utilizan sólo las observaciones extremas de la serie sino todas y cada una de las observaciones, y por consiguiente, el método en su conjunto es, al menos, tan robusto como aquél desde la perspectiva de utilizar todas las observaciones. En todo caso, no siempre el método más robusto, en el sentido de utilizar o no todas las observaciones, es el más adecuado. En determinadas condiciones es preferible utilizar la mediana en vez de la media y eso a pesar de que la mediana sólo utiliza una observación para su cálculo. Por tanto el método de estimación de la tendencia utilizada no se puede evaluar sólo sobre la base de ese criterio.

El criterio mínimo cuadrático está pensado para el ajuste de valor medio. La recta de regresión estimada $-Y = a + b \cdot t$ pasa por la media de «Y» y de «t», pero cuando el tiempo influye en la variable, la media no tiene interés analítico (de que puede servir el valor medio del PIB entre 1850 y 2003), el coeficiente «b» es el crecimiento de la tendencia por unidad de tiempo considerada, pero no tiene otra interpretación, y «a» es el valor de la tendencia cuando «t» es igual a cero. Tiene la ventaja indudable respecto de la cuerda de ajustar mejor, pero ya se ha dicho que el objetivo de eliminar la tendencia no es conseguir el mejor ajuste sino separar la parte recurrente de la no-recurrente de la serie histórica, si nuestro objetivo hubiera sido el de mejor ajuste no se hubiera elegido una tendencia lineal, por tanto el grado de ajuste es irrelevante teniendo en cuenta el objetivo planteado.

La tendencia calculada por el procedimiento denominado de la cuerda, siguiendo la terminología de Myskis (p. 182, 1975), es; $Y_t + [(Y_N - Y_1)/(N - 1)](t - 1)$, realizando los cambios; $a' = Y_1$ y $b' = [(Y_N - Y_1)/(N - 1)]$, se llega a una expresión similar a la mínimo cuadrática $-Y = a' + b' \cdot (t - 1)$, pero ahora ambos coeficientes tienen significado útil para el análisis, «a'» es el valor de la primera observación, el PIB en 1850, y «b'» es el crecimiento anual medio necesario para alcanzar el PIB de 2003, es decir, el crecimiento normal del PIB es «b'» si la evolución del PIB no presentara ciclos, cuando en un año cualquiera crezca menos de esa cantidad lo estará haciendo por debajo de su crecimiento normal o medio y viceversa. Puesto que los coeficientes tienen significado en el sentido de que nos aportan conocimiento útil sobre la evolución en el tiempo de la variable analizada, es más adecuado utilizar el método denominado de la cuerda frente al mínimo cuadrático.

En todo caso lo que es crucial es que el ciclo empírico sea conforme con los hechos económicos, es decir, que reproduzcan los hechos tal y como los describe la historiografía económica, dicho de otro modo, el problema de separar ciclo y tendencia no se puede resolver sólo con criterios numéricos formales. Si el ciclo empírico no fuera conforme con los hechos tal y como lo describen los expertos en la materia, entonces el ciclo empírico está mal calculado, sea cual sea el procedimiento utilizado. Esta es una de las razones por las que se da importancia en este trabajo al

método gráfico y se analizan los movimientos que describe el ciclo empírico, para establecer su conformidad o no con los hechos. En este sentido las palabras de Maurice Allais (1952) son esclarecedoras, *“es cierto que la econometría no puede desarrollarse al margen de la matemática, pero los fenómenos económicos, son el punto de partida y la conclusión de cualquier trabajo econométrico. Sin ellos, lo más que puede existir son ilustraciones numéricas, no investigaciones aplicadas a la economía”*.

El gráfico 3 reproduce la serie original en logaritmos $-\ln(\text{PIB})$ –, la tendencia exponencial –método de la cuerda– y el ciclo empírico o serie libre de tendencia.

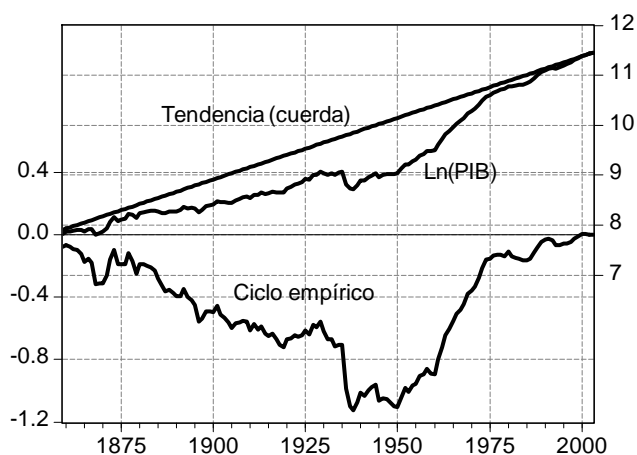
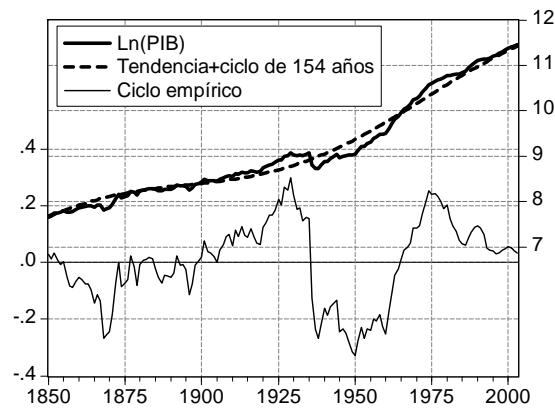


Gráfico 3.
 $\ln(\text{PIB})$, tendencia y ciclo empírico (1850-2003).

