

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ECONOMÍA**

**MÉTODOS ALTERNATIVOS
PARA LA EXTRACCIÓN DE SEÑALES DE UNA SERIE DE TIEMPO
UNA APLICACIÓN EMPÍRICA AL ÍNDICE MENSUAL
DE ACTIVIDAD ECONÓMICA –IMAE-**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**

POR

HÉCTOR AUGUSTO VALLE SAMAYOA

**PREVIO A CONFERIRLE EL TÍTULO DE ECONOMISTA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE**

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2004

**MIEMBROS DE LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Lic. Eduardo Antonio Velásquez Carrera	Decano
Lic. Oscar Rolando Zetina Guerra	Secretario a.i.
Lic. Canton Lee Villela	Vocal 1°.
Lic. Albaro Joel Girón Barahona	Vocal 2°.
Lic. Juan Antonio Gómez Monterroso	Vocal 3°.
P.M.P. Juan Francisco Moreno Murphy	Vocal 4°.
B.C. Jairo Daniel Dávila López	Vocal 5°.

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

Examinador: Lic. César Augusto Sierra Calderón
Examinadora: Licda. Ángela López Yon
Examinador: Lic. Julio Rodas Ruiz
Examinador: Lic. Adolfo de León Leal

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN
PRIVADO DE TESIS**

Presidente: Lic. Edgar Ranfery Alfaro Migoya
Secretaria: Licda. Ruth Noemí Díaz Méndez
Examinador: Lic. Tristán Melendreras Soto

ASESOR DE TESIS

Lic. Walter Noé Herrera Medrano

Guatemala, 18 de octubre de 2002

Señor Decano
Lic. Miguel Ángel Lira
Facultad de Ciencias Económicas
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Guatemala

Señor Decano:

En atención a la designación de que fuera objeto, he procedido a asesorar al señor Héctor Augusto Valle Samayoa, en cuanto a la elaboración de su trabajo de tesis titulado: "MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA LA EXTRACCIÓN DE SEÑALES DE UNA SERIE DE TIEMPO. UNA APLICACIÓN EMPÍRICA AL ÍNDICE MENSUAL DE ACTIVIDAD ECONÓMICA –IMAE-".

Estimo que el trabajo de tesis presentado en esta ocasión, para consideración de las instancias pertinentes, llena los requisitos que exigen las técnicas académicas y de investigación requeridas para este tipo de estudios, y por lo tanto, además de constituir un esfuerzo del estudiante que elaboró, considero que su contenido enriquecerá el material de apoyo docente y profesional de nuestra casa de estudios.

En consecuencia, por este medio me permito recomendar su aceptación como Tesis para su Graduación Profesional.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para suscribirme de usted, atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Lic. Walter Noé Herrera Medrano
Economista Colegiado No. 6518

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS: Mi ser depende de ti como la luz de la oscuridad, como el sonido del silencio.
- A MIS PADRES: Aura Estela y Augusto, quienes me brindaron la lección más importante de la vida acerca de palabras como Dios, verdad, compasión, humildad, honradez, dedicación, honestidad, responsabilidad y sobre todo mucho, mucho amor.
- A MI ESPOSA: Cynthia Isabel, compañera ideal para compartir las sonrisas, las lágrimas y los sueños.
- A MIS HIJOS: Aniela, Miguelito y Marisa, que tan sólo con llegar han llenado mi vida de infinita felicidad cual nunca había conocido.
- A MIS HERMANAS: Liz y Beatriz, por ser siempre las incondicionales.
- A MIS SOBRINOS: Estelita, Ana Lissette, Gerardito, Ana Elizabeth y Sofía.
- A MIS AMIGOS: Mike, Ary, Luis Omar, Alfonso, Carlos R. Leonidas, Carlos Eduardo, Hugo René, Rosa María, Salvador, Rafael, Oscar Leonel, Erick Roberto, Waleska, Victor Hugo y Jorge Estuardo, el mundo es mejor sabiendo que puedo contar con ustedes.

ÍNDICE GENERAL

A) INTRODUCCIÓN	
B) METODOLOGÍA	6
C) PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	7
CAPÍTULO I: Aspectos conceptuales sobre series de tiempo	7
1.1 Definición	7
1.2 Componentes de una serie de tiempo	7
1.3 Modelos de descomposición	8
1.4 Métodos para estimar los componentes de una serie de tiempo	10
1.5 Importancia de la extracción de componentes de una serie de tiempo	11
CAPÍTULO II: Principales métodos de extracción de componentes de una serie de tiempo	12
2.1 Promedios Móviles	12
2.2 X11 Census I	13
2.3 X11 Census II	14
2.4 X11 ARIMA	16
2.4.1 Incorporación de modelos ARIMA al proceso de ajuste estacional	17
2.4.2 Selección del modelo ARIMA	19
2.4.3 Principales pasos para la estimación de la estacionalidad	21
2.4.4 Pruebas estadísticas de presencia de estacionalidad	23
2.4.5 Prueba de presencia de estacionalidad estable	23
2.4.6 Prueba de presencia de estacionalidad móvil	24
2.4.7 Prueba combinada de presencia de estacionalidad identificable	24
2.5 Tramo & Seats	25
Capítulo III: Aplicación de los principales métodos de extracción De componentes al Índice Mensual de Actividad Económica –IMAE-	28
3.1 Qué es el IMAE	28
3.2 Resultados de la aplicación de la media móvil al IMAE	31
3.3 Resultados de la aplicación del programa X11 Census I al IMAE	35
3.4 Resultados de la aplicación del programa X11 Census II al IMAE	38
3.5 Resultados de la aplicación del programa X11 ARIMA al IMAE	45
3.6 Resultados de la aplicación del programa Tramo & Seats al IMAE	48
CAPÍTULO IV: Interpretación económica de la tendencia ciclo del IMAE	53
CAPÍTULO V: Utilización de los resultados de la extracción de componentes del IMAE en un análisis de coyuntura	55
D) CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	63
ANEXO	64

A) Introducción

El análisis económico empírico se apoya en el estudio del comportamiento de variables económicas a través del tiempo. De mucha importancia en la actualidad es el análisis de corto plazo o de coyuntura con el propósito de identificar diferentes fenómenos económicos oportunamente. Para esto se hace necesario contar con información estadística de menos de un año (trimestral, mensual, semanal, etc.). Sin embargo, esta información tiene la característica de ser heterogénea en cuanto a los factores que pueden influir, tales como estacionalidad, feriados móviles, número de días hábiles y variaciones irregulares, lo anterior implica que los valores registrados en un mes en particular con respecto a otro puedan no ser comparables. Es el caso del comerciante que en diciembre ve incrementado significativamente su volumen de ventas donde habrá que preguntarse, ¿en realidad el comerciante está en una mejor situación económica con respecto a noviembre?, o es que el incremento en las ventas de diciembre se debe exclusivamente a un factor estacional (la navidad). A nivel macroeconómico, también cabría la pregunta: en un período de desaceleración de la actividad económica, ¿un mayor nivel de producción en los meses de octubre y noviembre debe interpretarse como un cambio de tendencia hacia un período de recuperación de actividad económica o simplemente son oscilaciones estacionales? En ese sentido, podría pensarse que una disminución en el volumen de producción durante el mes de febrero con respecto al mes de enero del mismo año, se debe a una desaceleración de la actividad económica, o esta disminución podría simplemente deberse a un menor número de días laborales en febrero.

El problema es que el analista económico no puede tener la respuesta certera, debido a que los diferentes componentes que explican el comportamiento de una serie de tiempo son inobservables. Consecuentemente se corre el riesgo de, que pese a contar con información de corto plazo, no se está en la posibilidad de identificar oportunamente el fenómeno económico deseado y, lo más grave, de identificarlo equivocadamente (creer que se ha detectado cuando en realidad no existe).

La justificación de este documento se basa en que el análisis de medición económica y las proyecciones de actuación y conducta de las variables macroeconómicas, requieren de la

aplicación de métodos estadísticos que nos permitan aislar los componentes o fenómenos aislados de una serie de tiempo que explican su comportamiento, es decir: componente tendencia-ciclo, estacional, variación por días de trabajo, feriados móviles y variaciones irregulares.

Actualmente se han desarrollado una diversidad de métodos para este propósito y se encuentran disponibles en programas de computación de fácil utilización. Estos programas son de amplia utilización por parte de las agencias estadísticas alrededor del mundo, centros de investigación, empresas y analistas económicos individuales entre otros. Consecuentemente, se hace necesario para el profesional de las ciencias económicas conocer dichos programas, tanto para aplicarlos en el desarrollo de sus propios trabajos como para hacer una correcta interpretación de la información que provenga de las instituciones estadísticas y centros de investigación.

Las series de tiempo económicas de menos de un año están sujetas a la influencia de factores estacionales, fenómenos irregulares, feriados móviles y el número de días hábiles correspondientes a cada mes. El efecto de algunos o de todos estos factores hace que la información correspondiente a cada período en una serie temporal no sea homogénea, y, consecuentemente comparaciones entre meses no sean totalmente válidas. Este problema cobra importancia en la toma de decisiones económicas concernientes al futuro por parte de los diseñadores de la política económica y los empresarios que deben tomar importantes decisiones sobre inversión, producción, precios, costos y otras variables de interés. Los componentes de una serie de tiempo explican la evolución de la misma pero son inobservables¹. En este sentido, es necesaria la descomposición de la serie en sus componentes y así, poder determinar si una variación en una serie temporal obedece a factores estacionales, de tendencia-ciclo, de días de trabajo, feriados o si son simplemente movimientos irregulares en la serie.

Este documento es de carácter educativo y de difusión de las metodologías y programas actualmente disponibles para la extracción de señales. Se pretende que se constituya en

¹ No constituyen datos registrados sino que hay que estimarlos a partir de la serie original.

material de referencia sobre este tema para los economistas y estudiantes de economía en Guatemala. Las metodologías que aquí se exponen se empezaron a desarrollar desde la década de los años sesenta y, tanto instituciones como investigadores individuales alrededor del mundo, han dedicado una gran cantidad de recursos para llevarlos hasta el nivel de desarrollo en que se encuentran hoy en día. La aplicación de extracción de señales a una serie de tiempo ha llegado a ser de uso tan generalizado y rutinario, que en las publicaciones de las instituciones estadísticas más importantes del mundo ni siquiera se publican las series originales sino directamente las series ajustadas por estacionalidad. Sin embargo en Guatemala poco se conoce de la aplicación e interpretación de estos métodos, lo cual constituye un vacío en la formación de los economistas. Es un hecho incuestionable que en un mundo cada vez más globalizado y cambiante, la información es fundamental para tomar decisiones que nos lleven a mayores niveles de eficiencia y competitividad, lo cual a su vez nos permitirá crecer económicamente como sociedad. Por supuesto, a la par de mayores niveles de producción deben crearse las condiciones económicas para una mejor distribución de ésta producción, es decir una disminución de la pobreza por una parte y por otra una disminución de la riqueza extrema, pero sin crecimiento de la producción no hay nada que redistribuir. Es decir, el crecimiento económico es una premisa fundamental para el mejoramiento de las condiciones de vida de la población en general, sin embargo no es una condición suficiente ya que aparejado a éste debe haber una mejor distribución del ingreso. En este contexto, es a través de la eficiencia que se logra ser más productivo (producir más por unidad de tiempo) y para ser eficiente es fundamental la toma de decisiones sobre información certera. Sin embargo esta información debe ser procesada correctamente para hacer una buena interpretación de ella, de lo contrario, una interpretación incorrecta puede llevar a decisiones erróneas con consecuencias no deseadas. Es acerca de esto que trata la presente investigación, de brindar una herramienta de trabajo para los economistas que les permita hacer un buen uso de la información y por consiguiente tomar decisiones que coadyuven al incremento de la eficiencia, productividad y por consiguiente al crecimiento económico. En la actualidad algunos de los mejores métodos de extracción de señales se encuentran disponibles en forma gratuita en la internet, de tal manera que cualquier profesional puede acceder a ellos. Sin embargo la literatura con respecto

a lo que cada programa puede o no puede hacer se encuentra dispersa. Un aporte de esta investigación es que concentra en un solo documento los alcances y limitaciones de cada uno de los métodos expuestos, de tal manera que el economista puede por tanto elegir una metodología, aplicarla, e interpretar resultados y además, interpretar las series publicadas en documentos estadísticos nacionales e internacionales las cuales ya pasaron por un proceso de extracción de señales.

El Indicador Mensual de Actividad Económica (IMAE) es un índice compuesto cuyo objetivo es medir la tendencia de la producción en el corto plazo. Con el propósito de hacer un análisis correcto sobre la fase en que se encuentra el ciclo económico, es necesario extraer la tendencia cíclica del índice para así realizar un análisis coyuntural apropiado con respecto a la tendencia, velocidad y aceleración del crecimiento (o decrecimiento) de la actividad económica en Guatemala. En este punto conviene hacer algunas aclaraciones: esta no es una tesis acerca del IMAE, el IMAE se utiliza aquí sólo como ejemplo de la aplicación de las metodologías de extracción de señales que se exponen en el documento. Se eligió el IMAE por ser una serie de tiempo que presenta estacionalidad, tendencia y ciclo y por ser una serie de conocimiento público e interesante de interpretar, sin embargo podría haber sido cualquier otra serie de tiempo como precios, tipo de cambio, alguna definición de dinero, etc. Además, el IMAE no es un sustituto del PIB como indicador de producción, el PIB es por definición la variable más completa, confiable y certera de producción. El IMAE es un indicador de la tendencia de la producción mensual, que los países que carecen de mediciones del PIB trimestrales o mensuales han adoptado. Cuando Guatemala tenga un PIB trimestral o mensual que sea confiable, oportuno y de amplia cobertura, la razón de ser del IMAE desaparecerá.

Con esta investigación se propone lo siguiente:

1. Brindar un documento de referencia para la aplicación de procesos de extracción de señales en Guatemala.
2. Difundir las principales metodologías de extracción de señales de una serie de tiempo en Guatemala.

3. Apoyar a la formación de nuevos economistas en cursos de econometría, sobre la necesidad de hacer extracción de señales a las series de tiempo, cómo hacerlo, y cómo interpretar sus resultados.
4. Definir los diferentes componentes de una serie de tiempo: tendencia cíclica, irregular, estacional, efecto pascua y variación por días de trabajo.
5. Explicar la importancia y necesidad de extraer las señales, enumeradas anteriormente, de una serie de tiempo.
6. Describir los diferentes métodos existentes de extracción de señales:
 - a) X11 Census I
 - b) X11 Census II
 - c) X11 ARIMA
 - d) Tramo & Seats
 - e) Media móvil
4. Indicar ventajas y desventajas de cada uno de tales métodos.
5. Hacer una aplicación de cada uno de los métodos de extracción de señales al Indicador Mensual de Actividad Económica -IMAE- y evaluar los diferentes resultados.
6. Identificar los ciclos de aceleración y desaceleración de la actividad económica en Guatemala.
7. Explicar los usos de la tendencia ciclo del IMAE en un análisis de coyuntura.

Hipótesis:

Para cumplir con lo anterior se hizo necesario plantear las hipótesis siguientes:

- a) La extracción de señales de una serie de tiempo permite tener una mejor apreciación en el corto plazo sobre la situación o tendencia actual de una variable, como el IMAE, y una mejor previsión sobre su comportamiento futuro.
- b) Los métodos de extracción de señales que se basan en promedios móviles centrados y que además incluyen un modelo ARIMA (X11 ARIMA y Tramo & Seats en esta investigación), son los que extraen las señales con más precisión.

La investigación en la primera parte expone los aspectos conceptuales básicos de series de tiempo, en la segunda se presenta una breve descripción de los diferentes métodos de extracción de componentes, en el capítulo tres se presentan los resultados empíricos de la aplicación de esos métodos al IMAE, el capítulo cuatro contiene la interpretación económica de la tendencia ciclo del IMAE, el capítulo cinco muestra cómo hacer un análisis de coyuntura con los resultados obtenidos y finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

B) Metodología

Los métodos utilizados en el desarrollo de la investigación fueron:

1. Investigación bibliográfica sobre la descomposición de una serie de tiempo en sus diferentes componentes: Tendencia ciclo, estacional, irregular, efecto pascua (feriados móviles) y días de trabajo.
2. Investigación bibliográfica sobre los diferentes métodos (programas de computación) más ampliamente utilizados por las principales agencias estadísticas: Promedios móviles, X11 Census I, X11 Census II, X11 ARIMA, Tramo & Seats.
3. Aplicación de los diferentes métodos señalados en el numeral dos a la serie del Indicador Mensual de Actividad Económica. Estos métodos serán aplicados por medio de programas de cómputo a la serie original o primaria del IMAE y los diferentes resultados serán evaluados y comparados. El análisis comparativo de los mismos permitirá ilustrar las ventajas y limitaciones de cada uno de ellos y, de esta manera, discernir cuales tienen características superiores o más ventajosas con respecto a otros.

C) Presentación de resultados

Capítulo I: Aspectos conceptuales sobre series de tiempo

1.1 Definición

Una serie de tiempo puede definirse como una sucesión de datos recogidos en intervalos iguales de tiempo (semanal, mensual, trimestral, etc.). La variación total de una serie de tiempo puede descomponerse en varios procesos:

- a) Tendencia-ciclo
- b) Variaciones estacionales
- c) Variaciones por días de trabajo
- d) Feriados móviles
- e) Variaciones irregulares

1.2 Componentes de una serie de tiempo

Estacionalidad: son los movimientos interanuales que se repiten año tras año. Sus causas pueden ser climáticas, institucionales (Navidad, cierre fiscal) e inducidas (producción de juguetes en septiembre y octubre).

