

CICLOS DE LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL EN COLOMBIA:
EXTRACCIÓN DEL CICLO DEL SECTOR Y DE SUS RAMAS DE
ACTIVIDAD

Constanza Martínez
Diana Carolina Mesa

SERIE DOCUMENTOS DE TRABAJO

No. 77

Noviembre 2009

Ciclos de la producción industrial en Colombia: Extracción del ciclo del sector y de sus ramas de actividad

Constanza Martínez¹

Diana Carolina Mesa

Universidad del Rosario

Resumen

En este documento empleamos el filtro de Butterworth para analizar la producción industrial total y por ramas de actividad mediante la extracción de señales en las frecuencias bajas y altas. En las frecuencias bajas la tendencia de la producción al interior del sector exhibe una dinámica que difiere fuertemente entre actividades. En las frecuencias altas, la mayoría de las ramas industriales presentan una mayor sensibilidad al ciclo común del sector que a los ciclos particulares o idiosincráticos, evidenciando una sincronización en la respuesta de la producción frente a choques exógenos.

Abstract

In this paper we use the Butterworth filter in order to extract the signals of the total manufacturing production and its sub-sectors, in its low and high frequencies. In the low frequencies, the trend of production presents strong differences among industrial activities. In the high frequencies, most of the sub-sectors exhibit a stronger sensibility to the common cycle than to particular cycles, which evidence a synchronized response of production to exogenous shocks.

Clasificación JEL: C32, E32

Palabras clave: Componentes no observados, filtro de Butterworth, ciclo sectorial.

Introducción

Los factores que determinan la producción y generación de utilidades en una empresa ha sido un tema ampliamente estudiado en la teoría económica. Si bien una gestión eficiente de la liquidez, rentabilidad y endeudamiento son esenciales en estos procesos, el entorno macroeconómico y en general los ciclos económicos también cobran importancia al momento de analizar la evolución de la producción en el largo plazo.

¹ Se agradecen los comentarios y sugerencias de Manuel Ramírez, Luis Eduardo Arango y Andrés García.

Los ciclos económicos definidos a la Burns y Mitchel (1946) corresponden a un conjunto fluctuaciones compuestas por fases de expansión y contracción de las actividades productivas. Su duración promedio, definida como el tiempo que transcurre entre dos fases de expansión puede oscilar entre 1.5 y 8 años, dependiendo de la serie que se analiza². Si las fluctuaciones son comunes a muchos sectores conforman ciclos económicos, pero si son particulares a una actividad productiva entonces constituyen ciclos idiosincráticos.

Los ciclos (económicos o idiosincráticos) y la tendencia constituyen las componentes no observadas de las series de producción. En la literatura se han desarrollado diferentes técnicas para estimar y cuantificar estas componentes. La primera aproximación fue propuesta por Burns y Mitchel (1946) mediante estimaciones de los ciclos de la producción en Inglaterra, Francia, Alemania y Estados Unidos. Aun cuando este método ha sido muy criticado por el criterio subjetivo que usa para identificar los cambios de tendencia en las series, sus resultados coinciden con metodologías recientes y más complejas empleadas en datos de producción e inversión de Estados Unidos.

Con posterioridad a esta primera metodología surgieron otras alternativas que, por sus características, se pueden clasificar en tres grupos. En el primer grupo se encuentran los estudios que han buscado establecer la duración de los ciclos e identificar los puntos de giro de la producción; ya sea mediante sistemas de indicadores, o a partir de modelos econométricos de series de tiempo (Burns y Mitchel 1946, Stock y Watson 1988, 1989 y Emerson y Hendry 1996). Los otros dos grupos de estudios se han enfocado en extraer los componentes no observados de las series. El segundo grupo con filtros univariados (Hodrick y Prescott 1980 y Baxter y King 1999) y el tercero a partir de *Band Pass Filters* (Christiano y Fitzgerald 2003) y de modelos estructurales de series de tiempo con *Generalized Band Pass Filters* (Harvey y Trimbur 2003 y Pelagatti 2005).

La evidencia empírica para el caso colombiano se ha concentrado en los dos primeros grupos. En el primero, los estudios han planteado la construcción de indicadores de referencia basados en un conjunto de variables relacionadas con la actividad productiva

² Según Baxter y King (1999) es posible identificar fluctuaciones por debajo del límite inferior, que corresponden a ruido blanco y por tanto su aporte no es relevante. Por encima del límite superior: 8 años, las fluctuaciones evidencian un componente de evolución lento hacia el crecimiento de largo plazo.

(Melo, French y Langaebek 1988, Ripoll, Misas y López 1996, Maurer y Uribe 1996, Maurer, Uribe y Birchenall 1996, Melo y Nieto 2001 y Castro 2003). En el segundo grupo se encuentran estudios cuyo principal propósito ha sido calcular el componente cíclico de las series para establecer la cronología y características de los ciclos (Maurer y Uribe 1996, Arango, Arias y Flórez 2007, Arango, Arias, Flórez y Jalil 2007).

El presente trabajo pretende analizar la actividad productiva en Colombia mediante modelos estructurales basados en *Generalized Band Pass Filters*. En particular, este estudio se concentra en el sector industrial, que en el caso colombiano reviste gran importancia por su contribución a la producción total de la economía, como lo muestran las cifras del DANE sobre producción y empleo. Entre los años 2000 y 2007 la producción industrial representó 14.7% del PIB total, después de Servicios sociales (21.3%) y Establecimientos financieros (14.8%). En concordancia con lo anterior, entre 2000 y 2003 este sector generó 19.2% del empleo total urbano.

El estudio de los componentes no observados de las series de producción puede generar información útil para el diseño de políticas sectoriales, que permitan priorizar las medidas requeridas para estimular la producción cuando se encuentra en la parte baja del ciclo. Este documento tiene como principal objetivo cuantificar esos componentes de tendencia y ciclo para el sector industrial agregado y para sus principales ramas de actividad, usando los datos mensuales de producción industrial del DANE. De tal manera, el propósito principal es evaluar si las fluctuaciones de las ramas industriales comparten la misma dinámica del sector.

La descomposición de las series de producción industrial no se realiza mediante filtros univariados como el de Hodrick y Prescott, ya que sus resultados no son invariantes frente a cambios en el orden de extracción de sus componentes y puede generar ciclos espurios (Harvey y Jaeger 1993, Cogley y Nason 1995, Gómez 2001 y Pelagatti 2005). Para evitar esta dificultad optamos por el filtro de Butterworth (1930), que es un *Generalized Band Pass Filters*, que extrae ambos componentes de manera simultánea.

Nuestros resultados muestran que los ciclos son irregulares y que para la industria total tienen una duración promedio superior a 2.5 años. Al interior del sector encontramos que, con excepción de Materiales de transporte y Productos plásticos, existe una

sincronización de los ciclos debido a la fuerte propagación del ciclo económico de la industria total hacia las ramas que lo componen. Esto implica que los choques exógenos al sector tienen efectos sobre la mayor parte de sus actividades productivas.

El documento está organizado en 4 secciones, adicionales a esta introducción. La primera describe los datos de producción total y por ramas industriales. En la segunda se explica el filtro de Butterworth y sus ventajas frente a procedimientos tradicionales. En la sección tercera se presentan los resultados; y se concluye en la sección 4.

1. Datos

Las estimaciones de los ciclos agregados y por ramas de actividad se basan en los índices de producción de la Muestra Mensual Manufacturera (MMM) del DANE, entre enero de 1980 y junio de 2005³. Estos datos son mensuales pero se pasaron a una frecuencia trimestral, que corresponde al promedio de los meses que componen cada trimestre, puesto que los índices industriales son variables stock.