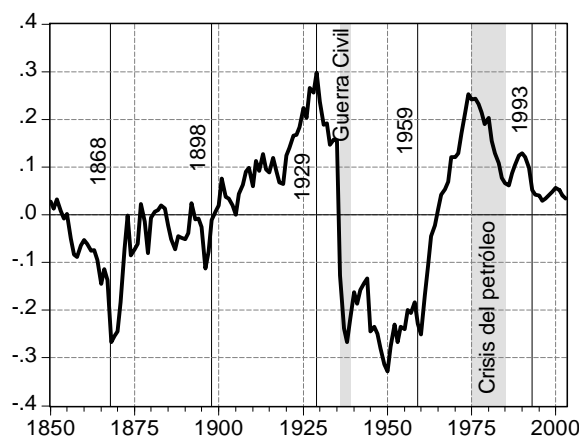
El ciclo empírico calculado de esta manera (diferencia entre la serie original y la tendencia), parte inferior del gráfico 3, presenta una producción decreciente entre 1850 y el final de la Guerra Civil, desde luego, ningún historiador económico estaría de acuerdo con esta afirmación, puesto que la actividad económica creció durante ese periodo, especialmente durante la segunda década del siglo XX. Desde esta perspectiva se puede plantear la existencia de dos tendencias separadas por el mínimo absoluto del ciclo empírico (final de la Guerra Civil), de hecho esta fue la alternativa elegida en el trabajo, antecedente de éste como ya se ha mencionado, realizado en 2002. Alternativamente se puede considerar como tendencia no sólo la recta que pasa por los extremos de la serie, sino considerar la suma de ésta y el ciclo

de más baja frecuencia o mayor periodicidad (154 años), que resulta de la descomposición del ciclo empírico del gráfico 3 en ciclos de periodicidades fijas. La descomposición de la serie en tendencia y ciclo empírico planteada de esta forma se reproduce en el gráfico 4.



*Gráfico 4.
Ln(PIB), tendencia+ciclo de 154 años y ciclo empírico.*

Ahora el ciclo empírico, parte inferior del gráfico 4, parece ser acorde con los hechos económicos. El gráfico 5 reproduce este ciclo empírico en el que se han resaltado algunos de los periodos más significativos.



*Gráfico 5.
Ciclo empírico del PIB español entre 1850 y 2003 .*

Tortella (1994, p. 4) describe la evolución de la economía española de la siguiente forma.

En términos generales la economía española creció entre 1850 y 1930, especialmente en la última década (1920-1930). Se hundió entre 1930 y 1950 debido a los efectos combinados de la Gran Depresión, la Guerra Civil y una larga depresión posbélica. A partir de 1950 comenzó un fuerte crecimiento más acelerado en la década de los sesenta, a partir del Plan de Estabilización, en lo que se puede denominar como la década de la revolución industrial española, crecimiento que finaliza con la Crisis del Petróleo de la segunda mitad de la década de los setenta y primera de los ochenta. La fuerte crisis internacional del petróleo en España se agudizó con los efectos de la Reconversión Industrial y que, con el paréntesis de crecimiento de la segunda mitad de la década de los ochenta, desemboca en la crisis de 1993.

En conclusión, el ciclo empírico del gráfico 5 es conforme con los hechos tal y como los describen los historiadores económicos.

3. Relación entre el PIB y la inversión en bienes de equipo.

El gráfico 6 reproduce los ciclos empíricos de ambas variables calculados por el mismo procedimiento (eliminación de la tendencia y del ciclo teórico de 154 años).

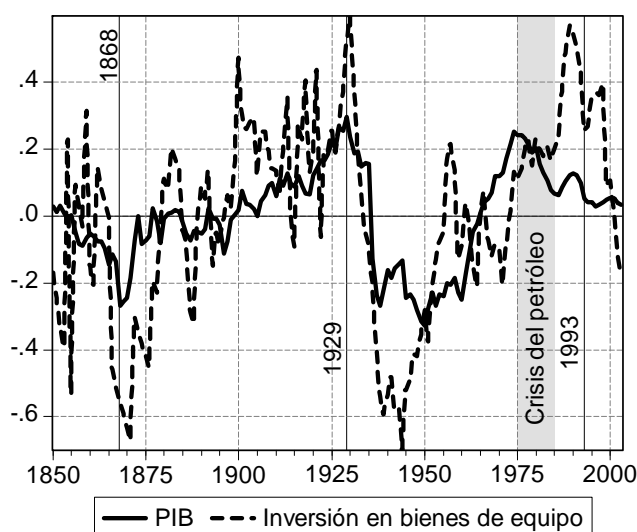


Gráfico 6.
Ciclos empíricos del PIB y de la inversión en bienes de equipo (1850-2003).

La inversión presenta mayor variabilidad, las crisis de 1868, 1929, 1993 y la desaceleración actual van acompañadas por una fuerte reducción en la inversión en bienes de equipo. No ocurre lo mismo en la crisis del petróleo, en la que se produce una ralentización pero no una fuerte caída.

