



Centro de Investigación y
Desarrollo (CIDE)

Desestacionalización de Series Económicas

Lima, Junio 2002

DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN

Econ. Mirlena Villacorta Olazabal
Directora Técnica del CIDE

EQUIPO DE TRABAJO

Est. Fernando Camones Gonzales
Econ. Leslie Miranda Solano
Est. Edith Ordóñez Porras
Econ. Javier Vásquez Chihuan

El CIDE agradece la entusiasta y profesional cooperación de la Dirección Técnica de Indicadores Económicos, en cuanto al acceso a la información, así como los comentarios del Ing. Samuel Rojas.

Preparado	: Centro de Investigación y Desarrollo del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
Impreso	: Talleres de la Oficina Técnica de Administración del INEI
Diagramación	: Centro de Edición de la Oficina Técnica de Difusión del INEI
Tiraje	: 200 Ejemplares
Domicilio	: Av. General Garzón 658, Jesús María. Lima - Perú
Orden de Impresión	: N° 407-OTA-INEI
Depósito Legal N°	: 150113-2002-3186

Presentación

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), como parte de su política de difusión de los principales procedimientos metodológicos que utiliza en la elaboración de indicadores económicos y sociales, y en apoyo a la adecuada interpretación y uso de las estadísticas oficiales, se ha propuesto, a través del Centro de Investigación y Desarrollo (CIDE), la elaboración de la serie "**Herramientas Estadísticas**", que en su primer número presenta el tema titulado: **Desestacionalización de Series Económicas**.

Este documento está dirigido a los estudiantes, profesionales, investigadores y público en general, y contiene de manera didáctica una introducción al proceso metodológico que se debe seguir para desestacionalizar una serie macroeconómica, presentándose los procedimientos actualmente más utilizados por un gran número de oficinas de estadística para extraer el efecto estacional de la serie y lograr un mejor análisis de la coyuntura económica en el país.

El INEI espera como resultado de este trabajo, potenciar el adecuado uso de las herramientas estadísticas mediante posteriores números de la serie, y generar una comprensión amplia y diversa de los procedimientos más relevantes de la ciencia estadística y económica.

Lima, Junio 2002

Gilberto Moncada Vigo
Jefe del INEI

INDICE

Presentación	3
Introducción	7
I. ANTECEDENTES	9
II. DESESTACIONALIZACION	13
2.1 ¿Qué es estacionalidad?	13
2.1.1 Causas de la estacionalidad	13
2.1.2 ¿Por qué desestacionalizar una serie?	13
2.2 Métodos para desestacionalizar una serie	14
2.2.1 ¿Qué método aplicar?	14
2.2.2 ¿Qué modelo utilizar para descomponer una serie?	15
2.3 Aplicación ilustrativa de la desestacionalización	15
2.3.1 Algunos procedimientos gráficos para detectar si una serie es estacional	16
2.4 Presentación del método de razón a promedios móviles	20
2.4.1 Aplicación a la serie PBI	21
2.5 Metodología de desestacionalización con el X12 ARIMA	22
2.5.1 Aplicación del X12 ARIMA a la serie del PBI utilizando la opción por defecto	22
2.5.2 Aplicación del X12 ARIMA a la serie del PBI incorporando un modelo ARIMA	24
2.5.3 Comparación de resultados obtenidos con el programa X12 ARIMA	26
III. OBSERVACIONES	27
ANEXOS	
1. Método de desestacionalización X11 ARIMA	31
2. Método de desestacionalización X12 ARIMA	39
3. Resultados obtenidos con el método de razón a promedios móviles	45
4. Resultados obtenidos con el X12 ARIMA por defecto	49
5. Resultados obtenidos con el X12 ARIMA incorporando un modelo ARIMA	55
BIBLIOGRAFIA	59

Introducción

El presente documento elaborado con fines educativos, trata de ilustrar en términos generales, algunos de los pasos que se pueden seguir para identificar si una serie de tiempo económica presenta un comportamiento estacional y la aplicación de un procedimiento de desestacionalización que se basa en el uso de modelos ARIMA y de promedios móviles.

En la primera sección se presenta una breve reseña histórica del tratamiento de las series de tiempo, mediante la descomposición en los componentes: tendencia, ciclo, estacional e irregular. En la comprensión que el ciclo y la tendencia no deben separarse artificialmente porque forman parte de un proceso integrado, y en base a las leyes generales que rigen las economías de mercado.

La segunda sección presenta aspectos generales y procedimientos de desestacionalización, integrada por cinco temas. En el primero se responde a la pregunta ¿Qué es la estacionalidad?, indicándose las causas y el por qué desestacionalizar una serie.

En el segundo tema, métodos para desestacionalizar la serie, donde se recogen dos procedimientos generales: el método de regresión y el método de

promedios móviles, prestando atención en los de promedios móviles debido a que en la actualidad existen programas como el X12 ARIMA, que incorpora este procedimiento, y es de uso corriente en muchos países.

En el tercer y cuarto tema, se muestra una aplicación ilustrativa de la desestacionalización, comenzando con algunos procedimientos gráficos para detectar si una serie presenta un comportamiento estacional, como los diagramas de cajas y los correlogramas. Para luego seguir con una presentación básica del método de razón a promedios móviles, y enseguida aplicar este procedimiento a la serie del PBI.

El quinto tema: Metodología de desestacionalización con el X12 ARIMA, en primer lugar, hace referencia al procedimiento utilizado por el programa destacando la incorporación de los modelos ARIMA, para extrapolar la serie y luego utilizar los promedios móviles, detallando además diferentes pruebas estadísticas incorporadas en el X12 ARIMA, como la prueba F de identificación de estacionalidad y la prueba Q de bondad de ajuste estacional. Se continúa con la aplicación del programa mencionado para desestacionalizar la serie del PBI, utilizando tanto la opción por

defecto que provee el software, como mediante la incorporación de un modelo ARIMA especificado por el usuario, para posteriormente comparar los resultados obtenidos.

La tercera y última sección, presenta los comentarios y sugerencias.

Adicionalmente, se incluyen cinco anexos.

El anexo 1, reseña el método de desestacionalización X11 ARIMA, el anexo 2, el método X12 ARIMA, en tanto que los anexos 3, 4 y 5 presentan los resultados numéricos obtenidos con el procedimiento de razón a promedios móviles, el programa X12 ARIMA con la opción automática y a través de la incorporación de un modelo ARIMA por el usuario, respectivamente.

I. ANTECEDENTES ^{1/}

La desestacionalización está asociada a la idea de que una serie de tiempo está constituida por componentes no observables, la idea de componentes no observables parece haber surgido en el análisis económico en el siglo XIX.

En Francia, en el año 1911 se creó un comité encargado de proponer métodos para separar las componentes de la serie, con el fin básico de pronosticarlos por separado. Posteriormente, en Estados Unidos se trató de hacer lo mismo pero con la idea de construir un sistema de índices para apreciar las condiciones corrientes de la economía nacional y para el pronóstico de su desarrollo futuro. Este sistema de índices fue llamado "barómetro de proyección del ciclo económico". Siguiendo este ejemplo se elaboraron "barómetros" en muchos otros países, en los cuales se crearon organismos para la investigación del ciclo económico. Inicialmente, los métodos para elaborar los barómetros del ciclo económico en los países europeos se basaron en los modelos norteamericanos, pero con el tiempo, estos métodos fueron considerablemente reconstruidos y mejorados. En Polonia durante el periodo interbélico, el Instituto de Investigación de la Coyuntura daba estimaciones acerca de la situación económica del país y ciertos pronósticos de su desarrollo.

Los estudios concernientes a las condiciones económicas en Estados Unidos se iniciaron inmediatamente después de

la primera guerra mundial y están asociados al trabajo de Warren M. Person, que en 1919^{2/} publicó un artículo sobre los métodos de estudio y de pronóstico de las condiciones económicas generales de los Estados Unidos. El método de Pearson consiste en dos partes: primero, aislar estadísticamente los cambios ocasionados por las fluctuaciones en las condiciones de los negocios (influencia del ciclo económico). Segundo, elaboración de cierto número de índices que señalarían en qué fase del ciclo económico se encuentra la economía general en un momento dado y que facilitarían un pronóstico de su desarrollo futuro.

Los métodos para encontrar estos índices, determinar y aislar los procesos que reflejan el ciclo económico, se denominaron métodos de Harvard en alusión a la investigación realizada por el Harvard Committee^{3/}. El material estadístico utilizado para reflejar el curso del devenir económico consiste en series cronológicas.

En esta metodología se señala que la mayoría de las series presentan cuatro tipos de variaciones: 1) Variaciones que

1/ Esta sección se basa principalmente en los textos: "Introducción a la Econometría" de Oscar Lange. 1978. y "Macroeconomía Avanzada II" de Antonio Argandoña - Consuelo Gámez - Francisco Mochón. 1997.

2/ W. M. Persons "Indices of Business Conditions", The Review of Economic Statistics, Enero de 1919.

3/ El grupo de Harvard, rechazó las teorías económicas para abordar la investigación del ciclo económico, afirmando que sólo la investigación empírica puede rendir resultados que en el futuro proporcionen una base para las generalizaciones teóricas.

presentan cierta tendencia general (tendencia del desarrollo); 2) Fluctuaciones cíclicas o de la situación económica que aproximadamente corresponden a los ciclos económicos generales; 3) Fluctuaciones estacionales, que aparecen en series de datos trimestrales o mensuales; y 4) Fluctuaciones irregulares.

El procedimiento empleado en la investigación de Harvard para obtener las fluctuaciones cíclicas como un componente representante de la influencia del ciclo económico general sobre la marcha de la economía es como sigue: Se aísla la tendencia de la serie cronológica, suponiendo que es el resultado de un complejo de causas que actúan sostenidamente en una dirección e inducen el crecimiento de la economía nacional. Si la serie es trimestral o mensual se hallan las fluctuaciones estacionales cuyas causas están ligadas con frecuencia, al movimiento de la tierra (cambios de temperatura, días más largos o más cortos), o a causas de carácter social y convencional, como la elevación de las ventas en períodos de vísperas de días festivos.

Una vez que la tendencia y las fluctuaciones estacionales se han aislado, se sustraen de la serie original. La diferencia resultante representa la acción del ciclo económico y de las fluctuaciones irregulares consideradas poco importantes ^{4/}.

Es necesario mencionar al respecto, que la Escuela de Harvard sostenía que un cierto conjunto de causas produce la tendencia, independientemente de otro conjunto de causas que inducen las variaciones cíclicas. Sin embargo, teóricamente, no podemos separar la

tendencia de los ciclos económicos generales; ambos reflejan ciertas leyes del proceso de expansión de la economía general^{5/}. El proceso constituye un todo del cual resultan tanto la tendencia como el ciclo económico general.

La investigación consistente en la descomposición de la serie cronológica en sus componentes sirvió como preparación para la proyección económica. El conjunto de índices para determinar y para proyectar las condiciones generales de los negocios, elaborado por el Instituto Harvard, fue llamado "barómetro de Harvard" y se componía de tres índices: 1) El índice de especulación, que era el precio medio de los valores listados en la Bolsa de Valores de Nueva York. 2) El índice de los negocios que se calculaba con precios al mayoreo. 3) El índice monetario que se calculaba con los precios de los bonos que percibían interés fijo.

Los procedimientos econométricos pioneros utilizados por el Instituto Harvard para descomponer la serie, así como para evaluar el comportamiento cíclico de los negocios a través de índices, actualmente se han perfeccionado a tal punto que el primero de ellos hoy constituye un componente importante de la estadística, y el segundo, una refinada técnica utilizada por los economistas para evaluar los ciclos comerciales^{6/}.

4/ El procedimiento descrito para aislar las fluctuaciones cíclicas, se basa en el supuesto de que las cuatro componentes de las series cronológicas son el resultado de cuatro complejos independientes de causas.

5/ Leyes del proceso de la reproducción capitalista.

6/ Actualmente para descomponer la serie se utilizan los métodos X 11 y X 12 Arima. Para evaluar los ciclos comerciales, por ejemplo, el Departamento Nacional de Investigación Económica (NBER), de Estados Unidos, utiliza los denominados "Indicadores Cíclicos", conformados por los indicadores conducentes, indicadores coincidentes e indicadores retrasados.

Por otra parte, si bien es cierto, que el grupo de Harvard rechazó la teoría económica para abordar la investigación del ciclo económico, en la teoría macroeconómica siempre ha habido una preocupación por su estudio, así, hasta hace poco tiempo, la visión tradicional de las fluctuaciones macroeconómicas, consideraba que los determinantes de largo plazo de las principales series macroeconómicas se encuentran en los determinantes de la oferta agregada. Es decir en el largo plazo, lo que determina el movimiento de la series son factores como los cambios tecnológicos, los cambios demográficos, la productividad de los factores, el entorno institucional, etc. Desde esta perspectiva y en el marco de la teoría del equilibrio, el movimiento de largo plazo de las series corresponde al valor de las variables cuando la economía está en equilibrio. Estos factores son los que caracterizan la componente permanente o la tendencia de la serie. De otro lado, en el corto plazo, es la demanda agregada quien determina principalmente el comportamiento de las series. Así, las variaciones en la demanda agregada caracterizan las fluctuaciones de las series en torno a su movimiento natural, constituyéndose así en desequilibrios temporales de la economía. Estas fluctuaciones de las series alrededor de su componente permanente se define como componente cíclica. De esta manera, las series macroeconómicas pueden verse como la suma de dos componentes: la componente permanente, caracterizada por factores de oferta de la economía, y la componente cíclica, caracterizada principalmente por factores de demanda^{7/}.

Hasta los años setenta, la teoría económica se había desarrollado intentando explicar separadamente estas dos componentes. Por un lado, por la teoría neoclásica y las teorías del crecimiento económico y de otro, por las teorías sobre ciclos económicos. Sin embargo, actualmente los modernos teóricos del ciclo real señalan que toda la variabilidad viene dada por los mismos factores reales, de modo que el mismo shock produce cambios tanto en el crecimiento como en el ciclo.

El hecho de que actualmente, la teoría del ciclo se haya vuelto a aproximar a la del crecimiento, y se consideren como dos fenómenos no simplemente superpuestos, sino íntimamente relacionados, está asociado a las siguientes ideas:

Los ciclos económicos son un tipo de fluctuación que se encuentra en la actividad económica agregada de las economías que organizan su trabajo principalmente mediante empresas. Un ciclo consta de expansiones que ocurren aproximadamente al mismo tiempo en muchas actividades económicas, seguidas de recesiones igualmente generales. La secuencia de las fases es recurrente pero no periódica. (Burns y Mitchell, 1946).

Si las fluctuaciones económicas tienen lugar en países muy diferentes, parece lógico buscar una explicación unificada de los ciclos basada en las leyes generales que rigen las economías de mercado, en vez de fundamentarse en características

^{7/} Se reconoce implícitamente, la componente estacional que debe aislarse y las fluctuaciones irregulares consideradas de poca importancia.

políticas o institucionales peculiares para cada país o periodo de tiempo. (Lucas 1977)^{8/}

Es probable que, gracias al estudio de la relación entre el ciclo y el crecimiento, se profundice en las interrelaciones entre cambio tecnológico, desempleo y recesiones. (Blanchard, 1992).

Estas consideraciones, permiten avanzar en los estudios metodológicos para analizar la coyuntura. En efecto, si tomamos en cuenta, por una parte, que actualmente se han desarrollado procedimientos sofisticados para descomponer una serie de tiempo, en particular efectuar la desestacionalización de la serie (X11 ARIMA, X12 ARIMA), así como, una importante experiencia en el tratamiento empírico de los ciclos, tratando de caracterizarlos y prever su dinámica a través de un conjunto de series económicas utilizadas como indicadores de los ciclos de los negocios, clasificados en indicadores conducentes, coincidentes y retrasados (por ejemplo como lo hace el NBER)^{9/}.

