



Centro de Estudios Económicos

www.colmex.mx

El Colegio de México, A.C.

Serie documentos de trabajo

**MEDICIÓN DE LOS EFECTOS INFLACIONARIOS CAUSADOS
POR ALGUNAS DECISIONES GUBERNAMENTALES:
TEORÍA Y APLICACIONES DE ANÁLISIS DE INTERVENCIÓN**

Víctor M. Guerrero
Banco de México

DOCUMENTO DE TRABAJO

Núm. V - 1982

MEDICION DE LOS EFECTOS INFLACIONARIOS CAUSADOS POR ALGUNAS
DECISIONES GUBERNAMENTALES:
TEORIA Y APLICACIONES DEL ANALISIS DE INTERVENCION

Víctor M. Guerrero

Banco de México

MEDICION DE LOS EFECTOS INFLACIONARIOS CAUSADOS POR ALGUNAS
DECISIONES GUBERNAMENTALES:
TEORIA Y APLICACIONES DEL ANALISIS DE INTERVENCION

por

Víctor M. Guerrero^{*/}

I) Análisis de Intervención: Teoría

La técnica de análisis de intervención que aquí se discutirá está basada en el trabajo de Box y Tiao.^{1/} Una intervención puede interpretarse como la ocurrencia de un evento exógeno al comportamiento histórico de la variable en estudio; tal intervención podría ser un cambio en política económica como los ocurridos con las devaluaciones de la moneda mexicana en septiembre de 1976 y en febrero de 1982, o la inclusión de nuevas políticas fiscales, como podría ser el establecimiento del Impuesto sobre el Valor Agregado (IVA) en enero de 1981.

Supóngase que se cuenta con el registro cronológico de una variable Z , registro conocido como serie de tiempo y denotado por $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_N\}$ o simplemente por $\{Z_t\}$. De

^{*/} La elaboración de este trabajo fue posible gracias a la valiosa ayu-dantía de investigación brindada por Odette Barrón. Igualmente se desea agradecer el apoyo y los comentarios de Gabriel Vera y la eficiente mecanografía del documento realizada por Ma. del Rocío Barragán.

1/ Véase Box y Tiao (1975)

hecho, la información por analizar en este trabajo se presenta en forma de series de tiempo mensuales; además, la metodología del análisis de intervención presentado más adelante se basa en la estrategia más eficiente que se conoce para construir modelos de series de tiempo, esto es, la de Box y Jenkins.^{2/}

El método de Box y Jenkins es en realidad un proceso iterativo de construcción de modelos que consta de las siguientes etapas: identificación del modelo, estimación de los parámetros involucrados y verificación de los supuestos en que se fundamenta el modelo; dichas etapas se repiten tantas veces como sea necesario hasta que la verificación indique una satisfacción aproximada de los supuestos; entonces se tiene ya construido un modelo para la serie de tiempo que es útil ya sea para pronosticar, para simular o para explicar el comportamiento de la variable en estudio. Dentro de la primera etapa del método de Box y Jenkins, importa notar que se supone que la serie es estacionaria^{3/}; esto implica en particular que la serie fluctúa aleatoriamente alrededor de un nivel medio, el cual permanece constante en el tiempo, y que la variación con respecto a este valor medio tampoco se modifica con el transcurso del tiempo. Para garantizar varianzas aproximadamente constante de una serie, puede utili

^{2/} Se recomienda consultar el libro de Box y Jenkins (1976), o bien, para un nivel más elemental, las notas de Guerrero y Vera (1981).

^{3/} Esta propiedad permite describir y estudiar a la serie a través de unos cuantos parámetros, a saber: la media, la varianzas y las autocorrelaciones.

zarse un procedimiento derivado de las aproximaciones de -- Bartlett^{4/} que permite determinar una transformación de los datos del tipo

$$T(Z_t) = \begin{cases} Z_t^{1-\delta} & \text{si } \delta \neq 1 \\ \log(Z_t) & \text{si } \delta = 1 \end{cases} \quad (1)$$

de tal manera que la serie transformada $T(Z_t)$ muestre varia ción aproximadamente constante.^{5/}

Por su parte, la metodología del análisis de inter vención consiste primero en determinar el momento en el que se introdujo algún mecanismo o alguna política que, según se piensa, pudo influir de manera exógena sobre el fenómeno de interés; luego se construye un modelo, mediante el método de Box y Jenkins, para representar a la serie durante el periodo que comprenda a la observación considerada como ini cial y a la observación inmediata anterior a la intervención; posteriormente se procede a postular una función, del tipo propuesto por Box y Tiao, para representar el efecto dinámi co de dicha intervención; acto seguido se estima el modelo completo, es decir, se estiman simultáneamente tanto los parámetros que aparezcan en la función de intervención como los del modelo previamente determinado; por último se veri-

^{4/} Véase el artículo de Bartlett (1947) o la derivación completa del -- procedimiento, que aparece en Guerrero y Vera (1981).

^{5/} Un ejemplo del uso de este procedimiento aparece en Vera y Guerrero (1981).

fica que se satisfagan los supuestos del modelo completo.

Es necesario considerar que los efectos causados directamente por la intervención de fenómenos exógenos al comportamiento de una variable al paso del tiempo, pueden ser de naturaleza muy variada. Si se piensa que la serie de tiempo (estacionaria) está constituida por dos partes -- fundamentales: una determinista que representa al nivel de la serie y otra estocástica que produce las fluctuaciones -- alrededor de dicho nivel, es posible distinguir tres tipos de efectos: (i) aquéllos que se dejan sentir como una elevación o una caída momentánea del nivel y que desaparecen sin influir sobre el comportamiento posterior de la serie; (ii) los que ejercen una influencia sostenida (no momentánea) sobre el nivel de la serie, pero dejan prácticamente intacta la estructura básica de su parte estocástica; y (iii) los efectos que, independientemente de influir o no sobre la -- parte determinista, sí alteran la estructura de la parte estocástica. Las intervenciones que causan los efectos del tipo (i) y (ii) ejemplificados gráficamente en la figura 1, son los que, de manera ortodoxa, pueden estudiarse mediante el análisis de intervención, mientras que las intervenciones causantes de efectos del tipo (iii) requerirán otro tipo de análisis de intervención, quizá un tanto ad-hoc para estudiar la serie correspondiente.

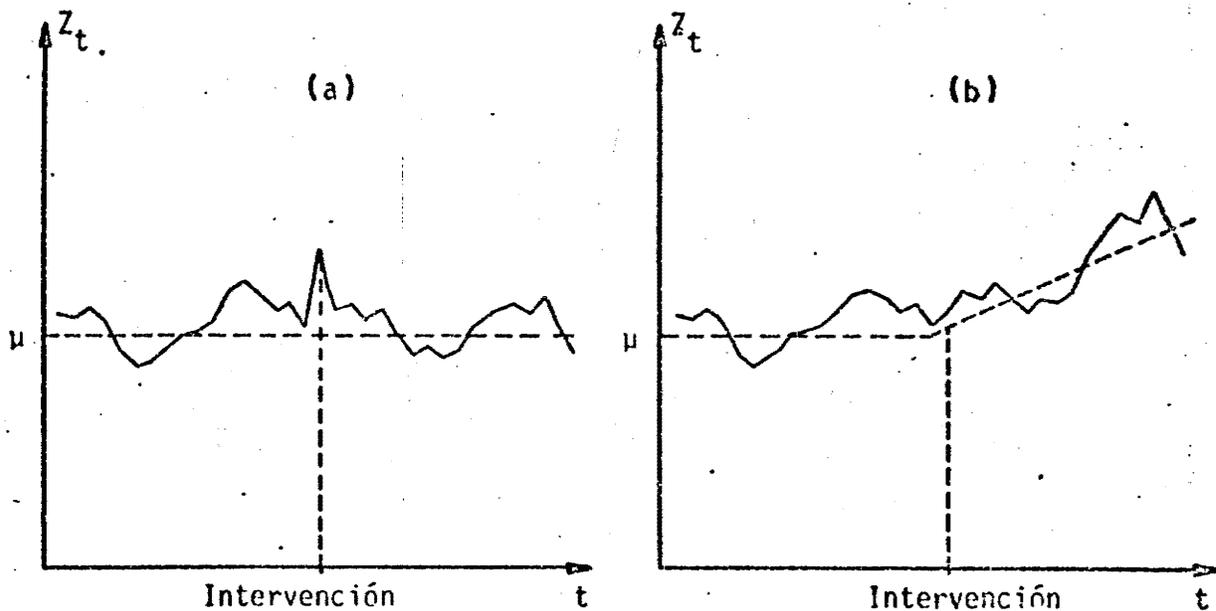


Figura 1

Gráfica de (a) Efecto tipo (i) y (b) Efecto tipo (ii) sobre $\{Z_t\}$.

El análisis de intervención puede verse como una extensión del análisis de procesos ARIMA,^{6/} ya que un modelo que contenga los efectos de una intervención puede expresarse como

$$Z_t - \mu = \epsilon_{I,t} + N_t \quad (2)$$

donde N_t es un modelo ARIMA que representa a la parte estocástica de la serie y el cual se formula en términos de polinomios de retraso de la manera siguiente

$$\phi(B) \nabla^d N_t = \theta(B) a_t \quad (3)$$

^{6/} Léase Autorregresivos (AR), Integrados (I) y de Promedios Móviles — (MA). Estos procesos son los que estudian Box y Jenkins (1976).

aquí se tiene

$$\phi(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad (4)$$

$$\nabla^d = (1-B)^d \quad (5)$$

y

$$\theta(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q \quad (6)$$

con las letras griegas ϕ_1 hasta ϕ_p que representan parámetros autorregresivos, y θ_1 hasta θ_q , parámetros de promedios móviles, mientras que B representa al operador de retraso - que cumple con

$$B^k z_t = z_{t-k} \quad \text{para } k=0,1,\dots \text{ y } t=k,k+1,\dots \quad (7)$$

∇^d es el operador diferencia definido en general mediante la expresión

$$\nabla^k z_t = \sum_{j=0}^k \frac{k!}{j!(k-j)!} (-1)^j z_{t-j} \quad \text{para } k=0,1,\dots \\ \text{y } t=k-1,k,\dots \quad (8)$$

Por su lado, el término a_t de (3) corresponde al error aleatorio que se considera como ruido blanco, es decir, a_0, a_1, a_2, \dots representan variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas conforme a una distribución normal con media cero y varianza constante σ_a^2 .

Además, en la expresión (2) aparece μ , que denota

a la media de la serie, o sea

$$E(Z_t) = \mu \quad (9)$$

y también aparece $\varepsilon_{I,t}$, que representa a la función de intervención. Dicha función de intervención debe ser tal que permita apreciar los cambios ocurridos en la serie, no tan solo en el momento en que ocurrió la intervención, sino también los que se dieron posteriormente a causa de ella, es decir, se requiere que $\varepsilon_{I,t}$ sea en realidad un Modelo Dinámico de la Intervención.

El comportamiento de una variable Z_t , observada en una escala de tiempo "discreta" (en la cual t sólo toma los valores enteros $\dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$) está dictado por las diferencias

$$\nabla Z_t, \nabla^2 Z_t, \dots, \nabla^k Z_t, \dots \quad (10)$$

de manera similar a lo que ocurre si la variable $Z(t)$ se observa en el tiempo "continuo", ya que ahí las derivadas

$$\frac{dz}{dt}, \frac{d^2z}{dt^2}, \dots, \frac{d^kz}{dt^k}, \dots \quad (11)$$

determinarían el comportamiento de la variable. Debido a esto, la función $\varepsilon_{I,t}$ se especificará, de manera general, en términos de ecuaciones en diferencia.^{7/}

^{7/} Una excelente exposición de operadores de retraso y ecuaciones en diferencia es proporcionada en Sargent (1979, Cap. IX). Véase también Chiang (1967, Cap. 16) o Guerrero y Vera (1981, Cap. 2).

Con el fin de lograr la especificación de $\epsilon_{I,t}$, es conveniente hacer uso de la Función de Pulso definida -- por

$$P_{I,t} = \begin{cases} 1 & \text{si } t=I \\ 0 & \text{si } t \neq I \end{cases} \quad (12)$$

en donde I denota al momento en el que ocurrió la intervención. Dada esta función, es entonces razonable suponer que $\epsilon_{I,t}$ pueda satisfacer una ecuación del tipo

$$(1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r) \epsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s) P_{I,t} \quad (13)$$

cuya solución específica dependerá de la condición

$$\epsilon_{I,t} = 0 \quad \text{para } t < I \quad (14)$$

la cual, lo único que indica, es que antes de ocurrir la intervención no pueden existir efectos causados por ella. -- Por ejemplo, si $r=1$ y $s=1$ en (13), se tendría

$$\epsilon_{I,t} = \delta_1 \epsilon_{I,t-1} + \omega_0 P_{I,t} - \omega_1 P_{I,t-1} \quad (15)$$

que conduce explícitamente a

$$\begin{aligned} \epsilon_{I,I} &= \omega_0 \\ \epsilon_{I,I+1} &= \delta_1 \omega_0 - \omega_1 \\ \epsilon_{I,I+2} &= \delta_1^2 \omega_0 - \delta_1 \omega_1 \\ &\dots \\ \epsilon_{I,I+m} &= \delta_1^m \omega_0 - \delta_1^{m-1} \omega_1 \end{aligned} \quad (16)$$

o sea

$$\varepsilon_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \omega_0 & \text{si } t = I \\ \delta_1^{t-I} \omega_0 - \delta_1^{t-I+1} \omega_1 & \text{si } t > I. \end{cases} \quad (17)$$

Ahora bien, es lógico suponer que conforme pasa el tiempo, el efecto de la intervención tienda a desaparecer, - esto ocurre en el ejemplo anterior si se pide que $|\delta_1| < 1$ y, de manera general, el requisito respecto a la expresión (13) es que las raíces de la ecuación

$$1 - \delta_1 x - \delta_2 x^2 - \dots - \delta_r x^r = 0 \quad (18)$$

se encuentren fuera del círculo unitario. A partir del modelo (13) se podría postular todavía un modelo dinámico más general que considere raíces unitarias para el polinomio de retraso que opera sobre $\varepsilon_{I,t}$, de tal forma que se tenga

$$\delta(B) \nabla^b \varepsilon_{I,t} = \omega(B) P_{I,t} \quad (19)$$

con

$$\delta(B) = 1 - \delta_1 B - \delta_2 B^2 - \dots - \delta_r B^r \quad (20)$$

y

$$\omega(B) = \omega_0 - \omega_1 B - \omega_2 B^2 - \dots - \omega_s B^s \quad (21)$$

la expresión (19) representa entonces al Modelo Dinámico Ge-

neral de la Intervención ocurrida en el tiempo I. Por consiguiente, el modelo (2) para la serie que incluye la intervención, se convierte en

$$\tilde{z}_t = \frac{\omega(B)}{\delta(B)\nabla^b} P_{I,t} + \frac{\theta(B)}{\phi(B)\nabla^d} a_t \quad \text{con} \quad \tilde{z}_t = z_t - \mu \quad (22)$$

Algunos casos particulares de (19), que se consideraran de importancia por su utilidad práctica, son los que aparecen en el cuadro 1.

En la figura 2 se muestran las gráficas correspondientes a cada uno de los modelos considerados en el cuadro 1, estas gráficas sirven para identificar un modelo que pueda representar los efectos esperados de la intervención; por ejemplo, supóngase que el efecto esperado de la intervención es un cambio en el nivel de la serie después de un periodo - de retraso, entonces un modelo apropiado podría ser

$\nabla \epsilon_{I,t} = (-\omega_1 B) P_{I,t}$ mostrado en la figura 2 (d), pero con $\omega_0 = 0$.

De igual manera, si el efecto esperado es un cambio gradual en el nivel de la serie, el modelo a ensayar sería

$(1 - \delta B) \nabla \epsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$ que aparece en la figura 2 (f). Por último,

si se prevé un cambio en la pendiente, sería razonable - proponer a $\nabla^2 \epsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$, que aparece en la figura 2 (h), como modelo tentativo.