Tendencia-ciclo: la tendencia es la variación a largo plazo de la serie y el ciclo está representado por las fluctuaciones casi periódicas alrededor de la tendencia. Se entiende por tendencia-ciclo a las fluctuaciones de la serie que duran más de un año y se caracteriza por periodos alternados de movimientos ascendentes (o de expansión) y movimientos descendentes (o de contracción).

Variación por días de trabajo: Es el efecto creado por la distribución de los días de la semana que cambia de acuerdo al mes y está presente cuando los días de la semana tienen distinta importancia relativa. Un ejemplo que se usa a menudo para ilustrar este efecto es el caso de un parque de diversiones, en donde un mes con cinco fines de semana es más "productivo" que uno con cuatro (en el caso de una fábrica sería lo contrario). En este caso el gerente del parque de diversiones podría pensar que la empresa ha mejorado (en el mes con cinco fines de semana), sin embargo, para que la comparación sea válida con el mes inmediato anterior, tendría que eliminar el efecto de un fin de semana adicional, el cual constituye el "efecto días de trabajo".

Efecto Feriados móviles: Es el efecto debido a que algunos feriados cambian de fecha de año en año, lo cual desplaza la actividad de un mes a otro. El caso más evidente es la pascua (Semana Santa).

Componente Irregular: Este componente está constituido por el residuo de los componentes anteriores, lo constituyen movimientos erráticos que no pueden ser atribuidos a la parte sistemática de la serie.

Estos componentes no son observables y deben ser estimados a partir de los datos históricos. El problema es que se trata de la estimación de series no observables y para ello existen dos modelos de descomposición.

1.3 Modelos de descomposición

Los dos modelos más utilizados para descomponer una serie de tiempo son el aditivo y el multiplicativo. En el modelo aditivo se asume que los componentes de la serie son independientes. Esto significa que cada componente evoluciona en forma independiente con respecto a los demás. Un ejemplo de este modelo es el caso hipotético de un fabricante de juguetes hipotético, el cual sabe que para la época navideña vende 30,000 juguetes más (independientemente de si la economía se encuentra en expansión o recesión). En este caso el modelo se expresa así:

$$Y = C + S + TD + E + I$$

En donde: Y = serie original

C = tendencia ciclo

S = componente estacional

TD = efecto días de trabajo

E = efecto feriados móviles (pascua)

I = componente irregular

La serie desestacionalizada se obtiene sustrayendo el componente estacional a la serie original de la siguiente forma:

$$Y^{sa} = Y - S = C + TD + E + I$$

Aquí es importante notar que el resultado obtenido es lo que se conoce como la serie ajustada (Y^{sa}), la cual contiene a la tendencia-ciclo más los componentes irregular, efecto días de trabajo y efecto pascua.

Por su parte la serie de tendencia-ciclo ($Y^c = C$) se obtiene como:

$$Y^{tc} = Y - S - I - TD - E = C$$

En el caso del modelo multiplicativo se asume que los componentes son dependientes entre sí, de tal manera que el tamaño de la estacionalidad sí depende del valor de los otros componentes. Retomando el ejemplo del productor de juguetes, en el caso del modelo multiplicativo, el gerente de la fábrica ahora sabe que en época navideña vende 25% más, de tal manera que en un año de expansión económica el incremento en la producción para la época deberá ser mucho más alto que en un año de contracción. Por lo general, las series económicas son mejor descritas por este tipo de modelo. El modelo multiplicativo se expresa de la siguiente forma:

$$Y = C * S * TD * E * I$$

En este modelo, la serie desestacionalizada (o ajustada) se obtiene como:

$$Y^{sa} = Y / S = C * TD * E * I$$

Y la serie de tendencia ciclo como:

$$Y^{tc} = Y / (S * TD * E * I) = C$$

1.4 Métodos para estimar los componentes de una serie de tiempo

A continuación se presenta una lista de los métodos de extracción de señales más ampliamente difundidos a nivel mundial, los cuales se encuentran disponibles en programas de cómputo y son utilizados rutinariamente por instituciones académicas, centros de investigación, institutos de estadística, bancos centrales, empresas privadas y agencias gubernamentales, entre otros.

a) Métodos basados en promedios móviles tales como:

- X11 (Census I) de la Oficina del Censo de los Estados Unidos (Census Bureau).
- X11 (Census II) de la Oficina del Censo de los Estados Unidos (Census Bureau).

b) Métodos basados en extracción de la señal que suponen que la señal de la serie sigue un modelo ARIMA.

- X11- ARIMA de la agencia de estadísticas de Canadá (Statistics Canada).
- Tramo & Seats: Agustín Maravall y Víctor Gómez (recomendado por Eurostat).

1.5 Importancia de la extracción de componentes de una serie de tiempo

La extracción de señales se aplica exclusivamente a series de carácter subanual, debido a que en el caso de series anuales, todas las observaciones son homogéneas. La necesidad de desestacionalizar las series de tiempo o, más ampliamente, extraer las señales radica en que las comparaciones mes a mes no son válidas en series con estacionalidad o con variaciones de días de trabajo significativas. En el análisis económico, las variables casi siempre son analizadas en

relación a su valor en periodos anteriores y en este contexto juegan un papel muy importante las tasas de variación. Por ejemplo la evolución de la actividad económica, el seguimiento de las variables monetarias y financieras, las metas de política económica y cualquier otra serie de tiempo de interés. La extracción de señales tiene particular importancia en el análisis de coyuntura, el cual ha cobrado suma importancia en las últimas décadas, en donde se necesita información confiable y oportuna para la interpretación de los fenómenos económicos y la toma de decisiones. En este sentido es importante eliminar el ruido² presente en los indicadores que podría provocar una interpretación incorrecta y por consiguiente implicar la toma una decisión equivocada.

Desde el punto de vista microeconómico, los gerentes de ventas, de producción, de importaciones y los mismos propietarios, están interesados, por una parte, en analizar la tendencia de su producción y/o ventas para así tener una mejor apreciación sobre la situación actual de la empresa y su probable evolución y, por otra, estimar la estacionalidad de las series para así tomar medidas en forma anticipada. La extracción de señales es, una importante herramienta para la toma de decisiones del sector empresarial, de tal manera que se pueda hacer un uso óptimo de los recursos escasos, el cual es el fin último de la Economía.

Una forma sencilla y de práctica común para desestacionalizar es hacer comparaciones con el mismo mes del año anterior, sin embargo esto puede generar tasas de variación inválidas en caso de que la estacionalidad evolucione rápidamente o en presencia de variaciones por días de trabajo, además no aísla al componente irregular, con lo que la serie estará llena de variaciones irregulares (ruido) difíciles de explicar.

Finalmente, no se puede hacer ninguna inferencia de la evolución de la serie en el último año que es generalmente el período más importante para el análisis de coyuntura.

² Distorsionantes en la serie que impiden apreciar la evolución de largo plazo de la variable.

Por su parte, contando con series desestacionalizadas el analista puede realizar comparaciones entre meses consecutivos o no consecutivos y realizar inferencias que resulten válidas.

Capítulo II: Principales métodos de extracción de componentes de una serie de tiempo

2.1 Promedios Móviles

Los promedios móviles constituyen una forma muy sencilla y económica de desestacionalizar una serie, sin embargo, como se verá en el desarrollo del presente trabajo, tiene bastantes limitaciones. De acuerdo a Stevenson (1981)³ “un método para el análisis de la tendencia es utilizar un promedio móvil, el cual es un valor medio de los últimos k puntos de datos, digamos, las últimas 10, 15 ó 22 observaciones. Por ejemplo, si se supone que el promedio está compuesto de las últimas 12 observaciones ($k = 12$), a medida que se considere cada nueva observación (incluida en el promedio), se suprime la más antigua (el dato número 12). Un promedio móvil es el valor medio aritmético de las últimas k observaciones:

$$PM = \frac{\sum_{i=t-k}^t Y_i}{k}$$

Obsérvese que primero se calcula el total móvil (la suma de las últimas k observaciones), y que el promedio móvil se obtiene dividiendo el total móvil entre el número de períodos (valores) en dicho total. De este modo, siempre habrá k observaciones en el total móvil, por lo que el promedio “se mueve” a medida que se agregan nuevos puntos y se suprimen los puntos más antiguos. Por tanto, para obtener el siguiente promedio, se suprime el valor más antiguo y se agrega un nuevo valor.

La práctica usual es ubicar al promedio móvil en un punto que se encuentre a la mitad entre los puntos cronológicos de las observaciones más recientes y más antigua, o bien, en un punto en el tiempo que corresponda a la observación más actual.”

Más adelante Williams (1981) indica⁴: “El efecto de utilizar un promedio móvil es alisar (suprimir) las variaciones estacionales, cíclicas, irregulares y aleatorias, siendo considerado lo restante como la tendencia. El problema consiste en que es casi imposible suprimir por completo las variaciones irregulares y cíclicas en esta forma. En términos ideales, al seleccionar un período lo suficientemente prolongado en lo que respecta al promedio móvil, se pueden descartar las variaciones cíclicas y algunas irregulares. Sin embargo, cuantos más datos se incluyan en el promedio, tanto menos sensible será éste a las observaciones recientes.”

2.2 X11 Census I

Este método fue desarrollado por la Oficina del Censo de los Estados Unidos y puede considerarse como el método clásico de desestacionalización. A través de la aplicación de medias móviles centradas a un modelo que puede ser aditivo o multiplicativo, este método extrae los componentes tendencia ciclo, estacional e irregular de una serie de tiempo siguiendo el procedimiento siguiente:

1. Cálculo de una media móvil centrada con diferentes ponderaciones (las observaciones centrales tienen mayor ponderación que los extremos).
2. En la serie de media móvil, toda la variabilidad estacional es eliminada, las diferencias (en modelos aditivos) o los cocientes (en modelos multiplicativos) de la serie observada y suavizada aísla el componente estacional (más irregular). Específicamente a la serie original se le resta la media móvil (o se divide por ella, de acuerdo al tipo de modelo).
3. El componente estacional es calculado como el promedio de cada punto en la estación. Los valores resultantes constituyen el componente estacional promedio de la serie.
4. La serie ajustada por estacionalidad se calcula restando o dividiendo la serie original por el componente estacional.

³ Stevenson, William J. “Estadística para Administración y Economía”. Editorial Harla, México. Página 502.

5. El componente de tendencia ciclo se calcula aplicando una media móvil a la serie ajustada por estacionalidad. Esta media móvil es centrada y ponderada de la siguiente manera: 1,2,3,2,1.

Finalmente el componente irregular puede ser aislado sustrayendo, si se trata de un modelo de extracción de señales aditivo, o dividiendo, en el caso de ser multiplicativo, por el componente de tendencia ciclo a la serie ajustada por estacionalidad.

2.3 X11 Census II

El programa X11 versión Census II constituye una extensión y refinamiento del Census I. Durante muchos años este método fue desarrollado por la Oficina del Censo de los Estados Unidos. El método ha venido a ser muy popular y es ampliamente utilizado por oficinas de gobierno y empresas privadas en donde ha probado generar estimaciones excelentes para muchas aplicaciones de la vida real. El X11 Census II contiene muchas ventajas y refinamientos especialmente diseñados para el análisis de los componentes de una serie de tiempo, siendo las principales:

- a) Ajuste por efecto días de trabajo y efecto pascua.
- b) Estimación del componente irregular.
- c) Eliminación parcial o total de valores extremos.
- d) Suavizamientos múltiples.
- e) Amplia gama de pruebas y resultados estadísticos.

En términos generales el X11 Census II efectúa el siguiente procedimiento:

1. Estimación de una media móvil centrada que elimina la Estacionalidad.

⁴ Idem, página 503.

2. La diferencia o el cociente (dependiendo de si se trata de un modelo aditivo o multiplicativo) de la serie observada y la suavizada (en el paso 1) aísla el componente estacional.
3. El componente estacional es computado como el promedio de cada punto (mes) en la estación.
4. La serie ajustada estacionalmente se obtiene restando (o dividiendo) el componente estacional obtenido en el paso tres a la serie original.
5. La tendencia-ciclo se obtiene aplicando promedios móviles centrados y ponderados (con la mayor ponderación en el centro y ponderación decreciente conforme se aproxima a los extremos) en forma sucesiva a la serie ajustada por estacionalidad.
6. El componente irregular puede ser aislado restando (o dividiendo) el componente de tendencia-ciclo de la serie ajustada por estacionalidad.
7. Adicionalmente el X11 ajusta la serie por el efecto días de trabajo, efecto pascua y por valores extremos.

En este punto es importante subrayar que cualquier versión de la familia de los modelos X11 opera con promedios móviles centrados, esto introduce una complicación en su aplicación empírica. Lo anterior debido a que para la estimación de los meses más recientes, no se cuenta con observaciones futuras para centrar la media. Por ejemplo, en el caso de una media móvil centrada de trece términos, para el último mes calculado no se cuenta con seis observaciones a futuro, por consiguiente el programa pronostica esas seis observaciones. Luego a medida que transcurre el tiempo los pronósticos van siendo substituidos por observaciones y, además, los pronósticos van siendo modificados (en virtud de las nuevas observaciones). Esto conlleva a que cada vez que se agrega una nueva observación y se corre el programa, la serie completa de la tendencia-ciclo cambia, principalmente en los últimos meses. Por lo general estos cambios no son significativos, sin embargo en el caso de los países Centroamericanos, cuyas economías son mucho más volátiles que las de los países más avanzados, estos cambios podrían ser un poco más fuertes, aunque sin alterar la tendencia. Toda esta complicación de medias móviles se sustenta en un hecho señalado por Victor Gómez

y Agustín Maravall: “el registro oportuno de los eventos, y en particular de los cambios de tendencia requiere de filtros simétricos y centrados. Es decir, el objetivo de centrar la media (o de usar un filtro centrado y simétrico) es el registro oportuno de los eventos (registrarlos en el punto en el tiempo que ocurren y no antes ni después)”. Esto nos permite inferir que al aplicar el X11 a cualquier serie de tiempo, no obtenemos un indicador ni adelantado ni rezagado, sino simplemente un indicador que nos ayuda a entender mejor la situación presente.

2.4 X11 ARIMA

El X11 ARIMA constituye un método de extracción de señales de una serie de tiempo, es decir permite descomponer una serie en sus componentes: tendencia-ciclo, componente estacional, efecto días de trabajo, efecto feriados móviles y componente irregular. Se trata de la estimación de series no observables que componen a una serie temporal y que por tanto explican su comportamiento. El X11 ARIMA fue desarrollado por el Instituto de Estadística de Canadá (Statistics Canada) y fue presentado en 1975 y mejorado en sus siguientes versiones de 1988 y 2000.

El procedimiento utilizado por el X11 ARIMA para la estimación de los componentes de una serie de tiempo se resume en los siguientes cuatro pasos:

- 1) Ajusta la serie original por la presencia de valores anómalos o cambios en el nivel de la serie, incluyendo la eliminación de los efectos de días de trabajo y pascua, con el fin de suavizar la serie antes de extraer sus componentes.

- 2) Ajusta un modelo autoregresivo, integrado y de medias móviles (ARIMA). Este modelo puede ser especificado por el usuario o puede ser elegido en forma automática por el programa.

- 3) Extrapola un año a cada lado de la serie con el modelo ARIMA definido previamente.

- 4) Efectúa el ajuste estacional (en 12 pasos) a partir del cálculo de promedios móviles centrados sobre la serie extendida. También extrae los componentes tendencia ciclo e irregular.

2.4.1 Incorporación de modelos ARIMA al proceso de ajuste estacional

El método X11 ARIMA trabaja sobre la base del método X11 Census II, el cual fue desarrollado por la Oficina del Censo de los Estados Unidos y consiste en la aplicación sucesiva de promedios móviles que permite la identificación y estimación de cada uno de los componentes de una serie. El método X11 ARIMA incorpora a la metodología anterior un modelo del tipo ARIMA⁵, el cual permite hacer pronósticos hacia delante y hacia atrás. Esto permite extender la serie en ambos extremos, lo que a su vez hace posible la aplicación de filtros simétricos (tal es el caso de los promedios móviles centrados con que opera el método). En este sentido es muy importante que el filtro utilizado no desplace en el tiempo los componentes del resultado que corresponden a la información básica. En otras palabras, el filtro no debe generar cambios de fase. Los promedios móviles centrados tienen la propiedad de no introducir desplazamientos temporales con respecto a los componentes de la serie original. En este contexto, los modelos ARIMA permiten extender la serie a ambos lados antes de efectuar el ajuste estacional, con el objetivo de que los coeficientes estacionales calculados en los extremos de las series sean más estables. La estabilidad de los coeficientes estacionales es un aspecto crítico sobre todo en los extremos, ya que sin un modelo ARIMA que genere buenos pronósticos estos coeficientes serían muy inestables lo que implicaría que al agregar nuevas observaciones las estimaciones previas de los componentes variarían mucho, haciendo del método un método poco confiable para el análisis de coyuntura, que es precisamente para lo que se requiere.

⁵ Para el lector no familiarizado con los modelos ARIMA, se incluye un breve descripción de los mismos en el anexo 1.

La selección del método de extrapolación para extender la serie original constituye un paso fundamental en la mejora del ajuste estacional realizado por el método X11. En ese sentido, de acuerdo al Manual del Usuario (1999), la elección de modelos ARIMA fue hecha conforme a los siguientes requerimientos.

