



Universidad Católica Andrés Bello
Facultad de Ciencias Económicas y Sociales
Escuela de Economía

Indicadores de Alerta Temprana de
Crisis Cambiarias
Caso: MERCOSUR

Autores:

Bryan De Sousa

Helder Bonillo

Tutor:

Daniel Lahoud

Caracas, octubre 2017

Agradecimientos

Gracias a nuestros padres por todo el apoyo que proporcionaron en el tiempo de ejecución de este proyecto, así como a los compañeros más cercanos de la carrera por el aporte de ideas y sugerencias.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.2. Hipótesis.....	8
1.3. Objetivos de la investigación.....	8
1.3.1. Objetivo general	8
1.3.2. Objetivos específicos.....	9
1.4. Justificación e importancia.....	9
CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL.....	11
2.1. Antecedentes de la investigación.....	11
2.2. Bases teóricas	15
2.2.1 Crisis Monetarias.....	15
2.2.2 Sistemas de Alerta Temprana (SAT).....	19
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	28
3.1 Data	28
3.2 Delimitación de la investigación	28
3.3 Sistema de Variables	29
3.4 Residuos del modelo ARIMA	29
3.5 Procesamiento de datos	35
CAPÍTULO IV: ESTIMACIONES Y RESULTADOS.....	36
4.1 Brasil	36
Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + \sigma$).....	36
Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 1,5\sigma$).....	37
Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 3\sigma$).....	38
4.2 Argentina	39
Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + \sigma$).....	39
Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 1,5\sigma$).....	40
Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 3\sigma$).....	41
4.3 Venezuela	41
Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + \sigma$).....	42
Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 1,5\sigma$).....	43
Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 3\sigma$).....	44
CONCLUSIONES.....	45
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

APÉNDICE	48
Periodos de fragilidad financiera y crisis monetarias para Brasil	48
Periodos de fragilidad financiera y crisis monetarias para Argentina	49
Periodos de fragilidad financiera y crisis monetarias para Venezuela	51
Pruebas de raíz unitaria para los IVM de Brasil.....	52
Pruebas de raíz unitaria para los IVM de Argentina	54
Pruebas de raíz unitaria para los IVM de Venezuela	55
Modelos ARIMA.....	56

INTRODUCCIÓN

El tema de crisis cambiarias es abordado por una gran cantidad de autores, dentro de la literatura destacan los modelos de primera generación de Krugman (1979) donde la principal causa de la crisis es la inconsistencia de las políticas fiscales que impiden mantenimiento de un tipo de cambio fijo y flexible, ya que condicionan la percepción de los agentes económicos sobre fiabilidad las políticas futuras a través de las expectativas. Obstfeld (1986) desarrolló posteriormente un modelo de segunda generación ante la ocurrencia de la falla del sistema europeo y las crisis en Latinoamérica en los años 90, donde países con políticas económicas sólidas y sin problemas presupuestarios tuvieron problemas para mantener sus tipos de cambio, donde la única creencia de una posible crisis condiciona las expectativas de los agentes y se dice que las crisis cambiarias de estos años fueron autocumplidas. Por último, entre los más destacados autores referente al tema, vuelve Krugman (1999) con un modelo de tercera generación en el que demostró que las crisis de los “Tigres” asiáticos derivaron de problemas microeconómicos sobre crecientes deudas y apalancamientos de las empresas que comprometieron el sistema bancario y contagiaron el sistema financiero y este último perjudicó los fundamentos macroeconómicos de los países.

Las crisis cambiarias se dan principalmente por ataques especulativos de los operadores del mercado cambiario que, al perder confianza en el tipo de cambio, refugian sus capitales en otras monedas, estas crisis se contagian posteriormente al sistema bancario, afectando las tasas de interés y el precio de los activos financieros. Siempre y cuando el ancla sea creíble por los agentes económicos el banco central se verá obligado a endurecer su política monetaria, que bajo un tipo de cambio fijo intentará mantener la paridad cambiaria a través de la venta de las reservas internacionales que, de no funcionar, se deberá devaluar la moneda o dejarla flotar trayendo consigo fuertes implicaciones para la toda la economía nacional.

Este trabajo de grado tiene como objetivo la aplicación de diferentes metodologías basadas en los trabajos de un conjunto de autores para monitorear en el tiempo el desempeño financiero de variables macroeconómicas para identificar el comportamiento normal de la interacción del conjunto de indicadores y conocer los niveles de estabilidad del sistema financiero, de esta manera tener una medida a través de indicadores sobre posibles presiones sobre el sistema financiero de

un país, donde en el mejor de los casos el continuo avance y desarrollo de estas metodologías permitirá anticipar a futuro crisis cambiarias de manera más certera y de esta manera los hacedores de política económica logren llevar a cabo medidas que permitan suavizar los efectos de las crisis cambiarias. En este proyecto de investigación se construyen un conjunto de indicadores adelantados para identificar situaciones de fragilidad de los sistemas financieros para las 3 economías más grandes del Mercado Común del Sur (MERCOSUR). En el desarrollo de esta investigación se deben escoger las variables e indicadores más significativos para construir un índice con el que se define el umbral que determinara cuando una economía sufre de una crisis cambiaria, también se construye un índice compuesto de vulnerabilidad macroeconómica y que sea capaz de captar periodos en los que la economía supera dicho umbral y se evidencia fragilidad financiera o crisis cambiaria.

Los métodos a utilizar para modelizar será el de “extracción de señales” innovado por Graciela Kaminsky y Carmen Reinhart (1996) y trabajado en años posteriores por Herrera, S; Garcia, C. (1999). Así como la propuesta del análisis de los residuos de un modelo ARIMA que dentro de la literatura destacan principalmente los lineamientos de Herrera, S; Garcia, C. (1999).

El capítulo I presenta la contextualización del problema que este trabajo presenta, la hipótesis a contrastar, su objetivos y justificación. El capítulo II explica los antecedentes trabajados acerca de crisis monetarios, sistemas de alerta temprana, y las metodologías aplicadas por los autores seleccionados. El capítulo III posee el marco metodológico en el que explicamos lo pertinente a la data con la que se trabaja, la muestra de economías seleccionadas, el sistema de variables y la descripción del modelo utilizado. En el capítulo IV se describen de manera detallada los resultados por país de las estimaciones estadísticas del modelo utilizado.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las crisis monetarias han sido un problema muy común en economías emergentes, ya que estos países poseen en general instituciones frágiles, sistemas financieros poco complejos o desarrollados y monedas débiles que ante perturbaciones internas o externas pueden llevar a deteriorar variables macroeconómicas drásticamente que comprometan el adecuado funcionamiento del sistema económico. Las crisis traen consigo efectos devastadores para las economías tanto desarrolladas como emergentes, tienen efectos recesivos en el bienestar de sus sociedades, es por ello desde los años 70 surgió un particular interés en estas dado que surgieron múltiples crisis tanto en economías emergentes como en economías desarrolladas, mas importante el caso para Latinoamérica entre 1980-1990 donde se le conoce comúnmente como la “década perdida” dado la variedad y severidad de las crisis que afrontaron la gran mayoría de los países de la región.

Empíricamente está demostrado que tras una crisis los países en desarrollo aumentan la desigualdad social, así como la inequidad de la distribución de su riqueza nacional. Tras una crisis los países avanzados y las economías emergentes reaccionan de modo diferente. En los países avanzados el crecimiento se acelera y supera la tendencia habitual al segundo o tercer año de la crisis; en general los países avanzados tienden a recuperarse. En el caso de las economías emergentes sucede lo contrario, el crecimiento normalmente disminuye tras una crisis; en promedio los países emergentes sufren una caída acumulada de alrededor del 10% del PIB respecto a la tendencia en el tercer año de la crisis, lo que se considera en la literatura económica como una recesión relativamente importante (Obstfeld y Taylor, 2004).

Sin embargo, modelos recientes también han sugerido que las crisis pueden desarrollarse sin ningún cambio notable en los fundamentos económicos. Estos modelos enfatizan que la naturaleza contingente de las políticas económicas puede dar lugar a múltiples equilibrios y generar crisis autorrealizables. Según Goldsmith, (1969) se entiende por crisis monetaria: “un deterioro agudo, breve y ultra cíclico de todos o la mayoría de los grupos de indicadores financieros: tipo de cambio, tipos de interés a corto plazo, precios de los activos reales o financieros, insolvencia comercial y quiebra de las instituciones financieras.” Sin embargo, hay diferencia según autores con respecto a

cómo se define una crisis monetaria. La mayoría de los estudios se centran exclusivamente en episodios de devaluación. Algunos de ellos analizan devaluaciones grandes e infrecuentes, mientras que otros incluyen en su muestra devaluaciones pequeñas y frecuentes que pueden no encajar en el molde de una crisis cambiaria plena, pero encajan como periodos de alta fragilidad financiera. Algunos estudios adoptan una definición más amplia de crisis. Incluyen, además de devaluaciones, episodios de ataques especulativos sobre la moneda, que en general genera distorsiones sobre el comportamiento de los agregados monetarios y en caso más extremos en la percepción de confianza de los ciudadanos sobre la moneda

Los autores también tienen en cuenta el posible efecto contagio para la materialización de una crisis, definido según Kaminsky, Reinhart y Vegh (2003): “Nos referimos al contagio como un episodio en el que hay efectos inmediatos significativos en varios países después de un evento, es decir, cuando las consecuencias son rápidas y furiosas y evolucionan en cuestión de horas o días. Los choques externos comunes, como los cambios en las tasas de interés internacionales o los precios del petróleo, no se incluyen automáticamente en nuestra definición de trabajo de contagio. Sólo si hay "co-movimiento excesivo" en las variables financieras y económicas entre los países en respuesta a un choque común lo consideramos como contagio”.

Dadas las consecuencias de las crisis, fue necesario que numerosos investigadores desarrollaran teorías y mecanismos para anticiparlas, en este contexto a estos mecanismos se les conoce como; sistemas de alerta temprana, como su nombre lo indica ayudan a alertar o monitorear tempranamente si un país puede estar entrando en una crisis cambiaria debido al deterioro de variables macroeconómicas. Los participantes en los mercados financieros están interesados en estos mecanismos porque quieren generar ganancias, los formuladores de políticas porque desean evitar las crisis y los académicos porque tienen una larga historia de fascinación por las crisis cambiarias y financieras.

1.2. Hipótesis

A continuación, se presentan las hipótesis que fundamentan la presente investigación:

“Los sistemas de alerta temprana para crisis cambiarias son capaces de anticipar periodos de fragilidad financiera y crisis cambiaria con 6, 9 y 12 meses de anticipación a través del monitoreo e interpretación de los índices de vulnerabilidad macroeconómica compuestos por distintas combinaciones de variables de diferentes sectores de la economía a través los residuos de un modelo ARIMA”

"Mientras menor sea la ventana de los periodos que contemple los promedios móviles de los residuos del modelo ARIMA, mayor es la cantidad de señalizaciones erróneas, dado que existe un mayor grado de sensibilidad de los promedios con menor periodicidad a las oscilaciones fuera de la tendencia"

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Este trabajo de grado tiene como objetivo la aplicación de herramientas con las que plausiblemente se puedan anticipar crisis cambiarias o periodos de fragilidad financiera de los países más importantes miembros del MERCOSUR. Se procede a crear un set de Indicadores de Alerta Temprana para cada país dentro del estudio, de esta manera se puede monitorear la vulnerabilidad externa de cada país así el desempeño del sistema financiero. El estudio se lleva a cabo mediante la evaluación de una serie de variables compuestas que serán sometidas al método de extracción de señales de los residuos de un modelo ARIMA bajo la metodología de Herrera y García (1999).

1.3.2. Objetivos específicos

- Comprobar la efectividad de los Sistemas de Alerta Temprana a través del modelaje de los residuos de un modelo ARIMA construido por diferentes autores para la anticipación de periodos de fragilidad financiera o crisis cambiarias.
- Identificar los indicadores más significativos de vulnerabilidad macroeconómica externa que puedan ser usados como sistema de alerta temprana.
- Elaborar diferentes índices compuestos para cada país de la muestra del MERCOSUR que indique el nivel de presión de todos los ámbitos del sector externo.
- Construir el Índice de Presión Especulativa (IPE) para diferenciar los periodos de relativa tranquilidad financiera de los que posean un grado de fragilidad financiera.

1.4. Justificación e importancia

El uso de índices de alerta temprana para países emergentes es de vital importancia para el incremento de la responsabilidad de la política económica local ante panoramas de alta vulnerabilidad y, en ese sentido, representan una alternativa de bajo costo sobre la cual se pueden planificar intervenciones a mediano y corto plazo en aras de la aplicación de políticas certeras para prevenir las crisis. La factibilidad de la aplicación de estos índices está dada porque estos se construyen con variables macroeconómicas que disponen de data de uso libre para los periodos en estudio como lo son: tipos de cambio, IPC, precios, deudas de corto y largo plazo, reservas internacionales, tasas de interés, Producto Interno Bruto, exportaciones e importaciones, precios de las materias primas, etc.

