

M/409.4

Ej 1

C. E. S.
Centro Estadístico de Servicios
DIRECCION DE DIFUSION
I.N.D.E.C.

26 ABR 2000

SINTESIS METODOLOGICA

ESTIMADOR MENSUAL INDUSTRIAL

Ajuste Estacional y Estimador EMI Ajustado

Abril de 2000

INDEC

CONTENIDOS

	Pag.
1. Introducción.....	1
2. Ajuste estacional.....	2
2.1 Ajuste estacional mediante el X12-ARIMA.....	2
2.2 Revisión de las opciones con el programa X11-ARIMA versión 2000.....	5
2.3 Estudio Metodológico: Método Directo versus Método Indirecto.....	6
3. Presentación de un nuevo Indicador: EMI Ajustado.....	13
Referencias.....	15
Anexo	

SINTESIS METODOLOGICA¹

1. Introducción:

El modelo tradicional de descomposición de una serie de tiempo supone que la misma está constituida por las siguientes componentes:

- **Ciclo:** Es una oscilación casi periódica que dura más de un año y que se caracteriza por épocas de expansión y contracción alternativas.
- **Tendencia:** Es una variación lenta a lo largo de los años, que pone en evidencia cambios estructurales del fenómeno en estudio.
- **Estacionalidad:** Es el conjunto de fluctuaciones intraanuales que se repiten más o menos regularmente todos los años.
- **Variación por días de actividad:** Es la variación debida al número de veces que ocurre cada día de la semana en un cierto mes. Esta componente suele estar presente en series mensuales de tipo flujo, es decir, en aquellas en que el dato mensual es acumulación de valores diarios.
- **Efecto Pascua:** Este es un feriado móvil que puede ocurrir a fines de Marzo o en el mes de Abril. Estos cambios pueden introducir serias distorsiones en las variaciones porcentuales mensuales (o trimestrales de acuerdo a la periodicidad de la serie en estudio). Además se calcula el impacto gradual de este feriado que afecta los días previos (build-up).
- **Irregularidad:** Es el residuo no explicado por las componentes antes mencionadas. Representa no sólo errores de medición o registro sino también eventos temporarios externos a la serie, que afectan su comportamiento.

¹ **Agradecimientos:** La Dra. Estela Bee Dagum efectuó dos consultorías en 1999 para el INDEC en las que trabajó activamente en la revisión del Método de Desestacionalización del EMI, y de otros indicadores de corto plazo. En el corriente año se contó con su valiosa colaboración mediante comunicaciones electrónicas.

Asimismo, el Dr. Jacob Ryten aportó interesantes sugerencias.

Si la componente estacional es significativa, su presencia puede oscurecer la evolución real de la serie. Entonces se hace necesario contar con métodos que permitan eliminar las variaciones estacionales y, eventualmente, las debidas a los días de actividad, dando como resultado la serie estacionalmente ajustada.

Los métodos de estimación de las componentes de una serie de tiempo se pueden clasificar básicamente en dos grandes categorías: métodos de regresión y métodos basados en promedios móviles.

Los métodos de regresión suponen que las componentes tendencia, ciclo y estacionalidad son funciones determinísticas del tiempo que pueden ser aproximadas por funciones simples.

En cambio, los métodos basados en promedios móviles suponen que las componentes son estocásticas y no pueden ser aproximadas por funciones simples sobre el rango total de la serie. Debido a las características de estos métodos, las componentes estimadas sufren modificaciones cada vez que un nuevo dato se incorpora a la serie original.

2. Ajuste Estacional

2.1 Ajuste estacional mediante el X12 - ARIMA.

Desde 1998 hasta Febrero de 2000 el programa de desestacionalización utilizado por INDEC fue el X12-ARIMA del Bureau of the Census, que pertenece a la clase de métodos basados en promedios móviles. La base del método X12-ARIMA es el X11-ARIMA, desarrollado por Statistics Canada (Dagum, 1988).

El proceso de desestacionalización llevado a cabo, tanto por el X12-ARIMA como por el X11-ARIMA consta de las siguientes etapas:

- **Corrección de la serie original con factores a priori.** Esta es una corrección temporal suministrada por el usuario que permite mejorar la estimación de las componentes ante la presencia de valores atípicos.

- **Ajuste de la serie original o corregida a priori mediante un modelo SARIMA (Box y Jenkins, 1976).** El programa ajusta y estima un conjunto de modelos en forma automática y verifica para cada uno de ellos el cumplimiento de ciertos requisitos: prueba aleatoriedad de los residuos del modelo, calcula el error de pronóstico porcentual promedio de los tres últimos años y controla evidencias de sobrediferenciación. El usuario puede imponer la utilización de cualquier modelo SARIMA, si lo considera adecuado, aún cuando éste no satisfaga alguno de los requisitos mencionados.
- **Extrapolación.** En caso de contarse con un modelo SARIMA, se extiende la serie original o corregida, en uno o ambos extremos, con uno o más años de datos extrapolados. El uso de series extendidas permite mejorar la calidad de las estimaciones de las componentes para los últimos períodos y reducir significativamente la magnitud de las revisiones.
- **Ajuste estacional de la serie original o extendida mediante el método X11.** Se considera que la serie se relaciona con las componentes en forma multiplicativa, aditiva o log-aditiva. Así, por ejemplo en el caso multiplicativo:

$$O_t = TC_t \cdot S_t \cdot TD_t \cdot I_t$$

siendo

O_t la observación original de la serie en el tiempo t

TC_t la componente tendencia-ciclo del tiempo t

S_t la componente estacional del tiempo t

TD_t la componente de variación por días de actividad (opcional) del tiempo t

I_t la componente irregular del tiempo t

La tendencia y el ciclo se consideran como una única componente denominada Tendencia-Ciclo, pues resulta difícil poder aislarlas, especialmente en series cortas.

Las componentes principales TC_t y S_t se estiman en forma iterativa mediante el suavizado con promedios móviles de longitud y pesos adecuados. El programa provee tests que permiten confirmar la presencia de estacionalidad estable (patrón estacional que se repite en forma regular) y de estacionalidad móvil (patrón estacional que cambia a través del tiempo). En base a ambos tipos de test se determina si hay estacionalidad identificable en la serie.

También el método X11-ARIMA provee una serie de medidas de control que combinadas dan lugar al indicador Q, que permite evaluar el ajuste realizado, además de otras medidas de análisis, tales como la contribución de cada componente a la varianza de la serie original.

Cuando se ajustan estacionalmente series que son agregados de varias, como es el caso de las series que son objeto de este estudio hay dos formas posibles de realizar el ajuste: el método directo y el método indirecto. El método directo simplemente consiste en ajustar estacionalmente la serie de datos agregados, mientras que el método indirecto consiste en ajustar estacionalmente cada serie componente y agregar las series estacionalmente ajustadas. En general, ambos métodos producen series distintas debido a las no linealidades involucradas. El programa provee dos medidas que permiten decidir cuál de los métodos es el más adecuado, denominadas “medidas de rugosidad”.

Utilizando el programa X12-ARIMA, se realizó el ajuste estacional mediante el método directo del Estimador Mensual Industrial extendido con el Índice de Volumen Físico.

Las opciones utilizadas, que fueron seleccionadas en 1998, son las siguientes:

- Extensión con un año de pronósticos mediante el modelo $(2,1,2) (0,1,1)_{12}$. Dado que este modelo no es parsimonioso se mejoró la estimación de sus parámetros mediante la detección de valores atípicos y cambios de nivel.
- Variación por días de actividad.
- Henderson de 13-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: $3 \times 5, 3 \times 5, 3 \times 5$

2.2 Revisión de las opciones con el programa X11- ARIMA versión 2000.

A sugerencia de la Dra. Estela Bee Dagum se decidió el cambio de software al X11-ARIMA versión 2000 ya que es el programa oficial de desestacionalización de las oficinas de estadística de primer nivel mundial. Además este software, que tiene el aval de Statistics Canada, tiene resuelta la problemática del año 2000. Por otra parte el programa X12-ARIMA, si bien se encuentra en su etapa final, no ha sido oficializado hasta el momento por el Bureau of the Census de EE.UU.