1. El método debe ser simple, en el sentido de no involucrar variables explicativas. Esto significa que la serie debe ser descrita simplemente por sus valores pasados y por perturbaciones aleatorias rezagadas. Este requerimiento es necesario para facilitar la incorporación del método de extrapolación en el programa X11.
2. El modelo identificado debe ser robusto a la incorporación de uno o dos años de información adicional, y los valores extrapolados correspondientes no deben cambiar significativamente ante pequeñas variaciones en los valores de los parámetros. Esta condición es necesaria para evitar cambios frecuentes de modelos y revisiones muy grandes de los resultados, lo cual generaría confusión.
3. El método debe producir valores extrapolados que reproduzcan el movimiento interanual de la serie, aunque no necesariamente pronostiquen el nivel con exactitud. Esta condición refleja el hecho de que los pronósticos dentro del método tienen el propósito de mejorar el ajuste estacional y no el de formular expectativas para la toma de decisiones.
4. El método debe generar valores extrapolados óptimos de acuerdo al criterio de minimización de la media del cuadrado de los residuos.
5. El modelo debe ser parsimonioso en el número de parámetros.

Este conjunto de condiciones llevó a la selección de un método univariado de pronóstico y, dentro de los métodos actualmente disponibles, los modelos ARIMA fueron escogidos. Esto debido a que, empíricamente, los modelos ARIMA han probado ser herramientas poderosas de pronóstico para una gran cantidad de series.

2.4.2 Selección del modelo ARIMA

El modelo ARIMA a ser utilizado en el proceso de desestacionalización puede ser proveído por el usuario o puede ser seleccionado en forma automática por el programa. En el caso de seleccionar la opción automática, el programa X11 ARIMA sigue la metodología de Box y Jenkins para la identificación del modelo. Para determinar si el modelo seleccionado se ajusta bien a la serie, se emplean tres criterios: 1) la prueba de ajuste desarrollada por Box y Pierce con la corrección de varianza para muestras pequeñas introducida por Ljung y Box, con la cual la hipótesis nula de aleatoriedad de los residuos es probada al 5% de nivel de significancia; 2) la media absoluta de los residuos expresados como porcentajes de los pronósticos de los últimos tres años debe ser menor o igual a 15%; 3) en los parámetros no debe haber evidencia de sobre diferenciación. Automáticamente el X11 ARIMA prueba, en el orden que se presentan, cada uno de los siguientes cinco modelos y el primero que se ajuste a la serie, de acuerdo a los criterios señalados arriba, es el seleccionado.

1. $L(0,1,1) (0,1,1)_s$ $(0,1,1) (0,1,1)_s$
2. $L(0,1,2) (0,1,1)_s$ $(0,1,2) (0,1,1)_s$
3. $L(2,1,0) (0,1,1)_s$ $(2,1,0) (0,1,1)_s$
4. $L(0,2,2) (0,1,1)_s$ $(0,2,2) (0,1,1)_s$
5. $L(2,1,2) (0,1,1)_s$ $(2,1,2) (0,1,1)_s$

En donde L = transformación logarítmica.

El número limitado de modelos para seleccionar en el programa se debe a que, para el desarrollo del programa, originalmente se probó un conjunto de 12 modelos ARIMA en 174 series económicas que cubrían un período de 15 años y que contenían información con periodicidad mensual y trimestral. Estas series provenían de los siguientes sectores: del Sistema Nacional de Cuentas Nacionales, del sector manufacturero, precios, empleo, construcción, comercio doméstico y finanzas. Los modelos probados fueron:

1. $(1,1,1) (1,1,1)_s$
1. $(2,1,2) (0,1,1)_s$
2. $(2,0,1) (0,1,2)_s$
3. $(1,1,2) (0,1,2)_s$
4. $(2,0,0) (0,1,1)_s$
5. $(1,1,2) (1,0,2)_s$
6. $(2,1,1) (0,1,2)_s \log$
7. $(0,1,2) (1,1,2)_s \log$
8. $(0,1,1) (0,1,1)_s \log$
9. $(0,1,1) (1,2,2)_s \log$
10. $(1,2,2) (0,1,1)_s \log$
11. $(2,1,1) (0,1,1)_s \log$

Se encontró que el modelo No. 2 ajustaba y pronosticaba bien al 73% de las series. El modelo No. 11 produjo resultados aceptables para el 19% de las restantes (ó 5% del total). Finalmente, el modelo No. 9 probó ser adecuado para un 2% adicional del total de series. En consecuencia, los modelos 2, 11 y 9 en forma conjunta ajustaron bien al 80% de las series. El 1% adicional podría ser ajustado por los otros 9 modelos restantes, mientras que ningún modelo produjo resultados aceptables para el restante 19% de las series.

En posteriores revisiones del modelo y con mayor evidencia empírica, se agregaron los otros dos modelos a las posibilidades de selección automática dentro del programa.

El objetivo de un procedimiento automático es encontrar modelos adecuados para una gran variedad de series a un bajo costo. En este contexto eso implica tener un número pequeño de modelos que cubran una gran cantidad de series económicas.

2.4.3 Principales pasos para la estimación de la estacionalidad

El X11 ARIMA utiliza, con algunas variantes, los mismos pasos que el X11 Census II para estimar la serie ajustada por estacionalidad. Esta estimación es hecha con aplicaciones sucesivas de promedios móviles que son realizadas en forma secuencial en trece pasos, los cuales se describen en forma sucinta a continuación:

1. Computa las razones (o cocientes) entre la serie original y una estimación preliminar de la tendencia ciclo, calculada como un promedio móvil centrado de 12 términos. Este valor constituye a su vez una estimación preliminar de los componentes irregular y estacional, la cual se denomina razón SI .

$$\frac{Y}{C} = S \cdot I$$

2. Aplica un promedio móvil ponderado de cinco términos a las razones SI de cada mes en forma separada; es decir promedio móvil de todos los eneros, los febreros, los marzos y demás meses por separado; con lo cual se obtiene una estimación preliminar de los factores estacionales.
3. Computa un promedio móvil centrado de los factores estacionales preliminares obtenidos en el paso 2.
4. Divide las razones SI entre los factores estacionales preliminares para obtener el componente irregular.

$$\frac{Y}{C \cdot S} = \frac{S \cdot I}{S} = I$$

5. Computa una desviación estándar (SD) móvil de cinco términos del componente irregular y compara los valores centrales de cada media móvil contra $2.5SD$. Elimina los valores mayores a $2.5SD$ por considerarlo como valor extremo. Computa de nuevo el promedio móvil de cinco años. Asigna una ponderación de cero a los valores irregulares mayores de

2.5SD y una ponderación de uno a los irregulares dentro de 1.5SD. Finalmente asigna una ponderación gradual entre cero y uno a los valores irregulares comprendidos entre 2.5SD y 1.5SD.

6. Una vez reemplazados los valores extremos de las razones SI aplica de nuevo un promedio móvil ponderado y centrado de las razones SI.
7. Repite el paso número 3, aplicado a los factores obtenidos en el paso 6.
8. Para obtener una serie ajustada por estacionalidad preliminar, divide la serie original entre los resultados del paso 7.

$$\frac{Y}{S} = C \cdot I$$

9. Aplica un promedio móvil centrado de Henderson (menor ponderación en los extremos y mayor en el centro) de 9, 13 ó 23 términos a la serie ajustada por estacionalidad (obtenida en el paso anterior). De esta forma se obtiene la estimación final del componente de tendencia ciclo (C) de la serie. Divide la serie original entre (C) para obtener una segunda estimación de las razones SI .
10. Aplica un promedio ponderado de 7 términos a las razones SI para cada mes en forma separada, con lo cual se obtiene una segunda estimación del componente estacional.
11. Repite el paso 3.
12. Divide la serie original entre el resultado de la operación 10 para obtener la serie ajustada por estacionalidad final.

2.4.4 Pruebas estadísticas de presencia de estacionalidad

Además de la selección automática de modelos ARIMA, el programa X11 ARIMA incorpora un conjunto de pruebas estadísticas que permite inferir la presencia de estacionalidad estable y móvil.

Para la exposición de estas pruebas, es necesario primero definir la nomenclatura.

1. σ_m^2 : Varianza entre meses o trimestres de S_t , la cual mide principalmente la magnitud de la estacionalidad.
2. σ_y^2 : Varianza entre años de S_t , la cual mide principalmente el movimiento de la estacionalidad de un año a otro.
3. σ_r^2 : Varianza residual, que es la diferencia entre la varianza total menos la varianza entre meses o trimestres y la varianza entre años.

2.4.5 Prueba de presencia de estacionalidad estable

Esta es una prueba basada en el análisis de las varianzas de las razones S_t , y que se distribuye de acuerdo a la distribución F .

H_0 = No hay presencia significativa de estacionalidad

H_1 = Sí hay presencia significativa de estacionalidad

Estadístico de prueba:

$$F_S = \frac{\sigma_m^2 / (K - 1)}{\sigma_r^2 / (N - K)}$$

2.4.6 Prueba de presencia de estacionalidad móvil

La prueba de presencia de estacionalidad móvil se realiza en la siguiente forma:

H_0 = No hay presencia de estacionalidad móvil

H_1 = Sí hay presencia de estacionalidad móvil

Estadístico de prueba:

$$F_M = \frac{\sigma_y^2 / (K - 1)}{\sigma_r^2 / (N - K)}$$

Contrario a la prueba anterior, para la cual un valor alto de F_S es una buena indicación de la presencia de estacionalidad identificable, un valor alto de F_M indicando la presencia de estacionalidad móvil, reduce la probabilidad de una estimación confiable de factores estacionales.

2.4.7 Prueba combinada de presencia de estacionalidad identificable

Esta prueba combina las pruebas anteriores de estacionalidad estable y móvil con la prueba Kruskal-Wallis. De acuerdo al manual del usuario (1999), el principal propósito de esta prueba es determinar si la estacionalidad de las series es identificable o no. Por ejemplo si hay poca estacionalidad estable y la mayoría del proceso es dominado por factores estacionales que cambian rápidamente, existe la posibilidad que los factores estacionales no puedan ser estimados en forma precisa.

Esta prueba consiste en combinar los estadísticos F descritos anteriormente en la siguiente forma:

H_0 = estacionalidad no identificable

H_1 = estacionalidad identificable

1. Si la prueba de identificación de estacionalidad estable falla (no hay estacionalidad estable) al 0.1% de significancia, la hipótesis nula es aceptada.
2. Si en el paso anterior se rechaza la hipótesis nula, y la prueba de estacionalidad móvil falla al 5% de significancia, las dos pruebas son combinadas en la siguiente forma:

$$T_1 = \frac{7}{F_M - F_S} \qquad T_2 = \frac{3 \cdot F_M}{F_S}$$

Con estos resultados se calcula un promedio simple $((T_1 + T_2)/2)$. Si este promedio es mayor o igual a uno, la hipótesis nula es aceptada.

3. Si ambas pruebas pasan (se rechaza H_0) y una de las dos T s falla, o la prueba de Kruskal-Wallis falla al 1% de significancia, el programa imprime el mensaje "estacionalidad identificable probablemente presente".
4. Si tanto las pruebas F como la prueba Kruskal-Wallis pasan (rechazan la H_0), la hipótesis nula es rechazada, y el programa imprime "estacionalidad identificable presente".

2.5 Tramo & Seats

Tramo & Seats constituye otro método de extracción de señales. Este método ha sido desarrollado en el Banco de España por Gianluca Caporello, Agustín Maravall y Fernando Sánchez. A la par del método se ha desarrollado el programa de cómputo (*software*) que facilita su aplicación. La versión más reciente del programa ha sido adaptada para funcionar en un ambiente *Windows*, denominada TSW, lo cual brinda mayor facilidad en su uso y mayor flexibilidad para trabajar en forma conjunta con programas como Excel, Word y otros programas que funcionen con sistema operativos *Windows*. El programa Tramo & Seats ha sido adoptado por diversos organismos internacionales y regionales, en el área centroamericana el Banco Central de Reserva de El Salvador y el Consejo Monetario Centroamericano han oficializado su uso.

Hacer una descripción detallada de lo que el programa Tramo & Seats hace para estimar cada uno de los componentes de una serie de tiempo (tendencia-ciclo, estacional, irregular, feriados móviles y días de trabajo), requeriría de una exposición demasiado amplia que no es el objetivo de este trabajo. En cambio, sí se pretende hacer una breve descripción del método para que así, el lector tenga una idea general sobre sus principales características, alcances, limitaciones y cómo se compara con otros métodos.

De acuerdo al Banco de España⁶, TRAMO & SEATS son dos programas integrados desarrollados por Agustín Maravall (Servicio de Estudios del Banco de España) y Víctor Gómez (Dirección General de Análisis y Programación Presupuestaria del Ministerio de Economía y Hacienda) en 1996 en una versión para el sistema operativo DOS cuya finalidad es el análisis

⁶ www.bde.es/indice.htm

de series temporales. Estos programas están básicamente orientados a frecuencias mensuales y trimestrales, aunque también pueden tratarse otras diferentes. Ambos programas se complementa uno a otro y han sido estructurados para satisfacer las exigencia de un analista experto, sin embargo pueden ejecutarse de un modo automático. En este ultimo caso los programas sólo necesitan que se les proporcione como entrada un fichero con el conjunto de series; tras su ejecución proporcionan:

- Identificación automática del modelo.
- Interpoladores óptimos (y errores estándares asociados) de valores ausentes.
- Detección y corrección de varios tipos de observaciones atípicas.
- Corrección de los datos de Pascua (Semana Santa) y de Calendario.
- Estimación de variables de regresión y de intervención.
- Predicción de las series (y errores estándares asociados).
- Estimación y predicción (con los errores estándares asociados) de la tendencia-ciclo, estacionalidad, serie desestacionalizada y componente irregular.

TRAMO: Es un programa para estimación y predicción de modelos de regresión con errores ARIMA (en general, no estacionarios). El programa calcula también interpoladores para cualquier secuencia posible de observaciones ausentes, e identifica y corrige la serie de observaciones atípicas, que pueden ser de cuatro tipos, y de varios tipos de efectos especiales (como el efecto de Pascua, el de Calendario y el asociado a diversas formas de variables de intervención).

El programa permite una identificación automática del modelo, que incluye una prueba previa de la posible presencia de varios tipos de efectos. Puede, por tanto, usarse para el análisis detallado de unas series, o para aplicaciones rutinarias a miles de series. En concreto, TRAMO es un programa eficiente de preajuste en el ajuste estacional de series y, más generalmente, en la extracción de señales estocásticas.

SEATS: es un programa para estimación de los componentes no observados en series temporales univariantes siguiendo la metodología basada en modelos ARIMA. Después de estimar el modelo (posiblemente mediante TRAMO) el programa identifica los componentes presentes en la serie y obtiene sus modelos ARIMA. Se obtienen los estimadores con error cuadrático mínimo (ECMM) de los componentes, y también de sus predicciones. Para cada componente, se presentan los errores estándar asociados con los distintos tipos de estimadores (contemporáneo, preliminar y final), así como con sus predicciones. Se obtienen también estimadores con ECMM de las innovaciones en cada componente. El programa contiene un diagnóstico detallado de las revisiones y de los errores de estimación de los componentes, así como del efecto que estos errores tienen sobre la precisión con que se miden las tasas de crecimiento empleadas en el análisis de coyuntura. SEATS proporciona un procedimiento basado en modelos estadísticos eficiente y completamente automático, para la predicción, desestacionalización y estimación de tendencias.

Actualmente se dispone de un formato Windows el cual es muy fácil de usar y provee al usuario de una gran cantidad de gráficos que pueden ser fácilmente editados.

El proceso de preajuste realizado por TRAMO es necesario, puesto que en la práctica, muchas series de tiempo económicas se encuentran afectadas por la presencia de observaciones atípicas. Estas pueden deberse ya sea a errores en los datos o bien a cambios de diversa naturaleza originados en medidas de política, cambios tecnológicos, fenómenos atmosféricos, o cualquier otro evento imprevisto.

La presencia de estos valores dificulta bastante el proceso de identificación de un modelo, por esta razón, todo método de identificación de modelos debe considerar una forma para tratarlos.

En términos generales el preajuste implica lo siguiente:

- Interponer valores perdidos.
- Corregir valores atípicos.
- Remover efectos especiales tales como días de comercio y el efecto pascua.

- Corregir la serie del efecto de eventos especiales conocidos a priori.
- Corregir la serie por el efecto de otras variables que el investigador desee aislar.

Las dos últimas opciones anteriores no forman parte del ajuste automático, sino de un modelo especificado por el usuario que puede formularse partiendo del procedimiento puramente automático.

Una vez corregida la serie, TRAMO inicia la identificación del modelo apropiado y obtiene una serie linearizada y extendida

Las características anteriormente descritas de este programa, hacen de él el mejor método de extracción de señales en la actualidad, razón por la cual ha sido adoptado como el método oficial dentro de la Comunidad Económica Europea.

Capítulo III: Aplicación de los principales métodos de extracción de componentes al Índice Mensual de Actividad Económica –IMAE-

3.1 Qué es el IMAE

El IMAE es un indicador mensual que está constituido en su mayoría por unidades físicas (quantum) de la variable producción o de cualquier otra que se relacione directa o indirectamente con ella. Su objetivo es mostrar la tendencia de la actividad económica en el corto plazo. Desde la perspectiva económica, el IMAE constituye una herramienta importante para dar seguimiento a la actividad del sector real, así como para la evaluación de la misma.

El IMAE es un indicador de corto plazo oportuno y confiable, constituye una submuestra del Producto Interno Bruto -PIB-, por lo que ambos deben mantener una tendencia similar. El indicador se considera oportuno porque en Guatemala no se cuenta con cálculos del PIB en forma subanual, por consiguiente el indicador permite obtener información acerca de la tendencia de la actividad económica en el corto plazo. Además el IMAE es confiable porque ha sido construido de tal forma que reproduzca la tendencia del PIB y las desviaciones de su tasa de variación son pequeñas con respecto a las del PIB anual (ver gráfica No. 9). En resumen, a

través de este indicador es posible darle seguimiento al ciclo económico e identificar las causas que inciden positiva o negativamente en el comportamiento de la actividad económica general.

