

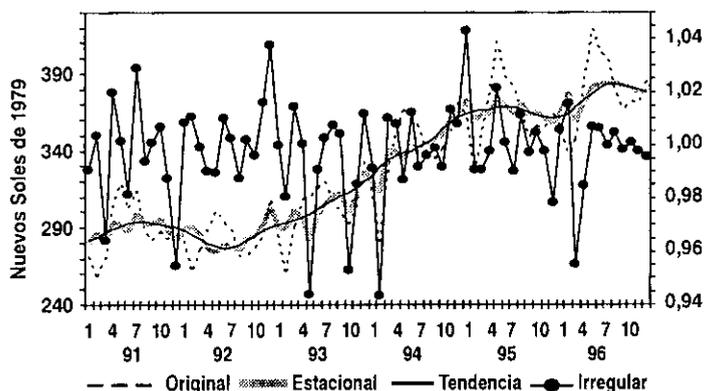
Ajuste estacional de agregados reales

Por Guillermo Díaz G.^{1/}

La necesidad de los economistas de analizar y cuantificar adecuadamente los movimientos de corto y largo plazo de los principales agregados macroeconómicos conllevó a desarrollar técnicas de análisis de las series de tiempo. El trabajo pionero en esta área fue el realizado por Persons (1919, 1925), el cual logró descomponer las series en cuatro componentes no observables: (a) una tendencia de larga duración o tendencia secular, (b) movimientos oscilatorios o cíclicos, (c) un movimiento estacional dentro del año y (d) una variación residual, cuyos determinantes responden a fuerzas disímiles^{2/} (ver gráfico 1). De ellos, el componente estacional es uno de los que más ha concitado interés en la literatura económica, debido a la existencia de factores exógenos de carácter no económico que afectan de manera regular el comportamiento de corto plazo de una serie. A la fecha no existe consenso respecto de una definición y aproximación metodológica a la corrección de la estacionalidad.

En este contexto, el presente documento analiza las propiedades estacionales de los agregados reales para el período 1991-1996. Dichos agregados son las series del producto bruto interno (PBI) global real y sus componentes por el lado sectorial: agropecuario, pesca, manufactura, minería, construcción, gobierno y servicios.

Gráfico 1
PBI GLOBAL SEGUN COMPONENTES



La metodología de ajuste estacional empleada hace uso del programa de X11-ARIMA, para obtener las series mensuales y trimestrales, del PBI global desestacionalizado, empleando los métodos directo e indirecto o de agregación.

El trabajo se divide en cinco partes. En la primera parte se presentan los principales enfoques de estacionalidad asociados a los dominios del tiempo y de las frecuencias. En la segunda parte se presentan los principales procedimientos de ajuste estacional basados en modelos de medias móviles (X11-ARIMA) y de extracción de señales (SEATS). En la tercera parte se realiza el ajuste estacional de las series mensuales y trimestrales del PBI global, por los métodos directo e indirecto o de agregación, analizando cada uno de los resultados encontrados. En la cuarta parte del trabajo

1/ Guillermo Díaz es analista del Departamento de Indicadores de la Producción. Las opiniones vertidas en este artículo no necesariamente representan la opinión del BCRP.

2/ Una buena revisión de los primeros desarrollos y aplicaciones puede encontrarse en Nerlove, Grether y Carvalho (1988).

se presentan algunos temas de discusión acerca de la estacionalidad. Finalmente, se presentan las principales conclusiones y recomendaciones de la investigación.

I. Aspectos generales

Distintos conceptos acerca de la estacionalidad se manejan en la literatura económica, es por ello que no se tiene una definición precisa. Hylleberg (1992) propuso una definición económica del fenómeno estacional, por la cual la estacionalidad es el movimiento sistemático, aunque no necesariamente regular, dentro de un mismo año, causado por cambios en el clima, el calendario y decisiones temporales, y que afectan directa o indirectamente las decisiones de producción y consumo de los agentes de la economía. Lo que está acorde con lo propuesto por Dagum (1978), quien señala que el fenómeno estacional posee tres características: se repite cada año con cierta regularidad pero puede evolucionar, es posible medirlo y separarlo de las otras fuerzas que influyen en el movimiento de la serie; y es causado principalmente por fuerzas no económicas que los tomadores de decisiones no pueden controlar o modificar en el corto plazo. Nerlove (1964) propuso una definición en el ámbito del dominio de las frecuencias, por la cual la estacionalidad era definida como la característica de una serie temporal económica que da lugar a picos en las frecuencias^{3/} estacionales.

El análisis de series de tiempo (Y_t) supone su descomposición en componentes no observables: estacionalidad (E_t), tendencia-ciclo (T_t), e irregular (I_t). Estos componentes pueden tener una relación aditiva ($Y_t^* = E_t^* + T_t^* + I_t^*$) o multiplicativa ($Y_t = E_t \cdot T_t \cdot I_t$), según sus componentes sean independientes^{4/} o sean dependientes entre sí o con un nivel muy cambiante, respectivamente.

Asimismo, el análisis de las series de tiempo puede dividirse en dos categorías: en el dominio del tiempo y en el dominio de las frecuencias. En el primer caso, los modelos de ajuste estacional pueden dividirse en dos grandes grupos: los modelos de series de tiempo o medias móviles, los modelos de regresión y además métodos mixtos que realizan una combinación de

ambos. El primer método sería aplicable a series con dominio de estacionalidad estocástica, el segundo resulta útil para analizar la estacionalidad determinística de las series y el tercero considera ambos tipos de estacionalidad. Cabe mencionar que los métodos del primer tipo pueden estimar la estacionalidad estable y el análisis de regresión puede incorporar estacionalidad móvil.

Cuando una serie presenta estacionalidad estocástica, el componente estacional aparece con una evolución que se desvía del promedio de largo plazo, es decir es capaz de ser representada por un proceso estocástico y en consecuencia no es predecible sin error. Contrariamente, la estacionalidad determinística de una serie presenta desvíos estables, los cuales aparecen como regulares en el tiempo, por ello, pueden predecirse sin error a partir de la estacionalidad anterior; los modelos de regresión ajustados con variables ficticias son un buen ejemplo de este criterio.

Tanto los métodos de regresión como los de medias móviles no se derivan de una teoría sobre la causa de la estacionalidad, sino que su desarrollo es más bien empírico. En efecto, Box, Hillmer and Tiao (1978)^{5/} hacen hincapié en la necesidad de conjugar lo empírico con lo teórico. Cabe señalar, que ante la necesidad de conjugar lo empírico con la teoría, es que surgen los modelos ARIMA como un tipo de modelo bastante adecuado para las series temporales.

Asimismo, las características estacionales de los fenómenos económicos hacen que la dependencia temporal en las muestras se alarguen mucho, no obstante los modelos ARIMA multiplicativos son capaces de incorporar tal dependencia con parámetros, por lo que constituyen, un elemento adecuado para el estudio de dichos fenómenos.

Por otro lado, el análisis de series de tiempo en el dominio de las frecuencias hace uso de las técnicas del análisis espectral^{6/}, el cual tiene como objetivo analizar

3/ La frecuencia resume cuan frecuente es el proceso de un ciclo comparado con una función periódica, como por ejemplo la función $\cos(t)$; donde la frecuencia mide el número de ciclos completos durante 2π periodos. Mientras la frecuencia dominante esté más cerca de 2π , la frecuencia tendrá menor longitud, y es generalmente el componente estacional.

4/ Otro caso es cuando la series presenta valores negativos o cero.

5/ La referencia exacta es Box, Hillmer and Tiao (1978), "Analysis and Modelling of Seasonal Time Series", en *Seasonal Analysis of Economic Time Series*, ed. A. Zellner, U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, pages, 309-334.

6/ Para mayores detalles ver Priestley, H.B. (1981), Bell and Hillmer (1984) y Hamilton (1994).

las propiedades de una serie $\{Y_t\}_{t=-\infty}^{\infty}$ en el tiempo dominante por el cual el valor de Y_t es descrito como la suma ponderada de funciones periódicas^{7/} de la forma $\cos(\omega t)$ y $\sin(\omega t)$ donde ω denota una particular frecuencia:

$$(A-1) Y_t = \mu + \int_0^{\pi} \alpha(\omega) \cdot \cos(\omega t) d\omega + \int_0^{\pi} \delta(\omega) \cdot \sin(\omega t) d\omega$$

En ese sentido un proceso estocástico Y_t se dice que tiene un componente estacional si su densidad espectral tiene picos en la vecindad de las frecuencias estacionales, es decir que una sustancial porción de la varianza del proceso ocurre a lo largo de las frecuencias estacionales.