Cabe recordar que las opciones de los programas de desestacionalización deben sufrir revisiones periódicas, usualmente anuales, ya que a medida que se incorpora nueva información a las series pueden producirse cambios estructurales que hacen convenientes estas actualizaciones. Habiendo transcurrido dos años desde la última actualización, se hace necesario realizar una revisión de las mismas, teniendo en cuenta principios internacionalmente aceptados.

Cuando en 1996 se inició la publicación de la versión desestacionalizada del EMI, la historia de la serie era demasiado corta para permitir un ajuste estacional adecuado. Como el EMI constituía un indicador de avance del Indicador de Volumen Físico (IVF) con el que estaba altamente correlacionado, se decidió extenderlo con el IVF sólo a los fines de la desestacionalización.

Dado que la serie del EMI puro cuenta con 6 años completos de historia, a partir de Febrero de 2000 es posible obtener una versión desestacionalizada independiente del IVF.

El ajuste estacional realizado mediante el programa X11 – ARIMA (versión 2000) por el Método Directo, indicó que las opciones más adecuadas son las siguientes:

- Extensión con un año de pronósticos mediante el modelo $\log(0, 1, 1)(0, 1, 1)_{12}$. Cabe destacar que este es un modelo parsimonioso.
- Variación por días de actividad
- Henderson de 13-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: $3 \times 3, 3 \times 5, 3 \times 5$.

2.3 Estudio metodológico: Método Directo versus Método Indirecto.

Adicionalmente a las actualizaciones antes comentadas, se llevó a cabo una desestacionalización alternativa del EMI utilizando el denominado Método Indirecto. A tal efecto se utilizó el Método X11-ARIMA versión 2000 con opciones no standard para cada una de las 11 series que componen el EMI.

De ese estudio se concluye que las componentes “Productos de Caucho y de Plástico” y “Productos de Tabaco” deben intervenir en el método indirecto sin desestacionalizar. A continuación se presenta un cuadro con distintas medidas provistas por el X11-ARIMA para evaluar los ajustes. En la columna “Test F” se indica el valor del estadístico F del test de estacionalidad estable. Se considera que hay estacionalidad estable en la serie si el valor del estadístico F es mayor que 7. En la columna “Estacionalidad identificable” un “SI” significa que el método puede identificar y estimar la estacionalidad presente en la serie. En las columnas encabezadas “I”, “T-C”, “S” y “TD” se presenta la contribución de las componentes Irregular, Tendencia-Ciclo, Estacional y Variación por días de actividad a la varianza de la serie original. En la columna “Modelo” se describe el modelo seleccionado por el programa X11-ARIMA para la extensión de la serie. La última columna es el valor del estadístico global Q de calidad del ajuste. Se consideran aceptables valores de Q menores que 1.

Bloque	Pesos	Test F	Estacionalidad Identificable	I	T-C	S	TD	Modelo	Q
Productos Alimenticios y Bebidas	22.1	105.8	Sí	3.58	2.05	91.14	3.36	Log (0,1,1) (0,1,1)	0.35
Productos de Tabaco	1.7								
Productos Textiles	5.2	39.3	Sí	8.89	6.41	84.7	0	Log (0,1,1) (0,1,1)	0.45
Papel y Cartón	8.8	22.5	Sí	13.76	12.34	70.71	3.20	Log (0,1,1) (0,1,1)	0.60*
Refinación de Petróleo	8.7	11.3	Sí	20.43	20.10	53.54	5.93	Log (0,1,1) (0,1,1)	0.89*
Sustancias y Productos Químicos	15.9	15.8	Sí	16.29	19.08	62.68	1.95	Log (0,1,1) (0,1,1)	0.78*
Productos de Caucho y Plástico	3.6								
Productos Minerales no Metálicos	4.9	15.7	Sí	9.86	20.42	68.31	1.41	Log (0,1,1) (0,1,1)	0.52
Industrias Metálicas básicas	3.5	22.4	Sí	14.39	12.34	73.27	0	Log (0,1,1) (0,1,1)	0.61*
Vehículos Automotores	9.2	20.7	Sí	16.81	13.15	69.58	0.46	-----	0.80*
Metalmeccánicas excluidas la industria automotriz	16.4	16.0	Sí	10.06	22.99	58.7	8.25	Log (0,1,1) (0,1,1)	0.44*
Total directo	---	50.0	Sí	4.20	6.58	87.2	2.02	Log (0,1,1) (0,1,1)	0.37
Total Indirecto	---	40.0	Sí	5.13	8.47	86.39	0	Log (0,1,1) (0,1,1)	0.78*

(*) Fallan algunas de las 11 medidas de diagnóstico que provee el X11-ARIMA versión 2000 para el cálculo del estadístico Q.

Estas medidas del ajuste corresponden a las opciones siguientes:

1. Productos Alimenticios y Bebidas:

- variación por días de actividad
- efecto Pascua (buildup 1)
- Henderson de 13-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: 3x3, 3x5, 3x5
- Extensión con un año de pronósticos mediante el modelo $\log(0, 1, 1)(0, 1, 1)$

2. Productos Textiles:

- efecto Pascua (buildup 4)
- Henderson de 13-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: 3x3, 3x5, 3x5
- Extensión con un año de pronósticos mediante el modelo $\log(0, 1, 1)(0, 1, 1)$

3. Papel y Cartón:

- variación por días de actividad
- Henderson de 13-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: 3x9, 3x9, 3x9
- Extensión con un año de pronósticos mediante el modelo $\log(0, 1, 1)(0, 1, 1)$

4. Refinación de Petróleo:

- variación por días de actividad
- Henderson de 9-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: 3x5, 3x5, 3x5
- Extensión con un año de pronósticos mediante el modelo $\log(0, 1, 1)(0, 1, 1)$

5. Substancias y Productos Químicos:

- variación por días de actividad
- Henderson de 9-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: 3x5, 3x5, 3x5
- Extensión con un año de pronósticos mediante el modelo $\log(0, 1, 1)(0, 1, 1)$

6. Productos Minerales no Metálicos:

- variación por días de actividad
- Henderson de 13-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: 3x3, 3x5, 3x5
- Extensión con un año de pronósticos mediante el modelo $\log(0, 1, 1)(0, 1, 1)$

7. Industrias Metálicas Básicas:

- variación por días de actividad
- Henderson de 13-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: 3x3, 3x5, 3x5
- Extensión con un año de pronósticos mediante el modelo $\log(0, 1, 1)(0, 1, 1)$

8. Vehículos Automotores:

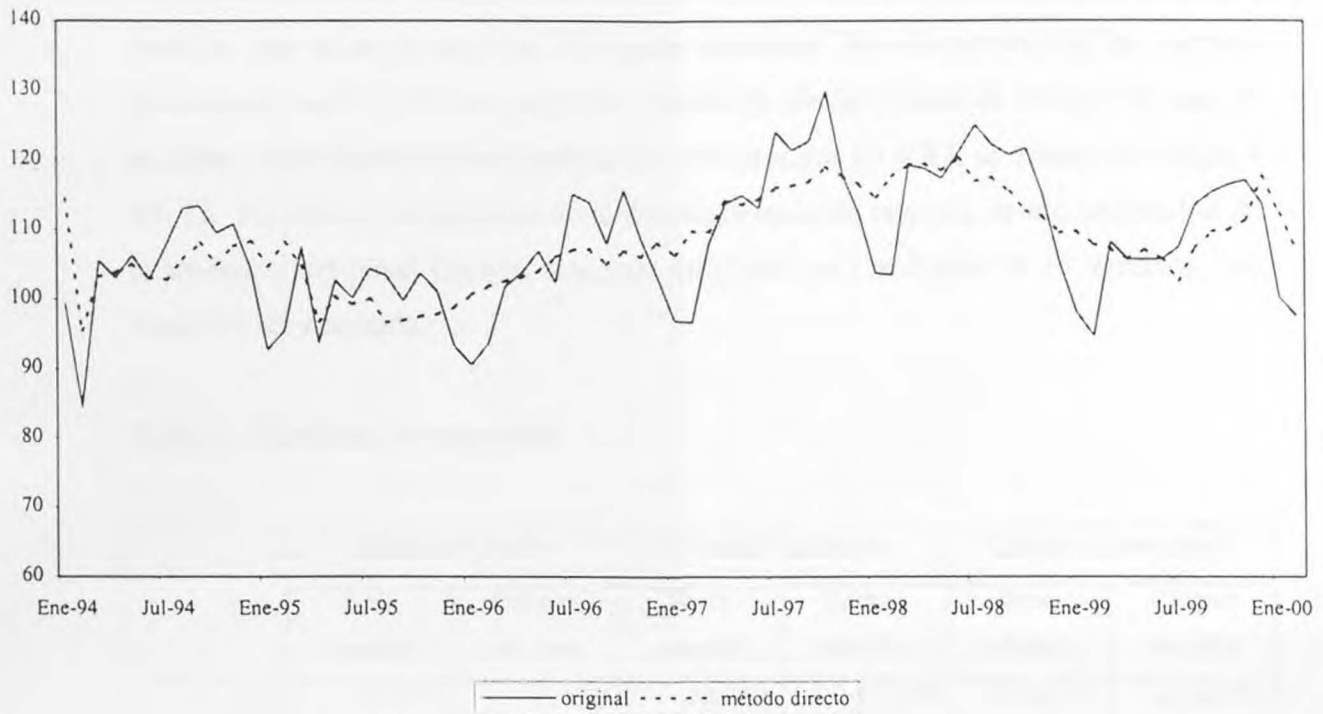
- variación por días de actividad
- Henderson de 13-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: 3x5, 3x5, 3x5