Principales características del IMAE:

INDICADOR DINÁMICO: su objetivo no es medir en cada momento la magnitud de la producción, sino únicamente estimar su tendencia o trayectoria.

INDICADOR DE AGREGACIÓN: resume en pocas cifras una considerable cantidad de información.

INDICADOR COYUNTURAL: estima la tendencia de la actividad económica en forma mensual y sus resultados deben ser difundidos rápidamente.

USOS DEL IMAE:

- Indica la tendencia del crecimiento económico en el corto plazo;
- permite hacer diagnóstico y pronóstico de la actividad económica;
- Como indicador mensual de producción en modelos econométricos y/o tratamiento de series de tiempo.

EXACTITUD DEL IMAE:

El IMAE no pretende un grado de exactitud con el resultado que pueda presentar el PIB anual y/o el trimestral, ya que deben considerarse las limitaciones en la disponibilidad de información y la menor cobertura con respecto a la cuantificación del PIB. Sin embargo, por experiencia de algunos países y en opinión de los expertos, se sabe que la discrepancia entre la tasa de variación del IMAE anualizado y el PIB anual se encuentra alrededor de dos puntos porcentuales.

ASPECTOS METODOLÓGICOS:

Los aspectos metodológicos se enmarcan dentro de los conceptos que se utilizan en el resto de países centroamericanos. El IMAE constituye un índice Laspeyres, el cual mantiene un sistema de ponderaciones de un período base (el período base del IMAE es el año 1995).

$$I M A E = \frac{\sum [(\frac{q_n}{q_o}) * w_i]}{\sum w_i} x 100$$

Donde:

q_n = Volumen de producción al mes de referencia

q_o = Volumen promedio de producción del indicador del año base

w_i = Ponderaciones relativas de cada grupo de indicadores directos de acuerdo al PIB del año base.

$\sum w_i$ = Sumatoria de las ponderaciones relativas.

La base estadística para la elaboración del IMAE es de periodicidad mensual, e incluye indicadores que directa o indirectamente explican el comportamiento de las diferentes ramas de la actividad económica que se incluyen en el mismo. Es importante señalar, la información utilizada reúne las condiciones de significancia económica, oportunidad y regularidad estadística.

En resumen, el Índice Mensual de Actividad Económica es un índice sintético o compuesto, cuyo objetivo es mostrar la tendencia de la actividad económica (producción en el corto plazo. Actualmente el proceso de extracción de señales de la serie del IMAE (base 1995) se realiza con el programa X11 (versión Census II). En la versión anterior del IMAE, que tenía por año base 1987 y que fue substituido en 1999, se desestacionalizaba a través de una media móvil (sin centrar) de doce meses.

3.2 Resultados de la aplicación de la media móvil al IMAE

Este procedimiento es teóricamente válido para desestacionalizar, no obstante tiene los siguientes inconvenientes:

- a) La media móvil no está centrada y por tanto retrasa la señal.
- b) Únicamente extrae el componente estacional de la serie (no así el irregular, el efecto días de trabajo y pascua).
- c) Actualmente existen procedimientos estadísticos muy avanzados que extraen con mucha precisión todos los componentes de una serie de tiempo. Estos procedimientos se encuentran disponibles en programas de cómputo, lo cual hace que sean de fácil aplicación a pesar de la alta sofisticación estadística en que se basan.

Es importante recordar que como se expuso en la sección 2.1, la media móvil puede ser colocada en el centro de las observaciones centradas o bien en la observación más reciente. Sin embargo, en el caso del IMAE, por tratarse de un indicador de coyuntura, la media móvil se coloca en la observación más reciente. No tendría caso tener un indicador de corto plazo pero que al desestacionalizarlo, su último dato corresponde a seis meses retrasados. Este también es el caso para la mayor parte de información de carácter subanual, como inflación, producción, ventas y otras, en donde centrar la media con este método significaría quitarle oportunidad a la información. Sin embargo el no centrar la media conlleva un problema bastante serio, y es que como se indicó anteriormente, al no centrar la media la información se desfasa, específicamente se retrasa, y los fenómenos ocurridos se registran con un retraso importante. Esto conllevaría la reacción tardía por parte de diseñadores de política pública y empresarios ante cambios de tendencia en la serie.

Con el objeto de ilustrar las bondades y limitaciones de este método, a continuación se presenta un breve análisis de los resultados de su aplicación al IMAE base 1995.

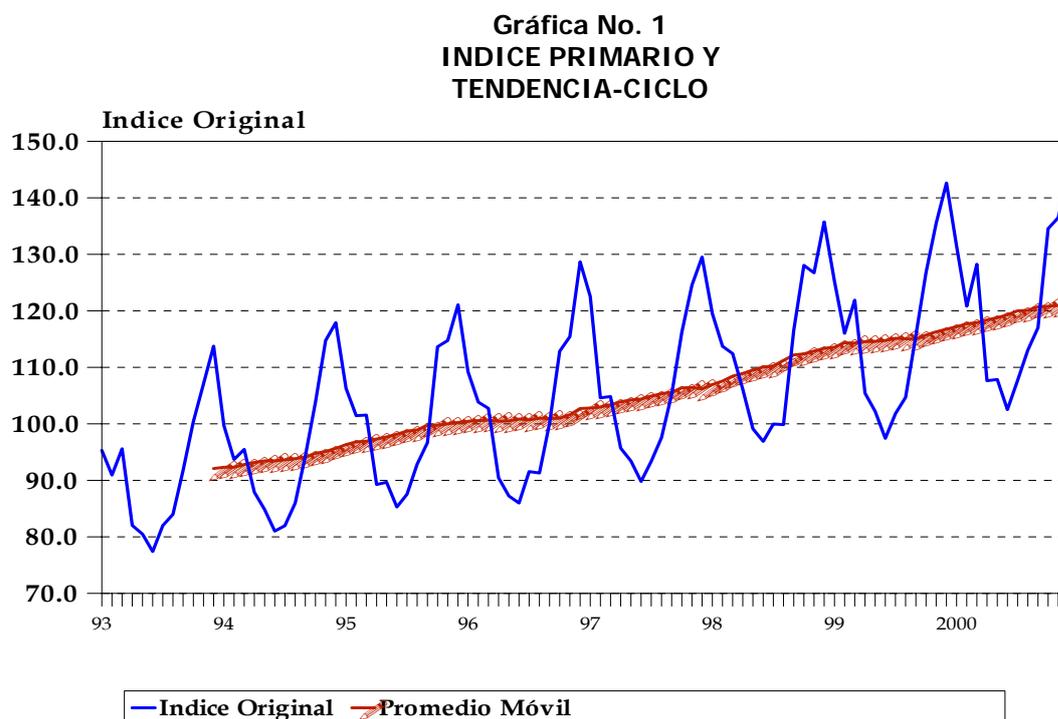
Como se indicó anteriormente la media móvil es el procedimiento que rutinariamente se utilizó para desestacionalizar el IMAE base 1987, ésta consiste en el promedio de los últimos doce meses (incluyendo el mes en observación) del índice primario (el índice primario es el IMAE antes de ser desestacionalizado). De acuerdo a la terminología anteriormente utilizada, el resultado es el IMAE ajustado, es decir aun contiene el ruido producido por el componente irregular y, de estar presentes y ser significativos, los efectos días de trabajo y pascua.

Media móvil:

$$y_t^{SA} = (y_{t-1} + y_{t-2} + y_{t-3} + \dots + y_{t-12})/12$$

En donde $y = \text{IMAÉ}$

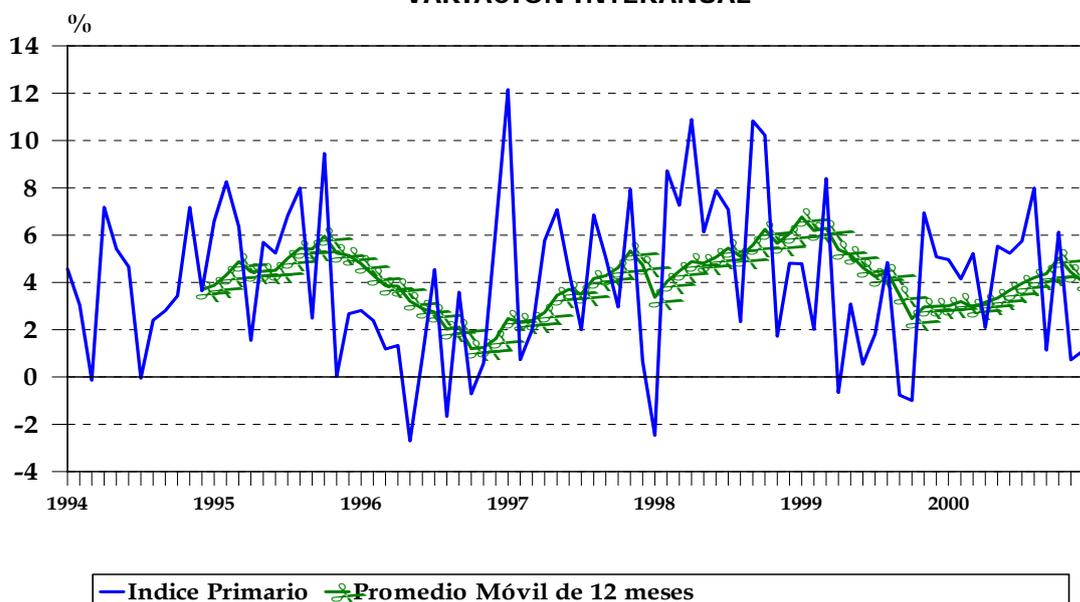
La aplicación de este método al índice primario de IMAE base 1995 produce el siguiente resultado:



Fuente: IMAE primario, Banco de Guatemala
Promedio Móvil: aplicación del autor con hoja Excel de Microsoft Office

En la gráfica número uno se aprecia fácilmente cómo la serie original del IMAE (o IMAE primario) está fuertemente influenciada por su componente estacional (obsérvese cómo la misma figura se repite año tras año). Además es interesante observar cómo la media móvil logra eliminar el componente estacional, sin embargo todavía no se evidencian las limitaciones del método, aspecto que será analizado más adelante en un análisis comparativo con respecto a los resultados del X11 (versión Census II).

Gráfica No. 2
IMAE
ÍNDICE PRIMARIO Y MEDIA MÓVIL
VARIACIÓN INTERANUAL



Fuente: Aplicación del autor con hoja de Excel, Microsoft Office

En la gráfica número 2 se presentan las variaciones interanuales (variación en porcentaje de un mes con respecto al mismo mes del año inmediato anterior) del índice primario y la serie desestacionalizada con la media móvil. Es fácil observar tanto las bondades como las limitaciones del método. En primer lugar se puede apreciar que un análisis de la serie original (índice primario) sería imposible. El índice está diseñado para brindar información en el corto plazo, en donde el análisis es principalmente hecho sobre la base de tasas de variación. En este caso, ni en el corto, ni en el largo plazo podríamos hacer una inferencia sobre la serie, en el sentido de emitir un juicio bien fundado sobre la situación actual y la probable evolución en el futuro cercano del IMAE (es decir del sector real de la economía del país). Por su parte, la tasa

de variación de la serie desestacionalizada por medio de la media móvil, permite identificar los periodos de expansión y de contracción de la economía, e identificar los puntos de cambio de tendencia; sin embargo las limitaciones del método también son apreciables. En primer lugar la señal de la tendencia-ciclo no es totalmente clara. En un análisis posterior es posible identificar todo un periodo de expansión, pero en el corto plazo, al observar el crecimiento de un mes en particular y compararlo con el inmediato anterior, muchas veces la señal no es totalmente clara en cuando a la dirección de la tendencia en el largo plazo. Esto es porque si bien a la serie se le ha eliminado el componente estacional, en ella todavía están presentes, además de la tendencia-ciclo, el componente irregular, el efecto días de trabajo y efecto pascua. La otra limitación del método también es apreciable. La media móvil sin centrar identifica en forma tardía los cambios de tendencia. Los cambios de tendencia pueden observarse en la forma de máximos o mínimos locales en la serie. En ese sentido, el mínimo local que de acuerdo a la serie original se registró entre 1996 y 1997, la media móvil sin centrar lo registra en forma tardía, al igual que el máximo entre 1998 y 1999, para citar sólo algunos ejemplos.

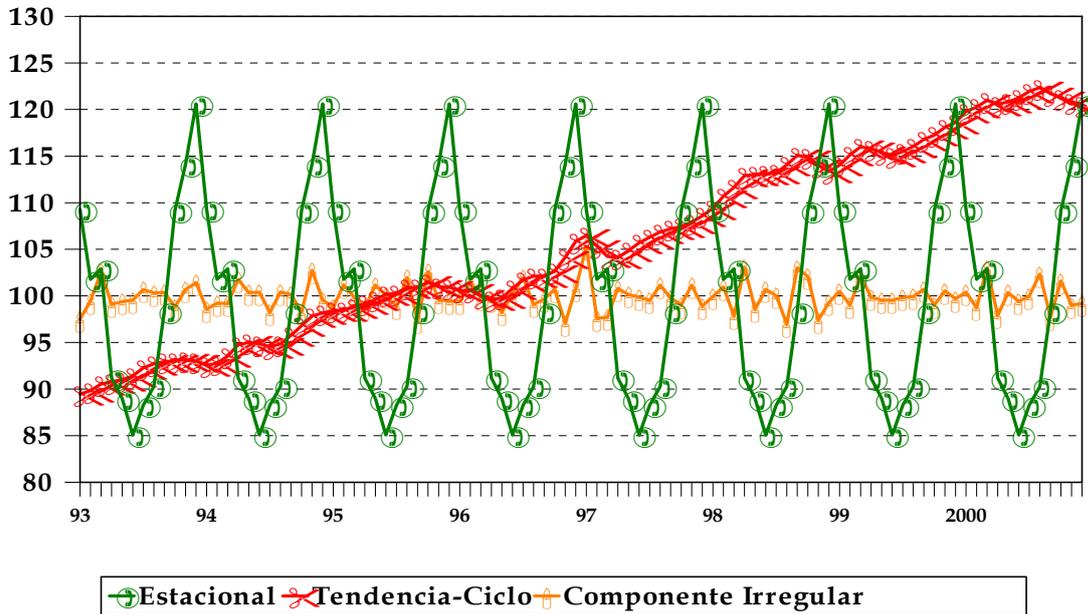
La media móvil constituye un método de extracción de señales fácil, rápido y barato pero sus resultados son muy limitados en cuanto a la identificación de los componentes de la serie y el retraso con que los periodos de expansión y contracción pueden ser reportados.

3.3 Resultados de la aplicación del programa X11 CENSUS I al IMAE

Por medio del programa Statistica y haciendo uso de la función automática, se aplicó el programa X11 Census I al IMAE. En la gráfica número 3 se presentan en forma gráfica los resultados antes mencionados. Es muy interesante observar gráficamente lo que se expuso en forma teórica con anterioridad. Primero, el componente estacional es un componente desprovisto de tendencia y sigue un patrón idéntico año tras año. El componente irregular es un componente desprovisto de toda estructura anual o de tendencia. El componente tendencia-ciclo muestra claramente la tendencia de la serie y los movimientos oscilatorios alrededor de ella.

Gráfica No. 3
ÍNDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
X11 CENSUS I

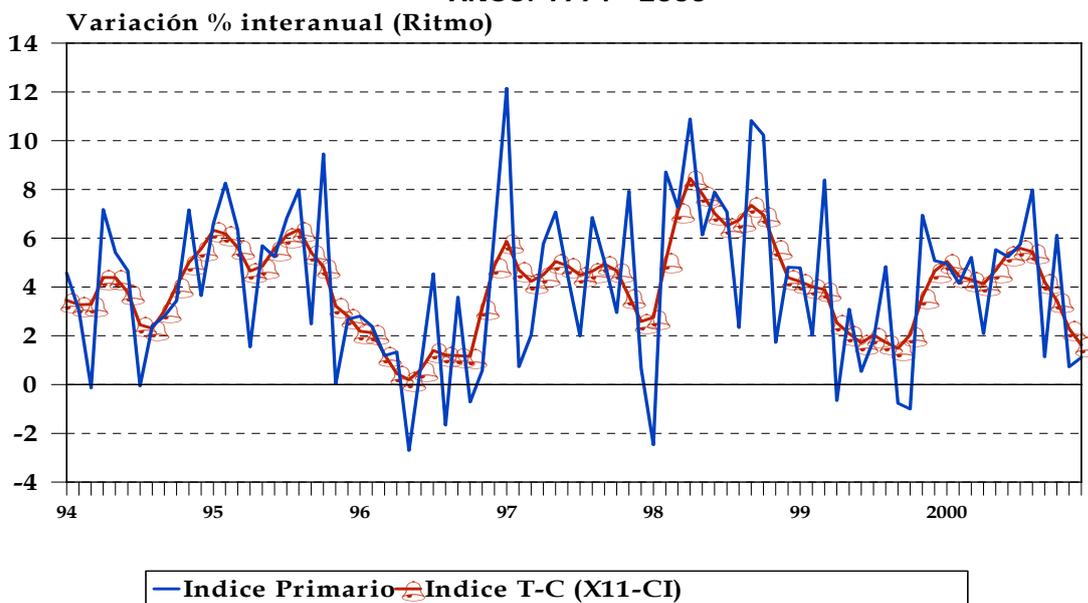
Índices: Estacional, Tendencia-Ciclo, Índice Ajustado y Componente Irregular
AÑOS: 1993 - 2000



Fuente: Aplicación del autor del método X11 Census I contenido en el programa Statistica.

En la gráfica No. 4 se presentan las variaciones interanuales (un mes con respecto al mismo del año inmediato anterior) en forma porcentual del IMAE primario y de la tendencia ciclo.