La literatura económica referente a las causas y consecuencias de las crisis cambiarias y financieras es amplia e ilustrativa en cuanto a su capacidad de explicar estos fenómenos de manera ex-post.

Las crisis cambiarias son un fenómeno económico mundial que ningún país quiere enfrentar dado las elevadas pérdidas de bienestar social que estas conllevan. La globalización ha generado que los mercados financieros sean más íntegros y cada vez más dependientes entre países, es por

ello que el estudio de las crisis son un gran tema de estudio. De allí surge la necesidad de crear herramientas, mecanismos o sistemas de alerta temprana que puedan anticipar crisis futuras de los países miembros al MERCOSUR.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

En este capítulo abordaremos los principales trabajos de investigación y las bases teóricas necesarias para el estudio y desarrollo del tema de investigación para ello es necesario explicar cuáles son las causas de las crisis financieras y los principales métodos de alerta temprana.

2.1. Antecedentes de la investigación

Es necesario el estudio de anteriores trabajos de investigación para abordar lo relacionado con el tema de investigación y su aporte a la investigación del tema estudiado, entre estos trabajos tenemos:

- Kaminsky, G.; Lizondo, S.; Reinhart, C. (1998). "Leading Indicators of Currency Crises". Washington: International Monetary Fund.

Este artículo examina la evidencia empírica sobre las crisis cambiarias y propone un sistema específico de alerta temprana. Este sistema implica el seguimiento de la evolución de varios indicadores que tienden a mostrar un comportamiento inusual en los períodos anteriores a una crisis. Cuando un indicador excede un cierto umbral, esto se interpreta como una "señal" de advertencia de que una crisis cambiaria puede tener lugar dentro de los siguientes 24 meses.

- Álvarez, F.; Arreaza, A.; Fernandez María, Mirabal, M. (2002). "Fragilidad financiera en Venezuela: determinantes e indicadores" Banco central de Venezuela

Este trabajo tiene como objetivo presentar un conjunto de indicadores adelantados de situaciones de fragilidad financiera, donde se evidencie vulnerabilidad en el sector externo. En este trabajo se relajan los criterios para definir episodios de crisis y se enfoca más en periodos de excesiva fragilidad financiera. Se emplean tanto modelos Probit como indicadores basados en el método de señalización de Kaminsky, Reinhart y Lizondo (1998)

- Krugman, P. (1979). "A Model of Balance-of-Payments Crises" Ohio: Journal of Money, Credit and Banking.

Artículo en el que estudia el fenómeno concreto de una crisis en la Balanza de Pagos, entendiéndola como la rápida pérdida de reservas del Banco Central, ante inconsistencias de la política fiscal y la monetización del déficit presupuestario provocando un ataque por parte de los operadores financieros privados contra la moneda, obligando a las autoridades a devaluar al no poder sostener la paridad.

- Obstfeld, M. (1994). "The Logic of Currency Crises," Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research.

Este documento presenta dos modelos diferentes en los que la crisis son el resultado de la interacción de actores económicos racionales privados y de un gobierno que persigue objetivos políticos bien definidos. En ambos casos, los cambios arbitrarios de expectativas pueden convertir una paridad de tipo de cambio bastante creíble en una variable frágil, dentro de la literatura se le destaca por sentar las bases del modelo de crisis de segunda generación.

- Eichengreen, B.; Rose, A; Wyplosz, C. (1996). "Contagious Currency Crises". National Bureau of Economic Research.

Este trabajo se refiere al hecho de que la incidencia de ataques especulativos tiende a ser correlacionada temporalmente; Es decir, las crisis cambiarias parecen pasar contagiosamente de un país a otro. El artículo presenta un estudio de la literatura teórica y analiza empíricamente la naturaleza contagiosa de las crisis cambiarias. Para identificar los periodos de crisis utiliza el IPE que al superar la media más 1,5 desviaciones estándar se enciende una alerta de crisis. El contagio parece extenderse más fácilmente a países que están estrechamente vinculados por vínculos comerciales internacionales que a países en circunstancias macroeconómicas similares.

- Supriyadi et al (2014). “External Vulnerability Indicators: The Case of Indonesia”. Bank of Indonesia Statistic Department.

Este documento tiene como objetivo encontrar indicadores que se puedan utilizar para monitorear la vulnerabilidad externa de Indonesia, así como un sistema de alerta temprana de crisis. El estudio se lleva a cabo mediante la evaluación de una serie de indicadores desplegados en los estudios anteriores mediante el uso de método de señalización. Un análisis de la vulnerabilidad externa se facilita separando la presión de las vulnerabilidades en cuatro zonas, a saber, normal, alerta, cautelosa y sospecha de crisis. El estudio obtiene 12 indicadores externos que luego se agregan para producir un índice compacto de vulnerabilidad externa. Los indicadores seleccionados y el índice compuesto son capaces de captar la vulnerabilidad externa.

- Ndung'u, N; Ndirangu, L; Garcia, C; Nyamongo, E; Gitau, C. (2010). “Early Warning System for Macroeconomic Vulnerability in Kenia.

Este artículo tiene como objetivo la aplicación de un Sistema de alerta temprana para Kenia, en el que se busca identificar los periodos de vulnerabilidad Macroeconómica a través de dos indicadores: Un índice de presión especulativa y un índice de vulnerabilidad macroeconómica. El primero se usa para identificar retrospectivamente, períodos de volatilidad de mercado inusual; mientras que el segundo es una medida ex ante para la fragilidad macroeconómica. El estudio demuestra que funciona bien para predecir los periodos de vulnerabilidad macroeconómica de Kenia.

- Carmona, D; Dip, D; (2014). “Un análisis sobre la Estimación y Construcción de los Indicadores de Alerta Temprana para Crisis Cambiarias” Universidad Nacional de Misiones.

En este trabajo se explica detalladamente los tipos de crisis cambiarias y sus posibles causas citando a reconocidos autores, posteriormente explica el origen de los sistemas de alerta temprana de crisis donde detalla los pasos y las distintas formas de modelarlo. Un sistema de alerta temprana de crisis debe considerar los siguientes puntos: El sistema de identificación o datación de los acontecimientos considerados como crisis, un conjunto de variables que se consideran relevantes

para anticipar las crisis, el método estadístico o econométrico que permita calcular la probabilidad de que tenga lugar una crisis en un determinado período y un procedimiento para evaluar la bondad de las predicciones realizadas. El autor hace una reseña de los métodos estadísticos comúnmente utilizados: Modelos de elección discreta, Markov Switching Model, modelos estadísticos no lineales.

- Vlaar, P. (2000) “Early Warning Systems for Currency Crises”

En este documento, se introduce un nuevo método para predecir las crisis cambiarias. El método modela un índice mensual continuo de crisis, basado en depreciaciones y pérdidas de reservas, usando observaciones tanto de periodos de crisis como de periodos tranquilos. El hecho de que durante las crisis cambiarias el comportamiento de los participantes del mercado difiere de las circunstancias normales se estudia utilizando un modelo econométrico con dos regímenes, uno para los episodios problemáticos, volátiles, y uno para los períodos normales. El modelo es capaz de separar las variables que influyen en la probabilidad de una crisis cambiaria de aquellas que tienen un impacto en la profundidad de una crisis. En este modelo, la probabilidad de crisis está directamente relacionada con la probabilidad de ingresar al régimen volátil. Las variables relevantes resultan ser la tasa de cambio real, la tasa de inflación, el crecimiento de la relación deuda / reservas a corto plazo, el crecimiento de las reservas, la relación reservas / M2 y la relación importación / exportación. Las variables que influyen en la profundidad de una crisis tienen, en nuestro modelo, un impacto significativo sobre la depreciación adicional esperada y la volatilidad extra en el régimen de crisis. Las depreciaciones locales y la relación deuda / reservas a corto plazo resultan ser las variables cruciales aquí.

- Díaz, A; (2008)” Un sistema de Alerta Temprana para Detección de Crisis Cambiaria, una aplicación para Venezuela” Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura.

El desarrollo de esta investigación permitió encontrar un conjunto de indicadores adelantados que pudieran conformar un sistema de alerta temprana para prevenir crisis cambiarias para el caso Venezolano, basado en el enfoque de extracción de señales propuesto por Goldstein, Kaminsky y Reinhart, donde Se comprobó que para el caso venezolano, las exportaciones totales, las

exportaciones de petróleo, las exportaciones de crudo, el ratio exportaciones sobre PIB y el Índice de tipo de cambio real son indicadores adelantados significativos de crisis.

2.2. Bases teóricas

Si bien se citan una gran variedad de autores que constituyen las bases teóricas de la presente investigación referente a las crisis cambiarias y de los sistemas de alerta temprana, es pertinente definir crisis dependiendo del enfoque de cada autor, así como la adopción de una definición de crisis operativa para efectos del presente estudio dado la diversidad de interpretaciones que existen entre autores para definir crisis monetaria¹.

2.2.1 Crisis Monetarias

Existen numerosas definiciones de crisis monetarias cada autor difiere al momento de definir las, así como en el método para estimarlo, en general, la similitud de los investigadores en la definición teórica de crisis, es la depreciación significativa del tipo de cambio.

- **Herrera y García (1999)** definen una crisis como aquel periodo durante el cual el tipo de cambio se deprecia significativamente a pesar de los esfuerzos de la autoridad económica por detener dicho proceso.
- **Goldstein, Kaminsky y Reinhart (2000)** definen como crisis como una situación en la que un ataque a la moneda conduce a una fuerte depreciación de la moneda, a una gran disminución de las reservas internacionales o a una combinación de ambas. Una crisis así definida incluye tanto los ataques exitosos como los fracasados contra la moneda. La definición es también lo suficientemente amplia como para incluir no sólo los ataques cambiarios bajo un tipo de cambio fijo, sino también los ataques bajo otros regímenes cambiarios. Las crisis monetarias técnicamente se definen como grandes depreciaciones. Existe consenso entre autores para definir que el rango de depreciación del tipo de cambio nominal considerado para definir acertadamente crisis cambiaria en países

¹ En este punto es pertinente aclarar que el uso del término crisis cambiaria hace referencia a la misma definición de crisis monetaria tratándose de una definición ambigua ante crisis estructurales que afectan el valor fiduciario de la moneda de un país en un periodo determinado.

desarrollados está entre un 15 y 20%, mientras que en naciones emergentes se encuentra de 20% en adelante. Existen otros criterios para el registro de crisis monetarias que toman en cuenta la pérdida de reservas internacionales. Estas crisis monetarias terminan contagiando al sistema financiero causando crisis financieras y monetarias.

2.2.1.1 Crisis de Primera Generación

Los modelos de primera generación son desarrollos teóricos que explican los fenómenos de crisis de balanza de pagos, debido a los desajustes cambiarios, fiscales y monetarios. Kaminsky (2003) los ha descrito como aquellos que atribuyen las crisis cambiarias a la insostenibilidad del tipo de cambio, producto de la inconsistencia de la política económica. Entre los autores más importantes se encuentran Krugman (1979) el cual sostiene que, cuando existe déficit fiscal, las reservas en moneda extranjera comenzarán a aminorarse e inevitablemente, se abandonará el régimen cambiario, lo cual provocará una crisis de balanza de pagos. La monetización de déficit bajo esta perspectiva podría considerarse un indicador adelantado de la crisis al igual que el aumento del crédito. El modelo de primera generación, en resumen, evidencia que la fijación del tipo de cambio puede fallar si los fundamentos monetarios son insostenibles. Esto puede suceder con una burbuja especulativa que termine en un colapso cambiario, debido a que, ante aumentos en la demanda de divisas, la variable de ajuste es la tasa de interés interna que, se incrementará, determinando un tipo de cambio de equilibrio más elevado.

En general, se puede decir que los modelos de primera generación han identificado cómo el comportamiento de ciertas variables incide sobre la ocurrencia de un episodio de crisis, en especial una cambiaria. Básicamente, el financiamiento del déficit público a través de la monetización del déficit, el comportamiento de las reservas internacionales, y el tipo de interés contribuyen a la explicación de las crisis. Una creación “excesiva” de crédito interno por parte de las autoridades monetarias de un país llevaría a una pérdida gradual de reservas exteriores, y en última instancia al abandono del tipo de cambio fijo, una vez que el Banco Central reconoce que es incapaz de defender la paridad.

Flood y Garber (1984) continúan bajo la línea de Krugman argumentando que el exceso de crecimiento del crédito interno fomenta la disminución de las reservas y el consecuente ataque especulativo contra la moneda, en vista que los agentes prevén correctamente el agotamiento del nivel de reservas.

Superada la década de 1980 y luego de las numerosas crisis vividas por los países emergentes durante la misma, a principios de la siguiente década fueron las economías desarrolladas las que sufrieron las inclemencias de los mercados financieros. En los años 90 algunas economías emergentes fueron nuevamente golpeadas y México fue el primer país en verse afectado. La crisis del Tequila no tardó en propagarse a los países emergentes. Sin embargo, había una diferencia crucial entre esta nueva oleada de crisis monetarias y las que tuvieron lugar en la década previa. Ahora las economías se encontraban en equilibrio en cuanto a sus componentes macroeconómicos y las causas de las mismas poco tenían que ver con la esfera económica.

