



Munich Personal RePEc Archive

# **Systemic Stress Impact on Economic Growth: The case of Guatemala**

Valdivia Coria, Joab Dan and Valdivia Coria, Daney David

February 2021

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/110669/>  
MPRA Paper No. 110669, posted 14 Nov 2021 07:16 UTC

## **Systemic Stress Impact on Economic Growth: The case of Guatemala**

Joab D. Valdivia C. Daney D. Valdivia C.

Since financial crisis in 2008 and global health crisis COVID-19, systemic risk monitoring has become a relevant variable to anticipate possible credit crunch episodes. In this paper a Composite Indicator of Systemic Stress (CISS) was constructed for Guatemala, throughout recursive Panel Vector Autoregressive Regression (PVAR) adverse effects on the performance of the economy were estimated. Results shows that shocks in systemic risk generate a fall between 0.04pp and 0.05pp on economic growth with different persistence, when the CISS is at low or high stress levels, respectively.

**Keywords:** Systemic Risk, Financial Stability, Panel VAR, recursive estimation.

**JEL classification:** C51, E44, G29

## Impacto del Stress Sistémico en el Crecimiento Económico: Caso Guatemala

Joab D. Valdivia C. Daney D. Valdivia C.

Desde la crisis financiera de 2008 y la actual crisis sanitaria mundial del COVID-19, el monitoreo del riesgo sistémico se convirtió en una variable relevante para anticipar posibles episodios de *credit crunch*. En la presente investigación se construyó un Indicador Compuestos de Stress Sistémico (ICSS) para Guatemala y se estimó los efectos adversos sobre el desempeño de la economía, bajo la metodología del Vectores Autorregresivos en datos de panel (PVAR) recursivos se evidencia que *shocks* en el riesgo sistémico generan una caída entre 0.04pp y 0.05pp sobre el crecimiento económico con diferentes persistencias, cuando el ICSS se encuentra con niveles bajos o altos de *stress*, respectivamente.

**Palabras clave:** Riesgo Sistémico, Estabilidad Financiera, Panel VAR, estimación recursiva.

**Clasificación JEL:** C51, E44, G29

## 1. Introducción

Desde la crisis financiera internacional en 2008, se puso en evidencia los efectos del sector financiero sobre el sector real de la economía, lo cual implica que los recursos destinados (crédito) a los diferentes sectores de la economía tienen efectos persistentes positivos o negativos en el crecimiento real. Por tanto, el monitoreo del riesgo sistémico se convirtió en una variable relevante para predecir posibles crisis financieras, lo cual ayudaría a generar políticas de mitigación ante estos eventos.

La característica particular de la economía de Guatemala desde 2015, pasó por ciertos hitos de índole endógena y exógena que exacerbaban las expectativas de los agentes que derivaron en un incremento del riesgo sistémico: como eventos internos se visualiza la crisis política interna, baja recaudación tributaria por la importación de bienes, limitada inversión en infraestructura, sumado a los *shocks* externos como a la caída de los precios internacionales (petróleo esencialmente), una calificación negativa del riesgo soberano y finalmente en 2020 la crisis sanitaria mundial COVID-19, estos elementos derivaron en un aumento de la incertidumbre.

En la presente investigación, se construyó un Indicador Compuesto de Stress Sistémico (ICSS) bajo la metodología de Holló *et al.* (2012); el indicador cumple con los criterios coyunturales por las cuales atravesó la economía, además de evidenciar empíricamente que el riesgo sistémico se mantiene alto a lo largo de 2020. Indudablemente el riesgo alto se advierte desde 2015, mismo periodo que se produjo la caída de precios de *commodities* lo que resultó en déficit en el saldo de la balanza comercial, esta particularidad muestra la exposición frente a *shocks* externos sobre una economía caracterizada como exportador en parte de materia prima.

Finalmente, para capturar los efectos del *stress* sistémico en la actividad económica y en el crecimiento del crédito se empleó modelos de Vectores Auto-regresivos en datos de panel (PVAR, *por sus siglas en inglés*) recursivos, este método ayudó a capturar los efectos cambiantes desde 2003 hasta 2020 para cada trimestre. En el

periodo de menor *stress* (hasta 2014) el efecto negativo del riesgo sistémico tiene una mayor persistencia en la actividad económica, en el primer periodo la actividad económica responde de manera adversa en 0.04pp, si bien los efectos desde 2015 en adelante es mayor (-0.05pp en promedio) la persistencia es menor; asimismo, el comportamiento de otras variables como la inflación, tasa de interés en el segundo estado desde 2015 (estado de mayor *stress*) responden a *shocks* del riesgo sistémico de manera más adversa que en tiempos de menor *stress*. En cuanto se refiere al crecimiento del crédito, esta variable se contrae en 0.04pp en el periodo de mayor *stress*, lo cual demuestra que el sistema financiero es inflexible en colocar recursos en la actividad económica.

Asimismo, el documento contempla, luego de esta introducción, la revisión de literatura, descripción de datos y hechos estilizados, metodología, resultados y conclusiones.