Cuadro 1

Casos Particulares del Modelo Dinámico General

| ORDENES DE LOS OPERADORES (r,b,s) | MODELO DINAMICO (IMPLICITO) | MODELO EXPLICITO |
|--|--|--|
| (0,0,1) | $\epsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B) P_{I,t}$ | $\epsilon_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t \neq I, I+1 \\ \omega_0 & \text{si } t = I \\ -\omega_1 & \text{si } t = I+1 \end{cases}$ |
| (0,1,0) | $\nabla \epsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$ | $\epsilon_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \omega & \text{si } t \geq I \end{cases}$ |
| (1,0,0) | $(1-\delta B) \epsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$ | $\epsilon_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \delta^{t-I} \omega & \text{si } t \geq I \end{cases}$ |
| (0,1,1) | $\nabla \epsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B) P_{I,t}$ | $\epsilon_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \omega_0 & \text{si } t = I \\ \omega_0 - \omega_1 & \text{si } t > I \end{cases}$ |
| (1,0,1) | $(1-\delta B) \epsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B) P_{I,t}$ | $\epsilon_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \omega_0 & \text{si } t = I \\ \delta^{t-I} \omega_0 - \delta^{t-I-1} \omega_1 & \text{si } t > I \end{cases}$ |
| (1,1,0) | $(1-\delta B) \nabla \epsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$ | $\epsilon_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \sum_{i=0}^{t-I} \delta^i \omega & \text{si } t \geq I \end{cases}$ |
| (1,1,1) | $(1-\delta B) \nabla \epsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B) P_{I,t}$ | $\epsilon_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \omega_0 & \text{si } t = I \\ \delta^{t-I} \omega_0 + \sum_{i=0}^{t-I-1} \delta^i (\omega_0 - \omega_1) & \text{si } t > I \end{cases}$ |
| (0,2,0) | $\nabla^2 \epsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$ | $\epsilon_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ (t-I+1)\omega & \text{si } t \geq I \end{cases}$ |

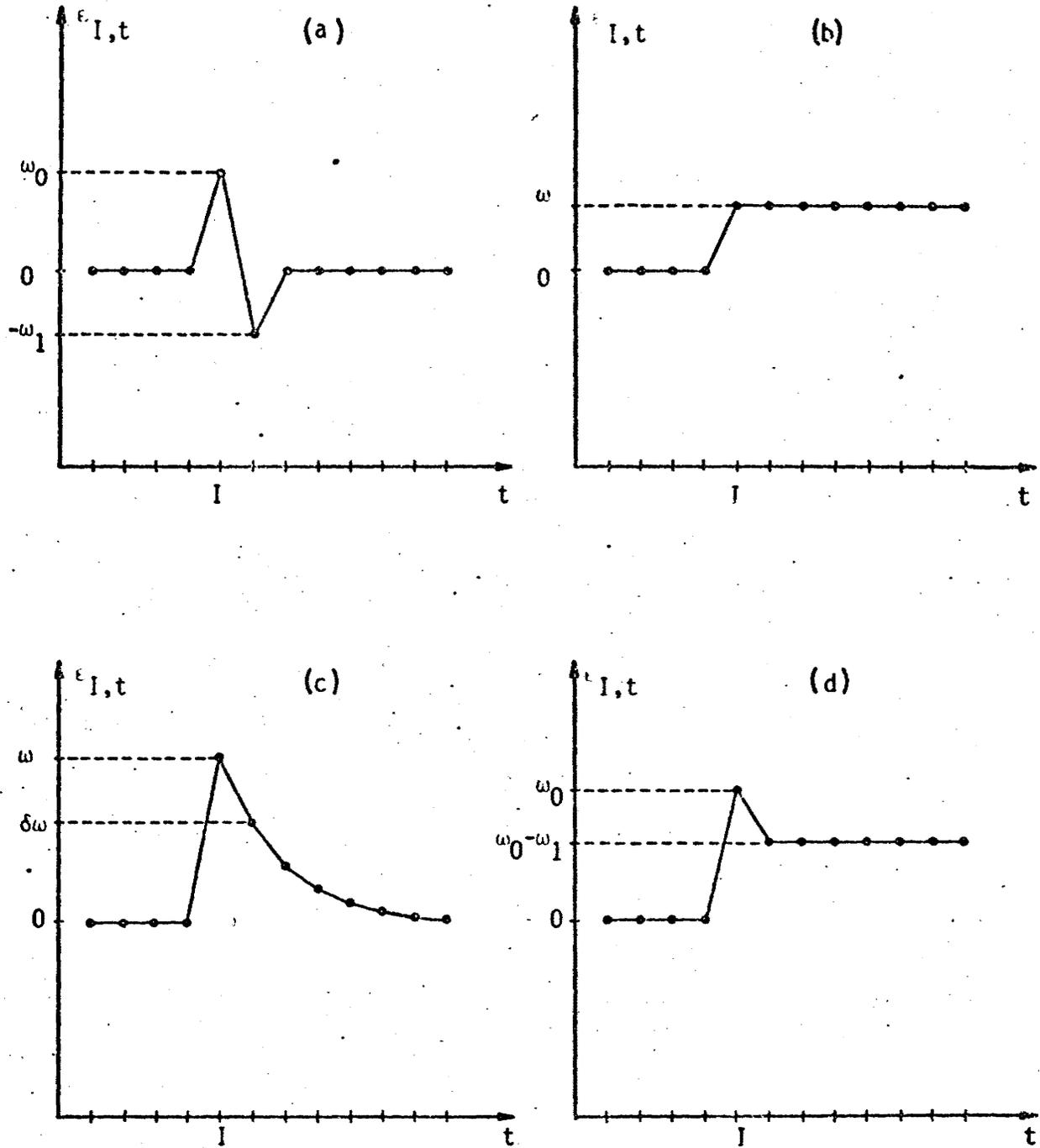


Figura 2

Gráfica de los modelos : (a) $\epsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B) P_{I,t}$
 (b) $\nabla \epsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$ (c) $(1 - \delta B) \epsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$ y (d) $\nabla \epsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B) P_{I,t}$

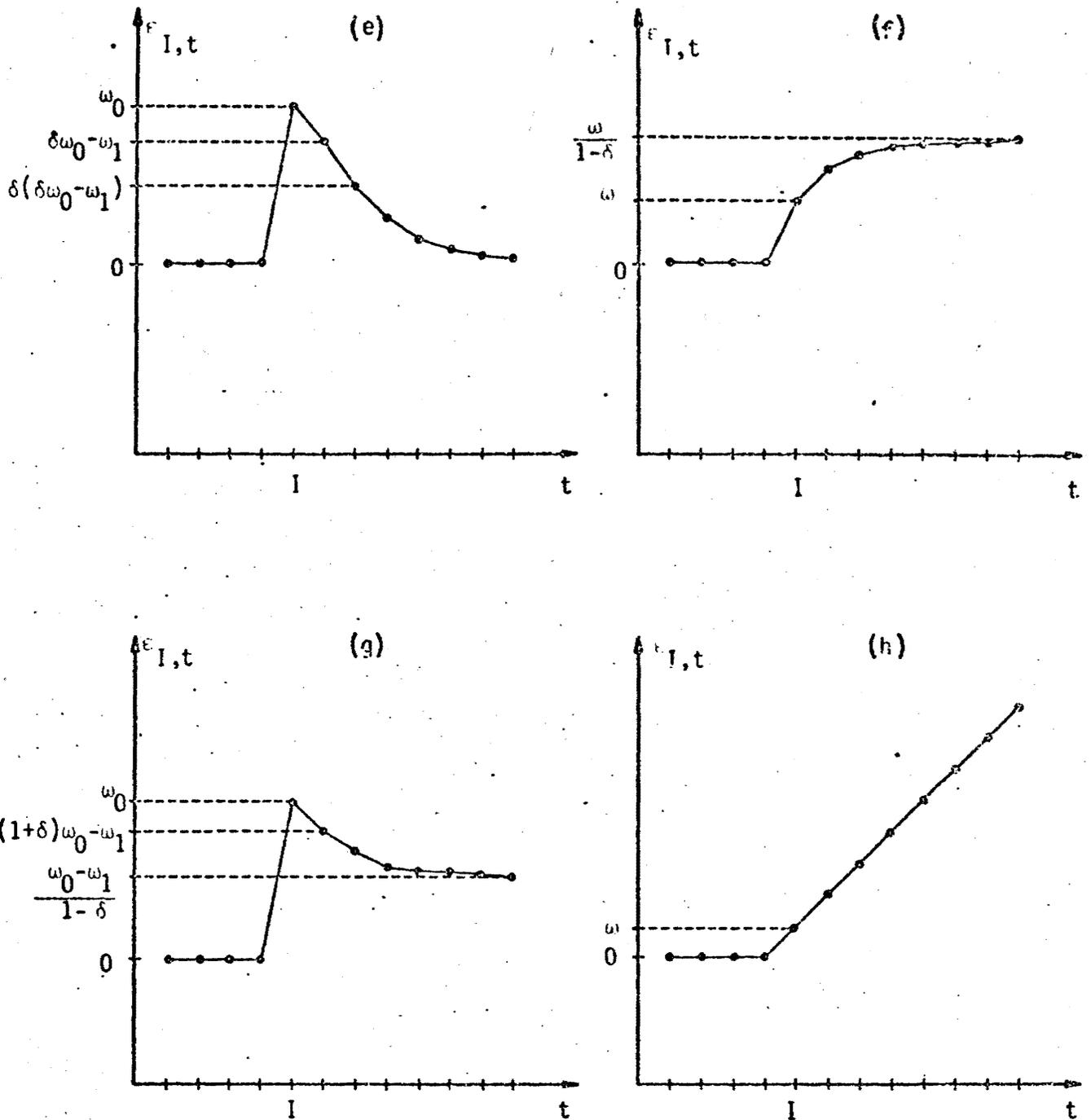


Figura 2 (Cont.)

Gráficas de los modelos: (e) $(1-\delta B)\epsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B)P_{I,t}$
 (f) $(1-\delta B)\nabla\epsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$ (g) $(1-\delta B)\nabla\epsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B)P_{I,t}$ y
 (h) $\nabla^2\epsilon_{I,t} = \omega P_{I,t}$

En la práctica, Box y Tiao sugieren que la forma específica del modelo sea propuesta a priori, con base en el conocimiento teórico que se tenga de la serie en estudio; sin embargo, en muchas ocasiones el conocimiento teórico puede ser muy limitado y por consiguiente será necesario postular varios modelos dinámicos alternativos. Otra posibilidad, -- ejemplificada más adelante, consiste en comparar las divergencias entre valores pronosticados y valores observados de la serie para un intervalo de observaciones posteriores a la intervención.

Conviene subrayar el supuesto, implícito en la metodología del análisis de intervención, de que el modelo para la parte estocástica no se ve alterado por los efectos de la intervención, o sea que el modelo no cambia.

II) Análisis de Intervención: Práctica

La metodología descrita previamente es utilizada en la presente sección para estudiar y cuantificar los efectos que algunas decisiones gubernamentales han tenido sobre la inflación en México. En particular existía la necesidad de analizar las repercusiones que tuvieron: las devaluaciones de la moneda (anunciadas el 1^a de septiembre de 1976 y el 17 de febrero de 1982); el establecimiento del impuesto sobre el valor agregado (IVA) a partir del 1^a de enero de --

1980; y el alza en el precio de la gasolina que se dio en --
diciembre de 1981. Un segundo objetivo del análisis es cons-
truir modelos de pronóstico para la inflación.

Las series^{8/} por analizar son:

1. Índice General de Precios al Mayoreo en la Ciudad de Méxi-
co (IPM)
 2. Índice General de Precios al Consumidor a nivel nacional
(IPC)
- y las ocho subseries de IPC correspondientes a la clasifica-
ción "Por Objeto del Gasto" que maneja el Banco de México, o
sea
3. Alimentos, bebidas y tabaco (IPC1)
 4. Prendas de vestir, calzado y accesorios (IPC2)
 5. Arriendos brutos, combustible y alumbrado (IPC3)
 6. Muebles, accesorios, enseres domésticos y cuidado de la -
casa (IPC4)
 7. Servicios médicos y conservación de la salud (IPC5)
 8. Transportes y comunicaciones (IPC6)
 9. Educación, esparcimiento y diversiones (IPC7)
 10. Otros bienes y servicios (IPC8).

Como un primer paso en el análisis se buscó una -
transformación estabilizadora de varianza, del tipo (1) para

^{8/} Cabe hacer notar que el Banco de México obtiene la información sobre
cada una de estas variables mediante la Oficina de Precios y la pone
a disposición de los usuarios en forma de series mensuales a través
de la Oficina de Divulgación, correspondientes ambas oficinas a la -
Subdirección de Investigación Económica.

cada una de las series. Sin embargo, debido a que el procedimiento produjo una transformación diferente para cada una de las series en estudio, y como esto podía tornar muy complicada la interpretación de los resultados, se optó por establecer un compromiso entre rigor estadístico e interpretabilidad. A este respecto se observó que las transformaciones sugeridas por el método, tenían un valor estimado para el parámetro $\delta^9/$ que variaba entre 0.75 y 2.00, como se aprecia en el cuadro 2. Por otro lado, se pensó que la máxima interpretabilidad podía lograrse con $\delta=0$, es decir, con la serie original; por tanto se decidió utilizar el valor $\delta=1$, lo cual implica trabajar con el logaritmo de las variables (de esta manera se intentó lograr una varianza más constante que en la escala original, sin temor de que hubiese mucha pérdida en lo que correspondía a interpretación).

Cuadro 2

Valores Estimados de δ para las Series en Estudio

| Serie | IPM | IPC | IPC1 | IPC2 | IPC3 | IPC4 | IPC5 | IPC6 | IPC7 | IPC8 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| δ Estimada | 2.00 | 1.40 | 1.20 | 1.50 | 1.65 | 1.40 | 1.65 | 0.75 | 1.55 | 1.45 |

Para satisfacer el requisito del nivel medio constante de la serie $^{10}/$, se siguió la sugerencia de Box y Jenkins

^{9/} Véase la expresión (1).

^{10/} Este requisito está implícito en el supuesto de estacionariedad de la serie.

de observar las autocorrelaciones de las diferencias de las series para determinar en qué diferencia era estacionaria la serie. Como resultado de este paso y del procedimiento para estabilizar la varianza, se concluyó que las series por analizar debían ser las mostradas en el cuadro 3.

Cuadro 3

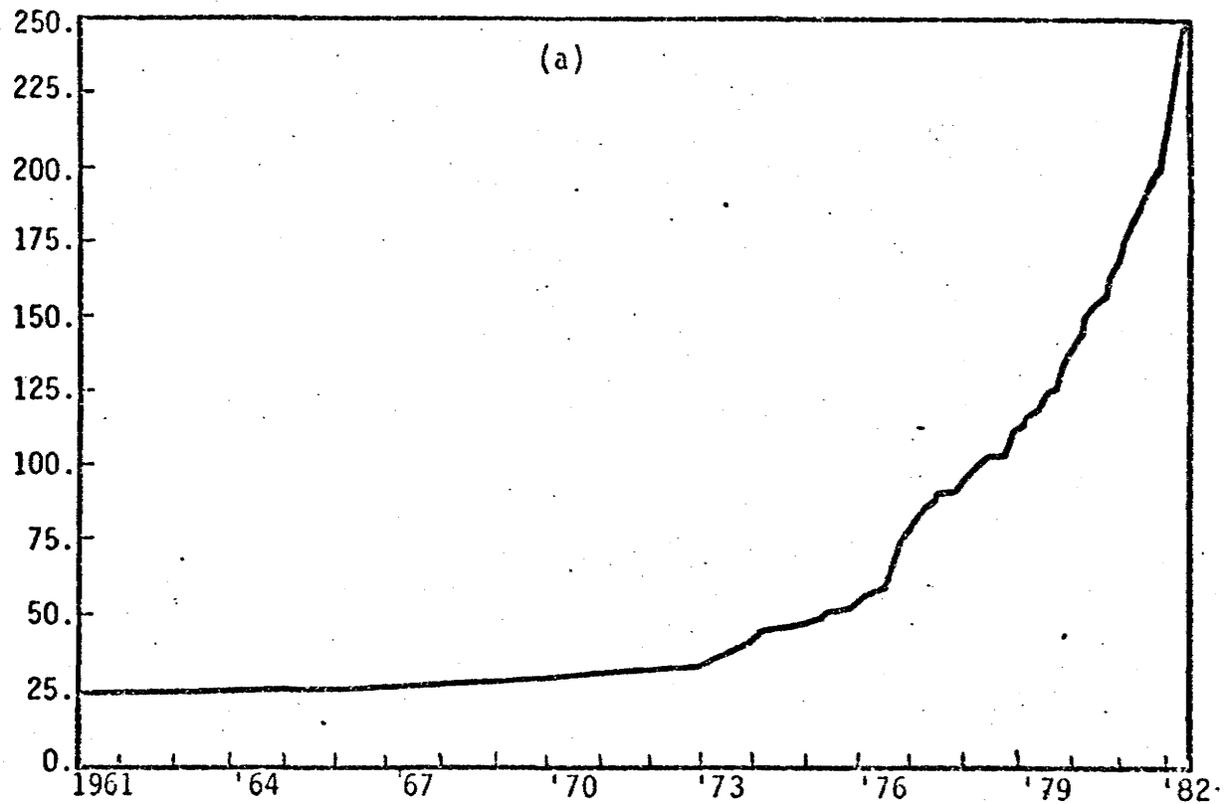
Serie Estacionaria por Analizar^{11/}

| Serie Original $\{Z_t\}$ | Serie Estacionaria $\{w_t\}$ |
|--|------------------------------|
| $Z_t = \text{IPM}_t, \text{IPC}_t, \text{IPC1}_t,$ $\text{IPC2}_t, \text{IPC3}_t, \text{IPC4}_t,$ $\text{IPC5}_t, \text{IPC7}_t$ | $w_t = \nabla^2 \log(Z_t)$ |
| $Z_t = \text{IPC6}_t, \text{IPC8}_t$ | $w_t = \nabla \log(Z_t)$ |

En las figuras 3 y 4 se muestran las gráficas de las series originales y las series estacionarias de $\{\text{IPM}_t\}$ y de $\{\text{IPC}_t\}$.

Una vez determinadas las series estacionarias, se procedió a identificar y a estimar modelos que proporcionasen ajustes razonables a cada una de ellas durante el periodo que va desde el mes inicial hasta el mes de agosto de —

^{11/} Estas son las series estacionarias hasta el mes de agosto de 1976; para periodos más largos se presentan cambios en las series IPC3 e IPC5.