Por otra parte, los desarrollos teóricos que postulan que ciclo y tendencia forman

parte de un proceso integrado, permitiendo relacionar los cambios tecnológicos, con el desempleo y las recesiones y eventualmente las relaciones entre la distribución del ingreso, la inversión, el empleo y la reproducción del producto nacional.

Entonces la tarea de seguir obteniendo o construyendo series que cuantifiquen la demanda (donde se incluirían las relativas a los ingresos), y series que permitan evaluar el impacto que producen los cambios en los procesos técnicos y en los factores estructurales, podría guiar la agenda para construir un sistema o conjunto de indicadores coyunturales que nos permitan evaluar integral y coherentemente la dinámica económica, y seguir avanzando en la provisión de instrumentos cuantitativos para la toma de decisiones.

8/ Lucas, R.E. : Understanding Business Cycles Carnegie - Rochester Conference Series on Public Policy, 5. 1997.

9/ National Bureau of Economic Research (NBER), o en adelantados coincidentes y retardados, como lo hace el Instituto Nacional de Estadística (INE) de España.

II. DESESTACIONALIZACIÓN

2.1 ¿QUÉ ES LA ESTACIONALIDAD?

Son fluctuaciones subanuales (por ejemplo, mensuales, trimestrales) que se repiten regularmente de año en año.

Por convención, la estacionalidad se anula cada año. Como resultado de ello:

- Las series anuales no pueden contener estacionalidad (en virtud de la definición de estacionalidad).
- Las sumas o promedios de 12 meses consecutivos (o de 4 trimestres) no contienen estacionalidad.

Estela Bee Dagum señala que las tres características más importantes del fenómeno estacional son:

- 1) Se repite cada año con cierta regularidad, pero puede evolucionar.
- 2) Es posible medirlo y separarlo de las otras fuerzas que influyen en el movimiento de la serie.
- 3) Es causado principalmente por fuerzas no económicas, exógenas al sistema económico, que los tomadores de decisiones no pueden controlar o modificar en el corto plazo.

2.1.1 Causas de la estacionalidad:

- a) **Estacionalidad climática:** Es atribuible a variaciones climáticas estacionales, como las que ocurren en la agricultura y en la construcción.
- b) **Estacionalidad institucional:** Es atribuible a las convenciones sociales y reglas administrativas, como las

debidas al efecto de la Navidad en el comercio minorista y las relacionadas a la programación del inicio del año escolar.

- c) **Estacionalidad inducida:** Es atribuible a la estacionalidad en otros sectores, como por ejemplo en la industria de elaboración de los alimentos y en la fabricación de juguetes.

Pero la estacionalidad puede evolucionar, debido a cambios tecnológicos o cambios institucionales que operan en la actividad económica.

2.1.2 ¿Por qué desestacionalizar una serie?

Porque las causas que producen la estacionalidad de una serie se consideran factores exógenos, de naturaleza no económica y que influyen en la variable que se estudia, que oscurecen las características de la serie relacionadas con aspectos meramente económicos^{10/}.

Con el ajuste estacional uno pretende eliminar al máximo la fluctuación que oscurece el componente de tendencia-ciclo de la serie, así que no sólo se debe tratar de extraer el componente estacional, sino de ser posible también, parte de la irregularidad que se puede medir, a fin de observar mejor la tendencia-ciclo^{11/}.

10/ C.W.J. Granger, pags 33-35. En, A. Zellner (ed.), *Seasonal Analysis of Economic Time Series*, U. S. Bureau of Census, 1978.

11/ S. Koffek, pags. 3-32. En, A. Zellner (ed.), *Seasonal Analysis of Economic Time Series*.

Porque al contar con series desestacionalizadas el analista puede realizar comparaciones entre meses consecutivos o no consecutivos para evaluar la coyuntura. Evitando o complementando las comparaciones interanuales (comparación de un mes con el mismo mes del año anterior), que no son válidas en caso de que la estacionalidad evolucione rápidamente, además que no permite analizar la evolución de la serie en el último año que es generalmente el periodo más importante para el análisis coyuntural.

2.2 METODOS PARA DESESTACIONALIZAR UNA SERIE

Existen dos procedimientos generales para realizar el ajuste estacional de una serie de tiempo, éstos son: el método de regresión y el método de promedios móviles.

Los métodos de regresión se aplican por lo general bajo el supuesto de que la estacionalidad, y en ocasiones también la tendencia, pueden representarse de manera determinística mediante funciones del tiempo. Para ello es común representar la tendencia con una curva polinomial y la estacionalidad mediante funciones periódicas (combinaciones de senos y cosenos) o variables artificiales.

Los métodos de promedios móviles presuponen que tanto la tendencia como la estacionalidad tienen comportamientos dinámicos con el paso del tiempo y, por tanto, la estimación de los componentes se realiza localmente, de forma que la tendencia en un punto determinado del tiempo se estima como promedio de las observaciones previas y futuras.

2.2.1 ¿Qué método aplicar?

Si la desestacionalización es para realizar un análisis econométrico donde aparece la serie ajustada, quizás lo más conveniente sea algún método de regresión, ya que así las fluctuaciones estacionales podrían formar parte explícita del modelo econométrico.

Por otro lado, si el objetivo de la desestacionalización es observar la tendencia de la serie, sin efectos estacionales que la puedan oscurecer, o si se pretende desestacionalizar de modo rutinario una gran cantidad de series, posiblemente los métodos más adecuados sean los de promedios móviles, debido a que son relativamente sencillos de aplicar y se dispone de paquetes de cómputo estadístico para los cálculos. En la actualidad, existen diversos programas para desestacionalizar series de tiempo basados en promedios móviles, entre los de uso más frecuente por un gran número de países se encuentran el X11-ARIMA de la Oficina de Estadística de Canadá (Statistics Canada)^{12/} y el X12-ARIMA^{13/} del Bureau de Censos de EEUU, este último utiliza el método X11 detallado en Shiskin, Young y Musgrave (1967) y Dagum (1988) para efectuar la desestacionalización. Estos métodos suponen que la serie está compuesta por los siguientes componentes no observables: Tendencia - Ciclo, Estacional e Irregular. Enlazados a través de un modelo.

12/Para mayores detalles acerca del método X11-ARIMA vea el anexo 1.

13/Para mayores detalles acerca del método X12-ARIMA vea el anexo 2.

2.2.2 ¿Qué modelo utilizar para descomponer una serie?

Los modelos más utilizados para descomponer una serie de tiempo son el aditivo y el multiplicativo. El modelo menos utilizado es el modelo log-aditivo.

a) Modelo Aditivo

$$X_t = TC_t + E_t + I_t$$

Donde:

- X_t = serie original
- TC_t = componente tendencia-ciclo
- E_t = componente estacional
- I_t = componente irregular

Este modelo asume que los componentes de la serie son independientes, es decir, la amplitud de la estacionalidad es independiente del nivel de la tendencia ciclo. Un aumento en el nivel de la tendencia-ciclo no ocasiona un aumento en la amplitud estacional.

Los componentes están expresados en unidades. En este caso la serie desestacionalizada se obtiene como:

$$XD_t = X_t - E_t = TC_t + I_t$$

b) Modelo Multiplicativo

$$X_t = TC_t * E_t * I_t$$

Este modelo asume que los componentes están interrelacionados. Un aumento en el nivel de la tendencia-ciclo ocasiona un aumento en la amplitud estacional.

Los componentes estacional e irregular están expresados en porcentajes.

En este modelo, la serie desestacionalizada se obtiene como:

$$XD_t = \frac{X_t}{E_t} = TC_t * I_t$$

La mayoría de las series de tiempo económicas siguen un modelo multiplicativo.

En los casos en que la serie presenta valores negativos o ceros, el único modelo aplicable es el aditivo.

c) Modelo Log-Aditivo

$$\text{Log}(X_t) = TC_t + E_t + I_t$$

En este modelo, la serie desestacionalizada se obtiene como:

$$XD_t = \exp(TC_t + I_t)$$

2.3 APLICACIÓN ILUSTRATIVA DE LA DESESTACIONALIZACIÓN

En esta sección presentamos los diferentes pasos que podrían seguirse para identificar si una serie es estacional, para encontrar los componentes de la serie y para efectuar la desestacionalización.

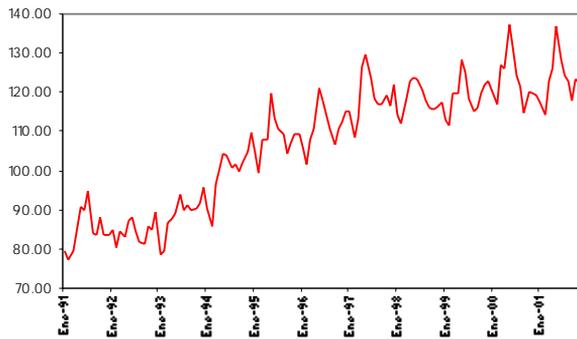
El procedimiento que se va a utilizar para desestacionalizar la serie es el de razón a promedios móviles. No está de más señalar que en todo momento suponemos que la serie tiene cuatro componentes: tendencia-ciclo (que no se pueden separar), estacional e irregular.

2.3.1 Algunos procedimientos gráficos para detectar si la serie es estacional.

2.3.1.1 Observación directa de la serie: En algunas ocasiones la sola observación de la serie nos permitiría decir, como una primera aproximación, si presenta o no estacionalidad. A manera de ejemplo, podemos evaluar gráficamente la serie del PBI peruano.

A primera vista no se puede observar claramente la presencia de estacionalidad en la serie (Ver gráfico N° 1), sin embargo, si observamos la serie del PBI del sector agropecuario (Ver gráfico N° 2) podemos notar cierta regularidad en el comportamiento de dicha serie. Esta regularidad toma la forma de picos que se presentan al interior de cada año y se repiten anualmente.

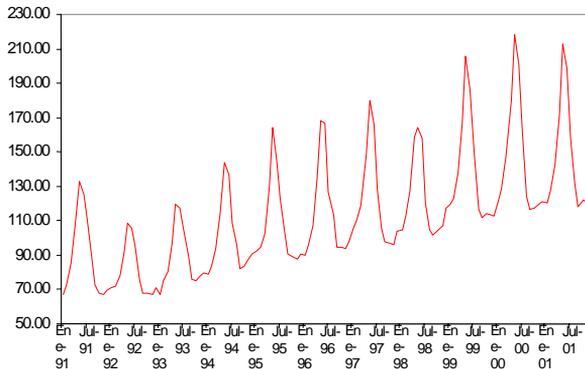
Gráfico N° 1
PBI 1991:2001
(Año Base 1994 = 100)



Fuente: INEI

Elaboración: CIDE

Gráfico N° 2
PBI agropecuario: 1991-2001
(Año base 1994 = 100)



Fuente: INEI

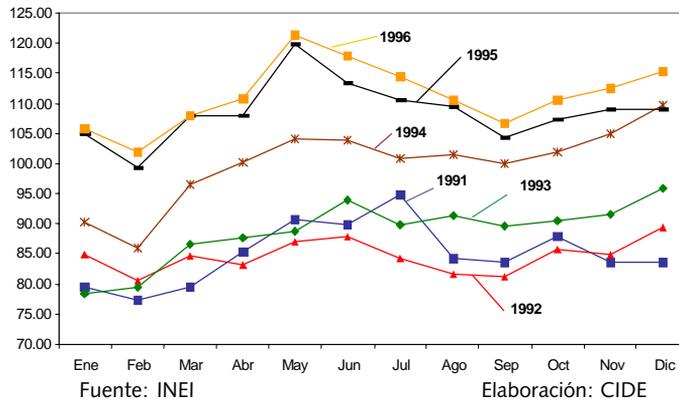
Elaboración: CIDE

2.3.1.2 Gráfico de la serie año a año: Esto nos permite observar de mejor manera si existe un comportamiento sistemático que se presenta al interior de cada año y se repite anualmente.

comportamiento diferente, que parecería indicar cierta evolución en la estacionalidad, en efecto, en el año 1991 el mayor nivel de producción se registró en el mes de julio, en tanto que en los años 1992 y 1993 el mes de mayor producción fue junio, conformándose en el resto de la década, de 1994 al 2001,

Observando los gráficos por meses para los primeros seis años de la década de los

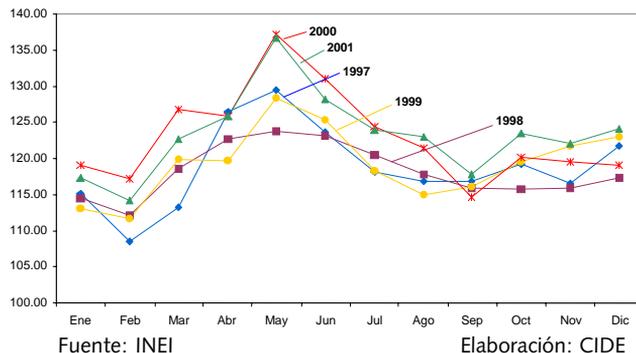
Gráfico N° 3
PBI 1991-1996
(Año base 1994 = 100)



90's (véase gráfico 3) se puede ver que hay un comportamiento que se repite en los años 1994, 1995 y 1996, presentando al mes de mayo como el de mayor producción y al mes de febrero como el de menor nivel de producción. Sin embargo, en los años 1991, 1992 y 1993 la serie presenta un

un patrón de comportamiento más estable en la serie, siendo los primeros y últimos meses del año los de menor producción y los meses de abril, mayo y junio los de mayor producción, con el pico más alto en el mes de mayo (véase gráfico 4).

Gráfico N° 4
PBI 1997-2001
(Año Base 1994 = 100)



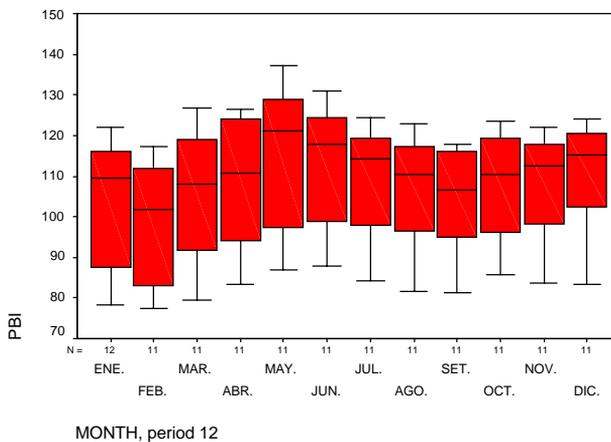
Es de mencionar que en los primeros años de la década del 90 se dio inicio, en el país, a un programa de estabilización, sustentado en una política monetaria y fiscal restrictiva, y a un programa de reformas estructurales, que implicó una liberalización del mercado cambiario y financiero, la apertura comercial y la liberalización del mercado de trabajo, medidas que generaron un proceso de reconversión industrial y de reestructuración de la actividad productiva

2.3.1.3 El diagrama de cajas: Una forma diferente de observar si las series tienen un comportamiento estacional es mediante el diagrama de cajas. Estos diagramas representan cajas cuyos límites superior e inferior son el primer y tercer cuartil, respectivamente, representándose la mediana a través de una línea horizontal al

niveles de producción debidos a días feriados que cambian en el año, como es el caso de la Semana Santa.