## **2. Revisión de literatura**

Los autores, Gadanez y Jayaram (2009) indican que no es obvio medir o definir la estabilidad financiera, por la complejidad y la interdependencia con elementos del mismo sistema financiero y la relación con el sector real, Sarlin (2014) plantea un esquema de los componentes de la estabilidad financiera y la interacción que existe entre ellos: entre los cuales observa que los hogares, las firmas, el sector externo y el gobierno conforman un ambiente macro financiero e invierten sus ahorros y obtienen financiación para sus actividades; de este modo el sistema financiero fomenta y apoya a la economía real (debido a la relación de inversión-ahorro), gracias a la asignación y fijación de recursos financieros se estimula los procesos económicos intertemporales como la acumulación de riqueza, afectando positivamente al bien estar y crecimiento económico (Schinasi, 2004).

Adicionalmente, para medir los efectos del *stress* sistémico en la actividad real se optó por la definición De Bandt et al. (2009) referente al concepto de riesgo

sistémico, identificado de tres maneras: i) la acumulación endógena y el desenvolvimiento de desequilibrios generalizados; ii) las crisis exógenas agregadas; y iii) el contagio y los efectos de derrame. Las dimensiones descritas provocan desbalances e inestabilidad en todo el sistema financiero lo que converge en pérdidas del sector real y bienestar de la sociedad en general.

Los estudios concernientes de los efectos del *stress* sistémico en el crecimiento económico a nivel de Centroamérica no existen dentro la reciente literatura. Para capturar el comportamiento del *stress* sistémico se tuvo que recurrir a la metodología de Holló *et al.* (2012) lo cuales crearon una alternativa al cálculo del ciclo financiero, su indicador tiene las características que ayudan a identificar periodos de *stress* financiero como una variable de alerta temprana, denominándolo de este modo como el Indicador Compuesto de *Stress* Sistémico (ICSS). La metodología original fue realizada a partir de 15 variables que miden la exposición al riesgo; con la estimación de correlaciones cruzadas y una agregación que interrelaciona todas las variables se logra obtener un índice en un intervalo de (0,1), cuanto mayor sea el valor del indicador la exposición al riesgo es inherente, el estudio fue hecho para la economía europea. En base a este estudio, Dimitrios y Vouldis (2013), Plašil *et al.* (2015) y Kupkovič y Šuster (2016), corroboran la robustez de la metodología del ICSS aplicándolo a diferentes países concluyendo que el indicador goza de una buena predictibilidad sobre la expansión o contracción del ciclo financiero, además este indicador es una variable predictiva apropiada para una futura materialización del riesgo crediticio y anticipa periodos de crisis financiera. La única investigación a nivel de América Latina se evidencia para el caso colombiano (Cabrera *et al.*, 2014), concluyen el mismo sentido de los demás autores que el ICSS identifica periodos de riesgo sistémico. Esta última investigación mide el impacto del *stress* sistémico en la economía real, concluyendo que existe una pérdida de crecimiento económico de 0.5pp.

Otra de las investigaciones que muestra la relación entre el *stress* sistémico y el crecimiento económico es de Hartmann *et al.* (2013), el cual devela que en periodos de un menor *stress* los efectos negativos en el crecimiento económico son reducidos de manera diferente en los periodos donde el ICSS tienen un valor elevado (la metodología empleada son los modelos de Vectores Auto-regresivos Markov switching). Por su parte, Kubinski y Barnea (2016) con el ICSS oficial del Banco Central de Europa y la aplicación de modelos de Vectores Auto-regresivos con parámetros variables en el tiempo encontraron que *shocks* en el riesgo sistémico generan vulnerabilidades en el sistema financiero repercutiendo negativamente en el crecimiento económico.

En 2020, la crisis sanitaria mundial COVID-19 generó una ruptura en el comportamiento de la economía mundial, las cuarentenas rígidas declaradas en un principio de la pandemia tienen aún costos elevados en la actividad económica en su conjunto, bajo este contexto el sistema financiero está sometido a un *stress* generalizado incrementando las vulnerabilidades idiosincráticas de la estabilidad financiera lo cual podría traducirse en episodios de *credit crunch* si no se aplican políticas económicas apropiadas para mitigar estos efectos.

### **3. Descripción de datos y hechos estilizados**

En la presente investigación se empleó datos de panel para encontrar la relación entre el *stress* sistémico y su efecto en el crecimiento económico, por lo cual las variables consideradas en base a literatura revisada son: el crecimiento económico, crecimiento del crédito, inflación, tasas de interés, ciclo financiero por sectores económicos y como variables que no presentan ningún cambio dentro el componente (*i*) en datos de panel son el índice compuesto de *stress* sistémico a la apertura comercial. Los datos están agrupados en 9 actividades (*i*), para la estimación del PVAR la frecuencia es trimestral desde 2003Q1 hasta 2020Q3 (70 observaciones, *t*). La heterogeneidad de los grupos (intersectorial) presenta una

menor volatilidad que la relación intrasectorial del comportamiento idiosincrático individual, en la mayoría de las variables (Anexo A, tabla A.1.). En línea con Baltagi (2005), en datos de panel cuando existe una serie temporal más larga y ( $T > n$ ) lo ideal es la aplicación de métodos para *macropanel data* a diferencia de *micropanel data*<sup>1</sup>.