2.2.1.2 Crisis de Segunda Generación

Por el contrario, los modelos de segunda generación atribuyen los cambios según las expectativas que tienen los agentes económicos sobre las posibles devaluaciones del tipo de cambio y la ocurrencia de una crisis cambiaria. A diferencia del modelo de Krugman de primera generación, los fundamentos económicos no son los causantes de la crisis y éste además ofrece la posibilidad de seguir más de una estrategia, debido a que son de múltiples soluciones. Entre las variables que pueden afectar los fundamentos del modelo anterior, se mencionan el alto crecimiento del crédito bancario y la ratio M2 a reservas internacionales. Simplificando el argumento, podríamos decir que, en los modelos de primera generación, los mercados anticipan la crisis, mientras que, en los modelos de segunda generación, son los mercados los que provocan la crisis.

Eichengreen (2000) observa que algunas de estas economías tenían ciertas similitudes en cuanto a la tendencia que mostraban sus variables macroeconómicas como ser la sobrevaloración del tipo de cambio, déficits de cuenta corriente, creciente oferta de crédito interno y de dinero doméstico. No obstante, la inyección de liquidez viene determinada por cuestiones macroeconómicas y por la entrada de capitales del exterior y no por las necesidades presupuestarias del Estado.

El modelo de Obstfeld (1996) es quien ejemplifica por primera vez esta nueva modalidad de crisis, es el modelo más nombrado entre los modelos de segunda generación. Fueron apodadas crisis o auto-cumplidas por el mecanismo y la causa que las provoca. Son crisis generadas por los mismos mercados financieros que ven satisfechas sus expectativas de devaluación. La dinámica comienza cuando sin motivo preciso alguno, los agentes comienzan a desconfiar de la capacidad de las autoridades monetarias de los países para mantener la paridad cambiaria o bien una modificación de las expectativas sobre la evolución esperada del tipo de cambio. Estos cambios

en las expectativas comienzan a tener mayor adhesión y el comportamiento en m de los acreedores externos e internos termina por provocar el ataque especulativo sobre las monedas. La autoridad monetaria cada vez queda con menor margen para mantener el tipo de cambio fijado dado que sus reservas se ven severamente reducidas. Llega un punto en que el costo de mantener esta paridad resulta mucho mayor que ceder ante la presión generada por los mercados financieros y la devaluación se materializa, cumpliendo de esta forma las expectativas que los propios mercados generaron. La economía pasa entonces de una situación de equilibrio macroeconómico con crecimiento a otra de equilibrio macroeconómico, pero con recesión.

Esta situación de equilibrios múltiples es característica de las crisis de segunda generación. Los modelos de “*self-fulfilling crises*” como el de Obstfeld ponen de manifiesto que los ataques especulativos de los agentes obligan al gobierno a incurrir en costos implícitos para sostener el tipo de cambio, elevación de la tasa de interés a corto plazo, bajos niveles de inversión y escaso crecimiento. Esta situación ubica al gobierno en la disyuntiva de ceder al ataque afrontando los costos de credibilidad por la devaluación y problemas derivados de ella como ser el incremento de los niveles de inflación, por ejemplo, o bien afrontar los costos implícitos de mantener la paridad cambiaria. Consecuentemente la decisión pública se basa en la minimización de una función de costos enfrentados.

Una nueva generación de crisis cambiarias se gesta a raíz de las crisis vividas por los países del sudeste y este de Asia en 1997 y 1998. Se trataba de economías sin problemas de finanzas públicas y con la existencia de ataques especulativos contra sus monedas en el momento previo de las crisis. Sin embargo, los modelos de crisis auto-complacientes no lograron explicar ni la dinámica ni las causas de las mismas.

2.2.1.3 Crisis de Tercera Generación

Krugman (1999) hace una revisión de los modelos de primera y segunda generación, y analiza el hecho de que las crisis de los países asiáticos no pueden ser explicadas por estas generaciones de modelos. Los criterios usados por estos modelos no pueden explicar los problemas de Malasia o Tailandia, Corea o Indonesia, que fueron catalogados como el milagro del Este asiático, y quienes poseían buenos fundamentos macroeconómicos. Los ataques especulativos de los noventa desafiaron los modelos teóricos, con la crisis de Sistema Monetario Europeo y la Crisis Mexicana en 1994, donde el colapso se produjo en un ambiente sin aparentemente inconsistencia entre la

política monetaria y fiscal. Existen algunas explicaciones alternativas, y una de ellas es que estos países incurrieran en riesgos implícitos derivado de los altos subsidios, expresados en garantías a los bancos. Otra explicación es que simplemente no había nada en sus fundamentos, sino que sufrían de una vulnerabilidad financiera debido al pesimismo de los prestamistas internacionales, quienes podían retirar sus capitales de un momento a otro, deteriorando la solvencia y liquidez de los bancos.

Krugman (1999) considera tres aspectos importantes que no están presentes en los modelos de primera y segunda generación. Cabe destacar, que estos elementos que son: el contagio (las economías se relacionan mediante lazos comerciales), los problemas de transferencia (debido a la depreciación o apreciación de la moneda, causando problemas de cuenta corriente), y los problemas de los balances de las empresas (se encontraban altamente apalancadas y con préstamos de alto riesgo). Muchos economistas han catalogado a las crisis de tercera generación como crisis gemelas (*twin crises*), es decir crisis monetarias y bancarias al mismo tiempo o con un breve lapso entre ellas. La razón posiblemente se halle en la fragilidad que presentaron los sistemas financieros previo bien, debido directamente al colapso que sufrieron los sistemas bancarios previo al quiebre de las paridades cambiarias en algunos casos y posterior en otros. En cuanto a la dinámica, puede suceder que una crisis bancaria se produzca primero y promueva luego una crisis monetaria, como lo sostienen Kaminsky y Reinhart (1999), quienes definen a las crisis gemelas como aquellos episodios en los que sucede una crisis cambiaria luego de 48 meses del estallido de una crisis bancaria.

En conclusión, a pesar de los aportes emanados de los modelos anteriormente presentados, las crisis cambiarias de la década de los noventa y los elevados costes de las mismas, han creado la necesidad de desarrollar Sistemas de Alerta esto con el fin de adecuar las decisiones de política económica y corregir a tiempo los desequilibrios, para prevenir la aparición de las crisis monetarias o suavizarlas en tal caso.

2.2.2 Sistemas de Alerta Temprana (SAT)

Dada la naturaleza de los diferentes tipos de crisis que los países han sufrido a lo largo de la historia, diferentes autores y expertos en el área han buscado identificar las variables que podrían contribuir a materialización de una crisis, por ello se buscan las variables que hayan tenido comportamientos irregulares en periodos previos en el que se desata una crisis, numerosos autores

han desarrollado sistemas de alerta temprana, cada uno con su propia metodología o basándose en un trabajo anterior, pero con su propio aporte. Los trabajos pioneros en este tema son de los autores Eichengreen et al (1995), Kaminsky y Reinhart (1998).

Según Carmona (2014) los sistemas de alerta temprana constan de 4 aspectos o pasos relevantes:

1. Un sistema de identificación o datación de los acontecimientos considerados como crisis.
2. Un conjunto de variables que se consideran relevantes para anticipar las crisis.
3. Un método estadístico o econométrico que permita calcular la probabilidad de que tenga lugar una crisis en un determinado período.
4. Un procedimiento para evaluar la bondad de las predicciones realizadas.

Un modelo de sistemas de alerta temprana de crisis consiste en probar si existe una crisis en el período “ $t + n$ ” que pueda ser predicha de antemano en “ t ”. Según Carmona (2014):

“Debido a que los indicadores de alerta temprana son seleccionados poniendo a prueba su poder predictivo histórico, una crítica particular que se le realiza a estos modelos de SAT, es el hecho de que la vulnerabilidad subyacente en la economía, podría ser resultado de una combinación de factores, incluyendo al tiempo y a otros específicos del país como la estructura gubernamental, la política de gobierno y “el clima económico” prevaleciente. Estas diferencias entre países pueden hacer difícil identificar las señales de advertencias adecuadas para futuras crisis basadas en la experiencia”.

El enfoque de SAT comúnmente utilizado es el de extracción de señales desarrollado por Kaminsky, Lizondo y Reinhart (1998), definen el enfoque de extracción de señales como: “monitorear la evolución de un número de variables económicas, cuando una de estas variables se desvía de su nivel “normal” y supera un umbral determinado, estas variables podrían predecir la crisis al señalar que existen variables que registran valores extremos antes de las crisis. Para “extraer las señales”, se utilizan métodos univariantes y no paramétricos”.

2.2.2.1 Presión del Mercado Cambiario

Para el presente estudio se debe construir una definición técnica para crisis cambiaria, de esta forma se puede determinar los periodos en los que el mercado cambiario sufrió perturbaciones para ello se crea un índice que contemple las variables que lo afectan de manera directa, por lo que se

procede a construir un Índice de Presión Especulativa (IPE). Este índice permite construir una variable binaria donde divide los períodos considerados como crisis o fragilidad financiera y los que no. El criterio para clasificar un periodo como una alerta depende de un umbral seleccionado arbitrariamente siguiendo la metodología innovada por Kaminsky y Reinhart (1998), y posteriormente modificada por García y Herrera (1999).

Criterios para la determinación del umbral:

- Kaminsky, Lizondo y Reinhart (1998):

Pioneros en la creación del IPE, utilizan un umbral de la media más 3 desviaciones típicas. Las variables utilizadas son el tipo de cambio nominal y las reservas internacionales, ambas en su primera diferencia y estandarizadas para tener media 0 y varianza unitaria. La tasa de cambio utilizada fue la tasa nominal de mercado, ya que aún durante los períodos de control de cambios, cuando existían tasas diferenciadas, la tasa de mercado representaba el precio de referencia para las transacciones de la economía.

- Herrera y García (1999):

Asignan un umbral de la media más 1,5 desviaciones típicas. Utiliza las variables tipo de cambio, reservas internacionales y tasas de interés e igual que en Kaminsky, Lizondo y Reinhart, las variables se utilizaron en su primera diferencia y estandarizadas para tener media 0 y varianza unitaria. La tasa de interés utilizada fue la de depósitos a 90 días.

- Álvarez, Arreaza, Fernandez y Mirabal (2002):

En este trabajo se basaron en la metodología de Herrera y García (1999) para la creación del IPE, pero a diferencia de ellos asignaron un umbral más bajo, de la media más 1 desviación estándar ya que estuvieron más interesados en reflejar situaciones de alta fragilidad financiera que en crisis monetarias.

2.2.2.2 Metodologías por autor

A continuación, se presentan las metodologías de los diferentes autores, que, aunque poseen similitudes entre sí, hay diferencias en los indicadores, variables utilizadas y métodos estadísticos. Se detallará brevemente las principales metodologías en las que nos basamos para el desarrollo de este trabajo.

2.2.2.2.1 Metodología de Kaminsky, G.; Lizondo, S.; Reinhart, C. (1998):

Primero se identifican aquellos indicadores que han demostrado ser más útiles para predecir las crisis. La idea es seleccionar los indicadores cuya contribución a la predicción de crisis fue estadísticamente significativa, en base a los resultados presentados en otros trabajos. Se excluyen de la consideración aquellas variables que se usaron solo en trabajos que proporcionan una evaluación cuantitativa en lugar de formal de indicadores. Indicadores útiles para los sistemas de alerta temprana de crisis monetarias incluyen variables como las reservas internacionales, el tipo de cambio real, crecimiento del crédito, crédito al sector público, inflación doméstica, balanza comercial, el rendimiento de las exportaciones, el crecimiento del dinero, las reservas M2/internacionales, el crecimiento del PIB real y el déficit fiscal.

Los anteriores estudios han utilizado básicamente dos diferentes metodologías que podrían servir de base para un sistema de alerta temprana de crisis monetarias. El enfoque más utilizado ha sido la de estimar la probabilidad de devaluación anticipada K-paso (o *k-step*) (Eichgreen, 1996) en el contexto de un modelo logit o probit multivariado. El segundo enfoque se basa en comparar el comportamiento de las variables seleccionadas en el período anterior a las crisis con su comportamiento en un grupo de control, e identificar las variables cuyo comportamiento irregular pueda ayudar a evaluar la probabilidad de una crisis. El enfoque *k-step* posee importantes limitaciones, primero no proporciona una métrica para clasificar los indicadores según su capacidad de predicción, solo indica si una variable es significativa o no. Segundo lugar, este método no proporciona una visión transparente de dónde y cual graves son los problemas macroeconómicos.

Finalmente seleccionan el enfoque de señales, que, aunque esta metodología no se aplicó anteriormente para analizar las crisis monetarias, tiene una larga historia en la literatura que evalúa la capacidad de las series de tiempo macroeconómicas y financieras para predecir los puntos de ajuste del ciclo económico. Posteriormente la aplicación de esta metodología en este trabajo sirvió

de base para muchos autores para la elaboración de sistemas de alerta temprana de crisis, donde cada uno le añadía su propio aporte y enfoque. Esta metodología se describe en detalle a continuación.