IPM

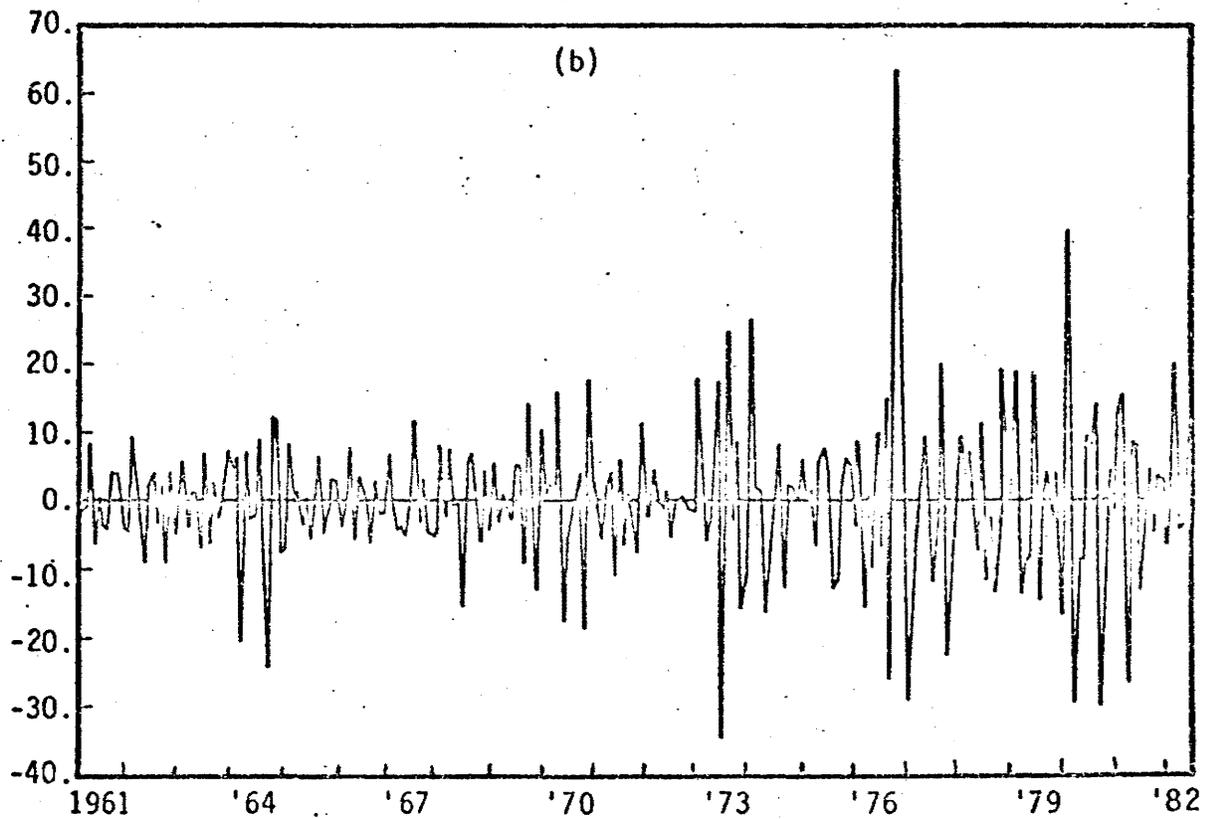


Figura 3

(a) Serie Original $\{IPM_t\}$, (b) Serie Estacionaria $\{\nabla^2 \log(IPM_t)\}$

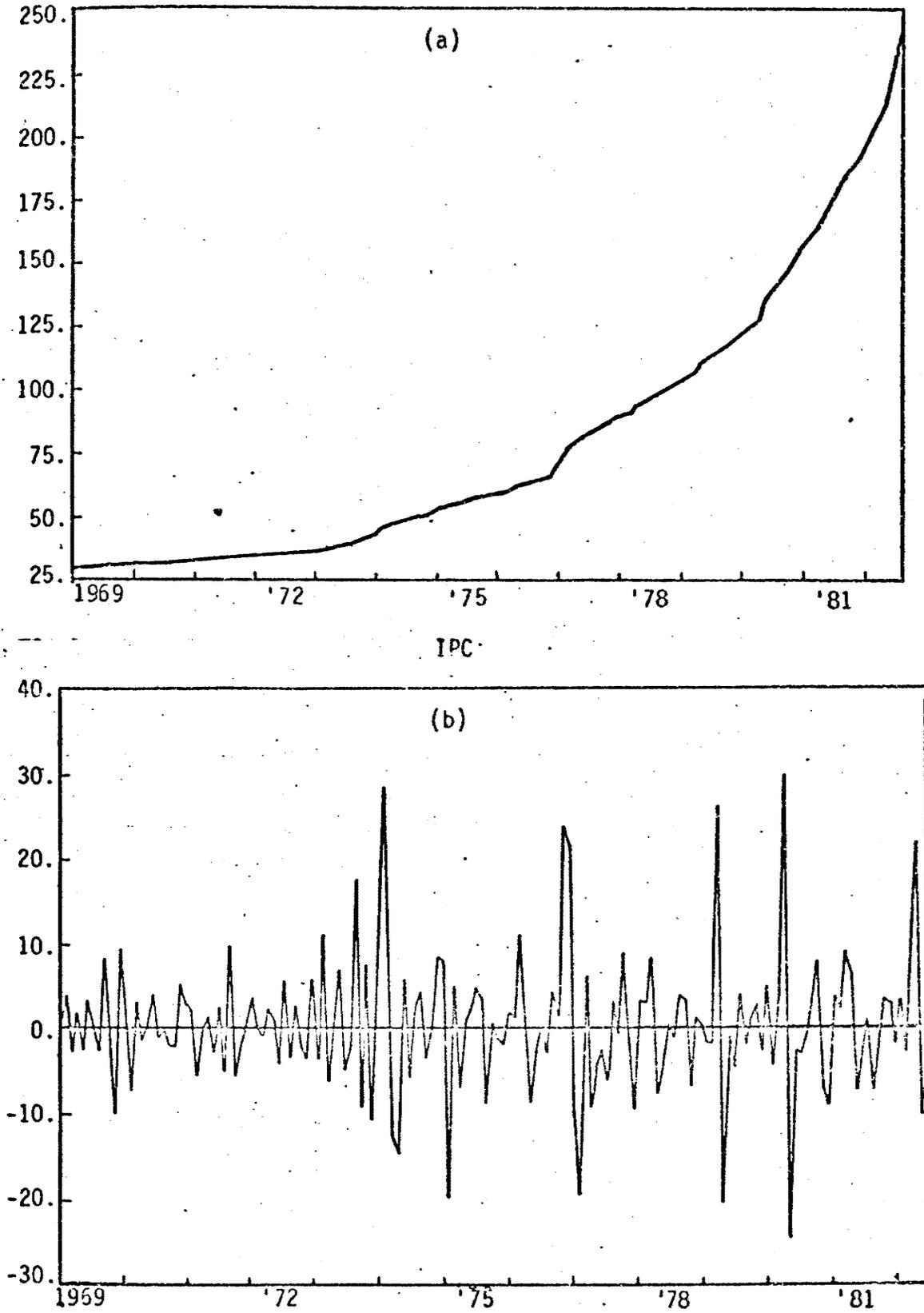


Figura 4

(a) Serie Original $\{IPC_t\}$, (b) Serie Estacionaria $\{v^2 \log(IPC_t)\}$

1976. Los modelos estimados, así como los intervalos de con-
fianza para los parámetros y otra información pertinente pa-
ra juzgar la bondad de los ajustes obtenidos, se presentan -
en el cuadro 4.

Después de verificar, mediante inspección visual -
de las gráficas correspondientes, que los residuales para ca-
da uno de los modelos cumplían aproximadamente con los su--
puestos del error aleatorio a_t , y después de observar que --
los parámetros eran significativamente distintos de 0 (y de
1 en algunos casos)^{12/}, se consideró que los modelos eran re-
presentaciones adecuadas y se estuvo en condiciones de pasar
a identificar las funciones para la intervención I (la deva-
luación de 1976).

Para llevar a cabo la identificación de tales fun-
ciones de intervención, se hicieron pronósticos doce meses -
hacia adelante, a partir de agosto de 1976. La gráfica de -
la discrepancia entre el valor real y el pronosticado con el
modelo del cuadro 4, proporcionó la indicación acerca del ti-
po de función que debía postularse para cada serie; el proce-
dimiento de construcción de gráficas, así como las gráficas
para las series IPM e IPC se muestran en el Apéndice A.1. -
Por ejemplo, en la gráfica correspondiente a IPM se observó

^{12/} De no ser así, la estructura del modelo cambiaría.

Resultados de la Estimación de Modelos para el período previo a la Devaluación de 1976

| Serie w_t | Período (Mes, Año) | M o d e l o | Parámetros estimados | Intervalo de 95% de confianza | $\hat{\sigma}_a$ | Estadística $Q_{.13/}$ grados de libertad |
|---------------------------|----------------------|---|---|--|------------------|---|
| $\sigma^2 \log(IPE_t)$ | De 01. '61 a 03. '76 | $(1-\phi B)w_t = (1-\phi_1 B^2 - \phi_2 B^3) a_t$ | $\hat{\phi} = -.64$ $\hat{\phi}_1 = .55$ $\hat{\phi}_2 = .23$ | $(-.79, -.49)$ $(.40, .70)$ $(.09, .37)$ | .0071 | 21.17, 21 |
| $\sigma^2 \log(IPE_t)$ | 01. '69 a 03. '76 | $(1-\phi B)w_t = (1-\phi B) a_t$ | $\hat{\phi} = .31$ $\hat{\phi} = .83$ | $(.03, .59)$ $(.67, .99)$ | .0057 | 9.09, 22 |
| $\sigma^2 \log(IPE_{1t})$ | 01. '69 a 03. '76 | $w_t = (1-\phi B)(1-\phi B^6) a_t$ | $\hat{\phi} = .77$ $\hat{\phi} = -.29$ | $(.63, .91)$ $(-.50, -.08)$ | .0091 | 13.63, 22 |
| $\sigma^2 \log(IPE_{2t})$ | 01. '69 a 03. '76 | $w_t = (1-\phi B) a_t$ | $\hat{\phi} = .87$ | $(.77, .96)$ | .0099 | 14.65, 23 |
| $\sigma^2 \log(IPE_{3t})$ | 01. '69 a 03. '76 | $w_t = (1-\phi B) a_t$ | $\hat{\phi} = .95$ | $(.95, .97)$ | .0099 | 18.90, 23 |
| $\sigma^2 \log(IPE_{4t})$ | 01. '69 a 03. '76 | $w_t = (1-\phi B) a_t$ | $\hat{\phi} = .74$ | $(.59, .63)$ | .0055 | 22.43, 23 |
| $\sigma^2 \log(IPE_{5t})$ | 01. '69 a 03. '76 | $w_t = (1-\phi B) a_t$ | $\hat{\phi} = .94$ | $(.90, .98)$ | .0099 | 15.35, 23 |
| $\sigma^2 \log(IPE_{6t})$ | 01. '69 a 03. '76 | $(1-\phi B^{11})w_t = a_t$ | $\hat{\phi} = .44$ | $(.24, .65)$ | .0270 | 9.11, 23 |
| $\sigma^2 \log(IPE_{7t})$ | 01. '69 a 03. '76 | $(1-\phi B^{12})w_t = (1-\phi B) a_t$ | $\hat{\phi} = .32$ $\hat{\phi} = .75$ | $(.09, .56)$ $(.59, .90)$ | .0069 | 20.03, 22 |
| $\sigma^2 \log(IPE_{8t})$ | 01. '69 a 03. '76 | $(1-\phi B)w_t = \phi_0 + a_t$ | $\hat{\phi} = .38$ $\hat{\phi}_0 = .005$ | $(.17, .56)$ $(.003, .007)$ | .0075 | 12.62, 22 |

^{13/} El valor de Q debe compararse con valores de tablas de una distribución χ^2 -cuadrada con los respectivos grados de libertad.

que los errores de pronóstico eran significativamente distintos de cero; asimismo se apreciaron dos aparentes tendencias lineales: la primera bastante pronunciada que parte del origen (agosto, 1976) y culmina en el tercer pronóstico (noviembre, 1976) y la segunda, menos pronunciada, que va del tercer pronóstico en adelante; este hecho condujo a postular la siguiente función de intervención para $\{\log(IPM_t)\}$:

$$\nabla^2 \epsilon_{I,t} = (\omega_0 - \omega_1 B^3) P_{I,t} \quad \frac{14/}{(23)}$$

en donde el índice I denota, en este caso, tanto al mes en que ocurrió la primera intervención, o sea, septiembre de 1976, como al hecho de que ésta es la intervención I.

Mediante el procedimiento anterior, se postularon modelos que fuesen válidos hasta el mes previo al establecimiento del IVA. En el cuadro 5 se presentan los resultados de la estimación de modelos para el periodo que cubre desde el inicio hasta el mes de diciembre de 1979, en donde aparece ya el efecto de la intervención I. En dicho cuadro comienzan a notarse ya ciertos aspectos interesantes, como es el que la función (23) proporciona una representación adecuada para los efectos causados por la devaluación de 1976 en todas las series en estudio, excepto en IPC3 (Arriendos brutos, combustible y alumbrado), en cuyo caso no se detectó ningún efecto

14/ Véase la figura 2 (h).

Cuadro 5

Resultados de la Estimación de Modelos con Intervención I

| le) | Periodo (Mes, Año) | M o d e l o | Parámetros estimados | Intervalo de 95% de confianza | σ_a^2 | Estadística O, grados de libertad |
|---------|-------------------------|--|---|--|--------------|--------------------------------------|
| H_t) | De 01, '61 a 12, '79 | $Y(Z_t) = \left(\frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{V^2} \right) P_{1,t} + N_t$ $(1-\phi B) \nabla^2 N_t = (1-\theta_1 B^2 - \theta_2 B^3) a_t$ | $\hat{\omega}_0 = -.62$ $\hat{\omega}_1 = .58$ $\hat{\omega}_2 = .21$ $\hat{\omega}_3 = .059$ $\hat{\omega}_4 = .050$ | $(-.75, -.48)$ $(.46, .72)$ $(.69, .33)$ $(.647, .071)$ $(.039, .052)$ | .0079 | 25.05, 19 |
| C_t) | 01, '61 12, '79 | $Y(Z_t) = \left(\frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{V^2} \right) P_{1,t} + N_t$ $(1-\phi B) \nabla^2 N_t = (1-\phi B) a_t$ | $\hat{\omega}_0 = .25$ $\hat{\omega}_1 = .85$ $\hat{\omega}_2 = .032$ $\hat{\omega}_3 = .023$ | $(.02, .47)$ $(.73, .97)$ $(.023, .042)$ $(.014, .033)$ | .0060 | 13.18, 20 |
| L_t) | 01, '69 12, '79 | $Y(Z_t) = \left(\frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{V^2} \right) P_{1,t} + N_t$ $\nabla^2 N_t = (1-\phi B)(1-\theta_3 B^6) a_t$ | $\hat{\omega}_0 = .81$ $\hat{\omega}_1 = -.27$ $\hat{\omega}_2 = .036$ $\hat{\omega}_3 = .014$ | $(.70, .91)$ $(-.45, -.09)$ $(.023, .033)$ $(.000, .027)$ | .0098 | 11.21, 20 |
| 2_t) | 01, '69 12, '79 | $Y(Z_t) = \left(\frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{V^2} \right) P_{1,t} + N_t$ $\nabla^2 N_t = (1-\phi B) a_t$ | $\hat{\omega}_0 = .89$ $\hat{\omega}_1 = .051$ $\hat{\omega}_2 = .046$ | $(.81, .97)$ $(.039, .054)$ $(.033, .058)$ | .0098 | 12.13, 21 |
| 3_t) | 01, '69 12, '79 | $Y(Z_t) = N_t$ $(1-\phi B^{12}) \nabla N_t = \theta_0 + (1-\theta_1 B^3 - \theta_2 B^{13}) a_t$ | $\hat{\theta}_0 = .30$ $\hat{\theta}_1 = .007$ $\hat{\theta}_2 = -.22$ $\hat{\theta}_3 = -.26$ | $(.11, .48)$ $(.004, .011)$ $(-.40, -.04)$ $(-.45, -.09)$ | .0105 | 19.11, 20 |
| 4_t) | 01, '69 12, '79 | $Y(Z_t) = \left(\frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{V^2} \right) P_{1,t} + N_t$ $\nabla^2 N_t = (1-\phi B) a_t$ | $\hat{\omega}_0 = .76$ $\hat{\omega}_1 = .034$ $\hat{\omega}_2 = .025$ | $(.64, .89)$ $(.025, .042)$ $(.016, .034)$ | .0060 | 34.17, 21 |
| t) | 01, '69 12, '79 | $Y(Z_t) = \left(\frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{V^2} \right) P_{1,t} + N_t$ $(1-\phi B^{12}) \nabla N_t = \theta_0 + a_t$ | $\hat{\theta}_0 = .17$ $\hat{\theta}_1 = .006$ $\hat{\theta}_2 = .033$ $\hat{\theta}_3 = .029$ | $(-.02, .37)$ $(.004, .009)$ $(.021, .045)$ $(.017, .042)$ | .0105 | 21.37, 20 |
|) | 01, '69 12, '79 | $Y(Z_t) = \left(\frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{V^2} \right) P_{1,t} + N_t$ $(1-\phi B^{11}) \nabla N_t = a_t$ | $\hat{\theta}_0 = .39$ $\hat{\theta}_1 = .071$ $\hat{\theta}_2 = .062$ | $(.22, .56)$ $(.014, .053)$ $(.034, .090)$ | .0249 | 7.67, 2 |
|) | 01, '69 12, '79 | $Y(Z_t) = \left(\frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{V^2} \right) P_{1,t} + N_t$ $(1-\phi B^{12}) \nabla^2 N_t = (1-\phi B) a_t$ | $\hat{\omega}_0 = .15$ $\hat{\omega}_1 = .92$ $\hat{\omega}_2 = .027$ $\hat{\omega}_3 = .033$ | $(.04, .34)$ $(.85, .99)$ $(.027, .047)$ $(.023, .047)$ | .0093 | 23.48, 2 |
|) | 01, '69 12, '79 | $Y(Z_t) = \left(\frac{\omega_0 - \omega_3 B^3}{V^2} \right) P_{1,t} + N_t$ $(1-\phi B) \nabla N_t = \theta_0 + a_t$ | $\hat{\theta}_0 = .71$ $\hat{\theta}_1 = .014$ $\hat{\theta}_2 = .041$ $\hat{\theta}_3 = .043$ | $(.04, .98)$ $(.004, .019)$ $(.014, .064)$ $(.019, .066)$ | .0034 | 20.47, 2 |

significativo sobre la parte determinista^{15/} de la serie, - atribuible a la intervención, sino que se observó un efecto sobre la parte estocástica; por su lado, la serie IPC5 (Servicios Médicos) presenta evidencia de efectos sobre ambas -- partes de la serie, la determinista y la estocástica. Es interesante notar que en estas dos series aparecen efectos estacionales que se reflejan en parámetros autorregresivos asociados con retrasos de orden 12, además de que en lugar de una segunda diferencia, se requiere ahora una primera diferencia, a la vez que un parámetro de tendencia determinista, denotado por θ_0 .

El mismo proceso seguido anteriormente para la intervención I se siguió con la intervención II (el establecimiento del IVA); las gráficas de la discrepancia entre valores reales y pronosticados de las series IPM e IPC también se pueden ver en el Apéndice A.1. Al igual que sucedió con la función de intervención para la devaluación, ahora también se observó que un mismo tipo de función de intervención era apropiado para las series que mostraban efectos significativos a causa del IVA; esto se aprecia en el cuadro 6, más adelante.

^{15/} Recuérdese que para llevar a cabo un análisis ortodoxo de intervención, se requiere que el modelo para la parte estocástica no cambie con el transcurso del tiempo.