Dentro de la composición del crecimiento sectorial, los sectores que tienen un mayor aporte en puntos porcentuales (pp) al crecimiento económico global son: industria manufacturera, comercio y reparación de vehículos, construcción y otros sectores<sup>2</sup> (Anexo A, gráfico A.1.). Por su parte, se destaca los sectores de comercio y reparación de vehículos, construcción e industria manufacturera debido a la mayor incidencia en pp al crecimiento del crédito (descartando el crédito consumo que no forma parte del análisis, Anexo A, gráfico A.2.).

A partir de un análisis estadístico se estimó los co-movimientos entre ICSS, el ciclo económico y ciclo financiero, se corroboró el hecho estilizado de un indicador de stress sistémico (Holló *et al.*, 2012; Plašil *et al.*, 2015 y Kupkovič y Šuster, 2016); dicho indicador presenta una relación contra-cíclica con la actividad económica y con el ciclo financiero, además de ser adelantada en 10 y 8 meses respectivamente, advirtiendo la materialización de un posible riesgo crediticio y un *credit crunch* (Anexo A, gráficos A.3., A.4., A.5. y A.6.).

Asimismo, la relación entre el ICSS y los componentes cíclicos de los PIB sectoriales y los ciclos financieros por sector, muestra reiteradamente su naturaleza adelantada y contra cíclica con su respectiva característica particular para cada sector (Anexo A, tabla A.2. y A.3.). Finalmente, la relación con el crecimiento por sectores es

---

<sup>1</sup> Según Canova (2007)... “En *micropanel*, incluso cuando el modelo es dinámico, no se permite la heterogeneidad de la pendiente y las características específicas de la unidad se capturan principalmente con un efecto fijo o aleatorio invariante en el tiempo. En cambio en *macropanel*, esta restricción es, en general, inadecuada: la dinámica heterogénea refleja las políticas o las regulaciones que uno quiere y es capaz de evaluar”.

<sup>2</sup> Otros sectores comprende: Suministro de electricidad, agua y saneamiento, Información y comunicaciones, Actividades financieras y de seguros, Actividades profesionales científicas y técnicas, Actividades de servicios administrativos y de apoyo, Administración pública y defensa, Enseñanza, Salud y Otras actividades de servicios.

heterogénea, no se visualiza una relación lineal entre los indicadores (Anexo A, gráfico A.7.), lo cual indicaría que la estimación por el método generalizado de momentos (MGM) en un modelo de Vectores Autorregresivos sería apropiada para capturar el impacto del stress sistémico en el crecimiento económico.

#### **4. Metodología**

##### **4.1. Índice compuesto de stress sistémico (ICSS)**

Siguiendo la metodología de Holló *et al.* (2012) y considerando las investigaciones de Plašil *et al.* (2015) y Kupkovič y Šuster (2016) se escogió un set de veinte dos variables para la construcción de un Indicador Compuesto de Stress Sistémico (ICSS):

- Ciclo bancario
- *Ratios* crédito/PIB y depósitos/PIB
- Liquidez
- *Ratio* balanza comercial/PIB
- *Ratio* resultado fiscal/PIB
- Tasas activas y pasivas en MN y ME
- *Spread* de tasas en moneda nacional y extranjera
- *Spread* cambiario
- *Ratio* crédito/depósitos<sup>3</sup>
- Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH) de cartera por actividad económica MN
- Índice de Herfindahl e Hirschman (IHH) de cartera por actividad económica ME
- Porcentaje de dolarización créditos y depósitos en el sistema bancario
- Porcentaje de re-monetización de créditos y depósitos en el sistema bancario

---

<sup>3</sup> Gautam R. (2016) indica que desde el punto de vista de los bancos el coeficiente de liquidez es el *ratio* crédito/depósitos, variable asociada al porcentaje de los activos del banco inmovilizados en préstamos sin liquidez.

- Inflación
- Ciclo económico

En primer lugar, se debe transformar todos los indicadores en un intervalo (0,1) empleando la estimación de Kernel de la función de distribución acumulada a fin de que las variables sean comparables y ayuden en la agregación del indicador compuesto (Anexo B, gráfico B.1.). Los menores valores de la transformación representan un valle en el ciclo y los valores altos son los picos del ciclo.

