



El Trimestre Económico

ISSN: 0041-3011

trimestreeditor@fondodeculturaeconomic  
a.com

Fondo de Cultura Económica  
México

Armendáriz, Thelma; Ramírez, Claudia  
Estimación de un índice de condiciones financieras para México  
El Trimestre Económico, vol. 84, núm. 336, octubre-diciembre, 2017, pp. 899-946  
Fondo de Cultura Económica  
Distrito Federal, México

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31371623006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Estimación de un índice de condiciones financieras para México\*

Estimation of a Financial Conditions Index for Mexico

*Thelma Armendáriz y Claudia Ramírez\*\**

### ABSTRACT

*Background:* A tool that has been widely used to identify the state of financial conditions in a country are the financial conditions indexes. They synthesize information from different variables in a single indicator allowing to determine the general behavior of financial conditions in a timely and condensed manner.

*Method:* We construct and analyze a Financial Conditions Index (FCI) for Mexico using the principal components methodology. Accordingly, we included 30 variables related to the behavior of the financial markets. We classified them into nine groups: short and long-term interest rates; foreign exchange, stock, derivative, and credit markets; risk premium; private debt; and inflation expectations.

*Results:* The results show that this FCI adequately captures moments of stringency in financial markets in Mexico, such as the financial crisis of 2008-2009, the crisis in Europe in mid-2011, the beginning of the “tapering talk” in the United States in the second half of 2013, among others.

*Conclusion:* The proposed FCI for Mexico works as a tool to supervise the evolution of the financial stress and to identify in which components of the financial markets there are signs of stringency.

*Key words:* Financial conditions index, principal components, Mexico. *JEL Classification:* G1, G10, G14, G15, G19.

\* Artículo recibido el 11 de marzo de 2015 y aceptado el 9 de mayo de 2017. Las autoras agradecen los comentarios de Alberto Torres, Ana María Aguilar, Carlos Lever, Jessica Roldán, Daniel Sámano y Raúl Ibarra del Banco de México. Asimismo agradecen a Jorge Jaramillo y Alberto Armijo por su excelente asistencia en esta investigación.

\*\* Thelma Armendáriz es economista de la Dirección de Asuntos Internacionales del Banco de México (correo electrónico: [tarmendariz@banxico.org.mx](mailto:tarmendariz@banxico.org.mx)). Claudia Ramírez Bulos es gerente de Asuntos de Política Monetaria en la Dirección de Estudios Económicos del Banco de México (correo electrónico: [claudia.ramirez@banxico.org.mx](mailto:claudia.ramirez@banxico.org.mx)).

## RESUMEN

*Antecedentes:* Una herramienta que ha sido ampliamente usada para identificar el estado que guardan las condiciones financieras en un país son los índices de condiciones financieras. Éstos sintetizan la información de diferentes variables en un solo indicador, lo que permite identificar el comportamiento general de las condiciones financieras de manera oportuna y condensada.

*Metodología:* Construimos y analizamos, mediante la metodología de componentes principales, un índice de condiciones financieras (ICF) para México. Para ello incluimos 30 variables relacionadas con el comportamiento de los mercados financieros, clasificadas en nueve grupos: tasas de corto y largo plazos; mercado cambiario, mercado bursátil, mercado de derivados y mercado crediticio; primas de riesgo; deuda privada; y expectativas de inflación.

*Resultados:* Los resultados muestran que este ICF capta adecuadamente momentos de astringencia en los mercados financieros en México, como la crisis financiera de 2008-2009, la crisis en Europa a mediados de 2011, el inicio de la discusión del retiro del estímulo monetario en los Estados Unidos en la segunda mitad de 2013, entre otros.

*Conclusión:* El ICF propuesto para México funciona como herramienta para monitorear la evolución del estrés financiero e identificar en qué componentes de los mercados financieros existen señales de astringencia.

*Palabras clave:* índice de condiciones financieras, componentes principales, México. *Clasificación JEL:* G1, G10, G14, G15, G19.

## INTRODUCCIÓN

La crisis financiera de 2008-2009 definió retos nuevos para los hacedores de política monetaria y económica al enfrentarse a una situación económica cuyos orígenes y características no tenían precedentes. En la economía global prevalecía un clima de incertidumbre e inestabilidad financiera, acompañado de un entorno de colapso comercial y desaceleración económica. En este contexto se volvió evidente la necesidad de monitorear la evolución de los indicadores financieros por parte de organismos internacionales, bancos centrales e instituciones financieras para detectar desbalances financieros que pudieran representar un riesgo para la economía real.

Los episodios de estrés financiero se caracterizan por un aumento importante en la incertidumbre acerca del valor fundamental de los activos y

sobre el comportamiento de otros inversionistas; asimismo, durante ellos se presenta una mayor asimetría de información y una menor propensión a mantener activos riesgosos. Lo anterior tiene efectos económicos importantes, como un aumento de los costos de financiamiento, mayores estándares crediticios y un sentimiento de cautela entre los agentes económicos, lo cual puede generar un debilitamiento de la economía real. También puede presentarse un efecto riqueza negativo debido a la disminución en el valor de los activos que los agentes poseen, lo que produciría un efecto perjudicial sobre la economía. De esta manera, una restricción en las condiciones financieras en la que se da una interrupción del funcionamiento ordenado de los mercados financieros podría tener impacto sobre la actividad económica real. Derivada de lo anterior, se puede decir que existe una retroalimentación entre el desempeño del sector financiero y la actividad económica; de ahí la importancia de identificar el estado que guardan las condiciones financieras. Una herramienta que ha sido usada para tal fin por instituciones públicas y privadas son los índices de condiciones financieras, los cuales han cobrado particular relevancia y utilidad, ya que sintetizan la información de diferentes variables en un solo indicador.

En este documento se presenta una estimación mensual de un índice de condiciones financieras (ICF) para México, de marzo de 2004 a agosto de 2016, el cual permite analizar diversos episodios de estrés financiero y conocer el estado actual de las variables financieras y sus movimientos conjuntos.<sup>1</sup>

Este tipo de indicadores permiten captar información de los mercados financieros de manera oportuna e identificar episodios de astringencia global junto con la manera en que éstos, en conjunto con las condiciones domésticas, afectan las condiciones financieras en el país. En particular, al incorporar información de cambios en las tasas de interés domésticas, este indicador capta el impacto de las tasas de interés en otras variables financieras —en especial el crédito, los precios de los activos y el tipo de cambio—.

<sup>1</sup> Cabe señalar que se publicó en el Reporte del Sistema Financiero correspondiente a septiembre 2013 un índice de estrés del sistema financiero (ISEF) para México. A pesar de que la interpretación de estos indicadores puede ser similar, ambos índices utilizan información proveniente de distintas variables, lo que puede generar interpretaciones ligeramente diferentes. No obstante lo anterior, cabe señalar que, a pesar de las diferencias que presentan ambos índices, los periodos de alto estrés o apretamiento financiero de mayor relevancia se observan en ambos índices, por lo que los movimientos generalmente van en la misma dirección. Esto ocurre de manera similar para otras economías, en las que indicadores de condiciones financieras ligeramente diferentes son calculados para la misma economía —los Estados Unidos, el Banco Central Europeo (BCE), etc.—, lo que permite tener una lectura más completa y robusta de la información.

Es posible concentrar información de los movimientos de otras variables financieras domésticas que también se ven afectadas por factores externos, principalmente variables relacionadas con volatilidad en los mercados financieros, primas de riesgo, entre otras.

El método elegido para la construcción de este indicador en el presente trabajo es el de componentes principales, una técnica estadística de síntesis de información. Dicho método es frecuentemente usado en la literatura, ya que abarca la máxima variabilidad de los indicadores utilizados en un número reducido de componentes. Para la construcción del ICF aquí presentado se eligieron 30 variables representativas de las condiciones financieras correspondientes a tasas de interés del mercado de dinero y de bonos, mercado bursátil, cambiario, crediticio, de deuda privada y de derivados, así como primas de riesgo y expectativas de inflación. Este indicador se construye con el objetivo de monitorear el estado de las condiciones financieras en México y ver si son laxas o restrictivas respecto a un momento de referencia.

El presente estudio se estructura de la siguiente manera: la sección I presenta una revisión de literatura respecto a los diferentes métodos y enfoques utilizados para analizar las condiciones financieras. La sección II presenta la motivación del estudio y la justificación de la elección del método de componentes principales para la construcción del ICF. En la sección III se describe el método de análisis de componentes principales. La sección IV hace una descripción de las variables usadas en la construcción del ICF. La sección V detalla la construcción del ICF para México. En la sección VI se describe el ICF y los episodios de mayor astringencia en las condiciones financieras en México. La sección VII presenta una breve relación de la actividad económica y el ICF. Por último se hacen algunas consideraciones finales y se presentan las conclusiones.

## I. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La literatura sobre índices de condiciones financieras es relativamente nueva y ha cobrado relevancia y cobertura a partir de la crisis financiera de 2008-2009. La mayoría de los estudios en esta materia se han realizado para economías avanzadas, en particular para el caso de los Estados Unidos, país que ha sido explorado más a fondo.

Siguiendo a Hatzius *et al.* (2010), la literatura sobre el mecanismo de

transmisión de la política monetaria es fundamental para entender las condiciones financieras. Los autores exploran el análisis realizado por Boivin, Kiley y Mishkin (2009) sobre los canales del mecanismo de transmisión de la política monetaria. En la construcción de un índice de condiciones financieras para los Estados Unidos, los autores incluyeron indicadores financieros que influyen sobre el costo de capital al reflejar los canales de transmisión tradicionales (basados en inversión-consumo-comercio), así como variables de cantidades (crédito, pasivos del gobierno, emisión de papel comercial, entre otros) y de expectativas derivadas de encuestas de opinión, con lo cual podrían notar imperfecciones en el mercado crediticio. En esta misma línea, Gauthier, Graham y Liu (2004) explican cómo las variables financieras pueden tener un papel importante en el mecanismo de transmisión de política monetaria, esto por los efectos riqueza y crediticio. El efecto riqueza se da cuando un cambio en el precio de los activos afecta la riqueza de los individuos y conduce a un cambio en los patrones de consumo, mientras que el efecto crediticio surge cuando un incremento en el precio de los activos lleva a un aumento en la capacidad crediticia de los individuos y empresas al aumentar el valor de su colateral.

Otro enfoque para la construcción de índices de condiciones financieras es el que se basa en el objetivo de reflejar de la mejor manera posible las características del estrés financiero. En el caso del índice de estrés financiero de la Reserva Federal de Kansas City (KCFSI, por sus siglas en inglés), Hakkio y Keeton (2009) consideran como principales características del estrés financiero las siguientes: *i*) mayor asimetría de información (que lleva a problemas de selección adversa y riesgo moral), *ii*) aumento en la incertidumbre sobre el valor fundamental de los activos, *iii*) mayor incertidumbre sobre el comportamiento de otros inversionistas, *iv*) menor propensión a mantener activos riesgosos (*flight to quality*), y *v*) menor propensión a mantener activos no líquidos (*flight to liquidity*). En particular un aumento en la incertidumbre sobre el valor fundamental de activos, el cual se define como el valor presente descontado del valor de los flujos futuros, se puede derivar de innovaciones en el mercado financiero, como una nueva práctica financiera o un nuevo instrumento, situaciones en que el riesgo se considera incalculable o de mayor incertidumbre sobre la perspectiva de la economía. Esta coyuntura de mayor incertidumbre se refleja en mayor volatilidad en los precios de los activos, lo que lleva a una mayor reacción de los inversionistas ante nueva información en el mercado. Respecto al aumento

en la incertidumbre sobre el comportamiento de otros inversionistas, este fenómeno lleva a que los precios de activos financieros estén menos vinculados con sus valores fundamentales, lo que genera mayor volatilidad en los precios. Por su parte, el efecto de la menor propensión a mantener activos riesgosos y no líquidos es un aumento en el diferencial de tasas de retorno de los dos tipos de activos (riesgosos *vs.* libres de riesgo y no líquidos *vs.* líquidos, respectivamente).

Es frecuente que en la literatura sobre índices de condiciones financieras se utilice el método de componentes principales para calcular los ponderadores que tendrá cada variable dentro del índice, como es el caso de Hatzius *et al.* (2010) para los Estados Unidos, Gómez, Murcia y Zamudio (2011) para el índice de condiciones financiera del Banco de la República de Colombia, Hakkio y Keeton (2009) para el Kansas City Financial Stress Index (KCFSI), y Kliesen y Smith (2010) para el índice de estrés financiero de la Reserva Federal de St. Louis (STLFSI, por sus siglas en inglés), entre otros. La Reserva Federal de Chicago también construye un índice de condiciones financieras (Brave y Butters, 2011), sin embargo difiere de sus análogos KCFSI y STLFSI antes mencionados respecto al método usado para calcular los ponderadores. Su indicador, llamado índice nacional de condiciones financieras (NFCI, por sus siglas en inglés), combina elementos del trabajo de Stock y Watson (2002), Doz, Giannone y Reichlin (2006) y Aruoba, Diebold y Scotti (2009) con modelos dinámicos de factores, de modo que los ponderadores reflejan la importancia sistémica y dinámica del sistema financiero.

Otros autores exploran diferentes métodos, como Gauthier, Graham y Liu (2004), quienes generan varios índices de condiciones financieras para Canadá usando diversos métodos para obtener los ponderadores. El primer método deriva los ponderadores de la curva de Phillips, mientras que los otros dos se enfocan en resolver el problema de endogeneidad de los regresores y la dependencia del modelo, obteniendo los ponderadores a partir de funciones de impulso-respuesta de un valor en riesgo (VAR) y de análisis de factores. El primer método demostró ser el mejor predictor para el crecimiento del producto interno bruto (PIB) a corto plazo.

En la literatura el tratamiento de las variables incluidas en el índice de condiciones financieras se puede dividir en dos líneas: en la primera están los que utilizan variables estandarizadas, de modo que las variables estén expresadas en las mismas unidades (Kliesen y Smith, 2010; Hakkio y Kee-

ton, 2009), y en la segunda se encuentran los que adicional a esto, como Hatzius *et al.* (2010), controlan por el efecto del crecimiento del PIB e inflación del presente y del pasado, con lo que eliminan la variabilidad de los indicadores financieros que puede ser explicada por ambos indicadores. De esta manera, el índice de condiciones financieras construido muestra la información exógena asociada con el sector financiero en vez de la influencia de las condiciones macroeconómicas. Gómez, Murcia y Zamudio (2011) también usan esa metodología. Otros autores que siguen este mismo espíritu de transformar las variables son Brave y Butters (2011), pues, además del NFCL, calculan un índice ajustado, el ANFCL, el cual aísla el componente de condiciones financieras no correlacionadas con las condiciones económicas.

Otra herramienta útil que se explora es la construcción de subíndices que permitan una visión más detallada de los movimientos del índice de condiciones financieras. La Reserva Federal de Chicago a la par del NFCL genera tres subíndices clasificados riesgo, liquidez y apalancamiento. El primero, abarca la volatilidad y el riesgo de fondeo en el sector financiero; el segundo se compone de medidas de condiciones crediticias y el tercero consiste en medidas de deuda y capital (Brave y Butters, 2011). Esta idea de segmentar el índice se sigue en la presente investigación, pues se generan subconjuntos del índice de condiciones financieras para México con el fin de hacer más intuitiva la explicación de la contribución de cada conjunto de variables al índice de condiciones financieras.