La dinámica industrial es capturada mediante el índice de producción real de la industria sin trilla de café (IPRT). Si bien la medición de las cifras industriales ha sufrido algunos cambios metodológicos, los más relevantes se asocian a la clasificación de las ramas que conforman al sector. En enero de 2001 el DANE reemplazó la clasificación internacional industrial uniforme CIIU revisión 2 por la revisión 3 A.C., que generó un cambio en la composición de las ramas industriales y un aumento en su número; que pasó de 29 a 48 con el rediseño muestral. Teniendo en cuenta lo anterior, en este documento reclasificamos las series entre 2001 y 2005 utilizando las tablas de correlativas entre las revisiones 2 y 3, con el fin de realizar un análisis adecuado al interior del sector. Las series se pasaron a la CIIU revisión 2 y en el Anexo 1 se presentan las actividades que explican cada rama industrial.

Las ramas incluidas corresponden a las 10 actividades que tienen la mayor participación dentro del valor de la producción industrial total a precios constantes (Tabla 1).

³ El período de estudio se limita a los datos suministrados por el DANE para las ramas industriales en CIIU rev. 2 a tres dígitos, debido a que con la información de CIIU rev 3 A.C a tres dígitos no es posible construir series compatibles entre las dos clasificaciones.

Tabla 1. Participación de las principales ramas en la industria total, Colombia 1980-2005

	Código clase	Descripción	Participación promedio
1	311	Alimentos (productos alimenticios excepto bebidas)	22.19%
2	352	Otros productos químicos	9.13%
3	353	Refinerías de petróleo	7.00%
4	313	Bebidas	6.69%
5	351	Sustancias químicas	5.17%
6	321	Textiles	4.98%
7	384	Materiales de transporte	4.86%
8	341	Papel y productos de papel	4.65%
9	312	Alimentos diversos	4.47%
10	356	Productos del plástico	3.98%

Cálculos de los autores

Estas ramas en conjunto representan 73% de la producción industrial total; y la más relevante es la de Alimentos que aporta un 22,2% al sector. Las ramas no incluidas corresponden a actividades cuya participación es muy baja. Según la CIU rev. 2, 24 de las 29 clases representan menos del 5% y 12 representan menos del 1% de la producción industrial total.

2. Metodología de estimación del filtro Butterworth

La literatura empírica ha enfrentado desde sus inicios grandes dificultades para definir metodologías apropiadas para descomponer las series. Los filtros tradicionales como, Hodrick y Prescott (1980) –HP en adelante–, han sido muy criticados por identificar ciclos espurios cuando se altera el orden de extracción de los componentes (Harvey y Jaeger 1993, Staedler 1994, Cogley y Nason 1995, Gómez 2001 y Pelagatti 2005). En términos de frecuencias el filtro de HP es de tipo *lowpass*, ya que su propósito es extraer la tendencia de largo plazo de la serie. Su principal limitación consiste en que obtiene el ciclo a partir de la diferencia entre la serie original y su componente de tendencia. En respuesta a estas limitaciones surgieron otras metodologías alternativas propuestas por Baxter y King (1999), Christiano y Fitzgerald (2003) y Harvey y Trimbur (2003).

Los filtros de Baxter y King (1999) y Christiano y Fitzgerald (1999) son de tipo *bandpass* ya que aíslan los movimientos de corto y largo plazo, y se concentran en la extracción del ciclo de la serie. El filtro de Harvey y Trimbur (2003) realiza un análisis

multivariado, que genera un ciclo económico que depende del ciclo extraído de una variable agregada como el PIB y de su relación con otras variables. Su principal ventaja radica en que realiza una extracción simultánea de ciclo y tendencia, por lo cual no altera las propiedades de las series en las demás frecuencias; como si sucede con el filtro de HP. Estas dos propiedades permiten que el filtro de Harvey y Trimbur sea considerado como un filtro ideal.⁴

La metodología utilizada por Harvey y Trimbur (2003) se basa en el filtro de Butterworth en sus versiones *lowpass* y *bandpass* sobre un conjunto de series. Este filtro explica las series por tres componentes ortogonales: tendencia (μ), ciclo (ψ) y un componente irregular (ε) que se considera ruido blanco.

$$y_t = \mu_{m,t} + \psi_{n,t} + \varepsilon_t \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

La extracción de la tendencia se realiza a través de un filtro *lowpass*, que en el dominio del tiempo esta dado por:

$$B_m^{lp}(L) = \frac{1}{1 + q^{-1}[(1-L)(1-L^{-1})]^m} \quad m = 1, 2, 3, \dots \quad (2)$$

Para determinar el efecto de las amplitudes de las componentes de cada frecuencia dado por el parámetro m , se calcula la función de ganancia del filtro reemplazando L por $e^{-i\lambda}$:

$$B_m^{lp}(\lambda) = \frac{1}{1 + q^{-1}(2 - 2 \cos \lambda)^m} \quad (3)$$

Donde λ es la frecuencia en radianes. Usando identidades trigonométricas en la ecuación (3) y definiendo $q = \left[2 \sin\left(\frac{\lambda_p}{2}\right)\right]^{2m}$:

⁴ Un filtro ideal debe ser simétrico, no producir cambios de fase, generar series estacionarias y no cambiar las propiedades de frecuencias diferentes a aquella sobre la que se esta aplicando. Para obtener información más detallada sobre filtros ideales ver Harvey y Trimbur (2003).

$$B_m^{lp}(\lambda) = \left[1 + \left(\frac{\sin(\lambda/2)}{\sin(\lambda_{lp}/2)} \right)^{2m} \right]^{-1} \quad (0 < \lambda_{lp} < \pi) \quad (4)$$

λ_{lp} es la frecuencia en radianes con una función de ganancia igual a 0.25 para series de frecuencia trimestral, ya que hasta ese valor se considera la frecuencia baja y el objetivo del filtro es aislar los efectos de otras frecuencias. De manera que entre mayor sea el parámetro m más acertadamente se van a ignorar los efectos de frecuencias diferentes a la trimestral.

Debido a que el componente cíclico de la serie se encuentra en una frecuencia mayor que el de tendencia, es posible utilizar otro filtro de Butterworth basado en el de frecuencia baja. Para esto se define la ecuación (2) en términos del operador de rezago L y se encuentran las ponderaciones w , que tienen las observaciones cuando la tendencia se estima en medio de una muestra larga:

$$B_m^{lp}(L) = \sum_j w_j y_{t+j}, \quad \sum_j w_j = 1 \quad (5)$$

Si $\lambda_{lp} = \lambda_1$ es la cota superior del segmento donde se estima el filtro *lowpass*, las ponderaciones w garantizan que la importancia de las observaciones decrezca exponencialmente dentro de esta frecuencia para aislar el efecto de las demás. Si se estima el mismo filtro en una frecuencia mayor, como: $\lambda_2 > \lambda > \lambda_1$ y se restan las ponderaciones del filtro de baja frecuencia a los obtenidos en el último, se obtiene el filtro *bandpass*:

$$B_n^{bp}(\lambda; \lambda_1, \lambda_2) = \left[1 + \left(\frac{\sin(\lambda/2)}{\sin(\lambda_2/2)} \right)^{2n} \right]^{-1} - \left[1 + \left(\frac{\sin(\lambda/2)}{\sin(\lambda_1/2)} \right)^{2n} \right]^{-1}, \quad \lambda_2 > \lambda_1 \quad (6)$$

Este filtro *bandpass* logra aislar más adecuadamente los efectos de las frecuencias fuera del segmento λ_1 y λ_2 cuando $n \rightarrow \infty$. Lo anterior se demuestra en la función de ganancia del filtro que se define como:

$$B_n^{bp}(\lambda; \lambda_c) = \left[1 + \frac{1}{q} \left(\frac{4(\cos \lambda - \cos \lambda_c)}{1 + \cos^2 \lambda_c - 2 \cos \lambda_c \cos \lambda} \right)^n \right]^{-1} \quad (7)$$

De acuerdo con esta ecuación el parámetro q determina el ancho de la frecuencia en la que se va a usar el filtro, mientras que el parámetro λ_c explica el valor de la frecuencia donde inicia el rango para el filtro *bandpass*.

