

Indicadores de alerta temprana en Ecuador: una metodología de cálculo

Antonio Villacís Martínez¹

Resumen

La investigación tiene como objetivo construir 4 índices de alerta temprana, que son evaluados para determinar su capacidad para anticipar crisis monetarias en el Ecuador durante el período comprendido entre 1993 y Marzo de 1999. Los resultados encontrados arrojan evidencia de cuáles serían las variables que pueden ser utilizadas como indicadores de alerta temprana.

El hecho de que el indicador M2/RMI sea el más relevante en la predicción de una crisis monetaria pone en evidencia la necesidad de una moneda fuertemente respaldada por reservas monetarias, además de la necesidad de políticas que mantengan la estabilidad de esta relación.

Intentar aplicar el presente modelo a un esquema de dolarización es muy difícil, pues con la dolarización la mayor parte de las variables que permitan determinar la existencia de una crisis monetaria desaparecen. Sin embargo, la metodología y los resultados obtenidos son útiles para analizar cuáles fueron las variables que tuvieron mayor influencia en las crisis monetarias ecuatorianas de la segunda mitad de la década de los noventa, que en última instancia llevaron a la adopción de un nuevo esquema monetario.

Abstract

The purpose of this research is to build four early alert indicators, that are evaluated to determine its capacity in order to anticipate monetary crisis in Ecuador between 1993 and March 1999. The results that were found show evidence of which would be the variables that could be used as early warning indicators.

The fact that the indicator M2/IMR is the most relevant in order to predict a monetary crisis, makes evident the need of a currency strongly supported by monetary reserves, and also the necessity of implementing policies that ensure the stability of this relation. Is very hard to apply this model to a dollarization scheme, because with this scheme, most of variables that helped us to determine the existence of a monetary crisis, disappear.

However, the methodology and the obtained results are useful to analyze which where the variables that had more influence in the Ecuadorian monetary crisis of the second half of the ninety's, that finally led to the adoption of a new monetary scheme.

¹ Economista graduado en la Facultad de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. El artículo publicado es un extracto de la tesis de grado. Los comentarios o requerimientos de la información utilizada pueden ser dirigidos a: antonio_villacis@hotmail.com

1. Introducción

Existe una inclinación a pensar que las crisis monetarias son eventos inusuales e impredecibles, sin embargo el colapso del mecanismo de cambios europeo (ERM) en 1992 y 1993, la crisis mexicana de diciembre de 1994 y, en forma más reciente, la crisis asiática de 1997, han despertado el interés por el estudio teórico y análisis empírico de los factores bajo los cuales se presentan crisis monetarias. En particular, interesa anticipar la ocurrencia de estas y consecuentemente adoptar las medidas correctivas.

Los desarrollos teóricos recientes tratan de predecir las crisis monetarias mediante los denominados sistemas de alerta temprana; los que pretenden determinar y monitorear el comportamiento de ciertas variables claves en el período previo a la crisis. En este sentido, los sistemas de alerta temprana son una herramienta de análisis que permite detectar y cuantificar síntomas que preceden a una crisis monetarias

La presente investigación intenta determinar cuáles son esos factores y la posibilidad de anticipar las diferentes crisis monetarias de tal forma que en el futuro sea posible adoptar políticas que eviten este tipo de eventos. Para lograr este objetivo se ha tomado como referencia al Período Enero 1993 – Marzo 1999.

En primera instancia se presenta una recopilación de la metodología para la construcción de indicadores y sistemas de alerta temprana utilizados para predecir crisis. A continuación, se aplica una de las técnicas discutidas en la sección precedente, utilizando para ello información del Ecuador. La última sección concluye.

2. Construcción del índice de crisis

La teoría de crisis monetarias plantea que la mayor parte del tiempo las crisis se manifiestan a través de la devaluación y, posteriormente, la flotación del tipo de cambio. Sin embargo, los bancos centrales pueden, y en muchas ocasiones lo hacen, aplicar una política monetaria contractiva y de intervención en el mercado cambiario. En estos casos las turbulencias del mercado monetario se reflejarán en súbitos incrementos de las tasas de interés domésticas y en pérdidas masivas de reservas externas.

Una crisis medida de esta forma incluye, ataques a la moneda exitosos y no exitosos. Esta es una definición amplia que incluye no solo ataques monetarios bajo

esquemas de tipo de cambio fijo, sino también bajo otros esquemas de tipo de cambio².

El índice de crisis utilizado en esta investigación es igual a un promedio ponderado de los cambios porcentuales del tipo de cambio y de cambios porcentuales mensuales en las reservas internacionales brutas (medidas en US\$); es decir:

$$I_t^c = \frac{\delta \frac{TC_t - TC_{t-1}}{TC_{t-1}} + \phi \frac{RMI_t - RMI_{t-1}}{RMI_{t-1}}}{\delta + \phi}$$

Donde:

I_t^c = Valor del índice de crisis para el período t.

TC_t = Tipo de cambio nominal para el período t.

RMI_t = Reserva monetaria internacional para el período t.

δ = Ponderador de las variaciones del tipo de cambio.

ϕ = Ponderador de las variaciones de la reserva monetaria internacional

Se identifica un período de crisis observando el comportamiento del índice con relación a su promedio. Cuando, el índice supera su valor medio, en una magnitud predeterminado de desviaciones estándar, entonces se dice que se observa una crisis.

Para la estimación de los ponderadores es necesario considerar los siguientes elementos:

1. Las ponderaciones son escogidas de tal forma que los dos componentes del índice tengan la misma desviación estándar condicional, es decir $\delta\sigma_1 = \phi\sigma_2$.

Es decir, el tipo de cambio y las reservas tienen la misma importancia en la definición de crisis. La influencia de cada factor viene dado por la variabilidad de los valores para la serie de tiempo analizada.

2. La suma de los ponderadores es igual a 1. $\delta + \phi = 1$.

² Kaminsky, Lizondo y Reinhart. Op. Cit. Pp 74, 76

Entonces:

$$\delta = \frac{\sigma_2}{\sigma_1 + \sigma_2} \quad \text{y} \quad \varphi = \frac{\sigma_1}{\sigma_1 + \sigma_2}$$

Donde:

σ_1 = desviación estándar de la tasa de crecimiento del tipo de cambio.

σ_2 = desviación estándar de la tasa de crecimiento de las reservas internacionales.

3. Sistemas de alerta Temprana

3.1 Modelos probabilísticos³

Un modelo de alerta temprana permite cuantificar la probabilidad de ocurrencia de una crisis. Para su aplicación empírica se utilizan técnicas econométricas multivariadas Logit o Probit. Estos modelos tienen la ventaja de resumir la probabilidad de crisis en un solo número. Esta técnica considera todas las variables simultáneamente y deja a un lado aquellas variables que no contribuyen con información.

Esta metodología, sin embargo, tiene importantes limitaciones. Como primer punto, se tiene la falta de previsión de esta técnica en una medición para clasificar los indicadores de acuerdo a su habilidad para predecir correctamente crisis y evitar falsas señales, dado que una variable es considerada dentro de la regresión probabilística independientemente de su significancia. Por lo tanto este tipo de modelos no provee información de donde la fuerza relativa de los indicadores falla, señalando una gran probabilidad de crisis a expensas de falsas alarmas, o en cambio, sin predecir crisis que realmente ocurren. La medición de la significancia estadística puede ayudar a señalar cuáles son los indicadores más relevantes, sin embargo la naturaleza no lineal de estos modelos hace difícil evaluar la contribución marginal de un indicador a la probabilidad de una crisis.

En segundo lugar, este método no provee una lectura clara de donde y cuán difusos están los problemas macroeconómicos. Dentro de esta aproximación, es difícil juzgar cuál de las variables están fuera de línea, haciendo el método poco ideal para el propósito de vigilancia y para la toma de acciones preventivas.