Una herramienta importante del análisis espectral es el "periodograma" que ayuda a encontrar las periodicidades ocultas de una serie. Observando el "periodograma" podemos apreciar cuál armónica tiene mayor peso en la serie y por lo tanto cuál frecuencia tiene mayor importancia.

El empleo de los métodos de análisis de series de tiempo en el dominio del tiempo es el más difundido. Es por ello que en lo que sigue del trabajo, se hará mención de dicho enfoque.

Uno de los mayores avances en el campo del ajuste estacional llegó recién en 1954, cuando Julius Shiskin empezó a realizar ajustes estacionales (Método I) con la ayuda de computadoras. El Método II fue introducido en 1955, con variantes sucesivas, culminando en el desarrollo del X-11 en 1965. Uno de los objetivos en hacer el ajuste estacional en computadoras era incrementar el número de series que pudieran ser ajustadas.

Es precisamente Shiskin (1961)^{8/} quien enumera cuatro criterios para un buen ajuste estacional:

1. Toda pauta repetitiva intraanual dentro de una serie debe ser eliminada.
2. Las fluctuaciones sistemáticas que duran un año o más deben ser medidas mediante factores estacionales y cíclico-tendenciales, y los cambios en las fluctuaciones irregulares, deben comportarse como los cambios similares en una variable aleatoria.
3. Los movimientos cíclicos subyacentes no deben ser distorsionados
4. Los resultados deben ser razonables

Estos criterios son necesarios pero no suficientes para determinar un método **óptimo** de ajuste estacional.

Criterios adicionales fueron desarrollados por Nerlove (1964, 1965)^{9/}:

1. La coherencia^{10/} de las series original y estacionalmente ajustada debía ser alta en todas las frecuencias, excepto, las estacionales.
2. Los desvíos de la fase^{11/} deben ser minimizados, especialmente a las bajas frecuencias en las que se concentra normalmente la mayor potencia de las series temporales económicas.
3. El ajuste estacional debería suprimir los picos de la serie original que aparecen regularmente en las frecuencias estacionales.

Otro importante desarrollo en la metodología del ajuste estacional facilitado por las computadoras fue el uso de las

7/ Sea $f(x+kp) = f(x)$, donde p es el período y k un número entero, entonces: f se llama función periódica de período p . Ejemplos de funciones periódicas son: $f(x) = \sin x$ (periódica de período 2π), $f(t) = A \cos \omega t$ (periódica de período $2\pi/\omega$); en esta última función A es la amplitud de la función y ω es la frecuencia; y $f(t) = A \cos \omega t + B \sin \omega t$ donde la amplitud es $C = (A^2 + B^2)^{1/2}$ y el período es $2\pi/\omega$. En general, la frecuencia es la inversa del período.

8/ Ver Nerlove, Grether y Carvalho (1988).

9/ Ibid.

10/ La coherencia, concepto proveniente del análisis espectral, es una medida del grado de ajuste por el cual dos series X e Y están influenciadas conjuntamente por ciclos de una misma frecuencia.

11/ "La fase o ángulo de fase es otro concepto que proviene del análisis espectral. Cuando se gráfica una onda sinusoidal ($Y = \text{Sen}(B)$), el valor de Y cuando $B=0$, es cero. La onda puede desplazarse horizontalmente añadiendo un ángulo a la ecuación anterior ($Y = \text{Sen}(B+C)$) y a este ángulo constante C se le llama ángulo de fase. Otros componentes de la densidad espectral son la frecuencia (cantidad de ondulaciones), amplitud (altura de la onda) y longitud (distancia entre picos)", Rodríguez, G. (1993).

técnicas de regresión ^{12/} para contabilizar las variaciones por *días feriados*. Antes de estos desarrollos, los ajustes por *días feriados* fueron generalmente basados en evidencia a priori u opiniones sobre la proporción de la actividad ocurrida en cada día de la semana.

En años recientes, han habido muchos intentos de mejorar el proceso de ajuste estacional. Uno de los más importantes desarrollos es el método X-11 ARIMA de Dagum (1975), el cual involucra pronósticos de los datos para un año mediante un modelo ARIMA. Enfoques similares utilizando modelos autorregresivos fueron investigados por Geweke (1978) y Kenny and Durbin (1982) ^{13/}.

Todos los problemas de la desestacionalización que veremos a continuación son de importancia cuando la estimación del componente estacional es el objetivo primordial, pero cuando el objetivo sea la construcción de modelos econométricos o la predicción económica dichos problemas no se presentan. En estos casos habrá que tener en cuenta la estacionalidad, pero su tratamiento será en función de que aquella no distorsione las estimaciones estructurales o las predicciones.

II. Métodos de ajuste estacional

En el dominio del tiempo, los métodos de ajuste estacional se diferencian principalmente en los filtros seleccionados para eliminar el componente estacional de una serie. Entre estos métodos se pueden distinguir aquellos que utilizan como herramienta básica los promedios móviles de aquellos que utilizan modelos de extracción de señales con base en procesos autorregresivos con medias móviles. Entre los primeros procedimientos podemos ubicar al X11-ARIMA mientras que en el segundo se incluye el procedimiento SEATS (Signal Extraction in ARIMA Time Series)

Es de destacar que, según la teoría, cualquier método de ajuste estacional debe cumplir con tres propiedades teóricas para satisfacer las mismas relaciones existentes en las series originales:

1. Preservación de la suma, lo que significa que al sumar dos series desestacionalizadas se debe obtener el mismo resultado que al ajustar la suma de ambas series.

2. Preservación del producto, análogo a la propiedad anterior.
3. Idempotencia, es decir que un método de ajuste estacional debe suprimir todo rasgo de estacionalidad de la serie y no alterar aquellas que carecen de fluctuaciones estacionales.

Procedimiento X11

Uno de los primeros desarrollos del método de promedios móviles se remonta al año 1920. Dicho método asume un modelo multiplicativo:

$$(A-2) \quad X_t = (S_t T_t C_t) E_t$$

donde:

- X_t = Serie original
- S_t = componente estacional
- T_t = componente tendencial
- C_t = componente cíclico
- E_t = componente irregular

En resumen las etapas que involucra este método son:

1. De acuerdo con la amplitud del componente estacional, calcula por medias móviles para separar el componente de tendencia-ciclo:

$$(A-3) \quad M_t = T_t C_t$$

2. Calcula los índices de estacionalidad dividiendo la serie original entre la serie obtenida en la etapa anterior:

$$(A-4) \quad \frac{X_t}{M_t} = \frac{(S_t T_t C_t) E_t}{T_t C_t} = S_t E_t$$

3. Se elimina el componente irregular usando promedios móviles para cada mes y para toda la serie. Luego se promedian los índices de estacionalidad para cada mes eliminando los valores extremos, para ajustar la suma anual a 1 200. Con ello se obtienen los índices de estacionalidad finales.

12/ Referencia importante puede ser encontrada en Bell and Hillmer (1984).

13/ Ver Bell and Hillmer (1984).

4. Finalmente se separa el componente de tendencia-ciclo.

Uno de los métodos de medias móviles más usados para el ajuste estacional es el X11, creado en octubre de 1965, por J. Shisking en la Oficina de Censos del Departamento de Comercio de Estados Unidos de América, el cual constituyó el mejoramiento de versiones anteriores como X-9 y X-10. Las mejoras fueron en rutinas de ajuste por días feriados, la misma rutina de medias móviles y medidas adicionales referidas al test de estabilidad de la estacionalidad y la existencia de días feriados.

El X11 permite desestacionalizar tanto en forma multiplicativa como aditiva. En ambos casos la herramienta básica a emplear son los promedios móviles, ya sea geométrico o aritmético, respectivamente.