La estimación de los filtros para extraer las componentes de ciclo y tendencia están relacionados por sus parámetros y por la definición de las frecuencias. Por esta razón, se plantearon filtros generalizados para cada componente, los cuales garantizan consistencia en los dos segmentos del dominio de frecuencia que son utilizados; y por lo tanto, no alteran las propiedades de la serie en cada frecuencia. El filtro *lowpass* generalizado se define como:

$$GB_{m,n}^{lp}(L) = \frac{q_\xi / [(1-L)(1-L^{-1})]^m}{q_\xi / [(1-L)(1-L^{-1})]^m + q_k [c(L)c(L^{-1})]^n + 1} \quad (8)$$

En donde $c(L) = \frac{1 - \rho \cos \lambda_c L}{1 - 2\rho \cos \lambda_c L + \rho^2 L^2}$. Su función de ganancia esta definida por:

$$GB_{m,n}^{lp}(\lambda) = \frac{q_\xi \left[\frac{1}{2 - 2 \cos \lambda} \right]^m}{q_\xi \left[\frac{1}{2 - 2 \cos \lambda} \right]^m + q_k [g_\psi(\lambda; \rho, \lambda_c)]^n + 1} \quad (9)$$

Con g_ψ dado por:

$$g_\psi(\lambda; \rho, \lambda_c) = \frac{1 + \rho^2 \cos^2 \lambda_c - 2\rho \cos \lambda_c \cos \lambda}{1 + \rho^4 + 4\rho^2 \cos^2 \lambda_c - 4(\rho + \rho^3) \times \cos \lambda_c \cos \lambda + 2\rho^2 \cos 2\lambda} \quad (10)$$

Tanto el filtro *bandpass* generalizado como su función de ganancia dependen de los parámetros m y n :

$$GB_{m,n}^{bp}(L) = \frac{q_k [c(L)c(L^{-1})]^n}{q_\xi / [(1-L)(1-L^{-1})]^m + q_k [c(L)c(L^{-1})]^n + 1} \quad (11)$$

$$GB_{m,n}^{lp}(\lambda) = \frac{q_k [g_\psi(\lambda; \rho, \lambda_c)]^n}{q_\xi \left[\frac{1}{2-2\cos\lambda} \right]^m + q_k [g_\psi(\lambda; \rho, \lambda_c)]^n + 1} \quad (12)$$

Los resultados obtenidos del filtro *bandpass* a partir de una estimación previa del filtro *lowpass* no son los mismos a los que se obtienen de una estimación simultánea de los filtros generalizados. Esto sucede porque la elección inapropiada de los parámetros, como por ejemplo un m muy pequeño, implica que la función de ganancia del filtro *lowpass* interfiera con las propiedades de frecuencias asociadas a las componentes de tendencia y ciclo de la serie. Por lo cual, al estimar un segundo filtro para extraer el ciclo sobre los resultados del primero se parte de una serie cuyo rango de frecuencias asociadas al componente cíclico ya está alterado. En este caso la única forma de asegurar que la estimación separada de los filtros *lowpass* y *bandpass* no genere distorsiones en frecuencias externas a su objetivo, es lograr que los resultados de la función de ganancia sean muy cercanos a los de un filtro ideal. Por esta razón, la estimación simultánea de los filtros generalizados como el de Butterworth, aunque no garantiza el uso de filtros ideales en un sentido estricto, es una alternativa deseable puesto que genera estimaciones consistentes de los componentes no observados.

Los filtros de Butterworth se pueden utilizar para evaluar la existencia de ciclos económicos ya que permiten determinar si los sectores productivos tienen un ciclo similar al de la producción agregada. De manera que, si en una frecuencia particular se identifican fluctuaciones que se dan de manera simultánea en varios sectores se conforman ciclos económicos, pero si cada uno de los sectores presenta fluctuaciones en frecuencias diferentes, se conforman ciclos idiosincráticos (Pelagatti, 2005).

En este documento estimamos el filtro de Harvey y Trimbur (2003) basado en filtros Butterworth y seguimos la metodología usada por Pelagatti (2005) y por Valle et al. (2004) para la estimación del ciclo común de la industria y de los ciclos idiosincráticos de las ramas industriales. Esta metodología implica extraer el ciclo común a todas las series en una primera etapa, en una segunda etapa limpiar todas las series de este ciclo común, y por último usar los filtros de Butterworth para extraer la tendencia y el ciclo particular a cada rama industrial.

La representación del modelo estructural multivariado de series de tiempo, cuya producción (y) se observa durante un período $t = 1, \dots, n$ es:

$$y_{kt} = \mu_{kt} + \delta_k \psi_t + \xi_{kt} \quad (13)$$

Donde para el k -ésima rama industrial y_{kt} es la producción observada en cada momento del tiempo, μ_{kt} es el componente de tendencia y ψ_t es el ciclo común a todas las ramas industriales. Para cada rama: δ_k es la ponderación que tiene el ciclo común y ξ_{kt} es el componente irregular, que se asume bien comportado ($\xi_{kt} \sim N(0, \sigma_{k,\xi}^2)$) y no correlacionado en el tiempo ni entre las diferentes ramas productivas.⁵

Según Valle et al. (2004) el ciclo común se define como un modelo autorregresivo de coeficientes polinómicos con raíces complejas, lo cual se logra definiendo el ciclo como un proceso trigonométrico:

$$\begin{pmatrix} \psi_t \\ \psi_t^* \end{pmatrix} = \theta \begin{pmatrix} \cos \lambda & \sin \lambda \\ -\sin \lambda & \cos \lambda \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \psi_{t-1} \\ \psi_{t-1}^* \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \zeta_t \\ \zeta_t^* \end{pmatrix}, \quad \begin{matrix} \zeta_t \sim N(0, \sigma_\zeta^2) \\ \zeta_t^* \sim N(0, \sigma_{\zeta^*}^2) \end{matrix} \quad (14)$$

En este caso ζ_t y ζ_t^* son independientes para todo t . El parámetro θ es el factor que determina el decaimiento de la variable rezagada y garantiza que el proceso ψ sea estacionario si $\theta \in (0, 1]$ y si la varianza de ζ_t es $\sigma_\zeta^2 = (1 - \theta^2) \sigma_\psi^2$ (donde σ_ψ^2 es la varianza del ciclo).

⁵ $Cov(\xi_{kt}, \xi_{jt}) = 0$ para todo $k \neq j$ y $Cov(\xi_{kt}, \xi_{ks}) = 0$ para todo $t \neq s$

En cuanto a los parámetros del modelo, tendencia y ciclo podrían ser estimados en una sola etapa usando un filtro de Kalman ya que se puede obtener la representación estado – espacio de la ecuación (13). Sin embargo, siguiendo este procedimiento Valle et al. obtuvieron valores incoherentes de λ_c por lo cual es necesario fijar algunos parámetros dejando libre la estimación sólo para el ciclo común de la primera etapa.