Los índices de condiciones financieras han probado ser de utilidad para identificar periodos de estrés financiero contemporáneo, además pueden funcionar como un indicador adelantado para anticipar cambios en la actividad económica. Lo anterior, partiendo de la idea de que el estrés financiero puede desacelerar el crecimiento económico por medio del aumento en la incertidumbre, aumento en el costo de financiamiento y mayores estándares crediticios (Hakkio y Keeton, 2009; y Kliesen y Smith, 2010). Hatzius *et al.* (2010) comprueban la importancia del poder predictivo de las condiciones financieras en los Estados Unidos para la actividad económica futura del país, al igual que lo hacen Gómez, Murcia y Zamudio (2011), quienes concluyen que las variables financieras, y en particular sus movimientos conjuntos, presentan información relevante sobre la actividad económica real en el futuro.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> De esta manera, el índice de condiciones financieras para Colombia funciona como un indicador de alerta temprana y representa, desde la perspectiva macroprudencial, un instrumento útil para la estabi-



A pesar de que se ha documentado esta relación entre el estrés financiero y un menor crecimiento económico en el futuro, hay periodos en los que esto no se cumple. El estudio del Fondo Monetario Internacional (2009), en el que se construyen índices de condiciones financieras para 17 economías avanzadas, intenta responder esta cuestión. Los autores explican que el sistema financiero es procíclico y refuerza la dinámica económica subyacente, en específico cuando el estrés financiero precede a una desaceleración, pues se observa un aplanamiento en el consumo, un ciclo de auge-caída en la inversión, cambios en los desbalances en cuenta corriente y caídas en la inflación y en las tasas de interés reales. En el estudio se analizan las diferentes fuentes de estrés financiero y se encuentra que el estrés del sistema bancario se asocia con un mayor impacto en el PIB que los episodios de estrés relacionados sólo a mercados de valores o de tipos de cambio. Incluso se encontró que la desaceleración o recesión precedida de estrés bancario tiende a durar más tiempo y es más severa (mayores caídas en el PIB) que aquella precedida por otros tipos de estrés o que no está asociada al estrés financiero.

## II. MOTIVACIÓN DEL ESTUDIO Y ELECCIÓN DEL MÉTODO

Como ya se mencionó, a raíz de la crisis financiera de 2008-2009 se ha resaltado la importancia de las interconexiones entre los mercados financieros tradicionales, los sistemas bancarios sombra (*shadow banking systems*, intermediación crediticia que involucra entidades y actividades fuera del sistema bancario regular) y su vinculación con los sectores no financieros de la economía. En el esfuerzo por estudiar este vínculo con los agentes económicos se han usado diversos enfoques. Uno de ellos consiste en abordarlo desde la dimensión transversal y la dimensión del tiempo, como propone Caruana (2009). En la primera, una falla conjunta generada por estrés financiero se da por el riesgo sistémico<sup>3</sup> y la interconectividad de las instituciones financieras. La segunda se da ya que el riesgo sistémico es amplificado en el tiempo por las interacciones dentro del sistema financiero y de la retroalimentación entre las condiciones financieras y la economía real (Caruana, 2009). El autor menciona que los índices de condiciones financieras pueden

lidad financiera al dar a las autoridades tiempo para actuar oportunamente antes de que los desbalances financieros afecten la economía real.

<sup>3</sup> Es la inestabilidad del sistema financiero, potencialmente catastrófico, causado por eventos idiosincráticos o condiciones en los intermediarios financieros (Hendricks, Kambhu y Mosser, 2006).

proporcionar, desde la visión macroprudencial, señales de alerta temprana ante desbalances financieros. Esta cualidad permite a las autoridades actuar de manera oportuna, partiendo de la idea de que el riesgo sistémico depende del comportamiento de las instituciones financieras; por lo tanto, puede prevenirse.

Cabe mencionar que este tipo de indicadores tiene ventajas claras, ya que éstos miden los niveles de astringencia (lasitud) de los mercados financieros en su conjunto, mientras que el seguimiento de una variable en lo individual ofrece una visión limitada. Tal es el caso del análisis de las encuestas crediticias, las cuales ofrecen información sólo de este mercado. Además el índice de condiciones financieras es un indicador oportuno y refleja información de alta frecuencia que muchas veces no es captada con encuestas.

Como se presentó anteriormente, son diversas las instituciones públicas y privadas que han desarrollado este tipo de indicadores, incluidos bancos centrales, organismos multilaterales, bancos de inversión y otras instituciones, como Bloomberg y otras.<sup>4</sup> Los índices de condiciones financieras se construyen típicamente como promedios ponderados de un conjunto de variables representativas de las mismas. Frecuentemente el análisis de componentes principales es el método utilizado para estimar el peso asignado a cada variable. Su beneficio principal consiste en que el peso o importancia individual de cada variable es consistente con su importancia histórica en las fluctuaciones del sistema financiero en su conjunto (Brave y Butters, 2011). Un índice construido de este modo muestra la interconexión de los mercados financieros, pues el indicador más correlacionado con otras variables es el que mayor peso recibe. Esto implica que un pequeño deterioro de una variable con un ponderador elevado puede impactar la estabilidad financiera más que un fuerte deterioro de un indicador con poco peso.

De esta manera dicha técnica estadística considera la importancia sistémica de cada indicador y permite interpretaciones que no se hubieran previsto ordinariamente al analizar las variables individualmente. Por todo lo anterior, en la presente investigación se usará el análisis de componentes principales para construir el ICF para México. A continuación se describe de manera más detallada este método.

<sup>4</sup> Véase el cuadro A1 del apéndice para una descripción más detallada.

### III. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

El análisis de componentes principales brinda una solución al problema de reducción de dimensionalidad en el análisis de datos multivariados. Es una técnica estadística de síntesis de información que, simplificando la descripción del conjunto de datos, describe el comportamiento de un conjunto de variables correlacionadas en términos de otras variables no correlacionadas entre ellas, cuyas varianzas son las más grandes posibles. Dichas variables no correlacionadas son los llamados componentes principales. Este método realiza una transformación lineal sobre el conjunto original de datos en la que los nuevos ejes representan las direcciones con máxima variabilidad y proveen una descripción más simple y parsimoniosa de la estructura de la covarianza (Johnson y Wichern, 2002). Se generan tantos componentes principales como variables originales, con la importante diferencia de que gran parte de la variabilidad de los indicadores originales puede captarse con un número reducido de componentes. Esto se debe a que el primer componente principal es la combinación lineal que abarca la máxima varianza del conjunto de datos; el segundo componente principal muestra la segunda varianza más grande y así sucesivamente. Se requiere de la totalidad de componentes principales generados para reproducir la variabilidad total del sistema.

Una ventaja de este método es que no depende de un modelo, por lo que permite sintetizar una gran cantidad de series de datos de manera robusta. Varios trabajos han aplicado este método; por ejemplo, Stock y Watson (1999) pronostican el PIB con pocos factores derivados de 215 variables; Gosselin y Tkacz (2001) pronostican la inflación en Canadá con componentes principales y observan que este modelo es igual de bueno que otros más complicados; English, Tsatsaronis y Zoli (2005) construyen un ICF extrayendo factores de 50 variables para los Estados Unidos, el Reino Unido y Alemania, y encuentran que estos factores financieros son buenos para pronosticar producto e inversión, pero no inflación.

El cálculo de componentes principales se basa en la matriz de varianza-covarianza ( $\Sigma$ ) de las  $n$  variables a incluir en el índice ( $X$ ). Esta matriz de varianzas-covarianzas es una matriz cuadrada, positiva definida y simétrica de tamaño  $n \times n$ , en la cual los elementos de la diagonal son las varianzas de las variables y el resto de los elementos son las covarianzas entre las variables. Esta matriz  $\Sigma$  tiene, obtenidos por descomposición espectral, unos pa-

res de valores propios y vectores propios asociados: un conjunto completo de  $n$  valores propios distintos y estrictamente positivos ( $L$ ) y una matriz ortogonal de vectores propios de la matriz de varianza-covarianza ( $P$ ). La ortogonalidad de los vectores propios implica que éstos son únicos (geométricamente perpendiculares y con longitud de 1) y que, por lo tanto, los componentes principales obtenidos son independientes (no correlacionados). Este hecho implica que cada componente principal aporta información diferente del sistema y que sus varianzas son tan grandes como es posible, lo cual abarca una mayor variabilidad del sistema con los primeros componentes.

Siguiendo a Joliffe (2002), de manera general el modelo de componentes principales se expresa de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = P_i'X_j + e_{ij} \quad i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, k \quad (1)$$

donde  $Y_{ij}$  representa la matriz de las variables observadas,  $P_i'$  es un vector de constantes que representan las cargas o coeficientes de importancia relativa,  $X_j$  son los componentes principales o variables latentes y  $e_{ij}$  es una matriz de errores homocedásticos e independientes. Si bien la ecuación anterior parece una regresión típica, hay una diferencia clave: en una regresión estándar  $X_j$  serían valores conocidos, mientras que  $P_i$  serían los parámetros desconocidos. En contraste, en la estimación de componentes principales tanto  $P_i$  como  $X_j$  son parámetros desconocidos. Por lo anterior, para encontrar una solución única es necesario imponer restricciones, pues, de acuerdo con Bai y Ng (2008), un modelo factorial con  $k$  componentes principales requiere  $k^2$  restricciones. Para ello, por una parte se impone la restricción de que los componentes principales deben ser ortogonales entre sí, mientras que por otra la diagonalidad de la matriz de covarianzas de las cargas aporta las restricciones faltantes.

De manera específica, los componentes principales se construyen con vectores propios y las variables originales de la siguiente manera: primer componente principal:<sup>5</sup>

$$PC_1 = P_1'X = P_{11}X_1 + P_{12}X_2 + \dots + P_{1n}X_n \quad (2)$$

<sup>5</sup> Es importante mencionar que la varianza  $Var(P_1'X)$  puede incrementarse al multiplicar cualquier  $P_1$  por una constante; para eliminar dicha indeterminación, se restringe la longitud de los vectores propios a 1.

con una combinación lineal  $P'_1X$  que maximiza  $Var(P'_1X)$  sujeto a  $P'_1P_1 = 1$ . Segundo componente principal:

$$PC_2 = P'_2X = P_{21}X_1 + P_{22}X_2 + \dots + P_{2n}X_n \quad (3)$$

con una combinación lineal  $P'_2X$  que maximiza  $Var(P'_2X)$  sujeto a  $P'_2P_2 = 1$  y  $Cov(P'_1X, P'_2X) = 0$ . Con  $i$ -ésimo componente principal:

$$PC_i = P'_iX = P_{i1}X_1 + P_{i2}X_2 + \dots + P_{in}X_n \quad (4)$$

con una combinación lineal  $P'_iX$  que maximiza  $Var(P'_iX)$  sujeto a  $P'_iP_i = 1$  y a  $Cov(P'_iX, P'_kX) = 0$  para  $k < i$ , donde  $X$  es la matriz de variables,  $P$  es la matriz de vectores propios y  $PC$  es el componente principal.

Cabe mencionar que, cuando las variables consideradas en el análisis son medidas en escalas con grandes diferencias (o si sus unidades de medida no son comparables), es recomendable estandarizar las variables para expresarlas en desviaciones respecto a su media. De esta manera, los componentes principales son obtenidos de los vectores propios de la matriz de correlación de  $X$ , la cual equivale a la matriz de varianza-covarianza de las variables estandarizadas  $Z$ . A pesar de esta transformación de los datos, todo el análisis previo sigue vigente, excepto que, debido a que la varianza de cada variable estandarizada es uno, hay algunas simplificaciones.

Con todo lo anterior, se puede apreciar que el análisis de componentes principales ofrece una alternativa para reducir la dimensionalidad del análisis multivariante, ya que facilita el análisis de un conjunto de datos al captar sus co-movimientos.

El ICF para México pretende generar un indicador que represente el estado de las condiciones financieras, por lo cual el análisis de componentes principales fue elegido en el presente estudio como metodología a seguir. Además de la elección del método, una parte crucial para la construcción del ICF es la elección de las variables financieras a monitorear. A continuación se explora esta cuestión más a fondo.

#### IV. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

Para la construcción del índice de condiciones financieras para México, es importante mencionar que episodios importantes de estrés financiero, como una crisis financiera, ocurren cuando un trastorno en el sistema financiero

deriva en un incremento abrupto en los problemas de selección adversa y riesgo moral, lo que lleva a que los mercados financieros dejen de funcionar con eficiencia y a que, como resultado, la economía se contraiga bruscamente. En este sentido, de acuerdo con Mishkin y Eakins (2009), existen cinco categorías de factores que pueden desencadenar una crisis financiera:

- i) mayores tasas de interés: ya que los problemas de selección adversa y riesgo moral se intensifican, el crédito disminuye sustancialmente, hay un mayor pago de intereses y esto lleva a una reducción en el flujo de efectivo de las empresas;
- ii) mayor incertidumbre, pues lo anterior conlleva a una menor capacidad de resolver los problemas de selección adversa;
- iii) problemas en el sector bancario debido al efecto contagio: pánico bancario derivado de la quiebra de bancos con un severo deterioro en sus hojas de balance, en el que la disminución resultante en la oferta de fondos prestables provoca un aumento en las tasas de interés;
- iv) desbalances fiscales del gobierno por temor a que éste declare en suspensión de pagos sus compromisos de deuda, y
- v) efectos de una caída severa en mercado de valores sobre los balances de las empresas, ya que esto agrava los problemas de riesgo moral y selección adversa.<sup>6</sup>

En la selección de variables a incluir en el índice generado en este estudio se sigue la perspectiva de Hakkio y Keeton (2009) respecto a la incorporación de variables financieras que mejor reflejen las características del estrés financiero, también la de Hatzius *et al.* (2010) en torno a incluir variables que revelen la dinámica de los mecanismos de transmisión monetaria.<sup>7</sup> En total se usan 30 variables, las cuales se pueden clasificar como se observa en el cuadro 1.<sup>8</sup>

Las tasas de interés incluidas en el mercado de dinero y de bonos reflejan

<sup>6</sup> El mismo Mishkin (1996) profundiza el análisis de las crisis financieras para economías en desarrollo, en el cual explica a detalle el caso de la crisis mexicana de 1994.

<sup>7</sup> El enfoque de canales del mecanismo de transmisión de política monetaria planteado en este estudio toma como base la clasificación realizada por el Banco de México. El Instituto Central define los siguientes canales: canal de tasas de interés, canal de crédito, canal de precios de otros activos, canal de tipo de cambio y canal de expectativas. Véase el documento de el Banco de México: "Efectos de la Política Monetaria Sobre la Economía".

<sup>8</sup> En el cuadro A2 del apéndice se presentan las estadísticas descriptivas de las variables y cuadro A3 las pruebas de estacionariedad de las mismas.