La siguiente intervención analizada fue la correspondiente al aumento en el precio de la gasolina (intervención III) que se dió en diciembre de 1981, dicho efecto solamente pareció percibirlo significativamente la serie IPC6 -- (Transportes y comunicaciones) y, por tal motivo, sólo en esta serie aparece explícita dicha intervención.

Posteriormente se procedió a estudiar el efecto -- causado por la devaluación de febrero de 1982. El camino seguido en esta ocasión fue el siguiente: aun cuando se realizaron gráficas de los errores de pronóstico para identificar posibles funciones de intervención, se supuso que la devaluación de febrero de 1982 debió haber causado un efecto que -- tendiera a absorberse en las series al paso del tiempo; de esta manera, la función de intervención que se postuló, a -- priori, para representar los efectos devaluatorios sobre los logaritmos de las series, fue

$$\nabla c_{IV,t} = \left\{ \frac{\omega_{IV}}{(1-\delta_{IV}^B)} \right\} P_{IV,t} \quad \frac{16/}{(24)}$$

esta función considera, como casos particulares del parámetro δ_{IV} , a

$$\delta_{IV} = 0 : \nabla c_{IV,t} = \omega_{IV} P_{IV,t} \quad (25)$$

16/ Véase la figura 2 (f).

y

$$\delta_{IV} = 1 : \nabla^2 \epsilon_{IV,t} = \omega_{IV} P_{IV,t} \quad (26)$$

que representan, respectivamente, (i) a un salto único (sostenido) de magnitud ω_{IV} en el momento de la intervención y - (ii) a un salto, también sostenido y de magnitud ω_{IV} , pero - no único, sino que se da cada periodo a partir de la ocurrencia de la intervención.^{17/}

La estimación de parámetros indicó, sin embargo, - que el parámetro δ_{IV} era, en todos los casos, razonablemente igual a la unidad, de tal forma que la función de intervención (26) resultó ser la más apropiada, lo cual además se -- vio corroborado por las gráficas de los errores de pronósticos que habían sido previamente realizadas. En el cuadro 6 se muestran los resultados logrados con la estimación del modelo completo, que considera ya a las cuatro intervenciones de interés para este trabajo:

- I. La devaluación de la moneda en septiembre de 1976,
- II. el establecimiento del Impuesto sobre el Valor Agregado,
- III. el aumento de la gasolina en diciembre de 1981, y
- IV. la devaluación de febrero de 1982.

^{17/} Véanse las figuras 2 (b) y 2 (h).

Cuadro 6
Resultados de la Estimación de Modelos con Intervenciones I, II, III y IV

| N | Periodo (Mes, Año) | Modelo | Parámetros Estimados | Intervalo del 95% de confianza | χ^2 | Estadística D, grados de libertad |
|-------------------------------------|-------------------------|---|--|--|----------|--------------------------------------|
| N ₁ | De 01. '61 a 07. '82 | $Y(Z_t) = \left(\frac{1-\alpha_1 Z^{-1}}{1-\beta_1 Z^{-1}}\right) \left(\frac{1-\beta_2 Z^{-1}}{1-\beta_3 Z^{-1}}\right) P_{1,t} + \left(\frac{M_{11}}{V}\right) P_{11,t} + \left(\frac{M_{1V}}{V}\right) P_{1V,t} + N_t$ $(1-\alpha_2)Z^{-1}N_t = (1-\alpha_1)\epsilon^2 - \alpha_2\epsilon^3) a_t$ | $\hat{\alpha}_1 = .84$ $\hat{\alpha}_2 = .47$ $\hat{\alpha}_3 = .15$ $\hat{\alpha}_{1,0} = .060$ $\hat{\alpha}_{1,3} = .051$ $\hat{\alpha}_{11} = .035$ $\hat{\alpha}_{1V} = .027$ | (-.77, -.52) (.56, .79) (.08, .25) (.045, .072) (.039, .063) (.015, .050) (.017, .037) | .0082 | 21.38, 17 |
| N ₂ | 01. '69 07. '82 | $Y(Z_t) = \left(\frac{1-\alpha_1 Z^{-1}}{1-\beta_1 Z^{-1}}\right) \left(\frac{1-\beta_2 Z^{-1}}{1-\beta_3 Z^{-1}}\right) P_{1,t} + \left(\frac{M_{11}}{V}\right) P_{11,t} + \left(\frac{M_{1V}}{V}\right) P_{1V,t} + N_t$ $(1-\alpha_2)Z^{-1}N_t = (1-\alpha_1) a_t$ | $\hat{\alpha}_1 = .26$ $\hat{\alpha}_2 = .83$ $\hat{\alpha}_{1,0} = .032$ $\hat{\alpha}_{1,3} = .023$ $\hat{\alpha}_{11} = .029$ $\hat{\alpha}_{1V} = .015$ | (.02, .48) (.65, .95) (.021, .032) (.013, .033) (.017, .030) (.005, .025) | .0023 | 19.54, 16 |
| N ₃ | 01. '69 07. '82 | $Y(Z_t) = \left(\frac{1-\alpha_1 Z^{-1}}{1-\beta_1 Z^{-1}}\right) \left(\frac{1-\beta_2 Z^{-1}}{1-\beta_3 Z^{-1}}\right) P_{1,t} + \left(\frac{M_{11}}{V}\right) P_{11,t} + \left(\frac{M_{1V}}{V}\right) P_{1V,t} + N_t$ $\epsilon^2 N_t = (1-\alpha_2)(1-\alpha_3^2) a_t$ | $\hat{\alpha}_1 = .82$ $\hat{\alpha}_2 = .27$ $\hat{\alpha}_{1,0} = .036$ $\hat{\alpha}_{1,3} = .014$ $\hat{\alpha}_{1V} = .018$ | (.73, .92) (.01, .33) (.021, .045) (.001, .026) (.004, .030) | .0101 | 18.54, 19 |
| N ₄ | 01. '69 07. '82 | $Y(Z_t) = \left(\frac{1-\alpha_1 Z^{-1}}{1-\beta_1 Z^{-1}}\right) \left(\frac{1-\beta_2 Z^{-1}}{1-\beta_3 Z^{-1}}\right) P_{1,t} + \left(\frac{M_{11}}{V}\right) P_{11,t} + \left(\frac{M_{1V}}{V}\right) P_{1V,t} + N_t$ $\epsilon^2 N_t = (1-\alpha_2) a_t$ | $\hat{\alpha}_1 = .50$ $\hat{\alpha}_2 = .051$ $\hat{\alpha}_{1,0} = .045$ $\hat{\alpha}_{1,3} = .019$ $\hat{\alpha}_{11} = .010$ $\hat{\alpha}_{1V} = .000$ | (.01, .97) (.005, .011) (.004, .053) (.001, .037) (.000, .023) | .0014 | 13.84, 19 |
| N ₅ | 01. '69 07. '82 | $Y(Z_t) = \left(\frac{1-\alpha_1 Z^{-1}}{1-\beta_1 Z^{-1}}\right) P_{1,t} + \left(\frac{M_{11}}{V}\right) P_{11,t} + \left(\frac{M_{1V}}{V}\right) P_{1V,t} + N_t$ $(1-\alpha_2 Z^{-1})N_t = \alpha_0 + (1-\alpha_1)\epsilon^2 - \alpha_2\epsilon^3) a_t$ | $\hat{\alpha}_1 = .32$ $\hat{\alpha}_2 = .008$ $\hat{\alpha}_3 = .25$ $\hat{\alpha}_4 = .27$ $\hat{\alpha}_{1V} = .079$ | (.18, .45) (.005, .011) (.01, .03) (.01, .01) (.021, .038) | .0100 | 21.56, 19 |
| N ₆ | 01. '69 07. '82 | $Y(Z_t) = \left(\frac{1-\alpha_1 Z^{-1}}{1-\beta_1 Z^{-1}}\right) \left(\frac{1-\beta_2 Z^{-1}}{1-\beta_3 Z^{-1}}\right) P_{1,t} + \left(\frac{M_{11}}{V}\right) P_{11,t} + \left(\frac{M_{1V}}{V}\right) P_{1V,t} + N_t$ $\epsilon^2 N_t = (1-\alpha_2) a_t$ | $\hat{\alpha}_1 = .76$ $\hat{\alpha}_{1,0} = .033$ $\hat{\alpha}_{1,3} = .026$ $\hat{\alpha}_{11} = .045$ $\hat{\alpha}_{1V} = .031$ | (.69, .83) (.025, .042) (.017, .034) (.033, .067) (.023, .039) | .0022 | 21.57, 19 |
| N ₇ (PCS ₁) | 01. '69 07. '82 | $Y(Z_t) = \left(\frac{1-\alpha_1 Z^{-1}}{1-\beta_1 Z^{-1}}\right) \left(\frac{1-\beta_2 Z^{-1}}{1-\beta_3 Z^{-1}}\right) P_{1,t} + \left(\frac{M_{11}}{V}\right) P_{11,t} + \left(\frac{M_{1V}}{V}\right) P_{1V,t} + N_t$ $(1-\alpha_2 Z^{-1})N_t = \alpha_0 + a_t$ | $\hat{\alpha}_1 = .37$ $\hat{\alpha}_2 = .005$ $\hat{\alpha}_{1,0} = .035$ $\hat{\alpha}_{1,3} = .028$ $\hat{\alpha}_{11} = .069$ $\hat{\alpha}_{1V} = .039$ | (.20, .53) (.001, .008) (.021, .043) (.015, .041) (.045, .071) (.029, .048) | .0114 | 17.32, 18 |
| N ₈ (PC6 ₁) | 01. '69 05. '82 | $Y(Z_t) = \left(\frac{1-\alpha_1 Z^{-1}}{1-\beta_1 Z^{-1}}\right) \left(\frac{1-\beta_2 Z^{-1}}{1-\beta_3 Z^{-1}}\right) P_{1,t} + \left(\frac{M_{111}}{V}\right) P_{111,t} + N_t$ $(1-\alpha_2 Z^{-1})N_t = a_t$ | $\hat{\alpha}_1 = .43$ $\hat{\alpha}_{1,0} = .077$ $\hat{\alpha}_{1,3} = .060$ $\hat{\alpha}_{111} = .044$ | (.27, .59) (.047, .065) (.034, .080) (.025, .062) | .0237 | 9.91, 20 |
| N ₉ (PC7 ₁) | 01. '69 07. '82 | $Y(Z_t) = \left(\frac{1-\alpha_1 Z^{-1}}{1-\beta_1 Z^{-1}}\right) \left(\frac{1-\beta_2 Z^{-1}}{1-\beta_3 Z^{-1}}\right) P_{1,t} + \left(\frac{M_{11}}{V}\right) P_{11,t} + \left(\frac{M_{1V}}{V}\right) P_{1V,t} + N_t$ $(1-\alpha_2 Z^{-1})\epsilon^2 N_t = (1-\alpha_2) a_t$ | $\hat{\alpha}_1 = .22$ $\hat{\alpha}_2 = .93$ $\hat{\alpha}_{1,0} = .037$ $\hat{\alpha}_{1,3} = .033$ $\hat{\alpha}_{11} = .031$ $\hat{\alpha}_{1V} = .030$ | (.03, .41) (.87, .99) (.025, .048) (.021, .044) (.013, .043) (.021, .038) | .0090 | 19.46, 18 |
| N ₁₀ (PC8 ₁) | 01. '69 07. '82 | $Y(Z_t) = \left(\frac{1-\alpha_1 Z^{-1}}{1-\beta_1 Z^{-1}}\right) \left(\frac{1-\beta_2 Z^{-1}}{1-\beta_3 Z^{-1}}\right) P_{1,t} + \left(\frac{M_{11}}{V}\right) P_{11,t} + \left(\frac{M_{1V}}{V}\right) P_{1V,t} + N_t$ $(1-\alpha_2 Z^{-1})N_t = a_t$ | $\hat{\alpha}_1 = .25$ $\hat{\alpha}_2 = .005$ $\hat{\alpha}_{1,0} = .051$ $\hat{\alpha}_{1,3} = .039$ $\hat{\alpha}_{11} = .007$ $\hat{\alpha}_{1V} = .000$ | (.04, .41) (.004, .009) (.036, .056) (.024, .054) (.005, .011) (.000, .011) | .0102 | 27.45, 18 |

En este último cuadro se aprecia que las reacciones de IPM y de IPC a las intervenciones son básicamente las mismas: ninguno de estos dos índices se vio afectado significativamente por la intervención III, y los modelos dinámicos para las otras intervenciones son iguales, aunque las magnitudes de los efectos sean diferentes. En lo que toca a las subseries de IPC, puede apreciarse que IPC2, IPC4, IPC5, IPC7 e IPC8 tuvieron una sensibilidad similar a la del Índice General para registrar los efectos de las intervenciones; en contraste con IPC1, que no se afectó significativamente por el establecimiento del IVA; IPC3 que solamente registró efectos a causa de la devaluación de febrero de 1982 (quizá debido a las expectativas devaluatorias), pero que además alteró su comportamiento estocástico y, en particular a partir de la devaluación de 1976, muestra un patrón estacional que no se apreciaba previamente; y por último, IPC6, que si mostró efectos atribuibles al alza de la gasolina en diciembre de 1981 (en particular este efecto se piensa que puede contener alguna interacción con el efecto de la devaluación de febrero de 1982, sin embargo no fue posible identificar por separado a cada uno de tales efectos).

III) Interpretación de Resultados del Análisis de Intervención.

A. Índice de Precios al Mayoreo

La primera serie por considerar será la de IPM, pa

ra la cual el periodo de observación cubre los meses entre enero de 1961 y julio de 1982. De acuerdo con el cuadro 6, un modelo que representa satisfactoriamente el comportamiento de la serie es

$$\log(\hat{IPM}_t) = \left\{ \frac{.060 - .051B^3}{V^2} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{.035}{V} \right\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.022}{V^2} \right\} P_{IV,t} + \left\{ \frac{1 - .67B^2 - .15B^3}{(1 + .64B)V^2} \right\} a_t \quad (30)$$

con $\hat{\sigma}_a = .0082$. Dicho modelo puede escribirse también como ^{18/}

$$\log(\hat{IPM}_t) = \hat{\varepsilon}_{I,t} + \hat{\varepsilon}_{III,t} + \hat{\varepsilon}_{V,t} + \hat{N}_t \quad (31)$$

en donde, los modelos dinámicos de intervención explícitos ^{19/} vienen a ser

$$\hat{\varepsilon}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ \hat{\omega}_{I,0} (t - I + 1) & \text{si } t = I, I+1, I+2 \quad (I=09, '76) \\ 3\hat{\omega}_{I,3} + (\hat{\omega}_0 - \hat{\omega}_1) (t - I + 1) & \text{si } t \geq I+3 \end{cases}$$

$$= \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ .060 (t - I + 1) & \text{si } t = I, I+1, I+2 \\ .153 + .009 (t - I + 1) & \text{si } t \geq I+3 \end{cases} \quad (32)$$

^{18/} Véase la expresión (2)

^{19/} Véase el cuadro 1.

$$\hat{\epsilon}_{II,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < II \\ \hat{\omega}_{II} & \text{si } t \geq II \end{cases} \quad (II=01, '80)$$

$$= \begin{cases} 0 & \text{si } t < II \\ .035 & \text{si } t \geq II \end{cases} \quad (33)$$

$$\hat{\epsilon}_{IV,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < IV \\ \hat{\omega}_{IV}(t-IV+1) & \text{si } t \geq IV \end{cases} \quad (IV=02, '82)$$

$$= \begin{cases} 0 & \text{si } t < IV \\ .022(t-IV+1) & \text{si } t \geq IV \end{cases} \quad (34)$$

y además

$$\hat{N}_t = \left\{ \frac{1 - .67B^2 - .15B^3}{(1 + .64B) \nabla^2} \right\} a_t \quad (35)$$

Ahora bien, con fines interpretativos puede utilizarse la siguiente aproximación

$$\log(IPM_t) - \log(IPM_{t-1}) = \log\left(\frac{IPM_t}{IPM_{t-1}}\right) = \log(1 + r_t^{IPM}) \approx r_t^{IPM} \quad (36)$$

en la cual r_t^{IPM} representa el incremento relativo del índice de precios en el mes t respecto al índice observado en el mes $t-1$, es decir, r_t^{IPM} es una tasa mensual de crecimiento.