Para la agregación de las variables se debe aplicar la siguiente especificación (ver Holló *et al.*, 2012).

$$ICSS_t = (w \circ s_t)C_t(w \circ s_t)' \quad (1)$$

Donde  $w = (w_1, w_2, w_3, w_4, \dots, w_{22})$  es el vector de ponderaciones de cada subíndice;  $s_t = (s_{1,t}, s_{2,t}, s_{3,t}, s_{4,t}, \dots, s_{22,t})$  es el vector de los índices transformados en el intervalo (0,1) y  $w \circ s_t$  es el producto Hadamard (multiplicación de elemento por elemento del vector de ponderaciones de los indicadores escogidos con los valores de los subíndices);  $C_t$  es una matriz de correlaciones cruzadas que varían en el tiempo, calculadas entre los sub-indicadores.

$$C_t = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & \rho_{t,1-22} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{t,1-22} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

En estricto rigor la metodología de Holló *et al.* (2012) indica que las correlaciones cruzadas que varían en el tiempo  $\rho_{t,i}$  deberían ser estimadas a partir de promedios móviles ponderados exponenciales (EWMA, por sus siglas en inglés) con covarianzas ( $\sigma_{ij,t}$ ) y volatilidades ( $\sigma_{i,t}^2$ , desviaciones estándar) del siguiente modo:

$$\sigma_{t,ij} = \lambda\sigma_{t-1,ij} + (1 - \lambda)\sigma_{t-1,ij} \tilde{x}_{t,i}\tilde{x}_{t,j}$$

$$\sigma_{t,i}^2 = \lambda\sigma_{t-1,i}^2 + (1 - \lambda)\sigma_{t-1,i}^2 \tilde{x}_{t,i}\tilde{x}_{t,i}$$

$$\rho_{t,ij} = \sigma_{t,ij} / (\sigma_{t,i}\sigma_{t,j}) \quad (3)$$

Donde  $\rho_{t,ij}$ , son las correlaciones dinámicas, el parámetro  $\lambda$  es un factor de suavizamiento (RiskMetrics, 1996), que generalmente tiene un valor de 0,94 y  $\tilde{x}_{t,i}$  son los indicadores con su media sustraída. Sin embargo, Holló *et al.* (2012) señalan que EWMA es equivalente a un modelo IGARCH (1,1). Para la presente investigación, los datos empleados para la creación del ICSS para Guatemala son de frecuencia mensual, lo cual dificulta escoger un  $\lambda$  óptimo porque ese parámetro es para datos de mayor frecuencia (por ejemplo datos semanales), una alternativa metodológica la cual es relativamente nueva es la “cuasi-correlación”.

$$q\rho_{t,ij} = (x_{it} - x_{it}^*)(y_{jt} - y_{jt}^*) / (\sigma_{t,i}\sigma_{t,j}) \quad (4)$$

Donde  $x_{i,t}$ , es el valor de la variable,  $x_{i,t}^*$ , representa la media y  $\sigma_{t,i}$  es la desviación estándar. El comportamiento de dicho indicador tiene similitud a las correlaciones dinámicas de un modelo MGARCH (1,1), este hallazgo resulta de evidencia empírica en Abiad *et al.* (2013).

La combinación de metodologías demuestra que las cuasi-correlaciones recursivas reflejan la interacción apropiada entre las variables seleccionadas. Las variables de sección cruzada exponen un riesgo en función al comportamiento y la ponderación de cada sub-indicador en la agregación. El procedimiento puede visualizarse como:

$$\begin{aligned}
ICSS_t = & w_{t,1}S_{t,1}(w_{t,1}S_{t,1} + w_{t,2}q\rho_{t,12}S_{t,2} + w_{t,3}q\rho_{t,13}S_{t,3} + \dots + w_{t,22}q\rho_{t,122}S_{t,22}) + \\
& w_{t,2}S_{t,2}(w_{t,1}q\rho_{t,12}S_{t,1} + w_{t,2}S_{t,2} + w_{t,3}q\rho_{t,23}S_{t,3} + \dots + w_{t,22}q\rho_{t,222}S_{t,222}) + \\
& w_{t,3}S_{t,3}(w_{t,1}q\rho_{t,13}S_{t,1} + w_{t,2}q\rho_{t,23}S_{t,2} + w_{t,3}S_{t,3} + \dots + w_{t,22}q\rho_{t,322}S_{t,722}) + \\
& w_{t,4}S_{t,4}(w_{t,1}q\rho_{t,14}S_{t,1} + w_{t,2}q\rho_{t,24}S_{t,2} + w_{t,3}q\rho_{t,34}S_{t,3} + w_{t,4}S_{t,4} \dots + w_{t,22}q\rho_{t,422}S_{t,22}) + \\
& \dots + w_{t,22}S_{t,22}(w_{t,1}q\rho_{t,122}S_{t,1} + w_{t,2}q\rho_{t,222}S_{t,2} + \dots + w_{t,6}q\rho_{t,622}S_{t,6} + \dots + w_{t,22}S_{t,22})
\end{aligned}$$

Ponderación de la característica de exposición al riesgo
Ponderación de características por sección cruzada de riesgo financiero

Esta última expresión indica que el ICSS, además de depender del cálculo de las ponderaciones, se relaciona con las magnitudes de las cuasi-correlaciones entre los sub-indicadores. El proceso de agregación no tiene la desventaja de la estandarización que otros métodos emplean, asumiendo implícitamente que variables se distribuirán normalmente, como la sustracción de la media y la división por la desviación estándar de la muestra. Además, este supuesto de la distribución normal claramente transgrede el propósito del indicador, es decir medir la exposición al riesgo, ya que no captura las variaciones que identifican los valores atípicos cuando el sistema financiero está en periodo de *stress*<sup>4</sup>.