En síntesis, las etapas que involucra el procedimiento para las series mensuales son las siguientes:

- a. Se procede a separar preliminarmente la estacionalidad y aislar el componente aleatorio, mediante la utilización de un promedio móvil de 2×12 ¹⁴. Luego, la serie original es dividida entre la serie obtenida, lo que permite obtener los ratios centrados de doce meses:

$$(A-5) \quad \frac{X_t}{M_t} = R_t = \frac{(S_t T_t C_t) E_t}{T_t C_t} = S_t E_t$$

- b. Exclusión de los valores extremos antes de eliminar el componente aleatorio, en dos etapas. En la primera, se calcula una media móvil 3×3 a los ratios obtenidos en la etapa anterior. Los "datos perdidos" (dos en cada extremo) se estiman mediante un promedio simple de los dos ratios centrados en los dos años siguientes.

La segunda etapa consiste en calcular las desviaciones estándar entre los ratios centrados y la serie de doble promedio móvil. Dichas desviaciones serán

los límites de control para identificar los valores extremos. Por lo tanto, los valores que excedan dichos límites deberán ser eliminados y reemplazados por el promedio del valor anterior y posterior.

- c. Ajustar estos componentes estacionales para que sumen cero en cualquier período de 12 meses, restándoles una media móvil centrada de 12 términos.
- d. Se obtiene una serie desestacionalizada preliminar (S^*), al quitarle a la serie original el componente estacional ajustado.

$$(A-6) \quad S^* = \frac{X_t}{S_t} = \frac{(S_t T_t C_t E_t)}{T_t C_t} = T_t C_t E_t$$

- e. Estimación del componente de tendencia-ciclo y el componente irregular. La etapas son similares a las efectuadas en la etapa (b). En la primera etapa se emplean los datos ajustados preliminarmente, para eliminar el componente aleatorio con promedios móviles ponderados de Henderson según la amplitud del componente aleatorio¹⁵. La razón es que la ecuación anterior incluye el componente de tendencia-ciclo y el irregular, por ello el promedio móvil que se aplica elimina el componente irregular y suaviza la serie presentando el componente de tendencia-ciclo.

Esta primera etapa, se descompone en dos secuencias. En la primera se calculan los promedios móviles de Henderson. Mientras que en la segunda, se obtiene el ratio de la serie original y el promedio móvil hallado. Con esto, el componente estacional y el irregular, los cuales son llamados **ratios finales** ($S_t \cdot E_t$):

$$(A-7) \quad M_t' = T_t C_t$$

$$(A-8) \quad (S_t E_t)' = \frac{X_t}{M_t'} = \frac{(S_t T_t C_t E_t)}{T_t C_t} = S_t E_t$$

En la serie anterior se reemplaza los valores extremos y se limita la suma de dichos ratios a 1 200. Luego se obtienen los

14/ Un promedio 2×12 quiere decir que en primer lugar se obtiene un promedio móvil de doce meses centrado (i.e. el resultado del promedio móvil debe estar en la observación central de los datos promediados) y luego a la serie obtenida se le aplica promedios móviles de orden 2.

15/ El programa tiene calcula automáticamente el orden de Henderson adecuado según el ratio del componente irregular entre el ciclo (I/C), de acuerdo a la siguiente tabla:

Entre 0,00 y 0,99 considera un promedio móvil de orden 9.

Entre 1,00 y 3,49 considera un promedio móvil de orden 13.

De 3,5 en adelante considera un promedio móvil de orden 23.

ratios finales que incluyen sólo los componentes estacional e irregular.

En la segunda etapa se calculan los factores estacionales mediante un doble promedio móvil de orden tres. Los valores perdidos se estiman con base en los valores adyacentes.

Finalmente, se divide la serie original entre los factores finales estacionales (S_t):

$$(A-9) \quad S_t = \frac{X_t}{E[S_t E_t]} = \frac{(S_t T_t C_t E_t)}{S_t} = T_t C_t E_t$$

Donde $E[\cdot]$ es el valor esperado.

Adicionalmente, el procedimiento X11 permite:

- a. Un ajuste por días feriados, el cual consiste en un ajuste estacional preliminar de los datos para obtener el componente irregular, el cual es empleado para determinar los factores de ajuste de días feriados.
- b. Prueba estadística F para verificar la presencia de estacionalidad estable, la cual se realiza mediante el ratio de la varianza entre los meses respecto a la varianza residual. La hipótesis nula de la prueba F es verificar que los ratios estacional-irregular para cada mes -son iguales entre sí e iguales al promedio total. Es decir la hipótesis nula hace referencia a la ausencia de evidencia de estacionalidad estable.

En el presente trabajo se utiliza el programa X11-ARIMA versión X11.Q2, la cual es una versión mejorada del procedimiento X11, y fue desarrollada en la Oficina de Censos y Estadísticas del Canadá en el año 1984. La diferencia sustancial con el método anterior es la incorporación del procedimiento de etapas móviles (Ver anexo).

Extracción de señales en un modelo ARIMA para series de tiempo

SEATS es un programa de descomposición de series de tiempo en sus componentes no observados. En efecto, el SEATS es desarrollado de un programa construido por Peter Burman para el ajuste estacional del Banco de Inglaterra (versión 1982).

El programa empieza ajustando un modelo ARIMA a las series. Si x_t denota la serie original (o su transformación logarítmica), entonces:

$$(A-10) \quad z_t = \delta(B) x_t$$

representa la **serie diferenciada**, donde B representa el operador de rezago y $\delta(B)$ denota las diferencias tomadas a la serie x_t para convertirla estacionaria.

En SEATS,

$$(A-11) \quad \delta(B) = \nabla^d \nabla_s^p$$

donde $\nabla = 1-B$, y $\nabla_s^p = (1-B^s)^p$ representa la diferencia estacional del período s. El modelo para la serie diferenciada z_t puede ser expresado como:

$$(A-12) \quad \phi(B) z_t = \theta(B) a_t + \mu$$

donde μ es una constante, a_t es una serie de innovaciones ruido blanco, normalmente distribuidas con media cero y varianza σ_a^2 ; $\phi(B)$ y $\theta(B)$ son polinomios autorregresivos (AR) y con medias móviles (MA) en B, respectivamente, los cuales pueden ser expresados en forma multiplicativa como el producto de un polinomio regular en B y un polinomio estacional en B^s , como en:

$$(A-13) \quad \phi(B) = \phi_y(B) \phi_s(B^s)$$

$$(A-14) \quad \theta(B) = \theta_y(B) \theta_s(B^s)$$

Juntando de (1) a (5), el modelo completo puede ser escrito en una forma detallada como:

$$(A-15) \quad \phi_y(B) \phi_s(B^s) \nabla^d \nabla_s^p x_t = \theta_y(B) \theta_s(B^s) a_t + \mu$$

en su forma concisa:

$$(A-16) \quad \Phi(B) x_t = \Theta(B) a_t + \mu$$

donde $\Phi(B) = \phi(B) \delta(B)$ representa el polinomio autorregresivo completo, incluyendo todas las raíces unitarias. Nótese que, si p denota el orden de $\phi(B)$ y q el orden de $\theta(B)$, entonces el orden de $\Phi(B)$ es $P=p+d+D \times s$. El programa SEATS requiere que $P \geq q$.

El programa descompone una serie que sigue el modelo (7) en varios componentes. La descomposición

puede ser multiplicativa o aditiva. Empleando el modelo aditivo, al tomar logaritmos, tenemos:

$$(A-17) \quad x_t = \sum x_{it}$$

donde x_{it} representa un componente. Los componentes que el SEATS considera son:

- x_{pt} = El componente de tendencia
- x_{st} = El componente estacional
- x_{ct} = El componente cíclico ^{16/}
- x_{ut} = El componente irregular

El programa produce un diagnóstico de los resultados de la estimación. En ese sentido realiza cuatro etapas:

1. Estimación del modelo ARIMA
2. Derivación del modelo por componentes
3. Análisis de los errores
4. Estimados de componentes (en niveles)

Una desventaja del programa SEATS es que no da un resultado final de si la estimación del componente estacional de la serie es significativo o no. Para ello el investigador tiene que apelar a varios indicadores como el análisis gráfico de los factores de desestacionalización^{17/}, los errores estándar de los mismos^{18/} y a un intervalo de confianza alrededor del factor estacional 100, al 95 por ciento, para el estimador final del factor de desestacionalización.

