

SELA | Series Económicas

Centroamérica: Indicadores de alerta temprana, una herramienta para tiempos de crisis



N° 2017-1

Relaciones Intrarregionales

Dirección de Estudios y Propuestas de SELA

Centroamérica: Indicadores de alerta temprana, una herramienta para tiempos de crisis

Realizado por Javier Rodríguez y Karla Sánchez

Los documentos de trabajo del SELA representan avances de las investigaciones en curso y se publican con el propósito de fomentar el debate. Las opiniones contenidas en ellos son de la exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es) y no, necesariamente, representan las opiniones del SELA, del Consejo Latinoamericano o de la Secretaría Permanente.

RESUMEN

Este estudio construye un indicador de alerta temprana para los siguientes países de Centroamérica: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y República Dominicana, con el fin de disponer de una herramienta que permita identificar de manera anticipada la ocurrencia de crisis. El desarrollo de este tipo de indicadores permite a los países de América Latina y el Caribe contar con herramientas que faciliten el diseño de políticas que mitiguen los efectos de un posible shock externo, o de distinta naturaleza. Se utiliza el método de señales desarrollado por Kaminsky et al. (1998), con alguna actualización metodológica. De los resultados se desprende que el Indicador de Vulnerabilidad Externa (EVI), construido para cada uno de estos países, tiene la capacidad de emitir señales de alerta temprana previa a la crisis financiera global de 2008. Sin embargo, la evidencia demuestra que para garantizar una mayor robustez del indicador es necesario ampliar el conjunto de variables a evaluar, así como su frecuencia temporal, en cada país. Es de destacar que este análisis puede ser desarrollado para una muestra más amplia de países, respetando las características individuales sin forzar patrones grupales.

Palabras claves: Vulnerabilidad, sector externo, Sistema de Alerta Temprana, presión especulativa.

Clasificación JEL: F3, F31, F34, F47.

Correo electrónico de los autores: ksanchez@sela.org; jjrodriguez@sela.org

Cómo citar esta investigación: Rodríguez, J., Sánchez, K. (2017). Centroamérica: Indicadores de alerta temprana, una herramienta para tiempos de crisis (Series Económicas N° 2017-1). Recuperado de la página de Internet del Sistema Económico Latinoamericano y del Caribe (SELA): <http://www.sela.org/bd-documental/publicaciones/series-economicas-sela/centroamerica-indicadores-de-alerta-temprana/>

Copyright © SELA, Julio de 2017. Todos los derechos reservados | Impreso en la Secretaría Permanente del SELA, Caracas, Venezuela.

La autorización para reproducir total o parcialmente este documento debe solicitarse a la oficina de Prensa y Difusión de la Secretaría Permanente del SELA (sela@sela.org). Los Estados Miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir este documento sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a esta Secretaría de tal reproducción.

CONTENIDO

RESUMEN	2
INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	6
DEFINICIÓN DE CRISIS	6
SELECCIÓN DE INDICADORES	7
EL MÉTODO DE SEÑALES	7
DEFINICIÓN DE UMBRALES	8
COSTRUCCIÓN DE ÍNDICES COMPUESTOS.....	9
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	10
LOS DATOS	10
LOS UMBRALES:	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS	12
ÍNDICE DE PRESIÓN ESPECULATIVA (ISP)	12
SELECCIÓN DE INDICADORES.....	13
ÍNDICE COMPUESTO: ÍNDICE DE VULNERABILIDAD EXTERNA (EVI)	15
CONCLUSIONES.....	18
BIBLIOGRAFÍA	20
Tabla 1. Método de señales.....	7
Tabla 2. Lista de variables candidatas a indicadores adelantados de vulnerabilidad externa	10
Tabla 3. Períodos de crisis señalados por el ISP	13
Tabla 4. Indicadores disponibles por país	13
Tabla 5. Ventana de valoración de los indicadores	15
Tabla 6. Indicadores seleccionados por país.....	15
Gráfico 1. ISP Costa Rica	12
Gráfico 2. ISP El Salvador.....	12
Gráfico 3. ISP Guatemala	12
Gráfico 4. ISP Nicaragua	12
Gráfico 5. ISP República Dominicana.....	13
Gráfico 6. ISP-EVI Costa Rica.....	16
Gráfico 7. ISP-EVI El Salvador	16
Gráfico 8. ISP-EVI Guatemala.....	16
Gráfico 9. ISP-EVI Nicaragua.....	16
Gráfico 10. ISP-EVI República Dominicana	16

INTRODUCCIÓN

La importancia de la historia económica de los países radica en la generación de bases fundamentales que coadyuven al proceso de predicción de su evolución futura, ya que de esta manera se determinan las capacidades de desarrollo y los elementos que generan los escenarios de política económica, tal y como lo expresa Reinhart (2003), en el que “el historial de un país en el cumplimiento de sus obligaciones de deuda y la gestión de su macroeconomía en el pasado es relevante para pronosticar su capacidad de sostener niveles de endeudamiento moderados a altos, tanto internos como externos, durante muchos años en el futuro”.

En las últimas décadas los países emergentes han sufrido recurrentes crisis económicas; las cuales, como una etapa del ciclo económico, se caracterizan por escasez de producción, comercialización, altas tasas de inflación y desempleo, y bajo nivel de consumo de bienes y servicios. En este sentido, se destacan algunos períodos de crisis sufridos por nuestros países, como por ejemplo, la prácticamente generalizada crisis de la deuda externa durante los años ochenta, la cual acuñó el nombre de “década perdida”; durante los años noventa falló el mecanismo cambiario europeo (1992-1993); ocurrió la devaluación del peso mexicano “efecto tequila” entre 1994 y 1995; y la crisis asiática entre 1997 y 1998, en donde la inestabilidad cambiaria tuvo efectos económicos negativos: colapsos financieros, grandes descensos en el valor externo de sus monedas y reducciones significativas del PIB. En 2008 ocurre la crisis financiera, la cual fue propiciada por el colapso de la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos en el año 2006 y cuyos efectos impactaron la economía mundial.

En la mayoría de los países de América Latina y el Caribe todas estas crisis tuvieron efectos económicos negativos, esto se debe a la vulnerabilidad estructural de los ingresos de los países de la región, producto de la especialización productiva y comercial, lo que ha generado una relativa dependencia del financiamiento externo (en forma de préstamos o inversión) dada la insuficiencia de ahorro interno (Sevares, 1999). En tal sentido, las crisis monetarias y de balanza de pagos han sido las más frecuentes en los últimos años. Cabe destacar, que una crisis monetaria se refiere a una situación en la que un ataque especulativo sobre las reservas monetarias del Banco Central obliga a una devaluación. Por su parte, una crisis de balanza de pagos es un concepto más amplio que implica una escasez de reservas internacionales, para satisfacer los requerimientos de pagos externos (Araya et. al, 2001).