En este gráfico de la serie del PBI (Ver gráfico N° 5), la primera caja representa todos los valores para el mes de enero de los diferentes años en la serie analizada (1991-2001), la segunda caja representa los valores del mes de febrero, y así sucesivamente; de tal manera que podamos comparar los niveles en cada uno de los meses a través del valor de la mediana representada por la línea horizontal al interior de la caja, y la dispersión de los valores en cada uno de los meses mediante la longitud de la caja y las prolongaciones de los denominados "bigotes". Nuevamente, se observa que en los primeros y últimos meses se dan los menores niveles de producción y el mes

Gráfico N° 5
 Diagrama de Cajas Agregadas:
 PBI 1991-2001
 (Año base 1994 = 100)



Fuente: INEI

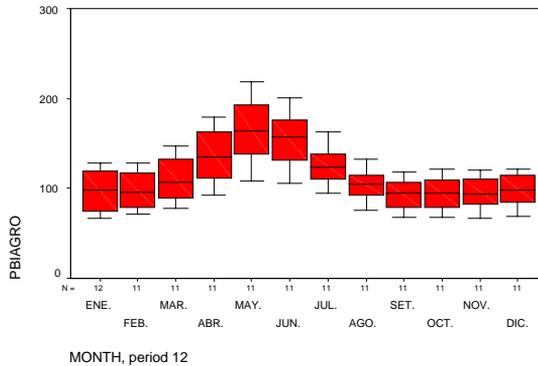
Elaboración: CIDE

interior de la caja; las prolongaciones a ambos lados de la caja, así como la longitud de la misma, nos dan una idea de la dispersión de los datos. Estos diagramas son muy útiles para detectar valores extremos, así como posibles modificaciones en los

de mayo representa el de mayor nivel de producción.

El gráfico de cajas del PBI agropecuario (ver gráfico N° 6) también refleja el comportamiento estacional de esta serie,

Gráfico Nº 6
 Diagrama de Cajas Agregadas:
 PBI Agropecuario 1991-2001
 (Año base 1994 =100)



Fuente: INEI

Elaboración : CIDE

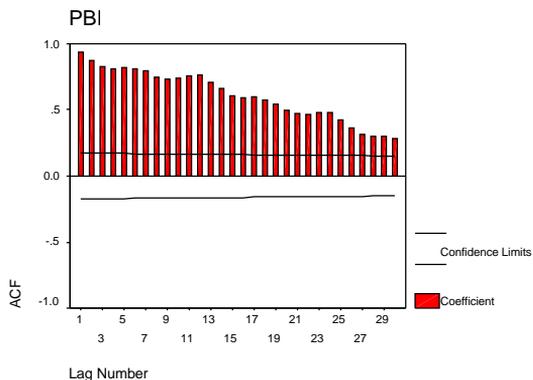
y además, nos permite observar las diferencias en los niveles de producción en los distintos meses así como la dispersión en cada uno de ellos, proporcionándonos de esta manera una información adicional para el análisis de la estacionalidad de la serie.

2.3.1.4 Las autocorrelaciones:

Otra forma de ver si una serie presenta un patrón estacional es a través de las autocorrelaciones y de su gráfica

denominada correlograma. La idea es ver si la serie en el momento t está correlacionada con ella misma en el momento $t-1$, de tal manera que si se observa que hay una alta correlación de la serie en el momento t con la serie en el momento $t-1$ ó $t-2$ ó $t-3$, etc. podemos decir que la serie presenta tendencia. Si observamos que existe alta correlación entre la serie en el momento t y la serie en el momento $t-12$, podemos decir que existe estacionalidad. La serie puede

Gráfico Nº 7
 Función de autocorrelación :
 PBI 1991-2001
 (Año base 1994 =100)



Fuente: INEI

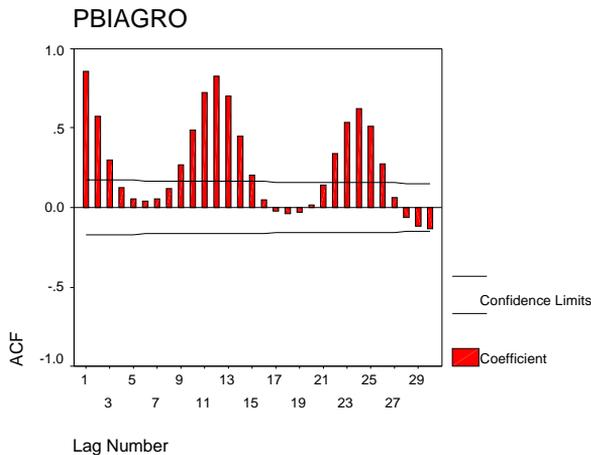
Elaboración: CIDE

presentar tanto tendencia como estacionalidad y éstos se verán reflejados en los correlogramas. Las autocorrelaciones y los correlogramas son muy utilizados para identificar si una serie es o no estacionaria y especificar modelos ARIMA.

A manera de ilustración, presentamos los gráficos de autocorrelación de las series PBI y PBI agropecuario.

y la prueba Chi Cuadrado - Kruskal - Wallis (prueba no paramétrica para estacionalidad estable y alternativa a la prueba F). Por último, el X 12 ARIMA, proporciona un estadístico de bondad de ajuste para medir la calidad de la desestacionalización. Estos serán detallados en las secciones siguientes.

Gráfico N° 8
 Función de autocorrelación:
 PBI Agropecuario 1991-2001
 (Año base 1994 = 100)



Fuente: INEI

Elaboración: CIDE

Las funciones de autocorrelación simple del PBI y PBI agropecuario, mostradas en los gráficos N° 7 y 8 respectivamente, evidencian cierto comportamiento estacional, debido a que existe alta correlación en los periodos 12, 24, 36,... sucesivamente.

Es de mencionar que existen pruebas estadísticas para determinar si una serie tiene o no estacionalidad identificable, entre estos se cuenta con la prueba F estable y móvil, además de la prueba combinada, resultado de la combinación de la prueba F para estacionalidad estable

2.4 PRESENTACIÓN DEL MÉTODO DE RAZÓN A PROMEDIOS MÓVILES

Una vez detectado si una serie presenta estacionalidad procedemos a encontrar los factores estacionales mediante el método de razón a promedios móviles. El procedimiento que presentamos a continuación contiene los pasos básicos que utilizan los programas de desestacionalización X11 y X12-ARIMA.

Sea x_t la serie original, los pasos para obtener los componentes de la serie son:

Paso 1. Para obtener el componente tendencia-ciclo (TC_t) efectuamos un promedio móvil centrado de 12 términos mediante la siguiente fórmula:

$$TC_t = \frac{1}{24} * X_{t-6} + \frac{1}{12} \sum_{i=-5}^5 X_{t+i} + \frac{1}{24} X_{t+6}$$

Paso 2. Para obtener el componente estacional-irregular (SI_t) dividimos los valores de la serie original entre los valores del componente tendencia-ciclo hallados en el paso anterior.

$$SI_t = \frac{X_t}{TC_t}$$

Paso 3. Para obtener el componente estacional (S_t), efectuar un promedio móvil de tres términos utilizando los valores de SI_t para cada mes por separado a través de los años.

$$S_t = \frac{1}{3} \sum_{i=-1}^1 SI_{t+12*i}$$

Paso 4. El componente irregular (I_t) lo obtenemos dividiendo los valores de SI_t con respecto a S_t.

$$I_t = \frac{SI_t}{S_t}$$

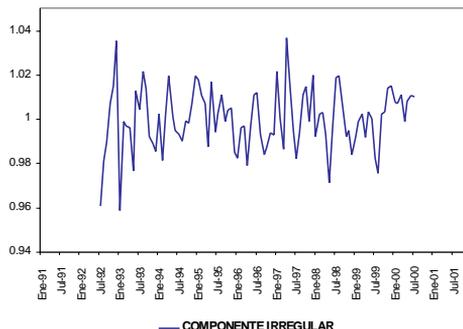
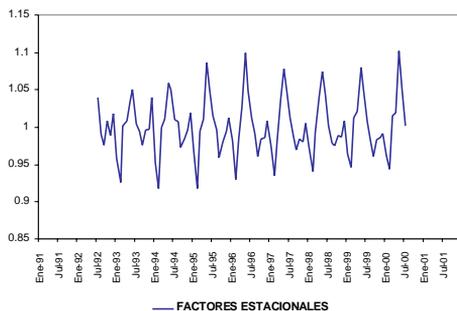
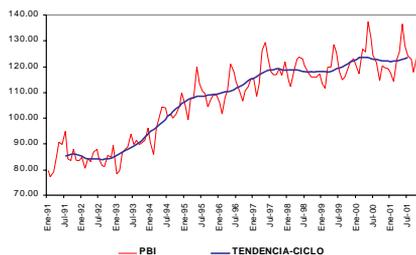
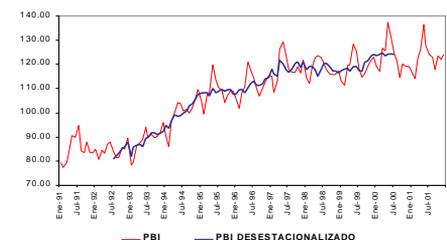
Paso 5. Finalmente, la serie desestacionalizada (XD_t) se obtiene dividiendo los valores de la serie original entre los valores del componente estacional.

$$XD_t = \frac{X_t}{S_t}$$

2.4.1 Aplicación a la serie PBI

A continuación presentamos los gráficos de los resultados obtenidos aplicando los pasos indicados anteriormente a la serie PBI (enero 1991-diciembre 2001). El lector interesado puede reproducir el método indicado en esta sección y comparar sus resultados con los que se presentan en el anexo 3, que contiene la serie original y los valores obtenidos de cada uno de los componentes de la serie.

Gráficos N° 9-12
Resultados gráficos de los Componentes del PBI



Fuente: INEI

Elaboración: CIDE

2.5 METODOLOGÍA DE DESESTACIONALIZACIÓN CON EL X12 ARIMA

El procedimiento de desestacionalización mediante la utilización del programa X12 ARIMA, es utilizado por diferentes oficinas de estadística en el mundo. El desarrollo metodológico consiste básicamente en:

1. Modelar la serie original por medio de un proceso autorregresivo integrado y de medias móviles (modelos ARIMA) propuesto por Box-Jenkins.
2. Extrapolar la serie original un año (de observaciones) en cada extremo con el modelo ARIMA que mejor ajuste y proyecte la serie.
3. Desestacionalizar la serie extendida utilizando promedios móviles.

El método X 12 ARIMA está basado en promedios móviles que incluye los modelos ARIMA, la utilidad de estos modelos está en extender la serie un año hacia delante, para mejorar el ajuste estacional en los últimos periodos. Además el X12 ARIMA provee diferentes pruebas estadísticas como las que se detallan a continuación:

a) Prueba F de identificación de estacionalidad, detecta si la serie tiene estacionalidad estable o móvil.

a.1 Prueba F de estacionalidad estable: Identifica aquella estacionalidad que se distribuye de manera regular a lo largo de todo el periodo analizado.

a.2 Prueba F de estacionalidad móvil: Identifica aquella estacionalidad que varía con el transcurso del tiempo.

Se debe tener en cuenta que si predomina significativamente la estacionalidad estable, se dice que la serie presenta Estacionalidad Identificable.

La prueba F de Diagnóstico, plantea como hipótesis:

H_0 : No presenta estacionalidad identificable.

H_1 : Presenta estacionalidad identificable

Si el estadístico F es mayor que $F_{\alpha, p-1, n-p}$ (Correspondiente a la tabla de distribución F con α como nivel de significación de la prueba, p como el número de parámetros (12 meses o años) y n como el número de observaciones consideradas en la serie en estudio), se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existe estacionalidad identificable.

b) Prueba Q de bondad de ajuste estacional

Se realiza mediante los llamados estadísticos de control de calidad M1, M2 ... M11 (Mostrados en el anexo 4). Estos estadísticos se combinan en un Índice Q de aceptabilidad del ajuste.

El estadístico Q, varía entre 0 y 3 ($0 \leq Q \leq 3$). El ajuste estacional solo es aceptable si Q es menor que 1, por tanto cuanto más cercano a 0 está el valor de Q, mejor es la calidad de la desestacionalización.

2.5.1 Aplicación del X12 ARIMA a la serie PBI, utilizando la opción por defecto

Aplicando a la serie PBI la opción por defecto que provee el programa X12-ARIMA se obtienen los siguientes resultados^{14/15/}:

14/ El X12 ARIMA, en su opción por defecto, usa un conjunto de 5 modelos ARIMA: $(0, 1, 1)_{12}$; $(0, 1, 1)_{12}^2$; $(0, 1, 2)_{12}$; $(0, 1, 1)_{12}^2$; $(2, 1, 0)_{12}$; $(0, 1, 1)_{12}^2$; $(0, 2, 2)_{12}$; $(0, 1, 1)_{12}^2$ Y $(2, 1, 2)_{12}$; $(0, 1, 1)_{12}^2$

15/ Los resultados proporcionados por el programa X 12 ARIMA, así como las instrucciones para obtener las componentes de la serie se presentan en el anexo 4

a) Prueba F para detectar estacionalidad

a.1) Prueba para detectar la presencia de estacionalidad asumiendo estabilidad.

	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Suma media de Cuadrados	Valor F
Entre meses	1729.7782	11	157.25257	37.758**
Residual	499.7696	120	4.16475	
Total	2229.5479	131		

** Dado que el valor de $F = 37.758 > F_{0.01,11,120} = 2.47$, se rechaza la Hipótesis Nula y se concluye que existe estacionalidad al 1% de significancia.

a.2) Prueba para detectar la presencia de estacionalidad móvil

	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Suma media de Cuadrados	Valor F
Entre años	28.3813	10	2.838128	0.817*
Error	382.1975	110	3.474523	

** Dado que el valor de $F = 0.817 < F_{0.05,10,110} = 1.97$, no existe evidencia para rechazar la hipótesis nula, concluyéndose que no existe estacionalidad móvil al 5% de significancia.

b) Prueba Q de bondad de ajuste estacional

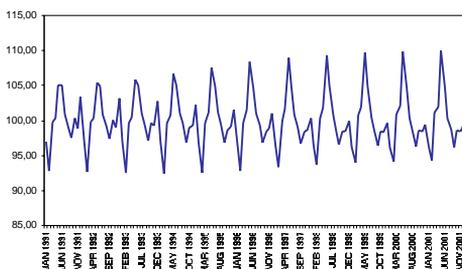
El estadístico de Monitoreo y evaluación de la calidad de la desestacionalización es el siguiente:

$$Q(\sin M2) = 0.42 \text{ Aceptado}$$

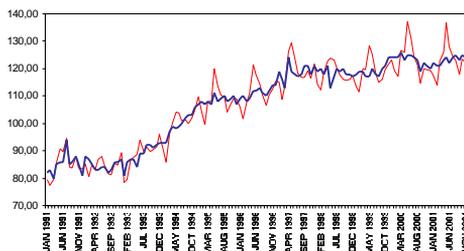
Este valor de Q (0.42) nos muestra que la bondad de ajuste en la desestacionalización es de buena calidad, ya que se acerca a cero.

Gráfico N° 13 -16

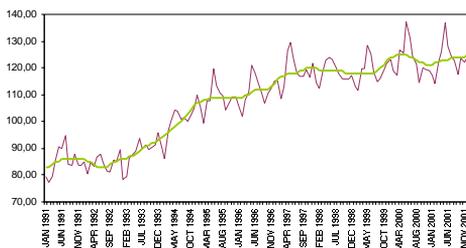
Descomposición de la serie PBI: Resultados gráficos del Método X 12 ARIMA con la opción por defecto



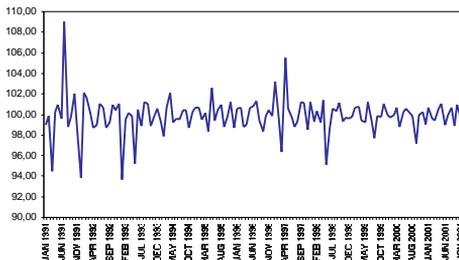
Factores Estacionales



— PBI — PBI DESESTACIONALIZADO



— PBI — TENDENCIA



Componente Irregular

Fuente: INEI

Elaboración: CIDE

c) Proyecciones de los factores estacionales finales.

Periodo: Enero 2002 a Diciembre 2002

Mes	Valor proyectado
Enero	96.2
Febrero	94.3
Marzo	101.1
Abril	102.0
Mayo	110.0
Junio	105.0
Julio	100.3
Agosto	98.7
Septiembre	96.0
Octubre	98.6
Noviembre	98.6
Diciembre	99.1

2.5.2 Aplicación del X12 ARIMA a la serie PBI, incorporando un modelo ARIMA.

El X12 ARIMA también permite que el usuario incorpore la especificación de un modelo ARIMA para obtener la serie desestacionalizada.