#### 4.2. Modelo de cambio de régimen regresión Markov-Switching

Una forma de evidenciar el escenario de *stress* en el último periodo (debido a la crisis sanitaria internacional COVID-19) es la aplicación de modelos de cambio de régimen como lo realizan Holló *et al.* (2012). Con el propósito de evaluar el ICSS se estimó un modelo AR(1) de regresión Markov-Switching. Por tanto, la evolución de una serie  $y_t$ , donde  $t = 1, 2, \dots, T$ , caracterizado por dos regímenes.

$$\text{Estado 1: } y_t = \mu_1 + \phi y_{t-1} + \varepsilon_t$$

<sup>4</sup> Una explicación de este punto también lo desarrolla Holló *et al.* (2012).

$$\text{Estado 2: } y_t = \mu_2 + \phi y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde  $\mu_1$  y  $\mu_2$  son los interceptos de los dos estados definidos previamente,  $\phi$  es el parámetro asociado al proceso autoregresivo y  $\varepsilon_t$  es el término de error [ $\varepsilon_{s,t} \sim iid N(0, \sigma_s^2)$ ]. Los dos estados modelan cambios abruptos en el término de intersección. Si es conocido el momento de los cambios abruptos, el modelo anterior se puede expresar como:

$$y_t = s_t \mu_1 + (1 - s_t) \mu_2 + \phi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

La ecuación anterior tiene un componente adicional  $s_t$ , que denota 1 para un estado y 0 en otro caso. Sin embargo, el investigador no podrá saber en qué estado se encuentra el proceso; es decir,  $s_t$  es una variable no observable. Los modelos de regresión de Markov especifican que  $s_t$  es no observado y sigue una cadena de Markov. En el caso más simple, podemos expresar este modelo como si el intercepto depende de los  $k$  estados.

$$y_t = \mu_{s_t} + \phi y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Donde  $\mu_{s_t} = \mu_1$  cuando  $s_t = 1$ ,  $\mu_{s_t} = \mu_2$  cuando  $s_t = 2 \dots$  y  $\mu_{s_t} = \mu_k$  cuando  $s_t = k$ . Se supone que la densidad condicional de  $y_t$  depende solo de la realización del estado actual  $s_t$ , y es dado por  $f(y_t/s_t = i, y_{t-1}; \theta)$ ,  $\theta$  es un vector de parámetros. Existen  $k$  densidades condicionales para los  $k$  estados y la estimación de  $\theta$  se obtiene a través de la actualización de la probabilidad condicional usando un filtro no lineal.

Según Hamilton J. (1994),  $s_t$  es una cadena de Markov irreducible y aperiódica que parte de una distribución ergódica  $\pi = (\pi_1, \dots, \pi_k)$ ; La probabilidad que  $s_t$  sea igual a  $j \in (1, \dots, k)$  depende si el evento pasado  $s_{t-1}$  sea plausible, dado por:

$$Pr(s_t = j | s_{t-1} = i) = p_{ij} \quad (7)$$

Todas las posibles transiciones de un estado a otro están insertas en una matriz de transición  $k \times k$ .

$$P = \begin{bmatrix} \rho_{11} & \cdots & \rho_{k1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{1k} & \cdots & \rho_{kk} \end{bmatrix}$$

El comportamiento de la matriz lleva consigo una cadena de Markov. Todos los elementos de P no son negativos y cada columna suma 1.

### 4.3. Modelo de Vector Autoregresivo en datos de panel

Para la modelación de las variables se optó por la metodología de Vectores Autorregresivos en datos de panel (PVAR) de la siguiente forma<sup>5</sup>:

$$X_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 X_{i,t-1} + \gamma_2 X_{i,t-2} + u_{i,t} \quad (7)$$

Donde:

$$X_{i,t} = \begin{bmatrix} \text{PIB sectorial} \\ \text{Crédito sectorial} \\ \text{Ciclo financiero sectorial} \\ \text{Inflación sectorial} \\ \text{Tasa de interés} \\ \text{ICSS} \\ \text{Apertura comercial} \end{bmatrix}_{i,t}$$

$X_{i,t}$  es un vector que contiene las variables de interés,  $\gamma_i$  es el vector de efectos invariantes en el tiempo de las actividades económicas y  $u_{i,t}$  es el término de error. Este sistema fue estimado por el Método Generalizado de Momentos (MGM, propuesto por Holtz-Eakin *et al.*, 1988). Abrigo M. (2015) indica que la inclusión de más rezagos en el sistema como instrumentos tiene la propiedad de reducir las observaciones, especialmente con paneles desbalanceados, la solución propuesta por Holtz-Eakin *et al.* (1988) fue crear instrumentos a partir de las observaciones de los mismos datos y sustituir con cero las observaciones faltantes. El supuesto detrás de esto es que los instrumentos no están correlacionados con los errores. En consecuencia, el modelo PVAR en su forma reducida está dado por:

$$\tilde{X}_{i,t} = \gamma \hat{X}_{i,t} + \tilde{u}_{i,t}$$

---

<sup>5</sup> Todas las variables están en primeras diferencias.