9. Metalmecánica excluida Industria Automotriz:

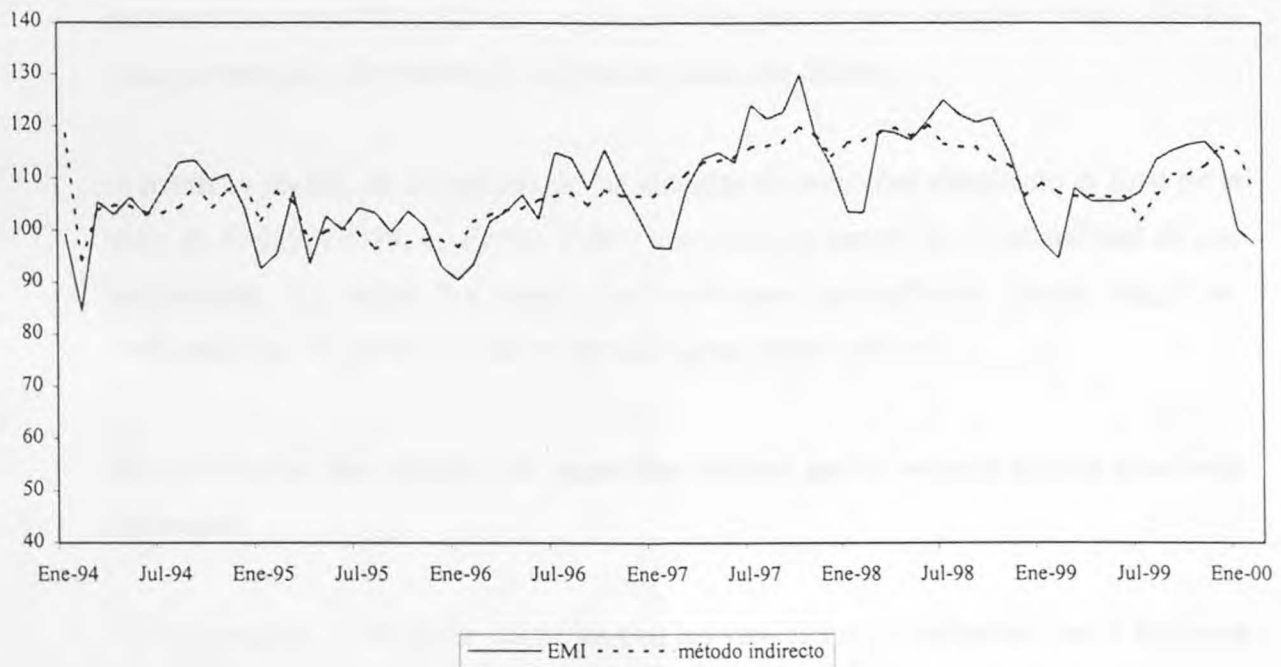
- variación por días de actividad
- efecto Pascua (buildup 4)
- Henderson de 9-términos para estimar la componente tendencia
- Promedios móviles para estimar la componente estacional: 3x9, 3x9, 3x9
- Extensión con un año de pronósticos mediante el modelo $\log(0, 1, 1)(0, 1, 1)$

En el Anexo se presentan los gráficos de las componentes y sus versiones desestacionalizadas y, a continuación, los gráficos del Nivel General junto con la versión desestacionalizada por el método directo e indirecto respectivamente.

Emi general - Series original y desestacionalizadas por el método directo.



EMI- Serie original y desestacionalizada con el método indirecto



Se adjuntan las medidas de rugosidad R1 y R2 que permiten comparar ambos métodos hasta el mes de Febrero de 2000. Se considera que es mejor ajustar mediante el método indirecto cuando los cambios porcentuales en R1 y R2 son positivos pues éstas son medidas que miden la suavidad del ajuste estacional. Por el contrario, si los cambios porcentuales en R1 y R2 son negativos, resulta favorecido el método directo. En caso de no haber coincidencia en los diagnósticos provistos por R1 y R2, se deberá privilegiar a R1. La R2 mide el alejamiento de la desestacionalizada respecto de una estimación de la tendencia del Nivel General realizada utilizando un Henderson de 13 términos, que puede no ser adecuada.

Tabla 1: Medidas de rugosidad.

	Método directo		Método indirecto		Cambio porcentual	
	Serie completa	Ultimos tres años	Serie completa	Ultimos tres años	Serie completa	Ultimos tres años
R1	11.674	6.488	16.185	7.037	-38.641%	-8.461%
R2	4.788	2.876	6.185	2.931	-29.173%	-1.911%

Como se puede observar en la Tabla 1 durante el período Ene94-Feb00, los cambios porcentuales entre R1 y R2 son negativos tanto para la serie completa como para los últimos tres años, favoreciendo claramente al método directo.

Además se realizó de un estudio de las medidas de rugosidad simulando el final de la serie en Ene99, Feb99, ..., Ene00, Feb00 con el fin de comprobar la estabilidad de este diagnóstico. En todos los casos, las variaciones porcentuales fueron negativas, indicando que el método directo es menos rugoso que el indirecto.

En conclusión, las medidas de rugosidad indican que el método directo es el más adecuado.

A continuación, se incluyen las tablas con las variaciones porcentuales mes a mes para la serie original del Nivel General y para la desestacionalizada por el método directo.

Tabla 2: Variaciones porcentuales en la Serie Original.

Año	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Enero		-11.2	-2.9	-6.1	-7.7	-6.9	-11.8
Febrero	-15.1	3.1	3.5	-0.2	-0.1	-3.4	-2.5
Marzo	25.0	12.5	8.7	11.8	15.2	14.3	
Abril	-2.5	-12.9	1.8	5.3	-0.4	-2.2	
Mayo	3.2	9.6	3.1	1.0	-1.1	-0.1	
Junio	-3.4	-2.5	-4.3	-1.6	3.1	-0.1	
Julio	5.0	4.2	12.5	9.8	3.3	1.7	
Agosto	4.8	-0.9	-1.0	-2.1	-2.3	5.7	
Setiembre	0.4	-3.5	-5.3	1.1	-1.1	1.6	
Octubre	-3.5	4.0	7.3	5.9	0.7	0.9	
Noviembre	1.2	-2.7	-6.2	-9.2	-5.5	0.5	
Diciembre	-5.8	-7.7	-5.0	-4.8	-8.3	-2.9	

Tabla 3: Variaciones porcentuales en la Serie Desestacionalizada (Método Directo).