Examinan 76 crisis monetarias de una muestra de 15 países en desarrollo y 5 países industrializados durante 1970-95. También amplía el análisis presentado en este documento clasificando los indicadores por tres métricas alternativas: calcular la probabilidad de una crisis condicionada a una señal de ese indicador; el número promedio de meses previos a la crisis en que se emite la primera señal; y la persistencia de señales ante las crisis. Posterior a la selección de los indicadores se define el umbral para el cual se considera que cada indicador tomar valores “irregulares”, el cual se designa como la media de los indicadores más 3 desviaciones estándar.

Se construyeron una variedad de indicadores con variables que pertenecen a diferentes sectores de la economía como: el sector externo, el sector financiero, el sector real, las finanzas públicas, variables políticas, variables institucionales y estructurales.

Para examinar la efectividad de los indicadores individuales, consideraron utilizar la siguiente matriz:

	Crisis (Dentro de 24 meses)	No Crisis (Dentro de 24 meses)
Se emitió señal	A	B
No se emitió señal	C	D

Matriz extraída de Kaminsky, G.; Lizondo, S.; Reinhart, C. (1998)

A = Número de meses en los que el indicador emitió una buena señal

B = Número de meses en los que el indicador emitió una mala señal o "ruido"

C = Número de meses en que el indicador falló emitir una señal.

D = Número de meses en que el indicador se abstuvo de emitir una señal.

Un indicador perfecto sólo produciría observaciones que pertenezcan a las secciones superior izquierda e inferior derecha de esta matriz. Emitiría una señal en cada mes que iba a ser seguido por una crisis (en los próximos 24 meses), y se abstendría de emitir una señal en cada mes que no

es seguido por una crisis (en los próximos 24 meses). Por supuesto, en la práctica, ninguno de los indicadores encaja en el perfil de un indicador perfecto.

La métrica anterior clasifica los indicadores de acuerdo con su capacidad para predecir las crisis o falsas alarmas. Sin embargo, tal criterio no habla acerca del tiempo de espera para la aparición de la señal. Desde el punto de vista de un *policymaker* que quiere implementar medidas preventivas, no estará a la altura un indicador que envía señales mucho antes de que ocurra la crisis o uno que solo señale cuándo la crisis es inminente.

Es posible construir ratios de efectividad con respecto a la predicción de crisis del modelo, utilizando la nomenclatura de la matriz anterior:

$\frac{A}{A+C}$ = Muestra la cantidad de buenas señales emitidas por el indicador, expresadas como un porcentaje de la cantidad de meses en los que se pudieron haber emitido buenas señales. Lógicamente mientras mayor sea el valor de este ratio el indicador será mejor anticipando las crisis.

$\frac{B}{B+D}$ = Muestra la cantidad de señales malas emitidas por el indicador, expresadas como un porcentaje de la cantidad de meses en los que se pudieron haber emitido señales malas. Mientras más bajo sea el valor de este ratio el indicador será mejor.

La información sobre la capacidad de los indicadores para emitir buenas señales y evitar malas señales se puede combinar en una medida del "ruido" de los indicadores.

$$\frac{\frac{B}{B+D}}{\frac{A}{A+C}} = \text{Ratio ruido/señal}$$

Mientras menor sea este ratio, menor será la cantidad de señales falsas que el indicador envíe, lo que nos dice que el indicador tiene un mejor desempeño.

2.2.2.4 Metodología de Herrera y García (1999)

Construyen el IPE con los parámetros ya descritos, luego se enfocan en la construcción del Índice de Vulnerabilidad Macroeconómica (IVM):

$$IMV = REER + DCG + M2 / R + \pi$$

REER: Tipo de cambio efectivo real

DCG: Crecimiento interno del crédito en términos reales

M2/R: M2 (Liquidez monetaria) entre Reservas internacionales

Se estandarizan las variables para que tengan media cero y varianza unitaria, para evitar el problema de ponderar los indicadores individuales de forma diferente.

Este método de agregación difiere del de Kaminsky ya que las señales se extraen del comportamiento del índice compuesto (IVM), mientras que en su caso cada variable individual genera señales que luego se agregan al índice compuesto. Este procedimiento de agregación asume que las variables tienen un elemento común en su comportamiento antes de la crisis. Si este no es el caso, no será un buen indicador. Una vez que se construye el índice compuesto de vulnerabilidad macroeconómica (IVM), su evolución simple no es lo suficientemente informativa acerca de una posible situación de riesgo. Los umbrales son usados en la evaluación cuando el IVM ha alcanzado un nivel "anómalo". Aplicamos cuatro transformaciones o filtros al IMV para generar señales: Eliminar la tendencia de la variable con respecto a su nivel de largo plazo, la variable en niveles, eliminar la tendencia de la variable con respecto a una media móvil de corto plazo (6 meses) y los residuos de un modelo ARIMA ajustado al IVM.

1. Desviaciones de tendencia del modelo (modelo Detrending)

Este modelo utiliza las desviaciones de una tendencia de largo plazo para generar señales, utilizando un filtro Hodrick - Prescott. Los datos deben ser estacionarios ya que en el caso de no serlos el filtro induce un comportamiento espurio. El FMI utilizó un promedio móvil, pero este procedimiento induce la autocorrelación a la serie sin tendencia.

2. El modelo en niveles

Una falla del modelo anterior es que la tendencia no es una variable informativa sobre la vulnerabilidad macroeconómica de un país, por lo que las desviaciones temporales de las variables

de la tendencia no proporcionan información sobre crisis futuras, por ello es preferible calcular el índice IMV en niveles. Los umbrales para el IMV se construyeron con las desviaciones estándar condicional de los modelos GARCH para el IMV de cada país.

3. El modelo de promedio móvil

Un defecto en el anterior modelo es que hay varios puntos de quiebre en la muestra que son conocidos por el investigador ex-post, esto es difícil saber en qué hay un cambio en los modelos de media o varianza. Para evitar este problema, un enfoque utilizado con frecuencia por los profesionales de los mercados financieros es comparar la variable (IMV) promedio móvil. Con base en las pruebas de causalidad de Granger, se seleccionó el promedio móvil de 6 meses. Una señal se enciende cuando el IMV excede el promedio móvil de 6 meses.

4- El modelo de residuos ARIMA

El comportamiento regular se describe mediante un modelo ARIMA para el IMV, por lo que los residuos resumen las desviaciones del comportamiento normal. En teoría, los residuos deben seguir un proceso de *white noise* y tener un valor de media 0. Pero algunos residuos serán aleatoriamente positivos. Estamos interesados en desviaciones positivas más permanentes, por lo que construimos un promedio móvil de los residuos, a través de estos es donde se interpretan las señales, se considera una señal de alerta cada vez que el promedio móvil excede la media (media igual a cero por la condición *White noise* de los residuos).

Ya que la predicción de ocurrencia de una crisis monetaria en un punto específico del tiempo posee una probabilidad que tiende a cero afirman que el mejor modelo es aquel que reduzca la probabilidad de error tipo I (probabilidad de rechazar la hipótesis nula, dado que esta es cierta), que en este caso es:

H_0 : Ocurrencia de crisis

H_a : No ocurrencia de crisis

Error Tipo I

$$\text{Error Tipo I} = \frac{\text{Total de meses que el indicador no da señal y se evidencia vulnerabilidad}}{\text{Total de meses con vulnerabilidad}}$$

$P [\text{Rechazar la } H_0 / \text{ Cuando es verdadera } H_0] = \text{Probabilidad de no anticipar la crisis}$

Error Tipo II

$$\text{Error Tipo II} = \frac{\text{Total de meses que el indicador produjo señal y no se evidencia vulnerabilidad}}{\text{Total de meses con vulnerabilidad}}$$

P [No rechazar la H_0 / Cuando es H_0 es falsa] = Probabilidad de enviar una señal falsa

Dado lo costoso que conlleva no anticipar adecuadamente un periodo de crisis, más que equivocarse en una predicción de una crisis que no ocurra, caso para el error tipo II.

Otro parámetro para identificar cual es el mejor modelo es a través de la interpretación del coeficiente ruido/señal esto es, el porcentaje de señales falsas, sobre el porcentaje de buenas señales. Aquellos indicadores con un coeficiente ruido-señal mayor a la unidad emiten demasiadas falsas señales, por lo que no serían útiles para predecir adecuadamente periodos de fragilidad del sistema.

$$\text{Ruido/Señal} = \frac{\text{Error tipo II}}{1 - \text{Error tipo I}}$$

Debido a la gran cobertura de tiempo en periodicidad mensual para cada variable (dependiendo del país y de la disponibilidad de los datos), cada modelo como mínimo debería obtener un error tipo I no mayor al 50%, así como un coeficiente ruido señal no mayor a 1, de lo contrario el modelo se considera invalido para tanto determinar la probabilidad de ocurrencia de una crisis como la de acertar la ventana de meses a priori del periodo de vulnerabilidad financiera o crisis monetaria.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

La metodología seleccionada para la creación de los índices (IPE, IVM) seguirá los lineamientos del trabajo de Herrera y García (1999) y el método utilizado será el de los residuos de un modelo ARIMA, el cual define cuando los indicadores emiten una señal de alerta. Se crean variables binarias para cada uno de los indicadores una con un umbral diferente para evaluar tanto periodos de fragilidad financiera como crisis monetarias, entre 2 y 3 índices de vulnerabilidad macroeconómica con diferentes combinaciones de variables donde se evalúa el poder predictivo de cada uno, estos IVM difieren por país dependiendo de la disponibilidad de la data.

3.1 Data

La data necesaria para la construcción de los índices y el modelo ARIMA debe registrar periodicidad mensual. Estas variables pertenecen específicamente a los sectores real, externo, financiero y monetario de la economía, por lo que se recurrió a extraer data de los respectivos bancos centrales e institutos de estadística de cada país, así como de organismos multilaterales que monitorean mensualmente estas variables. Los organismos multilaterales son: Banco interamericano de Desarrollo (BID), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Fondo monetario internacional (FMI), Banco mundial (BC), y Federal Reserve Bank of St. Louis (FRED)

3.2 Delimitación de la investigación

El estudio y aplicación de los sistemas de alerta temprana de crisis se lleva a cabo sobre los 3 países más importantes del MERCOSUR, los cuales son Brasil, Argentina y Venezuela abarcando un horizonte temporal desde 1980 hasta 2017 (dependiendo de la disponibilidad de la data para cada país) de esta forma se logra captar distintos periodos de fragilidad financiera, crisis cambiaria y un largo periodo de relativa tranquilidad de las economías. La decisión de trabajar con estos 3 países se debe a que estos países son los que poseen la mayor proporción del PIB que genera esta integración regional, representando el 96,9% del PIB total del MERCOSUR. Otra razón es que por

su parte Brasil y Argentina poseen unos de los mayores grados de complejidad económica de la región.²

3.3 Sistema de Variables

Las variables necesarias para la construcción del IPE son: reservas internacionales, tipo de cambio nominal y la tasa de interés interbancaria. Por otro lado, para la creación del IVM se utilizan las siguientes variables:

- Base monetaria
- M2
- Crédito interno neto real
- Ratio M2/Reservas Internacionales
- Tipo de cambio real efectivo
- Índice de precios al consumidor
- Diferencia del rendimiento de los bonos a 1 año respecto a las letras del tesoro de Estados Unidos.
- Índice de materias primas relevante para el país.

3.4 Residuos del modelo ARIMA

De todas las metodologías de sistemas de alerta temprana, los enfocados en la interpretación de los residuos de un modelo ARIMA a través de herramientas econométricas, son los que más se destacan dentro de la literatura y la práctica. A esto se le debe por la sencillez en la interpretación de sus resultados, así como la virtud de sus modelos al generar la menor proporción del error tipo I (probabilidad de no anticipar un periodo de fragilidad financiera). Es preferible minimizar el error tipo I, dado lo costoso que resulta en términos de bienestar económico y social no anticipar las situaciones de vulnerabilidad del sector financiero, más que equivocarse en predecir una vulnerabilidad que en verdad no sucede (Herrera y García, 1999). Es por ello la elección de esta

² Basado en cálculos propios a través de las cifras proporcionadas por el Fondo Monetario Internacional (FMI) y "The Atlas of Economic Complexity," Center for International Development at Harvard University, <http://www.atlas.cid.harvard.edu>

metodología, aunque para efectos estadísticos lo recomendable sería minimizar la suma de ambos errores.

En primer lugar, para construir el modelo de los residuos ARIMA se debe crear una variable técnica para identificar tanto periodos de fragilidad financiera como para crisis monetaria, para ello se crea la variable de Índice de Presión Especulativa (IPE), que inicialmente está compuesta por tres variables: reservas internacionales, tasa de interés interbancaria (como determinante de tasa de interés de corto plazo) y tipo de cambio nominal. En general existen muchas variables que determinan si existe mayor probabilidad de fragilidad financiera o posible crisis cambiaria (ratio de Deuda Externa respecto al PIB o respecto a las Reservas Internacionales, comportamientos anómalos del Mercado Bursátil que anticipan el desempeño de la economía, etc.), sin embargo, en la literatura sobre Sistemas de Alerta Temprana existe un amplio consenso entre autores de que estas tres variables son estadísticamente significativas en la identificación de las crisis cambiarias (Frankel and Saravelos, 2010).