De la expresión (30) se sigue que

$$\hat{r}_t^{IPM} \approx \sqrt{\log(IPM_t)} = \left\{ \frac{.060 - .051B^3}{V} \right\} P_{I,t} + \{.035\} P_{II,t} \\ + \left\{ \frac{.022}{V} \right\} P_{IV,t} + \left\{ \frac{1 - .67B^2 - .15B^3}{(1 + .64B)V} \right\} a_t \quad (37)$$

lo cual implica que

$$\hat{r}_t^{IPM} \approx \begin{cases} \hat{N}'_t & \text{si } t < I \\ \hat{N}'_t + .060 & \text{si } t = I, I+1, I+2 \\ \hat{N}'_t + .009 & \text{si } I+3 < t < II \\ \hat{N}'_t + .044 & \text{si } t = II \\ \hat{N}'_t + .009 & \text{si } II < t < IV \\ \hat{N}'_t + .031 & \text{si } t > IV \end{cases} \quad (38)$$

con

$$\hat{N}'_t = \left\{ \frac{1 - .67B^2 - .15B^3}{(1 + .64B)V} \right\} a_t \quad (39)$$

Los efectos observados sobre \hat{r}_t^{IPM} y atribuibles a las intervenciones aparecen gráficamente en la figura 5 (a). En esta gráfica se aprecia visualmente lo que la expresión (38) representa; de tal expresión y de la (39), se sigue que:

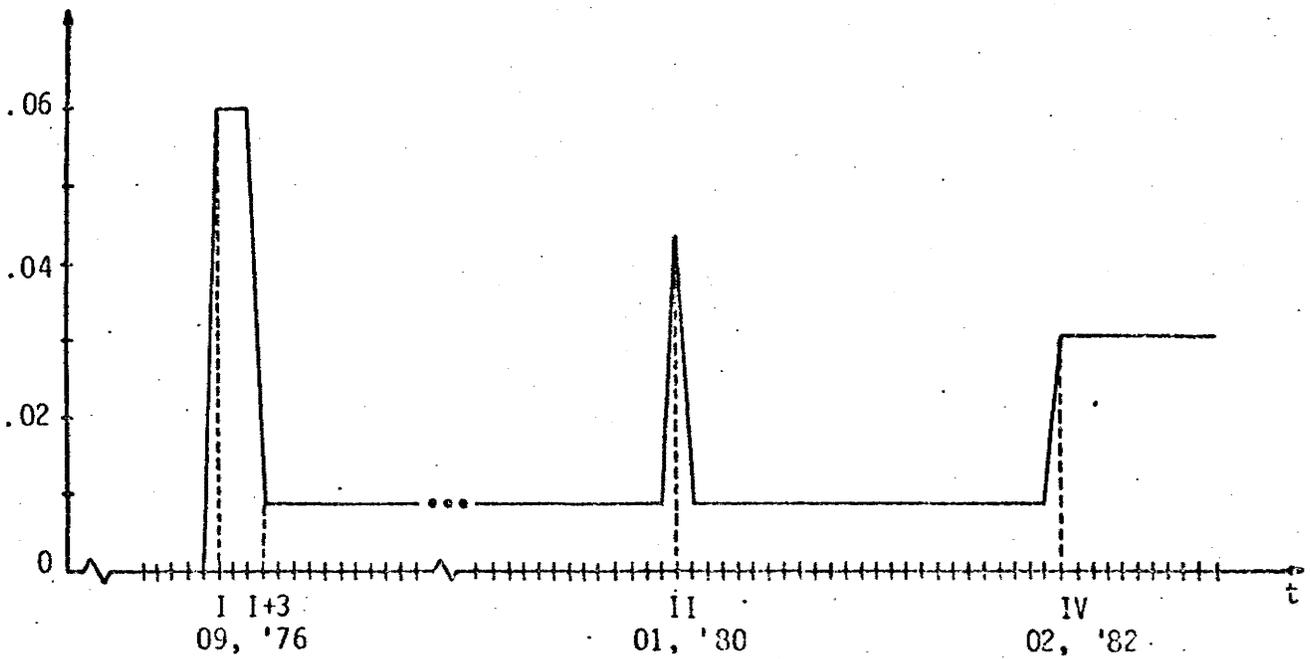
(i) De no haber existido intervención alguna, se tendría

$$\hat{r}_t^{IPM} \approx \hat{N}'_t \quad (40)$$

como una representación razonable para la serie de inflación medida a través de la tasa de crecimiento mensual del IPM.

Incremento
sobre
Inflación

(a)



Incremento
sobre
Inflación

(b)

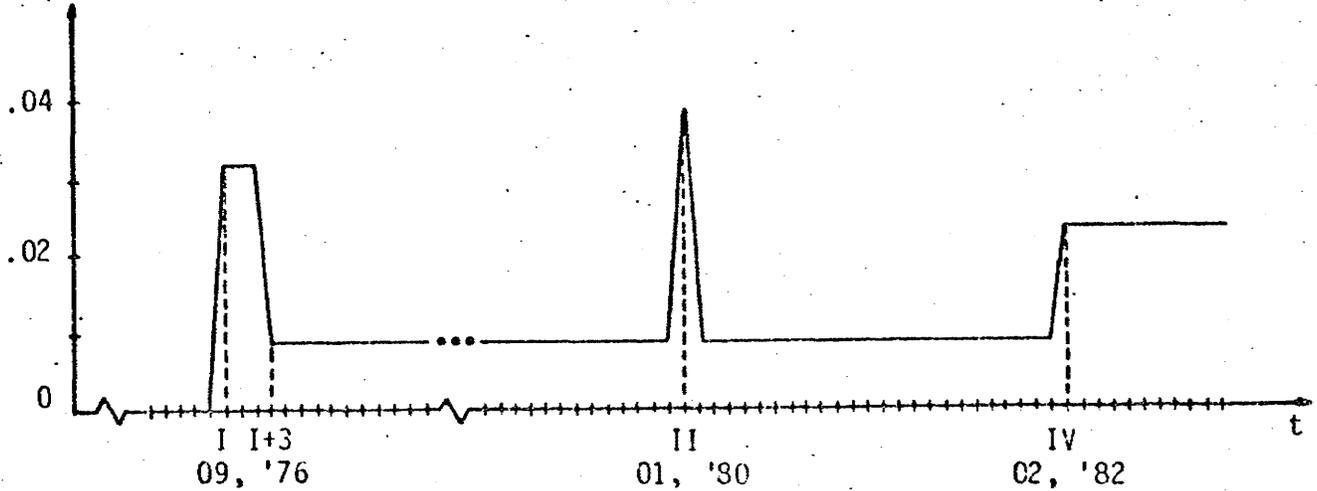


Figura 5

Efectos de las Intervenciones sobre la Inflación
de acuerdo con: (a) IPM y (b) IPC

- (ii) La devaluación de septiembre de 1976 alteró el comportamiento histórico del IPM mediante un incremento mensual de la inflación, estimado en seis puntos para los meses de septiembre, octubre y noviembre de 1976; dicho incremento se redujo a partir de diciembre de 1976 a 0.9 puntos aproximadamente y permanece constante a partir de entonces (posiblemente el cambio en la administración pública y las expectativas de enriquecimiento a causa del petróleo, tuvieron como consecuencia esta reducción en el incremento mensual de la inflación).
- (iii) La entrada en vigor del IVA indujo un incremento instantáneo de alrededor de 3.5 puntos sobre la tasa de crecimiento del IPM durante enero de 1980, pero de ahí en adelante las tasas de crecimiento mantienen su tendencia anterior, es decir, se incrementan mensualmente en 0.9 puntos; esto suena razonable, ya que no es de esperar que un impuesto pueda ser causa de inflación.
- (iv) El alza en el precio de la gasolina no parece haber causado efecto significativo sobre el IPM.
- (v) La devaluación de febrero de 1982 es causa de un incremento mensual sostenido de 2.2 puntos porcentuales

en la inflación, lo cual eleva la tasa de crecimiento mensual del IPM a 3.1 puntos porcentuales a partir de febrero de 1982.

B. Índice General de Precios al Consumidor

El modelo que proporciona una representación adecuada al comportamiento de esta serie durante el periodo de enero de 1969 a julio de 1982 es el que aparece en el cuadro 6, o sea

$$\begin{aligned} \log(\hat{IPC}_t) = & \left\{ \frac{.032 - .023B^3}{\sqrt{2}} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{.029}{\sqrt{V}} \right\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.015}{\sqrt{2}} \right\} P_{IV,t} \\ & + \left\{ \frac{(1-.83B)}{(1-.26B)\sqrt{2}} \right\} a_t \quad \text{con } \hat{\sigma}_a = .0063 \end{aligned} \quad (41)$$

el cual tiene como expresión alternativa

$$\log(\hat{IPC}_t) = \hat{\epsilon}_{I,t} + \hat{\epsilon}_{III,t} + \hat{\epsilon}_{V,t} + \hat{N}_t \quad (42)$$

con

$$\hat{\epsilon}_{I,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < I \\ .032(t-I+1) & \text{si } t = I, I+1, I+2 \\ .069 + .009(t-I+1) & \text{si } t \geq I+3 \end{cases} \quad (43)$$

$$\hat{\epsilon}_{II,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < II \\ .029 & \text{si } t \geq II \end{cases} \quad (44)$$

$$\hat{\epsilon}_{IV,t} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < IV \\ .015(t-IV+1) & \text{si } t \geq IV \end{cases} \quad (45)$$

y

$$\hat{N}_t = \left\{ \frac{1-.83B}{(1-.26B)V^2} \right\} a_t \quad (46)$$

El argumento utilizado con IPM para justificar la interpretación del modelo en términos de tasas de crecimiento, es también válido aquí y permite obtener

$$\begin{aligned} \hat{r}_t^{IPC} \simeq V \log(\hat{IPC}_t) &= \left\{ \frac{.032-.023B^3}{V} \right\} P_{I,t} + \{.029\} P_{II,t} \\ &+ \left\{ \frac{.015}{2} \right\} P_{IV,t} + \left\{ \frac{1-.83B}{(1-.26B)V} \right\} a_t \end{aligned} \quad (47)$$

en donde r_t^{IPC} es la tasa mensual de crecimiento del IPC, es decir, es la inflación medida a través del Índice de Precios al Consumidor. De la expresión (47) se sigue que

$$\hat{r}_t^{IPC} \simeq \begin{cases} \hat{N}'_t & \text{si } t < I \\ \hat{N}'_t + .032 & \text{si } t = I, I+1, I+2 \\ \hat{N}'_t + .009 & \text{si } I+3 < t < II \\ \hat{N}'_t + .038 & \text{si } t = II \\ \hat{N}'_t + .009 & \text{si } II < t < IV \\ \hat{N}'_t + .024 & \text{si } t > IV \end{cases} \quad (48)$$

con

$$\hat{N}'_t = \left\{ \frac{1-.83B}{(1-.26B)V} \right\} a_t \quad (49)$$

Al igual que ocurrió con el IPM, la apreciación visual de (48), mediante la figura 5 (b) en este caso, simplifica en buena medida la interpretación de los resultados, en lo que se refiere a las intervenciones de interés puede observarse que:

(i) El modelo

$$\hat{r}_t^{\text{IPC}} = \hat{N}_t^{\text{I}} \quad (50)$$

con \hat{N}_t^{I} dado por (49) sería adecuado de no haber existido influencia externa sobre el comportamiento histórico de la serie.

- (ii) El efecto de la devaluación consistió en incrementar la inflación del IPC en alrededor de 3.2 puntos durante los tres primeros meses y en 0.9 puntos de diciembre en adelante.
- (iii) La implantación del Impuesto sobre el Valor Agregado provocó una elevación momentánea de la tasa de crecimiento mensual del IPC a 3.8 puntos porcentuales en el mes de enero de 1980.
- (iv) La elevación del precio de la gasolina en diciembre de 1981 no indujo cambio alguno.
- (v) La devaluación de 1982 se mostró como un incremento -

mensual de 1.5 puntos sobre la inflación esperada, y dicho incremento mensual elevó el incremento mensual a 2.4 puntos porcentuales a partir de la devaluación.

C. Subseries del Índice de Precios al Consumidor

Para presentar de manera concisa, pero completa, los resultados acerca de las ocho subseries que constituyen el Índice de Precios al Consumidor, se optó por mostrar simplemente los modelos correspondientes a las tasas de crecimiento y las gráficas respectivas. Así pues, se tiene lo siguiente:

$$\hat{r}_t^{IPC1} = \left\{ \frac{.036 - .014B^3}{V} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{.018}{V} \right\} P_{IV,t} + \left\{ \frac{(1-.82B)(1+.27B^6)}{V} \right\} a_t,$$

$$\hat{\sigma}_a = .0101 \quad (51)$$

$$\hat{r}_t^{IPC2} = \left\{ \frac{.051 - .046B^3}{V} \right\} P_{I,t} + \{.059\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.028}{V} \right\} P_{IV,t} + \left\{ \frac{1-.90B}{V} \right\} a_t,$$

$$\hat{\sigma}_a = .0094 \quad (52)$$

$$\hat{r}_t^{IPC3} = \left\{ \frac{.029}{V} \right\} P_{IV,t} + .012 + \left\{ \frac{1+.25B^9 + .27B^{13}}{1-.32B^{12}} \right\} a_t, \quad \frac{20}{\hat{\sigma}_a} = .0100$$

$$(53)$$

20/ Este modelo surge del siguiente argumento: sea $W_t = \sqrt{N}_t$, con

$$(1-\phi B^{12}) \sqrt{N}_t = \theta_0 + \theta(B) a_t$$

entonces se tiene $W_t = \phi W_{t-12} + \theta_0 + \theta(B) a_t$

y así sucesivamente

$$W_t = \phi^i W_{t-12i} + \theta_0 \sum_{j=0}^{i-1} \phi^j + \sum_{j=0}^{i-1} (\phi B^{12})^j \theta(B) a_t \quad \text{para } i=1,2,\dots$$

(Cont.)

$$\hat{r}_t^{IPC4} = \left\{ \frac{.033 - .026B^3}{V} \right\} P_{I,t} + \{.045\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.031}{V} \right\} P_{IV,t} + \left\{ \frac{1 - .78B}{V} \right\} a_t,$$

$$\hat{\sigma}_a = .0062 \quad (54)$$

$$\hat{r}_t^{IPC5} = \left\{ \frac{.035 - .028B^3}{V} \right\} P_{I,t} + \{.069\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.039}{V} \right\} P_{IV,t} + .008$$

$$+ \left\{ \frac{1}{1 - .37B^{12}} \right\} a_t, \quad \hat{\sigma}_a = .0114 \quad (55)$$

$$\hat{r}_t^{IPC6} = \left\{ \frac{.072 - .060B^3}{V} \right\} P_{I,t} + \left\{ \frac{.044}{V^2} \right\} P_{III,t} + \left\{ \frac{1}{1 - .43B^{11}} \right\} a_t,$$

$$\hat{\sigma}_a = .0237 \quad (56)$$

$$\hat{r}_t^{IPC7} = \left\{ \frac{.037 - .033B^3}{V} \right\} P_{I,t} + \{.031\} P_{II,t} + \left\{ \frac{.030}{V} \right\} P_{IV,t} + \left\{ \frac{1 - .93B}{(1 - .22B^{12})V} \right\} a_t,$$

$$\hat{\sigma}_a = .0090 \quad (57)$$

20/ (Cont.)

de donde $W_t = \phi^i W_{t-12i} + \theta_0 \left(\frac{1 - \phi^i}{1 - \phi} \right) + \left(\frac{1 - (\phi B^{12})^i}{1 - \phi B^{12}} \right) \theta(B) a_t, \quad i=1, 2, \dots$

por tanto, al tomar el límite cuando i tiende a infinito, se llega a

$$W_t = \frac{\theta_0}{1 - \phi} + \left\{ \frac{\theta(B)}{1 - \phi B^{12}} \right\} a_t$$

además, ya que

$$r_t = V \log(Z_t) = \left\{ \frac{\omega_{IV}}{V} \right\} P_{IV,t} + \sqrt{N}_t$$

se obtiene la expresión

$$r_t = \left\{ \frac{\omega_{IV}}{V} \right\} P_{IV,t} + \frac{\theta_0}{1 - \phi} + \left\{ \frac{\theta(B)}{1 - \phi B^{12}} \right\} a_t$$

$$\hat{r}_t^{IPC8} = \left\{ \frac{.051 - .039B^3}{V} \right\} P_{I,t} + \{ .097 \} P_{II,t} + \left\{ \frac{.029}{V} \right\} P_{IV,t} + .008$$

$$+ \left\{ \frac{1}{1 - .25B} \right\} a_t, \quad \hat{\sigma}_a = .0108 \quad (58)$$

Las gráficas para mostrar visualmente los efectos de las intervenciones aparecen como las figuras 6 (a) a la 6 (h). En estas gráficas puede apreciarse a simple vista la sensibilidad de cada una de las componentes de IPC a las diferentes intervenciones en estudio; por ejemplo, sobresale el efecto causado por el IVA sobre las series IPC5 (Servicios Médicos) e IPC8 (Otros Bienes) en contraste con la ausencia de efectos por esta intervención sobre las series IPC1 (Alimentos, Bebidas y Tabaco), IPC3 (Arriendos) e IPC6 (Transportes y Comunicaciones).

D. Modelos de Pronósticos

Además de los resultados anteriores, evidentes en las figuras 5 y 6, pueden también obtenerse pronósticos para cada una de las variables en consideración, junto con sus respectivos intervalos de confianza. Es natural pensar que mediante una aplicación del antilogaritmo de los valores pronosticados de $\log(Z_t)$ se obtendría un pronóstico de Z_t ; es posible demostrar sin embargo, que el pronóstico obtenido de esta manera contiene sesgo; no obstante, en el Apéndice A.2