Año	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Enero		-3.4	1.8	-1.7	-1.6	0.2	-4.6
Febrero	-16.6	3.3	1.2	3.1	2.7	-1.7	-4.5
Marzo	8.2	-3.2	0.8	0.1	1.4	-0.6	
Abril	0.6	-7.5	0.5	4.1	0.1	-1.5	
Mayo	1.3	3.6	0.9	-0.6	-0.9	1.4	
Junio	-2.0	-1.1	1.9	0.8	1.6	-1.3	
Julio	-0.2	0.8	1.1	1.4	-2.8	-2.9	
Agosto	2.8	-3.5	0.1	0.3	0.5	4.6	
Setiembre	2.2	0.3	-2.0	0.5	-1.8	2.2	
Octubre	-2.8	0.7	1.8	1.7	-2.4	0.2	
Noviembre	2.5	0.3	-0.9	-1.1	-0.7	1.4	
Diciembre	0.6	1.0	2.0	-1.0	-2.0	5.6	

3. Presentación de un nuevo Indicador: EMI Ajustado.

Es de gran interés estudiar la evolución de la serie en el corto plazo, para lo cual resulta esencial descubrir su comportamiento sin la influencia de las componentes irregular y estacional.

La Dra. Estela Dagum, en su reciente visita a INDEC, recomendó la publicación de información relativa a la tendencia-ciclo usando una nueva metodología de estimación, denominada en esta síntesis como Tendencia "D". Este estimador será llamado EMI Ajustado en los Comunicados de Prensa del INDEC.

Esta nueva metodología representa un avance con respecto al método tradicional de estimación propuesto en los programas X11-ARIMA ó X12-ARIMA que resulta muy inestable para los últimos valores de la tendencia-ciclo.

En síntesis sus ventajas son las siguientes:

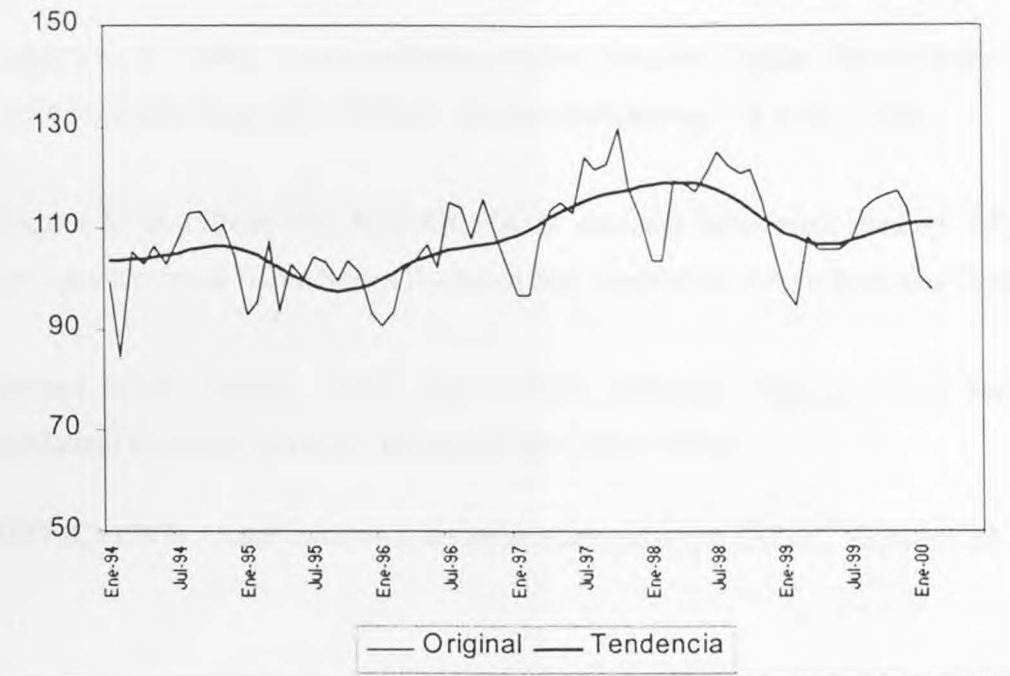
- permite dar estimaciones confiables hasta el último valor de la serie
- reduce la magnitud de las revisiones
- disminuye el número de falsos puntos de retorno
- permite detectar con pocos meses de demora los puntos de retorno cíclicos verdaderos

El estimador de la tendencia propuesto por la Dra Dagum (1996) consiste esencialmente en un suavizado especial de la serie desestacionalizada obtenida mediante un postprocesamiento, utilizando opciones específicas. Dichas opciones son:

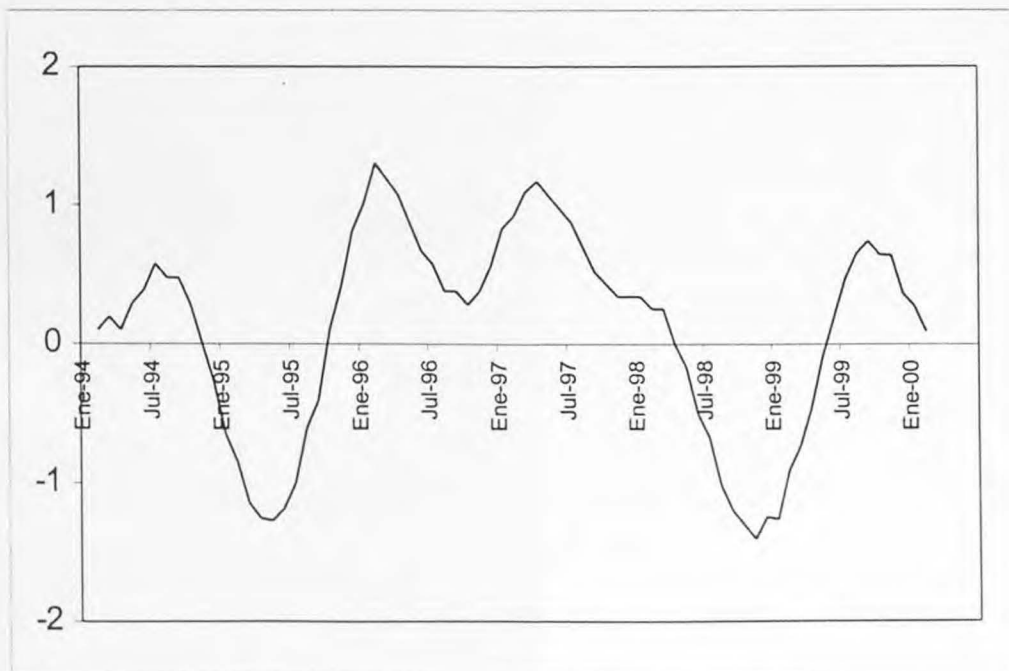
- Extensión de la serie desestacionalizada, modificada por valores extremos, con el modelo $\log(0,1,1)(0,0,1)_{12}$
- Henderson de 13- términos para estimar la tendencia usando límites más estrictos para la identificación y reemplazo de los valores extremos.

A continuación se incluyen los gráficos de la serie original junto con la Tendencia "D" y el de la evolución de las variaciones porcentuales correspondientes a la Tendencia "D" a lo largo de la historia de la serie.

Tendencia - Ciclo Estimada



Variaciones Porcentuales en la Tendencia-Ciclo



Referencias:

Dagum E. B. (1996) A new method to reduce unwanted ripples and revisions in trend-cycle estimates from X11-ARIMA. *Survey Methodology*. **22** (1) p. 77-83.