De acuerdo con Pelagatti (2005) para datos trimestrales las frecuencias asociadas al ciclo están en el segmento [0.20, 1.05] y se debe fijar λ_c en 0,5, que es la frecuencia específica a partir de la cual se concentrara el filtro *lowpass*. De igual forma, para datos trimestrales el autor sugiere fijar unos valores para m , ρ , n y δ . El parámetro $m=1$ permite que ψ_t recoja las fluctuaciones comunes a todas (o a la mayoría) de las series con una función de ganancia alta. De igual forma, se deben mantener $\rho = 0,7$ y $n = 4$ fijos en las dos etapas de estimación. Finalmente, el valor de δ de alguno de los sectores debe ser normalizado a uno para que el ciclo común sea medido en las unidades que tiene éste (en nuestro caso $\delta_{IPRT} = 1$).

Una vez se ha estimado el ciclo común a todos los sectores se procede a extraer el ciclo idiosincrático (o ciclo particular a cada sector), para lo cual se limpian las series originales del ciclo común de la siguiente forma:

$$\tilde{y}_{k,t} = y_{k,t} - \delta_k \psi_t \quad (15)$$

Sobre las series de producción de cada rama industrial neta del ciclo común se emplean los filtros generalizados de Butterworth con los parámetros ya descritos para extraer su tendencia y ciclo idiosincrático.

3. Resultados

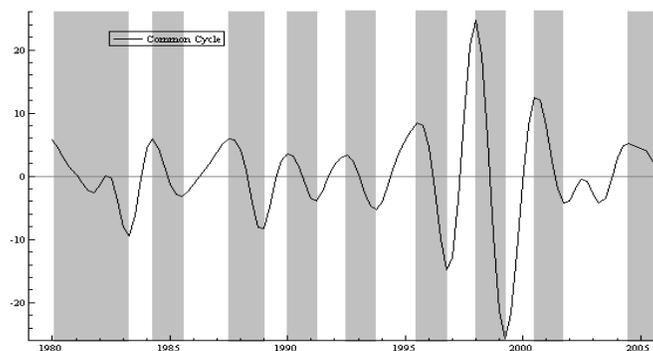
a. Características generales del ciclo común y los ciclos sectoriales

El análisis preliminar de los resultados permite establecer las características tanto del ciclo común como de las ramas industriales incluidas, en términos de las fases de expansión y contracción y de la duración promedio de los ciclos. Para este fin, se

identificaron los períodos en los cuales la producción alcanzó los puntos más altos y bajos, con el fin de cuantificar la duración promedio de las fases de expansión y contracción del sector. Esto se realizó siguiendo el algoritmo propuesto por Pelagatti (2005), que consiste en identificar los picos y valles de producción para cada momento en el que las series se ubicaron por arriba y por debajo de cero, respectivamente.

En la Gráfica 1 las sombras representan los periodos en los cuales la producción experimentó depresiones mientras que las franjas blancas constituyen las expansiones. Dos hechos estilizados emergen a primera vista: i) el ciclo común describe acertadamente la acentuada expansión en 1997 y posterior caída que sufrió la producción industrial a finales de los años noventa, que coincidió con la crisis económica que experimentó el país; ii) y la desaceleración en el ritmo de crecimiento industrial que se registró entre los años 2002 y 2004. Adicional a lo anterior, este gráfico deja ver la relación que existe entre crecimiento e inestabilidad en el crecimiento, debido a la relación negativa que existe entre la duración del ciclo y la tasa promedio de crecimiento.

Gráfica 1 Componente cíclico común de la industria total



Cálculo de los autores

Las fluctuaciones comunes que presentan las ramas de la producción industrial permiten identificar siete ciclos, representados por unas fases de expansión y contracción que tienen amplitudes variables y definen ciclos irregulares. El ciclo estimado común a todas las ramas tiene una duración promedio de 10.6 trimestres, equivalentes a dos años y seis meses (Tabla 2). Esta duración es similar a la encontrada por Arango, Arias y Flórez (2007) (34 meses), aún cuando la producción industrial con la cual estimamos

los ciclos corresponde al 73% del sector, mientras que estos autores trabajan con el índice de producción de la industria total.

Tabla 2 Características del ciclo industrial común

Características del ciclo común					
Período Valle	Período Pico	Período Valle	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1983-II	1984-II	1985-III	4	5	9
1985-III	1987-III	1989-I	8	6	14
1989-I	1990-I	1991-II	4	5	9
1991-II	1992-III	1993-IV	5	5	10
1993-IV	1995-III	1996-IV	7	5	12
1996-IV	1998-I	1999-II	5	5	10
1999-II	2000-III	2001-IV	5	5	10
2001-IV	2004-III		11		
Duración Promedio			6,1	5,1	10,6

Cálculos de los autores

Las fases de expansión presentan una duración promedio de 6 trimestres y las de contracción 5 trimestres. La mayor amplitud en las fases de expansión tuvo una duración de 11 trimestres y se presentó entre el cuarto trimestre de 2001 y el tercer trimestre de 2004. Al realizar el mismo ejercicio al interior del sector industrial encontramos que el ciclo idiosincrático de menor duración promedio lo presenta la producción de Productos plásticos (10.7 trimestres), mientras que la mayor duración se registra en Materiales de Transporte (18.6) y Textiles (15.3) (Anexo 2).

b. El Ciclo económico común y los ciclos idiosincráticos⁶

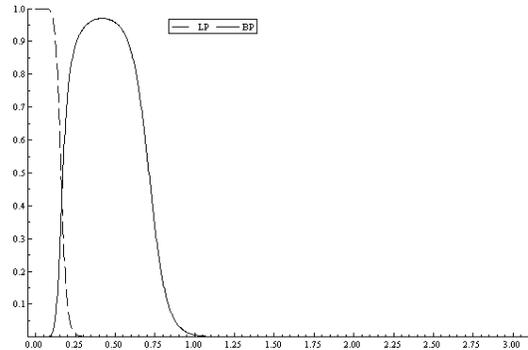
El filtro de Butterworth permite obtener estimaciones simultáneas de los filtros *lowpass* y *bandpass* generalizados que se aproximan a los resultados de un filtro ideal, puesto que sus funciones de ganancia están acotadas a su frecuencia correspondiente. Esto es evidente en las funciones de ganancia obtenidas para la serie de producción de Alimentos que se presentan en la Gráfica 2. Por un lado, ningún segmento de las frecuencias para la tendencia y el ciclo es ignorado por alguno de los filtros; y por otro lado, aunque existe un segmento en que los dos filtros se cruzan, éste es muy corto.

El filtro depende de los parámetros fijos que se asumen de m y n . Entre mayores sean estos parámetros mas próximos estarán nuestros resultados a los generados por un filtro

⁶ El software utilizado para la estimación tanto del ciclo común como para los ciclos idiosincráticos fue OxMetrics 5.0 tomando como base el código de programación realizado por Pelagatti (2005).

ideal. Sin embargo, para datos trimestrales es razonable asumir $m=1, n=4$, puesto que el espectro del ciclo se ubica entre [0.20 y 1.05].