CUADRO 1. *Variables usadas en el índice de condiciones financieras para México*

<i>Clasificación</i>	<i>Variables</i>	<i>Definición</i>	<i>Fuente</i>
Tasas a corto plazo	Tasa a un día	Tasa de interés del mercado secundario	Proveedor integral de precios
	Tasa a dos años	Tasa de interés del mercado secundario	Proveedor integral de precios
Tasas a largo plazo	Tasa a 10 años	Tasa de interés del mercado secundario	Proveedor integra de precios
	Tasa a 20 años	Tasa de interés del mercado secundario	Proveedor integral de precios
	Pendiente de la curva de rendimiento	Se define como la diferencia entre la tasa de valores gubernamentales de 10 años y la de tres meses	Cálculos propios con datos de proveedor integral de precios
	Volatilidad de la tasa a 10 años	Se obtiene del cociente de la desviación estándar mensual de la tasa del bono a 10 años y el promedio mensual de la misma	Cálculos propios con datos de proveedor integral de precios
Mercado cambiario	Tipo de cambio nominal	Tipo de cambio nominal FIX peso-dólar, el cual capta el tipo de cambio para solventar obligaciones denominadas en dólares de los Estados Unidos, pagaderas en la República Mexicana	Banco de México
	Volatilidad implícita del peso mexicano	La volatilidad implícita de opciones del tipo de cambio peso-dólar <i>at-the-money</i> a un mes es la prima adicional a la volatilidad estadística que tienen los precios actuales	Bloomberg
	<i>Bid-Ask, spread</i> del peso mexicano	Se refiere al diferencial entre el precio máximo de compra del peso y el precio mínimo de venta. Se utiliza como indicador de liquidez del mercado cambiario	Bloomberg
	Tipo de cambio de socios comerciales	Para esta variable se construyó un índice de la cotización de cada moneda contra el dólar (promedio mensual) de los principales socios comerciales de México, ponderando por el porcentaje del volumen de comercio con México y con base en enero de 2001	Cálculos propios con datos de Bloomberg

CUADRO 1 (*continuación*)

<i>Clasificación</i>	<i>Variables</i>	<i>Definición</i>	<i>Fuente</i>
Mercado bursátil	Índice de precios y cotizaciones (IPC)	El IPC es el principal indicador del comportamiento del mercado mexicano de valores; expresa el rendimiento del mercado accionario en función de las variaciones en los precios de una muestra (compuesta de 35 emisoras) del conjunto de emisoras cotizadas en la Bolsa	Bolsa Mexicana de Valores
	Volatilidad del IPC	La volatilidad del IPC es medida con el Índice de Volatilidad México (VIMEX). Este índice es un indicador de referencia que muestra la volatilidad implícita/esperada a corto plazo para el IPC al término de la sesión. Las volatilidades implícitas de las opciones del IPC enlistadas en MexDer son los principales insumos para su cálculo	Bloomberg
Primas de riesgo	Diferencial de la tasa a 10 años con los Estados Unidos	Se refiere al <i>spread</i> de la tasa de 10 años de valores gubernamentales entre México y los Estados Unidos	Proveedor integral de precios y Bloomberg
	<i>Credit Default Swaps</i> (CDS)	Los CDS son productos derivados de crédito que cubren contra la quiebra de una entidad. Son similares a un póliza de seguro tradicional, en la cual el comprador paga una prima (tarifa o <i>spread</i> CDS) a cambio del derecho a ser compensado si ocurre la bancarrota de la entidad en cuestión	Bloomberg
	<i>Chicago Board Options Exchange Volatility Index</i> (VIX)	El VIX es una medida de riesgo de mercado ampliamente utilizada. Consiste en un oscilador financiero que mide la expectativa de volatilidad sobre el S&P 500 utilizando las opciones <i>call</i> y <i>put</i> del indicador para un periodo de 30 días. El índice está expresado en porcentaje anualizado y es la desviación estándar implícita anualizada	Chicago Board Options Exchange
	Merrill Lynch Option Volatility Estimate (MOVE)	El índice MOVE es el estimado de volatilidad implícita en las opciones de bonos del tesoro de Merrill Lynch. Es un índice ponderado de la curva de rendimiento de las opciones a un mes de bonos del Tesoro de Estados Unidos a diferentes plazos de vencimiento. Se considera un promedio ponderado de las volatilidades implícitas en los bonos con vencimiento a dos, cinco, 10 y 30 años	Bloomberg con información de Merrill Lynch



CUADRO 1 (*continuación*)

<i>Clasificación</i>	<i>Variables</i>	<i>Definición</i>	<i>Fuente</i>
	CDS de cinco años para Pemex	Se refiere al indicador de riesgo crediticio a cinco años de Petróleos Mexicanos	Bloomberg
	Volatilidad implícita del tipo de cambio para países emergentes	Es el promedio aritmético de la volatilidad implícita en las opciones a un mes del tipo de cambio para países emergentes seleccionados. Los países que se consideran son Brasil, Chile, Sudáfrica, Turquía, Polonia e India. La selección de estos países se debe a su representatividad dentro de economías emergentes que mantienen un régimen de tipo de cambio flexible y a la disponibilidad de información	Cálculos propios con datos de Bloomberg
	Índice de bonos de mercado emergente (EMBI)	El EMBI es un indicador del riesgo país, calculado por J. P. Morgan. Se refiere a la diferencia que pagan los bonos gubernamentales en dólares emitidos por países emergentes y los bonos del tesoro de los Estados Unidos, expresada en puntos base. El índice considera los siguientes instrumentos de deuda: Bonos Brady denominados en dólares, préstamos y eurobonos con un valor nominal en circulación de al menos 500 millones de dólares	Bloomberg con información de J. P. Morgan
Deuda privada	Diferencial de la tasa de valores privados	Diferencial entre la tasa de interés de corto plazo de valores privados de calificación alta y baja	Banco de México
	CEMBI-México	Se refiere al índice de bonos corporativos para países emergentes calculado por J. P. Morgan. Similar al EMBI de economías emergentes, es un indicador del riesgo de la deuda privada en relación con instrumentos gubernamentales del país, considerados libres de riesgo	Bloomberg con información de J. P. Morgan
Mercado de derivados	Posición neta de los futuros del peso	Es la diferencia de las posiciones especulativas larga (compra) y corta (venta) de los futuros del peso mexicano. Una posición neta positiva (negativa) indica una expectativa de apreciación (depreciación) de la moneda en el corto plazo	Bloomberg con datos de Chicago Mercantile Exchange

CUADRO 1 (continuación)

Clasificación	Variables	Definición	Fuente
Mercado de crédito	Puntos <i>forward</i> del peso a seis meses	Los contratos <i>forward</i> del tipo cambio reflejan la expectativa del comportamiento del mercado cambiario. A diferencia de los contratos de futuro, los <i>forwards</i> son negociados entre agentes privados sin la necesidad de un intermediario. Esta variable refleja, por un lado, las expectativas implícitas en los contratos privados y, por otro, las expectativas de mayor horizonte sobre el tipo de cambio	Bloomberg
	<i>Swap</i> de la tasa de interés a cinco años	El <i>swap</i> de la tasa del bono a cinco años refleja las expectativas de los inversionistas respecto al comportamiento de la parte media de la curva de rendimiento de bonos gubernamentales	Bloomberg
	Tasa implícita	Se refiere al promedio de las tasas de interés de los créditos vigentes de la banca comercial al sector privado durante el periodo de referencia	Banco de México
	Crédito total	Es la tasa de crecimiento mensual de los créditos vigentes otorgados por la banca comercial al sector privado; para lo cual se consideran la suma de los créditos desestacionalizados otorgados al consumo, la vivienda, empresas y otros intermediarios financieros no bancarios	Banco de México
	Diferencial TIIE-CETE	El diferencial entre la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio de 28 días (TIIE) y la tasa que otorga el CETE de igual plazo se utiliza como indicador del financiamiento de los bancos y la capacidad de obtener liquidez. Entre más grande sea el diferencial, mayor es el costo de financiamiento de los bancos, lo que implicaría contracciones en el mercado de crédito	Banco de México
Expectativas de inflación	Índice de morosidad	El índice es la cartera de crédito vencida como proporción de la cartera total	Banco de México
	Expectativas de inflación a 12 meses	Expectativa obtenida de la Encuesta sobre las expectativas de los especialistas en economía del sector privado del Banco de México	Banco de México

el canal de tasas de interés del mecanismo de transmisión de la política monetaria, permiten captar los efectos asociados con la curva de rendimientos y miden el costo de financiamiento (costo de capital). En particular, las tasas del mercado de dinero reflejan la postura de política monetaria del banco central, ya que están altamente correlacionadas con el objetivo para la tasa de interés interbancaria a un día, mientras que las tasas que corresponden al mercado de bonos son relevantes para la toma de decisiones de inversión de las empresas y los hogares. El *flight to quality*, *flight to liquidity* y la mayor asimetría de información tienen el efecto de elevar las tasas de interés domésticas.

Respecto a las variables del mercado cambiario, éstas reflejan el canal del tipo de cambio del mecanismo de transmisión de la política monetaria, por medio del cual los términos de intercambio y las exportaciones netas pueden afectar la demanda agregada. Dicho canal es de alta importancia para una economía pequeña y abierta, como México. En particular, la volatilidad implícita en las opciones del tipo de cambio es considerada un buen estimador de la incertidumbre sobre el tipo de cambio esperado en el futuro, en este caso a un mes. Asimismo, estos indicadores revelan la percepción de riesgo que tienen los inversionistas del país y, por lo tanto, evidencian la propensión a mantener activos riesgosos y la incertidumbre sobre el valor fundamental de los activos y sobre el comportamiento de otros inversionistas. En cuanto a la liquidez en el mercado cambiario, ésta refleja el grado en que los inversionistas desean intercambiar un activo. Un mercado poco líquido dificulta que los agentes realicen transacciones de ese activo, es decir que no lo podrían comprar o vender con facilidad; debido a esto, el precio de los activos de mercados poco líquidos es más vulnerable a cambios abruptos en su precio, lo que puede afectar a los poseedores de dicho activo. Como ya se dijo, los periodos de estrés financiero pueden estar asociados a la intensificación de problemas de información que se reflejarían en un menor deseo de los inversionistas por realizar transacciones por cierto activo; de ahí que se podría asociar con problemas de liquidez en los respectivos mercados.

Los indicadores clasificados en el mercado bursátil forman parte del canal de precios de otros activos del mecanismo de transmisión de política monetaria y son útiles para abarcar las características del estrés financiero. Las variables en cuestión reflejan el valor de mercado de las empresas, factor que influye en su capacidad para acceder a financiamiento.

Las primas de riesgo captan la incertidumbre sobre el valor fundamental de los activos y sobre el comportamiento de otros inversionistas y están relacionadas con el canal de precios de otros activos del mecanismo de transmisión de política monetaria. Las variables del mercado crediticio están contempladas en el canal de crédito del mecanismo de transmisión monetaria. Las referentes al volumen de crédito directo son útiles para cuantificar el verdadero acceso al crédito, mientras que el índice de morosidad refleja los problemas de selección adversa a la que se enfrentan los bancos en periodos de estrés. Kim, Shin y Yun (2013) argumentan que el componente más procíclico del dinero es precisamente el incremento del crédito registrado en el pico del ciclo financiero, el cual seguramente sufrirá una reversión abrupta cuando el ciclo termine. Los autores explican que el monitorear el crecimiento de los agregados monetarios debe formar parte del sistema de alerta temprana para la estabilidad financiera. Asimismo, la tasa de interés a la que los créditos son concedidos indica la disponibilidad de crédito; los casos de estrés financiero son asociados con una situación de menor facilidad para obtener un crédito, lo que a su vez se traduciría en mayores costos por obtener dichos créditos.

Por su parte, las variables del mercado de derivados reflejan la perspectiva de los inversionistas sobre las condiciones, hacia adelante, del mercado financiero del país. El precio al cual se negocian los derivados de tasas son una señal de la expectativa sobre el comportamiento de la curva de rendimientos de bonos gubernamentales y, por ende, de cambios en la política monetaria. Los derivados referentes al tipo de cambio están asociados con la incertidumbre sobre el comportamiento de otros inversionistas y a la menor disposición de éstos de mantener activos de riesgos y de poca liquidez. Finalmente, las expectativas de inflación contienen información relevante sobre el patrón esperado de política monetaria y representan el canal de expectativas del mecanismo de transmisión de política monetaria.

Tomando en consideración estas variables y la disponibilidad de datos para México, utilizamos una muestra que va de marzo de 2004 a agosto de 2016.

## V. CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE

Una vez descrito el método de componentes principales y las variables consideradas en el análisis, vale la pena mencionar las particularidades del índice de condiciones financieras para México generado en este estudio.

Antes de realizar el análisis se realizaron varias transformaciones a las variables. Primero, se eliminaron efectos estacionales y se calcularon las primeras diferencias (variaciones mensuales) de todos los indicadores para contar con series estacionarias.<sup>9</sup> Adicionalmente, para el cálculo de los componentes principales y, por tanto, de los pesos de cada variable en el componente principal se eliminaron datos atípicos que salgan del rango:  $\mu \pm 3(Q_3 - Q_1)$ , donde  $\mu$  es la media de la muestra y  $Q_3 - Q_1$  es el rango intercuartílico; éstos se reemplazaron por el límite máximo o mínimo, según sea el caso, calculado a partir de dicho rango, con el fin de que la importancia relativa de cada variable definida por el análisis de componentes principales no sea distorsionada por comportamientos que no corresponden a la evolución regular de las mismas. De esta manera, el peso de cada variable es consistente con su importancia histórica en las fluctuaciones del sistema financiero en su conjunto. Un punto importante a resaltar es que en la construcción del indicador no se eliminan datos atípicos, puesto que el propósito del ICF es reflejar el comportamiento general de las condiciones financieras. Así, los comportamientos extremos registrados durante periodos de alto estrés financiero, por ejemplo el correspondiente a la reciente crisis financiera, se reflejan en el indicador.<sup>10</sup>

Por último, se estandarizaron las variables (al restarle su media y dividirla por su desviación estándar) para hacerlas directamente comparables y evitar que las unidades de medida y la magnitud relativa de las series individuales influyan en la obtención de sus ponderadores. A partir de estas series ya transformadas se utiliza el método de componentes principales para obtener la importancia relativa de cada variable en cada uno de los 30 componentes principales generados.

A pesar de que dichas variables pueden tener variaciones por otras razones no relacionadas con el estrés financiero, se considera que el principal factor responsable del co-movimiento de las variables aquí presentadas es el estrés financiero. Por ello, en este documento se construye un indicador de condiciones financieras que corresponde al primer componente principal (que engloba 37.5% de la variabilidad total del sistema) con el propósito de contar con un indicador cuya interpretación sea fácil y directa.

<sup>9</sup> En el apéndice se incluyen los cuadros de estadísticas descriptivas de las variables y las pruebas de estacionariedad.

<sup>10</sup> Cabe señalar que, al estimar componentes principales sin eliminar datos atípicos y luego construir el índice, los resultados son muy similares a los aquí presentados.