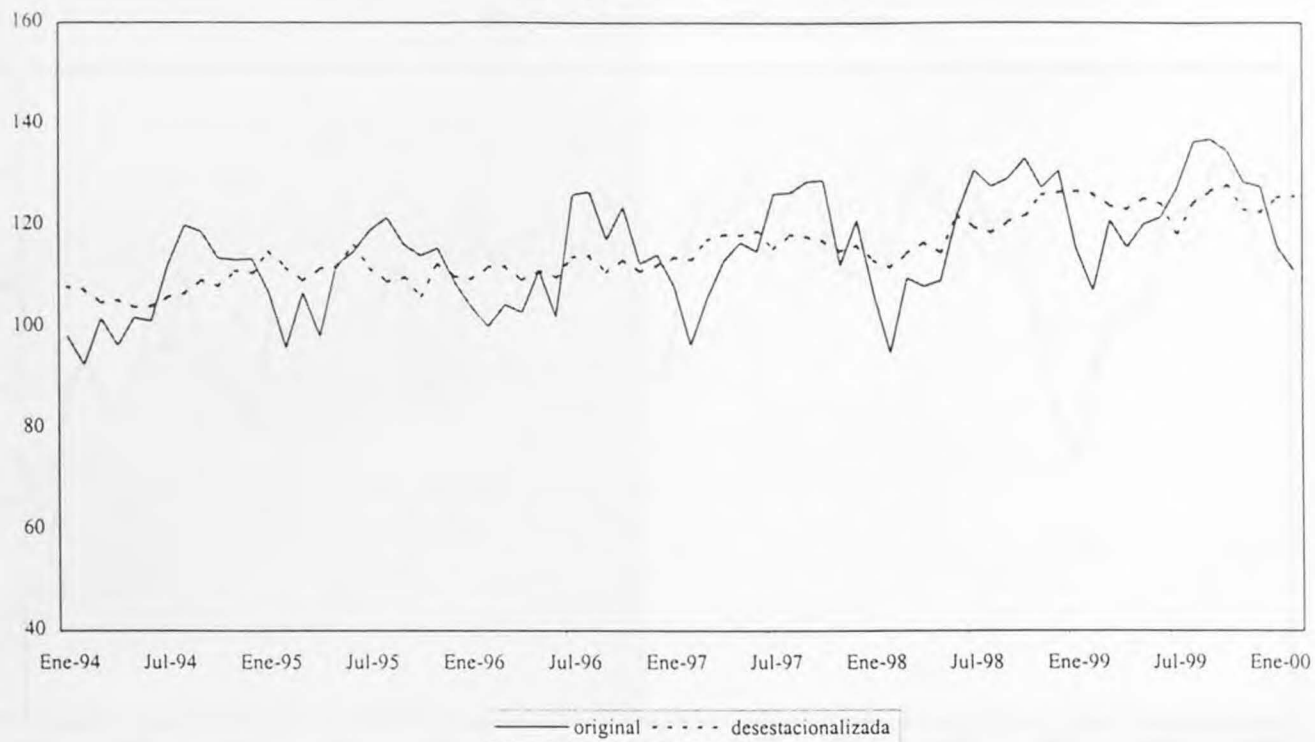
Dagum E. B. (1988) The X11-ARIMA/88 seasonal adjustment method. Foundations and user's manual. Time Series Research and Analysis Division. Statistics Canada.

Bureau of the Census. (1999) X12-ARIMA. Reference Manual. Time Series Staff. Statistical Research Division. Bureau of the Census. USA.

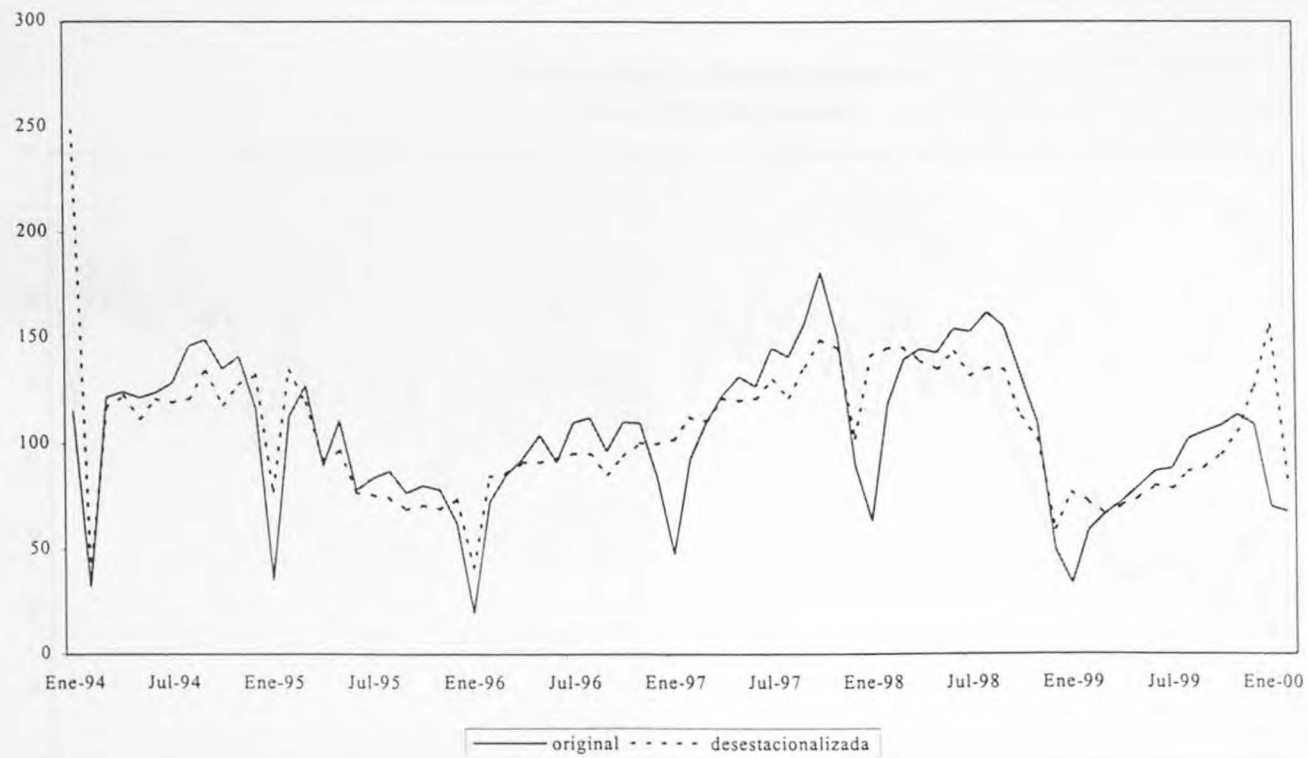
INDEC (1999) Ajuste estacional de series elaboradas por INDEC. *Estudios* **33**.

**ANEXO : GRAFICO DE LAS 11 SERIES COMPONENTES
DEL EMI CON LAS CORRESPONDIENTES SERIES
DESESTACIONALIZADAS.**

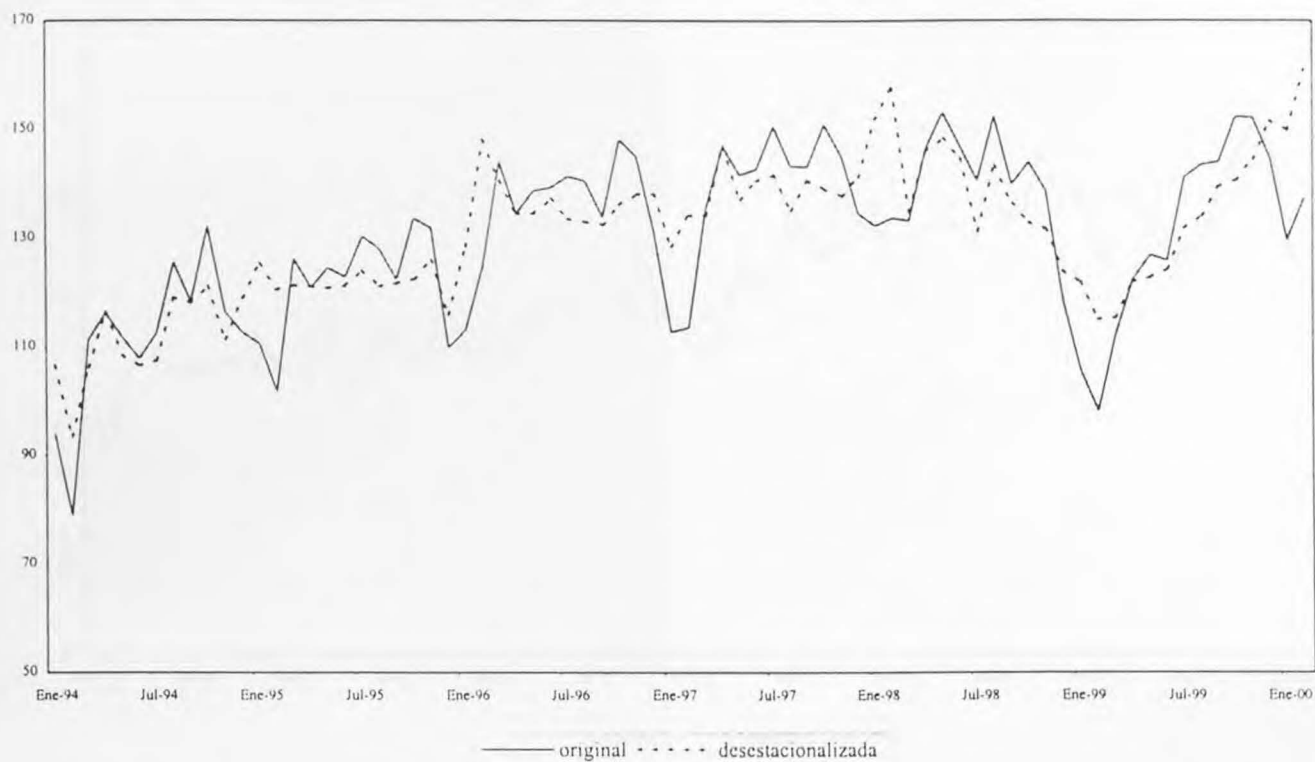
Series original y desestacionalizada
Bloque Productos alimenticios.