En 1979, Krugman desarrolla la primera generación de modelos que procuran predecir las crisis, afirmando que estas podrían ocurrir si el gobierno no implementa políticas macroeconómicas apropiadas a través de la creación de dinero para cubrir el déficit fiscal. Es decir, las crisis son vistas como el resultado inevitable de políticas no sostenibles. Por su parte, la segunda generación de modelos desarrollados por Eichengreen y Wyplosz (1993) y Obstfeld (1994), explica que la crisis es causada por el comportamiento de los inversores, que esperan que ocurra una devaluación y tienden a invertir sus fondos en moneda extranjera; es decir, las debacles cambiarias se deben a “expectativas autocumplidas”. Esta acción, en última instancia, agota los activos de reserva oficiales y hace que el país no pueda mantener regímenes cambiarios fijos.

En 1999 Krugman desarrolla la tercera generación de modelos, en los que explica el papel central que jugó el sistema financiero en la crisis asiática. Para los tres modelos, mencionados anteriormente, la crisis económica en un país depende principalmente de dos factores, a saber, las condiciones vulnerables y los desencadenantes. La diferencia entre esos modelos de crisis, radica en los indicadores utilizados como referencia para describir la vulnerabilidad de la economía. Si los

indicadores aumentan, el nivel de vulnerabilidad aumentará, sugiriendo así una mayor probabilidad de crisis (Supriyadi, 2014).

Estos modelos y los ensayos analíticos que se derivan de ellos, permiten identificar el momento en que comienza una crisis a fin de tomar medidas a tiempo, para evitarla o minimizar su impacto. Estos ensayos son conocidos en la literatura como sistemas de alerta temprana, en los cuales se aplican métodos estadísticos para predecir cuantitativamente la probabilidad de ocurrencia de una crisis, fundamentado en un conjunto de variables económicas y financieras que se estime brinden señales anticipadas de la vulnerabilidad interna a cambios en el entorno internacional y en la percepción externa sobre el país.

Diversos autores han incluido países latinoamericanos en sus ensayos analíticos; en general, dentro de una selección amplia de países emergentes. En este sentido, destaca el documento "User's Guide to an Early Warning System for Macroeconomic Vulnerability in Latin American countries" (Herrera y García, 1999), que desarrolla indicadores de alerta temprana que resultan ser buenos predictores de crisis macroeconómicas en la región. Este documento, toma en cuenta una selección amplia de países Latinoamericanos, tales como: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú y Venezuela. Adicionalmente, la Comisión Económica para América Latina y El Caribe (CEPAL), publicó, en 2011, un documento donde se realiza un análisis integral de la situación de vulnerabilidad de los países caribeños. En efecto, el estudio abarca análisis de vulnerabilidad económica, social y ambiental, derivados de la frecuente exposición de esta región a desastres naturales. No obstante, estos estudios para la región, se ha podido constatar que son pocos los análisis que han estado dirigidos a los países Centroamericanos, si bien existen documentos cuyo objetivo es medir el grado de vulnerabilidad de estos países, como el realizado por el Consejo Monetario Centroamericano (CMCA) en 2011, donde las variables se trabajan dentro de los cuatro sectores de estas economías (real, externo, fiscal y monetario).

En este contexto, el presente Documento de Trabajo, presentado por el SELA, se centra en la selección de un *set* de variables que permiten el diseño de un indicador capaz de identificar, oportunamente, la ocurrencia de una crisis o episodios de elevada presión especulativa. El análisis es realizado para Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y República Dominicana. Si bien, se hace énfasis en la vulnerabilidad externa, el conjunto de indicadores evaluados no se limita a este sector, pues la crisis global suscitada en 2008 demostró que la economía mundial está cada vez más integrada, haciendo que la dependencia entre las partes sea cada vez más fuerte. Cabe destacar que el análisis de los países antes mencionados se hace de manera separada, con el fin de establecer un sistema de monitoreo propio, atendiendo a las limitaciones de información estadísticas de cada país.

Fernández y González (2000) afirman, que los países de América Latina y el Caribe aún no están preparados para enfrentar un proceso de coordinación de políticas que le permita anticipar algunos choques externos y atenuar su efecto sobre la economía, evolucionando hasta el punto de constituir un programa de políticas macroeconómicas coordinadas. De esta manera, la rápida integración comercial y financiera en la región, puede ser insostenible sin el acompañamiento de un programa de coordinación macroeconómica interna. En este sentido, los esfuerzos para identificar y medir los indicadores de vulnerabilidad se hacen indispensables. De esta manera, mediante el uso de estos indicadores, se puede desarrollar un mecanismo que identifique señales anticipadas de presiones especulativas, por lo que la crisis potencial podría ser anticipada. En este caso, el sistema de alerta temprana resulta ser una herramienta que puede utilizarse para identificar y anticipar crisis futuras. Cabe destacar, que además de la selección de los indicadores apropiados para el monitoreo externo en cada país, se utilizarán estos para construir un índice compuesto para cada uno de los países.

CAPÍTULO I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

DEFINICIÓN DE CRISIS

Previo a la selección de los indicadores para detectar la vulnerabilidad externa, es necesario definir cuantitativamente lo que se tratará en este documento como crisis y derivar estadísticamente su duración. Este paso es fundamental, pues como exponen Davis y Karim (2008) "si las crisis sistémicas ocurren inequívocamente, la identificación de sus fechas de inicio y final es peligrosa, pues el mismo episodio puede tener una duración diferente en estudios diferentes". En este sentido, Chui (2002) resume la definición de crisis utilizada por varios investigadores como Goldman Sachs, JP Morgan, Frankel & Rose y Kumar, Moorthy y Perraudin; como la depreciación significativa del tipo de cambio (Supriyadi, 2014).

Por su parte, Sachs (1996), Eichengreen et al. (1996), Kaminsky et al. (1998) y Herrera y García (1999) utilizan el Índice de Presión Especulativa (IPS, por sus siglas en inglés) y el índice de Presión de Mercado Cambiario (EMP, por sus siglas en inglés) como base para determinar las crisis. En general, estos índices están compuestos por tres indicadores: variaciones en el tipo de cambio, tasa de interés y la posición de los activos de reservas oficiales. Cabe señalar que los pesos o ponderaciones utilizados para la construcción del índice varían según el autor. Así, por ejemplo, Herrera y García (1999) le asignaron la misma ponderación a cada indicador; mientras que Sachs (1996) utilizó los pesos basados en la ratio de la desviación estándar de cada variable con relación a la desviación estándar total.