III. Desestacionalización de agregados reales

En esta parte del trabajo se procederá a realizar el ajuste estacional con el programa X11-ARIMA, para obtener el producto bruto interno (PBI) desestacionalizado mediante dos métodos: a) el método de agregación o indirecto y b) el método directo. Ambos métodos se emplean para variables con periodicidad mensual y trimestral. Las series involucradas en el estudio son los PBI de los sectores agropecuario, pesca,

minería, manufactura, construcción, gobierno y otros, así como el PBI global. Las series abarcan el período 1991-96, y están expresadas en nuevos soles de 1979.

El PBI es un indicador agregado que mide el nivel de producción global de la economía y se obtiene a partir de la sumatoria de los valores agregados de todos los sectores productivos. Sin embargo, cabe señalar que la evolución de la producción de cada uno de los sectores productivos muestran diferentes patrones de estacionalidad, es decir, responden a diferentes factores explicativos, se presentan en diferentes períodos y en diferentes magnitudes.

Así, por ejemplo la producción agrícola esta influenciada por el periodo de cosecha, la cual se concentra en el primer semestre, mientras que la producción pesquera se halla afectada por los periodos de vedas reproductivas que se establecen periódicamente en los meses de febrero y agosto. Por otro lado, algunas ramas de la actividad industrial estarían condicionadas a algunas festividades (navidad para el caso de los bienes de consumo duraderos) o el clima (caso de las bebidas gaseosas o cervezas).

En este contexto, surge la interrogante acerca de la forma correcta como se debe realizar el ajuste estacional del PBI global: ¿ésta debería ser aproximada a través de la desestacionalización del nivel global (método directo)? o ¿debería ser calculada a partir de la agregación de los niveles de producción sectorial desestacionalizados (método indirecto o de agregación)? Cada uno de estos métodos posee limitantes y la selección dependerá del cumplimiento de determinadas condiciones iniciales.

La aplicación del método indirecto implica sumar los PBI sectoriales desestacionalizados para obtener un PBI global desestacionalizado. Su validez dependerá si existe o no dependencia entre la estacionalidad de cada sector productivo. De existir dependencia, es decir que la covarianza estacionales de los sectores no es nula, el método indirecto estaría subestimando la corrección estacional, puesto que el cálculo de los factores estacionales no estaría incluyendo este componente. Ex-ante, se podría afirmar que no es posible rechazar la hipótesis de dependencia estacional, puesto que existen actividades cuyas producciones se hayan correlacionadas, tales como la extracción

16/ Para obtener el componente cíclico de la serie ver Maravall (1989). "On the Dynamic Structure of Seasonal Component", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 13, 81-91.

17/ Lo que permite apreciar si los factores son significativos a lo largo del año y si son similares en los mismos períodos entre los distintos años.

18/ Para lo cual no existe ningún test que permita saber la región de aceptación o no de dichos errores.

**Cuadro 1
FILTROS DE ESTACIONALIDAD Y TENDENCIA**

Sectores Productivos	GMRS	Filtro de Estacionalidad	I/C	Filtro de Tendencia
Agropecuario	4,95	3x5	1,25	13-T
Pesca	10,03	Estable	6,61	23-T
Minería	3,70	3x3	1,58	13-T
Manufactura	8,47	Estable	2,59	13-T
Construcción	7,54	3x9	1,57	13-T
Gobierno	2,63	3x3	0,86	9-T
Otros	7,86	3x9	2,04	13-T

1/ Ratio estacional global móvil.

2/ Ratio irregular cíclico.

de anchoveta y la industria procesadora de harina de pescado, por ejemplo.

Por otro lado, el método directo tiene la desventaja de ocultar la naturaleza de la estacionalidad, debido a la existencia de patrones de estacionalidad diferenciados, ya que es posible que se generen procesos estacionales que se compensen y que el agregado evidencie signos de no estacionalidad. Por otro lado, no se descarta la posibilidad de que individualmente existan patrones débiles de estacionalidad que acumulativamente tiendan a sobreestimar la corrección estacional, generando un proceso de estacionalidad "espúrea".

En resumen la selección del método adecuado, dependerá si existe o no dependencia estacional o si no hay indicios de estacionalidad espúrea. Adicionalmente, Findley y otros (1990) sugiere elegir el método que maximice el suavizamiento de la serie estacional.

en este caso la serie agregada es el PBI global y sus componentes son los PBI de los diferentes sectores productivos.

Se realizó la desestacionalización de las series de PBI agropecuario, pesca, minería, manufactura, construcción, gobierno y otros, con la opción por defecto del programa ^{19/} y de acuerdo al estadístico GMSR, se volvió a ajustar las series con el filtro de estacionalidad recomendado por dicho estadístico (Ver cuadro 1).

Según el programa X11-ARIMA, todas las series ajustadas presentan evidencia de estacionalidad estable, siendo el valor del estadístico F más reducido el del PBI manufacturero, mientras que el sector agropecuario es el que muestra el más alto valor de dicho estadístico, los resultados se muestran en el cuadro 2.

Desestacionalización de series mensuales

Método de agregación o indirecto

Este método consiste en realizar el ajuste estacional a los componentes de una serie agregada, para luego sumarlos y de esa manera estimar la serie agregada desestacionalizada. En efecto,

**Cuadro 2
TEST DE ESTACIONALIDAD**

Sector Productivo	Test de estacionalidad		
	Estable	Móvil	Identificable
Agropecuario	275,76	2,04	SI
Pesca	21,93	0,49	SI
Minería	13,30	0,45	SI
Manufactura	9,72	0,07	SI
Construcción	11,25	0,56	SI
Gobierno	82,97	8,67	SI
Otros	34,89	0,25	SI

19/ Esta opción selecciona un filtro estacional de 3x3 para el primer estimado estacional en cada iteración y 3x5 para el estimado final.

Cuadro 3
RESULTADOS DEL AJUSTE ESTACIONAL

Sectores Productivos	Q	Resultado Final	Medidas Fallidas
Agropecuario	0,23	Aceptado	Ninguna
Pesca	1,29	Rechazado	M2,M3,M5 y M6
Minería	0,95	Condicionamente Aceptado	M1,M2,M8,M9,M10 y M11
Manufactura	1,17	Condicionamente Rechazado	M1,M2, y M6
Construcción	0,88	Condicionamente Aceptado	M1,M2, y M6
Gobierno	0,36	Aceptado	Ninguna
Otros	0,49	Aceptado	M2, y M6

Los sectores que presentan estacionalidad aceptada son agropecuario, gobierno y otros, por su parte los sectores minería y construcción fueron condicionalmente aceptados por lo que se debe analizar los resultados para ver si es apropiado o no ajustarlos por estacionalidad. (Ver cuadro 3).

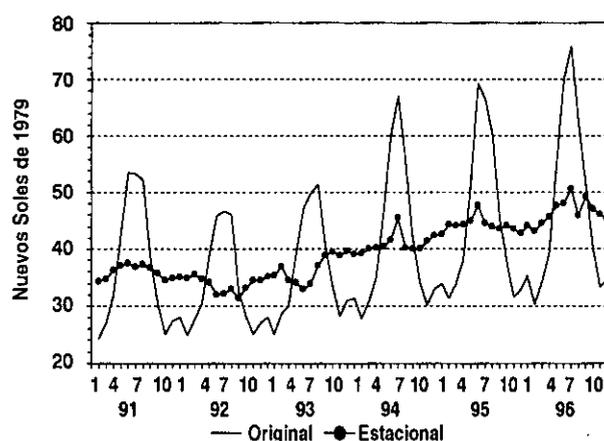
La serie de PBI agropecuario, fue ajustada con un filtro estacional de 3x5 para todos los meses, ello por el valor de su GMSR (4,95) mientras que el filtro de tendencia fue un promedio móvil de Henderson de orden 13. Como se mencionó líneas arriba la serie presentó estacionalidad estable más no móvil, por lo que pudo ser identificada por el programa. Asimismo el componente tendencial es muy escaso, lo que coincide con lo encontrado por Rodríguez (1993).

El patrón estacional de la serie es repetitivo año a año, concentrando sus valores más altos entre los meses de abril y julio, y los más bajos entre los meses de agosto y marzo. El primer período coincide con la concentración de las cosechas de los diferentes productos agrícolas, mientras que el segundo coincide con el período de siembras (ver gráfico 2).