$$\begin{aligned}\tilde{X}_{i,t} &= [\tilde{X}_{i,t}^1 \quad \tilde{X}_{i,t}^2 \quad \dots \quad \tilde{X}_{i,t}^{k-1} \quad \tilde{X}_{i,t}^k] \\ \hat{X}_{i,t} &= [\hat{X}_{i,t-1} \quad \hat{X}_{i,t-2} \quad \dots \quad \hat{X}_{i,t-p+1} \quad \hat{X}_{i,t-p} \quad \tilde{x}_{i,t}] \\ \tilde{u}_{i,t} &= [\tilde{u}_{i,t}^1 \quad \tilde{u}_{i,t}^2 \quad \dots \quad \tilde{u}_{i,t}^{k-1} \quad \tilde{u}_{i,t}^k] \\ \gamma' &= [\gamma'_1 \quad \gamma'_2 \quad \dots \quad \gamma'_{p-1} \quad \gamma'_p \quad \phi']\end{aligned}$$

Las variables con un circunflejo denotan una transformación de las variables originales. Las variables originales están representadas por  $X_{i,t}$ , en tanto la transformación implica que el tratamiento de las variables está en primeras diferencias:  $\tilde{X}_{i,t} = X_{i,t} - X_{i,t-1}$ . La desviación ortogonal es  $X = (X_{i,t} - \bar{X}_{i,t})\sqrt{T_{i,t}/(T_{i,t} + 1)}$ , donde  $T_{i,t}$  es el número disponible para futuras observaciones del panel “i”, en “t” y el término  $\bar{X}_{i,t}$  es un promedio.

Si ampliamos las observaciones del panel tanto en “i” y “t”, el estimador por MGM será:

$$\gamma = [\bar{X}' Z \hat{W} Z' \bar{X}]^{-1} [\bar{X}' Z \hat{W} Z' \bar{X}]$$

El vector de instrumentos es dado por  $Z_{i,t}$ <sup>6</sup>. Además, las variables exógenas están descritas por  $x_{i,t} \in Z_{i,t}$ . La matriz  $\hat{W}$  es simétrica ( $L \times L$ ), no singular y semi-definida positivamente (de ponderaciones óptimas). Bajo el supuesto que  $E[Z'u] = 0$  y que el rango es  $E[\bar{X}' Z] = kp + l$ , el estimador MGM es consistente debido a que la matriz de ponderaciones ( $\hat{W}$ ) selecciona la máxima eficiencia (Hansen, 1982).

## 5. Resultados

### 5.1. Comportamiento y componentes del ICSS

A partir de los 22 subíndices creados la evolución del ICSS tiene consistencia con los eventos previstos en la económica de Guatemala (Anexo B, gráfico B.3.). Como se observa el periodo de menor stress entre 2011 y 2014 fue la época post-crisis financiera, la cual persiste el boom de precios de *commodities*. Desde 2015 en adelante, existen

<sup>6</sup> El set de instrumentos es  $L \geq kp + l$ .

ciertos eventos idiosincráticos y generalizados a nivel mundial que afectan de manera adversa al comportamiento en perspectivas del crecimiento real de la economía, convergiendo en un mayor nivel de *stress* sistémico; entre los eventos relevantes se pueden destacar: la crisis política interna en 2015, incremento de la incertidumbre, menor inversión privada (incertidumbre judicial), limitada inversión en infraestructura (sector público), caída de precios internacionales (*commodities*) y finalmente la crisis sanitaria internacional COVID-19 en 2020. El último evento aún persiste, ya que tiene consecuencias negativas en el mercado laboral (una mayor tasa de desempleo) además de una contracción de la demanda interna y la oferta de bienes; la contracción más alta según los datos del IMAE fue en julio (4.4%), a septiembre el indicador muestra una reducción de 3.5%, mientras que el ICSS incrementa de manera contemporánea a la contracción de la actividad económica, develando un panorama de posible crisis financiera en un futuro (Anexo A, gráfico A.3.).

Los eventos señalados coinciden con la evaluación empírica del modelo de Markov-Switching donde se identifica que el estado 2 del ICSS tiene mayor persistencia dentro el periodo analizado, estado donde existe un mayor grado de *stress* (Anexo B, gráfico B.4.), desde 2015 la probabilidad llega cerca a la unidad, según la matriz de probabilidades de transición la probabilidad de mantenerse ese estado es de 0.98 con una duración de 53 meses aproximadamente (Anexo B, tabla B.1. B.2.).

## **5.2. Modelo PVAR, funciones impulso respuesta**

La versión recursiva del PVAR muestra que los *eigenvalues* de los 28 modelos planteados se encuentran dentro el círculo unitario, por lo tanto, gozan de estabilidad (Anexo B, gráfico B.5.)<sup>7</sup>; la prueba de causalidad de Granger (modelo con toda la muestra) indica que todas las variables en su conjunto afectan al crecimiento económico, destacándose de manera individual el ICSS con un valor de probabilidad Chi de 0.005, de manera

---

<sup>7</sup> La primera ventana es desde 2003Q1 hasta 2013Q4, ya que goza con los criterios econométricos requeridos en términos de estabilidad, a partir de ese periodo se añade una observación en  $T$  y nueve en  $n$  hasta 2020Q3.

general todas las variables gozan de significancia estadística global y afectan en sentido Granger a cada variable en sí (Anexo B, tabla B.4.). Finalmente, para la obtención de rezagos óptimos se aplicó el criterio de Andrews y Lu (2001) el cual indica la inclusión de un solo rezago óptimo para la estimación del PVAR (Anexo B, tabla B.3.).