Para el caso del PBI, se logró identificar el siguiente modelo^{16/}:

ARIMA (0,1,1)*(1,1,1)₁₂, en la serie del PBI en logaritmo, donde:

Parámetros	Coefficientes	Significancia	Desv típ. error	Durbin - Watson
MA(1)	-0.4181	0.0000	0.020	2.050
AR(12)	0.1608	0.0000		
MA(12)	-0.8857	0.0008		

el cual permite lograr mejor performance del X12 ARIMA, en el sentido de que el usuario ya no usa este programa como una "Caja Negra" sino que lo adecua a sus necesidades y requerimientos^{17/}.

Veamos los resultados que se obtuvieron al procesar los datos, incorporando el modelo especificado^{18/}:

a) Prueba F para detectar estacionalidad

a.1) Prueba para detectar la presencia de estacionalidad asumiendo estabilidad

	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Suma media de Cuadrados	Valor F
Entre meses	1739.2705	11	158.11550	39.007
Residual	486.4260	120	4.05355	
Total	2225.6965	131		

** Dado que el valor de $F = 37.758 > F_{0,01,11,120} = 2.47$, se rechaza la Hipótesis Nula y se concluye que existe estacionalidad al 1% de significancia.

a.2) Prueba para detectar estacionalidad móvil

	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Suma media de Cuadrados	Valor F
Entre años	31.5531	11	2.868462	0.904*
Error	383.8077	121	3.171965	

** Dado que el valor de $F = 37.758 > F_{0,01,11,120} = 2.47$, se rechaza la Hipótesis Nula y se concluye que existe estacionalidad al 5% de significancia.

b) Prueba Q de bondad de ajuste estacional

El estadístico de monitoreo y evaluación de calidad de la desestacionalización es el siguiente:

$Q \text{ (sin M2)} = 0.41$ Aceptado

16/ La especificación de un modelo, evitará que el método X 12 ARIMA elija un modelo por defecto.

17/ la modelización se realizó mediante el Programa E-Views 3.1

18/ Los resultados proporcionados por el programa X 12 ARIMA, así como las instrucciones para obtener la serie se presentan en el anexo 5

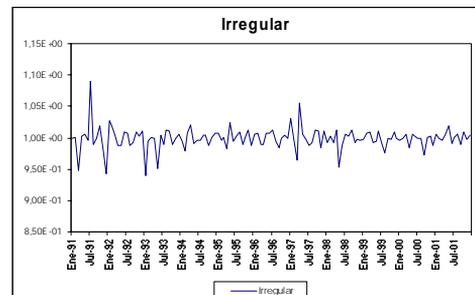
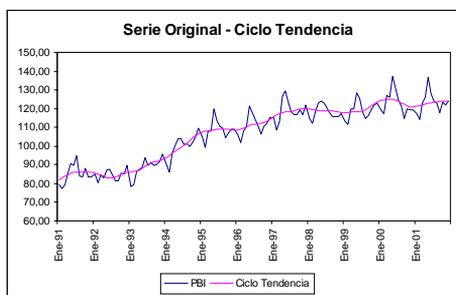
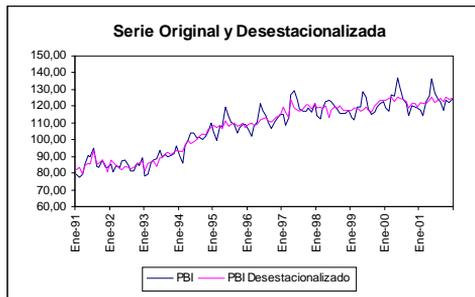
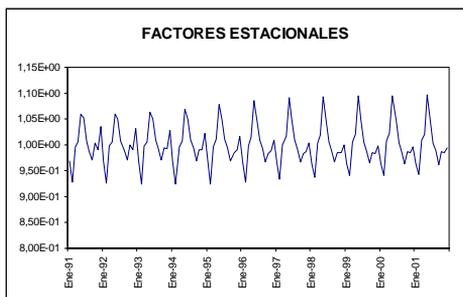
Este valor de Q (0.41) nos muestra que la bondad de ajuste en la desestacionalización es de buena calidad, debido a que presenta un valor cercano a cero.

c) Proyecciones de los factores estacionales finales

Periodo: Enero 2002 a Diciembre 2002

Mes	Valor proyectado
Enero	96.3
Febrero	94.0
Marzo	101.0
Abril	102.2
Mayo	109.3
Junio	105.2
Julio	100.5
Agosto	98.8
Septiembre	95.9
Octubre	98.7
Noviembre	98.5
Diciembre	99.6

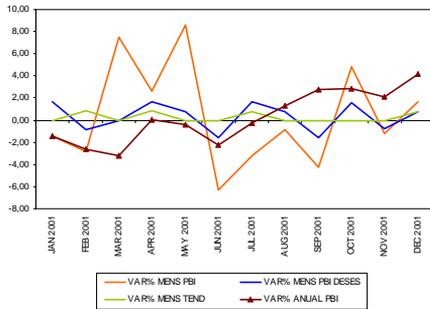
Gráfico N° 17 - 20
Resultados gráficos del Método X12 ARIMA incorporando el modelo ARIMA(0,1,1)(1,1,1)₁₂ PBI (Enero 1991, diciembre 2001)



Fuente: INEI

Elaboración: CIDE

Gráfico N° 21
Variaciones porcentuales del PBI
(Incorporando el modelo ARIMA (0,1,1)(1,1,1)₁₂)



Fuente: INEI

DATE	VAR% MENS PBI	VAR% MENS PBI DESES	VAR% MENS TEND	VAR% ANUAL PBI
JAN 2001	-1.5	1.8	0.1	-1.4
FEB 2001	-2.8	-0.6	0.3	-2.6
MAR 2001	7.5	0.4	0.4	-3.2
APR 2001	2.6	1.4	0.4	0.1
MAY 2001	8.6	1.2	0.3	-0.4
JUN 2001	-6.3	-2.1	0.2	-2.2
JUL 2001	-3.2	1.1	0.2	-0.3
AUG 2001	-0.8	0.8	0.2	1.3
SEP 2001	-4.3	-1.5	0.2	2.7
OCT 2001	4.9	2.2	0.2	2.8
NOV 2001	-1.2	-1.1	0.1	2.1
DEC 2001	1.7	0.7	0.0	4.1

Elaboración: CIDE

El gráfico 21 y la tabla adjunta, presentan las variaciones mensuales de las series del PBI original, Tendencia - Ciclo y desestacionalizada, así como las variaciones interanuales de la producción en el año 2001. Como se esperaba, la variación de la serie original traduce el efecto de las diferentes componentes. En tanto que la desestacionalizada muestra una evolución más extendida reflejando el comportamiento permanente y cíclico de la actividad económica, junto a las perturbaciones irregulares. La tendencia - ciclo, representaría la evolución de la dinámica económica en el corto plazo que debe verse también desde una perspectiva temporal más amplia.

2.5.3 Comparación de resultados obtenidos con el Programa X 12 ARIMA

Comparando los resultados obtenidos mediante la opción por defecto y la incorporación de un modelo ARIMA especificado, se observa (Ver cuadro N° 1) que el estadístico Q, para la prueba de bondad de ajuste, nos permite identificar a la desestacionalización mediante la incorporación del modelo ARIMA (0,1,1)(1,1,1)₁₂, como la de mejor calidad, debido a que este índice es un tanto más cercano a cero, comparado con el que se obtuvo al desestacionalizar la serie por defecto. Por tanto, esto nos permitirá concluir que el proceso de desestacionalización mediante la fijación de un modelo específico, proporciona una mejor calidad en los resultados.

Cuadro N° 1:
Resultados obtenidos mediante la aplicación del Programa X 12 ARIMA a la Serie PBI

Serie en estudio	Modelo ARIMA	Prueba F de estacionalidad estable	Prueba F de estabilidad móvil	¿Estacionalidad identificable?	Estadístico Q (Calidad de ajuste)
PBI	Por defecto	37.758*	0.817**	SI	0.42
	ARIMA (0,1,1)(1,1,1) ₁₂	39.007*	0.904**	SI	0.41

* Al 1% de significancia

** Al 5% de significancia

19/ Variación porcentual del mes en referencia, respecto al mismo mes del año anterior.

III. OBSERVACIONES

- a) Para hacer más didáctica la aplicación metodológica no se ha hecho referencia a "otros efectos" sobre la serie que deben "ajustarse" para que la corrección de la estacionalidad sea eficaz, como las relativas a los días de actividad y relacionadas al calendario. Así como, del tratamiento de valores "discordantes" asociados a causas conocidas, puesto que la serie desestacionalizada debe contener exclusivamente la tendencia ciclo y fluctuaciones irregulares, de tal forma que no se perciban en ella otro tipo de variaciones de carácter determinista o semi determinista.
- b) Otro aspecto que se presenta en el trabajo práctico, cuando se utiliza el procedimiento X11 o X12 ARIMA, es la identificación del modelo ARIMA que se debe aplicar a la serie. Puesto que en los Organismos de Estadística habitualmente se trabaja con muchas series, y éstas se actualizan periódicamente, es conveniente que se lleve un registro de los diferentes modelos identificados, para construir una tabla de frecuencia y conformar modelos estándares que más se apliquen a las series económicas mensuales y sirvan de guía a los usuarios y como base para estudios posteriores.
- c) El hecho que se haya utilizado la serie del PBI para ejemplificar la desestacionalización, no significa que se ha tomado partido por preferir la desestacionalización de series agregadas a la de las series desagregadas. Al respecto cabe mencionar que cuando se tienen series desagregadas, éstas pueden ajustarse de dos maneras distintas: Por ajuste directo, es decir, considerando el agregado en sí como la serie que se ha de desestacionalizar y aplicándole directamente el método para hacerlo, o por ajuste indirecto, que consiste en desestacionalizar cada una de las series que constituyen el agregado y después agregarlas desestacionalizadas para obtener así el ajuste de la serie agregada. No hay una regla general que indique qué tipo de ajuste debe preferirse a otro, y la decisión sobre cuál utilizar en determinado caso deberá fundamentarse en el análisis previo de la serie en estudio (Víctor M. Guerrero 1990). Por las características de la economía peruana, donde coexisten diferentes formas de producción y por tanto de generación del producto de cuya agregación resulta el producto total, parecería que lo más conveniente es realizar un ajuste indirecto, lo que permitiría construir calendarios y registro de otros efectos sobre la serie, por cada actividad.
- d) Los órganos de estadística que evalúan la coyuntura tienen una importante experiencia en el análisis de series económicas, y en los procedimientos de desestacionalización. Es conveniente, continuar con los esfuerzos para mejorar

los procedimientos de desestacionalización, incorporando cada vez más los "ajustes" de los "otros efectos". Pero también sería deseable orientar los esfuerzos a la conformación de conjuntos de indicadores^{20/} que permitan analizar y evaluar las fluctuaciones

económicas en el marco de las propuestas teóricas que conciben que la componente permanente (tendencia) y el ciclo reflejan ciertas leyes generales que rigen las economías de mercado y no se pueden separar artificialmente.

20/ Ejemplo de la conformación de indicadores pueden ser los que utilizan el NBER o el INE de España, pero también podrían ser otros.

Anexos

1. Método de desestacionalización X-11 ARIMA
2. Método de desestacionalización X-12 ARIMA
3. Resultados obtenidos con el método de Razón a promedios móviles
4. Resultados obtenidos con el X-12 ARIMA por defecto.
5. Resultados obtenidos con el X-12 ARIMA incorporando un modelo ARIMA

ANEXO 1

MÉTODO DE DESESTACIONALIZACIÓN X11 ARIMA

1. INTRODUCCION

La mayoría de métodos de desestacionalización desarrollados hasta ahora están basados en modelos de series de tiempo univariados. Estos modelos son seleccionados principalmente por su simplicidad y pueden ser aplicados sin la necesidad de un conocimiento especializado del tema.

Se han hecho algunos intentos por estimar la estacionalidad en base a explicaciones causales pero ninguno ha llegado más allá de la etapa experimental. Por ejemplo, Mendershausen (1939) intentó regresionar la estacionalidad de cada mes con un conjunto de variables exógenas (variaciones meteorológicas y sociales) para construir un modelo explicativo de la estacionalidad, pero sus resultados empíricos fueron inconclusos.

Los métodos de ajuste estacional de series de tiempo univariadas intentan estimar el mecanismo de generación de las observaciones bajo el supuesto simple de que las series están compuestas por una parte sistemática que es función del tiempo, y una parte aleatoria que obedece a una distribución de probabilidad. Se asume que el elemento aleatorio está idénticamente distribuido con media constante, varianza constante y autocorrelación cero. La factibilidad de esta descomposición fue probada en el famoso

teorema de Herman Wold en 1938.

Los métodos de estimación de los componentes de una serie de tiempo pueden ser agrupados en dos grandes categorías:

- Métodos de regresión.
- Técnicas de promedios ó medias móviles, también llamadas procedimientos de ajuste lineal.

Los métodos de regresión asumen que los componentes estacionales y otros componentes sistemáticos, como la tendencia y el ciclo, son funciones determinísticas en toda la extensión de las series.

Los métodos basados en las medias móviles o filtros de ajuste lineal asumen que, aunque los componentes de las series de tiempo son funciones del tiempo, no pueden ser aproximadas de manera exacta por funciones simples en el rango de tiempo completo bajo consideración. Los supuestos implícitos en el procedimiento de medias móviles son que la tendencia, el ciclo y los componentes estacionales son estocásticos y no determinísticos.

La mayoría de métodos de ajuste estacional adoptados oficialmente por las oficinas estadísticas pertenecen a la categoría de las técnicas de medias móviles. Entre ellos se encuentran, la

variante del método II-X11 del Bureau de Censos de EEUU; el método del factor estacional de BLS; el Método de Burman del Banco de Inglaterra; el Método de Berlín, ASA II; el método de la Oficina Estadística de las Comunidades Económicas Europeas de Bruselas y el método de la Oficina de Planeamiento Central Holandés. Estos métodos han sido criticados porque carecen de un modelo explícito con respecto a la descomposición de las series originales y porque sus estimaciones de las observaciones de los años más recientes no tienen el mismo grado de confiabilidad cuando se les compara con las observaciones centrales.

La falta de un modelo explícito se aplica a todo el rango de las series. Los procedimientos de medias móviles hacen supuestos con respecto a los componentes de las series de tiempo, pero los supuestos son válidos sólo para la longitud del conjunto de ponderaciones de la media móvil.

La segunda limitación es inherente a los procedimientos de ajuste lineal puesto que la primera y la última observación no pueden ser ajustadas con el mismo conjunto de ponderaciones simétricas aplicado a las observaciones centrales. Debido a esto, las estimaciones de las observaciones actuales deben ser revisadas cuando se agrega más datos a las series originales. Sin embargo, las revisiones frecuentes confunden a los usuarios de los datos desestacionalizados, particularmente si son relativamente grandes o si introducen cambios en la dirección del movimiento general de las series ajustadas. De hecho, enfrentados con el problema de controlar el nivel de actividad

económica, los políticos basarán sus decisiones principalmente en los datos desestacionalizados que están sujetos a significativas revisiones siempre que esté disponible nueva información.

El X11-ARIMA desarrollado por Dagum (1975) en la Oficina de Estadística de Canadá no comparte las dos restricciones comunes de los procedimientos de medias móviles. Ofrece un modelo ARIMA para las series y minimiza la revisión de la estacionalidad con el error cuadrático medio.