Al igual que en el caso del PBI agropecuario, el PBI del sector gobierno presenta evidencia de estacionalidad estable, más no móvil por lo

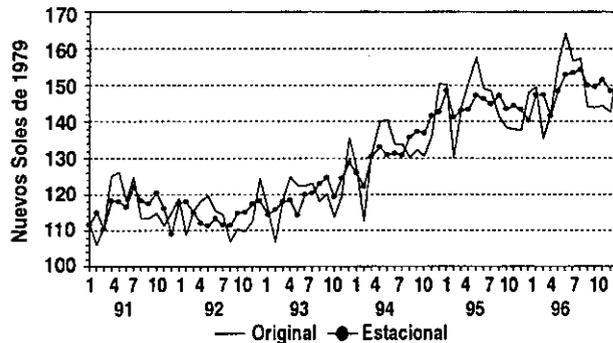
que es identificada por el programa. El filtro estacional empleado para su desestacionalización fue 3x3 (GMSR=2,62), mientras que el orden del filtro de tendencia es 9. El patrón de estacionalidad mostrado por el PBI gobierno es el mismo en los últimos 5 años, presentando los valores más bajos en los primeros meses del año (enero - abril) y los más altos hacia mediados y finales de año (mayo - diciembre). Esta evolución coincide con las menores horas trabajadas en la temporada de verano por parte de los trabajadores del sector público.

Gráfico 2
PBI AGROPECUARIO



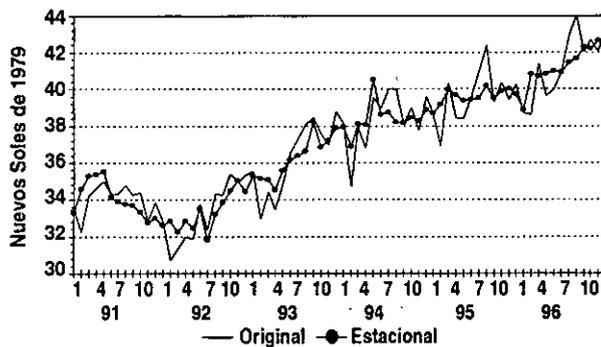
El PBI servicios, está conformado por los sectores comercio, electricidad, banca y seguros, transportes, servicios a empresas, servicios personales, vivienda y derechos de importación. Al ser desestacionalizado en forma agregada, se le aplicó un filtro de estacionalidad del orden 3x9 y un filtro de tendencia de 13 términos. Asimismo, según el X11-ARIMA, el PBI servicios presenta evidencia de estacionalidad estable, la que finalmente es identificada por el programa. En cuanto a la evolución estacional de la serie, ésta presenta sus períodos más altos en los meses de abril, mayo y diciembre, mientras que el mes más bajo se presenta en el mes de febrero. Los valores altos son explicados básicamente por la actividad del sector comercio tanto en la campaña escolar como en la campaña navideña, mientras que el bajo valor de febrero es consecuencia del menor número de días del mes.

**Gráfico 3
PBI SERVICIOS**



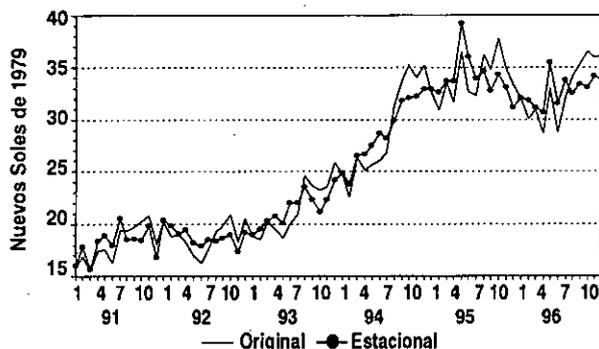
En las series de PBI minería y construcción, el programa encontró que la estacionalidad era condicionalmente aceptada. El PBI minería presenta un componente tendencial importante, y no se aprecia un comportamiento estacional significativo (ver gráfico 4).

**Gráfico 4
PBI MINERIA**



Según el X11-ARIMA, el PBI minería tiene estacionalidad estable y está identificada, sin embargo la desviación estándar de los factores de estacionalidad es reducida (2,79) y los estadísticos relacionados al componente estacional e irregular no son aceptados (ver cuadro 3). Lo que nos daría cierta evidencia de la dificultad encontrada por el programa para separar el componente estacional del irregular. Asimismo, la función de autocorrelación desciende lentamente y permite apreciar un cierto componente de tendencia, pero la serie de primeras diferencias no evidencian presencia de estacionalidad. Por lo que finalmente la serie no se ajustó por estacionalidad.

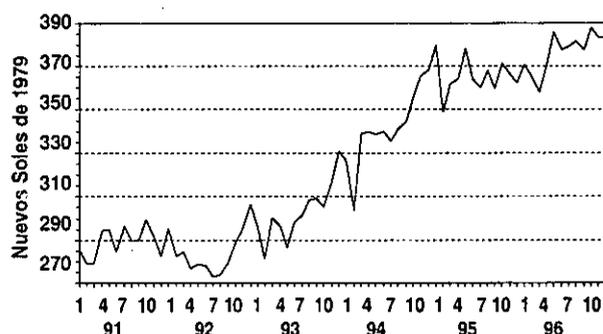
**Gráfico 5
PBI CONSTRUCCION**



Por su parte la serie de PBI construcción, tiene la evidencia de presentar estacionalidad estable y es identificada por el programa, sin embargo la estacionalidad es aceptada condicionalmente, en razón de que 2 de los 11 indicadores que conforman el estadístico Q no son aceptados. En efecto, las medidas no aceptadas por el programa están relacionadas al componente irregular de la serie, al parecer este componente es muy grande.

En el gráfico 5 de la serie del PBI construcción no se aprecia la estacionalidad, al parecer la irregularidad domina la serie, lo mismo ocurre con la primera diferencia, asimismo sus corres-

Gráfico 6
PBI GLOBAL 1/



1/ Método de desestacionalización indirecto o agregado.

pondientes funciones de autocorrelación no evidencian la presencia de estacionalidad.

Cabe anotar que un elemento adicional que se utilizó para no ajustar las series de PBI minería y construcción es que sólo en los últimos dos o tres años se observa un patrón estacional en ambas series, al parecer lo que se da es un cambio de comportamiento que no es adecuadamente identificado por el programa por el número reducido de observaciones.

Por otro lado, en las series de PBI de los sectores pesca y manufactura, el programa X11-ARIMA no encontró la presencia de estacionalidad de la serie por lo que no fueron ajustadas. En la medida que el sector manufacturero ha sido calculado de manera agregada, este resultado no implica necesariamente la ausencia de estacionalidad a nivel de cada rama industrial.

El siguiente paso es agregar los PBI desestacionalizados de los sectores agropecuario, gobierno y otros, junto con las series originales de las series de PBI de los sectores pesca, minería, construcción y manufactura, para obtener el PBI global desestacionalizado por el método indirecto o de agregación (ver gráfico 6).

La estacionalidad de la serie de producción obtenida está influenciada

principalmente por el PBI del sector servicios, el cual tiene una participación promedio de 39,7 por ciento en el PBI global para el período 1991-1996. No obstante, la serie ajustada por estacionalidad está determinada por la evolución de los sectores no estacionales como los son pesca y manufactura.

Un problema empírico que se observa en la evolución de la serie desestacionalizada por el método indirecto es que se presenta un comportamiento regular en los meses de febrero de todos los años, por lo cual se infiere que este método no corrige totalmente el componente estacional de la serie.

Método directo

Este método consiste en desestacionalizar directamente la serie original del PBI global. Para ello el programa X11-ARIMA recomendó un filtro de estacionalidad del orden 3x9 y con un filtro de tendencia tamaño 13. Asimismo, se encontró evidencia de estacionalidad estable e identificable ^{20/}.