Luego de construir la variable IPE es necesario crear un criterio arbitrario tanto para la diferenciación sobre un periodo de fragilidad financiera como de crisis cambiaria, para la construcción del primero se considera pertinente establecer un umbral sobre la variable IPE que sea la suma de la media y la desviación típica (VIPE 1), mientras para la segunda definición se estableció un umbral igual a la media más 3 veces la desviación típica (VIPE 3). (Eichengreen, B.; Rose, A; Wyplosz, C. 1996)

A su vez se establece una tercera opción intermedia igual a la media más 1.5 veces la desviación típica (VIPE 2), entre las dos anteriores, para monitorear a través del tiempo el desempeño del indicador e identificar oportunamente si el sistema financiero está pasando de la etapa de fragilidad financiera hacia la de crisis cambiaria.

Posterior a la definición operativa para la identificación de los periodos tanto de fragilidad financiera como de crisis cambiaria, se construye una variable binaria para cada umbral que toma valor 1 cuando el IPE supera el umbral y valor 0 cuando no lo supera, es decir, se obtendrán 3 variables binarias en total, donde cada una captura diferentes comportamientos del sistema financiero. Para que las variables binarias cumplan su objetivo es necesario partir del supuesto de modelo económico de corto plazo; el modelo establece que la economía está operando por debajo del nivel potencial (Ndirangu et al, 2010) y, por lo tanto, políticas expansivas con una tasa de

interés más baja conduce a la expansión del PIB a través de una inversión expandida y luego la inflación cae a medida que el tipo de cambio se aprecia. Del mismo modo, si hay un shock externo negativo, provocará una depreciación de la moneda nacional, luego se puede experimentar un aumento de la inflación que conduce a una contracción de la economía y un aumento en la tasa de interés.

En este punto cabe destacar que el modelo económico de corto plazo mencionado anteriormente es un tanto restrictivo para mecanizar previamente el comportamiento de las variables macroeconómicas, sin embargo, estos supuestos se deben ir flexibilizando a medida que los modelos de SAT aumenten el grado de complejidad que dependerá de cada economía. Previamente identificado los periodos de Presión Especulativa para cada uno de los países de la muestra, se debe escoger un conjunto de variables macroeconómicas que afecten el desempeño tanto del sector real como el sector financiero, para ello se construye otro indicador; el Índice de Vulnerabilidad Macroeconómica (IVM), este está compuesto por variables macroeconómicas que posean clara vinculación de causalidad entre las variables que componen el IPE. Estas variables a su vez son previamente diferenciadas (se verifica cada variable en niveles y se diferencia las veces que sea necesario para que sean estacionarias en media, en general todas fueron integradas de orden 1) y normalizadas para que posean media cero y varianza unitaria.

Luego se suman o se restan dependiendo del impacto que genera cada variable teóricamente sobre la vulnerabilidad macroeconómica de un país, alguna de las variables que destacan (Herrera y García, 1999) son; el tipo de cambio efectivo real, el crecimiento real del crédito interno, M2 como una proporción de las reservas internacionales, la tasa de inflación y el índice bursátil. Dado la característica de los países de la región por la dependencia de materias primas para la estabilidad de sus economías, se consideraron en algunos casos la variación de los precios de un rubro de mayor necesidad comercial para un país, entre los que destacan: una cesta de crudo de petróleo ponderado, así como un índice de precios de cereales, aceites vegetales, soja, derivados de la soja y carne. Estos índices y precios de las materias primas se obtuvieron de la base de datos del Fondo Monetario Internacional.

La construcción del IVM va a depender de la disponibilidad de los datos para cada país de la muestra, algunas variables no se encuentran disponibles al público y otras dado su poca datación poseen distinta periodicidad para lo que el estudio necesita captar. Para Brasil se elaboraron tres

IVM, mientras que para Argentina y Venezuela se elaboraron dos IVM, a todos se les incluyó el IVM ejemplar creado por Herrera y García (1999), aunque con sus distintas restricciones respecto a limitaciones de la base de datos. Los IVM excepto el creado por Herrera y García (1999) son de elaboración propia siguiendo la metodología propuesta por dichos autores.

A continuación, se presenta cada uno de los IVM para los distintos países de la muestra:

Brasil

$$IVM_1 = \text{Var}\%M2/RIN + \text{Var}\%CDNR - \text{Sobrevaluación} + \pi$$

$$IVM_2 = \text{Var}\%M2/RIN + \text{Var}\%\text{Spread} - \text{Sobrevaluación}$$

$$IVM_3 = \text{Var}\%CDNR/RIN + \text{Var}\%CCPIB - \text{Sobrevaluación} + \pi$$

Argentina

$$IVM_1 = \text{Var}\%M2/RIN + \text{Var}\%CDNR + \text{Sobrevaluación}$$

$$IVM_2 = \text{Var}\%CDNR/RIN + \pi - \text{VarFood}$$

Venezuela

$$IMV_1 = \text{TCRE} + \text{Var}\%CDNR + \text{Var}M2/RIN + \pi$$

$$IVM_2 = \text{Var}\%CDNR + \text{TCRE} + \pi - \text{Var}\%\text{PetroUSD}$$

Leyenda:

TCRE=Tipo de Cambio Efectivo Real

M2/RIN= Ratio de M2 entre Reservas internacionales

CDNR= Crédito Domestico Neto Real

CDNR/R=Ratio de crédito domestico neto real entre reservas internacionales

π =Inflación

Sobrevaluación= Medido por el Índice de Tipo de Cambio Real

PetroUSD= Precios del petróleo

Spread=Diferencia entre el rendimiento de los bonos soberanos del país en estudio y las letras del tesoro estadounidense a 1 año.

Luego de la construcción de cada uno de los indicadores se verificó que cada uno de ellos no tuvieran presencia de raíz unitaria, es decir, las variables deben ser estacionarias en media a través del tiempo (al menos en su sentido débil), para ello se implementó la prueba de Dickey-Fuller mediante el paquete estadístico EVIEWS9 (Apéndice cuadros 1,2 y 3). Posteriormente se observaron los gráficos de autocorrelación (FAC) y autocorrelación parcial (FACP) para determinar los rezagos apropiados siguiendo los pasos de la metodología Box-Jenkins para elaboración de modelos autoregresivos Integrados de Medias Móviles (ARIMA). En general para la elección de cada modelo se utilizó el criterio de información de Akaike (AIC), el cual maneja una compensación entre la bondad de ajuste del modelo y la complejidad del mismo, así como la sencillez de los modelos mediante el principio de parsimonia, donde la estimación de modelos complejos restringe la explicación de un suceso a muchos supuestos. Es por ello que previamente a la construcción de los modelos ARIMA se consideró como máximo hasta el cuarto rezago autoregresivo AR (4) y el cuarto rezago de media móvil MA (4) basado en los estudios de Álvarez, Arreaza, Fernández y Mirabal (2002) para el caso de Venezuela, aunque en muchos de los IVM los rezagos significativos no llegaban al cuarto rezago, por defecto del paquete estadístico siempre se observaron los correlogramas de los residuos al 95% de confianza.

Al ser los Indicadores de Vulnerabilidad Macroeconómica estacionarias en media y previamente identificado los rezagos óptimos, se procesa a la estructuración de los modelos ARIMA. Se estimaron los residuos del modelo y se observaron gráficamente para evaluar los comportamientos irregulares (aquellos que informan sobre una posible señal que puede ser receptada por la variable binaria que previamente identificó los periodos de fragilidad financiera o crisis cambiaria), algunos comportamientos irregulares no son precisamente comportamientos explicados por la misma variable IVM, es decir, son choques de naturaleza externa a la variable que altera de manera significativa sobre el comportamiento regular de la misma, para ello se procede a identificar los meses en donde la variable sufrió un cambio significativo respecto a su comportamiento habitual. Para controlar estos choques externos se fija en cada modelo una variable binaria que toma valor 1 en el mes del choque externo y valor 0 para todos los demás meses en el estudio, de esta forma esta variable binaria forma parte del modelo como una variable explicativa y así la serie de los residuos vuelve a tener el comportamiento regular que se caracteriza en dicho periodo en específico.

Posteriormente se crearon medias móviles de los residuos de cada uno de los modelos para suavizar la serie de tiempo, de esta forma se descarta la presencia de ruido u oscilaciones no

relevantes dentro de la serie temporal de cada residuo. Se crearon medias móviles de ventanas simétricas a 6, 9, y 12 meses; de esta forma se minimiza el riesgo de que el valor promedio se encuentre sesgado antes del tiempo “t” o después del mismo.

La construcción de las medias móviles con diferentes ventanas de tiempo permite la identificación más certera de las señales a través del concepto de extracción de señales de los residuos de un modelo ARIMA, en este caso se debe tener presente la condición de los residuos de un modelo que previamente es estacionario en media, por efecto, los residuos del modelo deben cumplir la condición de *white noise* (ruido blanco) en sentido débil, donde si la variable excede el valor cero, se considera que los residuos presentan un comportamiento irregular, aquí la utilidad de los promedios móviles para detectar cambios de tendencia del comportamiento regular de los residuos, las señales son generadas cada vez que el promedio móvil toma valores positivos.

Una vez identificado las señalizaciones de los periodos, de cada indicador IVM con sus distintas ventanas de tiempo, se debe construir otra variable binaria que tome valor igual a 1 si efectivamente el indicador IVM coincide exactamente con la anticipación del periodo de fragilidad financiera, exactamente con 6, 9 o 12 periodos de anticipación (en algunos casos se relajó este supuesto dada la excesiva exigencia del modelo), y que tome valor 0 si no anticipa con los periodos respectivos de rezago a la variable IPE.

En este punto se obtienen los resultados, se analiza si cada indicador IVM con sus distintas ventanas de promedios móviles (6, 9 y 12 periodos) captura anticipadamente las distintas definiciones del IPE con sus respectivos umbrales que se plantearon anteriormente para definir fragilidad financiera (media más desviación típica del IPE), crisis cambiaria (media más 3 veces la desviación típica del IPE) y el concepto alternativo de mide una posible transición de fragilidad financiera hacia crisis cambiaria (media más 1.5 veces la desviación típica). A su vez se evaluó la efectividad de cada indicador en la predicción de cada concepto de crisis, así como el cálculo de los distintos errores tipo I y errores tipo II para la definición y decisión de elegir el indicador con mejor desempeño a través del concepto del índice ruido/señal en los términos de García y Herrera (1999).

3.5 Procesamiento de datos

Para la elaboración de los modelos se utilizaron los paquetes estadísticos STATA e EVIEWS complementando las diferentes funcionalidades de los programas para la selección de los distintos modelos en sus respectivas funciones para el manejo de series de tiempo. En primera instancia se instalaron todas las bases de datos en STATA importando cada variable macroeconómica en niveles para su posterior organización en los términos necesarios para la homogenización de las mismas; esto permite que la suma aritmética en la construcción de los Índices de Presión Especulativa (IPE) e Índice de Vulnerabilidad Macroeconómica (IVM) se haga de forma correcta al realizar operaciones entre variables dentro de la misma escala. Alternativamente se llevaron las bases de datos a EVIEWS para la construcción de los modelos econométricos y visualización gráfica de los mismos (Véase apéndice).

En general se usaron los comandos iterativos (*forvalues* y *foreach*), para la generación de variables a través de condicionales, a su vez los comandos repetitivos ayudaron a la organización de la data dado la gran cantidad de variables con la que se trabajaron para los distintos países, en promedio para los 3 países del MERCOSUR se empezaron las operaciones con al menos 20 variables, terminado la programación y contemplación de los resultados con alrededor de 300 variables para cada país.

CAPÍTULO IV: ESTIMACIONES Y RESULTADOS

En este apartado se muestran los resultados generados para la muestra de países del MERCOSUR y se realiza el análisis respectivo para cada uno de los modelos.

4.1 Brasil

Para Brasil se construyeron 3 Índices de Vulnerabilidad Macroeconómica y se evalúa su desempeño con los distintos umbrales que identifican diferentes comportamientos del sistema financiero a través de las ventanas temporales que contemplan los promedios móviles de los residuos para cada modelo ARIMA en el horizonte temporal entre junio de 1986 y julio de 2017.

ARIMA(2,1,1): $IVM_1 = \text{Var\%M2/RIN} + \text{Var\%CDNR} - \text{Sobrevaluación} + \pi$

ARIMA (1,1,1): $IVM_2 = \text{Var\%M2/RIN} + \text{Var\%Spread} - \text{Sobrevaluación}$

ARIMA(1,1,1): $IVM_3 = \text{Var\%CDNR/RIN} + \text{Var\%CCPIB} - \text{Sobrevaluación} + \pi$

Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + \sigma$)

A continuación, en la tabla A1 se presentan los resultados de cada IVM en los que este indicador supero el umbral más bajo, en donde el índice de presión especulativa mide fragilidad financiera.