El X11-ARIMA consiste básicamente en:

1. Modelar las series originales por medio de procesos autorregresivos integrados y de medias móviles (modelos ARIMA) del tipo Box-Jenkins (1970).
2. Extrapolar un año de datos no ajustados para cada extremo de las series con los modelos ARIMA que mejor se ajusten y proyecten las series originales. Esta operación, llamada «forecasting» (previsión) y «backcasting» (datos fuera de la muestra), está diseñada para extender las series observadas en ambos extremos.
3. Desestacionalizar las series extendidas (originales) con diversas medias móviles de la variante del método II-X11 que fue desarrollado por Shiskin, Young y Musgrave (1967). Además, el usuario ahora tiene la opción de aplicar un filtro centrado de 24 términos para reemplazar a la media móvil centrada de 12 términos para la estimación preliminar de la tendencia-ciclo. Este nuevo filtro da

mejores resultados para series fuertemente afectadas por ciclos cortos (menores a tres años) o repentinos cambios en la tendencia.

La parte ARIMA incorporada en el programa X11 juega un rol muy importante en la estimación de los pronósticos de los factores estacionales y de los factores estacionales actuales cuando la estacionalidad se está moviendo rápidamente de manera aleatoria, un fenómeno que a menudo se encuentra en los indicadores económicos claves. Puesto que las series son extendidas con datos extra, los filtros aplicados por el X11 para desestacionalizar las observaciones actuales y generar los pronósticos estacionales son más cercanos a los filtros usados para las observaciones centrales. En consecuencia, el grado de confiabilidad de las series extendidas para las estimaciones actuales es mayor que el de las series no extendidas, y la magnitud de las revisiones se reduce significativamente. Conclusiones similares se obtienen de comparaciones hechas con otros métodos de desestacionalización basados en medias móviles.

Generalmente se ha encontrado una reducción de 30% en el sesgo y de 20% en los valores absolutos del error total en los pronósticos de los factores estacionales para los 12 meses (cuatro trimestres) para las series de Canadá y EEUU. La reducción porcentual para estos meses (trimestres) que corresponden a picos y depresiones es mayor que el promedio para el año entero.

Pierce (1978) demuestra que la extrapolación ARIMA hace al X11-ARIMA

un método de desestacionalización con el error cuadrático medio mínimo y que, de hecho, este tipo de extrapolación minimizaría las revisiones de cualquier procedimiento de desestacionalización con medias móviles en el sentido del error cuadrático medio. Conclusiones similares son obtenidas por Geweke (1978) quien extrapola los valores futuros de las series usando el spectrum y un modelo ARIMA.

Para series con estacionalidad bastante estable, se puede obtener una mejora significativa cuando la tendencia-ciclo está creciendo rápidamente o cuando el último año de datos tiene un punto de quiebre. Las ponderaciones finales del X11-ARIMA para estimar la tendencia-ciclo son una combinación de las ponderaciones simétricas de Henderson y de las ponderaciones asimétricas del modelo ARIMA usadas para los datos extrapolados. Puesto que estas ponderaciones finales cambian con el modelo ARIMA ajustado a las series, reflejan los movimientos más recientes de las series y, como resultado, rara vez ignoran un punto de quiebre. Se obtiene mejores estimaciones de los ratios (diferencias) entre el componente estacional y el componente irregular que luego son promediados para producir componentes estacionales estables.

Desde el punto de vista del ajuste estacional, otra ventaja importante del X11-ARIMA es que ofrece un modelo estadístico para el rango completo de las series. La existencia de un modelo que se ajuste bien a los datos cumple con el principio básico subyacente del ajuste estacional, a saber, que las series son factibles de descomposición. Si una serie

no se presta a la identificación de un modelo ARIMA (incluyendo a todos los AR, MA y ARMA como subclases) que simplemente describe la estructura general de las series como función de valores pasados y disturbios aleatorios rezagados, cualquier descomposición adicional en tendencia, ciclo y componente estacional se hace dudosa. De hecho, la falta de ajuste de un modelo ARIMA indica que la serie es determinística o es prácticamente un proceso puramente aleatorio, o que está tan contaminada por irregularidades que su movimiento sistemático no es identificable.

2. PROPIEDADES BÁSICAS DEL X11ARIMA.

Principales pasos para producir una serie desestacionalizada

Los principales pasos para producir series desestacionalizadas usando el método X11-ARIMA son iguales a la variante del método II-X11 (Shiskin, Young y Musgrave, 1967). Las principales diferencias son: (i) la extensión de las series no ajustadas con un año de valores extrapolados a partir de modelos ARIMA en uno o ambos extremos de las series siempre que se use la opción ARIMA; (ii) la opción de aplicar una media móvil centrada de 24 términos para la estimación preliminar de la tendencia-ciclo; (iii) series cortas de tres y cuatro años son desestacionalizadas sólo con la opción de estacionalidad estable.

El X11-ARIMA asume que los principales componentes de una serie de tiempo siguen un modelo multiplicativo, aditivo o aditivo logarítmico, es decir:

1. $O_t = C_t S_t I_t$ (modelo multiplicativo)
2. $O_t = C_t + S_t + I_t$ (modelo aditivo)
3. $\log O_t = \log C_t + \log S_t + \log I_t$ (modelo aditivo logarítmico)

donde O_t es la serie no ajustada, C_t es la tendencia-ciclo, S_t es el componente estacional e I_t es el componente irregular.

La estimación se hace con diferentes tipos de medias móviles que se aplican secuencialmente en 13 pasos repetidos dos veces.

Para la opción estándar del programa estos 13 pasos son:

1. Calcule los ratios entre las series originales y una media móvil centrada de 12 términos (2*12 m.a., es decir una media de 2 términos de una media de 12 términos) como una primera estimación de los componentes estacional e irregular (SI).
2. Aplique una media móvil ponderada de 5 términos (3*3 m.a.) a los ratios del componente estacional - irregular (SI) para cada mes en forma separada, para obtener una estimación preliminar de los factores estacionales.
3. Calcule una media móvil centrada de 12 términos de los factores preliminares encontrados en el paso 2 para las series completas. Para obtener los seis valores perdidos en cualquier extremo de esta media, repita el primer (último) valor de la media móvil disponible seis veces. Ajuste los factores para que sumen 12 (aproximadamente) sobre un período de 12 meses dividiendo la

- media centrada de 12 términos por los factores.
4. Divida las estimaciones de los factores estacionales por los ratios SI para obtener una estimación del componente irregular.
 5. Calcule una desviación estándar móvil de 5 años (s) para las estimaciones del componente irregular y verifique las irregularidades en el año central del período de 5 años contra 2.5s. Elimine los valores mayores a 2.5s como extremos y recalculé la media móvil de 5 años. Asigne un peso de cero a las irregularidades mayores a 2.5s y un peso de 1 (peso completo) a las irregularidades menores a 1.5s. Asigne un peso linealmente graduado entre 0 y 1 a las irregularidades entre 2.5s y 1.5s.
 6. Para los primeros dos años, se usa los límites s calculados para el tercer año; y para los últimos dos años, se usa los límites s calculados para el antepenúltimo año. Para reemplazar un ratio extremo ya sea al comienzo o al final de los años, se toma el promedio del ratio multiplicado por su peso y los tres ratios de peso completo más cercanos para ese mes.
 7. Aplique una media móvil ponderada de 5 términos a los ratios SI con los valores extremos reemplazados, para cada mes por separado, para estimar los factores estacionales preliminares.
 8. Repita el paso 3, aplicado a los factores encontrados en el paso 7.
 9. Para obtener una serie desestacionalizada preliminar dividir la serie original entre los factores obtenidos en el paso 8.
 10. Aplique una media móvil de Henderson de 9, 13 ó 23 términos a la serie desestacionalizada y divida la tendencia-ciclo resultante por la serie original para obtener una segunda estimación de los ratios SI. (En la primera iteración, sólo se aplica una media móvil de Henderson de 13 términos).
 11. Aplique una media móvil ponderada de 7 términos (3*5 m.a.) para los ratios SI de cada mes por separado, para obtener una segunda estimación del componente estacional.
 12. Repita el paso 3.
 13. Divida la serie original entre 11 para obtener la serie desestacionalizada.

Propiedades Básicas de los Filtros de Ajuste Lineal a Dos Colas (ponderaciones centradas) del X11-ARIMA.

Los filtros de ajuste lineal aplicados por el método II-X11 y el X11-ARIMA para producir datos desestacionalizados pueden ser clasificados de acuerdo con la distribución de su conjunto de ponderaciones en simétricos (a dos colas) y asimétricos (a una cola). Las medias móviles simétricas se usan para estimar los componentes que caen al medio de la extensión del promedio, por decir $2n+1$, y las medias móviles asimétricas para estimar las primeras y últimas n observaciones. La suma de las ponderaciones de ambos tipos de filtros es uno y, de este modo, la media de las series originales no es alterada en el proceso de filtración^{20/}.

^{20/} La suma de los pesos de un filtro determina el ratio entre la media de las series ajustadas y la media de las series no ajustadas asumiendo que estas medias son calculadas para períodos suficientemente grandes como para asegurar resultados estables.

Es muy importante en el diseño del filtro que éste no desplace en el tiempo a los componentes del output en relación con los componentes del input; en otras palabras, el filtro no debe introducir cambios de fase^{21/}. Las medias móviles simétricas introducen un desplazamiento no temporal para algunos componentes de la serie original y un desplazamiento de $\pm 180^\circ$, para otros. Un cambio de fase de $\pm 180^\circ$ es interpretado como una inversa en polaridad lo que significa que el máximo se convierte en mínimo y viceversa. En otras palabras, los picos (depresiones) en el input se convierten en depresiones (picos) en el output.

Sin embargo, para propósitos prácticos las medias móviles simétricas actúan como si el desplazamiento temporal fuese nulo. Esto se debe a que las sinusoides que tendrán un cambio de fase de $\pm 180^\circ$, en el proceso de filtración son ciclos de corta periodicidad (anual o menos) y las medias móviles tienden a omitir o reducir significativamente su presencia en el output.

La media móvil centrada de 12 términos. Es usada para una estimación preliminar de la tendencia-ciclo (paso 1). Este filtro reproduce exactamente el punto central de una tendencia lineal y aniquila la estacionalidad estable para un período de 12 meses en un modelo aditivo. Si la relación entre los componentes es multiplicativa, entonces sólo será reproducida perfectamente una tendencia constante multiplicada por una estacionalidad estable.

La principal limitación de este filtro es que pierde picos y depresiones de ciclos cortos

(3 ó 2 años) y, a menos que las variaciones irregulares sean pequeñas, no ajustará los datos exitosamente. Si el input para este filtro es una curva de 3 años de periodicidad y 100 de amplitud, el output es una curva de igual periodicidad pero con amplitud reducida a 82.50; la amplitud de las ondas de 2 años de periodicidad se reduce a 75; y sólo las ondas cuyo período es de 5 años o más son pasadas con reducciones muy pequeñas en sus amplitudes. Sin embargo, debido a que la variación tendencia-ciclo de la mayoría de series de tiempo económicas se debe principalmente a largas variaciones cíclicas de 40 meses o más, este filtro generalmente es bueno para una estimación preliminar de la tendencia-ciclo.

La media móvil centrada de 24 términos. Para series principalmente dominadas por fluctuaciones cíclicas cortas (3 ó 2 años) o afectadas por repentinos cambios en el nivel de la tendencia, se incluye opcionalmente un filtro centrado de 24 términos en el X11-ARIMA/80. Este filtro es una versión modificada del filtro de Leser (1963).

La amplitud de las ondas de 2 ó 3 años de periodicidad se reduce sólo en 5% y 18%, respectivamente.

Además, este filtro reduce la variación irregular más que el filtro centrado de 12 términos. Desafortunadamente, como nos alejamos de la observación central, la

21/ En el análisis espectral, la fase es un parámetro sin dimensión que mide el desplazamiento del senoide en relación con el origen del tiempo. Debido a la repetición periódica del senoide, la fase puede ser restringida a $\pm 180^\circ$. La fase es una función de la frecuencia del senoide, la frecuencia es igual al recíproco del período, o la extensión de tiempo requerido para una oscilación completa.

estimación de los 12 puntos en cada lado se deteriora gradualmente. Debido a esto, en el X11ARIMA se usan ponderaciones asimétricas que estiman sólo los seis puntos a cada lado de la observación central. Las primeras y últimas 6 observaciones son eliminadas como en el filtro centrado de 12 términos. Estas ponderaciones simétricas aplicadas a las observaciones 7 a 12 y 14 a 19 comparten las mismas propiedades espectrales del filtro centrado de 24 términos excepto por los pequeños cambios de fase.

Las medias móviles de Henderson de 9, 13 y 23 términos. Las medias móviles de Henderson son aplicadas para obtener una estimación mejorada de la tendencia-ciclo (paso 10). Proporcionan los mismos resultados que se obtendrían ajustando los valores intermedios de un polinomio de tercer grado ajustado por mínimos cuadrados ponderados, donde las ponderaciones dadas a las desviaciones son tan leves como sea posible.

El hecho de que se asuma que la tendencia-ciclo sigue una parábola en un intervalo de duración corta (entre 1 y 2 años aproximadamente) hace que los filtros sean adecuados para series de tiempo económicas.

Ninguno de los filtros de Henderson usados por el método X11ARIMA elimina el componente estacional, pero, puesto que se aplican a datos que ya están desestacionalizados, esta limitación se hace irrelevante. Por otro lado, son extremadamente buenos para ondas de cualquier período mayor a 1 año. Así, el filtro de Henderson de 13 meses, que es el más usado, no reducirá la amplitud de

las ondas de 20 meses o más de periodicidad, lo que si se cumple para variaciones tendencia-ciclo. Además, elimina casi todas las variaciones irregulares que puedan ser representadas por ondas de muy corta periodicidad, seis meses o menos.

Medias móviles ponderadas de 5 términos (3*3) y de 7 términos (3*5).

La media móvil ponderada de 5 términos es una media móvil de 3 términos de una media móvil de 3 términos (3*3 m.a.). Igualmente, la media móvil ponderada de 7 términos es una media móvil de 3 términos de una media móvil de 5 términos (3*5 m.a.). Estos dos filtros son aplicados a ratios SI (o diferencias) para cada mes por separado, para varios años. Todas sus ponderaciones son positivas y, en consecuencia, reproducen el valor medio de una línea recta al interior de sus tramos. Esta propiedad posibilita que el X11-ARIMA estime una estacionalidad linealmente móvil al interior de intervalos de 5 y 7 años. Por lo tanto, estos filtros pueden aproximar muy bien los cambios estacionales graduales que siguen patrones no lineales en todo el rango de las series (más de 7 años).

La media móvil ponderada de 5 términos (3*3 m.a.) es un filtro muy flexible que permite cambios rápidos en la dirección, pero puesto que la extensión del filtro es corta, las irregularidades deben ser pequeñas para que el ratio SI sea ajustado exitosamente.

La media móvil ponderada de 7 términos (3*5 m.a.) es menos flexible y se aplica a la estimación final de los factores estacionales. Para series cuyo componente

irregular es grande, el programa proporciona otros conjuntos de ponderaciones opcionales que se aplican a extensiones mayores y, así, producen factores estacionales más ajustados.

Propiedades Básicas de los filtros de ajuste a una sola cola (ponderaciones extremas) del método X11-ARIMA.

Es inherente a cualquier procedimiento de medias móviles que los primeros y últimos n puntos de una serie no ajustada no puedan ser ajustados con el mismo conjunto de ponderaciones simétricas aplicadas a los valores intermedios. En el X11-ARIMA el ajuste estacional de los años actuales y los pronósticos de los factores estacionales son obtenidos de la combinación de dos filtros: (i) los filtros a una cola usados para extrapolar los datos no ajustados de los modelos ARIMA y (ii) los filtros del programa X-11 usados para la desestacionalización. Los filtros de extrapolación de los modelos ARIMA cambian con las series y, por tanto, son muy flexibles. Estos filtros reflejan los movimientos más recientes de las series, en particular, la estacionalidad cambiante.

Los filtros del X-11 aplicados a las series no ajustadas extendidas para la estimación de la tendencia-ciclo son de dos colas. Por lo tanto, no pierden puntos de quiebre y no introducen cambios de fase, lo que les permite estimar bien las variaciones cíclicas.