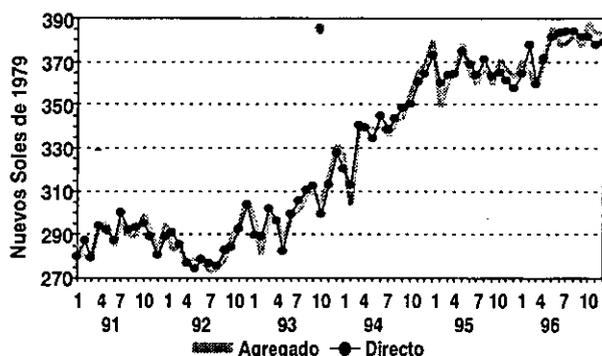
Cuadro 4
PBI GLOBAL

Desestacionalizado según Método (Variaciones porcentuales respecto al mes anterior)

	1991		1992		1993			
	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto		
Enero			3,1	4,4	-4,6	-3,5		
Febrero	2,8	-2,1	0,5	-4,2	-0,2	-4,9		
Marzo	-2,8	-0,1	-1,8	0,7	4,5	6,9		
Abril	5,2	5,4	-3,1	-2,8	-1,9	-1,3		
Mayo	-0,7	0,2	-0,9	0,8	-4,8	-3,3		
Junio	-1,6	-3,6	1,7	-0,3	6,1	4,0		
Julio	4,3	4,2	-0,7	-1,7	2,0	1,1		
Agosto	-2,6	-2,3	-0,4	0,2	1,7	2,3		
Setiembre	0,4	0,1	2,6	2,1	0,6	0,3		
Octubre	0,8	3,2	0,6	3,2	-4,1	-1,4		
Noviembre	-2,2	-2,6	2,9	2,4	4,3	3,9		
Diciembre	-2,8	-3,1	3,8	3,7	4,7	4,5		
			1994		1995		1996	
			Directo	Indirecto	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto
Enero			-2,2	-1,4	2,4	3,0	1,7	2,3
Febrero			-2,3	-6,9	-3,4	-8,0	3,7	-1,7
Marzo			8,9	11,5	1,0	3,7	-4,8	-1,7
Abril			-0,4	0,3	0,1	0,6	3,3	3,4
Mayo			-1,5	-0,3	2,9	3,9	2,7	4,1
Junio			3,1	0,3	-1,6	-3,7	0,5	-2,2
Julio			-1,7	-1,3	-1,3	-1,2	0,1	0,5
Agosto			1,5	1,8	1,9	2,3	0,1	0,7
Setiembre			1,4	0,9	-2,0	-2,3	-0,7	-1,1
Octubre			0,5	3,3	0,4	3,2	0,0	2,8
Noviembre			3,0	2,7	-1,0	-1,3	-1,0	-1,3
Diciembre			1,0	0,8	-0,9	-1,1	0,3	0,1

20/ El test F para estacionalidad estable fue 49,98 y para estacionalidad móvil 0,22.

Gráfico 7
PBI GLOBAL DESESTACIONALIZADO SEGUN METODO



donde: X es la serie de PBI global
desestacionalizada
N es el número de observaciones

Valores negativos para Δ favorecerán el ajuste directo, debido al mayor suavizamiento de la serie.

En efecto, tal como se había intuido en el gráfico 7, para el caso de las series desestacionalizadas mensuales de PBI global tenemos que el estadístico de suavizamiento Δ de Findley favorece al método directo con un valor de -0,3, (ver cuadro 5).

Los meses estacionalmente más altos son los comprendidos en el período abril-julio, mientras que el más bajo es febrero. Tal evolución es consistente por la mayor producción de los sectores primarios en el segundo trimestre del año debido a factores tales como la ausencia de vedas en el sector pesquero, lo que tiene su mayor efecto en la industria procesadora de recursos primarios; y la época de cosechas en el sector agropecuario. Mientras que en el mes de febrero la producción es menor por el número de días del mes.

Haciendo una comparación entre las tasas de variación de las serie de PBI global desestacionalizadas por ambos métodos apreciamos que por el método de agregación la serie presenta tasas de crecimiento negativas en el mes de febrero para todos los años, mientras que en el método directo, la serie no presenta tal comportamiento (ver cuadro 4).

De otro lado, la serie de PBI global desestacionalizado por el método directo es más amortiguada que la serie obtenida por el método de agregación, lo que puede ser apreciado en el gráfico 7.

Existe un estadístico de suavizamiento de Findley y otros (1990), que permite determinar entre dos series cual presenta un mayor grado de suavizamiento:

$$R = \frac{\sum_{t=2}^N (X_t - X_{t-1})^2}{N-1}$$

y

$$\Delta = 100x \frac{R_{\text{directo}} - R_{\text{indirecto}}}{R_{\text{directo}}}$$

No obstante que el método de agregación es el método más adecuado para realizar el ajuste estacional en la serie de PBI global, hay que tener en cuenta el origen de la estacionalidad de dicha variable. En ese sentido son los sectores agropecuario y otros los que tienen mayor influencia en los patrones de estacionalidad del PBI global. Un elemento adicional a tener en cuenta es que las correlaciones entre los factores de desestacionalización de los sectores agropecuario y otros son bastantes altas respecto de los factores de desestacionalización del PBI global, estimados por el método directo (ver cuadro 6).

Cuadro 5
INDICADOR DE SUAVIZAMIENTO DE FINDLEY

R directo	R indirecto	Indicador
74,9	108,8	0,3

Cuadro 6
CORRELACIONES CRUZADAS ENTRE FACTORES DE DESESTACIONALIZACION

	Agropecuario	Gobierno	Otros	PBI
Agropecuario	1,00	0,06	0,57	0,82
Gobierno	0,06	1,00	0,07	0,34
Otros	0,57	0,07	1,00	0,85
PBI	0,82	0,34	0,85	1,00

Cuadro 7
AJUSTE ESTACIONAL DE SERIES TRIMESTRALES

Sectores Productivos	Test de estacionalidad			Filtro de Estacionalidad	Filtro de Tendencia	Q
	Estable	Móvil	Identificable			
Agropecuario	417,02	1,40	SI	3x3	5-T	0,20
Pesca	192,95	1,58	SI	3x5	5-T	0,27
Minería	26,65	0,76	SI	3x3	5-T	0,74
Manufactura	34,40	2,84	SI	Estable	5-T	0,69
Construcción	37,16	0,19	SI	3x9	5-T	0,56
Gobierno	111,82	0,67	SI	3x5	5-T	0,37
Otros	87,92	1,80	SI	Estable	5-T	0,33

Desestacionalización de series trimestrales

Método de agregación o indirecto

Al igual que en el caso de las series mensuales, se procedió a realizar el ajuste estacional de las series trimestrales de PBI sectorial, encontrándose que todos los sectores presentaban estacionalidad aceptada. Los test F para estacionalidad estable y móvil, así como los filtros de estacionalidad y tendencia utilizados en el ajuste y el estadístico Q, se presentan en el cuadro 7.

Las serie de PBI agropecuario presenta valores estacionalmente bajos en el cuarto trimestre y primer trimestre de manera recurrente, mientras que en el segundo trimestre los valores son estacionalmente más altos. Dicha evolución coincide con el comportamiento mensual de la serie.

Al igual que en el caso del PBI agropecuario, el PBI del sector pesquero tiene un patrón de estacionalidad repetitivo año tras año. Así en el tercer trimestre los valores estacionalmente son más bajos, mientras que en el segundo trimestre del año alcanza el valor más alto del año. El PBI manufacturero presenta la misma evolución estacional que el PBI pesquero en cuanto se trata del valor más bajo del año (tercer trimestre). En este trimestre juega un papel importante la veda de anchoveta y sardina que suele darse en este periodo, la

que como dijimos líneas arriba tiene mayor efecto en el sector manufactura que en el pesquero.

Las series de PBI gobierno y servicios presentan comportamientos estacionales coincidentes con sus respectivas evoluciones mensuales. En este sentido, el PBI gobierno tiene al primer trimestre como el valor más bajo y el cuarto trimestre como valor más alto; por su parte el PBI servicios tiene como valor estacionalmente más alto el segundo trimestre.

El patrón estacional del PBI construcción tiene concentrados sus valores más bajos en el primer y segundo trimestre del año; similar patrón presenta el PBI minería.

Al agregar las series desestacionalizadas obtenemos el PBI global desestacionalizado, el cual sigue un patrón estacional influenciado básicamente por los sectores primarios de la economía. En ese sentido tiene sus valores más bajos en el primer trimestre y el más alto en el segundo trimestre.

Método directo

La serie de PBI global, fue ajustado con un filtro de estacionalidad estable y un filtro de tendencia de orden 5. Según el programa, la serie presenta evidencia de estacionalidad estable más no móvil, por lo que la estacionalidad es identificable^{21/}.