Gráfica 2. Funciones de ganancia de los filtros generalizados para Alimentos

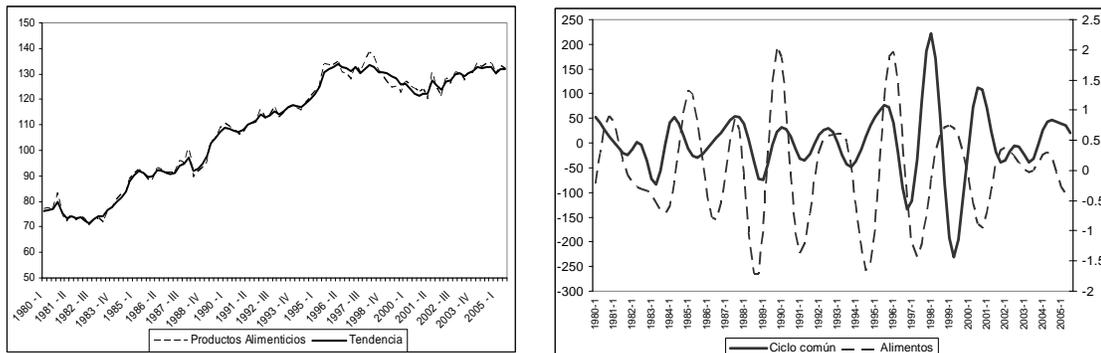


Cálculo de los autores. Filtro *lowpass* (línea punteada) y filtro *bandpass* (línea sólida)
 Parámetros fijos: $m=1, n=4, \rho=0.7, \lambda_c = 0.5$

Las señales extraídas por el filtro de Butterworth se presentan en las graficas 3 a la 12. En el lado izquierdo de los paneles se exhibe la dinámica que presentan las ramas de producción; es la tendencia que identifica el filtro *lowpass*. Las gráficas del lado derecho contrastan los ciclos idiosincráticos con el ciclo económico industrial (ciclo común); es el ciclo estimado mediante el filtro *bandpass*.

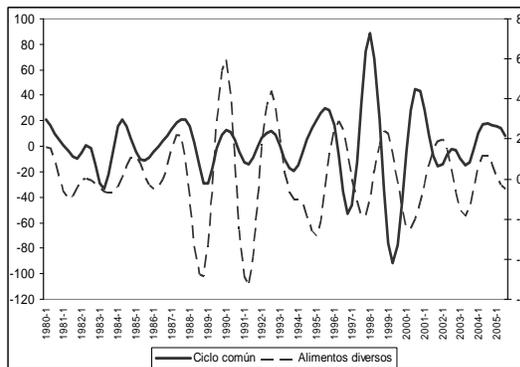
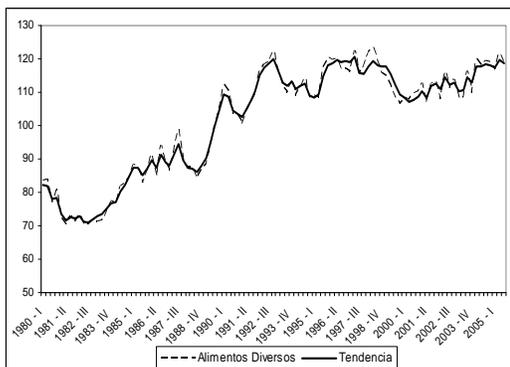
En las frecuencias bajas los filtros identifican una tendencia creciente en las ramas de actividad de: Alimentos, Alimentos diversos, Bebidas y Refinerías de petróleo (graficas 3, 4, 5 y 10). Caso contrario sucede con Otros productos químicos, cuya producción reciente evidencia una leve caída (Gráfica 7).

Gráfica 3 Alimentos

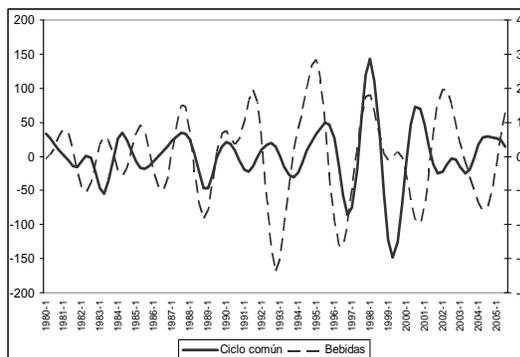
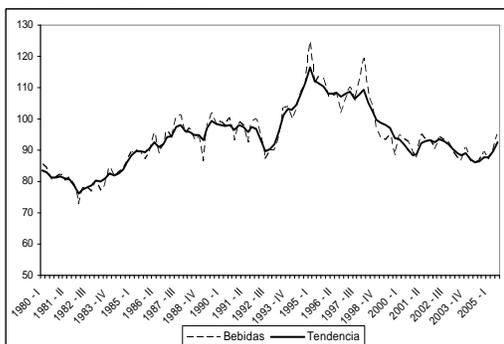


Cálculo de los autores

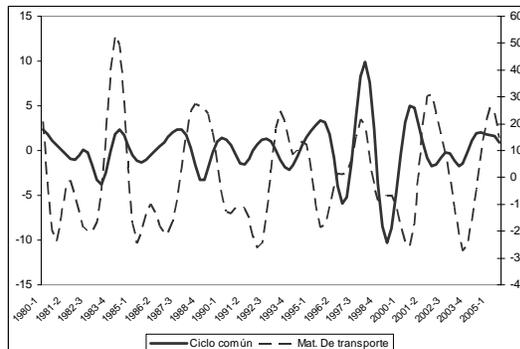
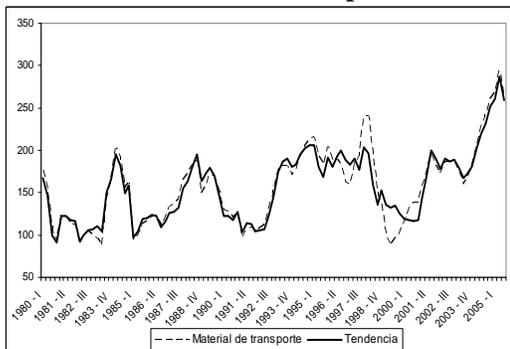
Gráfica 4 Alimentos diversos



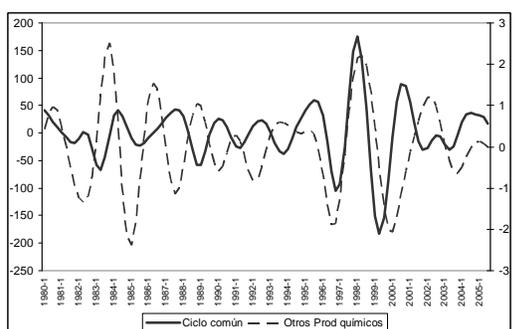
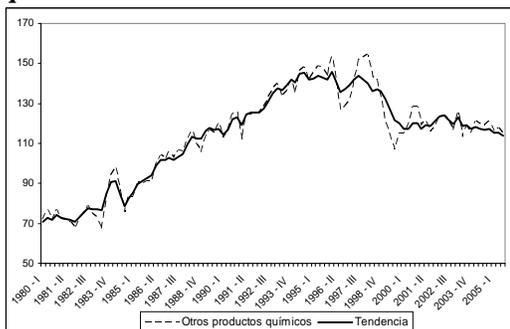
Gráfica 5 Bebidas