³ Kaminsky, Lizondo y Reinhart. Op. Cit. P. 14

3.2 La aproximación de señales

Una segunda metodología de formulación de modelos de alerta temprana ha sido comparar el comportamiento de variables seleccionadas en el período previo a la crisis con su comportamiento frente a un grupo de control, e identificar aquellas variables cuya conducta diferente puede ser usada para evaluar la probabilidad de una crisis. Un caso particular de esta metodología es la aproximación de señales.

La aproximación de señales evalúa el rendimiento de indicadores individuales y da información sobre qué variables tienen mayor importancia en la probabilidad de crisis. Con este enfoque también es posible estimar la probabilidad de una crisis, condicionada a las señales dadas por los diferentes indicadores. Esta probabilidad condicional de crisis depende directamente de la relevancia de los indicadores que emiten señales. Por ejemplo, si en cualquier punto en el tiempo seis indicadores presentan señales, la probabilidad condicional de crisis será mayor si aquellas provienen de un grupo de indicadores más relevante, en relación con un grupo de indicadores menos importantes.

Esta aproximación implica el monitoreo de la evolución de un cierto número de variables económicas. Cuando una de estas variables se desvía de su valor "normal", más allá de cierto valor de "umbral", es tomada como una señal de alerta acerca de una posible crisis monetaria dentro de un período específico de tiempo, a este período se lo denomina horizonte de tiempo.

Los niveles de umbral son escogidos de tal forma que mantengan el balance entre el riesgo de tener muchas señales falsas (lo cual sucede cuando el nivel de umbral es tal, que ante la mínima posibilidad de crisis se produce una señal) y el riesgo de perder muchas crisis (cuando se produce una señal sólo si la evidencia de crisis es abrumadora). El balance requerido es proporcionado con la estimación de una "función de ruido"⁴. Matemáticamente es posible formular la aproximación de señales de la siguiente forma:

n = Número de indicadores de crisis monetaria

X^j = Valor del indicador j en el período t , en donde j está comprendido entre 1 y n .

X^j = Valor de umbral del indicador j . Este valor es fijo para todos los períodos t .

S_t^j = Valor de la señal del indicador j en el período t , 1 cuando existen señales, 0 cuando no existen señales.

⁴ Kaminsky, Lizondo y Reinhart, Op. Cit., Pp 15-18

A partir de esta notación, una "señal" es definida como:

$$\left\{ X_t^j > \bar{X}^j \right\} \Rightarrow \left\{ S_t^j = 1 \right.$$

Y no existen señales cuando

$$\left\{ X_t^j < \bar{X}^j \right\} \Rightarrow \left\{ S_t^j = 0 \right.$$

El valor de los indicadores y de los valores de umbral es tomado en términos absolutos, puesto que en algunos casos la disminución de un indicador incrementa la probabilidad de una crisis, mientras que en otros la eminencia de una crisis es dada por su aumento⁵.

3.2.1 Construcción de la señal de ruido y determinación de los umbrales

El valor de la señal de ruido determina la viabilidad del indicador como estimador de alerta temprana, un valor más bajo significa un mejor poder de predicción. El valor de la señal permite estimar la relevancia de cada una de las variables y determinar el nivel del umbral

Al construir un modelo de señales, se puede incurrir en dos tipos de errores: (i) se denomina error tipo I cuando el indicador falla en alertar una crisis, es decir, no emite señal y posteriormente ocurre una crisis, (ii) el error tipo II surge cuando el indicador emite falsas alarmas, es decir, se tienen señales pero no hay crisis. La existencia de crisis o no crisis es determinada según el valor del índice de crisis⁶.

Si el objetivo de la estimación consiste en encontrar el modelo que arroje los mejores resultados desde el punto de vista de su capacidad predictiva, es importante reconocer que existe un "trade-off" entre el error del tipo I para un nivel dado de error del tipo II. No predecir crisis cuando en realidad suceden podría generar consecuencia no deseadas, pues la falta de previsión no permitiría la toma de políticas preventivas por parte de las autoridades. En vista de que el fin de los modelos de alerta temprana es el proporcionar a las autoridades y a los agentes económicos en general de instrumentos que permitan anticipar probables crisis, compensando el riesgo de escoger entre valores que originen muchas falsas alarmas

⁵ Kaminsky G., Op Cit., Pp 9-10

⁶ Anastasi A, Burdisso T, Grubusius E y Lencioni S., ¿Es posible anticipar problemas en una entidad financiera? Argentina 1994 - 1997. Banco Central de Argentina, Buenos Aires, 1998, pp 6-8.

o dejen inadvertidas muchas crisis, la relación $\frac{\text{Error del Tipo II}}{\text{Error del Tipo I}}$ debe ser minimizada para determinar la barrera crítica o valor de umbral de cada indicador.

Para lograr la minimización de los errores I y II es necesario establecer una función de ruido que incorpore este "Trade - Off". Por lo tanto la función de ruido viene dada como:

$$\omega = \frac{\beta}{1 - \alpha}$$

Donde ω es el valor de la función de ruido, α es el tamaño del error del Tipo I y β es el tamaño del error del Tipo II. α y β están definidas como un porcentaje del total de señales presentadas. α y β son funciones del umbral X_i , con $\alpha' X^j > 0$ y $\beta' X^j < 0$. El signo de estas derivadas implica que, para un mayor nivel de umbral el error del tipo I será mayor y el del tipo II será menor.

3.2.2 Medición de la efectividad de los indicadores

La efectividad del enfoque de señales puede ser examinada a nivel de indicadores individuales (cuándo un indicador es útil en anticipar crisis) y al nivel de un grupo de indicadores (cuándo un grupo de indicadores tomados conjuntamente son útiles en anticipar crisis).

3.2.2.1 Indicadores Individuales⁷

Para determinar la efectividad de los indicadores individuales, la teoría probabilística puede ser replanteada en términos de la siguiente matriz:

Cuadro No. 1

Clasificación de los Indicadores

	Crisis dentro de 12 meses	No Crisis dentro de 12 meses
Se marca una señal	A	B
No se marca una señal	C	D

⁷ Kaminsky, Lizondo y Reinhart, Op. Cit., Pp 18-20.

En esta matriz, A es el número de periodos en que el indicador presenta una buena señal, B es el número de periodos en que un indicador presenta una mala señal o ruido, C es el número de periodos en que un indicador falla al no marcar una señal y D es el número de periodos en que el indicador no presenta ninguna señal. Un indicador perfecto solo debe generar observaciones que pertenezcan a la esquina superior izquierda o a la esquina inferior derecha de la matriz, es decir, presentara una señal en cada período durante todo el horizonte de tiempo previo a una crisis, $A > 0$ y $C = 0$, y no presentar señales cuando esta no es seguida de una crisis $B = 0$ y $D > 0$. En la práctica ninguno de los indicadores encaja en el papel de un indicador perfecto. Sin embargo, la matriz previa es útil para evaluar cuan cerca o lejos esta cada indicador de este perfil.

Una primera medida de la efectividad de los indicadores individuales para señalar una crisis viene dado por la relación $\frac{A}{A+C}$, en donde un 100% implica que una señal es presentada cada período durante los 12 periodos previos a una crisis y el indicador es perfecto.

Una segunda medida de efectividad de los indicadores individuales esta dada por la relación $\frac{B}{B+D}$, esta relación mide la proporción de malas señales presentadas, mientras menor sea su valor el indicador será mejor.

La tercera medida de efectividad de los indicadores combina la habilidad para presentar buenas señales y para evitar malas señales en términos del "ruido" de los indicadores. Esta relación se obtiene dividiendo el segundo indicador para el primero: $\frac{B_{i,D}}{A_{i,C}}$. Mientras menor sea la relación, mejor es el indicador.

Una cuarta medida de efectividad de los indicadores consiste en comparar la probabilidad de crisis condicional a una señal del indicador $\frac{A}{A+B}$ con la probabilidad incondicional de crisis $\frac{A+C}{A+B+C+D}$. Bajo el supuesto de que el indicador contiene información útil, la probabilidad condicional será mayor a la incondicional.