La regresión entre los ciclos empíricos, cuadro 1, es conforme con la hipótesis mantenida pero su reducido coeficiente de determinación permite calificar los resultados de insatisfactorios.

<i>Cuadro 1.</i>	
<i>Regresión entre los ciclos empíricos.</i>	
Dependent Variable: Ln (PIB)	
Method: Least Squares	
Sample: 1850 2003	
Included observations: 154	
Variable	Coefficient
Ln (Bienes de equipo)	0.317375
C	3.97E-12
R-squared	0.427437
Adjusted R-squared	0.423670
S.E. of regresión	0.109354
Sum squared resid	1.817657

Que se traducen en una fuerte dispersión entre la línea de regresión y las observaciones representadas de forma atemporal (gráfico 7).

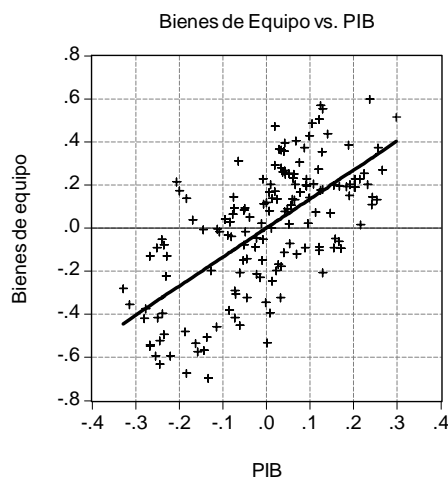


Gráfico 7.
Ciclos empíricos del PIB y de la inversión en bienes de equipo (1850-2003).
Relación atemporal.

En nuestra interpretación esto se debe a que los ciclos empíricos son heterogéneos, resultado de la superposición de ciclos regulares de periodicidades fijas y por consiguiente, la descomposición del ciclo empírico permite profundizar en las regularidades comunes entre ambas variables.

El cuadro 2 reproduce los periodogramas de los ciclos empíricos de ambas variables. La primera columna presenta la periodicidad de cada armónico o ciclo teórico, la segunda y tercera el porcentaje de contribución a la varianza de los ciclos empíricos del PIB y de la inversión en bienes de equipo respectivamente.

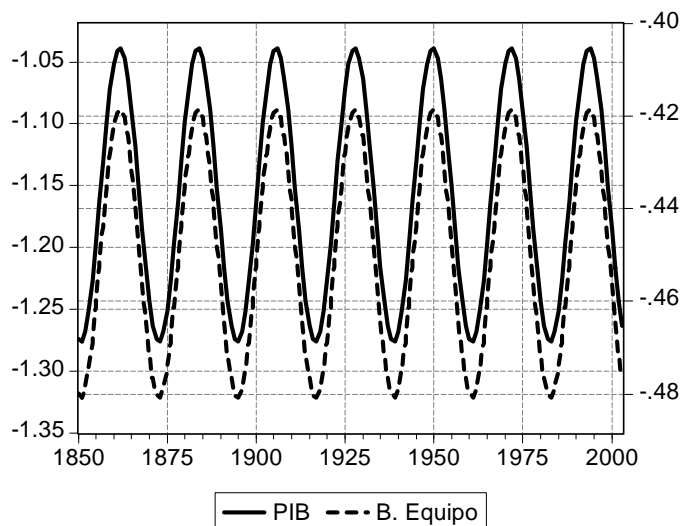
No se trata de conseguir un buen ajuste, para ello bastaría con seleccionar los ciclos que más contribuyen a la varianza, sino de buscar las regularidades más relevantes. Por ello analizaremos sólo los picos del periodograma, es decir, aquellos ciclos teóricos cuya contribución a la varianza es mayor que su precedente y consecuente – en el cuadro 2 resaltados mediante sombreado–. Además y puesto que estamos interesados en las regularidades comunes, seleccionaremos aquellas que lo son para ambas variables –en negrita y recuadrados–. En nuestra interpretación estos ciclos teóricos comunes permiten analizar la relación entre ambas variables considerando que el resto de causas permanecen constantes –ceteris paribus–, es decir, el resto de causas se encuentran englobadas en la tendencia y en el resto de periodicidades no consideradas.

<i>Cuadro 2. Periodogramas del PIB y de inversiones en bienes de equipo</i>											
Periodograma			Periodograma (continuación)			Periodograma (continuación)			Periodograma (continuación)		
Periodo	PIB	B. Equipo	periodo	PIB	B. Equipo	periodo	PIB	B. Equipo	periodo	PIB	B. Equipo
154.0000	81.55939	91.71997	7.333333	0.006002	0.011817	3.756098	0.004133	0.004960	2.524590	8.11E-06	0.027314
77.00000	9.722978	4.044623	7.000000	0.064713	0.037364	3.666667	0.020596	0.008444	2.483871	0.003686	0.024228
51.33333	4.081936	0.048037	6.695652	0.049243	0.010112	3.581395	0.014362	0.000882	2.444444	0.001138	0.012276
38.50000	1.731655	0.400262	6.416667	0.002557	0.012934	3.500000	0.004413	0.019564	2.406250	0.009445	0.014037
30.80000	0.150183	0.701600	6.160000	0.038715	0.003229	3.422222	0.009324	0.005976	2.369231	0.015422	0.017290
25.66667	0.418864	0.529975	5.923077	0.003565	0.019947	3.347826	0.000857	0.017131	2.333333	0.003483	0.005982
22.00000	0.450957	0.645677	5.703704	0.097869	0.014531	3.276596	0.002091	0.004742	2.298507	0.000209	0.022540
19.25000	0.096295	0.308100	5.500000	0.002080	0.064826	3.208333	0.000245	0.007851	2.264706	0.000869	0.008358
17.11111	0.173859	0.119855	5.310345	0.029103	0.002932	3.142857	0.004912	0.006937	2.231884	0.004309	0.018224
15.40000	0.099433	0.013334	5.133333	0.019274	0.031348	3.080000	0.007782	0.011832	2.200000	0.000413	0.005319
14.00000	0.119901	0.073036	4.967742	0.001866	0.007602	3.019608	0.004280	0.007509	2.169014	0.001036	0.009083