$VIPE_1 = 48$ periodos

Tabla A1					
VIPE1					
Modelo	Media Móvil	Error Tipo I	Error Tipo II	Ruido/señal	Efectividad
IVM1	6	0,25	0,25	0,33	0,17
	9	0,19	0,19	0,23	0,21
	12	0,15	0,15	0,17	0,21
IVM2	6	0,04	0,04	0,04	0,10
	9	0,04	0,04	0,04	0,10
	12	0,02	0,02	0,02	0,13
IVM3	6	0,06	0,06	0,07	0,21
	9	0,06	0,06	0,07	0,21
	12	0,06	0,06	0,07	0,21

Como se observa en la tabla A1, para una ventana de 6 y 9 meses de anticipación el indicador que mejor desempeño posee en cuanto a su capacidad de anticipar un periodo de fragilidad financiera es el indicador IVM₃ ya que posee un mayor porcentaje de efectividad (total de señales certeras que emitió el indicador / total de periodos de fragilidad financiera), sin embargo, este posee un mayor ratio de ruido/señal que el IVM₂ lo que quiere decir que envía mayor de cantidad de señales falsas que señales correctas.

En cambio, para una ventana de 12 meses de anticipación el IVM₂ a pesar de que tiene el menor grado de efectividad, es el que posee el menor error tipo I que bajo el concepto de Herrera y Garcia (1999) el indicador que minimice en especial el error tipo 1 será el que mejor capacidad predictiva tenga, dando lo costoso que resulta en términos económicos no anticipar periodos de fragilidad financiera. Este indicador también posee el menor error tipo II y la ratio ruido/señal.

Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 1,5\sigma$)

A continuación, en la tabla A2 se presentan los resultados de cada IVM en los que este indicador superó el umbral intermedio entre fragilidad financiera y crisis cambiaria.

VIPE₂ = 29 periodos

Tabla A2					
VIPE2					
Modelo	Media Móvil	Error Tipo I	Error Tipo II	Ruido/señal	Efectividad
IVM1	6	0,24	0,24	0,32	0,24
	9	0,21	0,21	0,26	0,24
	12	0,07	0,07	0,07	0,28
IVM2	6	0,03	0,03	0,04	0,10
	9	0,03	0,03	0,04	0,10
	12	0,00	0,00	0,00	0,14
IVM3	6	0,03	0,03	0,04	0,24
	9	0,03	0,03	0,04	0,24
	12	0,03	0,03	0,04	0,24

Como se observa en la tabla A2 para las ventanas de 6 y 9 periodos de anticipación en los distintos indicadores se presentan en general los mismos coeficientes de efectividad, a esto se le debe a que cada indicador sin importar la diferencia de 3 meses entre los promedios móviles detectó la misma cantidad de periodos de fragilidad financiera, porque al ser un umbral más elevado que el apartado anterior el $VIPE_2$ concentra una menor cantidad de periodos, por lo que cada IVM_n debe detectar una menor cantidad de crisis. A efectos del ratio ruido/señal el indicador que emitió más señales falsas como porcentaje de señales verdaderas fue el IVM_1 , en términos generales el indicador IVM_3 posee mayor capacidad predictiva relativa en términos de los criterios de selección aquí presentes.

Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 3\sigma$)

A continuación, en la tabla A3 se presentan los resultados de cada IVM en los que este indicador superó el umbral considerado para determinar crisis cambiaria.

$VIPE_3 = 7$ periodos

Tabla A.3					
VIPE3					
Modelo	Media Móvil	Error Tipo I	Error Tipo II	Ruido/señal	Efectividad
IVM1	6	0,14	0,14	0,17	0,43
	9	0,14	0,14	0,17	0,43
	12	0,14	0,14	0,17	0,43
IVM2	6	0,00	0,00	0,00	0,29
	9	0,00	0,00	0,00	0,29
	12	0,00	0,00	0,00	0,29
IVM3	6	0,00	0,00	0,00	0,29
	9	0,00	0,00	0,00	0,29
	12	0,00	0,00	0,00	0,29

En la tabla A3 se aprecia que en su totalidad los IVM_2 y IVM_3 son exactamente iguales para todas las ventanas que comprenden anticipadamente las medias móviles, a diferencia del IVM_1 estos índices de vulnerabilidad macroeconómica en términos del ratio ruido/señal fueron plenamente satisfactorios al no emitir señales falsas en todo su sentido, mientras que en términos de efectividad no tuvieron en su totalidad un buen desempeño, esto se debe a que ambos indicadores solo emitieron 2 señales en total, y casualmente estas 2 señales corresponden a 2 de las 7 crisis

cambiarias que reporta el VIPE₃ (dado la definición de crisis en la presente investigación), correspondientes al mes de septiembre de 1998 y el mes de enero de 1999.

4.2 Argentina

Para Argentina se construyeron 2 Índices de Vulnerabilidad Macroeconómica y se evalúa su desempeño con los distintos umbrales que identifican diferentes comportamientos del sistema financiero a través de las ventanas temporales que contemplan los promedios móviles de los residuos para cada modelo ARIMA en el horizonte temporal entre enero de 1980 y julio de 2017. A diferencia de los modelos empleados para Brasil, para el caso argentino se relajaron los criterios para la anticipación de los periodos de fragilidad financiera y crisis cambiaria; se flexibilizó el criterio de anticipación de la exactitud de los periodos a 6, 9, y 12 meses previos ampliando el concepto de anticipación a dos periodos antes y dos periodos después de cada ventana respectivamente, es decir, para la anticipación a 6 meses se consideraron las señales emitidas en el rango de 4 a 8 meses previos, para la anticipación a 9 meses se tomaron en cuenta las señales en el rango de 7 a 11 meses previos y finalmente para la anticipación a 12 meses se consideraron las señales emitidas en el rango de 10 a 14 meses antes. Esta decisión se tomó basada en las restricciones que posee el modelo en cuanto a la interacción que poseen las variables macroeconómicas

ARIMA (3,1,3): $IVM_1 = \text{Var}\%M2/RIN + \text{Var}\%CDNR + \text{Sobrevaluación}$

ARIMA(1,1,2): $IVM_2 = \text{Var}\%CDNR/RIN + \underline{\pi} - \text{VarFood}$

Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + \sigma$)

A continuación, en la tabla B1 se presentan los resultados de cada IVM en los que este indicador supero el umbral más bajo, en donde el índice de presión especulativa mide fragilidad financiera.

VIPE₁ = 14 periodos

Tabla B1					
VIPE1					
Modelo	Media Móvil	Error Tipo I	Error Tipo II	Ruido/señal	Efectividad
IVM1	6	0,29	0,29	0,40	0,71
	9	0,21	0,21	0,27	0,79
	12	0,36	0,36	0,56	0,64
IVM2	6	0,29	0,29	0,41	0,71
	9	0,36	0,36	0,56	0,64
	12	0,29	0,29	0,40	0,71

En la tabla BI de resultados se observa que para los IVM de promedios móviles a 6 meses los resultados de ambos IVM son exactamente iguales, excepto por el concepto de ruido/señal donde el IVM₁ posee mejor desempeño. También se aprecia que no existe distinción dentro de cada modelo si el promedio móvil varía. En promedio el mejor indicador dado los conceptos de clasificación, es el empleado por Garcia y Herrera (1999).

Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 1,5\sigma$)

En la tabla B2 se presentan los resultados de cada IVM en los que este indicador superó el umbral intermedio entre fragilidad financiera y crisis cambiaria.

VIPE₂ = 9 periodos

Tabla B2					
VIPE2					
Modelo	Media Móvil	Error Tipo I	Error Tipo II	Ruido/señal	Efectividad
IVM1	6	0,11	0,11	0,13	0,89
	9	0,22	0,22	0,28	0,78
	12	0,11	0,11	0,29	0,89
IVM2	6	0,00	0,00	0,29	1,00
	9	0,22	0,22	0,13	0,78
	12	0,11	0,11	0,13	0,89

Podemos observar que para este umbral los resultados de los IVM son iguales para las ventanas de 6 y 12 meses, pero para la ventana de 9 meses el IVM₂ obtiene mejores resultados.

Aquí se puede observar que los IVM tienen el mismo poder predictivo para la mayoría de las ventanas

Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 3\sigma$)

A continuación, en la tabla A3 se presentan los resultados de cada IVM en los que este indicador superó el umbral considerado para determinar crisis cambiaria.

VIPE₃ = 6 periodos

Tabla B3					
VIPE3					
Modelo	Media Móvil	Error Tipo I	Error Tipo II	Ruido/señal	Efectividad
IVM1	6	0,00	0,00	0,00	1,00
	9	0,17	0,17	0,20	0,83
	12	0,17	0,17	0,20	0,83
IVM2	6	0,00	0,00	0,00	1,00
	9	0,17	0,17	0,20	0,83
	12	0,00	0,00	0,00	1,00

4.3 Venezuela

Para Venezuela se construyeron 2 Índices de Vulnerabilidad Macroeconómica se evaluaron en un horizonte temporal de enero de 1996 a marzo de 2017. Al igual que el caso argentino se flexibilizó el criterio de anticipación de la exactitud de los periodos a 6, 9, y 12 meses previos ampliando el concepto de anticipación a dos periodos antes y dos periodos después de cada ventana respectivamente.

$$\text{ARIMA (4,1,3): } IMV_1 = \text{TCRE} + \text{Var\%CDNR} + \text{VarM2/RIN} + \pi$$

$$\text{ARIMA (2,1,1): } IVM2 = \text{Var\%CDNR} + \text{TCRE} + \pi - \text{Var\%PetroUSD}$$

Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + \sigma$)

A continuación, en la tabla C1 se presentan los resultados de cada IVM en los que este indicador supero el umbral más bajo, en donde el índice de presión especulativa mide la fragilidad financiera.

$$VIPE_1 = 2$$

Tabla C1					
VIPE1					
Modelo	Media Móvil	Error Tipo I	Error Tipo II	Ruido/señal	Efectividad
IVM1	6	0,41	0,41	0,69	0,59
	9	0,48	0,48	0,93	0,52
	12	0,48	0,48	0,93	0,52
IVM2	6	0,30	0,30	0,42	0,70
	9	0,26	0,26	0,35	0,74
	12	0,41	0,41	0,69	0,59

Como se observa en la tabla C1, para una ventana de 9 y 12 meses de anticipación el indicador IVM₁ no existe distinción en los resultados, comparado con la misma temporalidad que el otro indicador, el IVM₂ posee mayor tasa de aciertos y menor porcentaje de señales malas sobre buenas. En general el IVM₂ de elaboración propia posee mejores resultados que el modelo ejemplar de García y Herrera (1999), sin embargo, hay que tener en cuenta la distinción en la construcción de los índices y tomar en cuenta el principio de flexibilidad que se mencionó anteriormente.

Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 1,5\sigma$)

En la tabla C2 se presentan los resultados de cada IVM en los que este indicador superó el umbral intermedio entre fragilidad financiera y crisis cambiaria.

VIPE₂ = 16 periodos

Tabla C2					
VIPE2					
Modelo	Media Móvil	Error Tipo I	Error Tipo II	Ruido/señal	Efectividad
IVM1	6	0,25	0,25	0,33	0,75
	9	0,31	0,31	0,45	0,69
	12	0,31	0,31	0,45	0,69
IVM2	6	0,19	0,19	0,23	0,81
	9	0,06	0,06	0,07	0,94
	12	0,31	0,31	0,45	0,69

En la tabla C3 se observa que en general los comportamientos de los indicadores no varían con respecto al VIPE₁ a diferencia de los demás países, dado que se observa el mismo patrón de comportamiento con un umbral más elevado, sin embargo, se sigue cumpliendo la tendencia del alza de la efectividad de los indicadores a medida que el umbral de las crisis se van elevando. Para este umbral en específico el IVM₂ sigue demostrando mejores resultados.

Resultados del desempeño de los IVM para el umbral ($IPE > \mu + 3\sigma$)

A continuación, en la tabla C3 se presentan los resultados de cada IVM en los que este indicador superó el umbral considerado para determinar crisis cambiaria.

VIPE₃ = 6 periodos

Tabla C3					
VIPE3					
Modelo	Media Móvil	Error Tipo I	Error Tipo II	Ruido/señal	Efectividad
IVM1	6	0,17	0,17	0,20	0,83
	9	0,50	0,50	1,00	0,50
	12	0,33	0,33	0,50	0,67
IVM2	6	0,00	0,00	0,00	1,00
	9	0,17	0,17	0,20	0,83
	12	0,33	0,33	0,50	0,67

Este último modelo recreado para Venezuela presenta los mismos patrones irregulares que los dos anteriores, se observa en la tabla C3 que para un umbral tan elevando aumenta la efectividad de las predicciones, sin embargo, los indicadores siguen presentando una elevada ratio de ruido/señal. Se presume que estos resultados están asociados al conjunto de restricciones que presenta en general la economía venezolana tales como; rigideces nominales del tipo de cambio y de las tasas de interés, la existencia de un sistema de administración de divisas y el conjunto de desequilibrios tanto fiscales como externos que se acumulan debido a estos elementos. Se presume además que la menor diversidad de datos macroeconómicos disponibles para el análisis de vulnerabilidad financiera a través de estos modelos pudo haber jugado un rol fundamental.