3.2.2.2 *Indices Compuestos*⁸

Es posible combinar la información dada por todos los indicadores para estimar la probabilidad de una crisis verdadera, logrando una aproximación parecida a la del enfoque probabilístico, esta combinación se realiza con el uso de índices compuestos de crisis.

⁸ Sachs, Tornell y Velasco, Op. Cit. Pp 19-21

A continuación se exponen cuatro posibles índices compuestos para la predicción de crisis monetarias.

3.2.2.2.1 Índice compuesto I

Una manera directa de capturar la fragilidad de la economía previo a la ocurrencia de una crisis es observar el número de señales en cada sector de la economía. Mientras mayor sea el número de señales, mayor será la probabilidad de un colapso monetario.

Bajo este punto el primer índice compuesto I_t^I para el período t es:

$$I_t^I = \sum_{j=1}^n S_j^t$$

En donde:

S_j^t = Señal del indicador j para el periodo t. Es igual a 1 si existe una señal, de otra forma es 0.

n. = representa el total de indicadores o variables analizadas.

3.2.2.2.2 Índice compuesto II

El número de señales puede no ser el mejor índice compuesto de crisis, puesto que no diferencia entre las señales de un comportamiento promedio inusual y las señales de un comportamiento extremo y aberrante del indicador. Para considerar ambos tipos de comportamiento se define, para cada variable, dos umbrales diferentes, X_m^j como el valor de umbral medio y X_e^j como el valor de umbral extremo, el indicador X_t^j será una señal media en el periodo t si $X_m^j < X_t^j < X_e^j$ y una señal extrema cuando $X_t^j < X_m^j$. Entonces el segundo índice compuesto contabiliza la intensidad de la señal para cada uno de los indicadores, este índice está definido como:

En este caso las señales extremas tienen el doble de peso que las señales medias y el índice puede tener un valor comprendido entre 0 y $2n$, en donde n representa el número de indicadores analizados.

3.2.2.2.3 *Índice compuesto III*

Puede suceder que la economía se encuentre en una situación de alta vulnerabilidad y, sin embargo, no todos los indicadores indiquen, de manera conjunta, indicios de una alta probabilidad de crisis. Por ejemplo, Si la producción colapsa en un período, el mercado de capitales cae en el siguiente, la RMI cae dentro de 2 períodos y las exportaciones caen substancialmente dentro de 3 períodos, o es posible aseverar al final del último período que la única señal respecto de la fragilidad de la economía es la caída de las exportaciones. Es evidente que existen múltiples problemas en todos los sectores de la economía. Para capturar el fundamento de los deterioros es posible estimar el siguiente índice compuesto de crisis:

$$I_t^3 = \sum_{j=1}^n S_{t-s,t}^j$$

En donde $S_{t-s,t}^j$ es igual a 1 si la variable j presenta una señal al menos una vez en el período t , o en los s períodos previos y cero en caso contrario. s en este caso es predefinido como 4 períodos previos.

3.2.2.2.4 *Índice compuesto IV*

Los tres índices compuestos desarrollados en la sección anterior no usan toda la información dada por cada uno de los indicadores individuales debido a que no contabilizan la relevancia de cada indicador dentro de la predicción de crisis. Es posible obtener esta estimación combinando la señal dada por cada indicador con la señal de ruido respectiva en el siguiente índice compuesto:

$$I_t^4 = \sum_{j=1}^n \frac{S_t^j}{\omega^j}$$

En este caso ω^j es la señal de ruido de cada indicador, la ponderación es inversa puesto que a mayor señal de ruido menor habilidad del indicador para predecir crisis.

4. Crisis monetaria en Ecuador

El período de análisis de las crisis monetarias comprende desde Enero 1993 hasta Marzo 1999. Los datos tienen una frecuencia mensual, por lo que existen 75 periodos potenciales de crisis durante este intervalo.

El tiempo previo a partir del cual se espera que el indicador presente un comportamiento anómalo antes de una crisis monetaria (horizonte de tiempo o ventana de crisis) es de 12 meses. A continuación se presentan los valores fundamentales del índice de crisis:

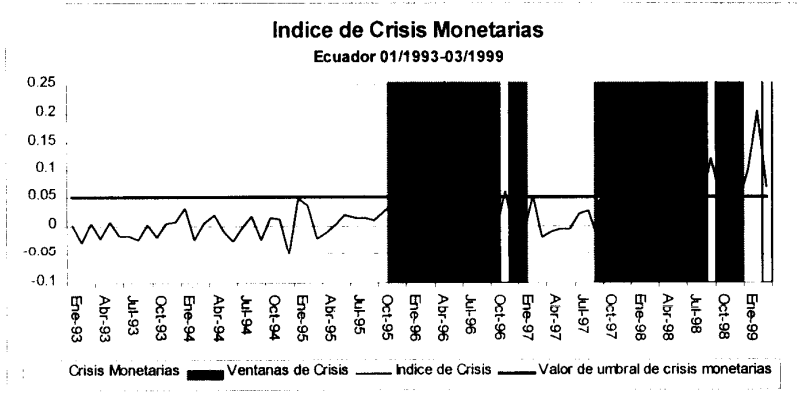
Cuadro No. 2

Valores del Índice de Crisis

	Valor Promedio t- 1/t $\bar{\chi}$	Ponderadores	Desviación Estándar Variaciones t- 1/t	$\bar{\chi} + \sigma$
RMI	0.37%	34.70%	6.03%	6.40%
TIPO DE CAMBIO NOMINAL	2.17%	65.30%	3.21%	5.37%
INDICE	1.29%		3.71%	4.99%

La información del Cuadro 2 y la comparación individual de las observaciones individuales permiten determinar las siguientes crisis monetarias en el Ecuador para el período 1993-1999:

Gráfico No. 1



Según el Gráfico 1, en Ecuador existieron 6 meses en los cuales el índice de crisis sobrepasa los límites establecidos y presenta una crisis (Noviembre 1996, Febrero 1997, Septiembre 1998, Enero, Febrero y Marzo 1999). Se observa que los períodos de crisis se concentran alrededor de dos intervalos de tiempo: Noviembre 1996 - Febrero 1997 y Septiembre 1998 - Marzo 1999. Al considerar las ventanas de crisis, es posible establecer que el número total de períodos de crisis llega a 35. Por lo que un indicador con un ajuste perfecto debería presentar 35 señales de alerta y 40 períodos sin señales, por consiguiente el valor máximo del error del tipo I será de 35 y del Tipo II de 40.

4.1 Indicadores individuales de crisis

4.1.1 Definición de los niveles de umbral

Para cada uno de los indicadores seleccionados es necesario definir un valor de umbral. En algunos casos su nivel está determinado de tal forma que un aumento en la variable determina la existencia o no de señales, para otros una disminución incrementa la posibilidad de generación de señales. En la determinación del nivel de umbral es necesario considerar la forma en que se considera a cada indicador, mientras para algunos se considera el nivel de umbral con relación a un valor tope del indicador, en otros casos el nivel de umbral viene dado por la variación histórica

del indicador, a continuación se presenta la relación de cada indicador con la presencia de crisis monetarias:

Cuadro No. 3

Indicadores y Crisis Monetarias

No.	INDICADOR	Factor de Determinación del nivel de umbral	Contribución a la probabilidad de crisis ante una variación positiva del indicador
1	Importaciones	Variación anual	+
2	Exportaciones	Variación anual	-
3	Términos de Intercambio	Nivel del Indicador	-
4	Tipo de cambio real	Nivel del Indicador	+
5	M2/RMI	Nivel del Indicador	+
6	Diferencias entre tasas internas y externas	Nivel del Indicador	+
7	Exceso real de Balances de M1	Nivel del Indicador	+
8	Multiplicador M2	Nivel del Indicador	+
9	Crédito Interno Neto al SPNF + BEMS	Nivel del Indicador	+
10	Stock de Depósitos en Bancos Comerciales	Variación anual	-
11	Diferencia entre tasas pasivas y activas	Nivel del Indicador	+
12	Índice de Producción	Variación anual	-
13	Índice de Precios Accionarios	Variación anual	-
14	Tasa de Interés real pasiva	Nivel del Indicador	+

Los criterios para definir el nivel óptimo del nivel de umbral de un indicador son los siguientes:

- Considerando los objetivos planteados de minimización del error de tipo I a expensas de un mayor error del tipo II, los parámetros máximos dentro de los cuales es posible la fluctuación de la relación $\frac{\alpha}{\beta}$ son 2.5 y 1/3.
- El valor de umbral se puede ubicar a un máximo de 1.5 desviaciones estándar de la media. El sentido y valor máximo de ubicación dependerá del indicador y del valor de la relación $\frac{\alpha}{\beta}$.