Además de considerar nuestra intención de mantener una interpretación fácil e intuitiva del ICF, la decisión de sólo incluir el primer componente principal se basó en métodos usados en la literatura. En particular, para este ejercicio se consideró el método gráfico propuesto por Cattell (1966), conocido como *scree plot* para la elección del número de componentes. El objetivo de este método es distinguir los componentes que son relevantes y que representan variaciones importantes de los datos de aquellos componentes más triviales y que podrían mostrar variaciones aleatorias, tal como mencionan Ledesma y Valero-Mora (2007). Se eligió este método debido a que es simple e intuitivo: como se presenta gráficamente, facilita el análisis y la interpretación sobre la elección del componente. A diferencia de otras pruebas estadísticas que se utilizan generalmente en la literatura, este método gráfico es útil para muestras relativamente pequeñas, como prueban Raïche *et al.* (2013).<sup>11</sup>

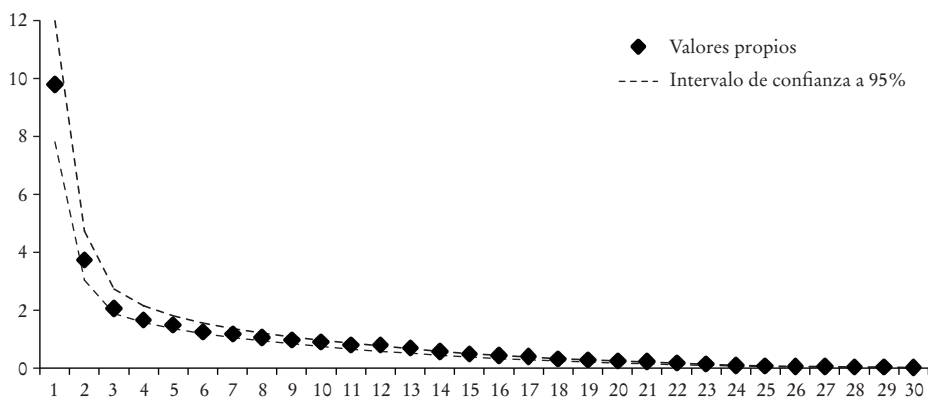
El método *scree plot* grafica los eigenvalores; con ello Cattell (1966) formula una regla que, más que rastrear un cambio de pendiente, busca separar la curva en dos segmentos: uno con quiebres y otro que sea una línea cuasi-horizontal. Una vez ordenados los eigenvalores de la forma anterior, Cattell (1966) sugiere, para elegir el número de componentes, incorporarlos hasta que la diferencia entre los valores propios sea pequeña, es decir, cuando  $l_{k-1} - l_k$ , sea reducido, donde  $l_k$  es el  $k$ -ésimo valor propio y  $l_{k-1}$  el valor propio anterior. Si bien no hay consenso sobre qué cantidad exacta representa una diferencia pequeña, siguiendo a Jolliffe (2002), el criterio para determinar cuándo  $l_{k-1} - l_k$  deja de ser suficientemente grande depende de los valores relativos de  $l_{k-1} - l_k$  y  $l_k - l_{k+1}$ , así como del valor absoluto de  $l_{k-1} - l_k$ . En este caso, observando las diferencias, se podría considerar el uso de seis componentes.

Puesto que algunos autores consideran que el método propuesto por Cattell (1966) es un tanto subjetivo, se utiliza el análisis propuesto por Horn (1965) para robustecer el análisis. Como describen Ledesma y Valero-Mora (2007), Horn (1965) propone comparar los valores propios extraídos de la matriz de correlación con los obtenidos de variables no correlacionadas distribuidas de manera normal. Para ello, se realizan simulaciones Montecarlo

<sup>11</sup> Una prueba usada comúnmente en la literatura es la de Bai y Ng (2008), la cual se basa en el supuesto de que el número de variables y el número de observaciones de cada una de ellas es suficientemente grande. En el caso de la muestra usada en el ICF, no se cumple con este supuesto, por lo que no es utilizada aquí.

con distribución normal para obtener los valores propios estimados.<sup>12</sup> Con estos valores se busca confirmar, en primer lugar, una pendiente negativa y estable del *scree plot*, como argumentan Horn y Engstrom (1979); en segundo lugar se busca la construcción de intervalos de confianza. Como menciona Jolliffe (2002), la idea de este tipo de análisis es retener los componentes que se encuentren cerca del límite superior del percentil 95. En este caso, se puede observar en la gráfica 1 que el primer componente es el único que se encuentra dentro del intervalo y cercano al límite superior, por lo que este método apunta al uso del primer componente.

GRÁFICA 1. *Valores propios scree plot*



FUENTE: elaboración propia.

Considerando los pesos de cada una de las variables en el primer componente principal, es posible identificar aquellas cuyas variaciones son relevantes para la construcción del ICF.<sup>13</sup> En particular las variables que tienen mayor peso son aquellas asociadas a primas de riesgo, como los CDS soberano y de Pemex, el EMBI, los diferenciales de tasas de México respecto a los Estados Unidos, y variables que tienden a reflejar aversión al riesgo, como el VIX o la volatilidad de economías emergentes. Asimismo, variables asociadas al mercado cambiario y accionario tienen un peso importante. Por su parte, las variables asociadas al crédito del sector bancario, la solidez del

<sup>12</sup> Para este ejercicio se realizaron 1000 simulaciones, considerando un muestreo paramétrico al utilizar el método de percentil y asumir que los valores propios provienen de una matriz que está distribuida normal multivariada con los mismos valores observados.

<sup>13</sup> En el apéndice 4 se encuentran los pesos de cada variable.

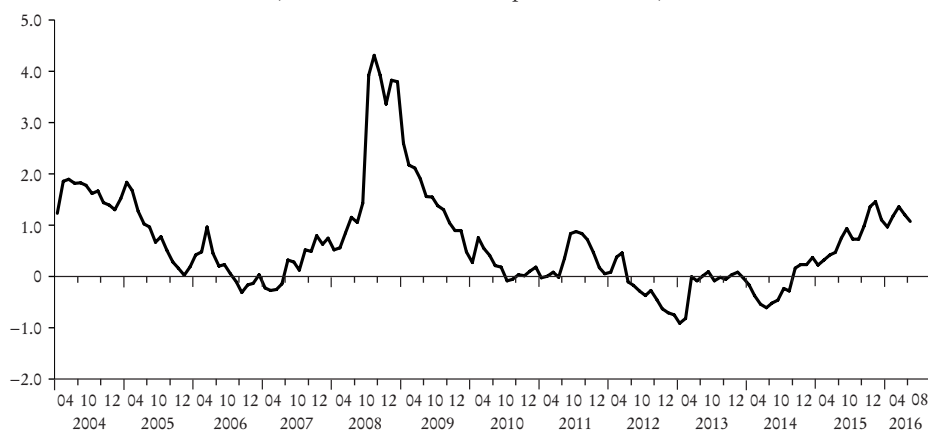
mismo medido por el índice de morosidad y las expectativas de inflación son las variables que menos peso tienen en el componente.

Finalmente, el indicador obtenido se normaliza para que el periodo de referencia, definido como el segundo trimestre de 2011, adquiera un valor de cero a la mitad de dicho trimestre, es decir, durante el mes de mayo de 2011. De esta manera, el ICF indica a cuántas desviaciones estándar están las condiciones financieras respecto al punto de referencia (en este caso, el segundo trimestre de 2011). Ese periodo de referencia fue elegido por ser un tiempo en el que la brecha de producto y la brecha de inflación en México se encontraban cercanas a cero. Además, el estrés financiero en los Estados Unidos era relativamente bajo en ese momento, como lo indican la mayoría de sus índices de condiciones financieras, los cuales presentaban valores cercanos a cero.

Así el ICF puede considerarse como una medida que permite analizar la evolución de las condiciones financieras a lo largo del tiempo, pues indica el estado general de las condiciones financieras relativo a un punto de referencia. La estimación de este índice de condiciones financieras en México se muestra en la gráfica 2, en donde se observan los movimientos más relevantes de los últimos años de este indicador. Una explicación más detallada de la evolución de este índice en el tiempo y los factores detrás de sus movimientos se presenta en la siguiente sección. Para tener una mayor intuición sobre los movimientos de este índice, también es relevante analizarlo en términos

GRÁFICA 2. Índice de condiciones financieras para México<sup>a</sup>

(Desviaciones estándar respecto a 2011-T2)



FUENTE: elaboración propia.

<sup>a</sup> Los valores del índice se encuentra en cuadro A5 del apéndice.



de los cambios mensuales, ya que de mes en mes una variable puede moverse significativamente y al siguiente mes estabilizarse sin que esto necesariamente deshaga el efecto acumulado, como se presentará más adelante.

Adicionalmente, y con el propósito de identificar las fuentes principales de los movimientos del indicador aquí presentado, se muestran los movimientos de distintos grupos de variables o subconjuntos al interior del índice. Dichos subconjuntos se calculan con base en la importancia relativa que se les asigna con el método de componentes principales. Este ejercicio permite tener una interpretación intuitiva del ICF, ya que se pueden definir los factores al alza o a la baja que afectan las condiciones financieras, lo que facilitaría la identificación del origen de un posible desbalance.

## VI. ICF Y EPISODIOS DE ASTRINGENCIA EN LAS CONDICIONES FINANCIERAS

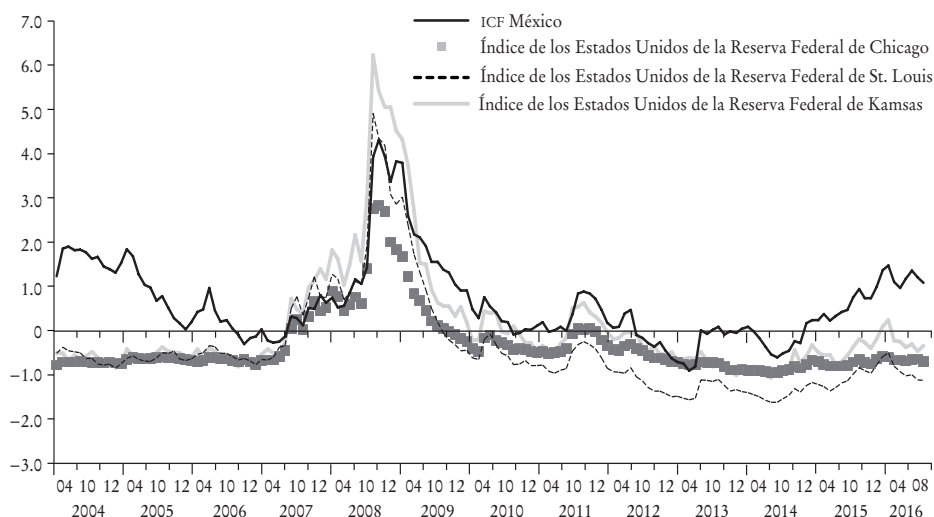
Al ser México una economía pequeña y abierta con una integración financiera global importante, es de esperarse que las condiciones financieras del país se vean afectadas tanto por factores domésticos como por factores externos. En particular, las condiciones financieras analizadas con el índice aquí presentado se centran en el análisis de primas de riesgo y los incrementos en volatilidad de variables financieras, particularmente el tipo de cambio, entre otros factores. De esta manera, el ICF para México capta diversos acontecimientos y acciones de política económica tanto internacionales como domésticos y se mueve de manera, relativamente parecida a algunas medidas de estrés financiero en los Estados Unidos, como se puede observar en la gráfica 3. De hecho, la relación que se observa entre el ICF para México y los correspondientes para los Estados Unidos es de esperarse, ya que diversas variables externas afectan de manera importante las condiciones financieras domésticas; todo lo anterior si consideramos que México y los Estados Unidos están fuertemente integrados económica y financieramente. Esto se observa a partir de los pesos de las variables en el índice, tales como las primas de riesgo, las tasas de interés de largo plazo y el mercado cambiario, que son las que tienen mayor peso en el índice.

### 1. *Episodio 2007-2009: crisis financiera global*

Como puede verse en la gráfica 3, las condiciones financieras en México, al igual que en los Estados Unidos, se vieron severamente afectadas a raíz de

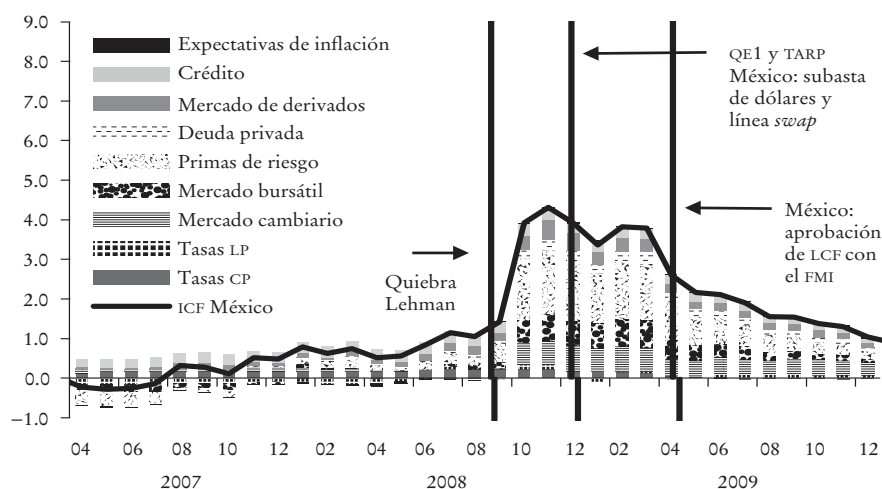
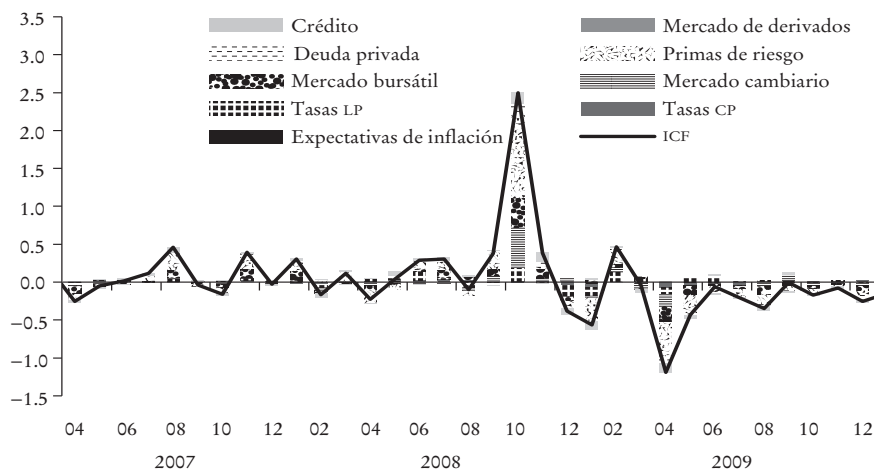
GRÁFICA 3. *Índice de condiciones financieras*

(Índices y desviaciones estándar respecto a 2011-T2)



FUENTE: elaboración propia basada en la Reserva Federal de San Luis, Reserva Federal de Kansas y Reserva Federal de Chicago.