Gráfica No. 4
ÍNDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
Índice Primario, Índice Tendencia-Ciclo
Variación interanual
AÑOS: 1994 - 2000



Fuente: Aplicación del autor del método X11 Census I contenido en el programa Statistica.

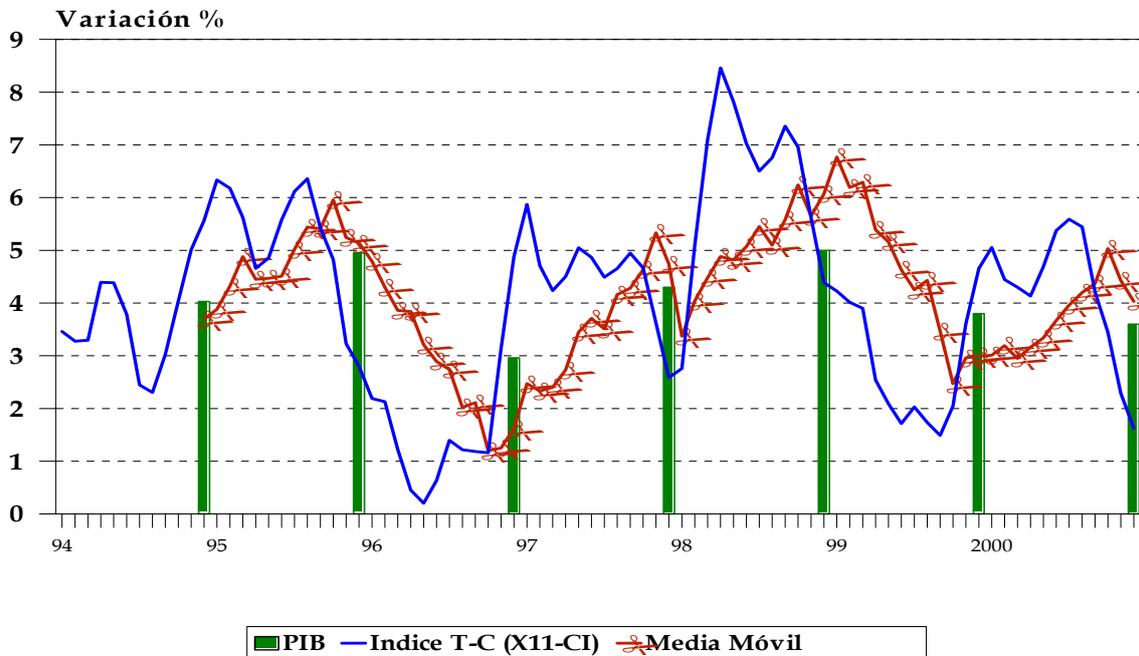
Tal como se mencionó en el apartado anterior, es imposible hacer un análisis de corto plazo sobre la base de la tasa de variación del IMAE primario. Un mes el índice crece y al inmediato anterior decrece (y viceversa), no se puede hacer ninguna inferencia ni sobre la dirección del índice (tendencia) ni sobre su ciclo. Por su parte la tendencia-ciclo obtenida con el X11 Census I sí permite identificar tendencia y ciclos, sin embargo, como se aprecia en la gráfica, a pesar de que se ha extraído el componente irregular la señal no es muy clara. Las tasas de variación de la tendencia-ciclo presentan señales "falsas" de cambio de tendencia. Por ejemplo en 1995 y 1997. Esto se debe a que el método no incluye tratamiento de valores extremos, de tal manera que los valores extremos⁷ afectan a la serie y no permiten identificar claramente los periodos de expansión y de contracción de la serie.

La gráfica número 5 presenta las tasas de variación de la tendencia-ciclo, obtenida con el X11 Census I, el promedio móvil sin centrar, y las tasas de variación del PIB. Se observan movimientos oscilatorios alrededor de la tendencia pero estos están muy influenciados por valores extremos, de tal manera que no permiten una identificación clara de los ciclos económicos. Sin embargo, el empleo del programa X11 Census I significa una mejora substancial sobre el uso de una media móvil simple en los siguientes aspectos:

- a) El promedio móvil es centrado.
- a) Los cambios de tendencia se registran con mayor oportunidad (ver máximos y mínimos).
- b) La serie obtenida es la tendencia ciclo, es decir se le ha eliminado el componente irregular.
- c) El promedio de las diferencias absolutas con respecto al PIB es menor. Sin embargo

⁷ Por valor extremo debe entenderse una variación muy fuerte del componente irregular.

Gráfica No. 5
ÍNDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
Índice Tendencia-Ciclo X11 Census I y
Promedio Móvil de doce meses del Índice Primario
Variación interanual
AÑOS: 1994 - 2000

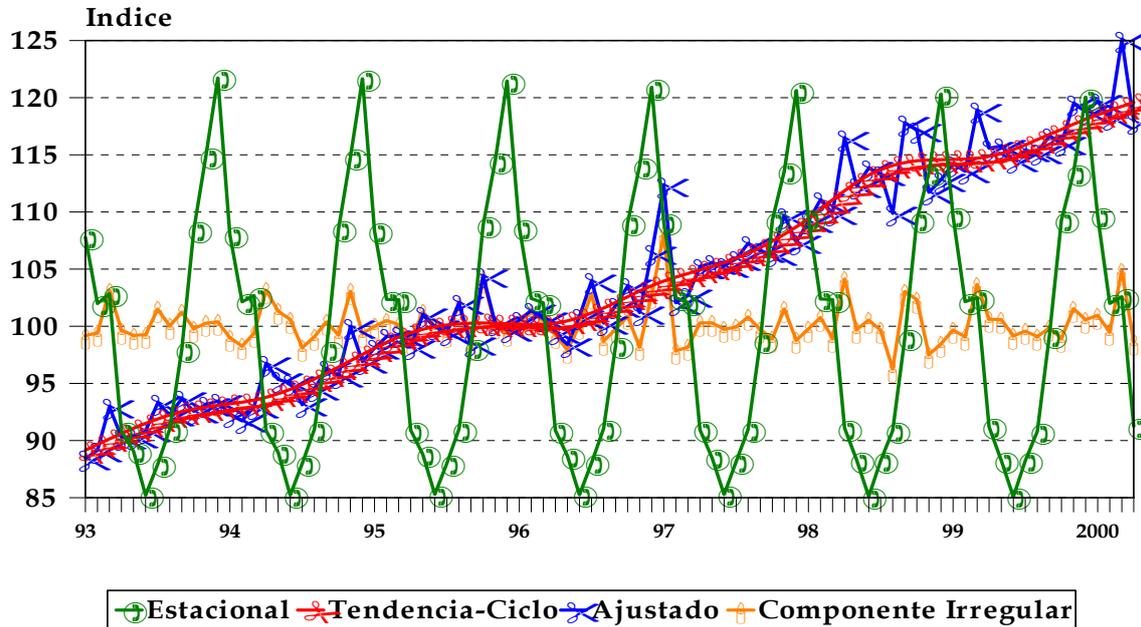


Fuente: Aplicación del autor del método X11 Census I contenido en el programa Statistica.

3.4 Resultados de la aplicación del programa X11 Census II al IMAE

A continuación se presentan los resultados obtenidos mediante la aplicación del X11 Census II a la serie original del IMAE base 1995. La aplicación se hizo utilizando la función automática del programa Statistica.

Gráfica No. 6
INDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
X11 CENSUS II
Índices: Estacional, Tendencia-Ciclo, Índice Ajustado y Componente Irregular
AÑOS: 1993 - 2000



Fuente: Aplicación del autor del método X11 Census II contenido en el programa Statistica.

La gráfica número 6 ilustra los conceptos definidos en la primera parte del trabajo y ahora aplicados al IMAE. Los componentes no observados del IMAE fueron estimados por el programa y en este punto la explicación puede ser ampliada:

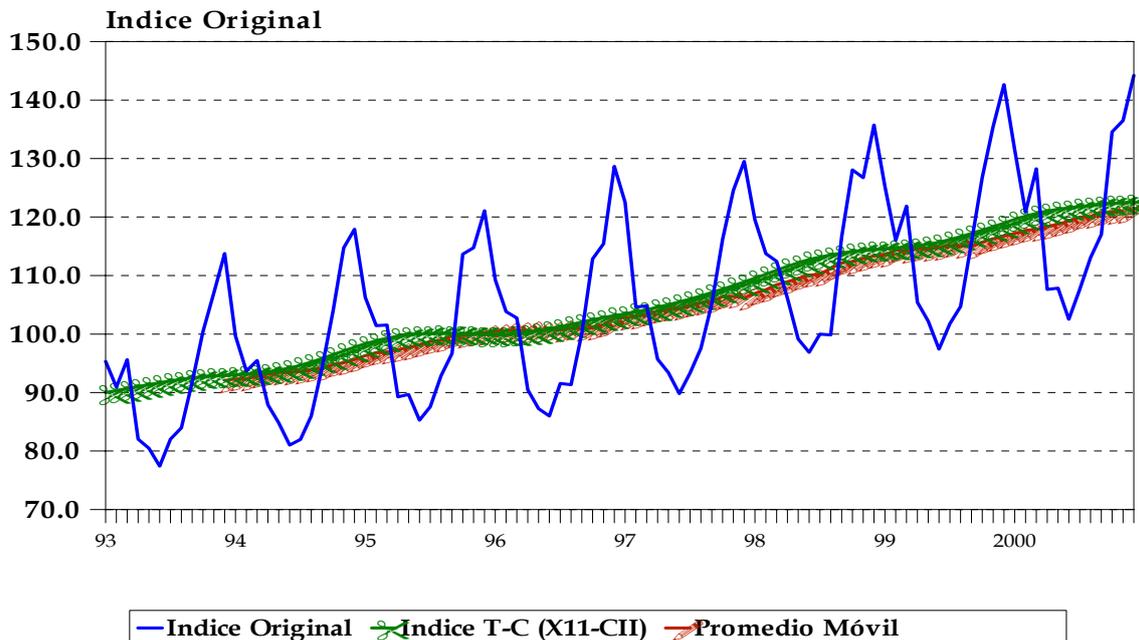
1. Estacionalidad: Este componente incluye las variaciones de carácter periódico contenidas en el IMAE y que ocurren dentro de un año. Obsérvese que exactamente la misma figura se repite cada año, la cual está desprovista de cualquier tendencia y refleja principalmente la fuerte presencia de estacionalidad de la producción agrícola en Guatemala.
2. Componente irregular: Este componente es un "ruido" que no corresponde a ninguna variación sistemática de la serie. Nótese que al aislarlo, no contiene ninguna tendencia y sus movimientos son totalmente irregulares.

3. Serie ajustada: Esta serie es la tendencia-ciclo más el componente irregular y no incluye al componente estacional. Es muy interesante observar en la gráfica que ahora se tienen exactamente los mismos movimientos irregulares pero ahora muestran una tendencia (al agregarse la tendencia-ciclo).

4. Tendencia-Ciclo: Esta es la señal que nos interesa, la cual constituye la serie desprovista de todo ruido. Si aisláramos sólo la tendencia obtendríamos sólo una línea recta con una pendiente positiva, sin embargo las economías capitalistas no crecen de esa forma. Las economías capitalistas crecen en la forma de ciclos de aceleración y desaceleración, por consiguiente, no interesa tener sólo una línea recta de crecimiento sino también identificar los diferentes periodos de aceleración, desaceleración y los cambios de tendencia.

En la gráfica número 7 se observa cómo, al obtener la tendencia-ciclo del IMAE con el X11 Census II se elimina el componente irregular. Sin embargo, hasta aquí no son observables las bondades de este programa comparados con la media móvil sin centrar, como se ilustra. Es decir, mediante la observación de ambos resultados no se aprecia ninguna diferencia sustancial. Ésta se apreciará mediante el análisis de la próxima gráfica.

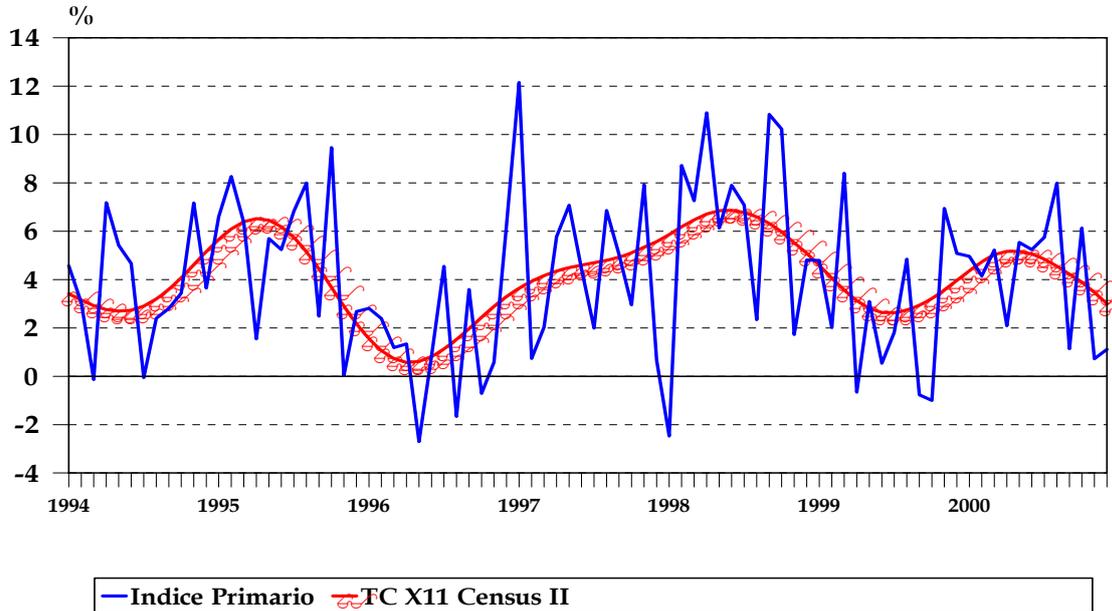
**Gráfica No. 7
INDICE PRIMARIO Y
TENDENCIA-CICLO**



Fuente: Aplicación del autor del método X11 Census II contenido en el programa Statistica.

Como se indicó anteriormente el IMAE es un índice compuesto de actividad económica (producción), por consiguiente como número índice no aporta elementos de juicio para el análisis económico, en realidad lo que interesa son sus tasas de variación (como en el caso del Índice de Precios al Consumidor, IPC). Con el propósito de ilustrar la importancia que para el efecto tiene la extracción de señales se presenta la gráfica número 8, la cual incluye las tasas de variación interanuales (de un mes con respecto al mismo mes del año inmediato anterior) del índice primario (IMAIE antes de la extracción de señales) y de la tendencia ciclo (extraída con el X11).

Gráfica No. 8
ÍNDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
Índice Primario, Índice Tendencia-Ciclo Variación interanual
AÑOS: 1994 - 2000

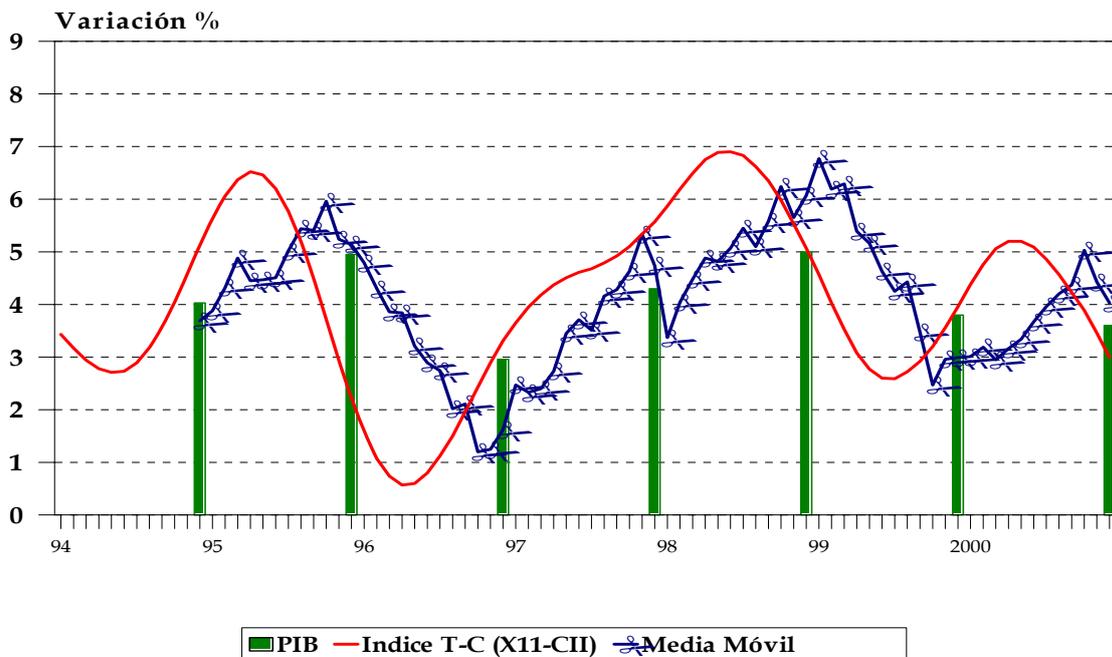


Fuente: Aplicación del autor del método X11 Census II contenido en el programa Statistica.

De acuerdo a la gráfica anterior se puede concluir que, cualquier tipo de análisis coyuntural utilizando la tasa de variación del índice primario es simplemente imposible, fácilmente se observa como la serie completa está llena de "ruido". Nótese cómo la tendencia-ciclo pasa por en medio de toda la serie original, es decir no contradice a la serie original sino respeta su movimiento pero eliminando todo el ruido. Además, los máximos y mínimos de la tendencia-ciclo se encuentran alrededor de los máximos y mínimos de la serie original (o primaria), lo cual constituye otra prueba para afirmar que la tendencia-ciclo obtenida con el X11 (versión Census II), registra los cambios de tendencia oportunamente y que no constituye un indicador ni adelantado ni rezagado.