4.1.1.1 Niveles de umbral de los indicadores

Cuadro No. 4

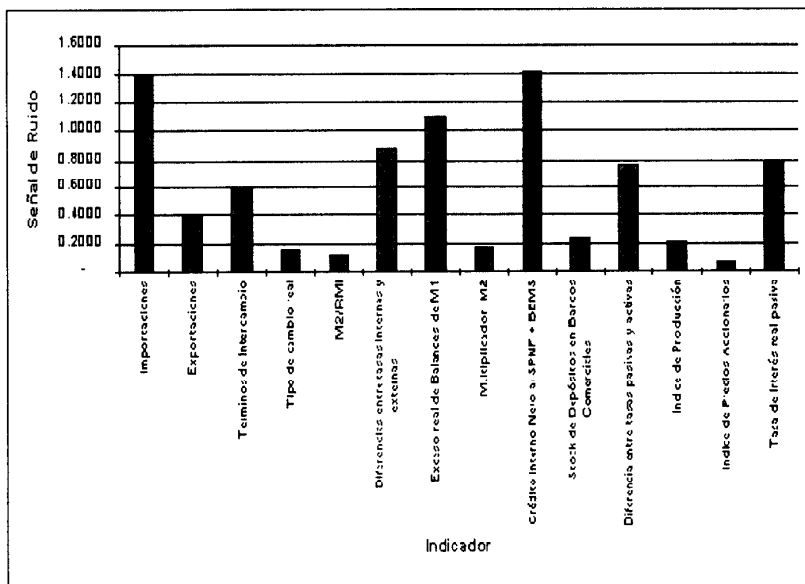
Indicadores Individuales de crisis monetarias

No	Indicador	Media	Desviación Estándar	Valor de Umbral	No. de desviaciones estándar del valor de umbral con relación a la media	Valor de la señal de ruido	Error: del Tipo I	Error del Tipo II	Señales de Crisis	% Error del Tipo I	% Error del Tipo II
1	Importaciones	5.884%	35.3858%	10.8670%	0.1408	0.4000	20	24	39	57.1429%	60.0000%
2	Exportaciones	2.6932%	18.7076%	2.0000%	0.0371	0.3977	13	10	32	37.1429%	25.0000%
3	Términos de intercambio	95.1933	7.7374	91.84	0.4334	0.5833	20	10	25	57.1429%	25.0000%
4	Tipo de cambio real	85.1196%	0.0503	86.65%	0.3044	0.1667	14	4	24	40.0000%	10.0000%
5	R2, PMI	2.35796	0.3048	2.6590	0.3315	0.1129	4	4	35	11.4286%	10.0000%
6	Diferencias entre tasas internas y externas	(0.0017)	0.0915	0.0451	0.5110	0.8750	24	10	21	68.5714%	25.0000%
7	Exceso real de balances de M1	(0.0085)	0.1085	(0.0750)	0.6124	1.1033	12	29	52	34.2857%	72.5000%
8	Multiplicador M2	5.4521	1.3301	5.5185	0.0499	0.1694	4	6	37	11.4286%	15.0000%
9	Crédito interno neto al SPNF + BEMS	31.9468%	37.578%	29.9000%	0.0545	1.4318	24	18	29	68.5714%	45.0000%
10	Stock de depósitos en bancos comerciales	33.3131%	16.9030%	26.9700%	0.3753	0.2386	13	6	28	37.1429%	15.0000%
11	Diferencias entre tasas pasivas y activas	10.9974%	3.0857%	10.9974%	-	0.7557	13	19	41	37.1429%	47.5000%
12	Índice de producción	2.6387%	3.5520%	2.8500%	0.0250	0.2100	10	6	31	28.5714%	15.0000%
13	Índice de precios accionarios	9.8935%	32.0649%	5.7600%	0.1289	0.0643	2	2	35	5.7143%	9.5238%
14	Tasa de interés real pasiva	5.0776%	10.0826%	10.8300%	0.5705	0.7955	24	10	21	68.5714%	25.0000%

Una primera medida del desempeño individual de cada indicador viene dado por el valor de la señal de ruido, esta relación se representa en el Gráfico 2:

Gráfico No. 2

Indicadores de Crisis Monetarias: Valor de la señal de ruido



Los indicadores con una menor señal de ruido y con mayor relevancia en la predicción de crisis monetarias son:

- (5) M2/RMI
- (4) Tipo de cambio real
- (8) Multiplicador de M2
- (12) Índice de Producción

El indicador (13), Índice de Precios accionario, es desechado por no existir información completa para toda la serie de tiempo, a pesar de que su ajuste en la predicción de crisis monetarias es bueno.

4.1.2 Evaluación de los indicadores individuales de crisis

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Cuadro No. 5

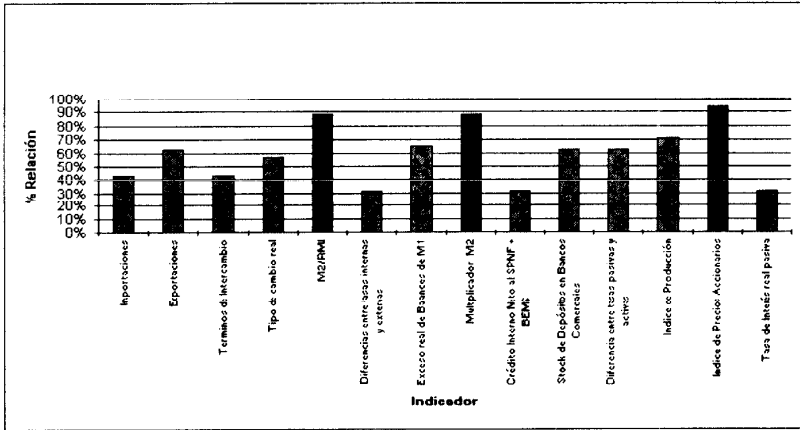
Evaluación de los Indicadores Individuales de Crisis

No.	INDICADOR	1	2	3	4	5	6
		$\frac{A}{A+c}$	$\frac{B}{B+D}$	$\frac{B/\frac{B+D}{A}}{A+C}$	$\frac{A}{A+B}$	$\frac{A+C}{A+B+C+D}$	4/5
1	Importaciones	42.86%	60.00%	140.00%	38.46%	46.67%	82.42%
2	Exportaciones	62.86%	25.00%	39.77%	68.75%	46-67%	147.32%
3	Términos de intercambio	42.86%	25.00%	58.33%	60.00%	46.67%	128.57%
4	Tipo de cambio real	57.14%	10.00%	17.50%	83.33%	46.67%	178.57%
5	M2/RM1	88.57%	10.00%	11.29%	88.57%	46.67%	189.80%
6	Diferencias entre tasas internas y externas	31.43%	25.00%	79.55%	52.38%	46.67%	112.24%
7	Exceso real de balances de M1	65.71%	72.50%	110.33%	44.23%	46.67%	94.78%
8	Multiplicador M2	88.57%	15.00%	16.94%	83.78%	46.67%	179.54%
9	Crédito interno neto al SPNF + BEMS	31.43%	45.00%	143.18%	37.93%	46.67%	81.28%
10	Stock de depósitos en Bancos Comerciales	62.86%	15.00%	23.86%	78.57%	46.67%	168.37%
11	Diferencia entre tasas pasivas y activas	62.86%	47.50%	75.57%	53.66%	46.67%	114.98%
12	Índice de producción	71.43%	15.00%	21.00%	80.65%	46.67%	172.81%
13	Índice de Precios accionarios	94.29%	5.00%	5.30%	94.29%	62.50%	150.86%
14	Tasa de interés real pasiva	31.43%	25.00%	79.55%	52.38%	46.67%	112.24%

La relación (1) $\frac{A}{A+c}$ mide la cantidad de señales correctas sobre el total de períodos de crisis, mientras mayor sea el valor de esta relación el indicador será más eficaz en la predicción de crisis monetarias. En este sentido los mejores indicadores son: (13) Índice de Precios Accionarios, (5) M2/RM1, y (8) Multiplicador de M2.