<i>Cuadro 2. Periodogramas del PIB y de inversiones en bienes de equipo</i>											
Periodograma			Periodograma (continuación)			Periodograma (continuación)			Periodograma (continuación)		
12.83333	0.090967	0.019753	4.812500	0.011180	0.010316	2.961538	0.002905	0.046673	2.138889	0.011296	0.005986
11.84615	0.141167	0.078657	4.666667	0.012821	0.008469	2.905660	0.000829	0.022570	2.109589	0.000557	0.006697
11.00000	0.085519	0.023823	4.529412	0.027530	0.019469	2.851852	0.029942	0.000307	2.081081	0.004072	0.019009
10.26667	0.167873	0.008783	4.400000	0.038982	0.044829	2.800000	0.001060	0.016628	2.053333	0.001567	0.000789
9.625000	0.091144	0.160127	4.277778	0.002057	0.001403	2.750000	0.006906	0.007647	2.026316	0.002268	0.010949
9.058824	0.084151	0.106156	4.162162	0.009797	0.019718	2.701754	0.001943	0.042426	2.000000	0.000343	0.008690
8.555556	0.037194	0.022104	4.052632	6.77E-05	0.033278	2.655172	0.005798	0.030938			
8.105263	0.052323	0.024366	3.948718	0.006335	0.014159	2.610169	0.011488	0.014105			
7.700000	0.011117	0.026968	3.850000	0.013507	0.010984	2.566667	0.001840	0.051631			

El ciclo teórico de 154 años es un pico común de ambas variables, el que más contribuye a la varianza del ciclo empírico, pero ya se ha analizado al considerarlo como parte de la tendencia.

El siguiente pico común es el de 22 años, el gráfico 8 reproduce ambos ciclos teóricos.



*Gráfico 8.
Ciclos teóricos de 22 años del PIB y de la
Inversión en bienes de equipo (1850-2003).*

La regresión entre ellos se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3.	
Regresión entre ciclos teóricos de 22 años.	
Dependent Variable: PIB	
Method: Least Squares	
Simple: 1850 2003	
Included observations: 154	
Variable	Coefficient
B. Equipo	0.271519
C	-0.109930
R-squared	0.997591
Adjusted R-squared	0.997575
S.E. of regression	0.001109
Sum squared resid	0.000187

Puesto que las series están en logaritmos, el coeficiente de la regresión se puede interpretar como la elasticidad media entre la inversión en bienes de equipo y el PIB, es decir, una variación del 1% de variación en el ciclo teórico de 22 años de la inversión provoca un incremento del 0.27% en el PIB.

La elasticidad es conforme con la hipótesis mantenida y el R^2 es ahora muy elevado. La representación atemporal (gráfico 9) es cercana a la situación teórica ideal. En nuestra interpretación la regresión entre ciclos teóricos reproduce la relación de ambas variables considerando el resto de causas sin variación, dicho de otra forma, el resto de causas están englobadas en la tendencia y en los ciclos teóricos no considerados. La relación entre ciclos teóricos de 22 años cumple estrictamente la relación positiva entre producción e inversión en bienes de equipo como requiere el planteamiento teórico mantenido.

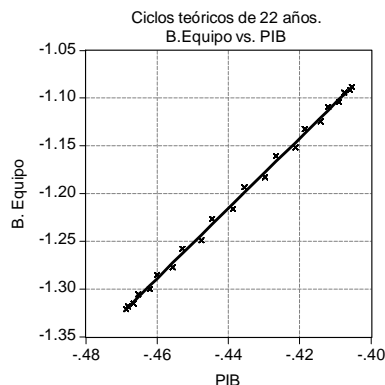


Gráfico 9.
Ciclos teóricos de 22 años del PIB y de la inversión en bienes de equipo.
Relación atemporal.

El cuadro 7 resume el análisis realizado en todas las periodicidades comunes (cuadro 3) indicando la periodicidad, ecuación de regresión, desfase en que se produce mayor correlación, coeficiente de determinación, elasticidad y contribución a la varianza del ciclo empírico del PIB.