Con el propósito de comparar la serie ajustada obtenida con la media móvil de doce meses sin centrar y la tendencia-ciclo obtenida con el X11 Census II, en la gráfica No. 9 se presenta la variación interanual de ambos resultados.

Gráfica No. 9
INDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
TENDENCIA-CICLO X11 CII Y PROMEDIO DE 12 MESES DEL INDICE PRIMARIO
Variación interanual
AÑOS: 1994 - 2001



Fuente: Aplicación del autor del método X11 Census II contenido en el programa Statistica.

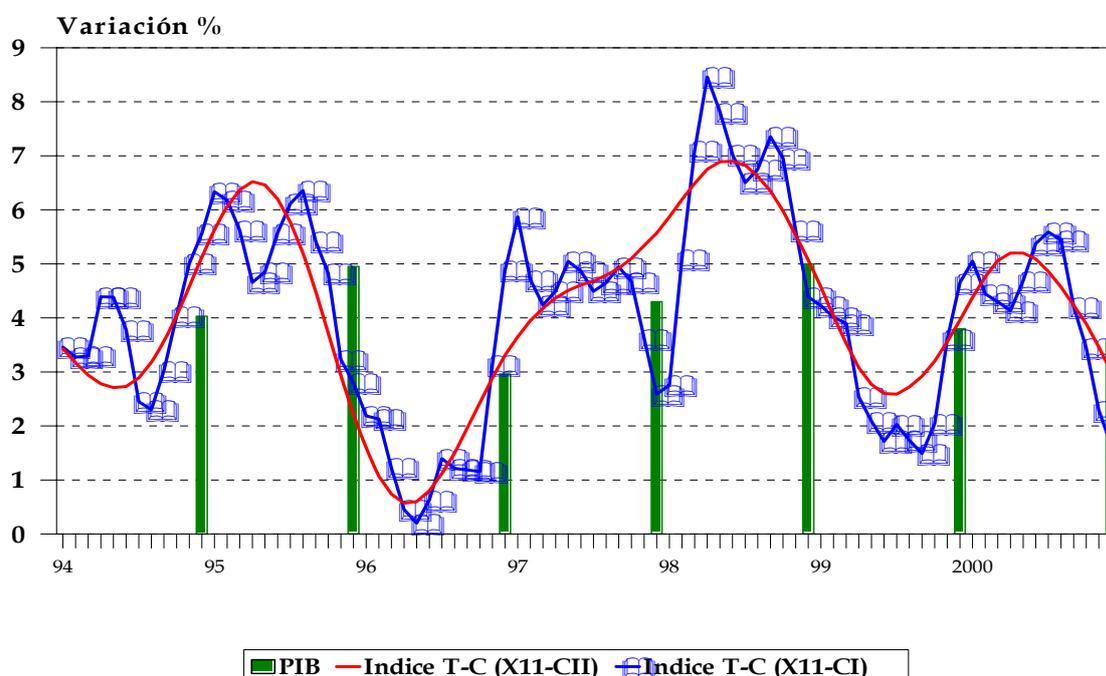
En la gráfica anterior es posible observar cómo la serie ajustada con media móvil contiene todavía el componente irregular, esto provoca que contenga muchos cambios de tendencia falsa haciendo más difícil su interpretación en la coyuntura. Además, el que la ponderación de los doce meses involucrados en los cálculos de la media tenga la misma ponderación, implica que, tanto el mes número doce como el mes en estudio tenga la misma participación, es decir, tiene tanta importancia relativa lo que está pasando en el presente como lo que sucedió hace un año, esto provoca que (como se observa en la gráfica) la señal se retrase, provocando pérdida de oportunidad en la identificación de los fenómenos económicos. Por su parte el resultado del X11 es una serie limpia de "ruidos", fácil de interpretar y mucho más oportuna (como resultado de trabajar con medias centradas). En adición, se presentan las tasas de

variación del PIB para evidenciar el grado de aproximación de estas con respecto a las del IMAE.

En la siguiente gráfica se ilustran comparativamente los resultados del X11 Census I y Census II (gráfica No. 10). Según se observa, el X11 Census II identifica clara y oportunamente no sólo la tendencia sino también el ciclo. Gracias al uso de promedios móviles centrados, tanto el X11 Census I como el II identifican oportunamente los cambios de tendencia, es decir, los máximos y mínimos locales y con ello el ciclo económico. Sin embargo, el Census II demuestra ser superior al Census I en la claridad de la señal. Esto significa que no hay cambios de tendencia falsos como se puede apreciar en la gráfica. Sólo para señalar un ejemplo, en 1995 el Census I muestra a la tendencia ciclo en forma de una "M", en tanto que el Census II lo hace como un arco. Esto significa que el Census I "identifica" dos ciclos en un período de tiempo muy corto cuando en realidad sólo fue uno. Es decir que hay un ciclo falso registrado por el Census I. Cuando en realidad lo que ocurrió fue un valor extremo que distorsionó la serie. Como se indicó en la exposición teórica de los modelos, el X11 Census II se diferencia del I en el tratamiento de valores extremos. Se indicó que los valores del componente irregular que caen entre 0 y 1.5 desviaciones estándar el programa les da una ponderación de 1 (es decir, toma en cuenta su valor total), los valores irregulares que caen en un rango entre 1.5 y 2.5 desviaciones estándar tendrán una ponderación decreciente (cercana a 1 cuando se aproxima a 1.5 desviaciones estándar y cercana a 0 cuando se aproxima a 2.5 desviaciones estándar), cuando el valor irregular es mayor de 2.5 desviaciones estándar tendrá una ponderación de 0, es decir no será tomado en cuenta en el proceso de extracción de señales⁸. El objetivo de este tratamiento de valores extremos es precisamente ignorar variaciones muy fuertes que no son parte de las variaciones sistemáticas de la serie y que pueden distorsionar los resultados, haciéndolos de difícil interpretación, el caso de 1995 es precisamente uno de ellos.

⁸ Para el tratamiento de los valores extremos los rangos de las desviaciones estándar pueden ser modificados por un investigador experto, estos rangos son los recomendados por los autores y que el programa utiliza en su función automática.

Gráfica No. 10
INDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
TENDENCIA-CICLO X11 Census I y II
Variación interanual
AÑOS: 1994 - 2001



Fuente: Aplicación del autor del método X11 Census I contenido en el programa Statistica.

Queda demostrada la importancia del tratamiento de valores extremos dentro del proceso de extracción de señales, así como la ventaja que en ese sentido ofrece el programa X11 Census II.

3.5 Resultados de la aplicación del programa x11 ARIMA al IMAE

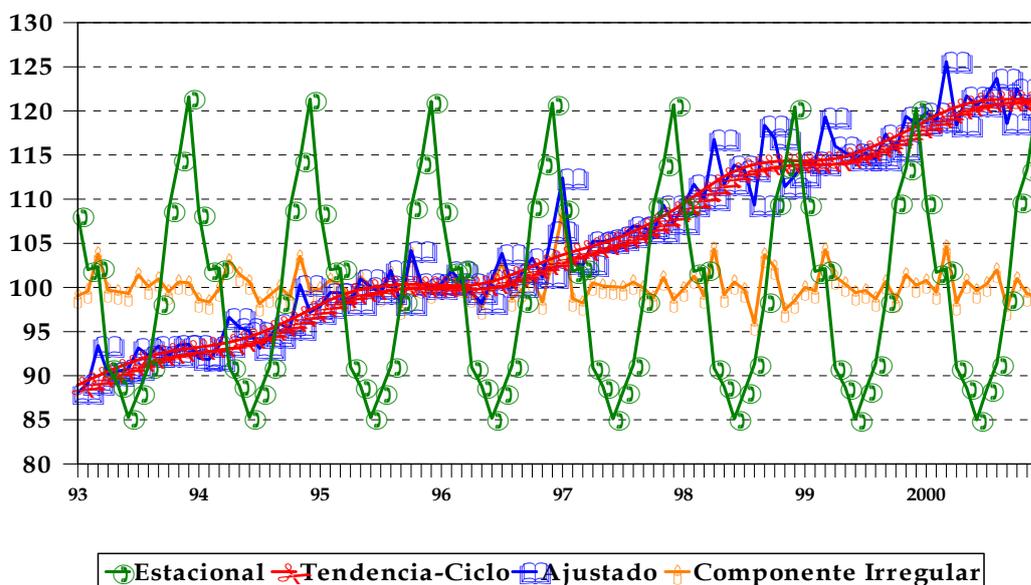
Con el objeto de hacer un estudio empírico del método, se aplicó el X11 ARIMA a la serie del IMAE. Los resultados principales se presentan y comentan en forma reducida a continuación.

Como se señaló en la exposición teórica de este método, el X11 ARIMA descansa en su parte básica sobre el X11 Census II, es decir promedios móviles centrados y tratamiento de valores extremos, a lo cual agrega un modelo del tipo ARIMA y pruebas estadísticas de presencia de estacionalidad. Los modelos ARIMA han probado ser muy buenos instrumentos de pronóstico

y el proceso de extracción de señales, para poder centrar la media de las observaciones más recientes, necesita de buenos pronósticos. Los expertos en estos temas han encontrado que al incorporar un modelo ARIMA al proceso, las revisiones que surgen de agregar nuevos datos a la serie son menores.

De acuerdo a los resultados del programa se confirma la presencia de estacionalidad con el uno por ciento de nivel de significancia. La prueba de estacionalidad móvil permite concluir que no hay evidencia de estacionalidad móvil. De acuerdo a los resultados de estas pruebas es posible afirmar (lo que ya se había hecho con el análisis gráfico) que existe estacionalidad identificable en la serie del IMAE. Los resultados finales del proceso de extracción de señales se presentan en la gráfica número 11 a continuación.

Gráfica No. 11
INDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
X11 ARIMA
Índices: Estacional, Tendencia-Ciclo, Índice Ajustado y Componente Irregular

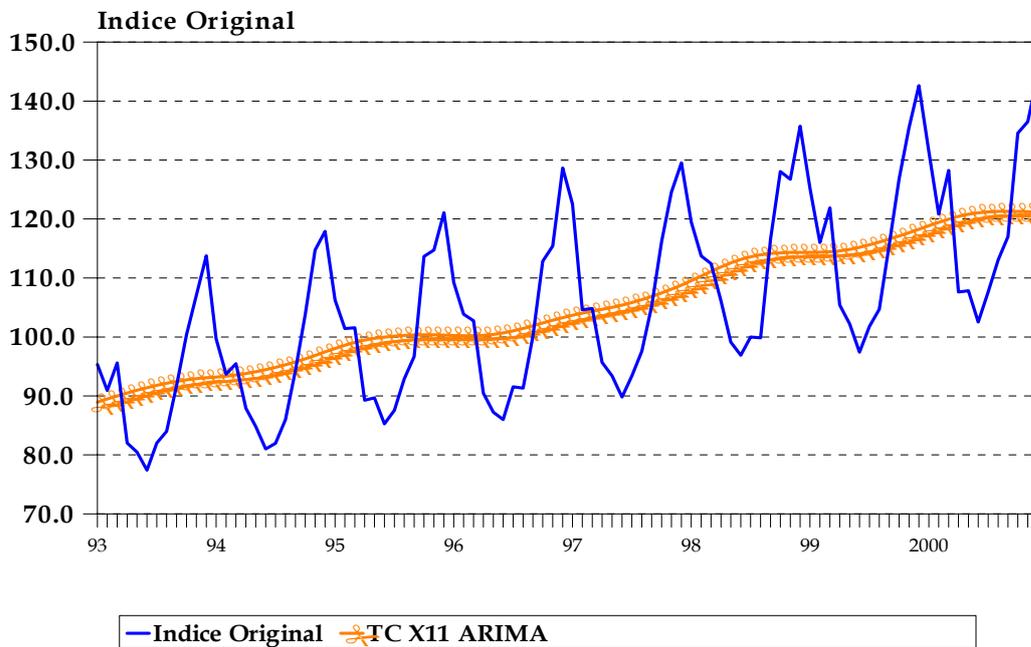


Fuente: Aplicación del autor del programa X11 ARIMA 2000.

Los resultados corresponden a la descripción teórica y empírica expuesta a lo largo del trabajo.

Son similares a los obtenidos con el X11 Census II. En la siguiente gráfica (número 12) se ilustra como la estacionalidad del índice primario es eliminada al obtenerse la tendencia-ciclo. En cuanto a esta última, se observa una tendencia con sus respectivos ciclos muy bien identificada, totalmente desprovista de variaciones irregulares y variaciones extremas, ideal para el análisis de coyuntura, del ciclo económico y de la tendencia general de crecimiento de la producción.

Gráfica No. 12
Índice Primario y Tendencia-Ciclo
1993 - 2000

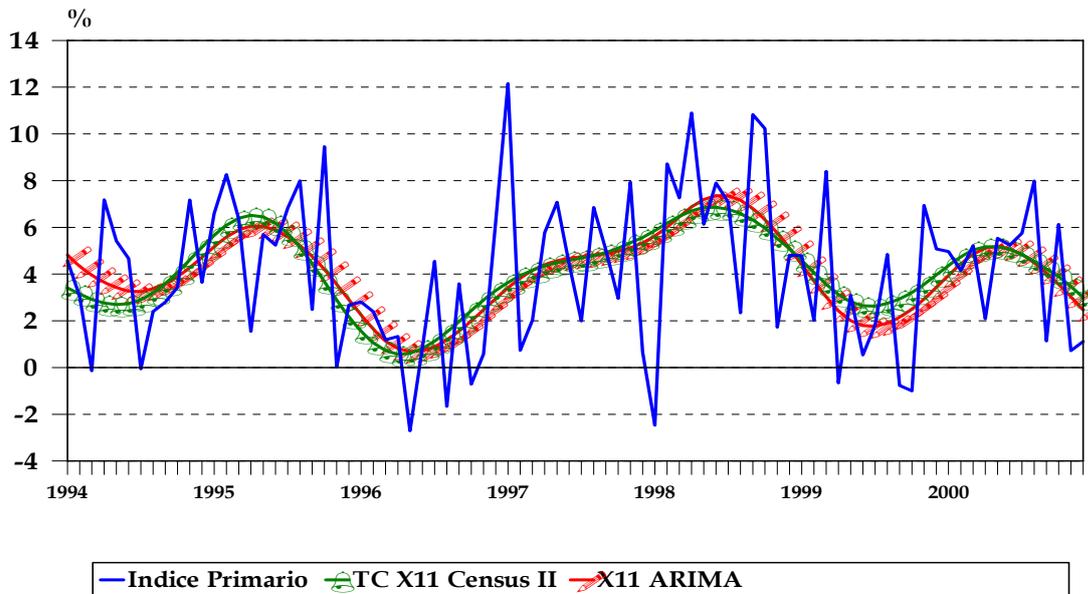


Fuente: Aplicación del autor del programa X11 ARIMA 2000.

Al hacer un análisis comparativo entre las variaciones interanuales de la tendencia ciclo obtenida con el X11 Census II y el X11 ARIMA (gráfica No. 13), no se observa ninguna diferencia substancial en lo que respecta a los periodos de expansión y contracción de la actividad económica ni en lo que respecta su tendencia. Por consiguiente, es posible inferir que, en lo que a la extracción de señales del IMAE respecta, El X11 ARIMA es superior al Census II en cuanto a la identificación estadística de la estacionalidad y en la incorporación de

un modelo ARIMA al proceso, lo cual teóricamente significa menores revisiones al agregar nuevas observaciones a la serie.

Gráfica No. 13
ÍNDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
Índice Primario, Índice Tendencia-Ciclo
Variación interanual
AÑOS: 1994 - 2000



Fuente: Aplicación del autor del programa X11 ARIMA 2000 y X11 Census II

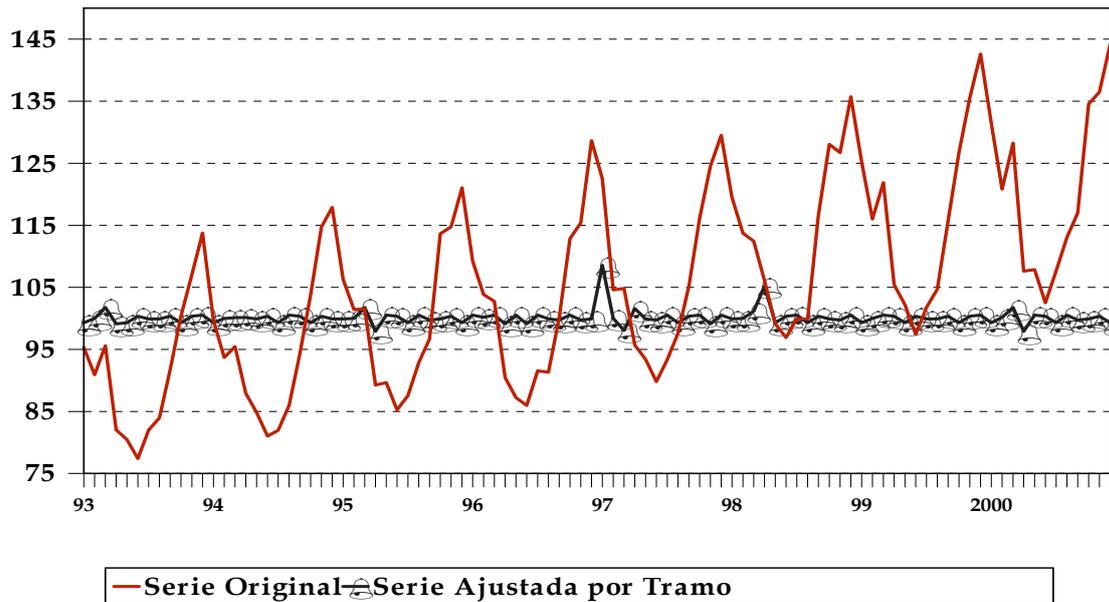
3.6 Resultado de la aplicación del programa TRAMO & SEATS al IMAE

En esta sección se presentan los principales resultados de la aplicación del programa Tramo & Seats al IMAE, en forma resumida y con un análisis intuitivo, que es la información que normalmente un usuario del programa necesita entender. Una revisión minuciosa de los resultados es materia de un estadístico experto que necesite hacer un análisis matemático-estadístico especializado.