Los filtros X-11 que estiman los factores estacionales aún son a una cola pero están más cerca de los filtros simétricos usados para las observaciones centrales. De este modo, con un año de datos extrapolados, los pronósticos de los factores estacionales se obtienen de datos extrapolados con los filtros del X-11 usados para producir el ajuste estacional actual.

Es la combinación de los filtros fijos del X-11 (el mismo para cualquier serie) con los filtros flexibles de los modelos ARIMA (cambian con las series) lo que hace al X11-ARIMA un mejor método que el X-11 para el ajuste actual.

ANEXO 2

MÉTODO DE DESESTACIONALIZACIÓN X12 ARIMA

1. INTRODUCCIÓN

El programa de ajuste estacional X12-ARIMA es una versión mejorada de la variante X11 del programa de ajuste estacional Census Method II (Shiskin, Young y Musgrave 1967). Las mejoras incluyen una interfase más versátil y autoexplicativa para el usuario y una variedad de diagnósticos nuevos para ayudarlo a detectar y remediar insuficiencias en los ajustes de los efectos estacionales y calendarios obtenidos con determinadas opciones del programa. El programa también incluye varios instrumentos nuevos para resolver problemas de ajuste y, por tanto, ampliar el rango de series de tiempo económicas que pueden ser desestacionalizadas adecuadamente. Ejemplos del uso de estos instrumentos se pueden encontrar en Findley y Hood (1999).

La principal fuente de estos instrumentos nuevos es el extensivo conjunto de facilidades para modelos de series de tiempo que contiene el programa y que ayudan a obtener lo que llamamos modelos regARIMA. Estos son modelos con errores ARIMA (procesos autorregresivos integrados y de medias móviles). De manera más precisa, son modelos en los que la media de las series de tiempo (o su logaritmo) es descrita por una combinación lineal de regresores y la estructura de la covarianza es la de un proceso ARIMA. Si no se usan regresores,

lo que indica que se asume que la media es cero, el modelo regARIMA se reduce a un modelo ARIMA. Existen regresores para estimar directamente diversos efectos de días laborables y feriados de stock y flujo. También existen regresores para modelar ciertos tipos de problemas en las series, o cambios repentinos en el nivel, cuyos efectos necesitan ser temporalmente removidos de los datos antes de que la metodología X11 pueda desestacionalizar adecuadamente. Para resolver otro tipo de problemas con los datos, existe la posibilidad de incorporar en el modelo ajustado variables definidas por el usuario. El módulo para modelar el regARIMA del X12-ARIMA fue adaptado del programa regARIMA desarrollado por el Departamento de Series de Tiempo de la División de Investigación Estadística del Bureau de Censos.

Estén presentes o no problemas especiales que requieran el uso de regresores en las series que van a ser ajustadas, un uso fundamentalmente importante que se le da a los modelos regARIMA es la extensión de las series hacia adelante (o hacia atrás) para mejorar la desestacionalización de los datos más recientes (y de los más antiguos). Hacer esto mitiga los problemas inherentes en la estimación tendencial y en los procesos de medias estacionales asimétricas del tipo usado por el método X11 casi al final de las series. La provisión de esta extensión fue la mejora técnica más importante

ofrecida por el programa X11-ARIMA ampliamente usado por el Statistics Canada. Sus beneficios, tanto teóricos como empíricos, han sido documentados en muchas publicaciones, incluyendo a Geweke (1978), Dagum (1988) y Bobbitt y Otto (1990) y los artículos citados en estos trabajos.

El módulo de desestacionalización usa el método X11 detallado en Shiskin, Young y Musgrave (1967) y Dagum (1988). El programa tiene todas las facilidades de ajuste estacional del X11 y del X11-ARIMA. Están disponibles las mismas medias móviles estacionales y de tendencia, y el programa aún ofrece las rutinas de ajuste de días calendario y feriados del X11.

El módulo de desestacionalización también ha sido mejorado por la adición de varias opciones nuevas que incluyen:

- (a) los procedimientos de diagnóstico "sliding spans", ilustrados en Findley, Monsell, Shulman y Pugh (1990);
- (b) la capacidad de producir las revisiones históricas de un ajuste estacional dado;
- (c) una nueva rutina del filtro de Henderson que le permite al usuario escoger cualquier número impar para la extensión del filtro de Henderson;
- (d) nuevas opciones para filtros estacionales;
- (e) varias opciones nuevas para detectar datos atípicos en el componente irregular del ajuste estacional;
- (f) una tabla de factores de días laborables por tipo de día;
- (g) un modo de ajuste estacional seudo aditivo.

El módulo para modelar el X12-ARIMA

está diseñado para construir modelos regARIMA con series de tiempo económicas estacionales. Para este fin, están disponibles varias categorías de variables predefinidas en el X12-ARIMA, incluyendo constantes de tendencia o medias globales, efectos estacionales fijos, efectos de días laborables, efectos de días feriados, cambios de nivel y datos atípicos. Las variables definidas por el usuario también pueden ser fácilmente leídas e incluidas en los modelos. El programa está diseñado para capacidades específicas que se necesitan para modelar el regARIMA y no pretende ser un paquete estadístico general. En particular, el X12-ARIMA debería ser usado junto con otros softwares capaces de producir gráficos de series de tiempo de alta resolución.

Las observaciones (datos) de la serie de tiempo que va a ser modelada y/o desestacionalizada usando el X12-ARIMA deben ser cuantitativas, no binarias ni categóricas. Las observaciones deben ser de la misma frecuencia y no se permiten valores perdidos. El X12-ARIMA sólo trabaja con series de tiempo univariadas, es decir, no estima relaciones entre distintas series de tiempo.

El X12-ARIMA usa la notación estándar $(p, d, q)(P, D, Q)_s$ para modelos ARIMA estacionales. El (p, d, q) se refiere a los órdenes del proceso autorregresivo (AR), de los operadores de diferencias y de medias móviles (MA), respectivamente. El $(P, D, Q)_s$ se refiere a los órdenes del proceso autorregresivo, operadores de diferencias y medias móviles estacionales. El subíndice s denota el período estacional, por ejemplo, $s = 12$ para datos mensuales. Se permite gran flexibilidad en

la especificación de las estructuras ARIMA: se puede usar cualquier orden de AR, MA y operador de diferencias; se permite rezagos perdidos en los procesos AR y MA; y los parámetros AR y MA pueden ser fijados en valores especificados por el usuario.

Para el usuario que desee introducir series de tiempo personalizadas, el X12-ARIMA proporciona facilidades para las tres etapas de modelación: *identificación, estimación y diagnóstico*. La especificación de un modelo regARIMA requiere la especificación de las variables que van a ser incluidas en el modelo y también del tipo de modelo ARIMA para los errores de regresión (es decir, los órdenes $(p,d,q)(P,D,Q)$). La especificación de las variables depende del conocimiento del usuario con respecto a las series que están siendo modeladas. La *identificación* del modelo ARIMA para los errores sigue procedimientos bien establecidos basados en el examen de diversas funciones de autocorrelación muestral y autocorrelación parcial producidas por el X12-ARIMA. Una vez que se ha especificado un modelo regARIMA, el X12-ARIMA *estimar*á sus parámetros por máxima verosimilitud usando un algoritmo de mínimos cuadrados generalizados iterativos (IGLS). El diagnóstico involucra la inspección de los residuos del modelo ajustado verificando los signos y la insuficiencia del modelo. El X12-ARIMA puede producir pronósticos puntuales, errores estándar de los pronósticos e intervalos de predicción para el modelo regARIMA ajustado.

En adición a estas características, el X12-ARIMA tiene un procedimiento automático de selección de modelos y una opción que usa el AICC para determinar si las variables

especificadas por el usuario (como regresores para días laborables o de Pascuas) deben ser incluidas en una serie particular. También se pueden generar historias para los estadísticos de verosimilitud (como el AICC, una versión del AIC de Akaike que ajusta la extensión de las series que están siendo modeladas) y pronósticos para facilitar comparaciones entre modelos alternativos.

2. EL AJUSTE ESTACIONAL

En cualquier desestacionalización X12-ARIMA, las series de tiempo originales (O) son descompuestas en tres componentes principales:

Tendencia-Ciclo (C):

Son movimientos de largo y mediano plazo de las series, incluyendo puntos de quiebre secuenciales.

Componente Estacional (S):

Son fluctuaciones alrededor de la tendencia al interior de un año que se repiten de manera similar en el mismo mes o trimestre de año a año.

Componente Irregular (I):

Es el componente residual que permanece después de que el componente estacional y la tendencia han sido removidos de las series (y también los días laborables y feriados una vez que han sido identificados). Se caracteriza por movimientos de muy corta duración. Estos movimientos pueden ser muy grandes si hay huelgas u otros eventos económicos inusuales de corta duración.

Modelos para obtener la serie desestacionalizada.

Dependiendo principalmente de la naturaleza de los movimientos estacionales de una serie, se usa varios modelos diferentes para describir el modo en el que los componentes C, S e I se combinan para formar la serie original O. El X12-ARIMA proporciona modos de desestacionalización adecuados para cuatro diferentes modelos de descomposición. En el siguiente cuadro se presenta los modos de desestacionalización y sus modelos para la serie original (O) y desestacionalizada (SA).

Cuadro Nº2: Modos de desestacionalización y sus modelos

Modo	Modelo para O	Modelo para SA
Multiplicativo	$O = C * S * I$	$SA = C * I$
Aditivo	$O = C + S + I$	$SA = C + I$
Seudo-aditivo	$O = C * [S + I - 1]$	$SA = C * I$
Aditivo logarítmico	$\text{Log}(O) = C + S + I$	$SA = \exp(C + I)$

El modo por defecto es el multiplicativo. Esto se debe a que, para la mayoría de series de tiempo económicas estacionales, las magnitudes de las fluctuaciones estacionales parecen aumentar y disminuir proporcionalmente con incrementos y reducciones en el nivel de las series. Se dice que una serie con este tipo de comportamiento tiene estacionalidad multiplicativa. Para estimar los componentes multiplicativos, el programa usa el método de razón a promedios móviles cuyos detalles se dan en Shiskin, Young y Musgrave (1967), Dagum (1988) y Baxter (1994), entre otros.

El modelo seudo-aditivo es considerado cuando algunos meses (o trimestres) tienen valores extremadamente pequeños (debido a vacaciones o al clima, por ejemplo), y el resto de meses parecen tener una estacionalidad multiplicativa. Si la magnitud del componente estacional no parece estar afectada por el nivel de las series, entonces la serie tiene estacionalidad aditiva, y el modo aditivo es adecuado.

El modo aditivo logarítmico proporciona una descomposición multiplicativa alternativa que puede ser útil para ciertos análisis econométricos, usualmente relacionados con consideraciones de modelos de series de tiempo. Para el ajuste aditivo logarítmico, la tendencia se calcula a partir de una descomposición aditiva de la serie en logaritmos ($\log(O)$), de modo que la tendencia aditiva debe ser exponenciada para derivar una tendencia con las mismas unidades que la serie original. Esto resulta en una estimación sesgada hacia abajo de la tendencia; este sesgo es ajustado en el X12 ARIMA usando el procedimiento de corrección del sesgo descrito en Thomson y Ozaki (1992).

Para los ajustes estacionales multiplicativo, seudo-aditivo y aditivo logarítmico, se asume que los componentes estacionales e irregulares son ratios centrados en 1. En el output principal se expresan como porcentajes de modo que están centrados en 100. Para el ajuste aditivo, los componentes estacional e irregular están en las mismas unidades que las series de tiempo originales y varían alrededor de 0.

Los ajustes multiplicativo y pseudo-aditivo dan resultados muy similares para la mayoría de series con estacionalidad multiplicativa, a menos que la amplitud estacional de las series sea grande. Si el factor estacional más pequeño es 0.7 o menos, habrá diferencias notables entre los ajustes multiplicativo y pseudo-aditivo. Si el factor estacional más pequeño es 0.5 o menos, probablemente esta diferencia sea importante. Si un ajuste multiplicativo produce muchos más valores extremos en meses (o trimestres) con factores estacionales pequeños que aquellos meses con factores estacionales grandes, entonces el ajuste pseudo-aditivo probablemente sea el mejor. Para mayores detalles sobre cuándo usar el ajuste pseudo-aditivo, vea Baxter (1994).

Por simplicidad, esta discusión ha ignorado los efectos de los días laborables (trading days) y de los feriados. Cuando éstos son estimados, agregan factores adicionales a la descomposición y, dependiendo de cómo sean definidos, el ajuste puede llevar a mayores diferencias entre los totales anuales de las series ajustadas y los totales anuales de las series originales.

Selección del filtro estacional automático

Este procedimiento es tomado del X11 ARIMA/88, vea Dagum (1988). Para las primeras dos iteraciones del ajuste estacional, se usa una media móvil de 3×3 para calcular los factores estacionales iniciales y se usa una media móvil de 3×5 para calcular los factores estacionales finales. En la tercera y final iteración, se usa una media móvil de 3×3 para calcular los factores estacionales iniciales, pero para

la iteración final el programa calcula el ratio de estacionalidad móvil (I/S, también llamado el MSR global). Luego el programa escoge si usar una media móvil de 3×3 , 3×5 o 3×9 basado en el tamaño del MSR global. Para mayor información sobre el ratio de estacionalidad móvil, vea Lothian (1984).

Extensión del pronóstico

Como se mencionó en la introducción, un uso importante de los modelos regARIMA es extender las series con pronósticos (y datos fuera de la muestra) para mejorar la desestacionalización de las observaciones más recientes (y más antiguas). Por lo tanto, el X12 ARIMA extenderá las series con un año de pronósticos antes del ajuste estacional siempre que se especifique un modelo regARIMA sin el spec **forecast**. Para especificar un ajuste estacional sin extensiones de pronósticos, escriba `maxlead = 0` en el spec **forecast**.

Los efectos estacionales residuales y de días laborables (trading days) en las series ajustadas

Una rutina busca cada uno de los espectros para los picos en las frecuencias estacionales y de días laborables. Se visualiza un mensaje de advertencia si se encuentra significativos picos, y también el gráfico en el que se encontró un pico. Cuando se usa la opción de output restringido (la opción `-n`), el gráfico no se produce en el output principal, pero se visualiza un mensaje sugiriendo que el usuario vuelva a correr el programa sin la opción `-n`.

Cambios de nivel y tendencia final de Henderson

Cuando los cambios de nivel son estimados y removidos de la serie antes del ajuste estacional, son regresados a la tendencia-ciclo final de Henderson (Tabla D12), de modo que este componente tendrá el nivel de los datos observados. También se puede obtener una tabla de la tendencia-ciclo de las series de tiempo ajustadas al cambio de nivel escribiendo `print = trendadjls`.

Ajuste de días de Pascua

Las opciones de ajuste de días de Pascua en este spec no pueden ser usadas cuando se especifica en el spec **regression** días feriados basados en el modelo regARIMA, o si se especifica un ajuste de días de Pascua en el spec **x11regression**.

Totales anuales

Forzar a los totales desestacionalizados a ser los mismos que los totales anuales de las series originales puede degradar la

calidad de la desestacionalización, especialmente cuando el patrón estacional está cambiando. No es natural si el ajuste de los días laborables está siendo ejecutado porque el efecto agregado de los días laborables en un año es variable y moderadamente diferente de cero.

Tratamiento de las series no estacionales

Una serie no estacional puede ser descompuesta en un componente tendencia-ciclo y un componente irregular usando la opción `type=trend`. Esta descomposición es obtenida por medio de una simplificación del procedimiento de descomposición estacional X-11 que sólo retiene los pasos relacionados con las tendencias de Henderson y la detección de valores extremos.

ANEXO 3

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL METODO DE RAZÓN A PROMEDIOS MÓVILES

En este anexo se presentan los resultados obtenidos, siguiendo los 5 pasos que se indican en la sección "Presentación del Método de Razón a Promedios Móviles".