El patrón estacional, al igual que por el método de agregación, presenta los valores más bajos en el primer trimestre, mientras que el valor más alto se encuentra en el segundo trimestre.

21/ Los test F para estacionalidad estable y móvil fueron 209,8 y 1,0, respectivamente.

**Cuadro 8
GLOBAL DESESTACIONALIZADO SEGUNDO METODO**

	1991		1992		1993	
	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto
I			0,3	0,5	0,1	0,3
II	3,1	2,8	-4,2	-4,1	-0,4	-0,2
III	1,4	1,3	0,5	0,2	5,7	5,4
IV	-2,4	-2,3	5,5	5,4	1,4	1,5
	1994		1995		1996	
	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto	Directo	Indirecto
I	3,7	3,6	2,1	2,1	1,5	1,2
II	4,5	4,1	0,9	0,6	3,4	2,7
III	1,1	1,5	-1,0	-0,9	0,9	1,4
IV	4,4	4,4	1,2	-0,7	-0,9	-0,5

de estacionalidad. En el cuadro 8 se presentan la comparación entre las variaciones porcentuales con respecto al trimestre anterior de la serie de PBI global ajustada por ambos métodos. En el podemos apreciar la similitud en el comportamiento de ambas series, lo que se puede reafirmar con el gráfico 8.

La similitud encontrada gráficamente entre las series de PBI global desestacionalizado por ambos métodos es ratificada por el estadístico de Findley, el cual arroja un valor cercano muy bajo (0,09) lo que nos indicaría que el suavizamiento entre ambas series es similar (ver cuadro 9).

**Cuadro 9
INDICADOR DE SUAVIZAMIENTO DE FINDLEY**

R directo	R indirecto	Indicador
704,1	637,6	0,09

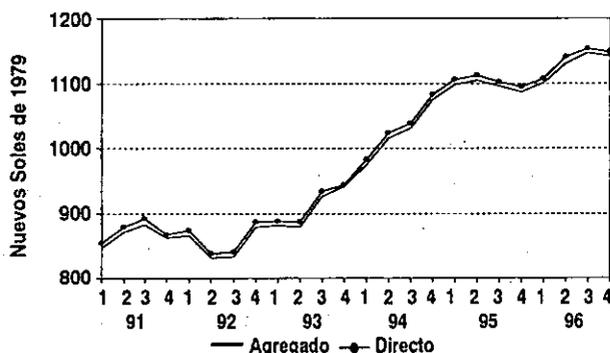
Las series desestacionalizadas por ambos métodos son bastante similares, debido a la presencia de estacionalidad en todos los componentes del PBI, a diferencia de las series mensuales. Sin embargo, la propiedad de preservación de la suma^{22/} no se llega a cumplir del todo, ello puede deberse al hecho de que los componentes de PBI global han sido ajustados por distintos filtros

IV. Otros tópicos acerca del ajuste estacional

Mucho de la literatura sobre estacionalidad ha estado focalizada en modelos de series de tiempo univariantes enfatizando el diseño de filtros de ajuste. En contraste, muy poco se ha estudiado los efectos de la estacionalidad y el ajuste estacional sobre las series de tiempo con cambio estructural, sobre la validez de la inferencia y prueba de las hipótesis de los diversos test, entre otros. En ese sentido Ghysels y Perron (1993, 1996) han estudiado las consecuencias de tales filtros sobre las series o modelos en las cuales se incluyen dichas series.

Ghysels y Perron (1993) consideran el efecto del ajuste estacional sobre los test de raíces

**Gráfico 8
PBI GLOBAL DESTACIONALIZADO SEGUN METODO**



22/ Una de las propiedades teóricas que debe cumplir el método de ajuste estacional, la cual se refiere que al sumar dos series ajustadas se debe obtener el mismo resultado que al ajustar el total.

unitarias. Uno de los resultados es que el estimador de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) de la suma de los coeficientes autorregresivos en una regresión univariada con una serie estacionaria muestra sesgos ascendentes ^{23/} cuando los filtros de estacionalidad son aplicados, lo que hace que los test de raíces unitarias tengan menos poder con datos ajustados que con datos no ajustados estacionalmente. Este hecho es mejor ilustrado cuando las series analizadas no contienen un componente estacional y el filtro es empleado.

Otro de los tópicos de interés son los efectos de los filtros lineales sobre las series con cambio estructural. Un estudio al respecto es el de Ghysels and Perron (1996), en donde argumentan que muchos filtros lineales tienen propiedades de suavizamiento de las series, las cuales tienden a disfrazar la inestabilidad estructural.

V. Conclusiones y recomendaciones

El análisis efectuado a lo largo del trabajo recomienda la conveniencia de realizar el ajuste estacional de la serie mensual de PBI global por el método directo. Esta conclusión se deriva de varios hechos a saber:

- a. El ajuste estacional del PBI global por el método directo es aceptado por el programa sin condiciones. Es decir, la estacionalidad es estable, identificable y pasa todos los test del programa X11-ARIMA. Asimismo, la estacionalidad es fácilmente detectada mediante el análisis gráfico.
- b. La serie desestacionalizada de PBI por el método indirecto muestra un comportamiento regular en los meses de febrero de todos los años, lo que indica que la estacionalidad no es corregida totalmente.
- c. La serie ajustada por el método directo presenta un mayor grado de suavizamiento que la ajustada por el método indirecto. Esto se comprueba tanto con el análisis gráfico como por el cálculo del estadístico de Findley.

No obstante que el método de agregación es el método más adecuado para realizar el ajuste estacional en la serie de PBI global, no hay que perder de vista el origen de la estacionalidad. En ese sentido, se llega a identificar que los sectores agropecuario y otros son los que tienen mayor influencia en la evolución de los patrones estacionales del PBI global.

Finalmente, el análisis a las series trimestrales arroja resultados similares para las series ajustadas por ambos métodos, esto se atribuye a que todos los componentes del PBI global presentan estacionalidad identificable.

23/ La extensión del sesgo asintótico depende de la naturaleza del componente estacional, el período de estacionalidad y el largo de la autorregresión considerada. La mayor característica que sale de los resultados de los autores es que si el largo de la autorregresión estimada es menor que el período estacional, los datos ajustados inducen un sustancial sesgo hacia arriba en la suma de los coeficientes autorregresivos:

Anexo

El programa X11-ARIMA versión X11.Q2 posee las siguientes características:

- a. Un procedimiento de etapas móviles^{24/}, el cual consiste en su primera etapa en seleccionar un período de la serie total y ajustarlo como si fuera la serie completa, en una segunda etapa se elimina el año inicial, se incluye un nuevo año y se realiza el ajuste como si fuera la serie completa. El procedimiento continúa sucesivamente, teniendo en cuenta un máximo de cuatro etapas. El empleo o no de los factores de días feriados calculados van a depender de test F calculado por el programa.
- b. El cálculo de un test F para detectar estacionalidad móvil. El cual combinado con un test F para detectar la estabilidad en la estacionalidad, permiten testear la identificabilidad de la estacionalidad.
- c. El cálculo de un test para la estacionalidad residual, es decir la persistencia de estacionalidad luego de realizar el ajuste. Este test se realiza para la serie completa y luego para los últimos años de la serie, sin embargo este test, podría verse afectado por cambios bruscos en los niveles de la serie ajustada.
- d. La selección del filtro estacional adecuado de acuerdo a un ratio estacional global móvil (GMSR), definido como:

$$(B-1) \quad \overline{(I/S)}^G = \frac{\sum_{j=1}^{12} \overline{\Delta I_j}}{\sum_{j=1}^{12} \overline{\Delta S_j}}$$

$$(B-2) \quad \overline{\Delta I_j} = \sum_{i=1}^{n_i} (I_{i,j} - I_{i-1,j}) / (n_i - 1)$$

$$(B-3) \quad \overline{\Delta S_j} = \sum_{i=1}^{n_i} (S_{i,j} - S_{i-1,j}) / (n_i - 1)$$

donde:

$I_{i,j}$ es el componente irregular en el año i y el mes j ;

$S_{i,j}$ es el componente estacional en el año i y el mes j ;

n_j es el número de años completos en las series.