Cuadro 7.
Relación entre el PIB y la Inversión en bienes de equipo (1850 - 2003)

Periodo	Ecuación	Desfase	R ²	Elasticidad	Contribución a la varianza
C. Empírico	$PIB_t = 0.32 \cdot B \cdot Equipo_t + c$	0.000000	0.427437	0.317375	
154.0000	$PIB_t = 0.29 \cdot B \cdot Equipo_{t-3} + c$	-11.000000	0.999972	0.306735	81.55939
22.00000	$PIB_t = 0.27 \cdot B \cdot Equipo_t + c$	0.000000	0.997591	0.271519	0.450957
14.00000	$PIB_t = 0.41 \cdot B \cdot Equipo_t + c$	0.000000	0.959694	0.408295	0.119901
11.84615	$PIB_t = 0.43 \cdot B \cdot Equipo_{t-2} + c$	-2.000000	0.987300	0.433559	0.141167
7.000000	$PIB_t = 0.42 \cdot B \cdot Equipo_{t-1} + c$	-1.000000	0.974036	0.422936	0.064713
4.400000	$PIB_t = 0.30 \cdot B \cdot Equipo_t + c$	0.000000	0.947306	0.295333	0.038982
3.666667	$PIB_t = -0.51 \cdot B \cdot Equipo_{t+5} + c$	5.000000	0.996975	-0.507212	0.020596
3.080000	$PIB_t = 0.26 \cdot B \cdot Equipo_{t+8} + c$	8.000000	0.981562	0.261012	0.007782
2.369231	$PIB_t = 0.29 \cdot B \cdot Equipo_t + c$	0.000000	0.911902	0.293925	0.015422
2.231884	$PIB_t = -0.16 \cdot B \cdot Equipo_{t+2} + c$	2.000000	0.994757	-0.157739	0.004309
2.081081	$PIB_t = 0.15 \cdot B \cdot Equipo_{t+6} + c$	6.000000	0.993300	0.150260	0.004072
2.026316	$PIB_t = 0.15 \cdot B \cdot Equipo_{t-33} + c$	-33.00000	0.999760	0.146401	0.002268

De las doce periodicidades analizadas ocho son favorables a la hipótesis mantenida, siete si se considera el ciclo de 154 años como tendencia. La mayor variabilidad de las inversiones en bienes de equipo se refleja en elasticidades reducidas.

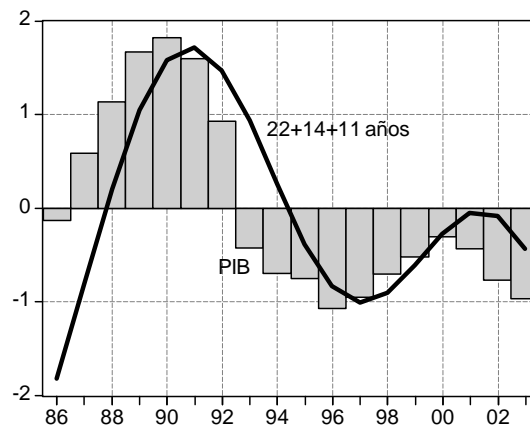
Los ciclos teóricos de 3.08 y 2.08 años, a pesar de tener una elasticidad positiva, han sido descartados puesto que la producción se adelanta a la inversión en bienes de equipo, y el concepto de causalidad lógica exige que la causa preceda o sea contemporánea al efecto, en estas periodicidades la causa de la inversión en bienes de equipo es el aumento (o disminución) de la producción, es decir, en el corto plazo (periodicidades de 3 y 2 años) las inversiones en bienes de equipo se realizan teniendo en cuenta la capacidad instalada y el uso que se hace de ella, cuando se utiliza toda la capacidad instalada se acometen nuevas inversiones en bienes de equipo, pero el objetivo de estas inversiones no es aumentar la producción sino

adaptar los equipos a la producción que efectivamente se realiza, es decir, en el corto plazo es la utilización plena de los bienes de equipo la que induce a inversiones.

En el resto de periodos (3.66 y 2.23 años) con elasticidades contrarias a la hipótesis mantenida, se rechaza la existencia de una relación causal entre ambas variables, se entiende que estos ciclos de producción serían debidos a causas diferentes a la variación en la inversión en equipo.

En definitiva las evidencias empíricas son favorables a la hipótesis mantenida, al menos en las siete periodicidades mencionadas (22, 14, 11.84, 7, 4.4, 2.36 y 2.02 años). En estas periodicidades la inversión precede o son contemporáneas a la producción siendo coherentes con una relación de causa-efecto.

El gráfico 10 muestra el ciclo empírico del PIB (el que resulta de eliminar la tendencia y el ciclo de 154 años) y la suma de los tres ciclos más relevantes (22, 14 y 11 años) entre 1986 y 2003.



*Gráfico 10.
Ciclos empírico del PIB y suma de las periodicidades de 22, 14 y 11 años
(1986 – 2003).*

Que reproduce los ciclos del periodo: crecimiento de la segunda mitad de los años ochenta, crisis de 1993, mejoría de la segunda mitad del los noventa y ralentización actual.

El cuadro 8 (gráfico 11) presenta el PIB y la predicción en tasas de variación⁷.