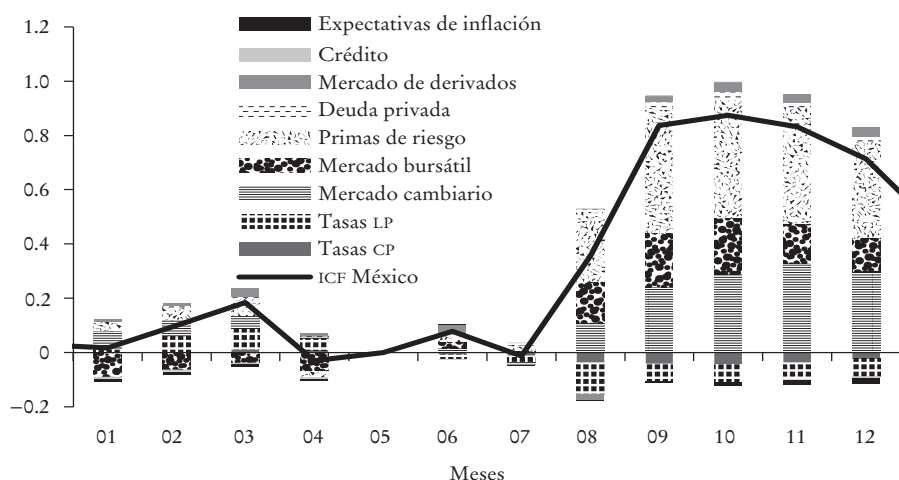
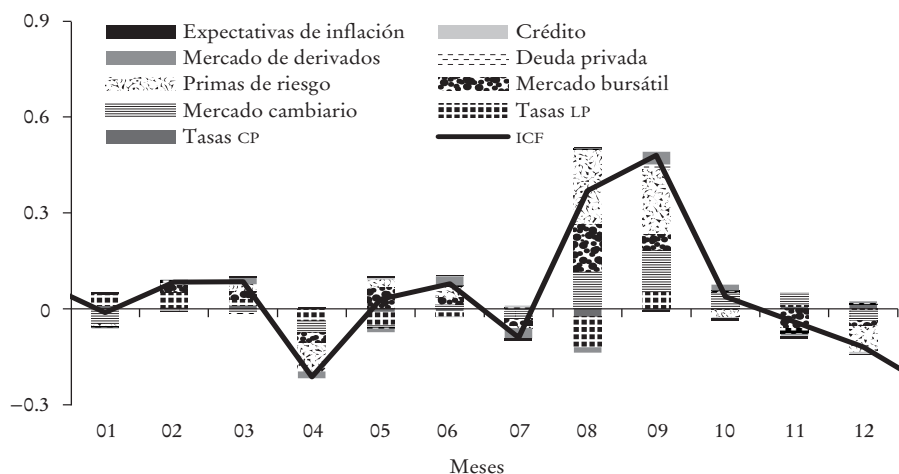
la crisis financiera global a finales de 2008. En la gráfica 4a se puede observar que durante el episodio de 2007 a 2009, periodo en el que se presentó la crisis financiera global, se observó un apretamiento en las condiciones financieras, el cual alcanzó su punto máximo en noviembre de 2008. En particular, durante este episodio el peso se depreció significativamente y la volatilidad del tipo de cambio se incrementó de manera importante, la bolsa de valores se contrajo abruptamente y las primas de riesgo aumentaron de un modo considerable. Posteriormente, y luego de que se observara una mejoría en las condiciones financieras internacionales, las condiciones financieras en México se relajaron de manera importante ante la perspectiva de que la crisis no pondría en riesgo sus compromisos financieros. A lo anterior contribuyó que las autoridades monetarias llevaran a cabo subastas de dólares en México para restablecer el funcionamiento ordenado del mercado cambiario, que se anunciara la línea *swap* con la Reserva Federal de los Estados Unidos y que se aprobara la línea de crédito flexible (LCF) con el Fondo Monetario Internacional (FMI). Este comportamiento se aprecia de manera más clara en los movimientos mensuales del índice en este periodo, como lo muestra la gráfica 4b.

GRÁFICA 4. *ICF, episodio 2007-2009*a) *Desviaciones estándar respecto a 2011-T2*b) *Variación mensual*

FUENTE: elaboración propia.

2. *Episodio 2011: crisis en Europa*

Durante los siguientes dos años, luego de las medidas aplicadas por las autoridades en 2009 y 2010, las condiciones financieras se fueron relajando paulatinamente, hasta que se presentó otro episodio de estrés financiero

GRÁFICA 5. *ICF, episodio 2011*a) *Desviaciones estándar respecto a 2011-T2*b) *Variación mensual*

FUENTE: elaboración propia.

asociado principalmente con lo ocurrido a principios de la segunda mitad de 2011 frente a la crisis de deuda soberana en Europa.

Así, de julio a agosto de 2011, se presentó un aumento en el ICF que reflejó condiciones financieras más restrictivas. Este comportamiento fue una combinación de varios factores, como se observa en las gráficas 5a y 5b. Por

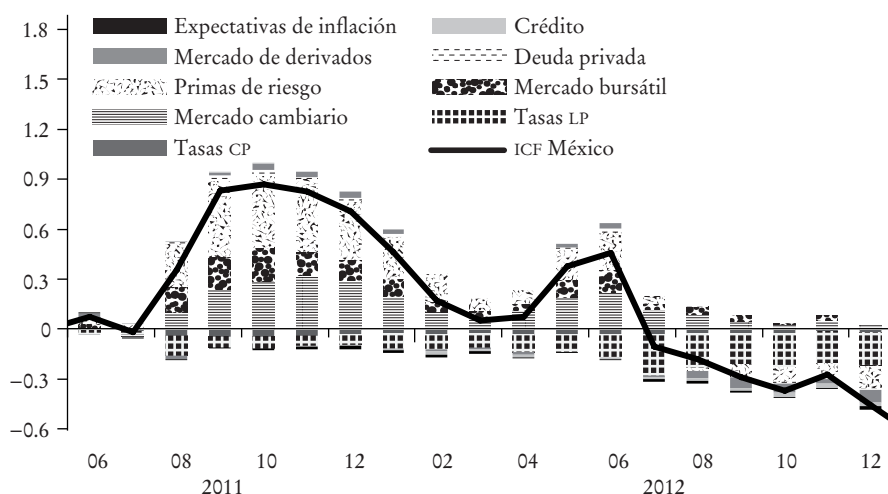
un lado, la elevada incertidumbre en los mercados financieros internacionales se vio reflejada en un incremento en las primas de riesgo. De esta manera, el subcomponente de primas de riesgo aumentó considerablemente de julio a agosto de 2011, con lo que captó los incrementos observados en variables como CDS, VIX, CEMBI, entre otras; asimismo, en este episodio, el tipo de cambio nominal experimentó una fuerte depreciación y alta volatilidad, lo cual también generó un apretamiento en el índice. Por otro lado, una de las principales reacciones en los mercados financieros globales ante las malas noticias en la zona del euro fueron las caídas en las bolsas de valores en este mismo episodio, comportamiento que está generalmente asociado con condiciones financieras más astringentes. Así, en México se observaron caídas en indicadores bursátiles, los cuales registran información financiera doméstica y global. En contraste, y como reflejo del deterioro de las perspectivas de crecimiento global, las tasas de largo plazo disminuyeron en este episodio, lo cual contribuyó a que el índice en México se relajara.

### *3. Episodio 2012: acciones de las autoridades europeas*

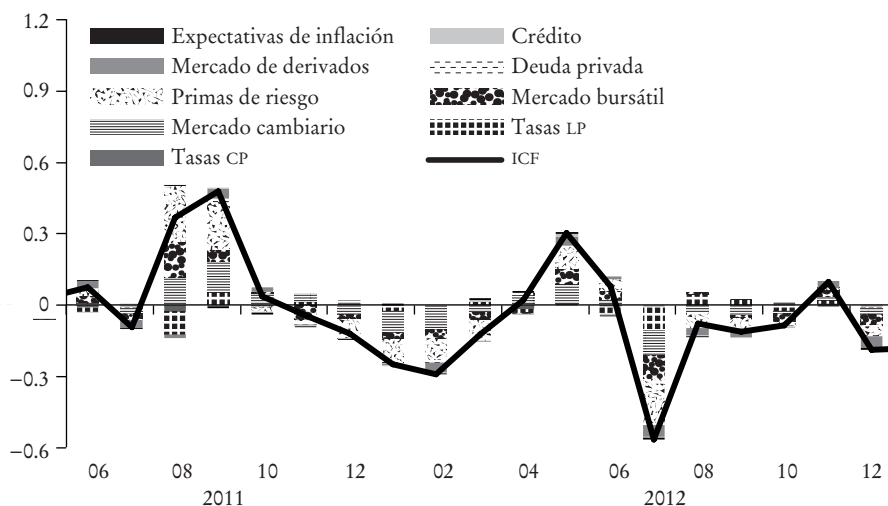
Otro episodio de importancia en el desempeño relativamente reciente de las condiciones financieras en México es precisamente el primer trimestre de 2012, durante el cual las condiciones financieras globales se relajaron, lo que tuvo un impacto a su vez sobre las condiciones en México, como se aprecia en las gráficas 6a y 6b. Esto fue resultado, en gran medida, de las acciones de las autoridades europeas, quienes señalaron que el BCE haría cualquier cosa que fuera necesaria para preservar el euro, lo que restauró la confianza en los mercados y, por ende, redujo la posibilidad de que ocurriera una crisis financiera en Europa. Estas medidas permitieron que disminuyeran sustancialmente las primas de riesgo y la volatilidad cambiaria. De igual manera, los mercados accionarios a nivel global se estabilizaron, lo cual se vio reflejado en el componente de mercado bursátil, cuya contribución en el apretamiento de las condiciones financieras fue menor respecto a los meses previos. Adicionalmente, se registró en ese episodio un aplanamiento de la curva de rendimientos, congruente con la mejoría en la percepción relativa de riesgo de la economía mexicana. Así, las tasas de largo plazo continuaron con su tendencia a la baja; esto contribuyó al relajamiento de las condiciones financieras. Por su parte, la astringencia financiera en México registró un ligero incremento vía las tasas de interés de corto plazo, las

## GRÁFICA 6. ICF, episodio 2012

## a) Desviaciones estándar respecto a 2011-T2



## b) Variación mensual



FUENTE: elaboración propia.

cuales, a pesar de mantenerse en niveles bajos (menores a 4.5%), se habían incrementado de los niveles mínimos observados con anterioridad después de que el mercado prácticamente eliminara la posibilidad de un recorte a la tasa de política monetaria en México en este periodo.

#### *4. Episodio 2013: cambios en el mensaje de la política monetaria en los Estados Unidos*

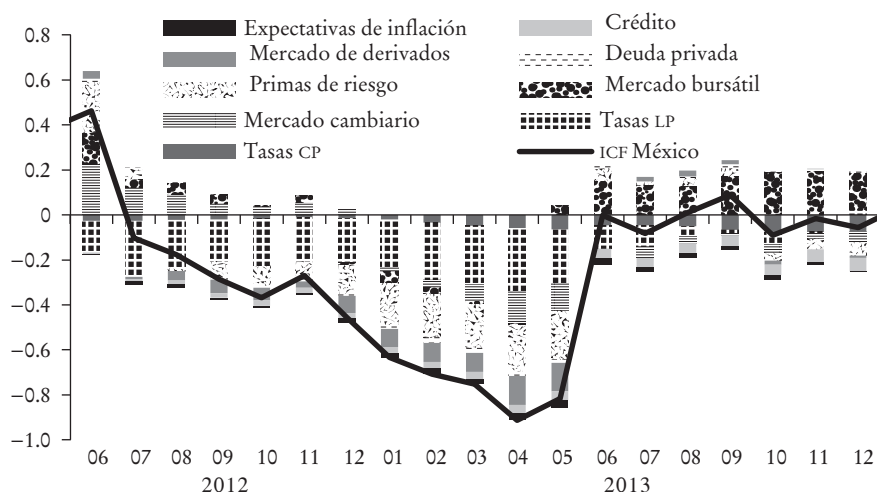
El episodio correspondiente a 2013 también ha presentado ajustes importantes en el estrés financiero, los cuales se asocian principalmente a cambios en el mensaje de la política monetaria por parte de la Reserva Federal, así como a ajustes en la tasa de referencia por parte del Banco de México, como se observa en las gráficas 7a y 7b.

En diciembre de 2012 la Reserva Federal anunció que mantendría su programa de compra de activos hasta que la tasa de desempleo disminuyera a 6.5%, en un esfuerzo por dar más certidumbre a los mercados respecto a la permanencia del estímulo monetario en los Estados Unidos. Este evento relajó las condiciones financieras en los mercados internacionales, lo cual se vio reflejado en los mercados financieros de México. El mayor apetito por riesgo, consecuencia del anuncio de la Reserva Federal, aunado a cambios en la postura monetaria relativa de países avanzados y emergentes, se tradujo en un mayor flujo de capitales para economías emergentes que impulsó los índices bursátiles, redujo las tasas de interés de largo plazo en esos países y propició la apreciación de las monedas de dichas economías. Como se puede observar en las mismas gráficas, los indicadores bursátiles, las tasas de interés de largo plazo y el desempeño del mercado cambiario contribuyeron al relajamiento de las condiciones financieras en México en la primera parte del año. Asimismo, las primas de riesgo también contribuyeron al relajamiento de las condiciones financieras, esto como reflejo de la relativa estabilidad en los mercados financieros internacionales y la mayor liquidez en los mercados. Adicionalmente, en marzo de 2013 el Banco de México decidió recortar la tasa de referencia de 4.50 a 4.00%; esto contribuyó a relajar las condiciones financieras en México. Como se puede observar en los meses previos a la disminución de la tasa de referencia, las tasas de corto plazo casi no contribuían al relajamiento de las condiciones financieras; esto probablemente reflejaba la postura monetaria relativa menos acomodaticia de México frente a otros países en un entorno de abundante liquidez global.

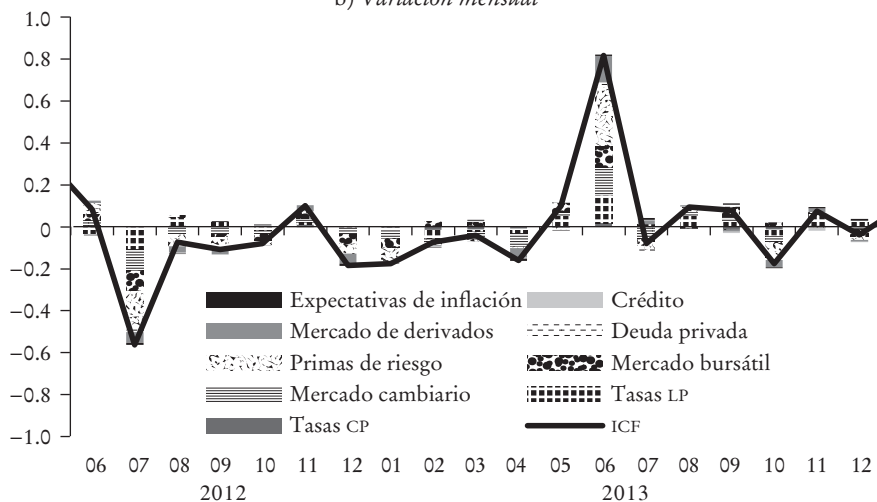
No obstante lo anterior, y en respuesta a las declaraciones del presidente de la Reserva Federal, quien anticipó que se comenzaba a considerar un menor ritmo de compras de activos por parte de la autoridad monetaria en los Estados Unidos, las condiciones financieras a partir de mayo de 2013 comenzaron a apretarse; esto en respuesta principalmente a incrementos en

## GRÁFICA 7. ICF, episodio 2013

a) Desviaciones estándar respecto a 2011-T2



b) Variación mensual



FUENTE: elaboración propia.

las primas de riesgo, aunadas a una mayor volatilidad cambiaria y al comportamiento de los índices bursátiles que, como ya se ha mencionado, captan movimientos bursátiles globales y que nuevamente mostraron caídas así como elevada volatilidad. Adicionalmente, las tasas de interés de largo plazo que habían ayudado a relajar las condiciones financieras en los últi-



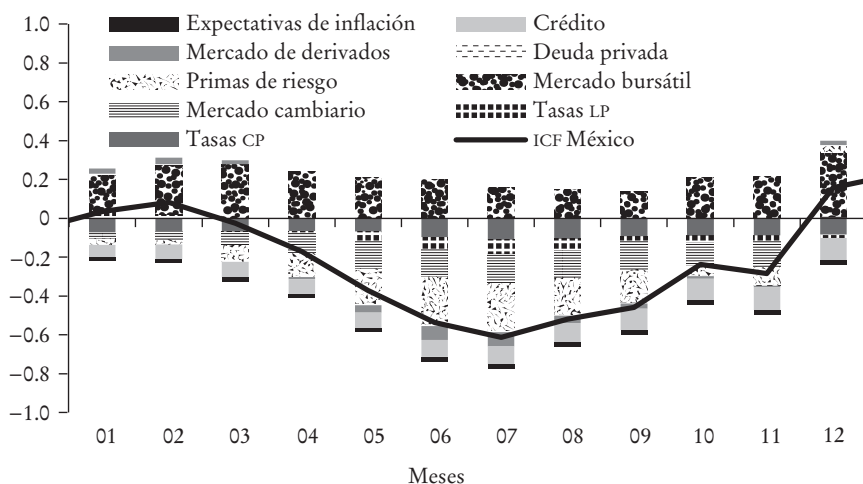
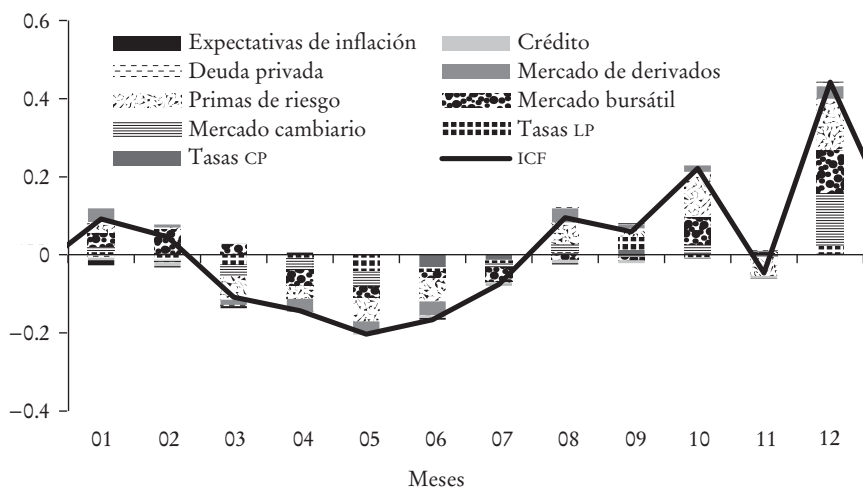
mos años contribuyen en menor medida al relajamiento, debido al reciente repunte que se ha observado en ellas.