Gráfico No. 3

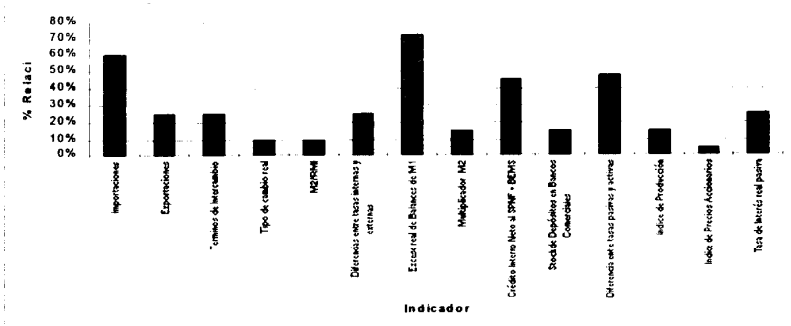
Evaluación Individual de los Indicadores. Relación (1)



En la relación (2) $\frac{B}{B + D}$ se establece la proporción del error del Tipo II con el número de períodos estables, entonces, un valor más bajo de la relación establecerá una menor propensión del indicador a señalar falsas alarmas. Los indicadores que tienen un mejor desempeño son: (13) Índice de Precios accionarios, (4) Tipo de cambio real y (5) M2/RMI.

Gráfico No. 4

Evaluación Individual de los Indicadores. Relación (2)

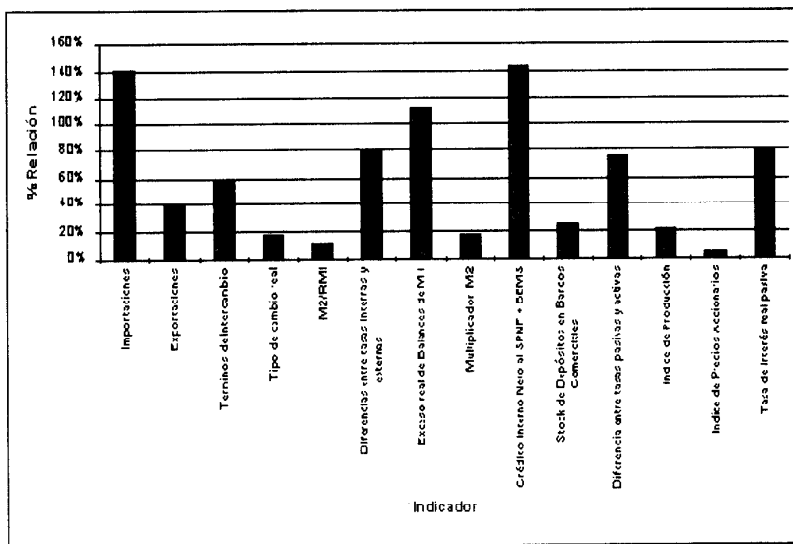


Las dos relaciones anteriores evalúan a cada indicador en su habilidad para predecir crisis correctamente y evitar falsas alarmas en forma independiente, al combinar la información proporcionada se estima una medida del grado de ajuste total de cada indicador, información muy similar a la proporcionada por la señal de ruido. Los indicadores con una menor relación (3) $\frac{B}{\frac{B+D}{A+A+C}}$ son: (13) Índice de

precios accionarios, (5) M2/RM1 y (8) multiplicador de M2.

Gráfico No. 5

Evaluación Individual de los Indicadores. Relación (3)



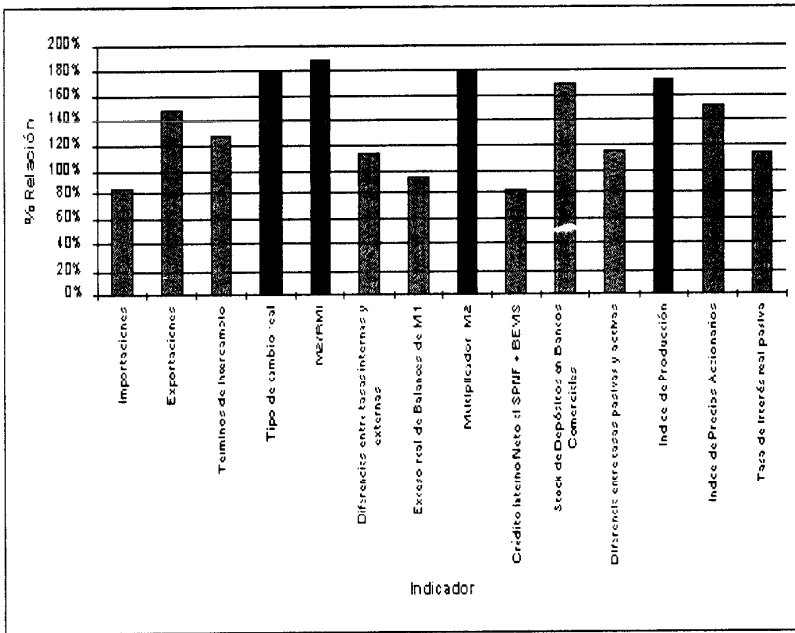
La relación (5) $\frac{A}{\frac{A+B}{A+C}}$ compara la proporción de las señales correctas y totales de cada indicador con el número de períodos de crisis y el total de períodos de análisis, determinando la relevancia de cada indicador dentro de la predicción de crisis monetarias. Por lo tanto, los indicadores más relevantes en la

predicción de crisis monetarias. Por lo tanto, los indicadores más relevantes en la

predicción de crisis monetarias son: M2/RM1, Multiplicador de M2, Tipo de Cambio real e Índice de Producción.

Gráfico No. 6

Evaluación Individual de los Indicadores. Relación (6)



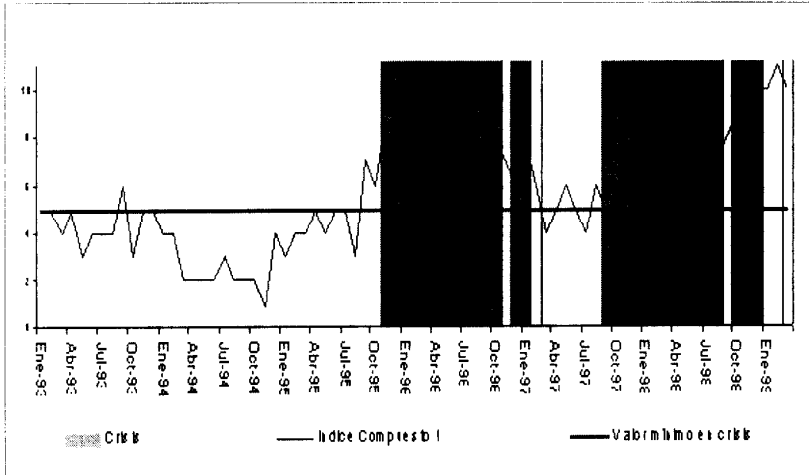
4.2 Desarrollo de los Indices Compuestos de Crisis

4.2.1 Índice Compuesto I

El índice compuesto I es la suma simple de las señales de cada indicador, los resultados de este índice son:

Gráfico No. 7

Índice Compuesto I



En el gráfico 7 se aprecia una clara tendencia del índice a tener un comportamiento diferente en los períodos estables y en los períodos de crisis, con un promedio de 3.98 para los períodos estables y de 8.34 para los períodos tranquilos, es decir que en promedio durante los períodos de crisis 5 indicadores más mostraron un comportamiento anormal con respecto a los períodos tranquilos.