Cuadro 8. PIB (%) y predicciones.		
Obs	PIB (%)	Ciclos de 22, 14 y 11 años
1994	2.74	2.38
1995	3.40	2.40
1996	2.44	2.68
1997	3.94	3.12
1998	4.32	3.56
1999	4.02	3.85
2000	4.07	3.87
2001	2.80	3.59
2002	2.00	3.07
2003	2.40	2.43
2004	NA	1.83
2005	NA	1.46
2006	NA	1.43
2007	NA	1.77
2008	NA	2.43
2009	NA	3.27
2010	NA	4.09

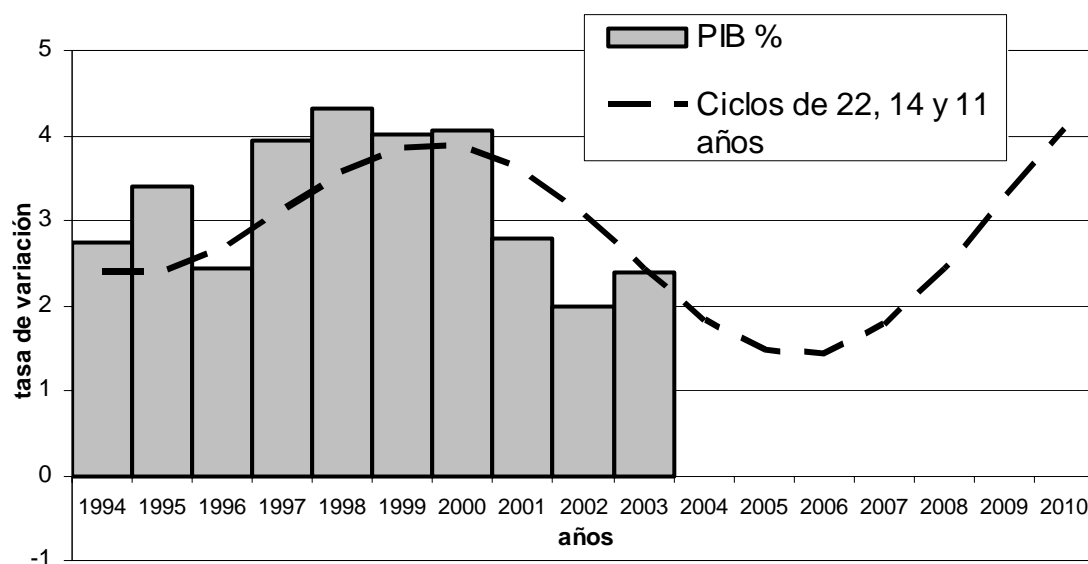


Gráfico 12.
Predicciones (1994 - 2010).

⁷ La predicción se calcula sumando la tendencia a los ciclos teóricos considerados. Puesto que se ha trabajado en logaritmos, la tasa de variación resulta de calcular la primera diferencia.

Que plantea un escenario de ralentización económica hasta 2006. La predicción se fundamenta en el diagnóstico previo, teórico, de que la actividad económica está siendo influida esencialmente por el comportamiento de la inversión en bienes de equipo, es evidente que si nuestro planteamiento fuera erróneo en el sentido de que la influencia esencial en el próximo futuro fuera por poner un ejemplo plausible, la evolución adversa de los precios del petróleo, entonces la predicción realizada aquí sería inadecuada.

Cabe destacar la similitud entre la predicción actual y la realizada en el trabajo de 2002 (gráfico 1).

APÉNDICE I (Metodología).

La metodología de descomposición utilizada se realiza en dos etapas. En la primera se procede a separar el movimiento observado en tendencia y ciclo empírico, atendiendo a la exigencia formal de separar el movimiento repetitivo del sistemático no repetitivo. La segunda consiste en realizar una descomposición del ciclo empírico en ciclos teóricos de periodicidades fijas.

Puesto que descomponemos la serie observada en ciclo y tendencia, es necesario definir claramente ambos movimientos. En este sentido entendemos por tendencia aquella parte del movimiento que, en el conjunto de todo el periodo objeto de estudio, muestra una evolución constante al alza o a la baja. Es decir lo propio de la tendencia es la no recurrencia (Álvarez, 1999). Una vez establecido lo que se entiende por tendencia, el ciclo se define de forma residual: es decir el ciclo sería aquella parte del movimiento que no es tendencia, viniendo este movimiento caracterizado precisamente por la recurrencia.

Definidos ambos tipos de movimientos, hemos de elegir un método para separarlos. Dado que en nuestra opinión el interés principal reside en el ciclo, ha de ponerse un cuidado especial en no eliminar parte de éste al mismo tiempo que la tendencia. En este sentido, la tendencia no es el movimiento que mejor se ajusta a los datos observados, sino aquel que una vez estimado y eliminado, deja inalterados los ciclos (Álvarez, 1999). Teniendo presente este objetivo, consideramos que el método de estimación de la tendencia que mejor se adecua al mismo, es el llamado método de la cuerda. Consiste en calcular la recta que pasa por los extremos de la serie empírica, y considerar ésta como tendencia. En consecuencia la ecuación de la tendencia vendrá dada por:

$$T = Y_1 - \frac{Y_n - Y_1}{n - 1}(t - 1) \quad (1)$$

donde n es el número de observaciones e Y_t la serie de la que se desea estimar la tendencia. Este procedimiento tiene la ventaja en relación con la regresión respecto al tiempo, el hecho de que la tendencia estimada comienza y termina en cero, no presentando el ciclo empírico movimientos explosivos (ni amortiguados) ni al principio ni al final del mismo. Y con relación a otros procedimientos de eliminación de la tendencia (tasas de variación, medias móviles, regresión parabólica), el no estimar junto con la tendencia parte del ciclo.