El programa indica que la corrección por días de trabajo es significativa y que la corrección por efecto pascua (Semana Santa) no lo es. El modelo ARIMA identificado fue $(0,0,0)(0,1,1)$, con corrección por efecto días de trabajo. La serie preajustada por tramo es una serie estacionaria, desprovista de valores extremos y con un modelo ARIMA identificado. Es decir la serie se

encuentra preparada para ser descompuesta en sus componentes identificables por el programa SEATS. Esta serie se presenta a continuación junto con la serie original (gráfica No.14).

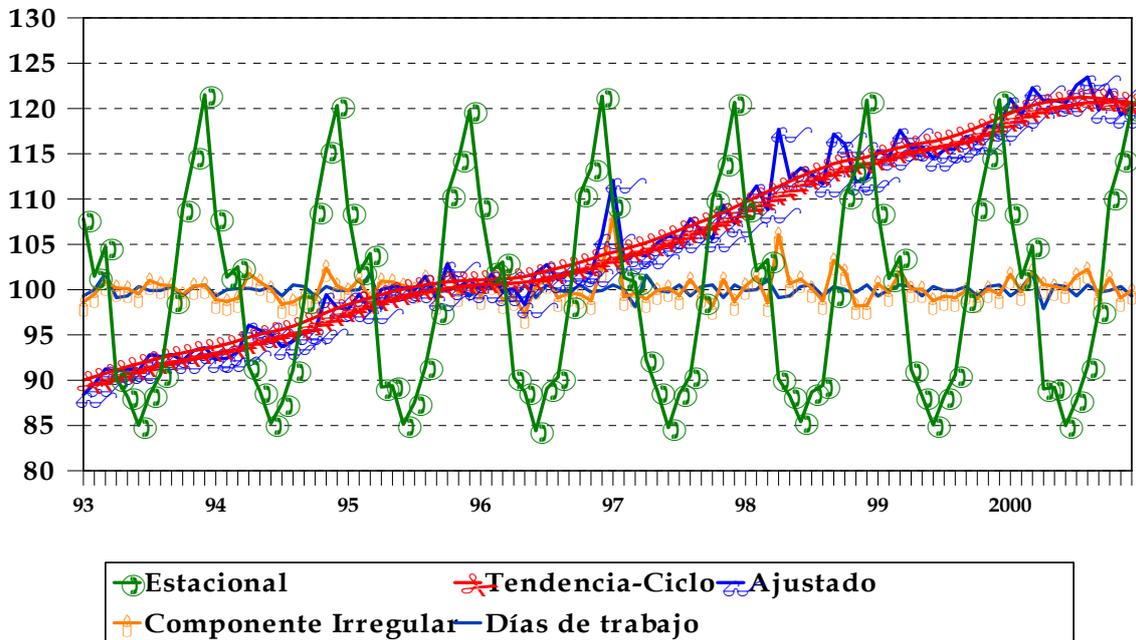
Gráfica No. 14
INDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
TRAMO & SEATS
Serie Original y Serie Preajustada (por Tramo)



Fuente: Aplicación del autor del programa TSW (Tramo & Seats para Windows).

Cada uno de los componentes estimados por el programa Tramo & Seats se presenta en la siguiente gráfica (No. 15).

Gráfica No. 15
INDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
TRAMO & SEATS
Índices: Estacional, Tendencia-Ciclo, Índice Ajustado, Efecto Calendario y
Componente Irregular

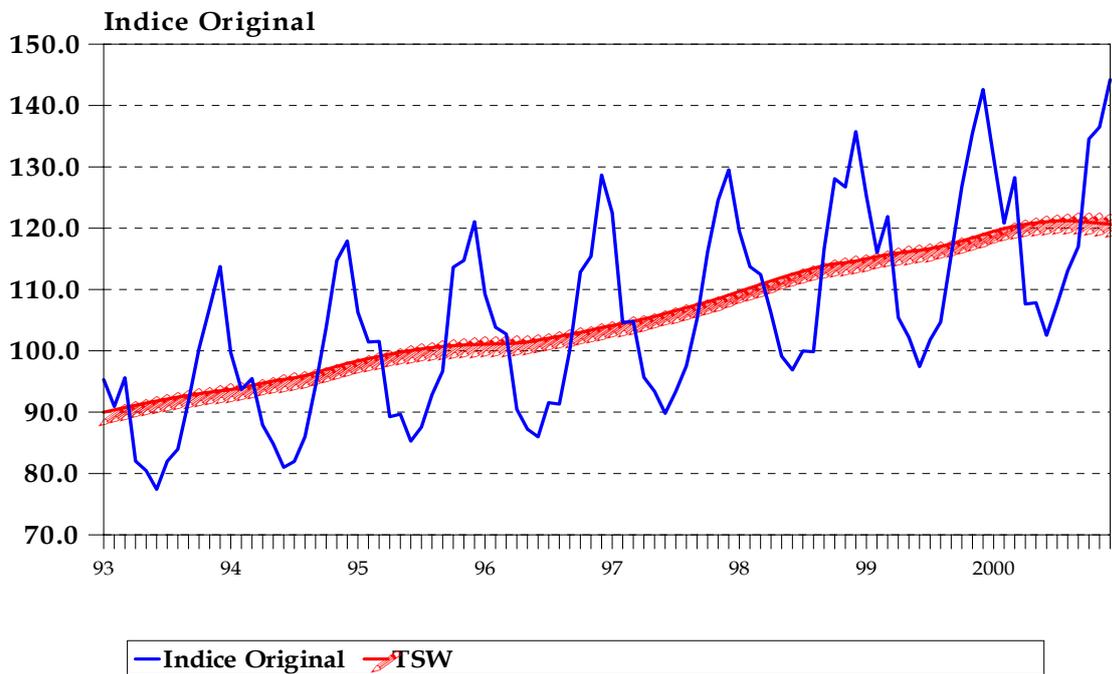


Fuente: Aplicación del autor del programa TSW (Tramo & Seats para Windows).

El patrón de los diferentes componentes es acorde a la descripción teórica de los mismos y al comportamiento observado en los resultados de los otros métodos. Cabe destacar sin embargo, que ahora aparece un nuevo componente que antes no había sido identificado por los otros métodos, se trata del efecto días de trabajo o calendario. Como se observa en la gráfica, este es un componente sin tendencia y sin un patrón regular, debido a que cada año presenta variaciones en cuanto al número de días hábiles de cada mes. Este resultado es evidencia de lo poderoso que es el programa TSW, ya que logró identificar un componente que otros métodos no lograron (X11 Census II y X11 ARIMA).

En la siguiente gráfica se presenta la serie original y la tendencia-ciclo obtenida con TSW. De nuevo, se observa una señal desprovista de tendencia y de "ruido".

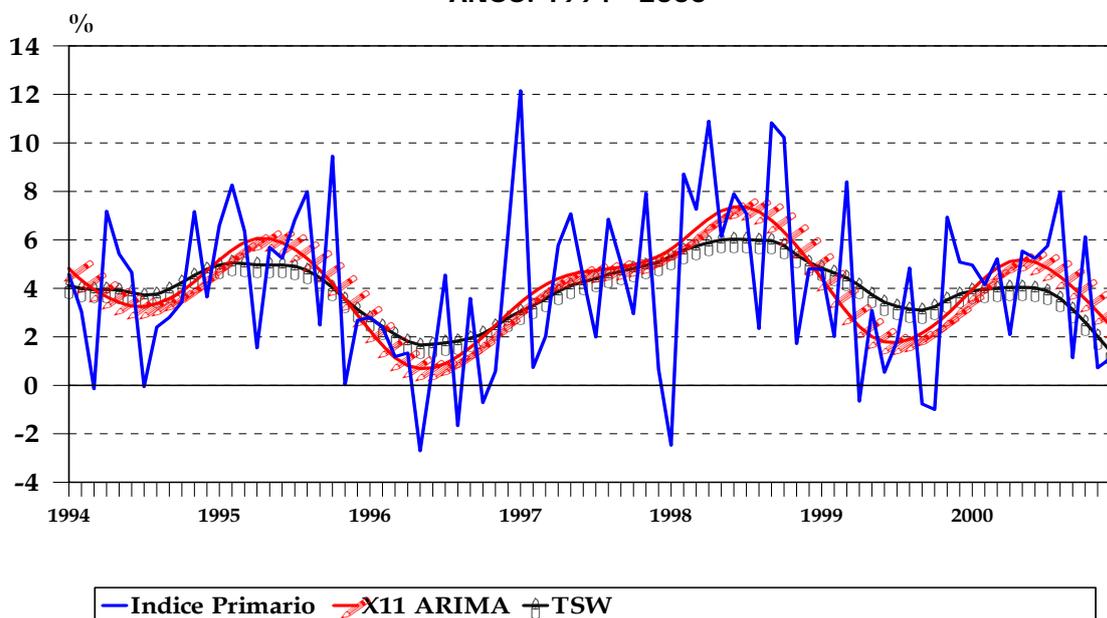
Gráfica No. 16
Índice Primario y Tendencia-Ciclo
1993 - 2000



Fuente: Aplicación del autor del programa TSW (Tramo & Seats para Windows).

Se presentan finalmente, las tasas de variación interanual de la tendencia-ciclo obtenida con el TSW (Gráfica No. 17) de la serie original y de la tendencia-ciclo estimada con el X11 ARIMA, para efectos de comparación.

Gráfica No. 17
ÍNDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
Índice Primario, Índice Tendencia-Ciclo
Variación interanual
AÑOS: 1994 - 2000



Fuente: Aplicación del autor del programa TSW (Tramo & Seats para Windows)
 y del X11 ARIMA.

De nuevo, la evidencia empírica demuestra que la serie original no puede ser analizada sin pasar por un proceso de extracción de señales. Por su parte la tasa de variación de la tendencia-ciclo obtenida con el TSW, sí es una serie que puede ser analizada en términos de tendencia de crecimiento y fases del ciclo económico. Ésta tiene un comportamiento suave, desprovisto de señales falsas de cambio de tendencia y de variaciones estacionales e irregulares que imposibilitan el análisis de corto plazo. Al compararla con los resultados del X11 ARIMA, observamos que no hay ninguna diferencia en cuanto a identificación de tendencia y ciclos de crecimiento. Como diferencias, sí se observa que el ciclo descrito por el TSW tiene movimientos oscilatorios alrededor de la tendencia más cortos, es decir que intuitivamente se podría afirmar que tiene menor varianza. Por su parte el resultado del X11 ARIMA es más suave, en el sentido de no presentar algunas leves e insignificantes perturbaciones que se observan en 1999 en el resultado del TSW. Sin embargo estas diferencias no son importantes en cuanto a la identificación de la tendencia-ciclo que es lo que en este punto interesa. Sí es

una diferencia importante es el que el TSW identifique un modelo ARIMA para cada componente de la serie y que, por consiguiente, presente pronósticos por cada componente de la serie, ya que esta información puede potencialmente enriquecer el análisis de los resultados en la coyuntura.

Tanto el estudio teórico como la aplicación empírica del programa, señalan que Tramo & Seats es el mejor método de descomposición de una serie en sus componentes en la actualidad.

Capítulo 4: Interpretación económica de la tendencia ciclo del IMAE

De acuerdo al Banco de Guatemala⁹, "el comportamiento del PIB en década de los 90 registró en promedio una tasa de crecimiento de 4.1%. Sin embargo, se observaron altibajos en dicho crecimiento. Por ejemplo, en 1992, 1995 y 1998 se registraron expansiones en la actividad económica con tasas de crecimiento de alrededor de 5% en términos reales. No obstante, en todos los casos, luego de esas expansiones del ciclo económico, se registraron desaceleraciones, lo que sugeriría que las tasas de crecimiento alcanzadas durante tales años no fueron sostenibles, posiblemente porque excedieron a las capacidades reales de expansión de la economía.

En este contexto, el IMAE registra el periodo de expansión de 1995, el cual se inicia entre mayo y junio de 1994 y alcanzó su mayor tasa de crecimiento en abril de 1995 (ver gráfica No. 17). El Banco de Guatemala¹⁰ indica que en la expansión de 1995 se presentó un aumento en el comercio exterior, ya que las exportaciones crecieron 28.3% mientras que las importaciones lo hicieron en 18.4%, respecto al año anterior, motivadas por un crecimiento extraordinario en términos interanuales del crédito al sector privado, que registró tasas de crecimiento superiores al 30% durante casi todo el año, lo que fue posible debido a la reducción de la tasa de encaje efectiva resultante del aumento en las captaciones bancarias mediante instrumentos que no estaban sujetos a encaje legal.

⁹ Evaluación Macroeconómica 1999. Página en internet: www.banguat.gob.gt

¹⁰ Idem página 3

En 1996¹¹ la actividad económica del país se desaceleró, ésta se explica por una reducción en el precio de los principales productos de exportación, el final del auge crediticio, una elevación en las tasas de interés y una contracción en la demanda de productos guatemaltecos por parte de países centroamericanos. El IMAE registró el inicio de esa desaceleración en mayo de 1995 y el cambio de tendencia de la misma, es decir el punto en que se registró la menor tasa de crecimiento para luego empezar a crecer más rápidamente, en mayo de 1996, según se observa en la gráfica No. 17.

Posteriormente se observa el periodo más largo de expansión registrado por la economía guatemalteca en el periodo en estudio. El mismo tuvo una duración de 26 meses y concluyó en junio de 1998 (ver gráfica No. 17). Los principales factores que señala el Banco de Guatemala¹² como determinantes de este largo periodo de aceleración en el crecimiento económico son: el aumento del gasto público y del crédito bancario (en este caso asociada a políticas expansivas), además de una mejora (en 1997) en los términos de intercambio relacionada con el aumento en los precios del café.

Entre 1998 y 1999 la economía registró una desaceleración en su tasa de crecimiento, la cual es atribuida a la caída en los términos de intercambio, la desaceleración económica mundial, el proceso de ajuste interno ante la finalización del fuerte crecimiento crediticio del año previo y la presencia de desequilibrios macroeconómicos¹³. En particular se observó exceso de liquidez en la economía, lo que conllevó tasas de interés muy bajas y la consecuente fuga de capitales hacia el exterior y hacia el sector financiero informal, lo que a su vez generó una alta volatilidad en el tipo de cambio. De nuevo el IMAE registró oportunamente este periodo de desaceleración de la actividad económica.

¹¹ Idem página 4

¹² Idem página 3.

¹³ Idem página 5.

Finalmente en el año 2000, el Banco de Guatemala¹⁴ indica que en 2000 la actividad económica se vio afectada por una serie de acontecimientos, tanto de carácter externo como interno, algunos originados desde 1998 y que aún siguieron impactando en el desempeño macroeconómico nacional. En ese sentido, el menor dinamismo de la actividad económica puede atribuirse entre otros factores a: a) los bajos precios de los productos de exportación; b) el alza en el precio del petróleo; c) los efectos de la crisis cambiaria-financiera de 1998-1999; y, d) aspectos políticos de carácter electoral que durante ese año pueden haber incidido negativamente en las decisiones de inversión y de consumo de los agentes económicos. La disminución de la tasa de crecimiento de la economía anteriormente descrita fue registrada por el IMAE como se observa en la gráfica No. 17, en donde las tasas de crecimiento interanual de la tendencia-ciclo del IMAE en el año 2000 son inferiores a las de 1999 y, hacia fin de año, aun no muestran signos de recuperación.

En síntesis es posible afirmar que la tendencia ciclo del IMAE ha permitido, en forma subanual, registrar oportunamente los ciclos de expansión y de contracción de la economía guatemalteca así como sus cambios de tendencia.

Sin embargo es necesario tener presente que el IMAE no constituye un sustituto del PIB sino una aproximación de la tendencia de la evolución de éste. En ese sentido, los ciclos identificados por el IMAE deben tomarse como una aproximación, ya que el indicador de producción por excelencia es el PIB.