Gráfica 6 Materiales de transporte

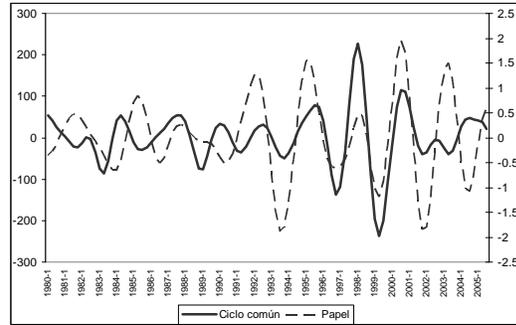
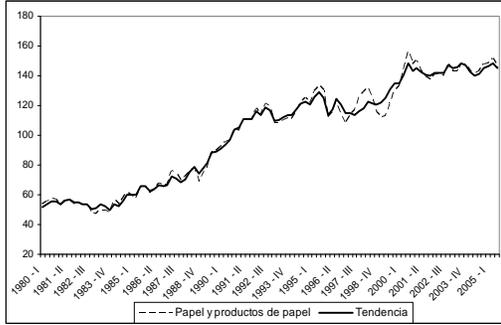


Gráfica 7 Otros productos químicos

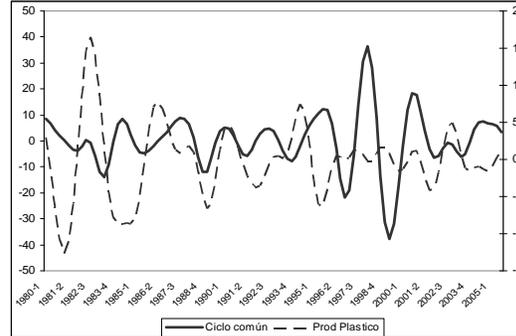
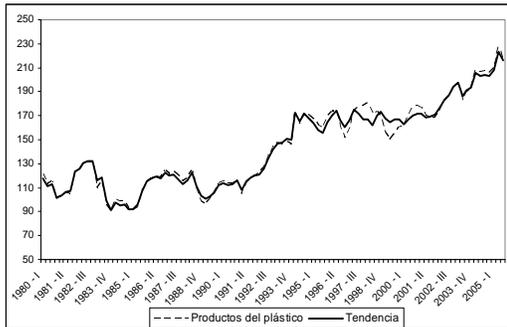


Cálculo de los autores.

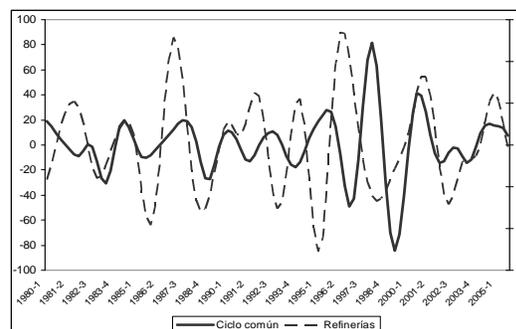
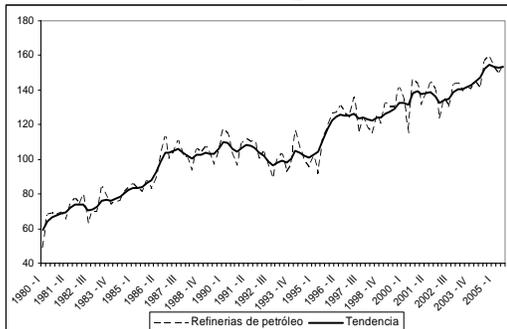
Gráfica 8 Papel y productos de papel



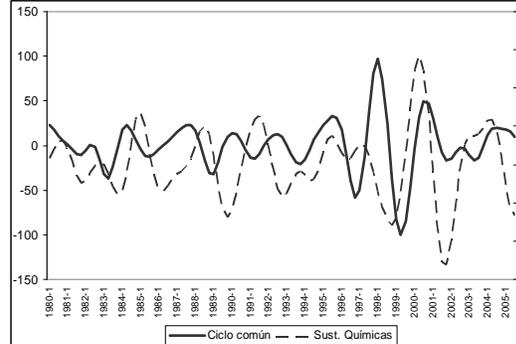
Gráfica 9 Productos de plástico



Gráfica 10 Refinerías de petróleo

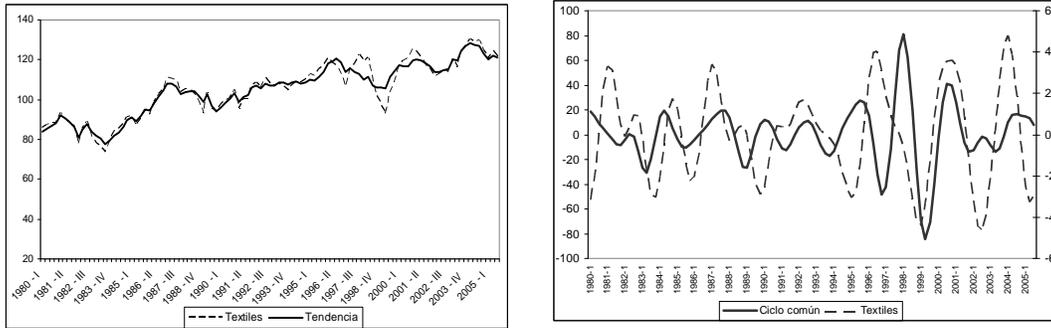


Gráfica 11 Sustancias químicas



Cálculo de los autores.

Gráfica 12 Textiles



Cálculo de los autores.

El contraste entre ciclos idiosincráticos y el ciclo industrial común muestra diferencias en las unidades de medida de los ciclos estimados de las ramas de actividad frente al de la industria total. Con el fin de hacer un contraste adecuado de estos ciclos se ajustó la escala del ciclo económico común, pre-multiplicándolo por la razón de las varianzas de la industria con respecto a cada rama industrial (Tabla 3). Estos factores de ajuste proporcionan un fuerte aumento a la escala del ciclo común en las ramas de Papel y productos de papel, Alimentos, Otros productos químicos y Bebidas (gráficas del lado derecho: 8, 3, 7 y 5) pero genera el efecto contrario en las ramas de Materiales de transporte y Productos plásticos (gráficas del lado derecho: 6 y 9).

Tabla 3 Razón de las varianzas de los ciclos idiosincráticos al ciclo común

Razón de varianzas	
Alimentos	9.00
Alimentos diversos	3.58
Bebidas	5.80
Papel y productos de papel	9.20
Sustancias químicas	3.92
Otros productos químicos	7.12
Productos plásticos	1.47
Refinerías de petróleo	3.30
Materiales de transporte	0.40
Textiles	3.28

Cálculos de los autores

Los resultados para las frecuencias altas muestran que el ciclo idiosincrático es mas relevante que el ciclo común en el caso de Materiales de Transporte y Productos plásticos. Caso contrario se presenta en las demás clases industriales, que en su mayoría

exhiben una mayor sensibilidad a las fluctuaciones del sector (ciclo económico común) que a las representadas por sus propios ciclos idiosincráticos.

En las gráficas en frecuencias altas y la duración promedio de los ciclos idiosincráticos y el ciclo común no se puede identificar un indicador líder entre las ramas incluidas, puesto que ninguno de los ciclos idiosincráticos representa un buen predictor del ciclo industrial común. No obstante, la fuerte recesión de finales de los años noventa fue señalada anticipadamente por las ramas de Textiles y Refinerías de petróleo; y el rezago de dicha recesión se hizo evidente en la producción de Alimentos, Alimentos diversos, Bebidas, Materiales de transporte y Sustancias químicas. Estos resultados se pueden asociar a la alta correlación que existe entre algunos ciclos idiosincráticos como Textiles y Refinerías de Petróleo (0.60) y Alimentos y Alimentos diversos (0.75).