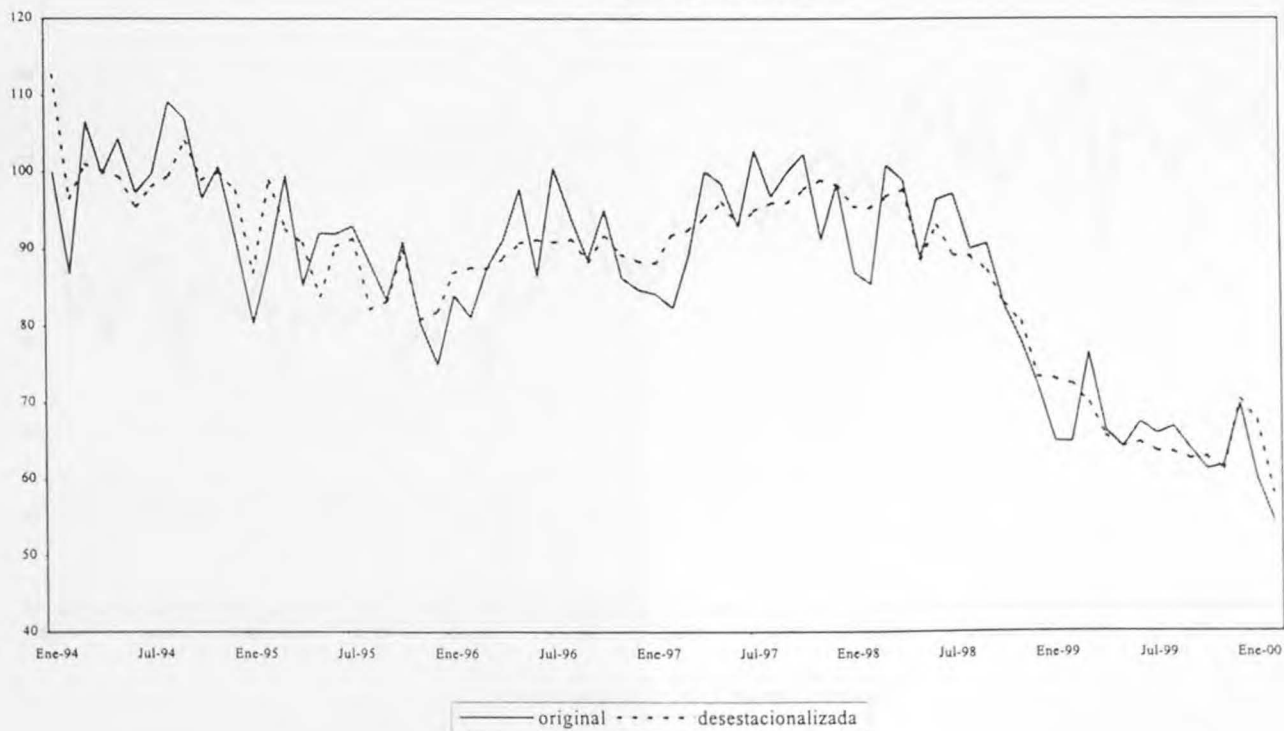
Series original y desestacionalizada
Bloque Vehículos automotores.



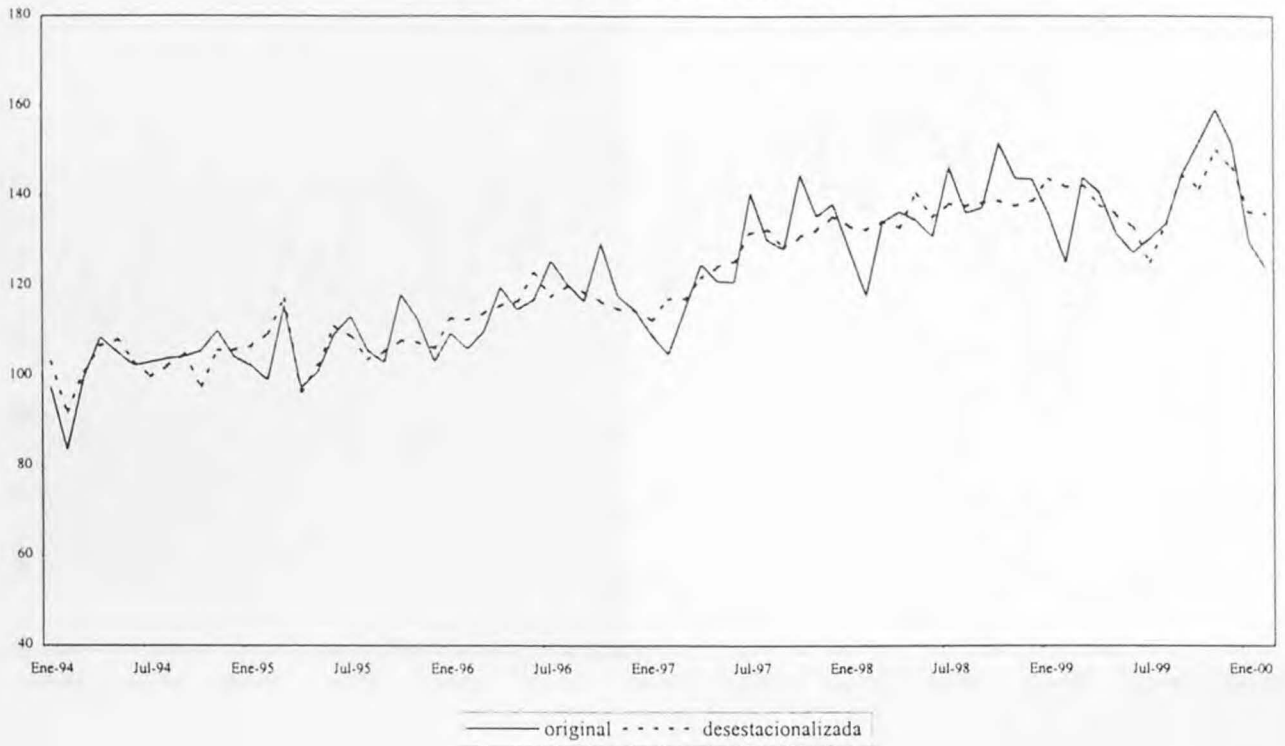
Series original y desestacionalizada
Bloque Industrias metálicas básicas.