Herrera y García (1999):

$$ISP = \text{estandarizada}(\Delta e) + \text{estandarizada}(\Delta i) - \text{estandarizada}(\Delta r)$$

Sachs et al. (1996):

$$EMP_{i,t} = \left(\frac{\frac{1}{\sigma_e}}{\left(\left(\frac{1}{\sigma_e} \right) + \left(\frac{1}{\sigma_i} \right) + \left(\frac{1}{\sigma_r} \right) \right)} \right) \frac{\Delta e_{i,t}}{e_{i,t}} - \left(\frac{\frac{1}{\sigma_r}}{\left(\left(\frac{1}{\sigma_e} \right) + \left(\frac{1}{\sigma_i} \right) + \left(\frac{1}{\sigma_r} \right) \right)} \right) \frac{\Delta r_{i,t}}{r_{i,t}} + \left(\frac{\frac{1}{\sigma_i}}{\left(\left(\frac{1}{\sigma_e} \right) + \left(\frac{1}{\sigma_i} \right) + \left(\frac{1}{\sigma_r} \right) \right)} \right) \frac{\Delta i_{i,t}}{i_{i,t}}$$

Kaminsky et al. (1998):

$$EMP_{i,t} = \frac{\Delta e_{i,t}}{e_{i,t}} - \frac{\sigma_e \Delta r_{i,t}}{\sigma_r r_{i,t}} + \frac{\sigma_e}{\sigma_i} \Delta i_{i,t}$$

En donde:

ISP = Índice de Presión Especulativa
EMP = Presión del Mercado Cambiario
e = Tipo de cambio nominal
i = Tasa de interés
r = Posición de reservas internacionales

SELECCIÓN DE INDICADORES

Una vez definida, cuantitativamente, la crisis, se realiza la selección de los indicadores. Distintos métodos se han desarrollado para este propósito, Chui (2002) resumió las diferentes metodologías en tres grandes grupos: en primer lugar, el método de señales, el cual analiza el comportamiento de un indicador, que se determina por medio de la extracción de señales ocultas desde el estudio de la estructura estadística de la serie, y se evalúa por medio de un determinado umbral. Si el indicador sobrepasa el umbral, entonces se da una señal de crisis. El umbral elegido será aquel con mayor capacidad de identificar un período de crisis. En segundo lugar, es utilizado el método discreto en el que se analiza la probabilidad de crisis, a partir de la función de distribución de probabilidad de los períodos de crisis y los de tranquilidad.

Finalmente, el tercer método se ocupa de la relación entre el conjunto de variables y la crisis. En este sentido, investigadores como Araya et al. (2001) utilizan análisis factorial (componente principal) para la selección de los indicadores y posterior construcción de índices agregados. Finalmente, Babecky et al. (2011) emplea métodos tanto discretos, utilizando los modelos de selección binarios como las regresiones logísticas, también conocidas como *logit*; como continuos, para los que emplea los modelos de Vectores Autorregresivos (VAR) en un panel.

EL MÉTODO DE SEÑALES

Uno de los métodos más utilizados es el de señales, en donde a través de un enfoque no paramétrico se determina el umbral, por medio del espectro de la función de distribución, y se evalúa su percentil. Un indicador dará una señal de crisis cada vez que se mueva más allá del umbral seleccionado. De acuerdo a Kaminsky et al. (1998), una buena señal es aquella que se emite en dentro de un espacio temporal de 24 meses previos al inicio de la crisis; mientras que una señal que no es seguida por una crisis dentro de ese intervalo de tiempo es calificada como una señal falsa. En este sentido, un indicador o un conjunto de ellos, se transforma en una señal binaria que indica cuándo se aproxima una crisis.

Para determinar si un indicador es "bueno" o "malo", Kaminsky et al. (1998) proponen cuatro juicios que deben hacerse. En primer lugar, se necesita una noción bien definida de lo que clasifica como una crisis. En segundo lugar, debe determinarse una lista de variables que son potenciales indicadores adelantados. En tercer lugar, un criterio que determina si un indicador da una señal o no, y por último una forma de decidir si una señal es verdadera o falsa (Bryde-Erichsen, 2016).

Tabla 1. Método de señales

	Crisis (durante 24 meses)	No crisis (durante 24 meses)
La señal fue emitida	A	B
La señal no fue emitida	C	D

En tal sentido, se evalúa la efectividad de cada indicador bajo el criterio expuesto en la tabla 1, en esta matriz "A" es el número de períodos en el que el indicador emite una buena señal (*verdadero positivo*); "B" representa el número de períodos en que el indicador emite una señal falsa (*falso positivo*); "C" es el número de períodos en los que el indicador falla en emitir una señal (*falso negativo*); y "D" es el número de períodos en los que el indicador se abstuvo de emitir una señal (*verdadero negativo*).

La información resultante de la anterior categorización, sirve para calcular cuatro indicadores:

8

1) Ratio de verdadero Positivo (RVP), el cual expresa la relación entre las buenas señales y el número total de períodos del horizonte de señal; es decir, el indicador emite una señal y la crisis tiene lugar. Esta relación es definida como:

$$\text{Ratio de Verdadero Positivo (RVP)} = \frac{A}{A + C}$$

2) Ratio de Falso Negativo (RFN), también conocido como error tipo I, es el cociente del número de períodos en que el indicador falla en emitir una señal y el número total de períodos del horizonte de señal; es decir, el indicador no emite una señal y la crisis tiene lugar.

$$\text{Ratio de Falso Negativo (RFN)} = \frac{C}{A + C} = \text{Error Tipo I} = \alpha = P(\text{rechazar } H_0 | H_0 \text{ es verdad})$$

3) Ratio de Falso Positivo (RFP), representa la relación entre el número de períodos en que el indicador emite una señal falsa y el número total de períodos fuera de horizonte de señal. El indicador emite una señal y la crisis no ocurre. Este ratio es indicativo del error tipo II:

$$\text{Ratio de Falso Positivo (RFP)} = \frac{B}{B + D} = \text{Error Tipo II} = \beta = P(\text{no rechazar } H_0 | H_0 \text{ es falsa})$$

4) Ratio de Verdadero Negativo (RVN), refleja la relación del número de períodos en que el indicador se abstuvo de emitir una señal entre el número total de períodos fuera del horizonte de señal. No se emite la señal y la crisis no ocurre. Este indicador se expresa de la siguiente forma:

$$\text{Ratio de Verdadero Negativo (RVN)} = \frac{D}{B + D}$$

Finalmente es necesario calcular el Ratio Ruido/Señal o *Noise to Signal Ratio* (NSR), esta se obtiene dividiendo el RFP entre el RVP:

$$\text{Noise to Signal Ratio (NSR)} = \frac{B}{B + D} / \frac{A}{A + C}$$

Un indicador es considerado perfecto cuando los ratios RVP y RVN son igual a uno; es decir, el error tipo I y II es igual a cero. Sin embargo, encontrar un indicador con estas características es casi imposible. En este sentido, un indicador es considerado adelantado (indicador que emite buenas señales) cuando el NSR es menor que uno (Chui, 2002).