Tabla 4 Matriz de correlación de los ciclos

	Ciclo común	Alimentos	Alimentos diversos	Bebidas	Textiles	Papel y productos de papel	Sustancias Químicas	Otros Productos químicos	Refinerías de petróleo	Productos Plásticos	Materiales de transporte
Ciclo común	1										
Alimentos	0.006	1									
Alimentos diversos	0.028	0.751	1								
Bebidas	0.144	-0.073	-0.212	1							
Textiles	0.135	-0.009	-0.046	-0.509	1						
Papel y productos de papel	0.402	-0.102	-0.289	0.104	0.180	1					
Sustancias Químicas	0.081	-0.175	-0.490	-0.164	0.494	0.510	1				
Otros Productos químicos	0.214	-0.269	-0.156	0.263	-0.506	-0.299	-0.492	1			
Refinerías de petróleo	0.014	0.090	0.177	-0.269	0.603	-0.104	0.153	-0.372	1		
Productos Plásticos	-0.062	-0.223	0.070	-0.058	-0.146	-0.095	-0.165	-0.074	-0.055	1	
Materiales de transporte	0.068	-0.229	-0.072	0.049	-0.372	-0.476	-0.437	0.463	-0.162	-0.244	1

Cálculos de los autores

4. Conclusiones

En este documento usamos el filtro de Butterworth para analizar los componentes no observados de las series de producción industrial en Colombia: tendencia y ciclo. La extracción de señales evidencia que las fluctuaciones y en particular los ciclos económicos (o comunes) son irregulares y tienen una duración media superior a dos años y medio. Nuestros resultados en las frecuencias bajas y altas son válidos y se acercan a los de un filtro ideal, puesto que las funciones de ganancia presentan el comportamiento esperado. En consecuencia, tanto las tendencias como los ciclos extraídos representan adecuadamente las propiedades de las series originales.

El contraste en las frecuencias medias muestra que los cambios en la producción son mucho más sensibles a los ciclos comunes que a los idiosincráticos, en la mayoría de las ramas industriales incluidas, es decir, la mayoría de las ramas tienen un ciclo idiosincrático con una varianza menor a la del ciclo común. Caso contrario se presenta en las ramas de Materiales de transporte y Productos de plástico, puesto que en ambos casos el ciclo particular es más volátil que el ciclo común.

Por último, a lo largo del período de estudio no se identifica alguna rama industrial que se pueda considerar como un indicador adelantado del ciclo común del sector y de la actividad económica general, puesto que la mayoría de éstas presentan patrones de rezago o contemporaneidad con el ciclo común.

Bibliografía

Arango L., Arias F., y Flórez L., y Jalil M., (2007) “Cronología de los ciclos de negocios recientes en Colombia” Borradores de Economía No.461, Banco de la República

Arango L., Arias F., y Flórez L., (2007) “Cronología de los ciclos de crecimiento recientes en Colombia” Borradores de Economía No.464, Banco de la República

Baxter M., y King R., (1999) “Measuring Business Cycles: Approximate Band-pass filters for economic Time Series” *The Review of Economic Statistics*, Vol. 81 No. 4

Burns A., y Mitchell W., (1946) “Measuring Business Cycles” NBER, New York

Castro C., (2003) “Yet another lagging, coincident and leading index for the Colombian economy” Archivos de Economía No 233, DNP

Christiano L., y Fitzgerald T., (2003) “The Band Pass Filter” *International Economic Review*, Vol. 44 No. 2, pp 435-465

Emerson R., y Hendry D., (1996) “An evaluation of forecasting using leading indicators” *Journal of Forecasting*, Vol. 15, pp 271-291

Gómez V., (2001) “The use of Butterworth filter for Trend and Cycle Estimation in Economic Time Series” *Journal of Business and Economic Statistics*, pp 365-373

Harvey A., y Trimbur T., (2003) “General Models based filters for extracting cycles and trends in Economic Time Series” *The Review of Economic and Statistics* No. 85 (2)

Hodrick R., y Prescott E., (1980) “Post-war U.S Business cycle: An empirical investigation”, working paper, Carnegie-Melon University

- Cogley, T. y Nason, J., (1995): "Effects of the Hodrick-Prescott Filter on Trend and Difference Stationary Time Series: Implications for Business Cycle Research", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 19(1-2), 253-278
- Harvey A., y Trimbur T., (2003) "General Models based filters for extracting cycles and trends in Economic Time Series" *The Review of Economic and Statistics* No. 85 (2)
- Maurer M., y Uribe M., (1996) "El ciclo de referencia de la economía colombiana" Archivos de Macroeconomía No 42, DNP
- Maurer M., Uribe M., y Birchenall J., (1996) "Un Sistema de Indicadores Líderes para Colombia" Archivos de Macroeconomía No 49, DNP
- Melo A., French M., y Langebaek N., (1988) "El ciclo de referencia de la economía colombiana", Ministerio de Hacienda, No. 12
- Melo L., y Nieto F., (2001) "About a Coincident Index for the State of the Economy" Borradores de Economía No. 194, Banco de la República
- Nieto F., (2003) "Identifiability of a coincident index model for the Colombian economy", Borradores de Economía No. 242, Banco de la República
- Pelagatti M., (2005) "Business Cycle and Sector Cycles" Università degli Studi di Milano-Bicocca mimeo
- Ripoll M., Misas M., y López E. (1995) "Una descripción del ciclo industrial en Colombia" Borradores de Economía No. 33, Banco de la República
- Stadler G., (1994) "Real Business Cycles" *Journal of Economics Literature* XIII
- Stock J., y Watson M., (1989) "New Indexes in Coincident and Leading Economic Indicators" NBER Macroeconomics Annals