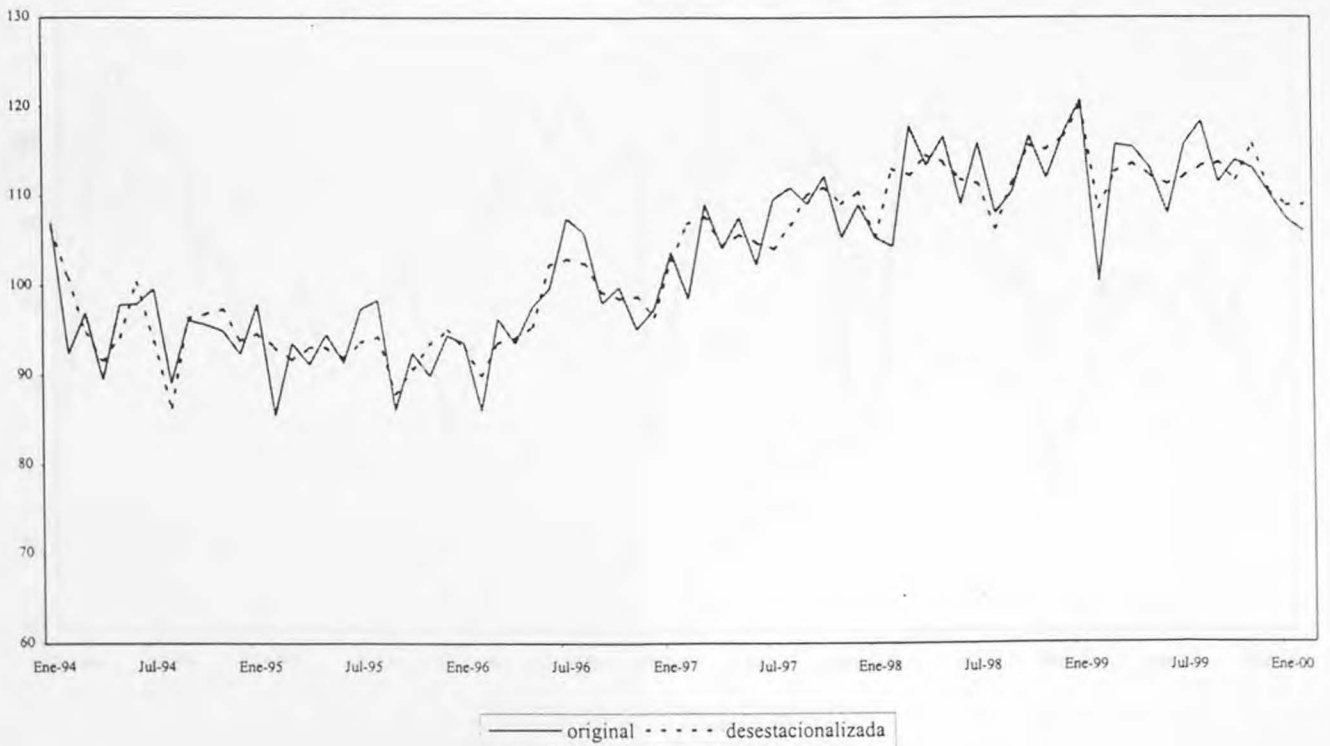
Series original y desestacionalizada
Bloque Metalmecánica.



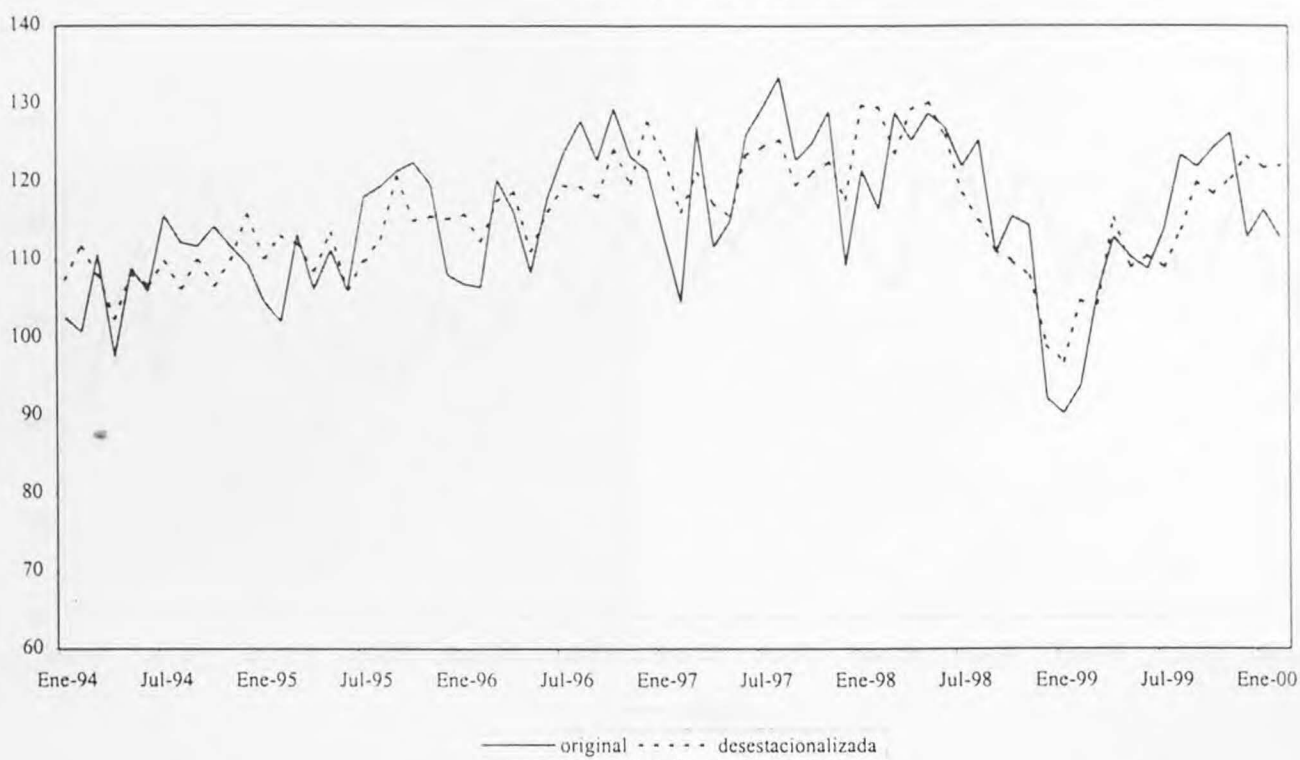
Series original y desestacionalizada
Bloque Sustancias y productos químicos.



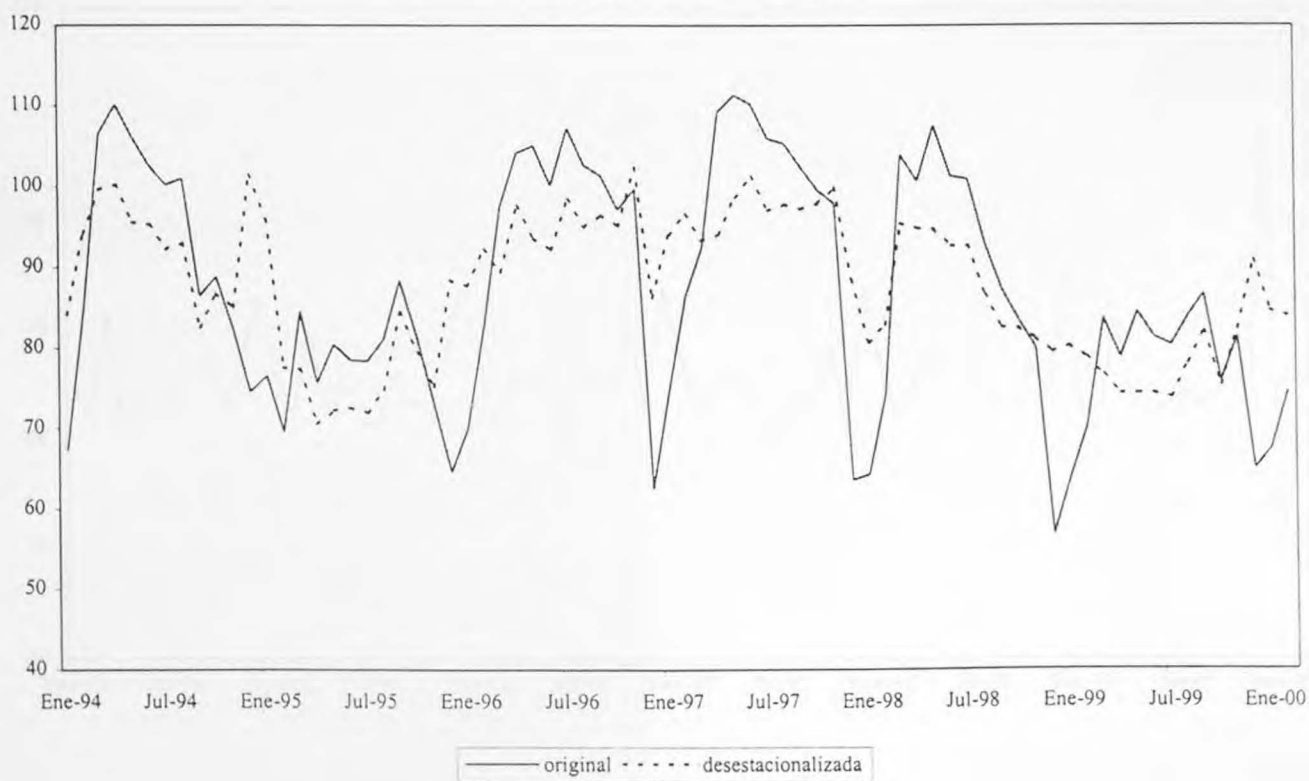
Series original y desestacionalizada
Bloque Refinación del petróleo.