DEFINICIÓN DE UMBRALES

Cuando se construye un sistema de alerta temprana se debe establecer con cautela el nivel de umbral, pues este representa el valor por encima del cual se dice que un indicador emite una señal. En este sentido, con un umbral bajo, se obtendrá una mayor cantidad de señales reales previo a una crisis (verdaderos positivos), pero al mismo tiempo también aumentarán las señales falsas. Con un umbral alto el ruido de falsos positivos se reducirá, pero también pudiese aumentar la probabilidad de no emitir una señal ante una crisis próxima.

Según Bryde-Erichsen (2016) la definición de un umbral puede variar a lo largo de dos dimensiones. La primera dimensión es cómo definir la cuadrícula de valores de umbral entre el más bajo y el más alto. Para ello se utilizan dos métodos, el lineal y por percentiles. Como su nombre lo indica, el método lineal proporciona una cuadrícula lineal de potenciales valores de umbrales. Se localiza el

valor mínimo y máximo de cada indicador y se construye una cuadrícula con espacios iguales entre cada umbral; en este sentido, un umbral puede expresarse como el porcentaje de la diferencia entre el valor mínimo y el valor máximo. En tanto que, el método de percentiles da una rejilla de umbrales que comprenden los percentiles correspondientes del indicador; así, por ejemplo, con una cuadrícula de 11 puntos, la segunda entrada da el percentil 10 del indicador, mientras que la quinta entrada da el percentil 40.

La segunda dimensión implica definir si calcular la cuadrícula de umbrales posibles basados en la muestra entera, denominada umbral común, o tener grillas individuales para cada país de la muestra; es decir, umbrales individuales. Cuando se aplica el método de percentiles utilizando umbrales individuales, se utiliza el mismo percentil para todos los países, pero el valor umbral real correspondiente a ese percentil, suele variar entre todos los países. Lo mismo ocurre con la aplicación del método lineal con umbrales individuales, donde se utiliza el mismo porcentaje entre el valor mínimo y el valor máximo del indicador para todos los países, pero con valores de umbrales diferentes entre sí.

CONSTRUCCIÓN DE ÍNDICES COMPUESTOS

Una vez seleccionados los indicadores adelantados, se realiza el monitoreo de los mismos a fin de predecir una crisis; sin embargo, la complejidad de este proceso va depender del número de indicadores que se tenga, así como de los diferentes pesos o influencia de cada indicador. Para resolver este problema Kaminsky (2000) propone la construcción de un índice compuesto para cada país usando un promedio ponderado de una serie de indicadores que dan una señal.

Por su parte, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) ha desarrollado una serie de metodologías para la construcción de índices compuestos para indicadores adelantados. La metodología de la OCDE puede resumirse en tres pasos: estandarización, ponderación y agregación. Como cada indicador tiene una forma de medición y escala diferente se deben estandarizar a fin de re-expresarlos a una forma de medición y escala común. La estandarización permite estructurar datos de forma precisa para representar las relaciones necesarias entre las observaciones de una variable, basándose en la Distribución Normal Tipificada $X \sim N(\mu; \sigma)$ o $N(0; 1)$.

$$Z_{i,t} = \frac{X_{i,t} - \mu_{J,T}}{\sigma_{J,T}}$$

Posteriormente se procede a la ponderación, la cual es el resultado de multiplicar cada observación de un determinado indicador por su peso y finalmente, se realiza la agregación de todos los indicadores ya ponderados.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

En este estudio se avanza en la construcción de un sistema de alerta temprana para los siguientes países de Centroamérica: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y República Dominicana, con el fin de disponer de un indicador que permita adelantar la ocurrencia de una crisis externa, en estos países.

Como se comentó anteriormente, para definir los períodos de crisis en cada uno de los países bajo estudio, se utilizó el indicador ISP según lo define Herrera y García (1999), el cual es conformado por las siguientes variables: variación del tipo de cambio, tasa de interés y el nivel de reservas internacionales.

$$ISP = \text{estandarizada}(\% \Delta e_{i,t}) + \text{estandarizada}(\Delta i_{i,t}) - \text{estandarizada}(\% \Delta r_{i,t}) \quad (1)$$

Las variables son estandarizadas, y por tanto se analiza bajo la Distribución Normal Gaussiana $X \sim N(\mu; \sigma)$, con media 0 y varianza 1 [$N(0; 1)$]. Así, los períodos de crisis son definidos, siguiendo a Eichengreen et al. (1996) como el movimiento del ISP por encima de 1,5 desviaciones estándar sobre su media:

$$CRISIS = \begin{cases} 0; & \text{if } ISP < \mu + 1.5\sigma \\ 1; & \text{if } ISP > \mu + 1.5\sigma \end{cases}$$

LOS DATOS

La tabla 2 muestra la lista de variables seleccionadas como indicadores adelantados. Cabe señalar que debido a la disponibilidad de datos, en fuentes nacionales e internacionales, la muestra no es completa para todos los países y todas las variables. Adicionalmente, los datos se recopilaron con una periodicidad trimestral entre IT2000 y IIT2016. La selección de indicadores base sigue las sugerencias realizadas en los estudios de Kaminsky et al. (1998), Babeky et al. (2001), Chui (2002), Supriyadi (2014) y Bryde-Erichsen (2016).

Tabla 2. Lista de variables candidatas a indicadores adelantados de vulnerabilidad externa

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
IRSTED	Posición de reservas internacionales / Deuda de corto plazo
IRMS	Posición de reservas internacionales / Promedio mensual de importaciones
RES	Variación en la posición de reservas internacionales / 12 meses de importación (media móvil)
CAGDP	Cuenta corriente / PIB
EDPGDP	Deuda externa del sector público / PIB
EDX	Deuda externa total / Cuenta corriente
EDGDP	Deuda externa total / PIB
IRGDP	Posición de reservas internacionales / PIB
IR	Posición oficial de activos de reservas internacionales
GIR	Crecimiento en la posición de reservas internacionales
FDIED	Inversión extranjera directa / Deuda externa total
TBGDP	Balanza comercial / PIB
XM	Exportaciones / Importaciones
DX	Variación absoluta de las exportaciones

DX2	Variación porcentual de las exportaciones
DM	Variación absoluta de las importaciones
DM2	Variación porcentual de las importaciones
FDIGDP	Inversión extranjera directa / PIB
STDTOEXTDEBT	Deuda externa de corto plazo / Deuda externa total
FDIINGDP	Inversión extranjera directa (flujos de entrada) / PIB
FDIOUTGDP	Inversión extranjera directa (flujos de salida) / PIB
RGX	Crecimiento real de las exportaciones
REMGDP	Remesas / PIB
CHAREM	Variación absoluta de las remesas
CHAREM2	Variación porcentual de las remesas

Fuente: elaboración propia.