### *5. Episodio 2014: disminución en la tasa de política monetaria de México*

Luego de que en 2013 las condiciones financieras se volvieran más astringentes, principalmente a raíz del posible inicio de la normalización de la política monetaria en los Estados Unidos, la Reserva Federal reforzó el mensaje de que dicha normalización sería gradual, ante un desempeño de la economía, el cual resultó más débil del previsto durante el primer trimestre del año. En este sentido también aclaró que el tamaño de su hoja de balance no disminuiría a corto plazo y que sólo después de comenzar a incrementar la tasa de referencia podrían considerar alguna medida al respecto. Así, los mercados financieros se fueron tranquilizando y las condiciones financieras fueron relajándose. En particular, se observaron disminuciones en las tasas de interés de mayor plazo y apreciaciones cambiarias. A esto contribuyó de manera importante la disminución de la tasa de interés de referencia en junio del 2014. Esto permitió que las condiciones financieras se relajaran aún más, como se observa en la gráfica 8, y que prácticamente se mantuvieran constantes sin grandes cambios hasta septiembre de ese año, cuando se empezó a observar un deterioro en el mercado bursátil y un aumento de las primas de riesgo, producto del término del programa de compra de activos de la Reserva Federal para apoyar el apretamiento de las condiciones financieras al cierre de año.

### *6. Episodio 2015-2016: incertidumbre sobre el proceso de normalización de la política monetaria en los Estados Unidos y deterioro de las perspectivas las perspectivas de crecimiento global*

Durante 2015 y 2016 los mercados financieros internacionales experimentaron algunos episodios de volatilidad relacionados con una renovada incertidumbre en torno al inicio de la normalización de la política monetaria por parte de la Reserva Federal. Adicionalmente, el descenso de los precios del petróleo que se registró durante ese periodo, que había comenzado en noviembre de 2014, siguió afectando a los mercados financieros internacionales, en particular a los países exportadores de dicho producto. En el caso de México, la caída de los precios del crudo generó preocupaciones sobre la solidez de las finanzas públicas en un contexto en el que en los años previos

GRÁFICA 8. *ICF, episodio 2014*a) *Desviaciones estándar respecto a 2011-T2*b) *Variación mensual*

FUENTE: elaboración propia.

la deuda pública estaba mostrando una tendencia al alza. Lo anterior se reflejó en un incremento en las primas de riesgo del país y en algunas otras variables financieras como una elevada depreciación y volatilidad del tipo de cambio. Aunado a lo anterior, hacia el mes de agosto de 2015, tras la decisión del Banco Central de China de devaluar su moneda, y ante el cambio

en el esquema de crecimiento que había seguido ese país, se incrementaron las preocupaciones por el crecimiento global, lo que se tradujo también en volatilidad de los mercados financieros. En este contexto, durante 2015 y buena parte de 2016 se registraron incrementos en los niveles de aversión al riesgo, que se tradujeron en salidas de flujos de capital de economías emergentes, depreciaciones frente al dólar de monedas de países emergentes y algunas desarrolladas y aumentos de las primas de riesgo. En concordancia con estos eventos el ICF para México mostró un apretamiento de las condiciones a lo largo de este periodo, sobre todo hacia el final de 2015 y principios de 2016 (véanse las gráficas 9a y 9b).

El análisis anterior de los episodios de estrés financiero, o bien de lasitud financiera, muestra que este indicador es una herramienta que permite identificar cómo se encuentran las condiciones financieras en México y los factores que influyen al alza o a la baja sobre el estado general de astringencia de dichas condiciones. Este indicador constituye una herramienta oportuna y congruente con la coyuntura económica global y doméstica, lo cual permite enriquecer el estudio de la interrelación entre las condiciones financieras y la economía real.

## VII. CONDICIONES FINANCIERAS Y ACTIVIDAD ECONÓMICA

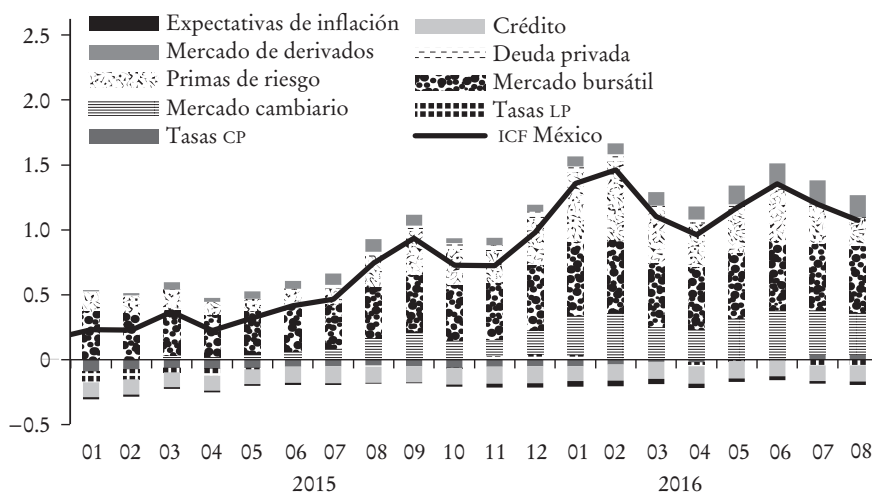
Como ya se mencionó, una parte de la literatura ha establecido una relación entre las condiciones financieras y el crecimiento económico. Ésta es una de las principales razones por las que el uso de los índices de condiciones financieras ha tomado importancia, sobre todo a la luz de lo que ha pasado en la economía global desde la crisis financiera de 2008-2009.

El cambio en las tasas de interés de política representa sólo una dimensión de la evolución de las condiciones económicas generales en la economía. Otras variables financieras, como la evolución del crédito, los precios de los activos, el tipo de cambio, etc., también tienen un impacto sobre la actividad económica. La ventaja de los índices de condiciones financieras es que al incorporar más información captan factores financieros distintos a los movimientos de la tasa de interés que afectan a la economía. Los mismos movimientos de las tasas de interés de política afectan dichas variables que forman parte importante del mecanismo de transmisión de la política monetaria.

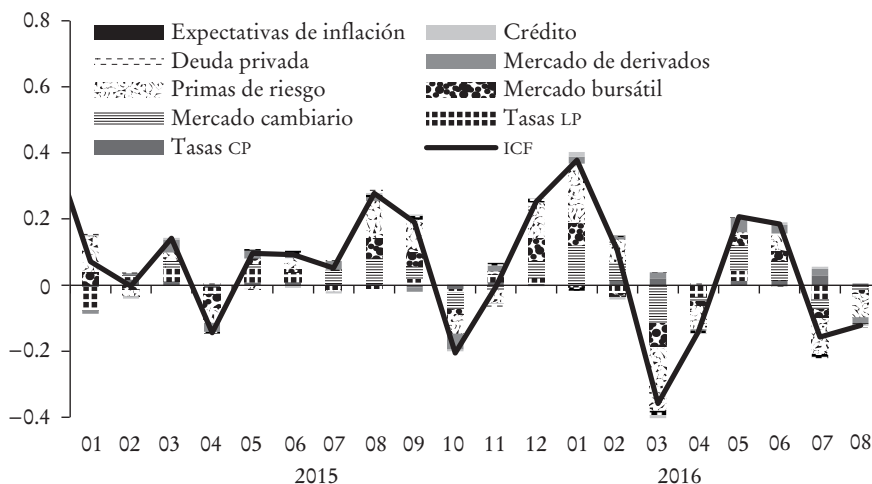
El ICF engloba movimientos cuando se presenta un episodio de estrés financiero caracterizado por momentos en que los mercados financieros

## GRÁFICA 9. ICF, episodio 2015

## a) Desviaciones estándar respecto a 2011-T2



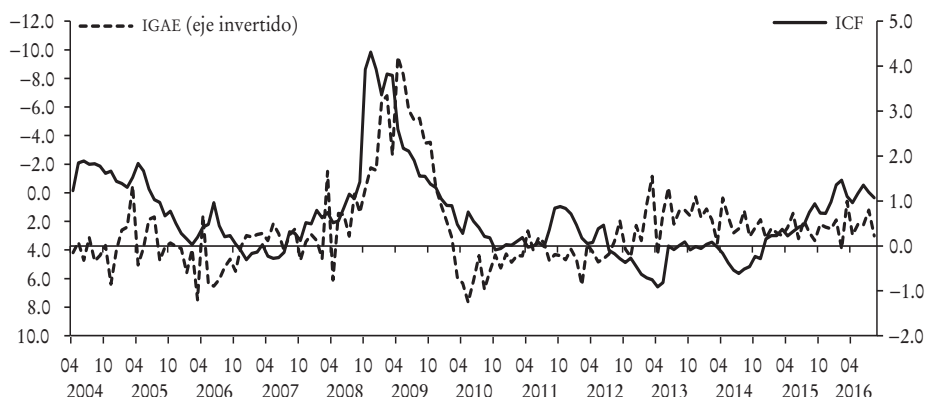
## b) Variación mensual



FUENTE: elaboración propia.

enfrentan condiciones de mayor astringencia. Esto, a su vez, se asocia con el estado actual y futuro de la economía. De esta manera, es de esperarse que el ICF esté negativamente relacionado con actividad económica, como se observa en la gráfica 10, en donde se presenta la tasa de crecimiento del indicador global de actividad económica (IGAE) invertido y el ICF.

GRÁFICA 10. ICF y actividad económica



FUENTE: elaboración propia con base el INEGI.

Tomando una perspectiva estática desde marzo de 2004 hasta agosto de 2016, el coeficiente de correlación entre la tasa de crecimiento del IGAE y el ICF es de  $-0.5$ .<sup>14</sup> Sin embargo, con el propósito de identificar cómo podría relacionarse este indicador con otras variables económicas de manera dinámica y cómo puede funcionar como un indicador adelantado de la actividad económica, calculamos las correlaciones dinámicas de diversas variables macroeconómicas. En primer lugar, si se obtienen las correlaciones dinámicas del ICF y la tasa de crecimiento del IGAE, se observa que el ICF rezagado tres meses registra una correlación de  $-0.53$  con la tasa de crecimiento del IGAE (correlación de  $-0.50$  y  $-0.52$  entre el ICF rezagado también tres meses, con la tasa de crecimiento del IGAE del sector secundario y terciario, respectivamente). En el caso de la inflación anual y el ICF, se obtuvo una correlación de  $0.53$  cuando el segundo tiene un rezago de dos meses.

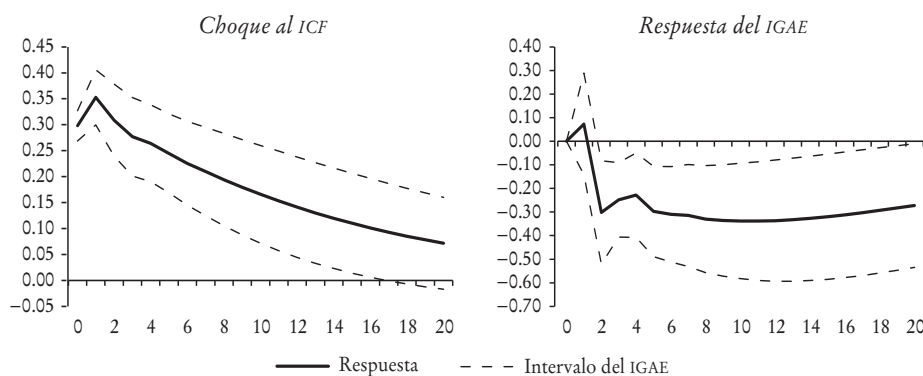
Adicionalmente se calcularon dichas correlaciones dinámicas entre el ICF promedio trimestral y otras variables macroeconómicas con dicha frecuencia. En el caso de la tasa de crecimiento del PIB y el ICF, se registra una correlación de  $-0.60$  cuando el segundo se rezaga un trimestre, mientras que la tasa de crecimiento del consumo y el ICF obtienen una correlación de  $-0.57$  cuando éste se rezaga el mismo periodo. La tasa de crecimiento de la inversión y el ICF presentan una correlación de  $-0.48$  cuando el ICF tiene un

<sup>14</sup> Cuando se realiza una regresión para el mismo periodo en la cual el IGAE es la variable dependiente y en la cual el ICF y el rezago el IGAE son las independientes, y el efecto de la crisis se controla con una variable dicotómica, esta correlación resulta significativa, si bien es menor.

rezago de dos trimestres.<sup>15</sup> En los cuadros A6 y A7 del apéndice se presentan las correlaciones.

No obstante lo anterior, es importante señalar que estos coeficientes no representan necesariamente causalidad. Si bien el propósito de este artículo es solamente presentar la construcción de un índice de condiciones financieras para México, se hacen algunas pruebas con la intención de mostrar alguna evidencia de la relación entre éstas y la actividad económica. En primer lugar, para verificar lo anterior se realizan algunas pruebas de causalidad de Granger y se encuentra reciprocidad entre el ICF y la actividad económica, resultado que no permite confirmar causalidad de una variable hacia la otra, es decir que son variables endógenas.<sup>16</sup> De este modo, para complementar este análisis, se estimaron algunos ejercicios utilizando la metodología de vectores autoregresivos (VAR). En particular se estima un modelo bivariado en el que se incluye la variación anual del IGAE y el ICF para México; se incluyen ambas variables como endógenas. Para la elección del número de rezagos se utilizó el criterio de información de Akaike que sugiere la inclusión de tres rezagos. En la gráfica 11 se presentan las funciones impulso-respuesta, en las que se puede observar la respuesta de ambas

GRÁFICA 11. *Modelo VAR*



FUENTE: elaboración propia.