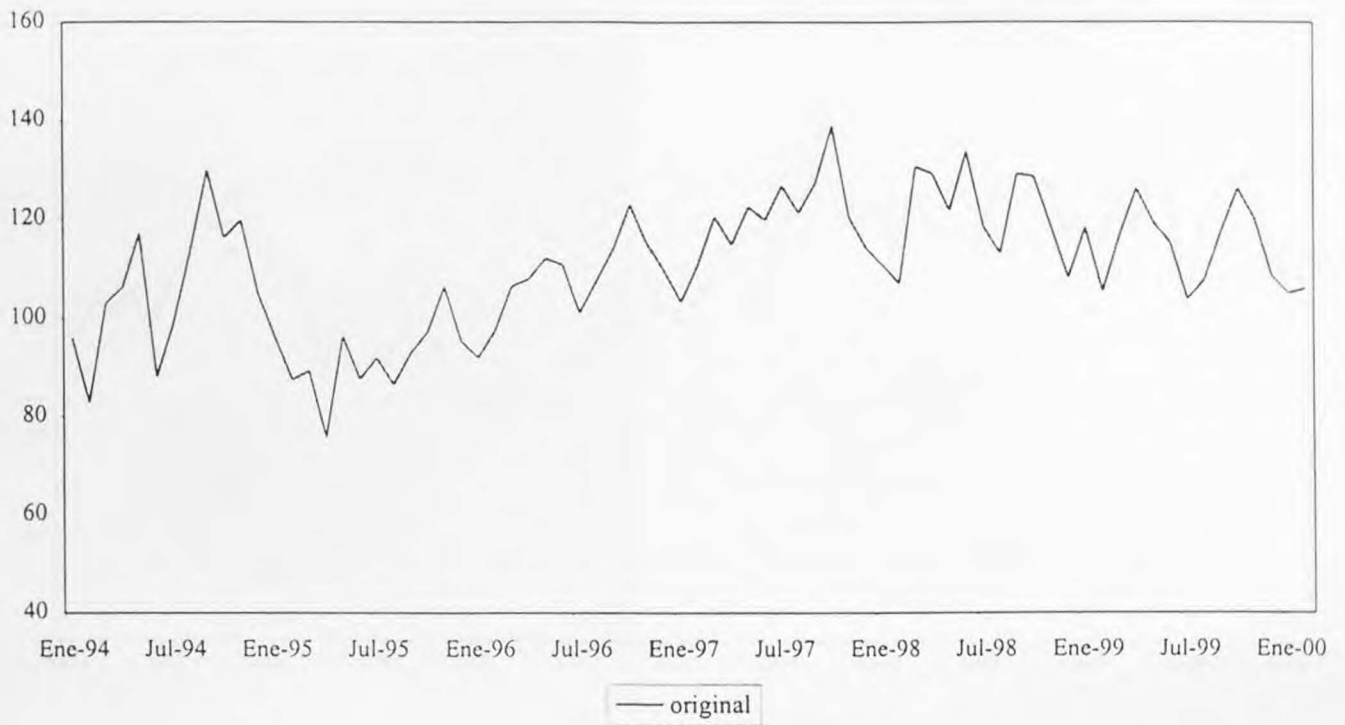
Series original y desestacionalizada
Bloque Papel y cartón.



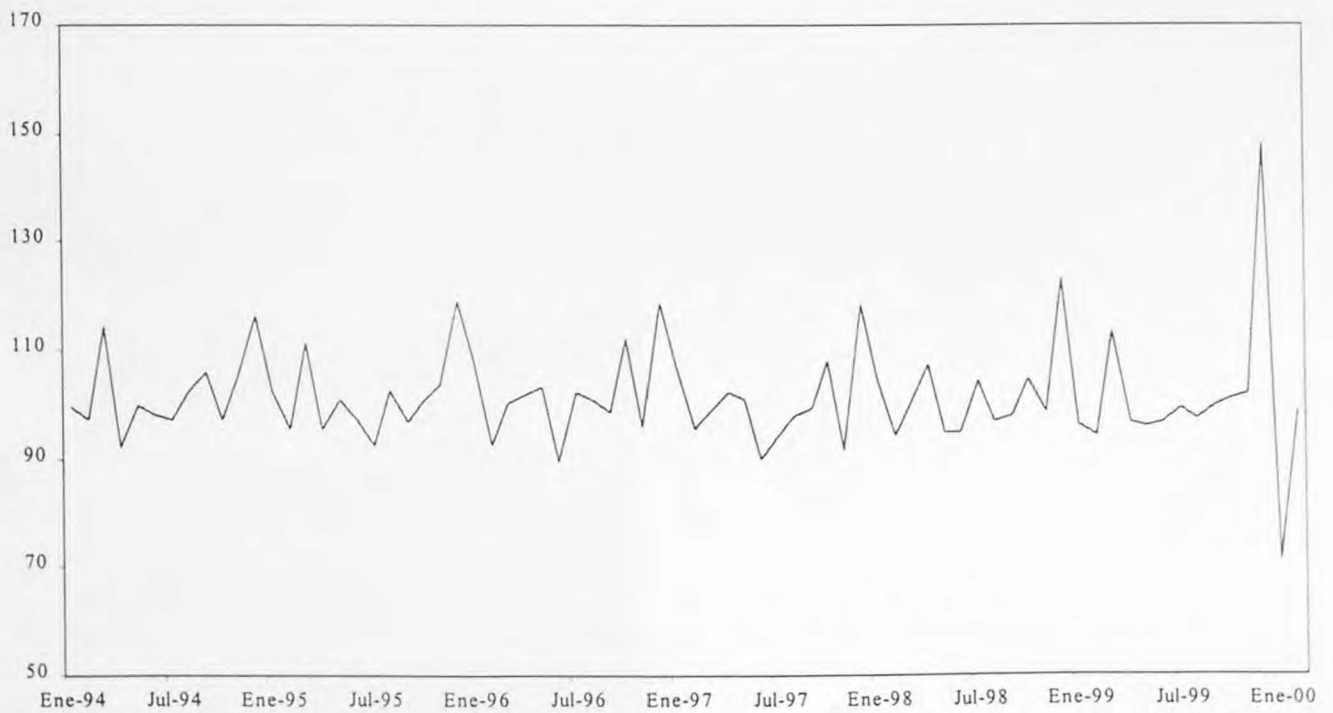
Series original y desestacionalizada
Bloque Productos textiles.



Bloque Productos de caucho y plástico.



Bloque Productos de tabaco.



Series original y desestacionalizada
Bloque Productos minerales no metálicos.