LOS UMBRALES:

A partir de la lista de variables anteriormente presentada, se determinan los umbrales óptimos siguiendo a Bryde-Erichsen (2016). Para la definición de umbrales, para cada indicador de cada país, se establecieron tres niveles: *alerta, precaución y sospecha de crisis*, determinados a través de las siguientes ecuaciones:

$$\text{Umbral de Alerta}_{i,t} = \mu_{i,t} + (0,75 * \sigma_{i,t})$$

$$\text{Umbral de Precaución}_{i,t} = \mu_{i,t} + (1 * \sigma_{i,t})$$

$$\text{Umbral de Sospecha de Crisis}_{i,t} = \mu_{i,t} + (1,25 * \sigma_{i,t})$$

Seguidamente, se realiza la selección de indicadores adelantados de vulnerabilidad externa, utilizando el método de señales desarrollado por Kaminsky et al. (1998) y tomando como umbral decisor el nivel correspondiente a *Sospecha de Crisis*. Por último, se construyó un índice compuesto con los indicadores seleccionados, aplicando la metodología de la OCDE, utilizando los Noise Signal Ratio (NSR) como ponderadores de cada indicador, de la forma en que lo hace Kaminsky (2000).

CAPÍTULO III. RESULTADOS

En este capítulo se describen los principales resultados obtenidos para cada uno de los países que fueron objeto de estudio (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y República Dominicana). Comenzando por la definición cuantitativa de crisis.

ÍNDICE DE PRESIÓN ESPECULATIVA (ISP)

En primer lugar, de acuerdo a la metodología planteada por Herrera y García (1999), se calculó el Índice de Presión Especulativa (ISP) para cada uno de los países, de acuerdo a la Ecuación (1). Cabe destacar, que mediante este indicador es posible identificar períodos de crisis, los cuales Herrera y García denomina como aquellos períodos en los cuales se observa una excesiva volatilidad del mercado.

Cabe recordar que, para los países seleccionados, el ISP se calcula con las variaciones porcentuales del tipo de cambio real, tasa de interés de mercado y reservas internacionales. Adicionalmente, para cada uno de los países se calcularon umbrales que permiten identificar los períodos de excesiva volatilidad del ISP. De esta manera, el indicador reconoce aquellos lapsos de tiempo donde estas 5 economías centroamericanas estuvieron expuestas a algún tipo de shock externo.

Gráfico 1. ISP Costa Rica

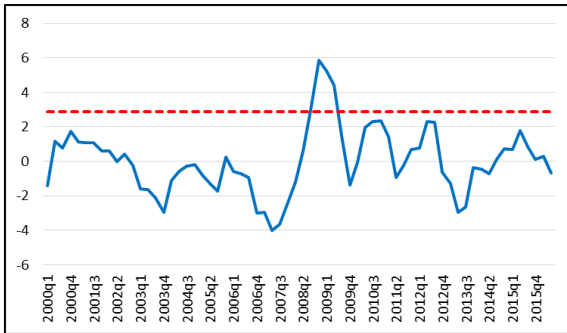


Gráfico 2. ISP El Salvador

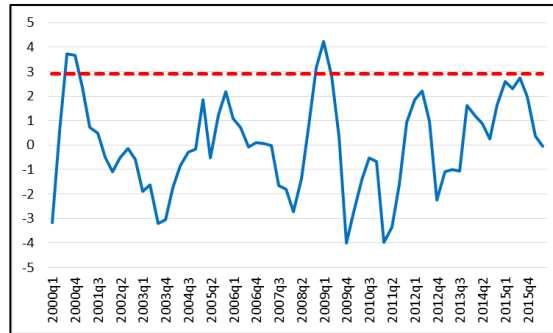


Gráfico 3. ISP Guatemala

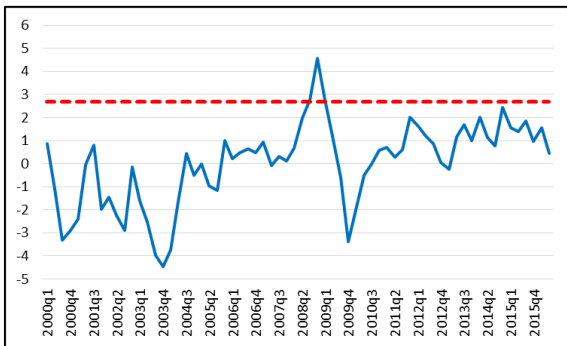


Gráfico 4. ISP Nicaragua

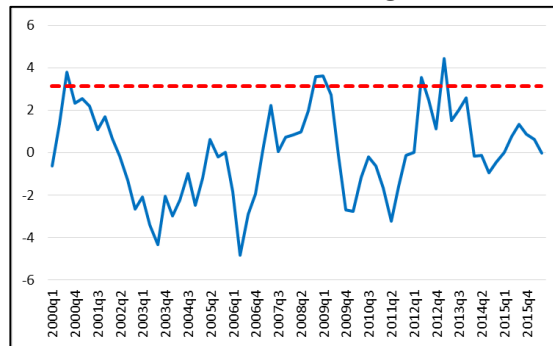
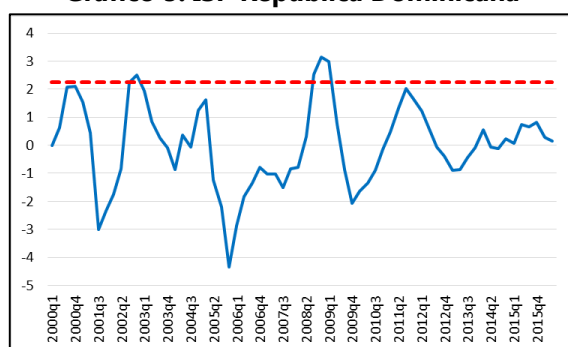


Gráfico 5. ISP República Dominicana



Fuente: elaboración propia.