Capítulo 5: Utilización de los resultados de la extracción de componentes del IMAE en un análisis de coyuntura

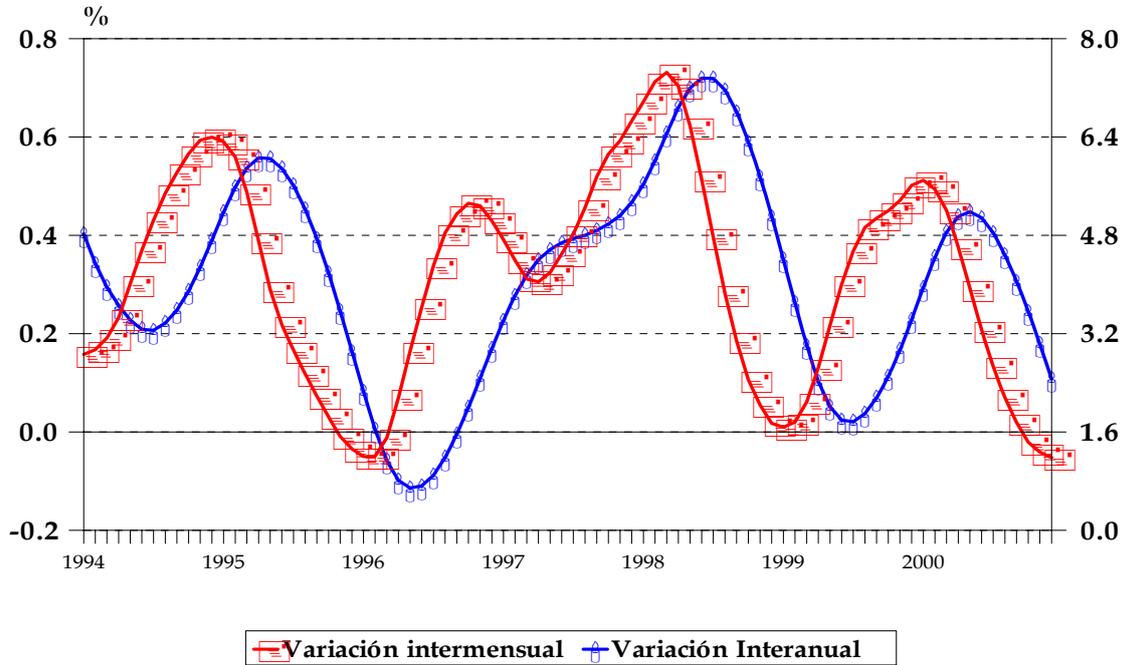
Como se expuso en el apartado correspondiente, el IMAE es un índice que mide la evolución de la producción en el corto plazo. En ese sentido hacer el análisis del mismo sobre su valor como número índice en cada período de tiempo no es muy informativo, por consiguiente el análisis del mismo se centra en sus tasas de variación. Además, como se señaló, el principal objetivo

¹⁴ Banco de Guatemala. Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia: Evaluación a Noviembre de 2000 y Propuesta para 2001. Página en intrnet: www.banguat.gob.gt

del IMAE es hacer análisis de corto plazo, por consiguiente este análisis debe hacerse sobre la base de las tasas de variación. En este contexto, es importante conocer las ventajas y limitaciones de la información que proveen dichas tasas para así hacer un buen uso de ellas. En el caso particular de este trabajo el análisis se hace sobre el IMAE, sin embargo el mismo es válido también para cualquier serie de tiempo que es desagregada en sus componentes.

La tasa de variación interanual debe interpretarse como la velocidad de crecimiento de la serie y la tasa de variación intermensual es la aceleración. El indicador coyuntural por excelencia es la tasa de variación intermensual porque nos indica si estamos mejor o peor que el mes inmediato anterior. Sin embargo esta tasa tiene el inconveniente de ser más volátil (o errática) y de ser de difícil interpretación. Nótese que la gráfica tiene un doble eje y que mientras la variación interanual está en el orden del 4%, la variación intermensual es de casi 0.3%. En Guatemala no hay cultura estadística (o la oportunidad, por la falta de series subanuales) de trabajar con tasas de crecimiento intermensuales, lo cual sí puede hacerse con el IMAE, sin embargo en países en donde existe el PIB mensual y trimestral es totalmente normal evaluar tasas de crecimiento de este orden. Por su parte la variación interanual (o ritmo) del IMAE tiene la particularidad de ser menos volátil (o errático) y además de parecerse al PIB. En la coyuntura, el análisis de la tasa de variación anual del IMAE es un análisis previo a que se observe la variación anual del PIB, por consiguiente la tasa de variación del IMAE podría brindar información aproximada de la tasa del crecimiento económico anual, esto como resultado de que el PIB es una variable que se evalúa en tasas anuales de variación. Sin embargo el análisis de esta tasa debe tomarse con mucha precaución ya que el IMAE es una serie mucho menos completa y confiable que el PIB. Por otra parte, la tasa de variación anual del IMAE tiene el inconveniente de retrasar levemente la señal, es decir, registra más lentamente los cambios de tendencia (aunque esto también lo hace ser más consistente).

Gráfica No. 18
INDICE MENSUAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA
TENDENCIA-CICLO
Variación intermensual y variación interanual
AÑOS: 1994 - 2000



Fuente: Aplicación del autor del método X11 ARIMA

En la gráfica anterior (número 18) se observa lo anteriormente expuesto. La tasa de variación interanual registra la tendencia-ciclo de la serie en forma un poco retrasada, sin embargo la señal es más clara. Por su parte, la variación interanual registra en forma más oportuna los cambios de tendencia pero es más errática o volátil en su evolución, principalmente en el extremo que es el que más nos interesa analizar.

En suma en un análisis de coyuntura debe hacerse uso de las ventajas y limitaciones de ambas tasas de variación, sin ignorar ni sobredimensionar ninguna de las dos.

D) Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

1. La extracción de señales por medio de media móvil es un método sencillo, rápido y barato. Sin embargo no es posible obtener la tendencia-ciclo de la serie sino que sólo la serie ajustada debido a que la descomposición de la serie no es completa, se elimina la estacionalidad de la serie pero no así los componentes irregular, días de trabajo y feriados móviles. Además, si al aplicar este procedimiento la media no se centra atrasa la señal, esto significa que los cambios de tendencia no se registran en forma oportuna sino que meses después de que en realidad ha ocurrido. Para el análisis de corto plazo la media no se puede centrar porque pierde oportunidad la información. Por las razones anteriormente expuestas, el método presenta importantes limitaciones para la descomposición de una serie en sus componentes y para el análisis de coyuntura.
2. La aplicación de la media móvil al IMAE no puede ser centrada porque se perdería su principal objetivo, que es brindar información sobre la evolución de la actividad económica en el corto plazo y en forma oportuna. Al aplicar el promedio móvil sin centrar al IMAE se obtiene una serie que describe el ciclo y la tendencia del indicador, pero la serie contiene mucho "ruido" y no permite analizar la serie con claridad en el corto plazo, además los cambios de tendencia son registrados en forma tardía. Esto significa que la producción puede encontrarse ya en un período de expansión (después de haber experimentado uno de contracción) y la media móvil todavía muestra un IMAE en la fase contractiva. Es importantes señalar que, pese a estas limitaciones, la media móvil presenta una serie que puede ser analizada en cuanto a ciclo y tendencia, lo cual es de suma importancia y utilidad ante un IMAE primario que no permite ninguna clase de análisis de este tipo.
3. El X11 Census I constituye una mejora sobre la media móvil. En el sentido de que trabaja sobre la base de medias centradas, extrae además de la estacionalidad el componente irregular y la tendencia-ciclo. Esto significa que hace un proceso de

descomposición más completo e identifica oportunamente los cambios de tendencia. Sin embargo tiene la limitante de no hacer tratamiento de extremos, lo que significa que las variaciones irregulares muy fuertes tendrán una ponderación completa. Cuando se hace tratamiento de valores extremos las variaciones irregulares que exceden 2.5 desviaciones estándar tienen una ponderación igual a cero, lo que significa que no son ignoradas. Las variaciones irregulares que caen en el intervalo de de 1.5 a 2.5 desviaciones estándar tendrán una ponderación decreciente (conforme se aproximen a las 2.5 desviaciones). X11 Ceensus I no hace este tipo de tratamiento a los valores extremos (cosa que sí hacen otros métodos como X11 Census II, X11 ARIMA y Tramo & Seats), lo cual conlleva el registro de cambios de tendencia falsos en series con presencia de valores extremos.

4. En la aplicación al IMAE, el X11 Census I no retrasa la señal de cambios de tendencia, como lo hace la media móvil, pero sí registra cambios de tendencia falsos. Esto es el reflejo de los valores extremos presentes en la serie para los cuales el programa no hace ningún tratamiento.
5. El programa X11 Census II representa una mejora sobre el X11 Census I. Éste hace lo mismo que el X11 Census I, y en adición elimina parcial o totalmente el efecto de los valores extremos en la serie e identifica y estima tanto el efecto días de trabajo como el efecto pascua.
6. En su aplicación al IMAE, el programa X11 Census II no identifica presencia significativa de efecto días de trabajo ni efecto pascua, pero sí hace una identificación y estimación de señales más clara que el X11 Census I, en el sentido que tanto la tendencia como los ciclos de la serie son claramente y oportunamente identificados, libres de la influencia del componente irregular y de valores extremos que puedan introducir señales falsas en la serie.
7. El programa X11 ARIMA está basado en el programa X11 Census II, al cual adiciona un modelo ARIMA para mejorar los pronósticos y así, al centrar la media en el proceso de descomposición, obtener una mejor estimación de los componentes de la serie y reducir

- las revisiones al agregar nueva información. Además incorpora pruebas estadísticas para la identificación de estacionalidad móvil y estable.
8. Los resultados del X11 ARIMA al ser aplicado al IMAE produce un resultado muy similar al del X11 Census II. Es decir, una señal desprovista de movimientos irregulares y valores extremos, que permite identificar clara y oportunamente la tendencia y las diferentes fases del ciclo de la serie. Adicionalmente provee un modelo ARIMA que puede ser utilizado para los pronósticos de la serie. Finalmente, de acuerdo a la teoría, debería de reducir las revisiones de los componentes de la serie al agregársele nuevas observaciones.
 9. El programa Tramo & Seats descansa totalmente, para la identificación y estimación de los componentes de la serie, sobre los modelos ARIMA. Para ello, el programa Tramo primero preajusta la serie, eliminando valores extremos, efectos días de trabajo y pascua, transformándola en logaritmos (de ser necesario) y transformándola en estacionaria (de ser necesario). El programa Seats se encarga del proceso de extracción de señales sobre la base de una serie más fácil de trabajar, es decir la serie preajustada por Tramo. Tramo & Seats tienen la ventaja, sobre los otros métodos, de construir un modelo ARIMA para cada componente de la serie, lo cual permite hacer pronósticos de los distintos componentes, así como hacer pruebas de significancia estadística.
 10. Derivado de sus propiedades tanto teóricas como empíricas, es posible afirmar que en la actualidad el mejor método de descomposición de una serie en sus componentes es el Tramo & Seats.
 11. Los resultados obtenidos en la aplicación del Tramo & Seats al IMAE, muestran una tendencia-ciclo claramente y oportunamente identificada, sin presencia de valores extremos y variaciones irregulares. Comparada con los resultados del X11 ARIMA, las variaciones de la tendencia-ciclo presentan menos varianza, sin embargo esta diferencia no implica ningún cambio en lo que se refiere a la identificación de la tendencia y el ciclo. Tramo & Seats sí identifica la presencia significativa del efecto días de trabajo, cosa que no hace ninguno de los otros programas, en este sentido

podríamos considerar a Tramo & Seats como más eficiente. Además provee pronósticos de los diferentes componentes de la serie basados en modelos ARIMA.

12. El análisis de coyuntura debe basarse en las tasas de variación interanual e intermensual de la tendencia-ciclo. La variación interanual es la velocidad de crecimiento de la serie, tiene la ventaja de tener variaciones suaves, lo cual permite una clara identificación de los ciclos, además las tasas de variación al ser anualizadas son de más fácil interpretación. La tasa de variación interanual presenta el inconveniente de retrasar un poco la señal al anualizar la tasa, esto hace que no sea el mejor indicador de coyuntura. La tasa de variación intermensual es el indicador de coyuntura por excelencia, registra los cambios de tendencia oportunamente. Sin embargo tiene el inconveniente de presentar mucha variación en las observaciones más recientes, esto hace que la señal no sea muy clara en el corto plazo.
13. Se comprobó empíricamente, con todos los métodos ensayados, la hipótesis de la investigación que indica: "La extracción de señales de una serie de tiempo permite tener una mejor apreciación en el corto plazo sobre la situación o tendencia actual de una variable, en este caso el IMAE, y una mejor previsión sobre su comportamiento futuro".
14. Se comprobó empíricamente la hipótesis de la investigación: "Los métodos de extracción de señales que se basan en promedios móviles centrados y que además incluyen un modelo ARIMA (X11 ARIMA y TRAMO & SEATS en esta investigación), son los que extraen las señales con más precisión.

Recomendaciones

1. La media móvil, como método de extracción de señales, debe evitarse. Su uso se justifica sólo cuando no se dispone de un mejor método de los expuestos en el trabajo, o bien no se dispone de una computadora. Actualmente es fácil disponer de un programa especializado para hacer un proceso de extracción de señales eficiente y completo. Por ejemplo el programa Tramo & Seats para Windows (TSW) se puede obtener en forma gratuita y fácil en la página de internet del Banco de España.

2. El programa X11 Census I debe ser utilizado sólo cuando haya certeza de que la serie está libre de la presencia de valores extremos, del efecto días de trabajo y pascua. Sin embargo esto es difícil de saber a priori y habría que hacer pruebas estadísticas al respecto, lo cual haría el procedimiento muy trabajoso y tardado. Por consiguiente, en general, no se recomienda la utilización de este programa.
3. Sí se recomienda el uso del programa X11 Census II, el cual hace una extracción de señales completa y tratamiento de valores extremos.
4. Sí se recomienda el uso del X11 ARIMA, que además de hacer tratamiento de extremos y extracción de señales completa, hace pruebas estadísticas de presencia de estacionalidad y estima un modelo ARIMA, lo cual reduce las revisiones al incorporar nuevos datos. En consecuencia, si se dispone de él, se recomienda el uso del X11 ARIMA sobre el Census II.
5. Sí se recomienda el uso del programa Tramo & Seats. Su uso proporcionará, además de lo que ofrece el X11 ARIMA, pronósticos de la serie original y de cada componente de la serie. En cuanto a los resultados en la identificación y estimación de los componentes de la serie, el autor juzga a estos dos programas como equivalentes. El Tramo & Seats tiene la ventaja de ser un programa gratuito y obtenible fácilmente en la página de internet del Banco de España (www.bde.es).
6. Para hacer un análisis de coyuntura se debe considerar tanto la tasa de variación interanual como intermensual de la tendencia-ciclo, tomando en cuenta los alcances y limitaciones que ofrece cada una de ellas para el análisis de corto plazo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gómez, Víctor y Maravall, Agustín. Seasonal Adjustment and Signal Extraction in Economic Time Series, aun no publicado. Aparecerá como capítulo 8 en "A Course in Time Series" por D. Peña, G. C. Tiao y R. S. Tsay.
2. Espasa, Antoni. An Econometric Study of a Monthly Indicator of Economic Activity, Documento de Trabajo, Servicio de Estudios del Banco de España.
3. Hernández, Sandra. Introducción al X11 ARIMA88, Método de Ajuste Estacional. Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano. Tegucigalpa, Honduras, septiembre de 1997.
4. Maravall Agustín. Short-Term Analysis of Macroeconomic Time Series, capítulo 12 del libro Economics Beyond the Millennium, editado por Kirman y Gérard-Varet. Editorial Oxford.
5. Blanco Odio, Carlos. Aspectos Conceptuales Sobre Series de Tiempo. Consejo Monetario Centroamericano. Honduras, septiembre de 1997.
6. Muñoz Salas, Evelyn; Kikut Valverde, Ana Cecilia; Rodríguez Mora, Margarita. Guía para el uso e interpretación de Tramo Seats como procedimiento para el ajuste estacional y extracción de señales. Banco Central de Costa Rica, Departamento de Investigaciones Económicas. San José, marzo de 2001.
7. Statistics Canada. X11 ARIMA versión 2000, Fundations and User´s Manual. Ottawa, Canadá, junio 1999.
8. Stevenson William. Estadística para Administración y Economía, Conceptos y Aplicaciones. Editorial Harla, México 1985.
9. Banco de Guatemala. Política Monetaria, Cambiaria y Crediticia: Evaluación a Noviembre de 2000 y Propuesta para 2001. Página en internet: www.banguat.gob.gt
10. Evaluación Macroeconómica 1999. Página en internet: www.banguat.gob.gt

ANEXO

MODELOS ARIMA

Para una mejor comprensión acerca de qué son los modelos ARIMA, es mejor primero exponer por separado qué es un modelo autoregresivo (AR) y un modelo de promedios móviles (MA).

Modelos autoregresivos AR

Un modelo autoregresivo toma la forma:

$$Y_t = \alpha + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_{t-p} + u_t$$

en donde

Y_t = variable dependiente

$Y_{t-1}, Y_{t-2}, Y_{t-p}$ = variables dependientes desfasadas un número específico de períodos.

$\beta_1, \beta_2, \beta_p, \alpha$ = coeficientes de regresión

u_t = término de residuo que representa sucesos aleatorios no explicados

El orden de un modelo autoregresivo está dado por el número de rezagos incluidos, es decir, si se incluye un rezago se dice que es un modelo autoregresivo de orden uno, AR(1), si se incluyen cinco rezagos se dice que es un AR(5). En general, el orden del modelo se indica con la literal "p", esto significa que los modelos autoregresivos son de orden AR(p).

Modelos de promedios móviles MA

Un modelo de promedios móviles toma la forma:

$$Y_t = \theta + \phi_1 u_{t-1} + \phi_2 u_{t-2} + \dots + \phi_p u_{t-p} + u_t$$

En donde:

Y_t = variable dependiente

$u_{t-1}, u_{t-2}, u_{t-p}$ = valores previos de residuos

$\phi_1, \phi_2, \phi_p, \theta$ = peso específico

u_t = término de residuo que representa sucesos aleatorios no explicados

El orden del modelo se identifica en la misma forma que el de los modelos autoregresivos y su notación general es $MA(q)$.

Modelos autoregresivos y de promedios móviles ARMA

Los modelos ARMA constituyen una combinación de modelos autoregresivos y de promedios móviles. El orden de los mismos se anota como $ARMA(p,q)$.

Modelos autoregresivos, integrados y de promedios móviles ARIMA

Estos modelos son un modelo ARMA pero que además indican el grado de integración de la variable. El orden del modelo se anota en forma general como $ARIMA(p,d,q)$, en donde "d" indica el orden de integración de la variable, o el número de veces que debió ser diferenciada para transformarse en estacionaria.