Anexo 1

Resumen Clasificación CIU Rev. 2	
Alimentos	<p>Matanza de ganado y preparación y conservación de carne</p> <p>Fabricación de aceites y grasas vegetales y animales, excepto la manteca de cerdo y otras grasas comestibles del ganado</p> <p>Elaboración de pescado, crustáceos y otros animales marinos y de agua dulce</p> <p>Envasado y conservación de frutas, legumbres y vegetales en general</p> <p>Elaboración de cacao y fabricación de chocolate y productos de confitería</p> <p>Productos de molinería</p> <p>Fabricación de productos lácteos</p> <p>Fabricación de productos de panadería</p> <p>Ingenios y refinerías de azúcar</p>
Alimentos Diversos	<p>Elaboración de alimentos preparados para animales</p> <p>Elaboración de compuestos dietéticos y otros</p> <p>Fabricación de hielo y preparación de helados de frutas y concentrados.</p> <p>Preparación de comestibles no clasificados antes, tales como papa frita, patacons y similares</p> <p>Fabricación de almidones, féculas y productos derivados, incluye gluten y harina de gluten</p> <p>Fabricación de levaduras y polvos para hornear</p> <p>Producción de extractos y jarabes de frutas, cereales y otros vegetales</p> <p>Molienda y tostado de café. Incluso café soluble y extractos de café</p> <p>Molienda, mezcla y envasado de especias y preparación de aliños, vinagre y salsas para mesa</p> <p>Preparación de mezclas para alimentación infantil</p> <p>Elaboración de sopas, caldos y salsas deshidratadas</p>
Bebidas	<p>Destilación, rectificación y mezcla de bebidas espirituosas</p> <p>Industrias vinícolas</p> <p>Bebidas malteadas y malta</p> <p>Fabricación de bebidas no alcohólicas y aguas gaseosas</p>
Textiles	<p>Hilado, tejido y acabado de textiles</p> <p>Tejidos y manufacturas de algodón y sus mezclas</p> <p>Tejidos y manufacturas de lana y sus mezclas</p> <p>Tejidos y manufacturas de fibras artificiales y sintéticas aún mezcladas</p> <p>Artículos confeccionados de materiales textiles, excepto prendas de vestir</p> <p>Fabricación de tapices y alfombras</p> <p>Fabricación de cordelería</p> <p>Fabricación de tejidos de punto</p>
Papel y productos de papel	<p>Fabricación de pulpa de madera, papel y cartón</p> <p>Fabricación de papeles especiales, satinados, encerados, laminados y otros papeles acabados fuera de máquina</p> <p>Fabricación de envases y cajas de papel y de cartón</p>
Sustancias Químicas	<p>Fabricación de sustancias químicas industriales básicas, excepto abonos</p> <p>Fabricación de abonos y plaguicidas</p> <p>Fabricación de resinas sintéticas, materias plásticas y fibras artificiales, excepto el vidrio.</p>
Otros productos químicos	<p>Fabricación de pinturas, barnices y lacas</p> <p>Fabricación de productos farmacéuticos y medicamentos</p> <p>Fabricación de carbones y minerales naturales activados y de grafito artificial</p> <p>Fabricación de explosivos, municiones y detonantes</p> <p>Fabricación de colas, adhesivos, cementos sintéticos y aprestos</p> <p>Fabricación de tintas para imprenta, escribir, dibujar y demás</p> <p>Fabricación de jabones y preparados de limpieza, perfumes, cosméticos y otros productos de tocador</p> <p>Fabricación de cera artificial, productos de ceras y betunes</p>
Refinerías de Petróleo	<p>Elaboración de combustibles derivados del petróleo</p> <p>Elaboración de lubricantes derivados del petróleo</p> <p>Elaboración de disolventes derivados del petróleo</p> <p>Bases y destilados parafínicos y nafténicos derivados del petróleo</p> <p>Parafinas y asfaltos derivados del petróleo</p>
Productos Plásticos	<p>Fabricación de formas básicas de plástico, láminas, películas, varillas, tubos</p> <p>Fabricación de muebles y productos de plástico no incluidos antes</p> <p>Fabricación de plástico espumado y artículos de plástico espumado</p> <p>Fabricación de película tubular y tripas sintéticas</p> <p>Fabricación de repuestos y accesorios de plástico para uso industrial, incluye muebles para aparatos electrónicos</p> <p>Fabricación de calzado de plástico y sus partes y hormas de plástico</p> <p>Fabricación de artículos de material plástico para usos higiénicos, farmacéuticos y de laboratorio</p>
Materiales de Transporte	<p>Construcciones navales y reparación de barcos</p> <p>Especialización de piezas especiales para motores y cajas de velocidad, excepto el material eléctrico auxiliar</p> <p>Fabricación de automóviles</p> <p>Fabricación de vehículos pesados</p> <p>Fabricación de carrocerías y chasis para vehículos automotores</p> <p>Fabricación de motores y cajas de velocidad para vehículos automotores. Se excluyen los grupos electrógenos y los motores eléctricos de tracción</p> <p>Reconstrucción de motores y otras partes de vehículos automotores, excepto el equipo eléctrico</p> <p>Fabricación de motocicletas y bicicletas.</p> <p>Fabricación de carros con motor y partes para carros con motor</p>

Anexo 2

Características del ciclo de Alimentos				
Período Pico	Período Valle	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1980-IV	1983-IV	5	12	17
1985-I	1986-III	4	6	10
1987-III	1988-IV	4	5	9
1989-IV	1991-I	9	6	15
1993-II	1994-III	6	5	11
1996-I	1997-II	9	5	14
1999-I	2000-IV	6	7	13
2002-I	2003-II	4	5	9
Duración Promedio		5,9	6,4	12,3

Características del ciclo de Alimentos diversos				
Período Valle	Período Pico	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1981-II	1985-I	15	4	19
1986-I	1987-II	5	6	11
1988-IV	1990-I	5	5	10
1991-II	1992-III	5	10	15
1995-I	1996-II	5	5	10
1997-III	1998-IV	5	6	11
2000-II	2002-I	7	5	12
2003-II	2004-II	4		
Duración Promedio		6,4	5,9	12,6

Características del ciclo de Bebidas				
Período Pico	Período Valle	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1981-I	1982-II	4	5	9
1983-II	1984-III	4	4	8
1985-II	1986-III	4	5	9
1987-III	1988-IV	11	5	16
1991-III	1992-IV	9	5	14
1995-I	1996-III	6	6	12
1998-I	2000-IV	5	11	16
2002-I	2004-II		9	
Duración Promedio		6,1	6,3	12,0

Características del ciclo de Textiles				
Período Pico	Período Valle	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1981-I	1983-IV	4	11	15
1984-IV	1985-IV	5	4	9
1987-I	1989-IV	10	11	21
1992-II	1995-I	6	11	17
1996-III	1999-I	7	10	17
2000-IV	2002-III	6	7	13
2004-I	2005-II		5	
Duración Promedio		6,3	8,4	15,3

Características del ciclo de Papel y productos de papel				
Período Pico	Período Valle	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1981-IV	1984-I	5	9	14
1985-II	1986-III	3	5	8
1987-IV	1990-II	7	10	17
1992-I	1993-III	6	6	12
1995-I	1996-IV	5	7	12
1998-I	1999-II	5	5	10
2000-III	2004-III		16	
Duración Promedio		5,2	8,3	12,2

Características del ciclo de Sustancias químicas				
Período Pico	Período Valle	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1980-IV	1981-IV	4	4	8
1982-IV	1983-IV	5	4	9
1985-I	1986-II	9	5	14
1988-III	1989-IV	7	9	16
1991-III	1992-IV	11	5	16
1995-III	1998-IV	6	13	19
2000-II	2001-IV	10	6	16
Duración Promedio		7,4	6,6	14,0

Características del ciclo de Otros productos químicos				
Período Pico	Período Valle	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1980-III	1982-II	6	7	13
1983-IV	1985-I	5	5	10
1986-II	1987-III	5	5	10
1988-IV	1990-I	4	5	9
1991-I	1992-I	6	4	10
1993-III	1996-III	7	12	19
1998-II	2000-I	9	7	16
2002-II	2003-IV		6	
Duración Promedio		6,0	6,4	12,4

Características del ciclo de Refinerías de Petróleo				
Período Pico	Período Valle	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1981-III	1982-IV	6	5	11
1984-II	1985-IV	5	6	11
1987-I	1988-III	12	6	18
1991-III	1992-IV	5	5	10
1994-I	1995-I	5	4	9
1996-II	1998-II	10	8	18
2000-IV	2002-II	10	6	16
Duración Promedio		7,6	5,7	13,3

Características del ciclo de Productos plásticos				
Período Valle	Período Pico	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1981-I	1982-III	6	6	12
1984-I	1986-II	9	11	20
1989-I	1990-II	5	6	11
1991-IV	1994-II	10	5	15
1995-III	1996-II	4	2	6
1996-IV	1997-III	3	3	6
1998-II	1999-I	3	3	6
1999-IV	2000-IV	4	3	7
2001-III	2002-IV	5	8	13
Duración Promedio		5,4	5,2	10,7

Características del ciclo de Materiales de Transporte				
Período Valle	Período Pico	Duración Expansión (trimestres)	Duración Contracción (trimestres)	Duración ciclo (trimestres)
1980-IV	1984-I	13	5	18
1985-II	1988-III	13	14	27
1992-I	1993-II	5	9	14
1995-III	1997-IV	9	11	20
2000-III	2001-IV	5	9	14
2003-III	2005-I	6		
Duración Promedio		8,5	9,6	18,6