Otra observación relevante del índice compuesto I es el valor mínimo del indicador en los períodos de crisis, que en este caso es 5. Bajo este parámetro existen sólo 4 períodos estables que estuvieron sobre este nivel y no presentaron un valor de crisis: Septiembre de 1993, Octubre de 1995, Mayo de 1997 y Agosto de 1997.

Estos resultados permiten establecer en 6 señales el nivel del índice compuesto I a partir del cual se presentan crisis.

Dentro de un sistema de alerta temprana es importante establecer el valor máximo del índice y cuanto tiempo antes de la crisis se presenta este valor, para este caso el valor del índice llega a 11, ocho meses antes de la crisis de noviembre de 1996 y doce meses antes de la crisis de febrero de 1997. Para las crisis de Octubre de 1998, Enero, Febrero y Marzo de 1999 el índice muestra un comportamiento creciente y el máximo es prácticamente el valor del índice durante el período de crisis (8, 10, 11 y 11 respectivamente).

4.2.2 Índice compuesto II

El índice compuesto II realiza una discriminación entre señales medias y extremas, otorgando una ponderación doble a las últimas. Con este objetivo se estima que una señal extrema es aquella que tiene un valor de umbral con un 10% por sobre el valor de umbral tradicional - El incremento o disminución del valor de umbral esta establecido por la influencia del indicador sobre la presencia de crisis monetarias -, es importante señalar que el establecimiento de señales extremas deja a un lado la minimización de la señal de ruido como parámetro en la fijación de las señales de umbral. El número de señales y valores de umbral y extremos necesarios para el cálculo del índice compuesto II se exponen en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 6

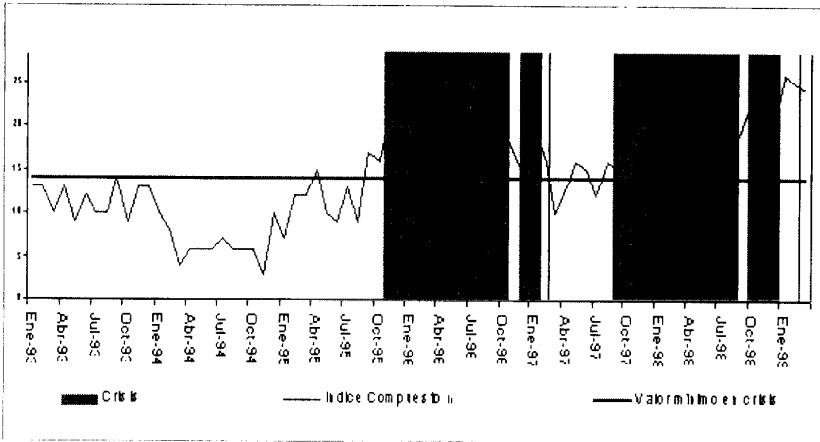
No.	Indicador	Señales de Crisis	Valor de umbral externo	Señales de crisis	Valor de umbral medio
1	Importaciones	39	0.1195	37	0.1087
2	Exportaciones	32	0.0180	31	0.0200
3	Términos de intercambio	25	82.6560	5	91.84
4	Tipo de cambio real	24	95.32%	2	86.63%
5	M2/RM1	35	2.9249	6	2.6590
6	Diferencias entre tasas internas y externas	22	0.0496	20	0.0451
7	Exceso real de balances de M1	52	(0.0675)	48	(0.0750)
8	Multiplicador M2	37	6.0704	34	5.5185
9	Crédito interno neto al SPNF + BEMS	29	0.3289	23	0.2990
10	Stock de depósitos en bancos comerciales	28	0.2427	23	0.2697
11	Diferencia entre tasas pasivas y activas	41	0.12097	29	0.10997
12	Índice de producción	31	0.0257	29	0.0285
13	Índice de precios accionarios	35	0.0518	34	0.0576
14	Tasas de interés real pasiva	21	0.1191	19	0.1083

Los indicadores que presentan una mayor variación entre señales medias y extremas son: Tipo de Cambio Real, M2/RM1, Términos de Intercambio.

La representación del Índice Compuesto II se encuentran en el Gráfico 8:

Gráfico No. 8

Índice Compuesto II



Al igual que el Índice Compuesto I, el Índice II tiene un comportamiento sistemáticamente diferente entre los períodos tranquilos y los períodos de crisis, con un valor promedio de 10.475 en los períodos tranquilos y de 20.343 en los períodos de crisis.

El valor mínimo del Índice durante los períodos de crisis llega a 14, los meses estables en los cuales el índice supera este valor son: Abril, Septiembre y Octubre de 1995; Mayo, Junio y Agosto de 1997. Se debe anotar que estos períodos se encuentran muy cercanos a las ventanas de crisis establecidas.

En lo referente a cuantos meses antes de la crisis el índice muestra su comportamiento más alarmante se tiene que para el caso de la crisis de noviembre de 1996, el valor más alto se presenta 4 meses antes, sin embargo al igual que el índice compuesto I el valor del índice 8 meses antes se encuentra en sus niveles extremos, en la crisis de Febrero de 1997 presenta la mayor cantidad de señales 7 y 10 períodos antes de la crisis, las crisis consecutivas de Septiembre de 1998, Enero Febrero y Marzo de 1999, presentan el mismo comportamiento del índice compuesto I alcanzando el valor máximo del índice durante el período de crisis, sin embargo para las crisis del primer trimestre de 1999 existe un valor alto del índice compuesto II en Octubre y Noviembre de 1998.

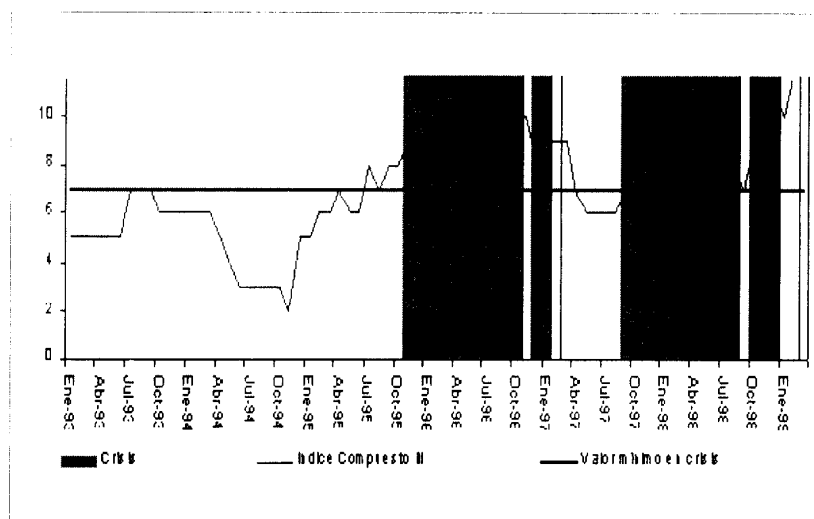
4.2.3 Índice Compuesto III

El índice compuesto III analiza las señales presentadas en el período de análisis y 3 períodos antes, evaluando las debilidades de la economía en un período más amplio de tiempo y consolidando la información presentada por las señales de crisis al considerar la persistencia de estas.

En el gráfico 9 se encuentra la representación gráfica de este indicador.

Gráfico No. 9

Índice Compuesto III



El promedio del Índice Compuesto III en los períodos estables es de 5.625 y de 9.143 en los períodos de crisis. Confirmando el comportamiento relevante de los índices compuestos durante los períodos de crisis.