En efecto, los márgenes del GMSR recomendados por Lothian (1984) son:

Un filtro de 3x3 si el GMSR esta entre 2,3 y 4,1

Un filtro de 3x5 si el GMSR esta entre 4,1 y 5,2

Un filtro de 3x3 si el GMSR esta entre 5,2 y 6,2

Adicionalmente el programa considera un filtro estable si el GMSR es mayor a 4,1

- e. Un conjunto de once estadísticos para controlar la calidad del ajuste realizado. Dichos indicadores son los siguientes:

M1: Contribución relativa del componente irregular sobre intervalos de tres meses. Si este indicador es alto, entonces el componente irregular y el estacional no pueden ser separados eficientemente. Sin embargo, cabe destacar que el emplear un intervalo de tres meses tiene la desventaja que el componente de tendencia-ciclo no es removido completamente, por lo que no nos permitiría tener una comparación directa entre el componente irregular y el estacional.

M2: Contribución relativa del componente irregular sobre la varianza de la porción estacionaria de las series. Esta medida usa la información contenida en la tabla de la contribución relativa

24/ Para mayor detalle ver Findley y otros (1988).

25/ Para mayor información ver Bradley (1968): *Distribution free statistical test*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J.

de los componentes a la porción estacionaria de la varianza de la serie original, para determinar si la irregularidad de la serie es muy grande. Se emplea esta tabla porque se desea minimizar el efecto del componente de tendencia.

M3: El cambio mensual del componente irregular comparado con el cambio mensual del componente de tendencia-ciclo. Esta medida emplea el ratio I/C para determinar si el valor del movimiento irregular es alto con relación al movimiento en la tendencia-ciclo.

M4: Valor de la autocorrelación el componente irregular. Esta medida emplea el estadístico promedio de la duración de la corrida (average duration of run, ADR ^{25/}) para probar si el componente irregular es un proceso aleatorio en contra de la hipótesis alternativa que los errores siguen un proceso autorregresivo de primer orden de la forma: $I_t = \phi I_{t-1} + e_t$, donde ϕ es el coeficiente de autocorrelación y e_t es un proceso aleatorio.

M5: Los meses de dominancia cíclica. Este indicador toma información acerca de la media y desviación estándar de los cambios porcentuales de los datos originales, componentes a lo largo de los intervalos de tiempo para examinar el tamaño relativo de los componentes tendencia-ciclo e irregular. Si el componente irregular relativo al componente de tendencia-ciclo es alto, entonces será muy difícil estimar los dos componentes.

M6: Cambio anual del componente irregular comparado con el cambio anual del componente estacional. Esta medida emplea el GMSR para ver si es adecuado un filtro estacional de 3x5 para ajustar la serie. Cabe destacar, que esta medida es válida sólo en el caso de que el ajuste se realice con un filtro de 3x5.

M7: Valor de la estacionalidad estable presente en la serie respecto al valor de la estacionalidad móvil. Esta medida emplea los test F para determinar la estacionalidad estable y móvil para determinar si la estacionalidad en la serie

puede ser identificada por el X11. Esta es el estadístico de control de calidad más importante, en el sentido que si la estacionalidad no puede ser identificada, no se podrías realizar el ajuste estacional, por ello esta medida es la que tiene un mayor peso relativo a la hora de construir el estadístico Q.

Los últimos cuatro estadísticos examinan tipos específicos de movimientos anuales en los factores estacionales estimados ^{26/}.

M8: Tamaño de las fluctuaciones del componente estacional a través de toda la serie. Estas son estimadas usando cambios anuales absolutos.

M9: Movimiento lineal promedio en el componente estacional a lo largo de toda la Serie. Estos son estimados empleando la media aritmética de los cambio anuales.

M10: M8 para los años recientes.

M11: M9 para los años recientes.

Todas estas medidas al ser ponderadas forman el estadístico Q, el cual indica la bondad del ajuste estacional. Estas medidas pueden estar en el rango de [0,3], siendo la región de aceptación el rango [0,1]. Las ponderaciones de los estadísticos pueden ser apreciados en el cuadro 1.

Cuadro 1
PONDERACIONES DEL ESTADISTICO Q

Medida de control de calidad	Ponderaciones Filtros Estándar 1/	Estacionalidad Estable
M1	10	11
M2	11	15
M3	10	10
M4	8	8
M5	11	11
M6	10	10
M7	18	32
M8	7	0
M9	7	0
M10	4	0
M11	4	0

1/ 3x3, 3x5 y 3x9

26/ Todas las medidas son calculadas usando un factor estacional normalizado S'_t , donde: $S'_t = (S_t - \mu) / \sigma_s$

La fórmula empleada para calcular el Q es:

(B-4)

$$Q = \frac{\sum_{i=1}^n (M_i x w_i)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

donde w_i es la ponderación de cada estadístico i .

Los rangos de aceptación o rechazo son los siguientes:

$0,0 \leq Q \leq 0,8$	El ajuste es aceptado.
$0,8 < Q \leq 1,0$	El ajuste es condicionalmente aceptado; deben ser revisados los estadísticos para ver si el ajuste debe ser aceptado o no.
$1,0 < Q \leq 1,2$	El ajuste es condicionalmente rechazado; deben ser revisados los estadísticos para ver si el ajuste debe ser rechazado o no.
$1,2 < Q \leq 3,0$	El ajuste es rechazado.

Bibliografía

- Arranz, Juan M. Y Corzo, Guillermo.** 1985. *Sobre la Estacionalidad determinística y estocástica de los agregados monetarios semanales*. Serie de Estudios Técnicos N° 62, Banco Central de la República Argentina.
- Bell, William and Hillmer, S.C.** 1984. *Issues Involved with the Seasonal Adjustment of Economic Time Series*. Journal of Business & Economic Statistics, Vol. 2, N° 2, 291-320.
- Burridge, Peter and Wallis, K.F.** 1984. *Unobserved-Components Models for Seasonal Adjustment Filters*. En Journal of Business & Economic Statistics, Vol. 2, N°4, 350-359.
- Cleveland, W.P. and Tiao, G.C.** 1976. *Decomposition of Seasonal Time Series: A Model for the Census X-11 Program*. Journal of the American Statistical Association, Vol. 71, N°355, 581-587.
- Dagum, E.B.** 1993. *Statistical Foundations and Properties of the X11-ARIMA Method*, Mimeo.
- Espasa, Antoni.** 1984. *El ajuste estacional en series económicas*. Documento de Trabajo N° 8410, Banco de España.
- Findley, David y otros.** 1990. *Slidings spans diagnostics for seasonal and related adjustments*. Mimeo.
- Ghysels, E. And Perron, P.** 1996. *The effect of linear filters on dynamic time series with structural change*. Journal of Econometrics, Vol. 70, 69-97.
- Ghysels, E. And Perron, P.** 1993. *The effect of seasonal adjustment filters on tests a unit root*. Journal of Econometrics, Vol. 55, 57-98.
- Guerrero, Victor** 1990. *Desestacionalización de series de tiempo económicas: introducción a la metodología*. Comercio Exterior, Vol.40, N° 11, 1035-1046.
- Hamilton, James .** 1994. *Time Series Analysis*, Princeton University Press.
- Hylleberg, Svend.** 1992. *Modelling Seasonality*, Oxford University Press.
- Hylleberg, Svend, Jorgensen, C. And Sorensen, N.K.** 1993. *Seasonality in Macroeconomic Time Series*. Empirical Economics, Vol. 18, 321-335.
- Maraval, Agustín and Gomez, V.** 1992. *Signal Extraction in ARIMA Time Series Program SEATS*. European University Institute, W.P. N° 92/65.
- Maravall, Agustín.** 1996. *Unobserved Components in Economic Time Series*. Documento de Trabajo N° 9609, Banco de España.
- Monsell, Brian.** 1988. *The uses and features of X11.2 and X11Q.2*. Supplement to census technical paper N° 15. Bureau of the Census, Statistical Research Division.
- Nerlove, Marc, Grether, D.M. y Carvalho, J.** 1988. *Análisis de Series Temporales Económicas*, Fondo de Cultura Económica.
- Priestley, H.B.** 1981. *Spectral Analysis and Time Series*, London, Academic Press.
- Rodriguez, Gabriel.** 1993.a. *Informe: Ajuste por Estacionalidad*. Inédito. Banco Central de Reserva del Perú.
- Rodriguez, Gabriel.** 1993.b. *Informe: Ajuste Estacional: El Programa X11.2*. Inédito. Banco Central de Reserva del Perú.