Obtenida la tendencia el ciclo resulta simplemente de restar ésta al movimiento original. La serie así obtenida es el *ciclo empírico*, pero éste es susceptible de una descomposición posterior en ciclos teóricos de diferentes periodicidades, en lo que se conoce como análisis armónico o análisis de Fourier. Es decir la metodología que vamos a aplicar, lleva a cabo dos descomposiciones. Una primera que consiste en separar el ciclo de la tendencia, conocida como *descomposición en el dominio del tiempo*, y otra posterior que descompone el ciclo empírico en ciclos teóricos de diferentes periodicidades, llamada *descomposición en el dominio de las frecuencias*.

El instrumento adecuado para llevar a cabo esta segunda separación, es el análisis de Fourier, según el cual cualquier serie periódica, Y_t , puede ser convenientemente aproximada (Chatfield, 1988) por la expresión:

$$Y_t = a_0 + \sum_{p=1}^{T/2} (a_p \cos pw_0t + b_p \text{sen } pw_0t) \quad (2)$$

donde T es el número de observaciones de la serie Y , a y b son coeficientes a estimar por regresión, y w_0 es la frecuencia angular, dada por,

$$w_0 = \frac{2\pi}{T} \quad (3)$$

Por otra parte p indica el orden del armónico, estando compuesto cada uno de ellos por una onda de seno y otra de coseno del mismo periodo (siendo éste el inverso de la frecuencia). De manera que la expresión (2) se reduce a una regresión múltiple de con T variables explicativas y $T/2$ armónicos. Puesto que los armónicos son por definición ortogonales (independientes), no se incurre en el problema de la multicolinealidad. Además la varianza total es la suma de la varianza explicada por cada uno de los $T/2$ armónicos. Puesto que, de acuerdo con el teorema de Parseval, la varianza total de la serie Y viene dada por,

$$\frac{1}{T} \sum (Y_t - \bar{Y})^2 = \sum \frac{R_p^2}{2} \quad (4)$$

donde $R_p = \sqrt{a_p^2 + b_p^2}$ indica la amplitud del armónico de orden p , la contribución individual de cada uno de los armónicos será:

$$\frac{\frac{R_p^2}{2}}{\frac{1}{T} \sum (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (5)$$

Representando en ordenadas la contribución a la varianza de cada uno de los armónicos y en abcisas el orden de los mismos, obtenemos el periodograma. Los picos en este gráfico, nos indicarán cuales son las periodicidades más relevantes a la hora de explicar la varianza total.

Pero el análisis armónico sólo será útil en la medida consiga explicar una parte sustancial del movimiento con un reducido número de armónicos, pues de otra forma no habría realmente progreso científico.

Si existe una relación causal ésta debe tener lugar en la misma periodicidad para causa y efecto. Por otra parte el periodograma permite saber cuáles son las periodicidades más relevantes para la explicación de la varianza total. Por tanto el procedimiento a seguir consiste en computar primero el periodograma de las series a relacionar y comprobar si existen picos comunes. De haberlos se calculan los ciclos teóricos correspondientes y se verifica si existe o no la relación causal.

Anexo II (datos primarios)

PIB. Pesetas constantes de 1995

1850	2172.300	2204.100	2311.300	2319.100	2345.700
1855	2433.400	2369.100	2349.100	2396.900	2513.100
1860	2602.800	2639.700	2655.400	2714.800	2713.600
1865	2632.900	2764.900	2756.200	2460.200	2534.400
1870	2602.300	2805.600	3187.600	3469.700	3236.300
1875	3321.000	3401.600	3743.700	3646.300	3456.000
1880	3758.700	3849.700	3900.000	3973.800	3984.900
1885	3886.400	3804.600	3759.300	3894.700	3912.900
1890	3928.300	4010.300	4302.100	4193.700	4226.600
1895	4186.700	3861.600	4033.400	4340.800	4445.600
1900	4537.300	4839.500	4693.800	4713.600	4685.900
1905	4629.000	4882.900	5022.600	5208.300	5302.100
1910	5147.700	5485.000	5432.700	5688.800	5575.500
1915	5607.300	5853.400	5771.900	5708.700	5772.300
1920	6218.600	6418.400	6698.500	6817.700	7056.800
1925	7468.200	7451.200	8097.400	8174.300	8707.600
1930	8370.700	8146.600	8364.200	8193.100	8485.400
1935	8673.600	6715.600	6168.800	6153.200	6627.700
1940	7232.300	7268.800	7706.100	8063.200	8396.600
1945	7760.100	8082.700	8243.000	8266.300	8264.900
1950	8434.900	9211.400	10000.40	9997.500	10707.10
1955	11062.40	11967.70	12360.70	13136.30	13071.00
1960	13288.30	15014.00	16628.60	18412.50	19635.60
1965	21158.90	22738.90	23959.40	25387.20	27878.40
1970	29069.00	30567.50	33263.00	36254.50	39256.60
1975	40451.40	42245.60	43584.10	44632.20	45412.50
1980	47930.70	47645.90	48358.70	49281.50	49822.90
1985	51281.50	53088.90	56600.60	59953.00	63458.40
1990	66270.10	68276.40	69254.70	68569.40	70447.00
1995	72841.70	74617.00	77556.40	80904.90	84158.30
2000	87580.90	90033.17	91833.83	94037.84	NA

De 1850 a 2000: PRADOS DE LA ESCOSURA, L: El progreso económico de España (1850-2000). De 2001 a 2003 CNE.