CONCLUSIONES

Se construyeron los Índices de Presión Especulativa (IPE) para diferenciar los periodos de relativa tranquilidad financiera, fragilidad financiera, crisis cambiaria, así como la transitoriedad entre estos estados. Con los cuales se puso a prueba la capacidad de predicción de los residuos del modelo ARIMA para Brasil, Argentina y Venezuela, países que representan el 96,9% del PIB del MERCOSUR.

De esta experiencia es pertinente mencionar en primer lugar que se logró elaborar satisfactoriamente los Indicadores de Vulnerabilidad Macroeconómica (IVM) con los promedios móviles de los residuos a 6 y 9 meses, mientras que el promedio móvil a 12 meses en general no reveló buenos resultados, ya que se evidenció que reportan los menores errores tipo I y tipo II, más no como una virtud, porque al estar más suavizada la evolución de los residuos del modelo, disminuye significativamente la cantidad de señales, por ende, esta serie solo capta los periodos más volátiles dentro del sistema financiero. A su vez la armonización de los modelos a través de las variables binarias presentes en cada ARIMA para la absorción de choques externos, contribuyó a la reducción del número de señalizaciones que emite cada modelo. A su vez los resultados revelan que al considerar un umbral más elevado para el IPE los IVM suelen tener en promedio el mismo desempeño sin importar el promedio móvil que se considere.

Para el caso de Brasil el mejor indicador resultó ser el IVM3, por ende, a efectos de los resultados presentados se observa que la inclusión de la variable cuenta corriente como porcentaje del PIB reporta mejoras significativas para la detección de las crisis cambiarias en Brasil a diferencia de los resultados que reportan Kaminsky, Reinhart y Lizondo (1998) con esta variable. Mientras que para Venezuela y Argentina la innovación de los modelos no arrojó resultados significativos para considerar si realmente fueron mejor que el modelo recomendado por García y Herrera (1999).

Los resultados arrojaron un desempeño aceptable en términos de anticipar las situaciones de fragilidad financiera, al menos para Brasil, para el resto de los países los resultados fueron ambiguos, esto debe por el grado de distorsiones que poseen estas economías en prolongados periodos de la muestra, y por las restricciones de las variables que no cumplen en gran medida los supuestos económicos planteados en el presente proyecto de investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kaminsky, G.; Lizondo, S.; Reinhart, C. (1998). "Leading Indicators of Currency Crises". Washington: International Monetary Fund.
- Krugman, P. (1979). "A Model of Balance-of-Payments Crises" Ohio, Journal of Money, Credit and Banking.
- Obstfeld, M. (1994). "The Logic of Currency Crises," Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research.
- Kaminsky, G.; Reinhart, C.; Vegh, C. (2003). "The Unholy Trinity of Financial Contagion" Cambridge, National Bureau of Economic Research.
- Garcia, P.; Soto, C. (2004). "Large Hoardings of International Reserves: Are They Worth It?". Central Bank of Chile Working Papers.
- Supriyadi et al (2014). "External Vulnerability Indicators: The Case of Indonesia". Bank of Indonesia Statistic Department.
- Herrera, S; Garcia, C. (1999). "User's Guide to an Early Warning System for Macroeconomic Vulnerability in Latin American Countries". World Bank Working Paper.
- Eichengreen, B.; Rose, A; Wyplosz, C. (1996). "Contagious Currency Crises". National Bureau of Economic Research.
- Obstfeld, M; Taylor, A; (2004), "Global Capital Markets: Integration Crisis and Growth". New York, Cambridge University.
- Álvarez, F.; Arreaza, A.; Fernandez Maria, Mirabal, M. (2002). "Fragilidad financiera en Venezuela: determinantes e indicadores" Banco central de Venezuela
- Ndung'u, N; Ndirangu, L; Garcia, C; Nyamongo, E; Gitau, C. (2010). "Early Warning System for Macroeconomic Vulnerability in Kenia.
- Carmona, D; Dip, D; (2014). "Un análisis sobre la Estimación y Construcción de los Indicadores de Alerta Temprana para Crisis Cambiarias" Universidad Nacional de Misiones.
- Vlaar, P. (2000) "Early Warning Systems for Currency Crises"

Díaz, A; (2008)'' Un sistema de Alerta Temprana para Detección de Crisis Cambiaria, una aplicación para Venezuela'' Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura.

APÉNDICE

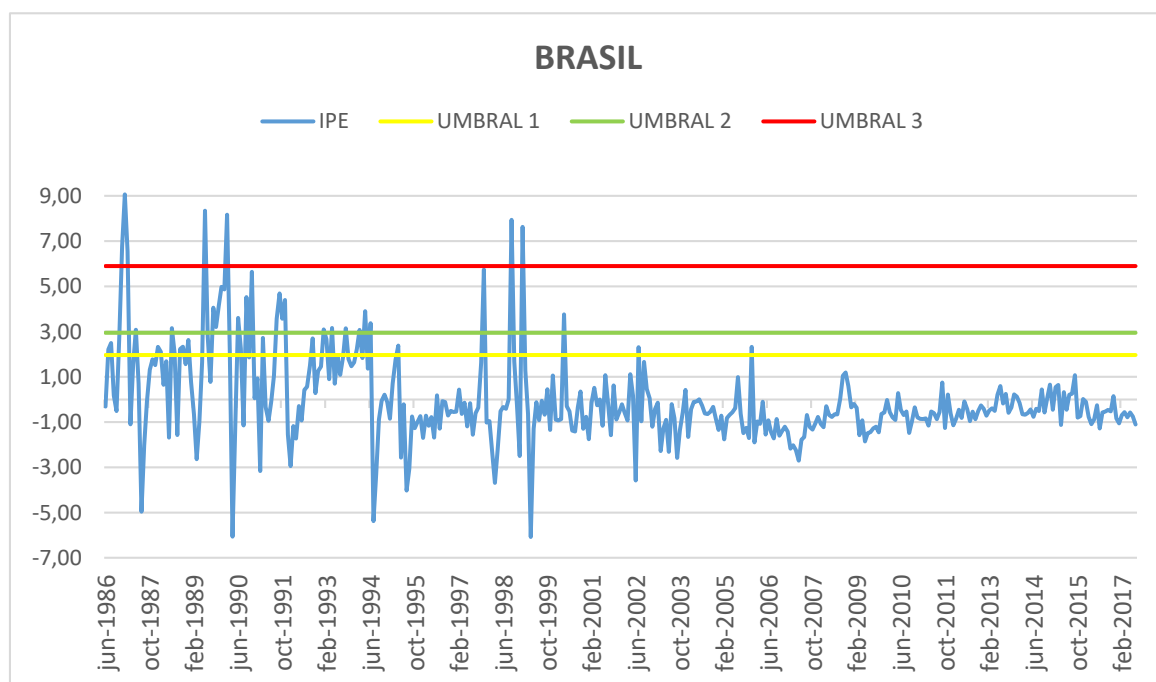
Periodos de fragilidad financiera y crisis monetarias para Brasil

Tabla D1

BRASIL			
Umbral 1		Umbral 2	Umbral 3
IPE > $\mu + \sigma$		IPE > $\mu + 1,5\sigma$	IPE > $\mu + 3\sigma$
julio 1986	noviembre 1990	diciembre 1986	diciembre 1986
agosto 1986	marzo 1991	enero 1987	enero 1987
noviembre 1986	agosto 1991	febrero 1987	febrero 1987
diciembre 1986	septiembre 1991	mayo 1987	junio 1989
enero 1987	octubre 1991	junio 1988	febrero 1990
febrero 1987	noviembre 1991	junio 1989	septiembre 1998
mayo 1987	septiembre 1992	septiembre 1989	enero 1999
enero 1988	enero 1993	octubre 1989	
febrero 1988	febrero 1993	noviembre 1989	
junio 1988	abril 1993	diciembre 1989	
julio 1988	septiembre 1993	enero 1990	
septiembre 1988	enero 1994	febrero 1990	
octubre 1988	febrero 1994	junio 1990	
diciembre 1988	abril 1994	septiembre 1990	
junio 1989	junio 1994	noviembre 1990	
julio 1989	abril 1995	agosto 1991	
septiembre 1989	noviembre 1997	septiembre 1991	
octubre 1989	septiembre 1998	octubre 1991	
noviembre 1989	enero 1999	noviembre 1991	
diciembre 1989	abril 2000	enero 1993	
enero 1990	julio 2002	abril 1993	
febrero 1990	diciembre 2005	septiembre 1993	
marzo 1990		febrero 1994	
junio 1990		abril 1994	
julio 1990		junio 1994	
septiembre 1990		noviembre 1997	
		septiembre 1998	
		enero 1999	
		abril 2000	

Cálculos Propios

Grafico D1



Calculo Propios

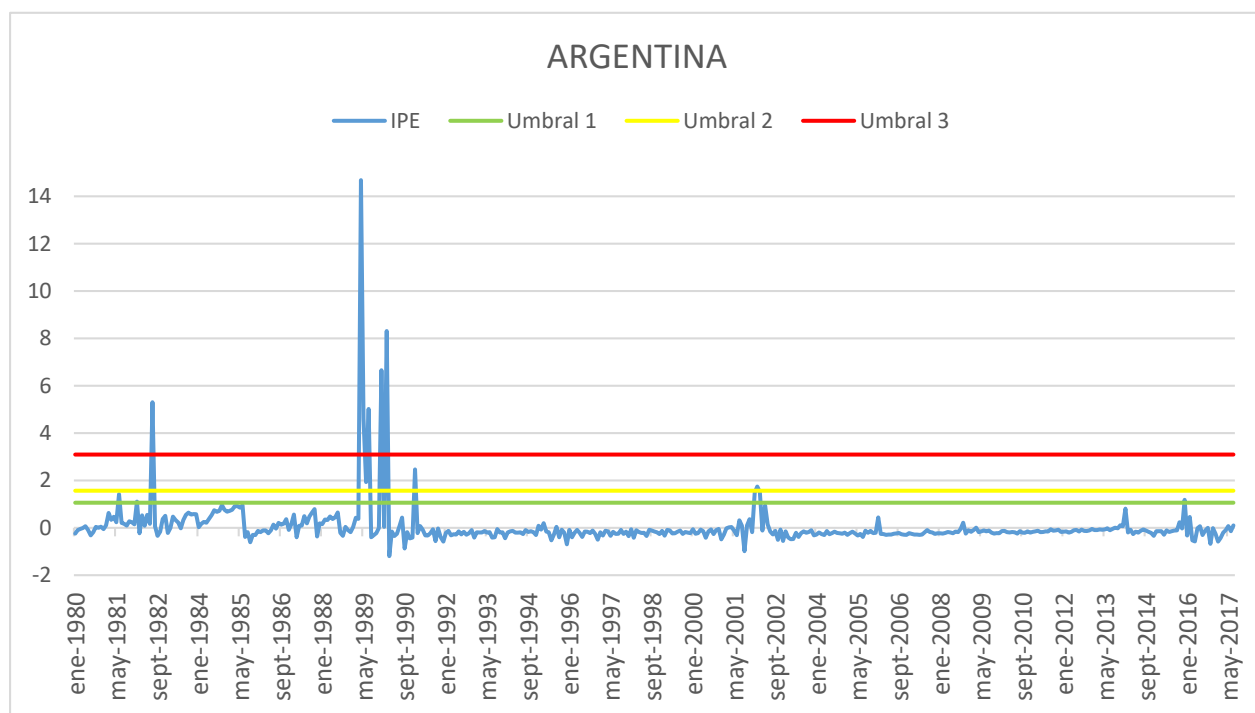
Periodos de fragilidad financiera y crisis monetarias para Argentina

Tabla D2

ARGENTINA		
Umbral 1	Umbral 2	Umbral 3
$IPE > \mu + \sigma$	$IPE > \mu + 1,5\sigma$	$IPE > \mu + 3\sigma$
junio 1981	julio 1982	julio 1982
enero 1982	abril 1989	abril 1989
julio 1982	mayo 1989	mayo 1989
abril 1989	junio 1989	julio 1989
mayo 1989	julio 1989	diciembre 1989
junio 1989	diciembre 1989	febrero 1990
julio 1989	febrero 1990	
diciembre 1989	enero 1991	
febrero 1990	febrero 2002	
enero 1991		
enero 2002		
febrero 2002		
marzo 2002		
diciembre 2015		