En los gráficos 1-5 se muestran como el ISP exhibe un comportamiento similar durante el período IIT2008-IIT2009, fechas en las cuales tuvo lugar la crisis financiera mundial que generó efectos adversos sobre las economías de América Latina y el Caribe. Adicionalmente, países como El Salvador, Nicaragua y República Dominicana, registran períodos de crisis distintos al mencionado anteriormente. No obstante, para efectos de la selección de indicadores, esta investigación toma en cuenta el período de crisis identificado en los años 2008 y 2009, dado el efecto generalizado que tuvo en la región. En la Tabla 3 se detallan los períodos de crisis identificados a través del ISP.

Tabla 3. Períodos de crisis señalados por el ISP

País	Período de Excesiva Volatilidad del Mercado (crisis)
Costa Rica	IIT2008-IIT2009
El Salvador	IIIT2000-IVT2000, IVT2008-IT2009
Guatemala	IIT2008-IT2009
Nicaragua	IIIT2000, IVT2008-IT2009, IIT2012-IT2013
Rep. Dominicana	IVT2002, IIT2008-IT2009

Fuente: elaboración propia.

SELECCIÓN DE INDICADORES

Para cada uno de los países seleccionados, la disponibilidad de datos difiere considerablemente. Si bien en Supriyadi (2014) se proponen 29 indicadores, en el caso de las naciones Centroamericanas el número de indicadores disponibles es menor. De esta manera, para el caso de Costa Rica, El Salvador y Guatemala, se cuenta con 25 indicadores, en tanto que para Nicaragua son 19 y República Dominicana 18 indicadores.

Tabla 4. Indicadores disponibles por país

No.	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	PAÍS
1	IRSTED	Posición de reservas internacionales / Deuda de corto plazo	CRI, SLV, GTM
2	IRMS	Posición de reservas internacionales / Promedio mensual de importaciones	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
3	RES	Variación en la posición de reservas internacionales / 12 meses de importación (media móvil)	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
4	CAGDP	Cuenta corriente / PIB	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
5	EDPGDP	Deuda externa del sector público / PIB	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
6	EDX	Deuda externa total / Cuenta corriente	CRI, SLV, GTM

7	EDGDP	Deuda externa total / PIB	CRI, SLV, GTM
8	IRGDP	Posición de reservas internacionales / PIB	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
9	IR	Posición oficial de activos de reservas internacionales	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
10	GIR	Crecimiento en la posición de reservas internacionales	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
11	FDIED	Inversión extranjera directa / Deuda externa total	CRI, SLV, GTM, NIC
12	TBGDP	Balanza comercial / PIB	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
13	XM	Exportaciones / Importaciones	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
14	DX	Variación absoluta de las exportaciones	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
15	DX2	Variación porcentual de las exportaciones	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
16	DM	Variación absoluta de las importaciones	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
17	DM2	Variación porcentual de las importaciones	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
18	FDIGDP	Inversión extranjera directa / PIB	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
19	STDTOEXTDEBT	Deuda externa de corto plazo / Deuda externa total	CRI, SLV, GTM
20	FDIINGDP	Inversión extranjera directa (flujos de entrada) / PIB	CRI, SLV, GTM
21	FDIOUTGDP	Inversión extranjera directa (flujos de salida) / PIB	CRI, SLV, GTM
22	RGX	Crecimiento real de las exportaciones	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
23	REMGDP	Remesas / PIB	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
24	CHAREM	Variación absoluta de las remesas	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM
25	CHAREM2	Variación porcentual de las remesas	CRI, SLV, GTM, NIC, DOM

Fuente: elaboración propia.

Nota: Costa Rica (CRI), El Salvador (SLV), Guatemala (GTM), Nicaragua (NIC) y República Dominicana (DOM).

Una vez establecidos los indicadores para cada país, se aplicó el método de señales (Kaminsky et al., 1998), donde se evaluó la capacidad de cada indicador para generar una buena señal de ocurrencia de crisis (señal verdadera), y el número de veces que produce señales falsas de ocurrencia de crisis. Para ello se establecieron umbrales para cada indicador del país respectivo.

Los umbrales fueron divididos en 3 etapas: alerta, precaución y sospecha de ocurrencia de crisis. Las desviaciones estándar establecidas para cada una de ellas fueron¹:



Alerta > 0,75 desviaciones estándar
 Precaución > 1 desviaciones estándar
 Sospecha de crisis > 1,25 desviaciones estándar

Cabe destacar, que la línea de tiempo a evaluar comprende desde el IIT2002 hasta IIT2008, tomando en cuenta que el inicio de la crisis de 2008 tuvo lugar en el tercer trimestre. De acuerdo a la metodología planteada por Kaminsky et al. (1998) y Herrera y García (1999) la emisión de una señal de alerta temprana debe suscitarse dentro de los dos años previos a la crisis, por lo que una señal emitida fuera de este rango puede ser calificada como una señal falsa. En este sentido, una señal de crisis es generada cuando el valor de un indicador excede el umbral respectivo. La emisión de una

¹ Para efectos de esta investigación el número de desviaciones es superior a la establecida en Supriyadi (2014) dada la periodicidad y volatilidad de los datos.

“buena” señal ocurre si se encuentra dentro de los 8 trimestres antes de la crisis, en caso contrario, la señal será catalogada como falsa.

Tabla 5. Ventana de valoración de los indicadores

	IIT2006 – IIT2008	IIT2004 – IIT2006
Valor del indicador excede el umbral respectivo	 Señal buena	 Señal falsa

Fuente: elaboración propia con base en Kaminsky et al. (1998).

De esta manera, se determinó el *Noise Signal Ratio* (NSR) para cada indicador de cada país. De acuerdo a lo establecido por Chui (2002), aquellos indicadores que registraron NSR menores a uno fueron seleccionados como los mejores generadores de alertas tempranas de ocurrencia de crisis (ver Ecuación ¿?). En la Tabla 5 se listan los indicadores seleccionados por país.

Tabla 6. Indicadores seleccionados por país

No.	INDICADOR	NOISE SIGNAL RATIO (NSR)				
		CRI	SLV	GTM	NIC	DOM
3	RES	0.50	-	-	-	-
5	EDPGDP	-	-	-	-	0.25
8	IRGDP	-	-	-	-	0.25
11	FDIED	0.33	-	-	-	-
15	DX2	-	-	0.50	-	-
17	DM2	-	-	-	0.67	-
18	FDIGDP	0.33	-	-	-	-
19	STDTOEXTDEBT	0.33	-	-	-	-
20	FDIINGDP	0.20	0.25	-	-	-
22	RGX	0.50	-	-	-	-
23	REMGDP	0.75	0.17	-	0.50	-
24	CHAREM	-	0.33	-	-	-
25	CHAREM2	-	-	0.33	-	-

Fuente: elaboración propia.