Bienes de Equipo. Pesetas constantes de 1995.

1850	0.010000	0.010000	0.010000	0.010000	0.020000
1855	0.010000	0.020000	0.020000	0.020000	0.030000
1860	0.020000	0.020000	0.030000	0.030000	0.030000
1865	0.030000	0.020000	0.020000	0.020000	0.020000
1870	0.020000	0.020000	0.030000	0.030000	0.030000
1875	0.030000	0.030000	0.040000	0.040000	0.050000
1880	0.060000	0.060000	0.070000	0.070000	0.070000
1885	0.060000	0.060000	0.050000	0.050000	0.070000
1890	0.080000	0.080000	0.090000	0.070000	0.080000
1895	0.080000	0.090000	0.100000	0.100000	0.120000
1900	0.170000	0.150000	0.150000	0.160000	0.170000
1905	0.150000	0.180000	0.190000	0.190000	0.190000
1910	0.200000	0.200000	0.240000	0.300000	0.230000
1915	0.220000	0.340000	0.350000	0.450000	0.370000
1920	0.420000	0.590000	0.390000	0.550000	0.600000
1925	0.700000	0.720000	0.860000	1.050000	1.340000
1930	1.610000	1.450000	1.340000	1.310000	1.300000
1935	1.400000	1.410000	1.300000	1.270000	1.360000
1940	1.630000	1.950000	2.020000	2.310000	2.310000
1945	3.140000	3.690000	4.560000	5.200000	6.360000
1950	7.870000	8.230000	11.03000	13.91000	16.92000
1955	20.00000	28.86000	34.74000	37.14000	32.91000
1960	39.51000	51.88000	56.73000	57.91000	62.32000
1965	89.02000	110.8400	110.3800	121.2400	144.5000
1970	163.7500	170.2800	218.7000	280.6700	362.0200
1975	405.9900	480.7000	583.4800	682.8400	721.8400
1980	887.3200	980.7400	1091.540	1269.480	1378.630
1985	1612.380	1875.280	2423.530	3049.770	3709.230
1990	4080.710	4337.760	4469.980	4171.230	4683.980
1995	5665.200	6313.210	6914.270	7848.210	6340.870
2000	7033.470	7019.400	6696.510	6823.740	NA

De 1850 a 2000: PRADOS DE LA ESCOSURA, L: El progreso económico de España (1850-2000). De 2001 a 2003 CNE.

Bibliografía

- AFTALION, A. (1927): *Le probleme des previsiones economiques aux Etats Unis*. Revue d'Economie Politique, XLI, pp. 833-859.
- ALCAIDE, A. y ÁLVAREZ, N. (1992): *Econometría. Modelos deterministas y estocásticos*. Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S. A. Madrid.
- ALLAIS, M.(1952): *Traité d'economie pure. Tome I: "Les dones generales de l'economie pure"*. Imprimerie Nationale. París.
- ÁLVAREZ VÁZQUEZ, N. (1996). *Introducción a la evolución de la metodología de la econometría*. Madrid. UNED. Aula Abierta.
- ÁLVAREZ VÁZQUEZ, N. (2002). *Metodología econométrica: análisis de indicadores cíclicos*. Madrid. UNED. Cuadernos de la UNED.
- CHATFIELD, C. (1989): *The Analysis of Time Series. An Introduction*. Chapman and Hall. London.
- HAYEK, FRIEDRICH A. (1931): *Prices and Production*. Londres. Routledge, 1931. Existe una versión en español: *Precios y Producción* (Madrid: Unión Editorial, S. A.).
- HECKMAN, J. J. (2000). *Causal Parameters and Policy Analysis in Economics A Twentieth Century Retrospective*. The Quarterly Journal of Economics, XLI, 3, pp. 471-486.
- KEYNES, J. M. (1939). *Professor Tinbergen's Method*. Economic Journal. Vol. XLIX, pp. 558-568.
- KYDLAND, F.E. and PRESCOTT, E.C. (1982) : *Time to Build and Aggregate Fluctuations*. Econometrica, XXXIII, pp. 573-601.
- MYSKIS, A. D. (1975): *Introductory Mathematics for Engineers*. Lectures in Higher Mathematics. Mir Publishers. Moscow.
- PRADOS DE LA ESCOSURA, L (2003): *El progreso económico de España (1850-2000)*. Madrid: Fundación BBVA.
- SANZ CARNERO, B, PÉREZ PASCUAL, P.A. y LOPEZ C. (2002): *El PIB español; regularidades cíclicas y coyuntura*. Actas del II Congreso Internacional sobre Ciclos Económicos. Madrid. UNED, pp. 135-147.
- SARDÁ, JUAN (1948). *La Política Monetaria y las fluctuaciones de la Economía española en el siglo XIX*. Madrid: CSIC.

SHUMPETER J.A (1939): *Business Cycles: Theoretical, Historical, and Statistic Analysis of the Capitalist Process*. Mc Graw Hill Boockco. New Cork.

TORTELLA, GABRIEL (1994): *El desarrollo de la España contemporánea. Historia económica de los siglos XIX y XX*. Madrid: Alianza Editorial.