Cumpliendo con todos los requerimientos econométricos para la estimación de los modelos se estimaron las FIR recursivas, las cuales muestran un resultado heterogéneo en muchos casos; sin embargo, llevan consistencia con el contexto coyuntural y el comportamiento del ICSS, (Anexo B, gráfico B.6.). Los resultados muestran similares hallazgos en línea con Hartmann *et al.* (2014) y Kubinski y Barnea (2016). En los periodos de un menor *stress* (primer estado, según el modelo Markov-Switching, post crisis financiera) hasta 2014, según las FIR recursivas se evidencia un impacto negativo del *stress* sistémico en el crecimiento económico de 0.04pp con una persistencia de alrededor de 30 trimestres y un deterioro mayor en la actividad económica a medida que pasa el tiempo, desde 2016 hasta 2020 si bien existe un efecto similar en el primer periodo (en algunos trimestres llega el efecto a -0.05pp) la persistencia del *shock* en dicha variable es mucho menor, convergiendo a su estado estacionario luego de 10 trimestres; por su parte, la respuesta de la inflación hasta 2015 tiene un mayor grado de respuesta positiva, desde 2016 el efecto es reducido de alrededor de 0.005pp en promedio; del mismo modo, el impacto en la tasa de interés hasta 2015 pudo llegar a 0.07pp, a partir de 2016 el efecto se encuentra entorno al 0.01pp.

Por su parte, el impacto sobre el crédito entre 2017Q4 y 2019Q2 presenta la mayor contracción, una pérdida promedio de 0.04pp, este panorama indicaría cuanto mayor *stress* sistémico el sistema financiero es adverso en destinar recursos a los sectores económicos. Finalmente una similar respuesta en términos de persistencia se dio con las variables de apertura comercial y ciclo financiero, desde 2017 el efecto es reducido y la convergencia al estado estacionario es rápida (impactos de alrededor de -0.01pp).

En contraste (Anexo B, gráfico B.7.), *shocks* en el ciclo financiero afectan positivamente al crecimiento económico, en términos de persistencia y con un horizonte de 30 trimestres entre 2013 y 2015 el impacto llega a un intervalo de 0,8pp - 1pp; este efecto disminuye desde 2016Q1 paulatinamente hasta 2020Q3, bajo el mismo horizonte de tiempo y persistencia, el impacto llega a 0.2pp. Similar comportamiento se evidencia por parte de la apertura comercial y el crédito, hasta 2013 la respuesta de la apertura comercial frente a este tipo de *shocks* llegó a 1.2pp, en 2014 fue 1pp, la reducción del efecto llega a 0.2pp en 2020; la respuesta del crédito llegó a un punto máximo de 0.5pp en 2014Q3 y ese efecto se disipa al final de la muestra analizada con un impacto de 0.1pp (en ambos casos se tomó el mismo horizonte de tiempo de la IRFs, 30 trimestres).

Por otro lado, la respuesta del ICSS indica que la mejora de las condiciones del ciclo financiero tuvo un efecto mayor en la reducción del *stress* sistémico y con una persistencia elevada en 2013, los mismos efectos se reducen hasta 2020; tomando en cuenta la respuesta en el primer periodo los efectos son diferentes en 2013 la reducción del ICSS fue 0.14pp, en 2020 el efecto cambia a -0.4pp.

## **6. Conclusiones**

La identificación y cuantificación del riesgo sistémico es inherente para cualquier economía, en la presente investigación se estimó una medida que captura el riesgo sistémico en base a la metodología de Holló *et al.* (2012), la cual, por su particularidad de interconexión de las variables estaría comprendida bajo la definición De Bandt *et al.* (2009). De la estimación del modelo de Markov Switching, se logró identificar los periodos de un menor y mayor *stress*. La evidencia empírica coincide con los aspectos coyunturales por las que atraviesa Guatemala.

A partir de los hechos estilizados se logró identificar la naturaleza del ICSS como un indicador de alerta temprana y de relación contra cíclica con el Índice Mensual de la Actividad Económica y el ciclo financiero, variable que se adelanta a ambos indicadores en 10 y 8 meses, respectivamente.

De esta manera, gracias al proceso de profundización financiera, este llevó consigo una mayor intermediación, que a su vez incrementó el grado de transmisión de *shocks* financieros al sector real de la economía, para lo cual se puede indicar que ... “el monitoreo constante de variables que afectan a la estabilidad financiera y las apropiadas políticas en disminuir el riesgo sistémico es una condición primordial para lograr un crecimiento sostenible”. Sobre la base de la estimación recursiva del PVAR se pudo constatar que el efecto del riesgo sistémico tuvo impactos diversos en persistencia hacia los últimos trimestres analizados (algunos trimestres de mayor impacto), la respuesta de la actividad económica en el primer periodo fue de -0.04pp hasta 2014, para el fin del periodo analizado el resultado promedio llegó a -0.05pp. Se visualiza que en los periodos de mayor *stress* la inflación tuvo una respuesta menor y el crédito se contrajo en una mayor cuantía.