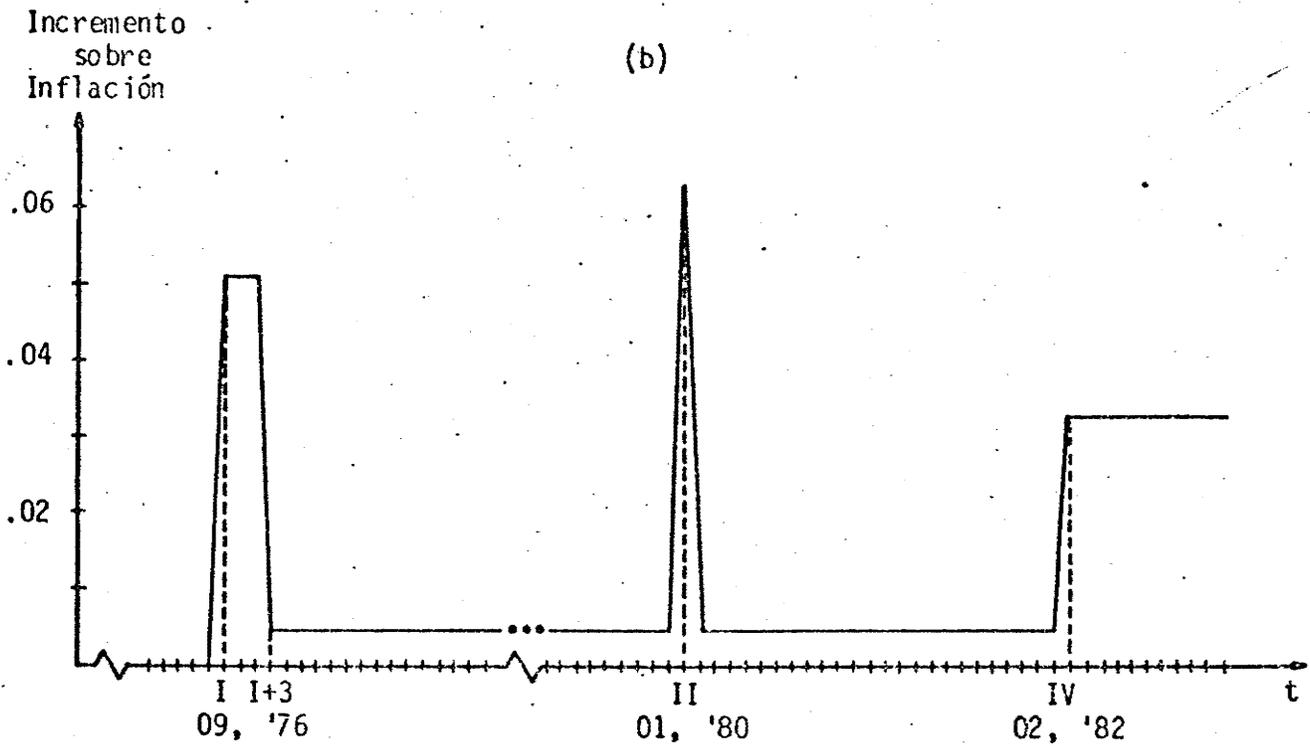
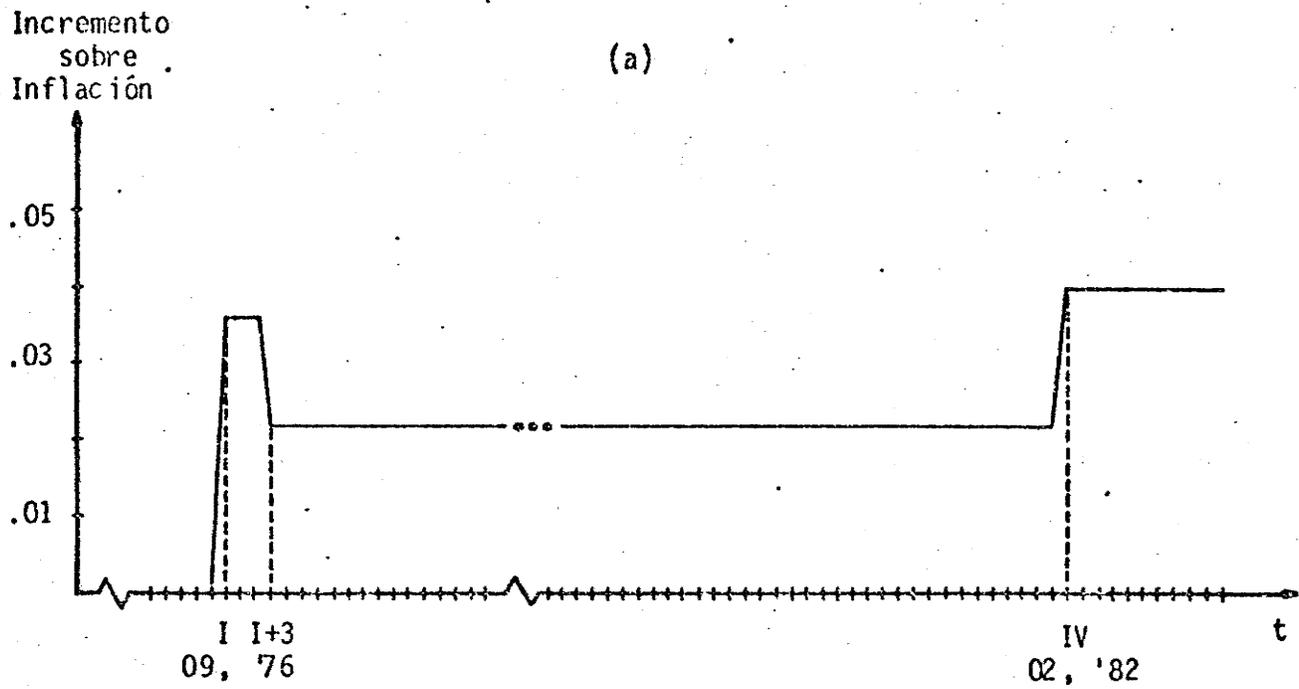


Figura 6

Efectos de las Intervenciones sobre la Inflación de acuerdo con: (a) IPC1 y (b) IPC2

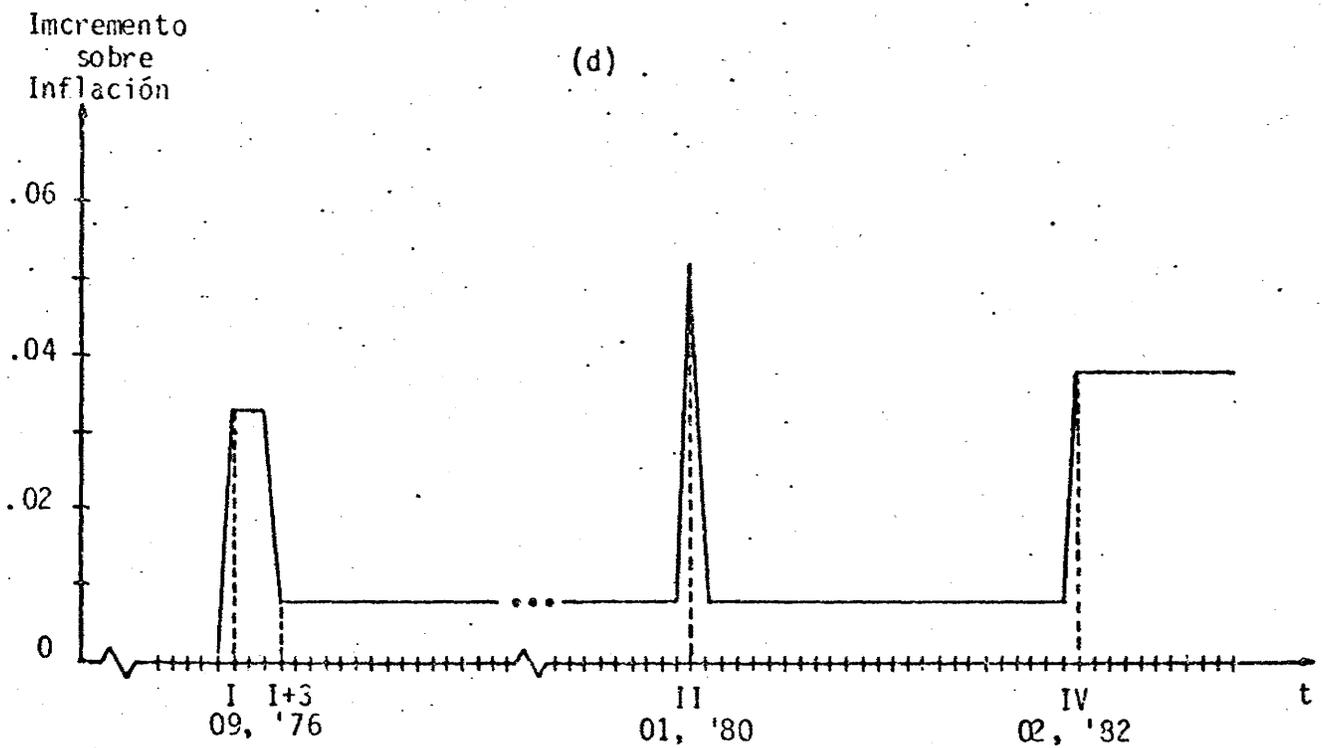
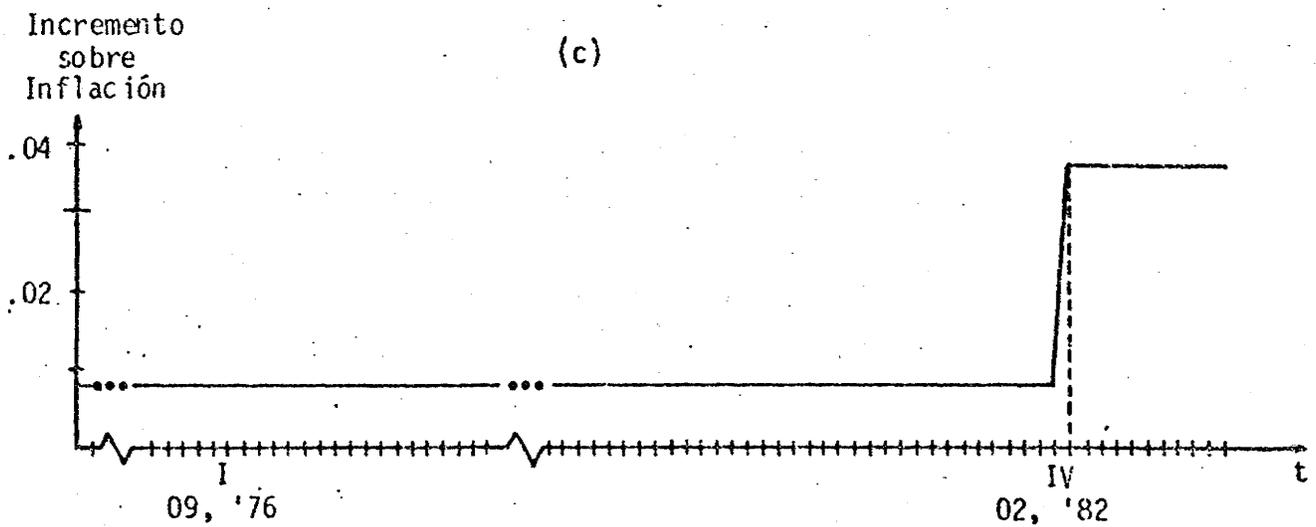


Figura 6 (Cont.)

Efectos de las Intervenciones sobre la Inflación
de acuerdo con: (c) IPC3 y (d) IPC4

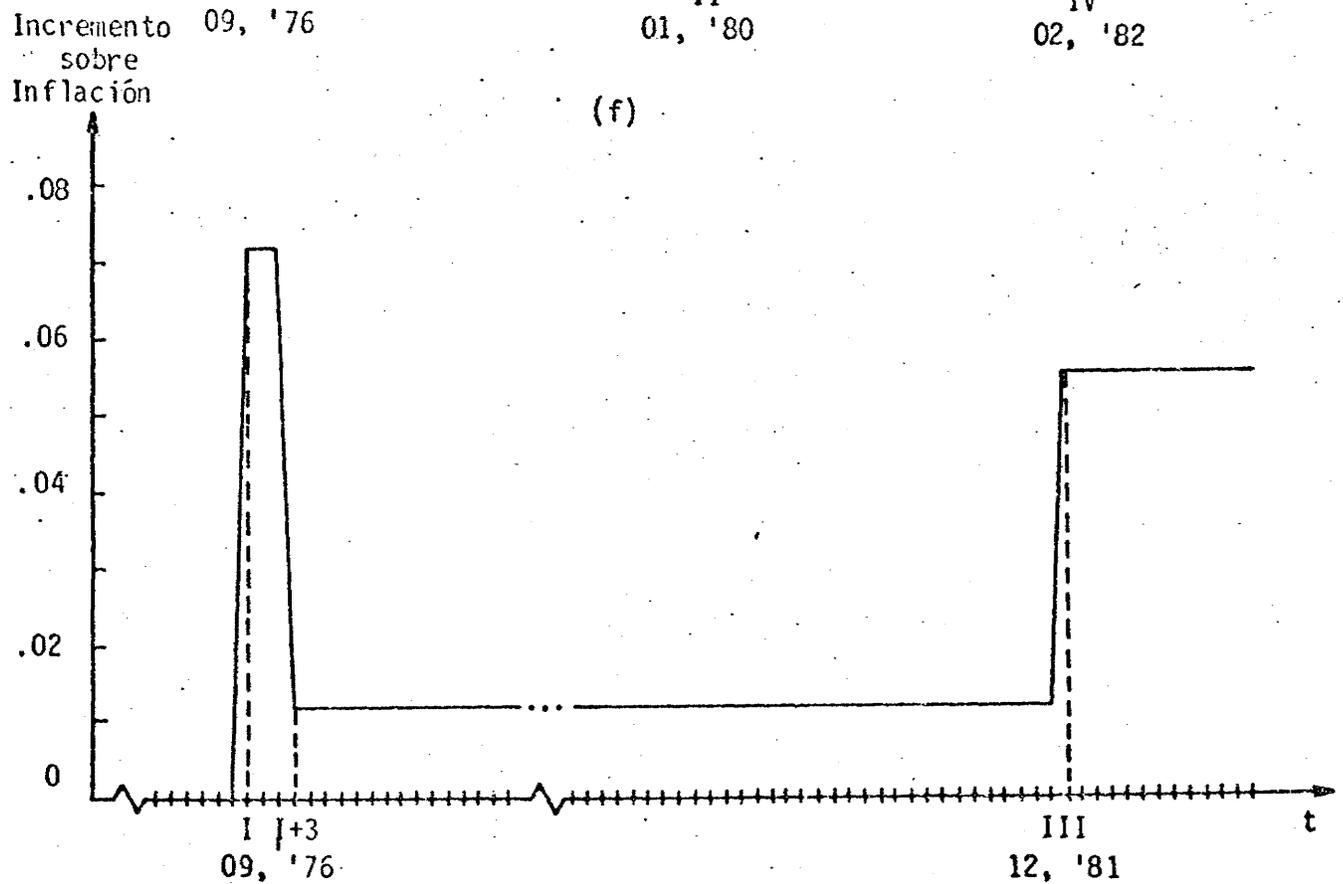
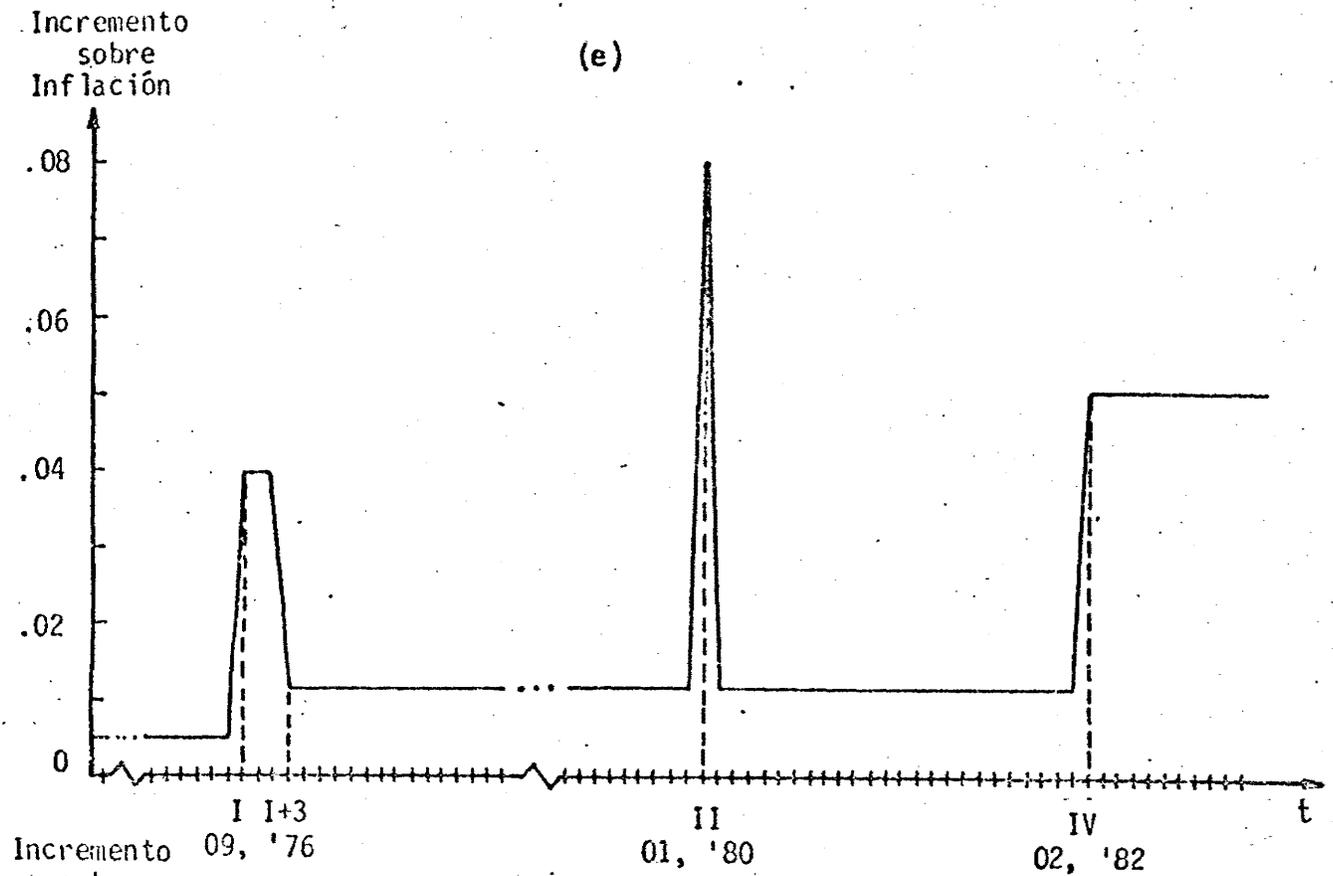


Figura 6 (Cont.)