El valor mínimo del índice durante los períodos de crisis es de 7. Los períodos estables que se encuentran por sobre este nivel son Julio, Septiembre, Octubre de 1995 y Marzo de 1997. Una vez más las fallas del índice se encuentran muy cercanas al horizonte predefinido de 12 períodos.

Los valores más altos del índice compuesto III se presentan 8 y 12 meses antes de las crisis de Noviembre de 1996 y Febrero de 1997, a diferencia de los índices anteriores en donde estos valores se mantienen en niveles muy similares hasta la precipitación de la Crisis.

Para las crisis de finales de 1998 y principios de 1999 el índice alcanza sus valores mayores en el período de crisis y en forma similar al Índice II existe un incremento significativo del índice en el periodo previo a las crisis de Enero-Marzo de 1.999.

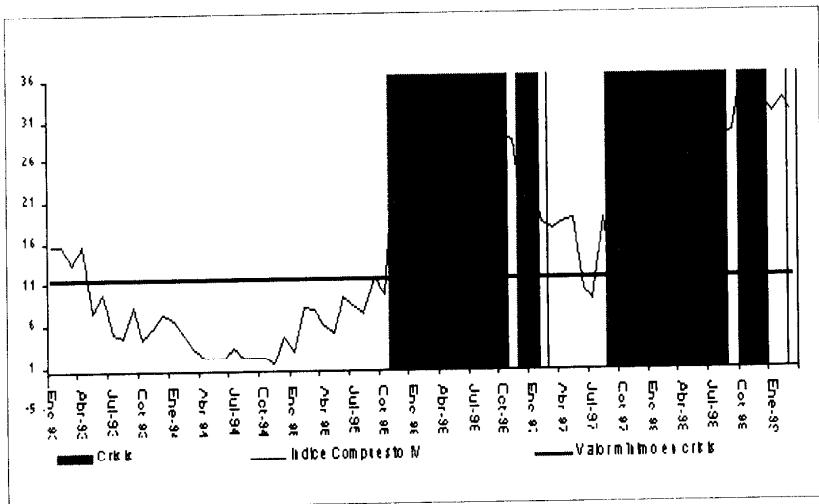
4.2.4 Índice Compuesto IV

El índice compuesto IV difiere significativamente de los tres índices anteriores al ser una variable continua debido a la ponderación inversa con la señal de ruido.

El gráfico 10 presenta los resultados del índice compuesto IV.

Gráfico No. 10

Índice Compuesto IV



Este índice, más que ningún otro, muestra diferencias entre los períodos de crisis y estables con una relación de alrededor de 3 a 1, los promedios son 7.4286 en los períodos tranquilos y 27.5612 en los períodos de crisis.

El valor mínimo en los períodos de crisis es de 10.7382, los meses estables en los que se sitúa por encima de este valor son: Enero - Abril de 1999, Septiembre de 1995, y el período Marzo 1997-Agosto 1997.

Para las crisis de Noviembre de 1996 y Febrero de 1997 el índice alcanza su valor máximo 5 y 9 períodos antes, respectivamente.

En el caso de las crisis de Septiembre de 1998 y Enero-Marzo 1999, el comportamiento del índice es similar a los resultados anteriores y alcanza su valor máximo en los períodos de crisis.

5. Resultados

Escoger la mejor metodología para la estimación de crisis monetarias en el Ecuador tomando como marco de referencia el período señalado es una tarea compleja y que puede dar lugar a múltiples respuestas, los resultados de la presente investigación están orientados a resolver esta interrogante.

El análisis de la evaluación de los indicadores individuales de alerta temprana y de índices compuestos de crisis permite la selección del grupo de indicadores que históricamente ha presentado una mayor precisión en la predicción de crisis y la metodología para la construcción del mejor índice compuesto.

Un sistema de alerta temprana debe reunir información de la situación global de la economía, por lo que es necesario considerar que el sistema será más adecuado si reúne indicadores representativos de cada uno de los sectores económicos. Por otra parte, la selección de los indicadores se la realiza sobre el valor de la función de ruido, que en este caso no puede tener un valor mayor a 0.4.

Cuadro No. 7

Indicadores del Sistema de Alerta Temprana para el Ecuador

Sector de la Economía	No.	Indicador	Función de Ruido
Sector Externo	2	Exportaciones	0.3977
	4	Tipo de cambio real	0.1667
	5	M2/RM1	0.1129
Sector Financiero	8	Multiplicador M2	0.1694
Sector Real	12	Índice de producción	0.2100
	13	Índice de precios Accionarios	0.0643

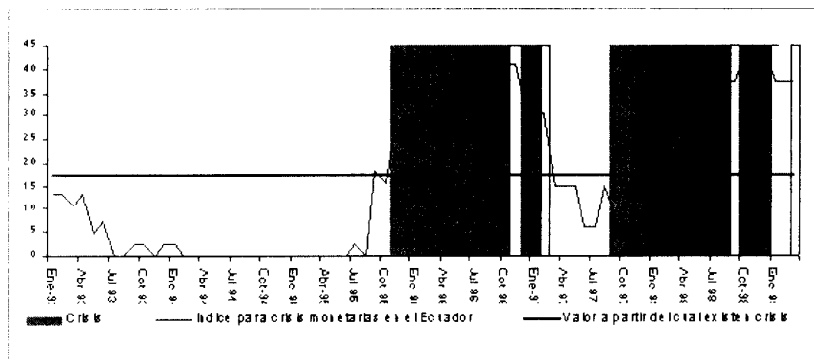
A pesar de la necesidad de un índice equilibrado que contemple todos los sectores de la economía, el indicador 9: Crédito al Sector Público No Financiero /Producto Interno Bruto que refleja la situación del sector fiscal ha sido descartado por su falta de precisión en la predicción de crisis.

El siguiente paso en la construcción del sistema es determinar el parámetro que servirá para predecir la presencia de crisis monetarias.

Los diferentes índices compuestos de crisis monetarias han mostrado su utilidad como herramienta para anticipar crisis; pero el índice de mejor desempeño es el Índice compuesto IV, por lo que este es el índice escogido para la elaboración del sistema de alerta temprana. En el Gráfico 11 se presentan estos valores.

Gráfico No. 11

Índice para crisis monetarias en el Ecuador



Como se puede observar, el índice presenta un buen ajuste para predecir crisis, con una anticipación de 12 periodos.

Para establecer el grado de ajuste del índice es necesario determinar un punto a partir del cual sea eminente la presencia de crisis en un periodo menor a 12 meses, este valor es de 17.28. A partir de este nivel existen los siguientes errores:

- Septiembre de 1995, no existe crisis y el valor del índice llega a 18.0714, en este caso existiría un poder predictivo con una anticipación de 14 meses a la crisis de noviembre de 1996.
- Septiembre de 1997, existe una crisis y el índice es de tan sólo 8.42. El poder predictivo del índice queda reducido a 11 periodos.

Una forma de evaluar la probabilidad del índice para anticipar crisis, es comparar el grado de error obtenido con el total de observaciones:

Cuadro No. 8

Probabilidad del Índice de Crisis

(a)	Número de errores:	2
(b)	Total de observaciones:	75
(c)	(a) / (b)	2.67%
(d)	Probabilidad de crisis con el nivel mínimo establecido: $100\% - (c)$	97.33%

Por lo tanto existe una probabilidad del 97.33% de que una crisis ocurra en los siguientes 12 meses si el índice alcanza un valor igual o superior a 17.28.

El número de periodos en el cual el índice alcanza su valor máximo antes de una crisis es de 6 meses para la crisis de Noviembre de 1996, 9 meses para la crisis de Febrero de 1997, 10 meses para la crisis de septiembre de 1998, 3 meses para la crisis de enero de 1999, 4 para la crisis de febrero de 1999 y 5 para la de marzo de 1999. Estos valores no permiten establecer claramente cuantos meses antes de una crisis la economía se encuentra en su punto más frágil y por lo tanto predecir con exactitud cuando se precipitará el colapso, sin embargo existe un rango de 10 a 3 meses en los cuales una crisis será eminente si el índice rebasa su nivel crítico.