ÍNDICE COMPUESTO: ÍNDICE DE VULNERABILIDAD EXTERNA (EVI)

Una vez seleccionados los indicadores adecuados para proveer una señal de alerta temprana de crisis y como parte del análisis de monitoreo de episodios con creciente vulnerabilidad externa para los países seleccionados, se procedió a calcular un Índice de Vulnerabilidad Externa (EVI), siguiendo la metodología propuesta por la OCDE. En este contexto, el resultado obtenido del EVI fue comparado con los resultados del ISP, con el propósito de verificar la eficiencia del indicador en lo que respecta a la emisión de señales de alerta temprana.

Gráfico 6. ISP-EVI Costa Rica

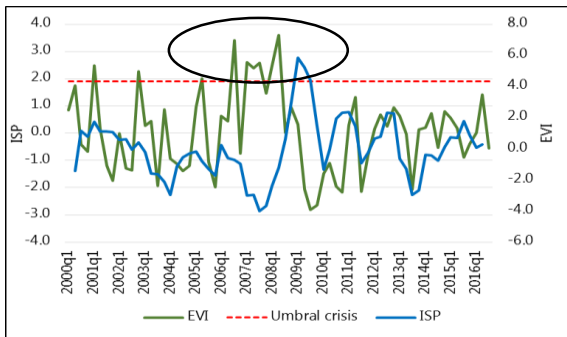


Gráfico 7. ISP-EVI El Salvador

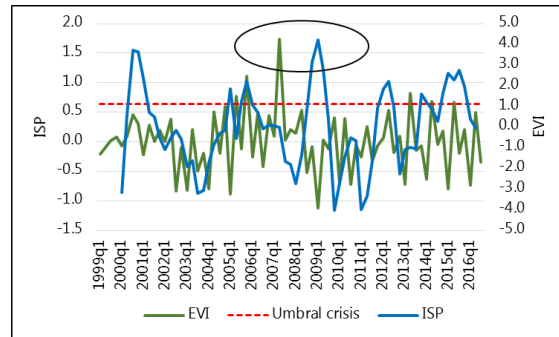


Gráfico 8. ISP-EVI Guatemala

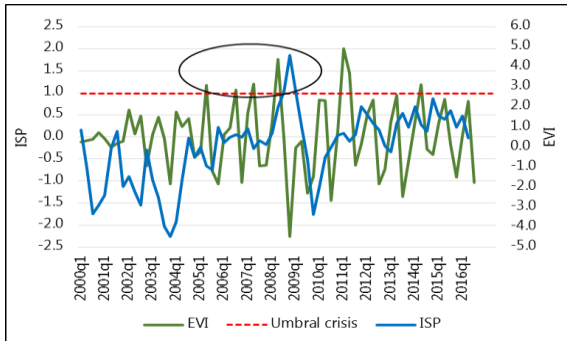


Gráfico 9. ISP-EVI Nicaragua

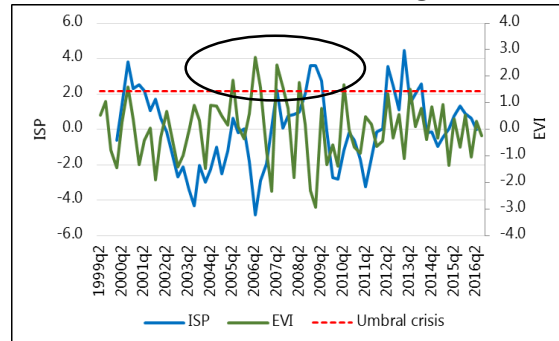
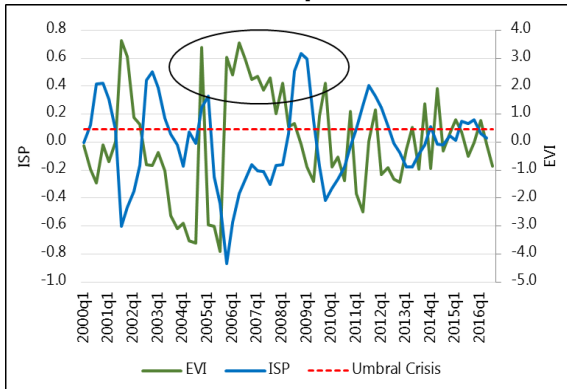


Gráfico 10. ISP-EVI República Dominicana



Fuente: elaboración propia.

Los resultados del Índice de Vulnerabilidad Externa (EVI), en general, exhibieron un comportamiento volátil en los trimestres previos a la crisis económica identificada por el Índice de Presión Especulativa (ISP). El análisis por países, refleja que, en Costa Rica, el EVI comienza a dar señales de alerta temprana desde el IIIIT2006, específicamente el indicador emitió seis señales de alerta previas al desencadenamiento de la crisis económica mundial de 2008. Este resultado, estuvo acompañado por un *Noise Signal Ratio* del EVI de 0,33.

Por su parte, para El Salvador el EVI reportó una señal de alerta previa a la crisis de 2008, específicamente en el IIT2007. Cabe destacar que el *Noise Signal Ratio* del índice compuesto es de 0,50, convirtiéndolo así en el indicador menos robusto de la muestra de países.

Entre tanto, en el caso de Guatemala el indicador compuesto emitió tres señales de alerta antes de la crisis de 2008, específicamente en el IIIIT2006, IIT2007 y IIT2008, el *Noise Signal Ratio* del EVI fue de 0,33.

Para Nicaragua, el índice de vulnerabilidad emitió 5 señales de alerta temprana previa a la crisis: IIT-IIIIT2006, IIT-IIIIT2007 y IIT2008, además el indicador ostentó un *Noise Signal Ratio* de 0,20. Nótese que mientras más cercano a cero sea el NSR mejor es el índice de vulnerabilidad. Por último, en el caso de República Dominicana el EVI tuvo resultados satisfactorios ya que el indicador emitió seis señales de alerta antes de la crisis, junto con un NSR de 0,17 el más bajo de la muestra de países.

De esta manera, los resultados obtenidos evidencian que el Índice de Vulnerabilidad construido para cada uno de los países tiene la capacidad de emitir señales de alerta temprana ante episodios de presiones especulativas como la suscitada en 2008. En efecto, el EVI emitió más de una señal antes de que la crisis económica mundial tuviera lugar, en cada uno de los países que fueron objeto de estudio.