<sup>15</sup> Las variables del IGAE, el PIB, el consumo y la inversión tienen ajuste estacional; además, se utilizan cifras a precios constantes. Asimismo, se realizaron varias transformaciones a las variables de la actividad económica. Se generaron las correlaciones dinámicas para las variables en niveles, para sus variaciones mensuales o trimestrales, según fuera el caso, y sus variaciones anuales. En todos los casos, la mayor correlación se apreció cuando se calculaban las variaciones anuales.

<sup>16</sup> Véase el apéndice. Esto sugiere que es necesario analizar con mayor detalle la relación entre la actividad económica y las condiciones financieras. La agenda de investigación futura está encaminada a ahondar en este tema utilizando modelos VAR, SVAR, entre otros.

variables ante un choque de una desviación estándar para el ICF; las respuestas se presentan con bandas de confianza de 90%.

Como se puede observar, ante un choque positivo del ICF, es decir, un apretamiento de las condiciones financieras, la actividad económica cae tres meses después del choque. En el apéndice se presentan las mismas gráficas, pero usando un número de rezagos distinto desde 1 hasta 6. En cada uno de estos ejercicios se puede observar la respuesta negativa del IGAE ante un choque positivo en el ICF, es decir que este ejercicio es robusto al cambio en el número de rezagos.

### CONCLUSIONES

La crisis financiera de 2008-2009 hizo evidente la interconexión de los mercados financieros a nivel global, así como el gran impacto de un desbalance financiero sobre la economía real. En este contexto era clara la necesidad de monitorear el comportamiento de indicadores financieros por parte de los hacedores de política. En el presente documento se propuso un índice de condiciones financieras para México con dicho propósito. El ICF es construido usando datos correspondientes a 30 variables del mercado bursátil, crediticio, cambiario, de bonos, de dinero, primas de riesgo, de derivados y expectativas de inflación. La elección de estas variables se basó en la literatura teórica y en ejercicios similares para otros países; de igual forma, se partió de la premisa de que las imperfecciones del mercado hacen necesario un análisis más completo e integral de los indicadores de las condiciones financieras.

El método de componentes principales fue elegido para la construcción del índice porque la asignación de ponderadores de cada variable en los componentes toma en cuenta la importancia sistémica de cada indicador. Así, la importancia relativa de cada variable fue consistente con su importancia histórica en los movimientos conjuntos del sistema financiero. De esta manera, el ICF propuesto para México funcionó como herramienta para monitorear la evolución del estrés financiero y detectar las fuentes de origen de desbalances financieros potenciales. Dicho indicador probó ser congruente con la coyuntura doméstica e internacional en los episodios de relativo estrés o lasitud analizados. Por ello el ICF facilitó el análisis del estado general de las condiciones financieras al abarcar los movimientos conjuntos de las 30 variables seleccionadas. Partiendo de la idea de que las

condiciones financieras podrían anticipar cambios en la actividad económica, el ICF para México podría ser considerado como un indicador adelantado de la actividad económica, por lo que investigación futura en este sentido será de gran relevancia.

## APÉNDICE

CUADRO A1. *Algunos índices de condiciones financieras conocidos*

<i>Institución</i>	<i>Método</i>	<i>Variables</i>
Banco de Canadá	Suma ponderada Componentes principales	Tasa de interés de corto y largo plazo, índice de precios de vivienda, <i>spread</i> de bonos corporativos (prima de riesgo), percepción de condiciones crediticias, indicador de mercado bursátil y tipo de cambio real
Bloomberg	Suma ponderada de tres índices	Indicadores de mercado de dinero, mercado de bonos y mercado bursátil
Citi	Suma ponderada de seis variables	Diferenciales corporativos, oferta de dinero, renta variable, tasas hipotecarias, tipo de cambio efectivo y precios de energía
Banco Alemán	Componentes principales extraídos de siete variables financieras principales	Tipo de cambio e indicadores de bonos, acciones y mercado de vivienda, entre otros
Goldman Sachs	Suma ponderada	Rendimientos de bonos a corto plazo, rendimientos corporativos a largo plazo, tipo de cambio y variable de mercado bursátil
Reserva Federal de Kansas	Componentes principales extraídos de 11 variables financieras principales	Las variables se dividen en dos categorías: diferenciales en rendimientos y comportamiento de precios de activos
Reserva Federal de St. Louis	Componentes principales extraídos de 18 variables financieras principales	Las variables se dividen en tres categorías: diferenciales en rendimientos, tasas de interés y otros (este último incluye indicadores de volatilidad, inflación <i>breakeven</i> , entre otros)
Reserva Federal de Chicago	Se calcula a partir de 100 variables financieras. El método combina elementos del trabajo de varios autores con modelos dinámicos de factores	Las variables se dividen en tres categorías: indicadores del mercado de dinero, de deuda y capital y del sistema bancario
OCDE	Suma ponderada de seis variables financieras	



CUADRO A2. Estadística descriptiva de las variables

	Media	Mediana	Desviación estándar	Máximo	Mínimo	Máximo <sup>a</sup>	Mínimo <sup>a</sup>
Tasa a un día	-0.02	0.00	0.20	0.55	-0.83	2.85	-4.09
Tasa a dos años	-0.02	-0.01	0.24	1.18	-0.96	4.90	-3.85
Tasa a 10 años	-0.02	-0.02	0.31	1.00	-1.01	3.27	-3.20
Tasa a 20 años	-0.02	-0.03	0.34	1.02	-0.92	3.11	-2.71
Pendiente de la curva de rendimientos	0.00	-0.01	0.31	0.95	-1.25	3.02	-3.99
Volatilidad de la tasa a 10 años	0.00	-0.01	1.43	7.77	-5.30	5.43	-3.71
Tipo de cambio nominal	0.05	0.01	0.34	1.99	-1.23	5.73	-3.77
Volatilidad implícita del peso mexicano	0.02	-0.16	3.65	38.09	-6.61	10.42	-1.81
<i>Bid-Ask Spread</i> del peso mexicano	0.00	0.00	0.04	0.22	-0.21	5.62	-5.32
Tipo de cambio de socios comerciales	0.38	0.24	2.28	13.00	-7.17	5.54	-3.31
Índice de precios y cotizaciones (IPC)	1.15	1.95	4.56	14.00	-19.27	2.82	-4.48
Capitalización de mercado	0.73	1.22	5.82	21.65	-29.40	3.60	-5.18
Volatilidad del IPC	-0.01	-0.22	3.25	24.26	-10.97	7.46	-3.37
Diferencial de la tasa a 10 años con los Estados Unidos	0.00	0.00	0.26	0.64	-0.80	2.45	-3.06
CDS de cinco años para México	0.40	-1.63	25.53	196.53	-120.05	7.68	-4.72
VIX	-0.01	-0.35	4.32	30.94	-10.23	7.16	-2.36
MOVE	-0.15	-1.04	13.60	71.53	-59.00	5.27	-4.33
CDS de cinco años de Pemex	1.81	-1.10	29.18	199.81	-123.45	6.79	-4.29
Volatilidad implícita del tipo de cambio para países emergentes	0.03	-0.28	1.87	14.73	-4.43	7.86	-2.39
EMBI	0.18	-2.65	36.55	276.32	-93.87	7.55	-2.57
Diferencial de la tasa de valores privados	0.00	0.00	0.31	0.85	-1.14	2.77	-3.68
CEMBI/México	-0.01	0.00	0.55	4.36	-2.20	7.97	-3.98
Posición neta de los futuros del peso	-16.74	-83.43	1147.70	2970.13	-3782.50	2.60	-3.28
Puntos <i>forward</i> del peso a seis meses	-0.58	-15.42	263.42	1589.62	-1038.77	6.04	-3.94
<i>Swap</i> de la tasa a cinco años	-0.02	-0.04	0.29	1.02	-1.09	3.63	-3.74
Tasa implícita	0.01	0.04	0.64	1.70	-1.82	2.67	-2.87
Crédito total	0.98	0.87	1.10	4.08	-2.67	2.83	-3.32
Diferencial TIE-CETE	0.00	0.01	0.10	0.46	-0.43	4.58	-4.24
Índice de morosidad	0.01	0.02	0.20	0.58	-0.79	2.77	-3.92

<sup>a</sup> Se refiere al máximo y mínimo de las variables transformadas, cuya media es 0 y cuya varianza es 1.

CUADRO A3. *Pruebas de raíz unitaria*<sup>a</sup>

<i>Variables</i>	<i>Prueba de Dickey-Fuller aumentada</i>	<i>Prueba de Phillips-Perron</i>	<i>Variable</i>	<i>Prueba de Dickey-Fuller Aumentada</i>	<i>Prueba de Phillips-Perron</i>
Tasa de interés a un día	-5.48 (0.00)	-6.05 (0.00)	VIX	-9.97 (0.00)	-10.27 (0.00)
Tasa de interés a dos años	-8.53 (0.00)	-8.55 (0.00)	MOVE	-12.59 (0.00)	-12.88 (0.00)
Tasa de interés a 10 años	-10.10 (0.00)	-10.17 (0.00)	CDS de Pemex de cinco años	-10.38 (0.00)	-10.39 (0.00)
Tasas de interés a 20 años	-10.42 (0.00)	-10.22 (0.00)	Volatilidad implícita del tipo de cambio de países emergentes	-9.38 (0.00)	-9.25 (0.00)
Pendiente de la curva de rendimientos	-9.13 (0.00)	-9.21 (0.00)	EMBI	-8.23 (0.00)	-8.23 (0.00)
Diferencial de la tasa de 10 años de México y los Estados Unidos	-10.99 (0.00)	-25.23 (0.00)	Diferencial de la tasa de valores privados	-17.83 (0.00)	-19.01 (0.00)
Tipo de cambio (FIX)	-8.27 (0.00)	-8.11 (0.00)	CEMBI México	-4.45 (0.00)	-10.30 (0.00)
Volatilidad de la tasa de 10 años	-11.91 (0.00)	-12.81 (0.00)	Posición neta de los futuros para el peso	-11.32 (0.00)	-11.40 (0.00)
<i>Bid-Ask Spread</i> del peso	-8.41 (0.00)	-13.74 (0.00)	Tipo de cambio de los socios comerciales	-7.88 (0.00)	-7.97 (0.00)
Tipo de cambio de los socios comerciales	-9.58 (0.00)	-9.48 (0.00)	<i>Swap</i> de la tasa de cinco años	-9.86 (0.00)	-9.77 (0.00)
IPC	-9.58 (0.00)	-9.76 (0.00)	Crédito total	-2.54 (0.109)	-7.73 (0.00)
Capitalización de mercado	-9.30 (0.00)	-9.40 (0.00)	Diferencial TIE-Cete	-11.11 (0.00)	-21.55 (0.00)
Volatilidad IPC	-9.01 (0.00)	-8.72 (0.00)	Morosidad	-7.59 (0.00)	-7.84 (0.00)
Volatilidad implícita en las opciones de tipo de cambio	-11.94 (0.00)	-11.95 (0.00)	Expectativa de inflación a 12 meses	-10.17 (0.00)	-10.04 (0.00)

FUENTE: elaboración propia.

<sup>a</sup> Para ambas pruebas la hipótesis nula es que la variable tiene raíz unitaria. El cuadro muestra el valor del estadístico de cada prueba y, entre paréntesis, el valor *p*.

CUADRO A4. *Estimación de componentes principales*

(Vector propio del primer componente. Peso por variable)<sup>a</sup>

Tasas CP	Tasa a un día	0.055
	Tasa a dos años	0.123
Tasas LP	Tasa a 10 años	0.191
	Tasa a 20 años	0.201
	Pendiente curva de rendimientos	0.106
	Volatilidad del bono a 10 años	0.085
Mercado cambiario	Tipo de cambio nominal	0.244
	Volatilidad implícita del tipo de cambio para México	0.205
	<i>Bid-Ask Spread</i> del peso mexicano	0.107
	Tipo de cambio de socios comerciales	0.220
Mercado bursátil	Índice de precios y cotizaciones	-0.245
	Capitalización de mercado	-0.269
	IPC	0.193
Primas de riesgo	Diferencial con los Estados Unidos del bono a 10 años	0.250
	CDS de cinco años para México	0.268
	VIX	0.243
	MOVE	0.155
	CDS de cinco años para Pemex	0.254
	Volatilidad implícita del tipo de cambio para países emergentes	0.243
	EMBI	0.257
Deuda privada	Diferencial de la tasa de interés de valores privados	-0.001
	CEMBI-México	0.195
Mercado de derivados	Posición neta de los futuros del peso	-0.189
	Puntos <i>forward</i> del peso a seis meses	0.178
	<i>Swap</i> de la tasa a cinco años	0.172
Mercado de crédito	Tasa implícita total	-0.018
	Crédito total	0.080
	Diferencial TIE-CETE	0.007
	Índice de morosidad	0.042
Expectativa de inflación	Expectativas de inflación promedio para los siguiente 12 meses	0.071

FUENTE: elaboración propia.

<sup>a</sup> Se refiere al peso (carga) sin normalizar que cada variable tiene en el primer componente.

*CUADRO A5. Índice de condiciones financieras*

(Desviaciones estándar respecto a 2011-T2)

<i>Fecha</i>	<i>ICF México</i>	<i>Fecha</i>	<i>ICF México</i>	<i>Fecha</i>	<i>ICF México</i>
2004		Mayo	0.599	Julio	-0.134
Abril	1.308	Junio	0.876	Agosto	-0.210
Mayo	1.909	Julio	1.192	Septiembre	-0.320
Junio	1.945	Agosto	1.084	Octubre	-0.406
Julio	1.877	Septiembre	1.441	Noviembre	-0.308
Agosto	1.886	Octubre	3.827	Diciembre	-0.488
Septiembre	1.833	Noviembre	4.197	2013	
Octubre	1.682	Diciembre	3.840	Enero	-0.661
Noviembre	1.729	2009		Febrero	-0.735
Diciembre	1.516	Enero	3.272	Marzo	-0.777
2005		Febrero	3.733	Abril	-0.931
Enero	1.470	Marzo	3.689	Mayo	-0.841
Febrero	1.385	Abril	2.545	Junio	-0.062
Marzo	1.612	Mayo	2.125	Julio	-0.137
Abril	1.910	Junio	2.067	Agosto	-0.054
Mayo	1.713	Julio	1.876	Septiembre	0.020
Junio	1.355	Agosto	1.537	Octubre	-0.154
Julio	1.128	Septiembre	1.529	Noviembre	-0.084
Agosto	1.074	Octubre	1.365	Diciembre	-0.128
Septiembre	0.788	Noviembre	1.299	2014	
Octubre	0.887	Diciembre	1.053	Enero	-0.045
Noviembre	0.625	2010		Febrero	0.000
Diciembre	0.407	Enero	0.906	Marzo	-0.107
2006		Febrero	0.904	Abril	-0.246
Enero	0.284	Marzo	0.501	Mayo	-0.440
Febrero	0.154	Abril	0.303	Junio	-0.605
Marzo	0.313	Mayo	0.763	Julio	-0.675
Abril	0.536	Junio	0.560	Agosto	-0.584
Mayo	0.581	Julio	0.421	Septiembre	-0.529
Junio	1.038	Agosto	0.232	Octubre	-0.316
Julio	0.550	Septiembre	0.198	Noviembre	-0.363
Agosto	0.317	Octubre	-0.064	Diciembre	0.061
Septiembre	0.340	Noviembre	-0.035	2015	
Octubre	0.159	Diciembre	0.047	Enero	0.137
Noviembre	0.006	2011		Febrero	0.128
Diciembre	-0.185	Enero	0.033	Marzo	0.258
2007		Febrero	0.108	Abril	0.117
Enero	-0.057	Marzo	0.184	Mayo	0.208
Febrero	-0.026	Abril	-0.024	Junio	0.296
Marzo	0.129	Mayo	0.000	Julio	0.343
Abril	-0.121	Junio	0.072	Agosto	0.608
Mayo	-0.167	Julio	-0.020	Septiembre	0.792
Junio	-0.138	Agosto	0.334	Octubre	0.589
Julio	-0.033	Septiembre	0.794	Noviembre	0.582
Agosto	0.413	Octubre	0.825	Diciembre	0.820
Septiembre	0.366	Noviembre	0.782	2016	
Octubre	0.209	Diciembre	0.670	Enero	1.170
Noviembre	0.583	2012		Febrero	1.276
Diciembre	0.552	Enero	0.427	Marzo	0.923
2008		Febrero	0.146	Abril	0.797
Enero	0.842	Marzo	0.027	Mayo	0.992
Febrero	0.671	Abril	0.045	Junio	1.168
Marzo	0.780	Mayo	0.335	Julio	1.196
Abril	0.564	Junio	0.409	Agosto	1.074

FUENTE: elaboración propia.