El Cuadro 8 muestra que los indicadores más importantes para la predicción de crisis son, y en este orden: M2/RMI, Tipo de cambio real, Multiplicador de M2, Índice de Producción y Exportaciones. El índice de precios accionarios no es considerado por la falta de disponibilidad de su información.

6. Conclusiones

El sistema de alerta temprana propuesto en la presente investigación es válido ante políticas de tipo de cambio fijo, flexible y una combinación de los dos. El intentar aplicar el presente modelo a un esquema de dolarización es muy difícil, pues cambia totalmente la política monetaria y la mayor parte de las variables que permitían determinar la existencia de una crisis monetaria desaparecen.

Sin embargo, la metodología y los resultados obtenidos son útiles para analizar cuales fueron las variables que tuvieron mayor influencia en las crisis monetarias ecuatorianas de la segunda mitad de la década de los noventa, que en última instancia llevaron a la adopción de un nuevo esquema monetario.

El hecho de que el indicador M2/RMI sea el más relevante en la predicción de una crisis monetaria pone en evidencia la necesidad de una moneda fuertemente respaldada por reservas monetarias y la necesidad de políticas que mantengan la estabilidad de esta relación en niveles sostenibles en el mediano y largo plazo, el valor máximo tolerable de esta relación es de 2.6590. Dentro de este tipo de políticas están aquellas orientadas a controlar el crecimiento del dinero secundario y la creación primaria de dinero.

El multiplicador de M2 mide en forma directa el dinamismo del sector financiero en la economía y valores muy elevados de esta relación son síntomas de debilidades en el sector financiero, se considera que existe una relación peligrosa cuando el multiplicador excede de 5.52.

Algunos de los principales indicadores están ligados al sector externo y monetario, lo cual sugiere que durante la segunda mitad de la década de los 90, las diferentes crisis monetarias que ocurrieron en el Ecuador tuvieron su origen en shocks externos y en un excesivo crecimiento del dinero secundario.

Los indicadores referentes al índice de producción y las exportaciones son un ejemplo que las crisis monetarias existentes en el Ecuador se deben también a factores estructurales ligados con el crecimiento de la economía. Para el caso del índice de producción se considera que existen problemas cuando su crecimiento anual se encuentra por debajo del 2.85% y de 2% para el caso de las exportaciones.

7. Bibliografía

- Anastasi A, Burdisso T., Grubusus E. y Lencioni S., *¿Es posible anticipar problemas en una entidad financiera? Argentina 1994 - 1997*. Banco Central de Argentina, Buenos Aires, 1998.
- Ayala R.. Modelos de Alerta Temprana para Crisis Financieras, Nota técnica número 51, Banco Central del Ecuador, Quito, 1998.
- Banco Central del Ecuador, Boletín Estadístico Mensual, varios número, Quito, 1993-1999.
- Banco Central del Ecuador, Memorias 1993-1997, Quito, 1993-1998.
- Calvo G. y Vegh C., Inflation Stabilization and Bop Crises in Developing Countries, National Bureau of Economic Research Conference, Cambridge, Massachusetts, 1999.
- Detragiache E. y Demirgüç-Kunt A., Monitoring Banking Sector Fragility: A Multivariate Logit Approach with an Application to the 1996-1997 Banking Crises, World Bank, Washington, 1998.
- Dooley M., Can Output Losses Following International Crises be Avoided, National Bureau of Economic Research Conference, Cambridge, Massachusetts, 2000.
- Eichengreen B., Rose A., Wyplosz Ch., Contagious Currency Crises, Nber Working Paper 5681, Cambridge, Massachusetts, 1996.
- Esquivel G. y Larrain F., Explaining Currency Crises, Boston, 1998.
- Goldfajn I. y Valdés O., Are Currency Crises Predictable? IMF Working Paper, Santiago de Chile, 1997.
- Goldstein M. y Turner P., Banking Crises in Emerging Economies: Origins and Policy Options, Bank for International Settlements, 1996.
- Gujarati N., Econometría, McGraw-Hill, Segunda Edición, México, 1988.

Humphrey T., Fisher and Wicksell, *On the Quantity Theory Economic Quarterly*, Volumen 83, Banco de la Reserva Federal de Richmond, Richmond, 1997.

Kaminsky G. y Reinhart C., *The Twin Crises: The causes of Banking and Balance of Payments Problems*, Working Paper No. 544, International Finance Discussion Papers, 1996.

Kaminsky G., *Currency and Banking Crises: The Early Warnings of Distress*, International Finance Discussion Papers No. 629 Board of Governors of the Federal Reserve System, 1998.

Kaminsky, Lizondo y Reinhart, *Leading Indicators of Currency Crises*, IMF WP/97/79. 1997.

Krugman P., *Are Currency Crises Self-Fulfilling?*, National Bureau of Economic Research conference, Cambridge, Massachusetts, 1995.

Krugman P., *Balance Sheets, The Transfer Problem and Financial Crises*, Mit, Cambridge, Massachusetts, 1999.

Krugman P., *Currency Crises*, National Bureau of Economic Research Conference, Cambridge, Massachusetts, 1997.

Obstfeld M., *Logic of Currency Crises*, *Cathiers Economiques et Monétaires* No. 43, Banco de Francia, Paris.

Sachs, Tornell y Velasco, *Financial Crises in Emerging Markets Lessons From 1995*, National Bureau of Economic Research, Working Paper 5576, Cambridge, Massachusetts, 1996.

Obstfeld M., *Models of Currency Crises with Self-Fulfilling Features*, National Bureau of Economic Research, Cambridge, 1995.

Temzelides T., *Evolution, Coordination, and Banking Panics*, Banco de la Reserva Federal de Filadelfia, Filadelfia, 1995.

Anexos

Los indicadores utilizados son los siguientes⁹:

Cuadro 1

CATEGORIA	SINTOMA	INDICADOR	JUSTIFICACION
SECTOR EXTERNO	Problemas de Cuenta Corriente	1. Importaciones	Apreciaciones del tipo de cambio real y un sector externo débil es parte de una crisis monetaria
		2. Exportaciones	
		3. Términos de intercambio	
		4. Variaciones de tipo de cambio real con relación a la tendencia	
SECTOR EXTERNO	Problemas de la Cuenta de capital	5. M2/RM1	Altas tasas de interés internacionales pueden precipitar crisis monetarias por cuanto producen una salida de capitales
		6. Diferencia entre las tasas de interés reales de depósitos internas y externas	
	Política Monetaria Expansiva	7. Exceso Real de Balances de M1	La emisión de dinero que no está respaldado por un incremento de la producción es un factor detonante para el desarrollo de crisis monetarias.
SECTOR FINANCIERO Y FISCAL	Ciclos de sobrecrédito	8. Multiplicador M2	El aumento indiscriminado del crédito al sector privado incrementa las posibilidades de falta en el sistema bancario al no estar correctamente estimado el riesgo. El incremento de deuda pública es un sistema de uso de la emisión de dinero para financiarse
		9. Crédito interno al sector público/PIB	
	Corridas Bancarias	10. Stock de depósitos en bancos corrientes	Las corridas bancarias incrementan la posibilidad de una crisis monetaria al sembrar la desconfianza y pánico el sistema económico.
SECTOR REAL	Disminución del Crecimiento	11. Diferencia entre tasas pasivas y activas nominales	Las recesiones y el descalabro de los mercados de capitales son síntomas comunes en el período previo a una crisis monetaria. Una alta tasa de interés real puede ser el signo de un problema de liquidez. Un margen financiero demasiado alto produce la disminución
		12. Índice de Producción	
		13. Índice de Precios accionarios	
		14. Tasa de interés real pasiva	

⁹ Kaminsky G., *Currency and Banking Crises: The Early Warnings of Distress*, International Finance Discussion Papers No. 629 Board of Governors of the Federal Reserve System, 1998, Pp 11-12, Cuadro 2