En el primer cuadro se presenta la **Serie Original**

PBI 1991 - 2001

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
ENERO	79.44	84.99	78.39	90.34	104.84	105.80	115.08	114.48	113.12	119.10	117.39
FEBRERO	77.38	80.48	79.56	85.96	99.38	101.83	108.55	112.19	111.62	117.19	114.10
MARZO	79.39	84.61	86.60	96.53	107.90	108.02	113.17	118.52	119.80	126.75	122.67
ABRIL	85.32	83.25	87.71	100.19	107.86	110.81	126.46	122.71	119.70	125.80	125.90
MAYO	90.65	86.94	88.78	104.18	119.87	121.25	129.47	123.73	128.40	137.23	136.72
JUNIO	89.85	87.84	93.92	103.92	113.45	117.86	123.61	123.10	125.32	131.08	128.15
JULIO	94.74	84.29	89.87	100.89	110.52	114.37	118.11	120.47	118.22	124.35	124.00
AGOSTO	84.15	81.60	91.30	101.42	109.51	110.59	116.78	117.79	114.95	121.41	122.98
SEPTIEMBRE	83.62	81.25	89.69	100.02	104.29	106.71	116.88	115.98	116.03	114.61	117.75
OCTUBRE	87.98	85.65	90.40	101.86	107.23	110.54	119.18	115.75	119.47	120.08	123.48
NOVIEMBRE	83.61	84.88	91.46	104.90	109.09	112.39	116.51	115.92	121.75	119.46	122.01
DECEMBER	83.49	89.46	95.97	109.79	109.07	115.32	121.81	117.37	123.06	119.13	124.07

Fuente: INEI

Los valores obtenidos al estimar la componente de **Tendencia Ciclo** (Paso-1) son los siguientes:

Componente Tendencia - Ciclo

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
ENERO		85.04	85.41	94.61	106.42	109.77	115.68	118.76	118.34	122.81	121.98
FEBRERO		84.50	86.04	95.49	107.15	109.97	116.09	118.90	118.13	123.33	122.03
MARZO		84.29	86.80	96.34	107.67	110.12	116.77	118.91	118.01	123.54	122.23
ABRIL		84.10	87.35	97.25	108.07	110.36	117.56	118.73	118.17	123.51	122.50
MAYO		84.05	87.82	98.29	108.47	110.63	118.09	118.56	118.57	123.44	122.75
JUNIO		84.36	88.36	99.42	108.61	111.03	118.53	118.35	119.05	123.18	123.06
JULIO	85.20	84.33	89.13	100.60	108.62	111.68	118.77	118.11	119.54	122.95	123.46
AGOSTO	85.56	84.02	89.90	101.77	108.77	112.34	118.90	118.03	120.02	122.75	
SEPTIEMBRE	85.91	84.06	90.58	102.80	108.87	112.84	119.28	118.06	120.54	122.45	
OCTUBRE	86.04	84.33	91.51	103.59	109.00	113.70	119.34	117.99	121.08	122.28	
NOVIEMBRE	85.80	84.59	92.68	104.57	109.18	114.70	118.95	118.06	121.71	122.26	
DECEMBER	85.56	84.92	93.73	105.62	109.42	115.28	118.69	118.34	122.31	122.12	

Fuente: INEI

Elaboración: CIDE

Los valores obtenidos de la componente **Estacional – Irregular** (Paso - 2) son los siguientes:

Componente Estacional - Irregular

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
ENERO		1.00	0.92	0.95	0.99	0.96	0.99	0.96	0.96	0.97	0.96
FEBRERO		0.95	0.92	0.90	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.95	0.93
MARZO		1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.97	1.00	1.02	1.03	1.00
ABRIL		0.99	1.00	1.03	1.00	1.00	1.08	1.03	1.01	1.02	1.03
MAYO		1.03	1.01	1.06	1.11	1.10	1.10	1.04	1.08	1.11	1.11
JUNIO		1.04	1.06	1.05	1.04	1.06	1.04	1.04	1.05	1.06	1.04
JULIO	1.11	1.00	1.01	1.00	1.02	1.02	0.99	1.02	0.99	1.01	1.00
AGOSTO	0.98	0.97	1.02	1.00	1.01	0.98	0.98	1.00	0.96	0.99	
SETIEMBRE	0.97	0.97	0.99	0.97	0.96	0.95	0.98	0.98	0.96	0.94	
OCTUBRE	1.02	1.02	0.99	0.98	0.98	0.97	1.00	0.98	0.99	0.98	
NOVIEMBRE	0.97	1.00	0.99	1.00	1.00	0.98	0.98	0.98	1.00	0.98	
DICIEMBRE	0.98	1.05	1.02	1.04	1.00	1.00	1.03	0.99	1.01	0.98	

Fuente: INEI

Elaboración: CIDE

Los valores obtenidos de la componente **Estacional** (Paso – 3) son los siguientes:

Componente Estacional

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
ENERO			0.96	0.95	0.97	0.98	0.97	0.97	0.96	0.96	
FEBRERO			0.93	0.92	0.92	0.93	0.93	0.94	0.95	0.94	
MARZO			1.00	1.00	1.00	0.98	0.98	0.99	1.01	1.01	
ABRIL			1.01	1.01	1.01	1.03	1.04	1.04	1.02	1.02	
MAYO			1.04	1.06	1.09	1.10	1.08	1.07	1.08	1.10	
JUNIO			1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	
JULIO		1.04	1.00	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00	1.01	1.00	
AGOSTO		0.99	0.99	1.01	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98		
SETIEMBRE		0.98	0.98	0.97	0.96	0.96	0.97	0.97	0.96		
OCTUBRE		1.01	1.00	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98		
NOVIEMBRE		0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99		
DICIEMBRE		1.02	1.04	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	0.99		

Fuente: INEI

Elaboración: CIDE

Los valores obtenidos de la componente **Irregular** (Paso – 4) son los siguientes:

Componente Irregular

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
ENERO			0.96	1.00	1.02	0.98	1.02	0.99	0.99	1.01	
FEBRERO			1.00	0.98	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	
MARZO			1.00	1.00	1.01	1.00	0.99	1.00	1.00	1.01	
ABRIL			1.00	1.02	0.99	0.98	1.04	0.99	0.99	1.00	
MAYO			0.98	1.00	1.02	1.00	1.02	0.97	1.00	1.01	
JUNIO			1.01	0.99	0.99	1.01	0.99	1.00	1.00	1.01	
JULIO		0.96	1.00	0.99	1.00	1.01	0.98	1.02	0.98	1.01	
AGOSTO		0.98	1.02	0.99	1.01	0.99	0.99	1.02	0.98		
SETIEMBRE		0.99	1.01	1.00	1.00	0.98	1.01	1.01	1.00		
OCTUBRE		1.01	0.99	1.00	1.00	0.99	1.01	0.99	1.00		
NOVIEMBRE		1.02	0.99	1.01	1.01	0.99	1.00	0.99	1.01		
DICIEMBRE		1.04	0.99	1.02	0.98	0.99	1.02	0.98	1.02		

Fuente: INEI

Elaboración: CIDE

Finalmente, los valores obtenidos al desestacionalizar la Serie (Paso – 5) son los siguientes:

PBI Desestacionalizada

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
ENERO			81.88	94.83	108.31	107.82	118.13	117.83	117.44	123.72	
FEBRERO			85.93	93.70	108.27	109.56	116.11	119.21	117.96	124.23	
MARZO			86.50	96.47	108.44	109.77	115.21	119.27	118.31	124.89	
ABRIL			87.00	99.12	106.71	108.01	121.85	117.91	117.16	123.37	
MAYO			85.77	98.41	110.27	110.31	120.03	115.17	118.95	124.44	
JUNIO			89.46	98.89	108.01	112.29	117.93	117.77	119.09	124.52	
JULIO		81.05	89.55	99.94	108.91	113.02	116.61	120.33	117.42	124.16	
AGOSTO		82.42	91.81	100.78	109.96	111.58	118.18	120.28	117.10		
SETIEMBRE		83.19	91.84	102.72	108.76	111.02	120.58	118.96	120.82		
OCTUBRE		84.91	90.80	103.42	109.45	112.24	121.13	117.06	121.51		
NOVIEMBRE		85.89	91.66	105.28	109.74	113.97	118.84	117.42	123.42		
DICIEMBRE		87.90	92.37	107.63	107.76	114.42	121.07	116.43	124.17		

Fuente: INEI

Elaboración: CIDE

ANEXO 4

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL X 12 ARIMA POR DEFECTO

Para obtener las componentes de la serie PBI (o cualquier otra serie), con la opción por defecto que presenta el programa **X12 ARIMA**, se sugieren seguir las siguientes pasos:

1. Digitar la serie cronológicamente en el block de notas. (Se podría hacer primero en Excel y luego copiar al block de notas).
2. Guardar el archivo con la extensión **spc**. Por ejemplo: PBI.spc. (Es preferible guardar dentro del directorio donde se encuentra el programa X 12 ARIMA).
3. Ingresar al D.O.S. (Símbolo del sistema)
4. Dentro del sistema, dar las siguientes instrucciones:

- CD X12 Arima (enter)
- X12 Arima > x12 a **pbi** (enter)

Con los que se obtendrán los siguientes resultados:

Reading input spec file from PBI.spc

1

U. S. Department of Commerce, U. S. Census Bureau

X-12 monthly seasonal adjustment Method, Release Version 0.2.9

This method modifies the X-11 variant of Census Method II by J. Shiskin A.H. Young and J.C. Musgrave of February, 1967. and the X-11-ARIMA program based on the methodological research developed by Estela Bee Dagum, Chief of the Seasonal Adjustment and Time Series Staff of Statistics Canada, September, 1979.

Primary Programmers: Brian Monsell, Mark Otto

Series Title- PBI

Series Name- PBI

04/25/02 16:03:06.39

- Period covered- 1st month,1991 to 12th month,2001
- Type of run - multiplicative seasonal adjustment
- Sigma limits for graduating extreme values are 1.5 and 2.5 .
- 3x3 moving average used in section 1 of each iteration, 3x5 moving average in section 2 of iterations B and C, moving average for final seasonal factors chosen by Global MSR.
- Spectral plots generated for selected series
- Spectral plots generated for series starting in 1994.Jan

FILE SAVE REQUESTS (* indicates file exists and will be overwritten)

PBI.out* program output file

PBI.err* program error file

Contents of spc file PBI.spc

Line #

```

1: series {title="PBI"
2: data = ( 79.44 77.38 79.39 85.32 90.65 89.85 94.74 84.15 83.62 87.98 83.61 3.49
3:          84.99 80.48 84.61 83.25 86.94 87.84 84.29 81.60 81.25 85.65 84.88 9.46
4:          78.39 79.56 86.60 87.71 88.78 93.92 89.87 91.30 89.69 90.40 91.46 5.97
5:          90.34 85.96 96.53 100.19 104.18 103.92 100.89 101.42 100.02 101.86 104.90 109.79
6:          104.84 99.38 107.90 107.86 119.87 113.45 110.52 109.51 104.29 107.23 109.09 109.07
7:          105.80 101.83 108.02 110.81 121.25 117.86 114.37 110.59 106.71 110.54 112.39 115.32
8:          115.08 108.55 113.17 126.46 129.47 123.61 118.11 116.78 116.88 119.18 116.51 121.81
9:          114.48 112.19 118.52 122.71 123.73 123.10 120.47 117.79 115.98 115.75 115.92 117.37
10:         113.12 111.62 119.80 119.70 128.40 125.32 118.22 114.95 116.03 119.47 121.75 123.06
11:         119.10 117.19 126.75 125.80 137.23 131.08 124.35 121.41 114.61 120.08 119.46 119.13
12:         117.39 114.10 122.67 125.90 136.72 128.15 124.00 122.98 117.75 123.48 122.01 124.07)
13:   start = 1991.jan}
14:
15: X11{ }
    
```

D 8.A F-tests for seasonality

Test for the presence of seasonality assuming stability.

	Sum of Squares	Dgrs.of Freedom	Mean Square	F-Value
Between months	1729.7782	11	157.25257	37.758**
Residual	499.7696	120	4.16475	
Total	2229.5479	131		

**Seasonality present at the 1 per cent level.

Nonparametric Test for the Presence of Seasonality Assuming Stability

Kruskal-Wallis Statistic	Degrees of Freedom	Probability Level
102.8168	11	0.000%

Seasonality present at the one percent level.

Moving Seasonality Test

	Sum of Squares	Dgrs.of Freedom	Mean Square	F-value
Between Years	28.3813	10	2.838128	0.817
Error	382.1975	110	3.474523	

No evidence of moving seasonality at the five percent level.

COMBINED TEST FOR THE PRESENCE OF IDENTIFIABLE SEASONALITY

IDENTIFIABLE SEASONALITY PRESENT

D 9.A Moving seasonality ratio

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
I	0.861	1.033	0.809	1.485	0.940	1.026	1.172	0.898	1.111	1.005	1.065	1.184
S	0.126	0.211	0.183	0.210	0.512	0.091	0.162	0.148	0.203	0.281	0.166	0.467
RATIO	6.835	4.905	4.430	7.064	1.836	11.280	7.233	6.067	5.469	3.574	6.413	2.537

D 10 Final seasonal factors

From 1991.Jan to 2001.Dec

Observations 132

Seasonal filter 3 x 5 moving average

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	AVGE
1991	97.0	92.8	99.8	100.3	105.1	105.0	100.9	99.0	97.5	100.4	98.9	103.4	100.0
1992	97.0	92.7	99.8	100.4	105.4	104.9	100.9	99.1	97.4	100.1	99.0	103.1	100.0
1993	97.0	92.5	99.7	100.5	105.9	105.0	101.0	99.4	97.1	99.6	99.2	102.7	100.0
1994	97.0	92.4	99.7	100.7	106.7	105.0	101.0	99.6	96.9	99.0	99.2	102.2	100.0
1995	96.9	92.5	99.6	101.2	107.6	104.9	101.1	99.5	96.8	98.6	99.1	101.6	99.9
1996	96.7	92.8	99.7	101.5	108.4	104.8	101.0	99.3	96.8	98.4	98.8	101.0	99.9
1997	96.5	93.3	100.0	101.7	109.0	104.9	100.9	99.0	96.7	98.4	98.6	100.4	99.9
1998	96.4	93.8	100.4	101.8	109.4	104.9	100.7	98.7	96.6	98.5	98.4	100.0	100.0
1999	96.2	94.0	100.7	102.0	109.7	104.9	100.5	98.7	96.5	98.5	98.3	99.6	100.0
2000	96.2	94.2	100.9	102.1	109.9	104.8	100.3	98.7	96.3	98.6	98.4	99.4	100.0
2001	96.2	94.3	101.1	102.0	110.0	104.9	100.3	98.7	96.1	98.6	98.5	99.2	100.0
AVGE	96.6	93.2	100.1	101.3	107.9	104.9	100.8	99.1	96.8	99.0	98.8	101.1	

Table Total- 13195.52 Mean- 99.97 Std. Dev.- 3.75

Min - 92.44 Max - 109.96

D 10.A Final seasonal component forecasts

From 2002.Jan to 2002.Dec

Observations 12

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	AVGE
2002	96.2	94.3	101.1	102.0	110.0	105.0	100.3	98.7	96.0	98.6	98.6	99.1	100.0

D 11 Final seasonally adjusted data

From 1991.Jan to 2001.Dec

Observations 132

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL
1991	82.	83.	80.	85.	86.	86.	94.	85.	86.	88.	85.	81.	1019.
1992	88.	87.	85.	83.	83.	84.	84.	82.	83.	86.	86.	87.	1016.
1993	81.	86.	87.	87.	84.	89.	89.	92.	92.	91.	92.	93.	1064.
1994	93.	93.	97.	99.	98.	99.	100.	102.	103.	103.	106.	107.	1200.
1995	108.	107.	108.	107.	111.	108.	109.	110.	108.	109.	110.	107.	1303.
1996	109.	110.	108.	109.	112.	112.	113.	111.	110.	112.	114.	114.	1336.
1997	119.	116.	113.	124.	119.	118.	117.	118.	121.	121.	118.	121.	1426.
1998	119.	120.	118.	121.	113.	117.	120.	119.	120.	118.	118.	117.	1419.
1999	118.	119.	119.	117.	117.	120.	118.	117.	120.	121.	124.	124.	1432.
2000	124.	124.	126.	123.	125.	125.	124.	123.	119.	122.	121.	120.	1476.
2001	122.	121.	121.	123.	124.	122.	124.	125.	123.	125.	124.	125.	1479.
AVGE	106.	106.	106.	107.	107.	107.	108.	108.	108.	109.	109.	109.	