### CUADRO A6. *Correlaciones dinámicas*

(Datos mensuales)

	<i>IGAE</i>		<i>Actividades secundarias</i>		<i>Actividades terciarias</i>		<i>Inflación</i>	
	<i>Lead</i>	<i>Lag</i>	<i>Lead</i>	<i>Lag</i>	<i>Lead</i>	<i>Lag</i>	<i>Lead</i>	<i>Lag</i>
1	-0.45	-0.51	-0.45	-0.47	-0.42	-0.50	0.50	0.52
2	-0.43	-0.54	-0.43	-0.50	-0.39	-0.53	0.50	0.53
3	-0.38	-0.53	-0.39	-0.50	-0.33	-0.52	0.50	0.52
4	-0.35	-0.51	-0.36	-0.46	-0.30	-0.50	0.47	0.50
5	-0.31	-0.46	-0.33	-0.42	-0.26	-0.46	0.43	0.46
6	-0.26	-0.45	-0.29	-0.40	-0.21	-0.44	0.37	0.42
7	-0.24	-0.37	-0.28	-0.33	-0.18	-0.37	0.31	0.37
8	-0.20	-0.28	-0.25	-0.24	-0.14	-0.27	0.27	0.31
9	-0.17	-0.21	-0.22	-0.17	-0.12	-0.20	0.23	0.26
10	-0.13	-0.13	-0.16	-0.10	-0.08	-0.11	0.21	0.23

FUENTE: elaboración propia.

### CUADRO A7. *Correlaciones dinámicas*

(Datos trimestrales)

	<i>PIB</i>		<i>Consumo</i>		<i>Inversión fija bruta</i>	
	<i>Lead</i>	<i>Lag</i>	<i>Lead</i>	<i>Lag</i>	<i>Lead</i>	<i>Lag</i>
1	-0.37	-0.60	-0.30	-0.57	-0.11	-0.48
2	-0.23	-0.52	-0.19	-0.48	0.10	-0.50
3	-0.13	-0.29	-0.11	-0.28	0.18	-0.40
4	-0.04	0.00	-0.08	0.01	0.19	-0.23
5	0.03	0.25	-0.04	0.21	0.17	-0.06
6	0.06	0.36	-0.01	0.30	0.11	0.10
7	0.02	0.39	-0.01	0.36	0.05	0.19
8	0.00	0.39	-0.02	0.37	0.04	0.31
9	0.00	0.38	-0.04	0.36	0.06	0.40
10	0.00	0.33	-0.03	0.33	0.09	0.41

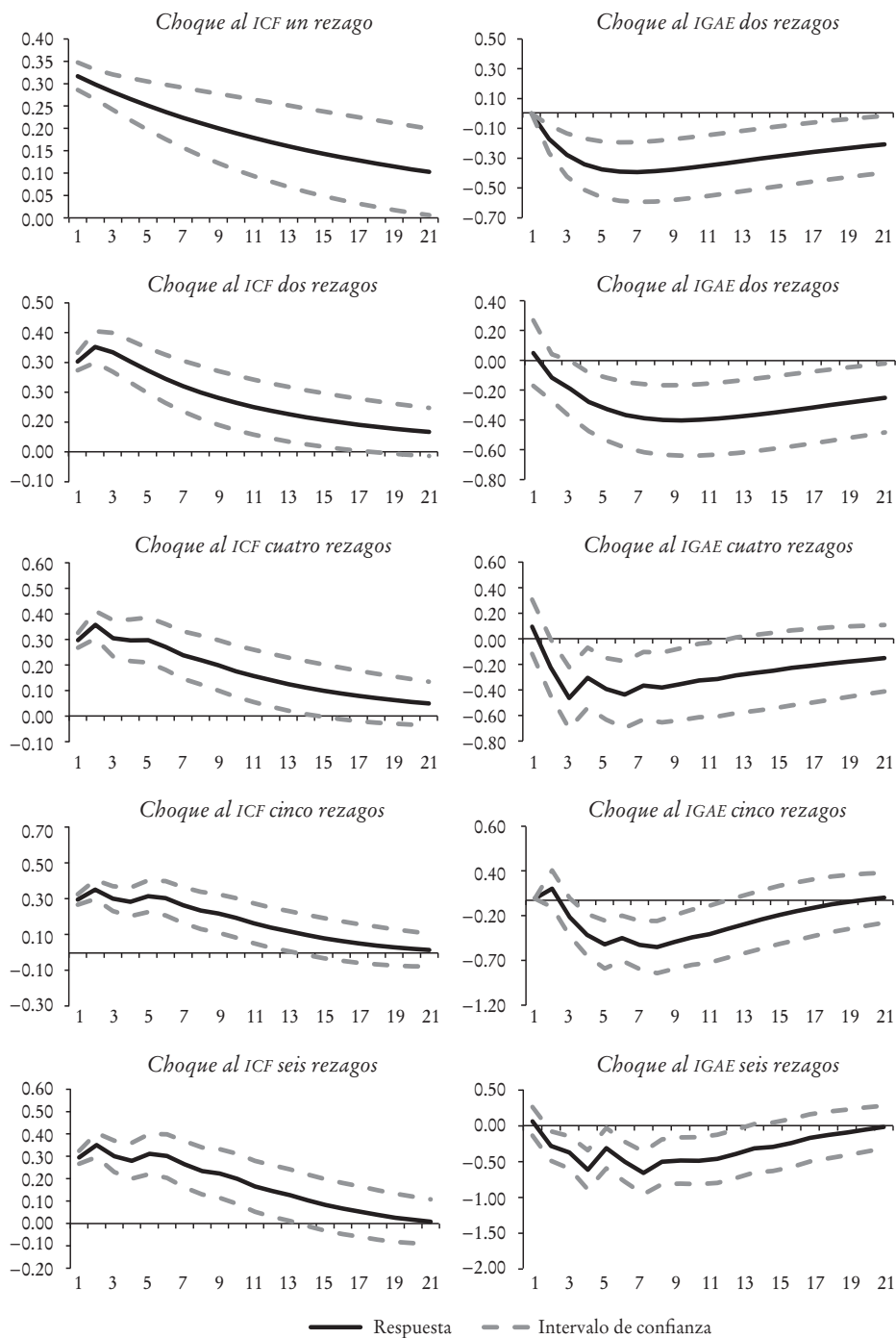
FUENTE: elaboración propia.

### CUADRO A8. *Prueba de causalidad de Granger*

<i>Hipótesis nula</i>	<i>Estadístico F</i>	<i>Probabilidad</i>
ICF no causa en el sentido de Granger al IGAE	11.34	0.00
IGAE no causa en el sentido de Granger al ICF	3.19	0.03

FUENTE: elaboración propia

GRÁFICA A1. Funciones impulso-respuesta para diferentes rezagos



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdi, H., y L. J. Williams (2010), "Principal component analysis", *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, vol. 2, núm. 4, pp. 433-459.
- Angelopoulou, E., H. Balfoussia y H. Gibson (2013), "Building a Financial Conditions Index for the Euro Area and Selected Euro Area Countries. What does it tell us about the crisis?", series de documentos de trabajo del Banco Central Europeo núm. 1541, Banco Central Europeo, Alemania.
- Aruoba, S. B., F. X. Diebold y C. Scotti (2009), "Real-Time Measurement of Business Conditions", *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 4, núm. 27, pp. 417-427.
- Banco de México (s. a.), "Efectos de la Política Monetaria Sobre la Economía", disponible en <http://www.banxico.org.mx/politica-monetaria-e-inflacion/material-de-referencia/intermedio/politica-monetaria/{C6564A4C-E7F7-50E8-6056-C9062C9D05CC}.pdf>
- Boivin, J., M. Kiley y F. Mishkin (2009), "How Has the Monetary Transmission Mechanism Evolved Over Time?", documento de trabajo del NBER núm. 15879, NBER, Cambridge, Massachusetts.
- Brave, S., y A. Butters (2011), "Monitoring Financial Stability: A Financial Conditions Index Approach", *Economic Perspectives, Federal Reserve Bank of Chicago*, vol. 35, núm. 1, pp. 22-43.
- Carauna, J. (2009), "The International Policy Response to Financial Crises: Making the Macroprudential Approach Operational", disponible en <http://www.bis.org/speeches/sp090911.htm>
- Cattell, R. B. (1966), "The Scree Test for the Number of Factors", *Multivariate Behavioral Research*, vol. 1, núm. 2, pp. 245-276.
- Doz, C., D. Giannone y L. Reichlin (2006), "A Quasi Maximum Likelihood Approach for Large Approximate Dynamic Factor Models", documento de trabajo del Banco Central Europeo núm. 674, Banco Central Europeo, Alemania.
- Dumitrescu, S. (2015), "Turbulence and systemic risk in the European Union financial system", *Financial Studies*, vol. 19, núm. 2A, pp. 41-71.
- English, W., K. Tsatsaronis y E. Zoli (2005), "Assessing the Predictive Power of Measures of Financial Conditions for Macroeconomic Variables in Investigating the Relationship between the Financial and Real Economy", documento del BIS núm. 22, BIS, Suiza, pp. 228-252.
- Gauthier, C., C. Graham y Y. Liu (2011), "Financial Conditions Indexes for Canada", documento de trabajo del Banco de Canadá núm. 2004-22, disponible <http://www.banqueducanada.ca/wp-content/uploads/2010/02/wp04-22.pdf>
- Giglio, S., B. Kelly, S. Pruitt y X. Qiao (2013), "Systemic Risk and the Macroeconomy: An Empirical Evaluation", *Journal of Financial Economics*, vol. 119, núm. 3, pp. 457-471.

- Gómez, E., A. Muricia y N. Zamudio (2011), "Financial Conditions Index: Early and Leading Indicator for Colombia", *Revista Ensayos sobre Política Económica*, vol. 29, núm. 66, pp. 174-220.
- Gordon, L. (2015), "The Absorption Ratio as an Indicator for Macro-prudential Monitoring in Jamaica", documento del Financial Stability Department, Banco de Jamaica, Kingston, Jamaica.
- Gosselin M., y G. Tkacz (2001), "Evaluating Factor Models: An Application to Forecasting Inflation in Canada", documento de trabajo del Banco de Canadá núm. 01-18, disponible en <http://www.bankofcanada.ca/wp-content/uploads/2010/02/wp01-18.pdf>
- Hakkio, C., y W. Keeton (2009), "Financial Stress: What Is It, How Can It Be Measured, and Why Does It Matter?", *Economic Review*, vol. 94, núm. 2, pp. 5-50.
- Hatzius, J., P. Hooper, F. Mishkin, K. Schoenholtz y M. Wason (2010), "Financial Conditions Indexes: A Fresh Look After the Financial Crisis", documento de trabajo del NBER núm 16 150.
- Hendricks, D., J. Kambhu y P. Mosser, (2006), "Systemic Risk and the Financial System", documento presentado en la NAS-FRB NY Conference on New Directions in Understanding Systemic Risk, disponible en <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.591.1326&rep=rep1&type=pdf>
- Horn, J. L. (1965), "A Rationale and Test for the Number of Factors in Factor Analysis", *Psychometrika*, vol. 30, núm. 2, pp. 179-185.
- , y R. Engstrom (1979), "Cattell's Scree Test in Relation to Bartlett's Ch-square Test and Other Observations in the Number of Factors Problem", *Multivariate Behavioral Research*, vol. 14, núm. 3, pp. 283-300.
- Jackson, A. D. (1993), "Stopping Rules in Principal Components Analysis: A Comparison of Heuristical and Statistical Approaches", *Ecology*, vol. 74, núm. 8, pp. 2 204-2214.
- Jackson, J. E. (2003), *A User's Guide to Principal Components*, John Wiley & Sons, Hoboken, Nueva Jersey.
- Johnson, R., y D. Wichern (2002), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, 5ª ed., Upper Saddle River, Nueva Jersey.
- Jolliffe, I. (2002), *Principal Component Analysis*, 2ª ed., Springer, Nueva York.
- Jushan, B., y S. Ng (2002), "Determining the Number of Factors in Approximate Factor Models", *Econometrica*, vol. 70, núm. 1, pp.191-221.
- Kaiser, H. F. (1974), "An Index of Factorial Simplicity", *Psychometrika*, vol. 39, núm. 1, pp. 31-36.
- Kim, H., H. Shin, y J. Yun (2013), "Monetary Aggregates and the Central Bank's Financial Stability Mandate", *International Journal of Central Banking*, vol. 9, núm. 1, pp. 69-108.
- Kliesen, K., y D. Smith (2010), "Measuring Financial Market Stress", economic synopses núm. 2 de la Reserva Federal del Banco de St. Louis, Misuri.



- Kritzman, M., Y. Li, S. Page y R. Rigobon (2011), "Principal Components as a Measure of Systemic Risk", *The Journal of Portfolio Management*, vol. 37, núm. 4, pp. 112-126.
- Mishkin, F. S., y S. G. Eakins (2009), *Financial Markets and Institutions*, 7ª ed., Pearson-Prentice Hall, Boston, Massachusetts.
- Ledesma R., y P. Valero-Mora (2007), "Determining the Number of Factors to Retain in EFE: an Easy-to-Use Computer Program for Carrying Out Parallel Analysis", *Practical Assessment Research & Evaluation*, vol. 12, núm. 2, pp. 1-14.
- Raîche, G., Walls A. W., Magis D., Riopel M. y Blais J.-G. (2013), "Non-Graphical Solutions for Cattell's Scree Test", *Methodology*, vol. 9, núm. 1, pp. 23-29.
- Stock, J. H., y M. W. Watson (1999), "Business Cycle Fluctuations in US Macroeconomic Time Series", en J. B. Taylor y M. Woodford, *Handbook of Macroeconomics*, vol. 1, Elsevier, Ámsterdam, pp. 3-64.
- , y M. W. Watson (2002), "Forecasting Using Principal Components from a Large Number of Predictors", *Journal of the American Statistical Association*, vol. 97, núm. 460, pp. 1 167-1 179.