Efectos de las Intervenciones sobre la Inflación
de acuerdo con: (e) IPC5 y (f) IPC6

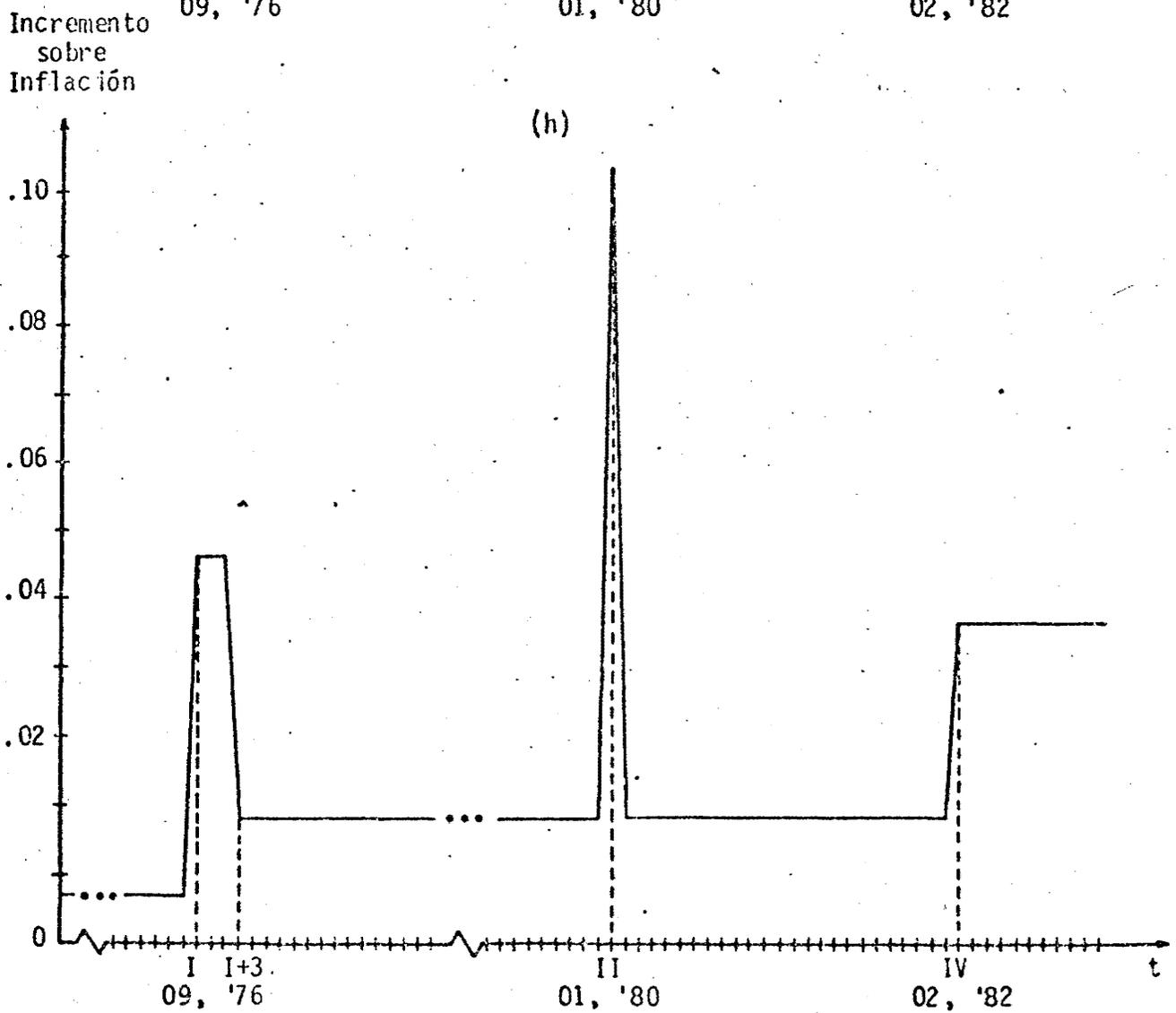
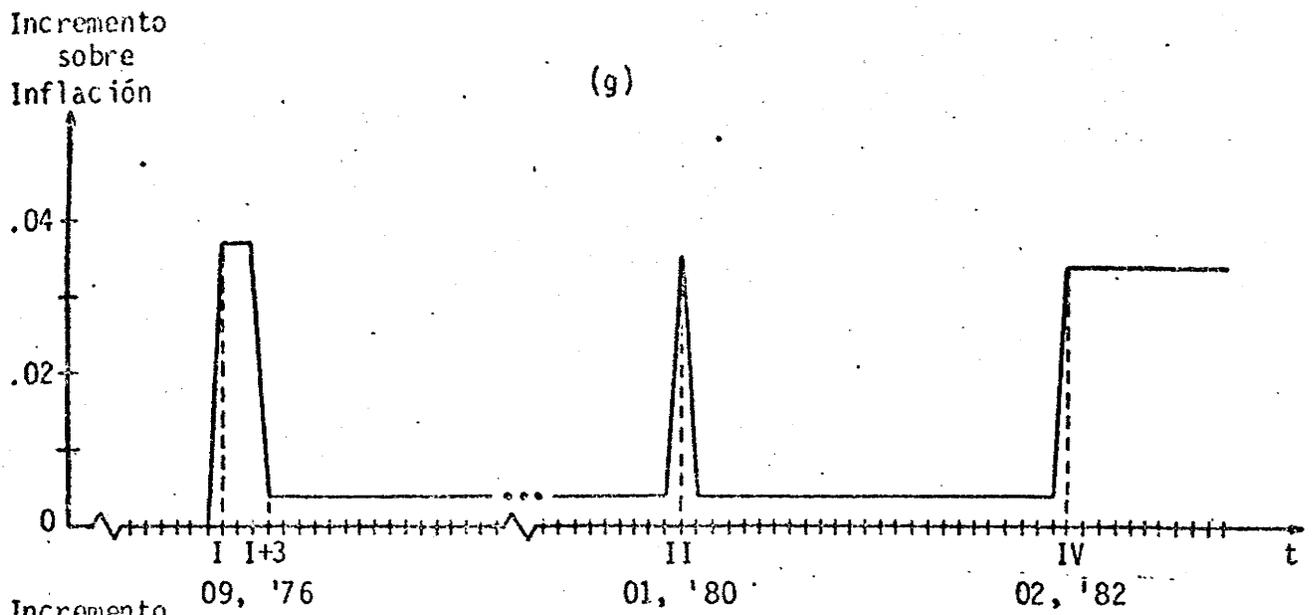


Figura 6 (Cont.)

Efectos de las Intervenciones sobre la Inflación
de acuerdo con: (g) IPC7 y (h) IPC8

se muestra como puede corregirse el sesgo de manera aproximada. Una aplicación del procedimiento sugerido en dicho apéndice produjo los resultados que se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7

Valores Pronosticados e Intervalos del 95%
de Confianza para IPM e IPC

| Mes | Pronóstico de IPM | Intervalo de confianza | Pronóstico de IPC | Intervalo de confianza |
|----------|-------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| Ago. '82 | 291.39 | (286.76, 296.09) | 310.02 | (306.21, 313.88) |
| Sep. | 304.42 | (296.32, 312.74) | 324.70 | (317.76, 331.79) |
| Oct. | 317.98 | (306.84, 329.52) | 340.00 | (329.85, 350.45) |
| Nov. | 332.19 | (318.99, 347.02) | 356.01 | (342.45, 370.10) |
| Dic. | 347.01 | (329.65, 365.29) | 372.77 | (355.51, 390.86) |
| | | | | |
| Ene. '83 | 362.52 | (341.79, 384.49) | 390.33 | (369.02, 412.88) |
| Feb. | 378.71 | (354.40, 404.68) | 408.73 | (382.96, 435.23) |
| Mar. | 395.63 | (367.48, 425.94) | 428.01 | (397.34, 461.04) |
| Abr. | 413.32 | (381.03, 448.34) | 448.20 | (412.15, 487.41) |
| May. | 431.81 | (395.06, 471.97) | 469.37 | (427.42, 515.44) |

La utilidad práctica de estos pronósticos se refleja inmediatamente en que sería factible pronosticar la inflación de los precios para meses futuros, en el supuesto de que las condiciones económicas que regían hasta julio de 1982 se mantienen para el periodo de pronóstico. Así, debido a que en diciembre de 1981 el IPC fue de 213.136 y como para diciem

bre de 1982 sería, según se estima, de 372.77, la inflación pronosticada para 1982 viene a ser de 74.90%. Debe tenerse en mente que, conforme el horizonte de pronóstico se amplía, la precisión del pronóstico decrece (de manera un tanto burda, pueden compararse los extremos de los intervalos para -- los pronósticos de IPC involucrados y obtener así un intervalo de aproximadamente 90% de confianza que cubra los valores entre 66.80% y 83.39% para la inflación de 1982).

De manera similar a como se obtuvieron los pronósticos para IPM e IPC, es factible calcular pronósticos para las subseries IPC1 a IPC8 (corregidos por sesgo); aquí surge entonces la opción de pronosticar el índice general indirectamente, a partir de los valores pronosticados para cada una de sus componentes y "componiendo" el valor pronosticado para IPC, para ello se requiere desde luego, utilizar las ponderaciones del índice de precios al consumidor.

Asimismo, los pronósticos para IPC1 a IPC8 se muestran en los cuadros 8, 9, 10 y 11. En particular, para la serie IPC6 (Transportes y Comunicaciones) se consideró que los pronósticos debían considerar el aumento al precio de la gasolina que se dió en el mes de julio de 1982 (la cual debería ser considerada como la intervención V); así pues, se supuso que el aumento al precio de la gasolina causaría efectos esencialmente iguales a los causados por la intervención III

previamente analizada, y dado que en julio se observó un incremento del 66.67% sobre el precio anterior de la gasolina, mientras que en diciembre de 1981 el incremento ascendió al 130.77%, entonces se estimó un nuevo parámetro de intervención en función del parámetro de intervención estimado para el alza de la gasolina en diciembre de 1981 ($\hat{\omega}_{III} = .044$) manteniendo una proporción entre las magnitudes de ambos parámetros, o sea

$$\hat{\omega}_V = \left(\frac{130.77}{66.67}\right)\hat{\omega}_{III} = .086$$

Éste fue el valor utilizado (junto con los demás parámetros previamente estimados) para obtener posteriormente los pronósticos que aparecen en el cuadro 8.

Cuadro 8

Valores Pronosticados e Intervalos del 95%
de Confianza para IPC1 e IPC2

| Mes | Pronóstico de IPC1 | Intervalo de confianza | Pronóstico de IPC2 | Intervalo de confianza |
|----------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| Ago. '82 | 291.79 | (286.07, 297.62) | 354.87 | (348.39, 361.48) |
| Sep. | 303.91 | (294.76, 313.33) | 372.95 | (362.86, 383.32) |
| Oct. | 319.62 | (306.91, 332.85) | 391.95 | (378.38, 406.02) |
| Nov. | 336.06 | (319.49, 353.48) | 411.93 | (394.72, 429.88) |
| Dic. | 351.77 | (331.05, 373.79) | 432.92 | (411.85, 455.07) |
| Ene. '83 | 368.86 | (343.54, 396.05) | 455.00 | (429.75, 481.72) |
| Feb. | 386.34 | (355.00, 420.45) | 478.20 | (448.42, 509.96) |
| Mar. | 404.68 | (366.77, 446.51) | 502.60 | (467.88, 539.89) |
| Abr. | 423.91 | (378.81, 474.38) | 528.25 | (488.14, 571.64) |
| May. | 444.08 | (391.12, 504.21) | 555.21 | (509.24, 605.34) |

Cuadro 9

Valores Pronosticados e Intervalos del 95%
de Confianza para IPC3 e IPC4

| Mes | Pronóstico de IPC3 | Intervalo de confianza | Pronóstico de IPC4 | Intervalo de confianza |
|----------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| Ago. '82 | 290.72 | (285.07, 296.49) | 323.88 | (319.97, 327.83) |
| Sep. | 304.52 | (296.18, 313.09) | 341.29 | (334.84, 347.87) |
| Oct. | 319.97 | (309.27, 331.04) | 359.65 | (350.50, 369.04) |
| Nov. | 334.30 | (321.43, 347.69) | 379.00 | (366.84, 391.56) |
| Dic. | 349.05 | (334.06, 364.72) | 399.39 | (383.87, 415.55) |
| Ene. '83 | 365.61 | (348.44, 383.62) | 420.89 | (401.59, 441.13) |
| Feb. | 382.38 | (363.03, 402.77) | 443.56 | (420.01, 468.43) |
| Mar. | 398.82 | (377.27, 421.59) | 467.45 | (439.16, 497.57) |
| Abr. | 414.33 | (390.63, 439.46) | 492.65 | (459.05, 528.69) |
| May. | 431.70 | (405.02, 460.14) | 519.21 | (479.73, 561.94) |

Cuadro 10

Valores Pronosticados e Intervalos del 95%
de Confianza para IPC5 e IPC6

| Mes | Pronóstico de IPC5 | Intervalo de confianza | Pronóstico de IPC6 | Intervalo de confianza |
|----------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| Ago. '82 | 328.01 | (320.78, 335.41) | 311.11 | (296.09, 326.89) |
| Sep. | 345.94 | (335.20, 357.02) | 359.23 | (334.96, 385.27) |
| Oct. | 365.40 | (351.56, 379.79) | 413.32 | (379.37, 450.30) |
| Nov. | 386.97 | (370.09, 404.62) | 481.33 | (435.98, 531.40) |
| Dic. | 407.21 | (387.41, 428.03) | 572.91 | (512.91, 639.91) |
| Ene. '83 | 435.57 | (412.41, 460.02) | 662.46 | (586.84, 747.81) |
| Feb. | 462.12 | (435.65, 490.20) | 752.88 | (660.50, 858.18) |
| Mar. | 485.05 | (455.41, 516.63) | 866.31 | (753.17, 996.44) |
| Abr. | 509.48 | (476.51, 544.72) | 988.49 | (852.13, 1146.67) |
| May. | 541.95 | (505.06, 581.55) | 1130.14 | (966.45, 1321.56) |

Cuadro 11

Valores Pronosticados e Intervalos del 95%
de Confianza para IPC7 e IPC8

| Mes | Pronóstico de IPC7 | Intervalo de confianza | Pronóstico de IPC8 | Intervalo de confianza |
|----------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| Ago. '82 | 325.68 | (320.03, 331.42) | 377.05 | (369.13, 385.14) |
| Sep. | 343.55 | (334.89, 352.44) | 395.84 | (382.63, 409.52) |
| Oct. | 361.32 | (349.84, 373.18) | 415.57 | (397.73, 434.22) |
| Nov. | 380.04 | (365.70, 394.95) | 436.29 | (414.13, 459.63) |
| Dic. | 399.20 | (381.89, 417.30) | 458.04 | (431.68, 486.00) |
| Ene. '83 | 420.89 | (400.36, 442.48) | 480.87 | (450.32, 513.49) |
| Feb. | 440.80 | (416.96, 466.02) | 504.84 | (470.02, 542.23) |
| Mar. | 463.73 | (436.21, 492.98) | 530.00 | (490.81, 572.33) |
| Abr. | 488.36 | (456.85, 522.04) | 556.42 | (512.69, 603.88) |
| May. | 517.87 | (481.78, 556.66) | 584.15 | (535.70, 636.99) |

Así pues, un pronóstico "indirecto" de IPC puede obtenerse a partir de la expresión

$$\hat{IPC}_t(\ell) = \alpha_1 \hat{IPC1}_t(\ell) + \alpha_2 \hat{IPC2}_t(\ell) + \dots + \alpha_8 \hat{IPC8}_t(\ell) \quad (59)$$

donde $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_8$ son las ponderaciones del índice de precios al consumidor, mientras que $\hat{IPC1}_t(\ell), \hat{IPC2}_t(\ell), \dots, \hat{IPC8}_t(\ell)$ denotan a los pronósticos de las subseries, a partir del origen t , ℓ periodos hacia adelante. Para obtener intervalos de confianza correspondientes a estos pronósticos de IPC, se requiere, además de las varianzas de los pronósticos de las subseries, las covarianzas entre dichos pronósticos. Debido a -

la dificultad para estimar tales covarianzas, en el cuadro 12 no se presentan los intervalos de confianza, sino simplemente las estimaciones puntuales "indirectas" de los valores $\hat{IPC}_t(\ell)$, para $\ell = 1, 2, \dots, 10$ (ago., sep., ..., may.) a partir de $t=07, '82$. Como una mera sugerencia podrían considerarse los intervalos del cuadro 7, aunque estos sean válidos estrictamente para los pronósticos directos de IPC.

Cuadro 12

Pronósticos Indirectos de IPC

| 1982 | | | | | 1983 | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ago. | Sep. | Oct. | Nov. | Dic. | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. |
| 312.52 | 330.58 | 351.22 | 373.78 | 398.73 | 424.99 | 451.61 | 481.28 | 512.53 | 547.32 |

De una simple inspección visual de los valores de los cuadros 7 y 12 puede apreciarse la gran diferencia que representa pronosticar directa o indirectamente los valores de IPC. Es lógico pensar que los valores del cuadro 12 sean más representativos que los del cuadro 7, debido a que el pronóstico indirecto considera con mayor detalle y profundidad el comportamiento individual de cada subserie; así pues, la inflación que se alcanzaría durante el año de 1982, de acuerdo con el pronóstico indirecto, viene a ser del 87.08%.

REFERENCIAS

- BARTLETT, M.S. (1947) "The Use of Transformations" --
Biometrika Vol. 3.
- BOX, G.E.P. y JENKINS, G.M. (1976) Time Series Analysis,
Forecasting and Control. San Francisco: -
Holden Day.
- BOX, G.E.P. y TIAO, G.C. (1975) "Intervention Analysis
with Applications to Economic and Environmental
Problems" Journal of the American Statistical
Association Vol. 70.
- CHIANG, A.C. (1967) Fundamental Methods of Mathematical
Economics. New York: McGraw-Hill.
- GUERRERO, V.M. y VERA, G. (1981) "Apuntes Sobre Series -
de Tiempo" Documento No-Publicado, Subdirec--
ción de Investigación Económica-Banco de Méxi-
co, S.A.
- NELSON, C.R. (1973) Applied Time Series Analysis for --
Managerial Forecasting. San Francisco: Holden
Day.
- SARGENT, T.J. (1979) Macroeconomic Theory. New York: -
Academic Press.
- VERA, G. y GUERRERO, V.M. (1981) "Estimation of Seasonal
Factors using both Traditional Methods and -
Box-Jenkins Techniques" en Time Series Analysis
(O.D. Anderson y M.R. Perryman, eds. Amsterdam:
North-Holland).

APENDICE A.1

GRAFICAS DE LA DIFERENCIA ENTRE VALORES REALES Y VALORES PRONOSTICADOS PARA IDENTIFICAR FUNCIONES DE INTERVENCION

La idea de hacer gráficas de los errores de pronósticos para identificar posibles funciones de intervención surge del siguiente argumento: si el modelo construido para representar a la serie desde su observación inicial hasta la observación previa a la intervención es adecuado, los pronósticos que de él se obtengan serán "razonablemente buenos", - en el sentido de que no divergirán significativamente de los valores reales. En consecuencia, los errores de pronóstico que difieran significativamente de cero demostrarán que ocurrió algún fenómeno extraño al comportamiento histórico de la serie, y como se sabe que a partir del primer pronóstico podría observarse el efecto de la intervención en estudio, - es lógico entonces atribuir a tal intervención la divergencia de cero del error de pronóstico.