Table Total- 14171.47 Mean- 107.36 Std. Dev.- 14.79
 Min - 79.56 Max - 125.57

Test for the presence of residual seasonality.

No evidence of residual seasonality in the entire series at the 1 per cent level. $F = 0.19$

No evidence of residual seasonality in the last 3 years at the 1 per cent level. $F = 0.70$

No evidence of residual seasonality in the last 3 years at the 5 per cent level.

Note: sudden large changes in the level of the adjusted series will invalidate the results of this test for the last three year period.

D 12 Final trend cycle

From 1991.Jan to 2001.Dec

Observations 132

Trend filter 13-term Henderson moving average

I/C ratio 2.25

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	TOTAL
1991	83.	83.	84.	85.	85.	86.	86.	86.	86.	86.	86.	86.	1023.
1992	86.	85.	85.	84.	83.	83.	83.	83.	84.	85.	85.	86.	1013.
1993	86.	86.	87.	87.	88.	89.	90.	91.	91.	92.	92.	93.	1073.
1994	94.	95.	96.	97.	98.	99.	100.	101.	103.	104.	106.	107.	1201.
1995	107.	108.	108.	108.	109.	109.	109.	109.	109.	109.	109.	109.	1303.
1996	109.	109.	110.	110.	111.	112.	112.	112.	112.	112.	113.	114.	1336.
1997	116.	117.	117.	118.	118.	118.	118.	119.	119.	120.	120.	120.	1420.
1998	120.	119.	119.	119.	119.	119.	119.	119.	119.	118.	118.	118.	1426.
1999	118.	118.	118.	118.	118.	118.	118.	119.	120.	121.	123.	124.	1434.
2000	124.	125.	125.	125.	125.	124.	124.	123.	122.	122.	121.	121.	1480.
2001	121.	122.	122.	123.	123.	123.	124.	124.	124.	124.	124.	125.	1478.
AVGE	106.	106.	106.	107.	107.	107.	108.	108.	108.	109.	109.	109.	

Table Total- 14187.24 Mean- 107.48 Std. Dev.- 14.62
 Min - 82.69 Max - 124.74

D 13 Final irregular component

From 1991.Jan to 2001.Dec

Observations 132

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	S.D.
1991	99.0	99.9	94.5	100.2	100.9	99.6	109.0	98.8	99.8	102.0	98.2	93.9	3.6
1992	102.1	101.7	100.1	98.7	99.0	101.0	100.7	98.7	99.2	100.9	100.4	101.0	1.2
1993	93.7	99.5	100.1	99.9	95.2	100.5	98.9	101.2	101.0	98.9	99.9	100.6	2.4
1994	99.3	97.9	100.7	102.1	99.2	99.6	99.5	100.4	100.4	98.7	100.2	100.7	1.1
1995	100.7	99.5	100.1	98.3	102.6	99.4	100.4	100.9	98.8	99.9	101.2	98.7	1.2
1996	100.6	100.7	98.8	99.0	100.7	100.8	101.3	99.4	98.3	99.9	100.4	99.9	0.9
1997	103.2	99.7	96.4	105.5	100.6	99.7	98.8	99.3	101.2	101.1	98.5	101.2	2.3
1998	99.3	100.3	99.2	101.4	95.1	98.7	100.6	100.3	101.1	99.3	99.7	99.6	1.6
1999	99.8	100.7	100.8	99.4	99.2	101.2	99.3	97.7	99.9	99.8	101.0	100.0	0.9
2000	99.7	100.0	100.7	98.8	100.2	100.6	100.1	99.9	97.2	100.0	100.2	99.1	1.0
2001	100.7	99.6	99.4	100.6	101.0	99.0	100.0	100.7	98.9	100.9	99.6	100.3	0.7
S.D.	2.3	0.9	2.1	2.0	2.3	0.8	2.8	1.1	1.3	1.0	0.9	2.0	

Table Total- 13183.48 Mean- 99.87 Std. Dev.- 1.75
 Min - 93.74 Max - 109.04

F 3. Monitoring and Quality Assessment Statistics

All the measures below are in the range from 0 to 3 with an acceptance region from 0 to 1.

1. The relative contribution of the irregular over three months span (from Table F 2.B). $M1 = 0.376$
2. The relative contribution of the irregular component to the stationary portion of the variance (from Table F 2.F). $M2 = 0.215$
3. The amount of month to month change in the irregular component as compared to the amount of month to month change in the trend-cycle (from Table F2.H). $M3 = 0.627$
4. The amount of autocorrelation in the irregular as described by the average duration of run (Table F 2.D). $M4 = 0.054$
5. The number of months it takes the change in the trend-cycle to surpass the amount of change in the irregular (from Table F 2.E). $M5 = 0.650$
6. The amount of year to year change in the irregular as compared to the amount of year to year change in the seasonal (from Table F 2.H). $M6 = 0.225$
7. The amount of moving seasonality present relative to the amount of stable seasonality (from Table F 2.I). $M7 = 0.354$
8. The size of the fluctuations in the seasonal component throughout the whole series $M8 = 0.523$
9. The average linear movement in the seasonal component throughout the whole series $M9 = 0.415$
10. Same as 8, calculated for recent years only $M10 = 0.588$
11. Same as 9, calculated for recent years only $M11 = 0.579$

*** ACCEPTED *** at the level 0.40

*** Q (without M2) = 0.42 ACCEPTED.

ANEXO 5

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL X 12 ARIMA INCORPORANDO UN MODELO ARIMA

Las instrucciones previas para la desestacionalización incorporando un modelo específico, son las mismas que el procedimiento por defecto, a excepción de las sentencias del modelo ARIMA incorporado (que se presentan en negritas dentro de la salida del programa).

Los resultados y las instrucciones de modelización se presentan a continuación:

Reading input spec file from PBI.spc

1

U. S. Department of Commerce, U. S. Census Bureau

X-12-ARIMA monthly seasonal adjustment Method, Release Version 0.2.8

This method modifies the X-11 variant of Census Method II by J. Shiskin A.H. Young and J.C. Musgrave of February, 1967. and the X-11-ARIMA program based on the methodological research developed by Estela Bee Dagum, Chief of the Seasonal Adjustment and Time Series Staff of Statistics Canada, September, 1979.

Primary Programmers: Brian Monsell, Mark Otto

Series Name- PBI
05/08/02 10:50:41.31

-Period covered- 1st month,1991 to 12th month,2001
-Type of run - multiplicative seasonal adjustment

-Sigma limits for graduating extreme values are 1.5 and 2.5 .
-3x3 moving average used in section 1 of each iteration,
3x5 moving average in section 2 of iterations B and C,
moving average for final seasonal factors chosen by Global MSR.
-Spectral plots generated for selected series
-Spectral plots generated for series starting in 1994.Jan

FILE SAVE REQUESTS (* indicates file exists and will be overwritten)

- PBI.d10 final seasonal factors
- PBI.d11 final seasonally adjusted data
- PBI.d12 final trend cycle
- PBI.d13 final irregular component
- PBI.out program output file
- PBI.err program error file

Contents of spc file PBI.spc

Line #

```
1: series {PBI
2:   data = ( 79.44 77.38 79.39 85.32 90.65 89.85 94.74 84.15 83.62 87.98 83.61 83.49
3:           84.99 80.48 84.61 83.25 86.94 87.84 84.29 81.60 81.25 85.65 84.88 89.46
4:           78.39 79.56 86.60 87.71 88.78 93.92 89.87 91.30 89.69 90.40 91.46 95.97
5:           90.34 85.96 96.53 100.19 104.18 103.92 100.89 101.42 100.02 101.86 104.90 109.79
6:           104.84 99.38 107.90 107.86 119.87 113.45 110.52 109.51 104.29 107.23 109.09 109.07
7:           105.80 101.83 108.02 110.81 121.25 117.86 114.37 110.59 106.71 110.54 112.39 115.32
8:           115.08 108.55 113.17 126.46 129.47 123.61 118.11 116.78 116.88 119.18 116.51 121.81
9:           114.48 112.19 118.52 122.71 123.73 123.10 120.47 117.79 115.98 115.75 115.92 117.37
10:          113.12 111.62 119.80 119.70 128.40 125.32 118.22 114.95 116.03 119.47 121.75 123.06
11:          119.10 117.19 126.75 125.80 137.23 131.08 124.35 121.41 114.61 120.08 119.46 119.13
12:          117.39 114.10 122.67 125.90 136.72 128.15 124.00 122.98 117.75 123.48 122.01 124.07)
13:   start = 1991.jan}
14: TRANSFORM(FUNCTION=LOG)
15: ARIMA(MODEL=(0,1,1)(1,1,1)
16: AR=(-0.160f)
17: ma=(0.4132f, 0.8837f))
18: forecast {maxlead=12 maxback=12}
19: X11{appendfcst=yes
20: final=user
21: SAVE = (D10 D11 D12 D13)
22: print=brief }
```

MODEL DEFINITION

Transformation

Log(y)

ARIMA Model

(0,1,1)(1,1,1)

regARIMA Model Span

From 1991.Jan to 2001.Dec

MODEL ESTIMATION/EVALUATION

Exact ARMA likelihood estimation

Max total ARMA iterations 200

Convergence tolerance 1.00E-05

Average absolute percentage error in within-sample forecasts:

Last year: 2.03 Last-1 year: 3.22 Last-2 year: 1.42

Last three years: 2.22

ARIMA Model: (0,1,1)(1,1,1)

Nonseasonal differences: 1

Seasonal differences: 1

Parameter	Value (fixed)
<hr/>	
Seasonal AR	
Lag 12	-0.1600
Nonseasonal MA	
Lag 1	0.4132
Seasonal MA	
Lag 12	0.8837
Variance	0.78191E-03
<hr/>	

NOTE: Fixed values have been assigned to some regression and ARIMA model coefficients. If these values are estimates calculated by X-12-ARIMA, then the model comparison statistics (AIC, AICC, Hannan Quinn, and BIC) and the P-values of the Q's of the sample autocorrelations of the residuals below are invalid and should not be used.

Likelihood Statistics

Effective number of observations (nefobs)	119
Number of parameters estimated (np)	1
Log likelihood	246.2989
Transformation Adjustment	-558.0515
Adjusted Log likelihood (L)	-311.7526
AIC	625.5052
AICC (F-corrected-AIC)	625.5394
Hannan Quinn	626.6337
BIC	628.2843

FORECASTING
 Origin 2001.Dec
 Number 12

Forecasts and Standard Errors of the Transformed Data

Date	Standard	
	Forecast	Error
2002.Jan	4..78	0.028
2002.Feb	4.75	0.032
2002.Mar	4.82	0.036
2002.Apr	4.84	0.040
2002.May	4.90	0.043
2002.Jun	4.88	0.046
2002.Jul	4.84	0.049
2002.Aug	4.82	0.052
2002.Sep	4.80	0.054
2002.Oct	4.83	0.057
2002.Nov	4.83	0.059
2002.Dec	4.86	0.061

Confidence intervals with coverage probability (0.95000) On the Original Scale

Date	Lower	Forecast	Upper
2002.Jan	112.95	119.31	126.03
2002.Fe	108.56	115.68	123.27
2002.Mar	115.50	124.02	133.18
2002.Apr	117.26	126.79	137.10
2002.May	123.00	133.84	145.65
2002.Jun	120.17	131.54	143.99
2002.Jul	114.96	126.54	139.29
2002.Aug	112.30	124.26	137.49
2002.Sep	109.49	121.75	135.39
2002.Oct	111.87	125.00	139.67
2002.Nov	111.99	125.70	141.09
2002.Dec	114.16	128.71	145.11

BIBLIOGRAFÍA

- "The X11 ARIMA/88 SEASONAL ADJUSTMENT METHOD"
Estela Bee Dagum. Octubre, 1988
- "DESESTACIONALIZACIÓN DE SERIES DE TIEMPO ECONÓMICAS: INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA"
Víctor M. Guerrero.
Revista Comercio Exterior, Noviembre 1990
- "DESESTACIONALIZACIÓN DE SERIES DE TIEMPO ECONÓMICAS: AJUSTES PREVIOS"
Víctor M. Guerrero.
Revista Comercio Exterior, 1996.
- "DESESTACIONALIZACIÓN DE SERIES DE TIEMPO ECONÓMICAS"
Instituto Nacional de Estadística, Noviembre 1996.
- "ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE SERIES ECONÓMICAS"
Víctor Correa, Pablo Marshall, Ernestina Pérez
Estadística & Economía 1. Revista del Instituto Nacional de Estadística . Chile.
- "ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO"
Edith Seier.
Facultad de Ciencias Matemáticas. UNMSM. 1993
- "INTRODUCCIÓN A LA ECONOMETRÍA"
Oskar Lange.
Fondo de Cultura Económica. 1978
- "PRONÓSTICOS EN LOS NEGOCIOS"
John E. Hanke - Arthur G. Reitsh
Prentice Hall Hispanoamerica, S. A. 1996
- "INTRODUCCIÓN AL X11 ARIMA/88. MÉTODO DE AJUSTE ESTACIONAL"
Sandra Hernández R.
En Seminario - Taller sobre métodos econométricos, Series de Tiempo y Análisis de Coyuntura. El Salvador.
- "AJUSTE ESTACIONAL: CONCEPTOS, MÉTODOS Y PRÁCTICAS: AJUSTE DE SERIES MENSUALES O TRIMESTRALES A DATOS ANUALES"
Norma Chhab Alperin.
II Reunión de Expertos en Cuentas Nacionales de la Comunidad andina. La Paz, Bolivia, 2001.
- "DESESTACIONALIZACIÓN DE LAS SERIES MACROECONÓMICAS: OFERTA Y DEMANDA GLOBALES"
Patricia Botargues y Marina Pecar
En http://www.mecovi.gor.ar/secpro/dir_cn/desestacionalizacion/doc1.htm

- "X12 ARIMA REFERENCE MANUAL. Versión 0.2.8"
U.S. Census Bureau. 2001
En <http://www.census.gov/srd/www/x12a/>
- "ECONOMETRIA"
A. Novales
McGraw-Hill. España 1993
- "MEASURING BUSINESS CYCLES"
Burns, A. F., y W. C. Mitchell
National bureau of Economic Research. 1946
- "FOR A RETURN TO PRAGMATISM".
Blanchard, O.J.
En "**The Business Cycle: Theories and Evidence**". Belongia, M.T., y Garfinkel, M.R., eds. 1992
- "UNDERSTANDING BUSINESS CYCLES"
Lucas, R.E. En **Carnegie-Rochester Conference series on Public Policy**, 5. 1977.
- "ANÁLISIS ECONOMETRICO"
William H. Greene
Edit. Prentice may. 1997
- MEMORIAS 1991-2000
Banco Central de Reserva del Perú.
- "EL PRODUCTO POTENCIAL UTILIZANDO EL FILTRO DE HODRICK-PRESCOTT: UNA APLICACIÓN PARA COLOMBIA"
Luis Fernando Melo Velandia y Álvaro Riascos Villegas.
En **MONETARIA**, Abr-Jun. 2000.
- PERU: COMPENDIO ESTADÍSTICO 2001
Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA APLICADAS A LA INGENIERIA
Douglas C. Montgomery y George C. Runger.
Edit. Mac Graw Hill, 1996