Cálculos Propios

Grafico D2



Cálculos Propios

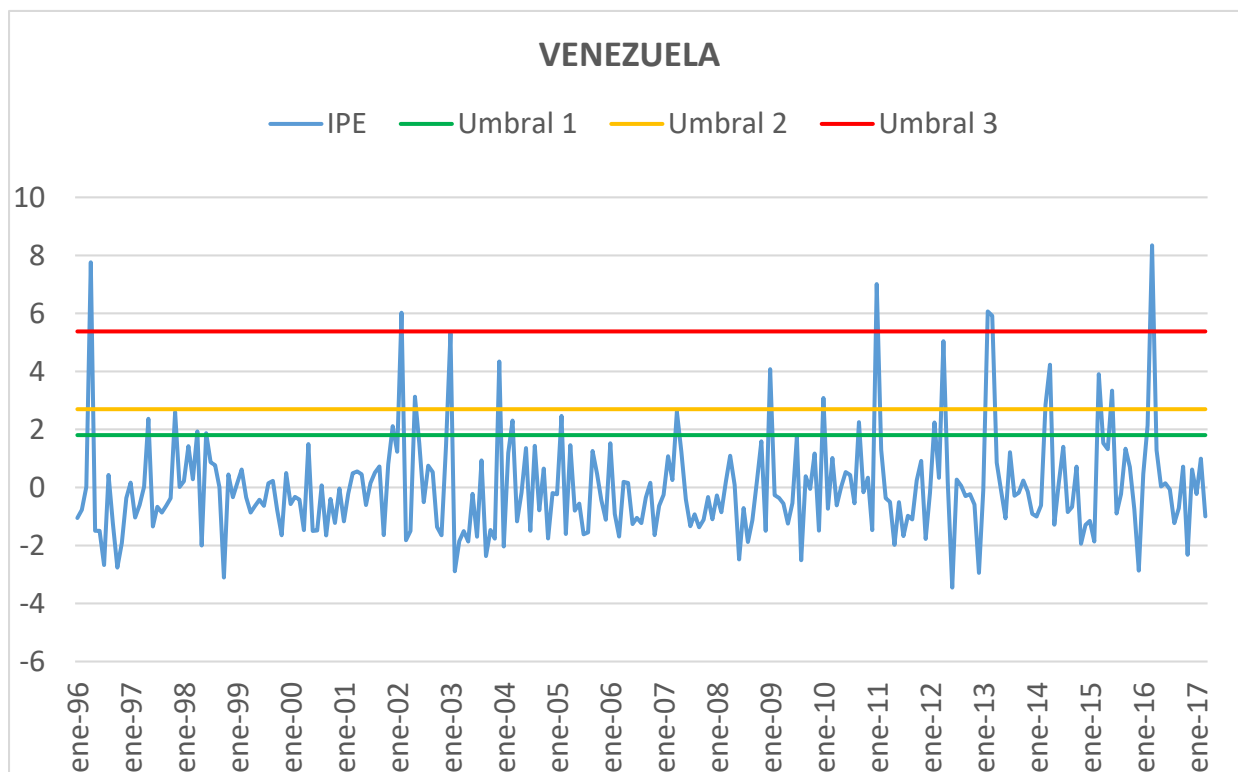
Periodos de fragilidad financiera y crisis monetarias para Venezuela

Tabla D3

VENEZUELA		
Umbral 1	Umbral 2	Umbral 3
$IPE > \mu + \sigma$	$IPE > \mu + 1,5\sigma$	$IPE > \mu + 3\sigma$
abril 1996	abril 1996	abril 1996
mayo 1997	febrero 2002	febrero 2002
noviembre 1997	mayo 2002	enero 2011
abril 1998	enero 2003	febrero 2013
junio 1998	diciembre 2003	marzo 2013
diciembre 2001	enero 2009	marzo 2016
febrero 2002	enero 2010	
mayo 2002	enero 2011	
enero 2003	abril 2012	
diciembre 2003	febrero 2013	
marzo 2004	marzo 2013	
febrero 2005	marzo 2014	
abril 2007	abril 2014	
enero 2009	marzo 2015	
enero 2010	junio 2015	
septiembre 2010	marzo 2016	
enero 2011		
febrero 2012		
abril 2012		
febrero 2013		
marzo 2013		
marzo 2014		
abril 2014		
marzo 2015		
junio 2015		
febrero 2016		
marzo 2016		

Cálculos Propios

Grafico D3



Cálculos Propios

Pruebas de raíz unitaria para los IVM de Brasil

Cuadro E1

Null Hypothesis: IVM1 has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=16)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.924913	0.0001
Test critical values: 1% level	-2.571663	
5% level	-1.941742	
10% level	-1.616086	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Cálculos Propios

Tabla E2

Null Hypothesis: IVM2 has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=15)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.391453	0.0000
Test critical values:	1% level	-2.573652
	5% level	-1.942017
	10% level	-1.615906
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Cálculos Propios

Tabla E3

Null Hypothesis: IVM5 has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 5 (Automatic - based on SIC, maxlag=15)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.501044	0.0122
Test critical values:	1% level	-2.573101
	5% level	-1.941941
	10% level	-1.615956
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Cálculos Propios

Pruebas de raíz unitaria para los IVM de Argentina

Tabla D4

Null Hypothesis: IVM1 has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 7 (Automatic - based on SIC, maxlag=17)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.258082	0.0012
Test critical values: 1% level	-2.570192	
5% level	-1.941540	
10% level	-1.616219	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Cálculos Propios

Tabla E5

Null Hypothesis: IVM2 has a unit root

Exogenous: None

Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=17)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.708777	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.570157	
5% level	-1.941535	
10% level	-1.616223	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Cálculos Propios

Pruebas de raíz unitaria para los IVM de Venezuela

Tabla E6

Null Hypothesis: IVM1 has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=15)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-13.33501	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.572419	
5% level	-1.941847	
10% level	-1.616017	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Cálculos Propios

Tabla E7

Null Hypothesis: IVM2 has a unit root		
Exogenous: None		
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=15)		
	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-12.42739	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.572419	
5% level	-1.941847	
10% level	-1.616017	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.		

Cálculos Propios

Modelos ARIMA

Brasil

IVM1

Dependent Variable: IVM1				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 10/30/17 Time: 14:28				
Sample: 1988M07 2017M07				
Included observations: 349				
Convergence achieved after 21 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IVM1_1992M2	-13.27454	0.316030	-42.00403	0.0000
IVM1_1994M7	-7.663405	0.425478	-18.01128	0.0000
IVM1_1999M1	2.492635	1.226319	2.032616	0.0429
AR(1)	1.591237	0.062772	25.34939	0.0000
AR(2)	-0.597398	0.060390	-9.892304	0.0000
MA(1)	-0.885549	0.043523	-20.34671	0.0000
SIGMASQ	1.437955	0.035414	40.60440	0.0000
R-squared	0.770752	Mean dependent var	-0.066835	
Adjusted R-squared	0.766730	S.D. dependent var	2.508088	
S.E. of regression	1.211357	Akaike info criterion	3.245898	
Sum squared resid	501.8463	Schwarz criterion	3.323220	
Log likelihood	-559.4091	Hannan-Quinn criter.	3.276678	
Durbin-Watson stat	1.987231			

Cálculos propios

IVM 2

Dependent Variable: IVM2				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 10/30/17 Time: 14:31				
Sample: 1995M01 2017M06				
Included observations: 270				
Convergence achieved after 10 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IVM2_1995M4	-6.454583	0.497992	-12.96121	0.0000
IVM2_1999M3	5.008931	2.061025	2.430310	0.0158
IVM2_1997M11	10.01372	1.241654	8.064820	0.0000
AR(1)	0.966767	0.016857	57.35176	0.0000
MA(1)	-0.676693	0.048619	-13.91836	0.0000
SIGMASQ	0.718770	0.038719	18.56372	0.0000
R-squared	0.699270	Mean dependent var	-0.331171	
Adjusted R-squared	0.693574	S.D. dependent var	1.548861	
S.E. of regression	0.857383	Akaike info criterion	2.556612	
Sum squared resid	194.0678	Schwarz criterion	2.636577	
Log likelihood	-339.1427	Hannan-Quinn criter.	2.588723	
Durbin-Watson stat	2.056211			

Cálculos Propios

IVM 3

Dependent Variable: IVM5				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 10/30/17 Time: 14:34				
Sample: 1990M12 2015M02				
Included observations: 291				
Convergence achieved after 10 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IVM5_1992M2	-7.110707	0.353119	-20.13685	0.0000
IVM5_1992M5	4.550127	0.253336	17.96082	0.0000
IVM5_1994M4	-6.838391	0.832155	-8.217693	0.0000
IVM5_2003M6	-8.360667	0.569574	-14.67880	0.0000
AR(1)	0.926628	0.022309	41.53595	0.0000
MA(1)	-0.434486	0.032789	-13.25091	0.0000
SIGMASQ	0.787979	0.029533	26.68101	0.0000
R-squared	0.734395	Mean dependent var	-0.216866	
Adjusted R-squared	0.728784	S.D. dependent var	1.725388	
S.E. of regression	0.898555	Akaike info criterion	2.651604	
Sum squared resid	229.3018	Schwarz criterion	2.739966	
Log likelihood	-378.8084	Hannan-Quinn criter.	2.687002	
Durbin-Watson stat	1.828283			

Cálculos Propios

Argentina

IVM 1

Dependent Variable: IVM1				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 10/30/17 Time: 02:36				
Sample: 1980M01 2017M07				
Included observations: 451				
Convergence achieved after 36 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IVM1_1982M7	13.02057	2.283334	5.702440	0.0000
IVM1_1989M7	20.02787	3.390034	5.907867	0.0000
IVM1_1990M3	14.15931	1.478311	9.578032	0.0000
AR(1)	-0.597675	0.071097	-8.406452	0.0000
AR(2)	0.612555	0.031292	19.57572	0.0000
AR(3)	0.862404	0.074298	11.60735	0.0000
MA(1)	0.772796	0.077593	9.959613	0.0000
MA(2)	-0.350707	0.075709	-4.632304	0.0000
MA(3)	-0.631520	0.080918	-7.804405	0.0000
SIGMASQ	1.577049	0.042452	37.14930	0.0000
R-squared	0.663793	Mean dependent var	0.105003	
Adjusted R-squared	0.656932	S.D. dependent var	2.168210	
S.E. of regression	1.269965	Akaike info criterion	3.340244	
Sum squared resid	711.2493	Schwarz criterion	3.431407	
Log likelihood	-743.2249	Hannan-Quinn criter.	3.376171	
Durbin-Watson stat	1.982952			

Cálculos Propios

IVM 2

Dependent Variable: IVM2
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
Date: 10/30/17 Time: 02:55
Sample: 1980M01 2017M06
Included observations: 450
Convergence achieved after 20 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IVM2_1983M8	7.019226	2.916812	2.406472	0.0165
IVM2_1989M7	12.44107	5.277136	2.357542	0.0188
IVM2_1990M3	14.94514	5.223149	2.861327	0.0044
AR(1)	0.961278	0.016651	57.72950	0.0000
MA(1)	-0.807303	0.037980	-21.25583	0.0000
MA(2)	-0.057137	0.031150	-1.834253	0.0673
SIGMASQ	2.379134	0.070537	33.72907	0.0000
R-squared	0.399669	Mean dependent var		0.106597
Adjusted R-squared	0.391538	S.D. dependent var		1.992953
S.E. of regression	1.554583	Akaike info criterion		3.736558
Sum squared resid	1070.610	Schwarz criterion		3.800480
Log likelihood	-833.7255	Hannan-Quinn criter.		3.761752
Durbin-Watson stat	2.017289			

Cálculos Propios

Venezuela

IVM 1

Dependent Variable: IVM1
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
Date: 10/30/17 Time: 15:34
Sample: 1990M01 2015M12
Included observations: 312
Convergence achieved after 62 iterations
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IVM1_1996M1	-15.13263	1.757263	-8.611476	0.0000
AR(1)	1.245806	0.075889	16.41619	0.0000
AR(2)	0.708582	0.082425	8.596706	0.0000
AR(3)	-1.218458	0.072357	-16.83957	0.0000
AR(4)	0.259177	0.071812	3.609089	0.0004
MA(1)	-0.944109	0.066796	-14.13415	0.0000
MA(2)	-0.874439	0.067923	-12.87394	0.0000
MA(3)	0.840826	0.048722	17.25748	0.0000
SIGMASQ	1.076975	0.064512	16.69421	0.0000
R-squared	0.510188	Mean dependent var		0.122356
Adjusted R-squared	0.497255	S.D. dependent var		1.485201
S.E. of regression	1.053074	Akaike info criterion		2.976265
Sum squared resid	336.0163	Schwarz criterion		3.084236
Log likelihood	-455.2974	Hannan-Quinn criter.		3.019418
Durbin-Watson stat	2.012830			

Cálculos Propios

IVM 2

Dependent Variable: IVM2

Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)

Date: 10/30/17 Time: 15:43

Sample: 1990M01 2015M12

Included observations: 312

Convergence achieved after 24 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
IVM1_1996M1	-14.85027	2.576234	-5.764333	0.0000
AR(1)	1.227941	0.084005	14.61747	0.0000
AR(2)	-0.242550	0.069046	-3.512883	0.0005
MA(1)	-0.892124	0.064863	-13.75391	0.0000
SIGMASQ	2.164247	0.147704	14.65261	0.0000
R-squared	0.361046	Mean dependent var		0.101697
Adjusted R-squared	0.352721	S.D. dependent var		1.843384
S.E. of regression	1.483070	Akaike info criterion		3.644603
Sum squared resid	675.2450	Schwarz criterion		3.704587
Log likelihood	-563.5581	Hannan-Quinn criter.		3.668577
Durbin-Watson stat	1.999479			

Cálculos Propios