CONCLUSIONES

Con el objetivo de elaborar un indicador de alerta temprana capaz de generar señales sobre la probabilidad de ocurrencia de las crisis, para los países de centroamericanos, fueron evaluados un conjunto de indicadores económicos vinculados con el sector externo de esas economías. De acuerdo a la disponibilidad y oportunidad de cifras, los países analizados fueron Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Nicaragua y República Dominicana.

Si bien la data colectada para cada uno de los países estuvo constituida por un conjunto amplio de indicadores, fueron pocas las variables que registraron un Noise Signal Ratio cercano a cero. No obstante, la respectiva selección de indicadores para cada país permitió la construcción de un indicador compuesto de alerta temprana capaz de anticipar una crisis. El Índice de Vulnerabilidad Externa (EVI), construido en esta investigación, registró señales de inestabilidad del mercado, previo a la crisis económica de 2008.

Cabe destacar que, los indicadores individualmente registraron NSR que oscilaron entre 0,17 y 0,67, mientras que el índice compuesto exhibió NSR entre 0,17 y 0,50; es decir, los indicadores realizan una mejor emisión de buenas señales de crisis en conjunto que individualmente. Tal es el caso de República Dominicana, donde los indicadores seleccionados registraron un NSR de 0,25 mientras que el indicador compuesto mostró un NSR de 0,17.

En este sentido, los resultados por países reflejan que existen diferencias en cuanto a la capacidad de los indicadores para anticipar la ocurrencia de una crisis. Esto podría estar relacionado a la participación que tienen las variables dentro de la actividad económica del país o la exposición al riesgo en la que se incurre como es el caso de las cifras de Deuda Externa.

En el caso de Costa Rica, las variables con los mejores desempeños, es decir con ocurrencia del Error Tipo I y Tipo II fue minimizado, fueron las vinculadas con las entradas de inversión extranjera directa y la proporción de deuda de corto plazo como parte de la deuda total.

En tanto que, para El Salvador, Guatemala y Nicaragua, las variables relacionadas con la evolución de las remesas fueron las que registraron el mejor desempeño en la lectura de señales de alerta temprana. En efecto, esta variable posee una significativa relevancia para la economía de estos países.

Por su parte, República Dominicana presentó dos de los indicadores que minimizaron la emisión de señales falsas de ocurrencia de crisis, la proporción de la Deuda Externa Pública con respecto al PIB y la posición de Reservas Internacionales como porcentaje de PIB.

A efectos de la evaluación del Indicador se realizó el análisis dentro de la muestra, de tal forma de probar la capacidad del indicador a la hora de anticipar la posible ocurrencia de una crisis. Si bien el ejemplo tomado en esta investigación fue la de anticipar la crisis financiera global del año 2008, este indicador pudiese ser implementado para la lectura de señales anticipadas de otras crisis que afectaron a

estas economías Centroamericanas. Además, el EVI pudiese ser empleado como una herramienta de monitoreo de mercado, que facilite a los *policy makers* el diseño de estrategias que mitiguen los efectos de una posible crisis. No obstante, la disponibilidad de datos en una muestra más amplia y con una alta frecuencia (mensual o semanal) podría favorecer la selección de un mayor número de indicadores por país. De esta manera, es posible el diseño de un sistema de alerta temprana más robusto, con el objetivo de realizar pronósticos fuera del horizonte muestral y elaborar un conjunto de escenarios que prevengan a los hacedores de política en las distintas alternativas de objetivos y elementos para atenuar o aminorar los efectos de las subsecuentes crisis, y realizar los cambios oportunos en sus políticas. A partir de lo mostrado en este documento se propone la formulación de un sistema de indicadores líderes para los países de la Región, con los cuales hacer un seguimiento y la evaluación, tanto de las propiedades del indicador, como de los resultados particulares de cada país.

BIBLIOGRAFÍA

Araya, R., Méndez E., Quirós, J. y Ramos, W. (2001) Indicadores de vulnerabilidad externa de Costa Rica. Banco Central de Costa Rica. División Económica, departamento de investigaciones económicas.

Bryde-Erichsen, M. (2016). The signaling approach to early warning: Application for systemic banking crises. Thesis for Master of Philosophy in Economics. Department of Economics, University of Oslo.

Comisión Económica para América Latina y El Caribe, CEPAL (2011). Study on the vulnerability and resilience of Caribbean Small Island Developing States (SIDS).

Consejo Monetario Centroamericano (2011). Vulnerabilidad Macroeconómica en Centroamérica y República Dominicana en Tiempos de Crisis.

Chui, M. (2002). Leading Indicator of Balance of Payments Crises: a Partial Review. Working Paper No. 171, Bank of England.

Davis, E. y Karim, D. (2008). Comparing Early Warning Systems for Banking Crises. *Journal of Financial Stability*, 4(2):89-120, 2008.

Eichengreen, B., Andrew R., Charles Wyplosz (1993). The Unstable EMS. *Brooking Papers on Economic Activity*, Vol. 1.

Fernández, C. y González, A. (2000). Integración y vulnerabilidad externa en Colombia. Serie: Borradores de economía. N° 156, Banco de la República.

García C. y Herrera S. (1999). User's Guide to an Early Warning System for Macroeconomic Vulnerability in Latin American countries. Policy Research Working Paper, World Bank.

Kaminsky, G., Lizondo, S. y Reinhart, C. (1998). Leading Indicators of Currency Crises. *IMF Staff Papers*, Vol. 45, No. 1 (March 1998).

Kaminsky, G. (2000). Currency and Banking Crises: The Early Warnings of Distress. George Washington University, Washintong, D.C.

Krugman, P. (1979). A model of balance of payments crisis. *Journal of Money, Credit and Banking* 11, 311-25.

Krugman, P. (1999). Balance Sheets, the Transfer Problem, and Financial Crises. *International tax and Public Finance*, 6, 459-472.

Reinhart, C., Rogoff, K. y Savastano, M. (2003). Debt intolerance. Working paper, National Bureau of Economic Research. Cambridge, MA.

Obstfeld, M. (1994). The Logic of Currency Crisis. *Cahiers economiques et monetaires* no.43, Banque de France.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OECD (2008). Handbook on Constructing Composite Indicators: methodology and user guide.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OECD (2010). OECD Cyclical Analysis and Composite Indicators System (CACIS) User's Guide.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OECD (2012). OECD System of Composite Leading Indicators.

Sachs, J., Tornell, A., y Velasco, A. (1996). Financial Crises in Emerging Markets: The Lessons from 1995. *Brookings Paper on Economic Activity*, 1:1996.

Sevares, J. (1999). La globalización y la vulnerabilidad externa. CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires.

Supriyadi, A. (2014). External vulnerability indicators: the case of Indonesia. Paper Submitted for the Seventh IFC Biennial Conference on 4 – 5 September 2014.