Así pues, lo único necesario, además de graficar las diferencias entre los valores reales y los pronosticados, es dar una indicación de si dichas diferencias son o no significativamente distintas de cero. Para esto se utiliza el hecho de que el error del pronóstico e_t , a partir del origen

T , definido como

$$e_T(\ell) = \log(Z_{T+\ell}) - \hat{\log}(Z_T)(\ell)$$

sigue una distribución normal con media cero y varianza

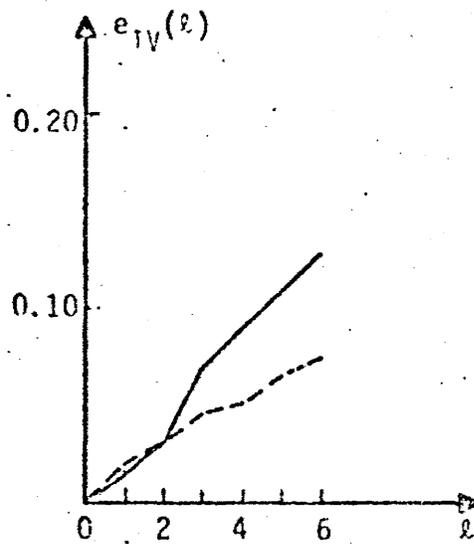
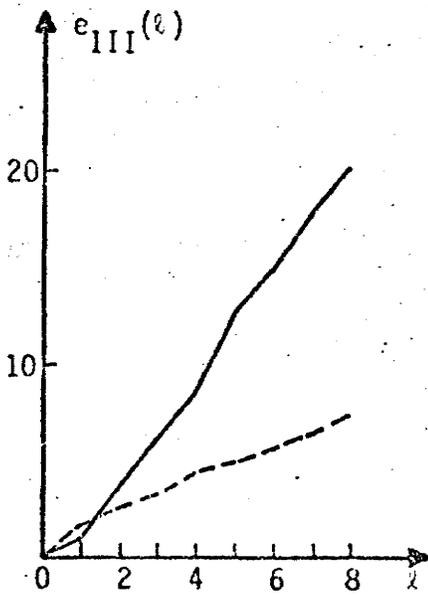
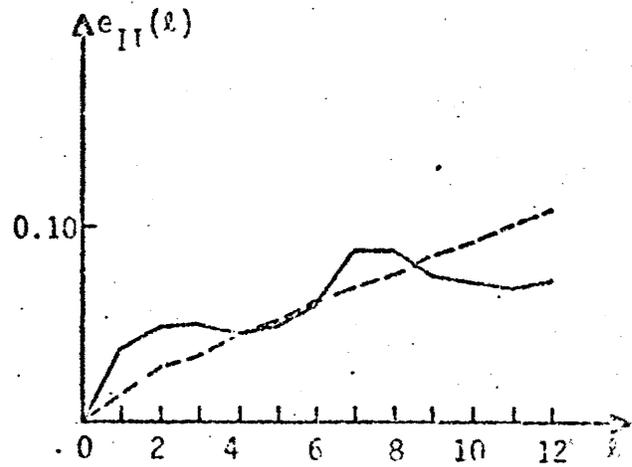
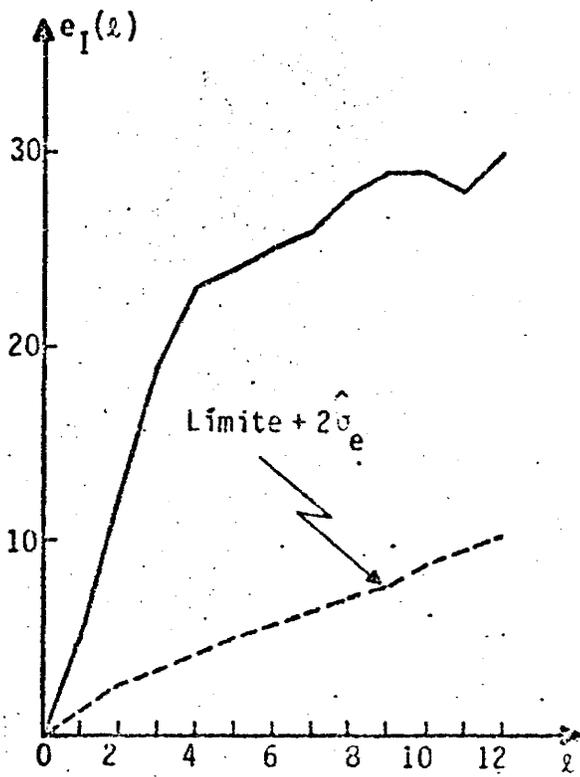
$(\sum_{i=0}^{\ell-1} \psi_i^2) \sigma_a^2$; por lo tanto, límites de aproximadamente 95% de confianza para $e_T(\ell)$ estarán dados por

$$\pm 2\hat{\sigma}_e = \pm 2 \sqrt{\sum_{i=0}^{\ell-1} \hat{\psi}_i^2} \hat{\sigma}_a$$

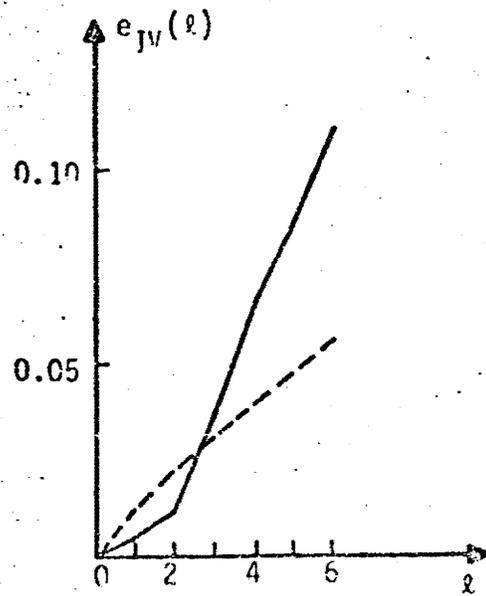
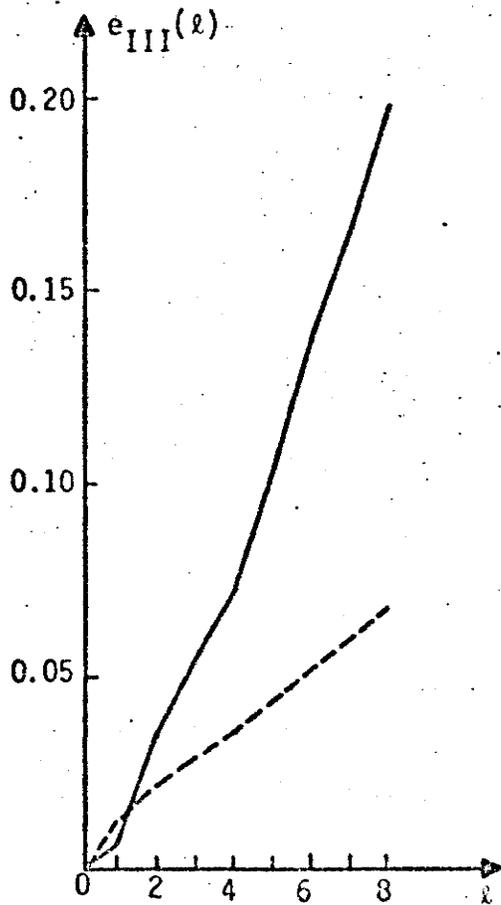
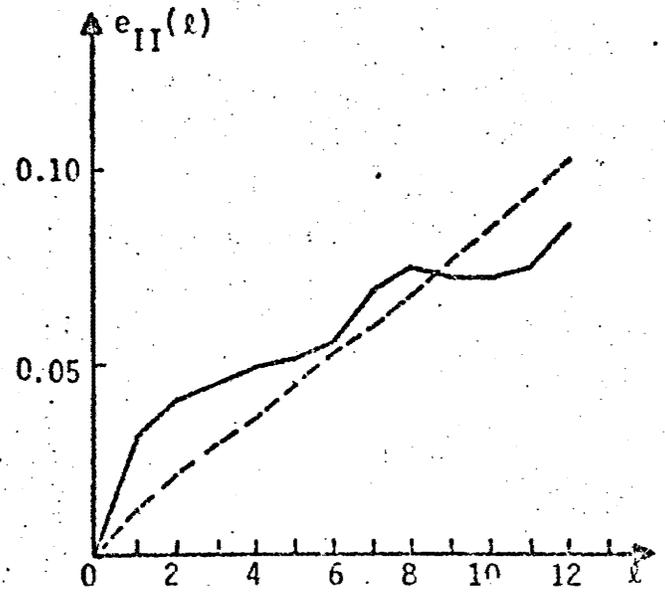
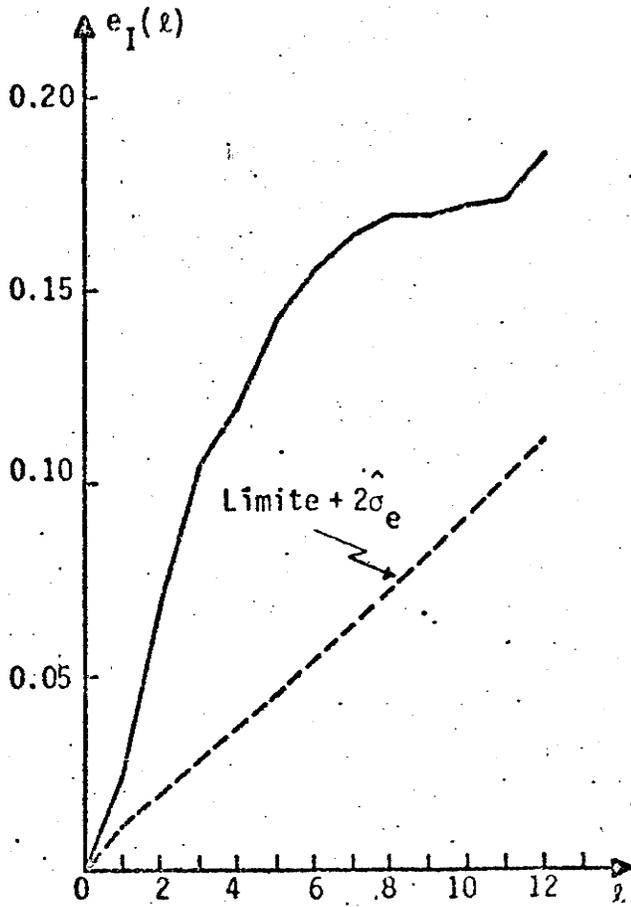
en donde $\hat{\psi}_0 = 1$ y las ponderaciones $\hat{\psi}_1, \hat{\psi}_2, \dots, \hat{\psi}_{\ell-1}$ así como, $\hat{\sigma}_a^2$ se obtienen como resultado del paquete de estimación de modelos de Box-Jenkins.

En las gráficas expuestas a continuación, la línea continua corresponde al error del pronóstico $e_T(\ell)$, mientras que las líneas discontinuas muestran los límites $\pm 2\hat{\sigma}_e$. De esta manera, los errores de pronóstico que se encuentren fuera de $\pm 2\hat{\sigma}_e$ serán significativamente distintos de cero y proporcionarán evidencia para postular la forma funcional para describir a la intervención. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los errores de pronóstico, para pronósticos hechos a partir del mismo origen, están positivamente correlacionados, por lo cual podría parecer que siguen cierto patrón, cuando en realidad no lo hacen. Así, la función sugerida por la gráfica no es necesariamente la definitiva y debe tenerse

presente la idea de construcción de modelos como un proceso iterativo, de tal suerte que un primer intento por ajustar la función de intervención puede conducir a intentos posteriores, quizá más fructíferos.



IPC



APENDICE A.2PROCEDIMIENTO PARA CORREGIR (APROXIMADAMENTE) EL SESGO DE
LOS PRONOSTICOS PARA LAS SERIES ORIGINALES

De acuerdo con las propiedades de los modelos de Box-Jenkins^{a1/}, la observación de la serie $\log(Z)$ en el mes $t+l$ se puede expresar como una combinación lineal de los errores aleatorios a_{t+l} , a_{t+l-1} , a_{t+l-2} , ..., es decir

$$\log(Z_{t+l}) = a_{t+l} + \psi_1 a_{t+l-1} + \psi_2 a_{t+l-2} + \dots$$

en donde la variable 'a' sigue una distribución normal, de tal forma que $\log(Z_{t+l})$ tiene también una distribución normal. Además, se sabe que la media y la varianza de $\log(Z_{t+l})$ condicionadas en el conocimiento de todas las observaciones hasta el tiempo t , son $\log(Z_t)$ y $(\sum_{i=0}^{l-1} \psi_i^2) \sigma_a^2$, respectivamente, en donde las ponderaciones $\psi_1, \psi_2, \dots, \psi_{l-1}$ guardan una relación estrecha con los parámetros del modelo para $\log(Z)$, y $\psi_0 \equiv 1$.

Con base en lo anterior, se utilizará el hecho de que $\exp\{\log(Z_{t+l})\}$ sigue una distribución lognormal; así

^{a1/} Véase Box y Jenkins (1976, cap.5)

pues, el valor esperado condicional de esta variable^{a2/} es

$$E_t(Z_{t+l}) = E_t \left[\exp \{ \log(Z_{t+l}) \} \right] = \exp \{ \hat{\log}(Z_t)(l) + \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{l-1} \hat{\psi}_i^2 \hat{\sigma}_a^2 \},$$

de aquí se deduce que un pronóstico aproximadamente insesgado de Z_{t+l} (a partir de t) se obtiene como

$$\tilde{Z}_t(l) = \exp \{ \hat{\log}(Z_t)(l) \} \cdot \exp \left\{ \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{l-1} \hat{\psi}_i^2 \hat{\sigma}_a^2 \right\}$$

Multiplicando por el factor de corrección $\exp \left\{ \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{l-1} \hat{\psi}_i^2 \hat{\sigma}_a^2 \right\}$, es posible también corregir el sesgo en los límites de confianza para el pronóstico "natural" $\exp \{ \hat{\log}(Z_t)(l) \}$.

A manera de ilustración, se presenta en seguida una aplicación del procedimiento anterior para obtener los pronósticos de IPM. Como primer paso, se obtienen los pronósticos $\exp \{ \hat{\log}(IPM_t)(l) \}$ junto con los intervalos de confianza correspondientes y las ponderaciones $\hat{\psi}_1, \hat{\psi}_2, \dots, \hat{\psi}_{l-1}$ que se muestran en el cuadro A.1. Entonces se procede a calcular los factores de corrección que aparecen en el mismo cuadro, y de ahí se obtienen los pronósticos corregidos que se mues-

a2/ Véase Nelson (1973 pp. 161-163) en donde se muestra básicamente el mismo argumento que aquí presentamos. Para el caso de que se utilice una transformación distinta a la logarítmica, la corrección aproximada del sesgo puede lograrse a través del procedimiento que aparece en Guerrero y Vera (1981, Cap. 4).

tran en el cuadro 7 del texto. Nótese que conforme l crece, aumenta la varianza estimada del pronóstico, que es $(\sum_{i=0}^{l-1} \hat{\psi}_i^2) \hat{\sigma}_a^2$, y por lo tanto el factor de corrección también tiende a ser mayor; es decir, mientras más alejado sea el -- pronóstico, mayor será el sesgo que contenga, si no se aplica la corrección.

Cuadro A.1

Cálculo de Pronósticos Insegados para IPM
(a partir de julio de 1982)

| ℓ | Pronóstico $\exp \{ \hat{\log}(IPM_t) (\ell) \}$ | Intervalo del 95% de confianza | Ponderación $\hat{\psi}_{\ell-1}$ | Factor de corrección $\exp \left\{ \frac{1}{2} \left(\sum_{i=0}^{\ell-1} \hat{\psi}_i^2 \right) \hat{\sigma}_a^2 \right\}$ |
|--------|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--|
| 1 | 291.38 | (286.76, 296.08) | 1 | 1.000033 |
| 2 | 304.39 | (296.29, 312.71) | 1.3581 | 1.000095 |
| 3 | 317.93 | (306.79, 329.47) | 1.4580 | 1.000166 |
| 4 | 332.11 | (317.91, 346.94) | 1.5783 | 1.000249 |
| 5 | 346.89 | (329.53, 365.16) | 1.6854 | 1.000344 |
| 6 | 362.35 | (341.64, 384.32) | 1.8010 | 1.000453 |
| 7 | 378.49 | (354.20, 404.44) | 1.9112 | 1.000575 |
| 8 | 395.35 | (367.22, 425.64) | 2.0249 | 1.000712 |
| 9 | 412.96 | (380.70, 447.95) | 2.1363 | 1.000865 |
| 10 | 431.36 | (394.65, 471.48) | 2.2491 | 1.001034 |

El Centro de Estudios Económicos de El Colegio de México, ha creado la serie "Documentos de Trabajo" para difundir investigaciones que contribuyen a la discusión de importantes problemas teóricos y empíricos aunque estén en versión preliminar. Con esta publicación se pretende estimular el análisis de las ideas aquí expuestas y la comunicación con sus autores. El contenido de los trabajos es responsabilidad exclusiva de los autores.

Editor: José Luis Alberro

Serie Documentos de Trabajo 1982

- No. I Ize, Alain "Disequilibrium Theories, Imperfect Competition and Income Distribution: A Fix Price Analysis"
- No. II Levy, Santiago "Un Modelo de Simulación de Precios para la Economía Mexicana"
- No. III Persky, Joseph and Tam, Mo-Yin S. "On the Theory of Optimal Convergence"
- No. IV Kehoe, Timothy J., Serra-Puche, Jaime y Solís, Leopoldo "A General Equilibrium Model of Domestic Commerce in Mexico"
- No. V Guerrero, Víctor M. "Medición de los Efectos Inflacionarios Causados por Algunas Decisiones Gubernamentales: Teoría y Aplicaciones del Análisis de Intervención"
- No. VI Gibson, Bill, Lustig, Nora and Taylor, Lance "Terms of Trade and Class Conflict in a Computable General Equilibrium Model for Mexico"
- No. VII Dávila, Enrique "The Prices System in Cantillon's Feudal-Mercantile Model"
- No. VIII Ize, Alain "A Dynamic Model of Financial Intermediation in a Semi-Industrialized Economy"
- No. IX Seade, Jesús "On Utilitarianism and Horizontal Equity: When is the Equality of Incomes as such Desirable"
- No. X Cárdenas, Enrique "La Industrialización en México Durante la Gran Recesión: Política Pública y Respuesta Privada"