En cambio, una mejora del ciclo financiero (*shocks* positivos) desde 2019 mitiga moderadamente el *stress* sistémico y existe una mejora del crecimiento económico con una persistencia relevante entre 0.8pp y 1pp de ganancia.

## Referencias

Agénor P., J. McDermott and E. Prasad (1999). "Macroeconomic Fluctuations in Developing Countries: Some Stylized Facts," World Bank Economic Review, World Bank Group, 14(2), pp. 251-285.

Abrigo M. and I. Love (2015). "Estimation of Panel Vector Autoregression in Stata: a Package of Programs" Working Paper.

Abiad A., D. Furcer, S. Kalemli-Ozcan, and A. Pescatori (2013). "Dancing together? Spillovers, common shocks, and the role of financial and trade linkages" International Monetary Fund (2013) World Economic Outlook. Transitions and Tensions, Washington, D.C., pp 81–111.

Baltagi B. (2005). "Econometric Analysis of Panel Data" 3<sup>rd</sup> Edition, John Wiley and Sons Inc., New York.

Borio C., and P. Lowe (2002). "Asset prices, financial and monetary stability: exploring the nexus" Bank for International Settlements, Working Papers No 114.

Cabrera W., J. Hurtado, M. Morales and J. Rojas (2014). "A Composite Indicator of Systemic Stress (CISS) for Colombia" Temas de Estabilidad Financiera 80, Banco de la Republica de Colombia.

Canova F. (2007). "Methods for Applied Macroeconomic Research" Princeton University Press.

Claessens, S., M. A. Kose and M. E. Terrones (2011). "Financial Cycles: What? How? When?" in Clarida, R. And F. Giavazzi (Organizers) NBER International Seminar on Macroeconomics, 7 (1), University of Chicago Press, United States of America, pp. 303 – 344.

Deléchat C., C. Henao, P. Muthoora, and S. Vtyurina (2012). "The Determinants of Banks' Liquidity Buffers in Central America" International Monetary Fund, Working papers 301.

De Bandt, O., and P. Hartmann (2002). “Systemic risk in banking: A survey”. Oxford University Press.

De Bandt, O., P. Hartmann, and J. Peydro (2009). “Systemic risk in banking: An update”, Oxford Handbook of Banking. Oxford: Oxford University Press.

Denton F. (1971). “Adjustment of monthly or quarterly series to annuals totals: An approach based on quadratic minimization” Journal of the American Statistical Association, 66, pp. 99-102.

Demirgüç-Kunt A., T. Beck, and P. Honohan (2008). “Finance for all? Policies and Pitfalls in Expanding Access” World Bank Policy Research Report. Washington: World Bank.

Dimitrios P. and A. Vouldis (2013). “A financial systemic stress index for Greece” European Central Bank, Working Paper Series No 1563.

Drehmann, M and K. Tsatsaronis. “The credit-to-GDP gap and countercyclical capital buffers: questions and answers”, Bank for International Settlements Quarterly Review 55-73.

Drehmann M. and J. Yetman (2018). “Why you should use the Hodrick-Prescott filter – at least to generate credit gaps”, Bank for International Settlements Working Papers.

Fendoglu S. (2017). “Credit cycles and capital floss: Effectiveness of the macroprudential policy framework in emerging market economies” Journal of Banking and Finance, 79, pp. 110-128.

Fell J. and G. Schinasi (2005). “Assessing financial stability: Exploring the boundaries of analysis”. National Institute Economic Review, 192, pp.102–117.

Gautam R. (2016). “The Determinants of Banks Liquidity: Empirical Evidence on Nepalese Commercial Banks” Journal of Interdisciplinary Studies.

- Gadanecz B. and K. Jayaram (2009). "A chapter in Proceedings of the IFC Conference on Measuring financial innovation and its impact" Bank for International Settlements, 31, pp 365-380.
- Hansen L. (1982). "Large Sample Properties of Generalized Method of Moment" *Econometrica*, 50, pp 1029 – 1054.
- Hartmann P., K. Hubrich and M. Kremer (2014). "Melting Down; Systemic Financial Instability and the Macroeconomy" Annual Conference on Competition Policy and Regulation in a Global Economic Order 80487, German Economic Association, Duesseldorf.
- Holtz-Eakin D., W. Newey and H. Rosen (1988) "Estimating Vector Autoregressions with panel data", *Econometrica*, 56(6), pp. 1371-1395.
- Holló D., M. Kremer and M. Lo Duca (2012). "CISS – A Composite Indicator of Systemic Stress in the Financial System" European Central Bank, Working Paper Series No 1426.
- Jordà O., M. Schularick and A. Taylor (2012). "When Credit Bites Back: Leverage, Business Cycles, and Crises" Federal Reserve Bank of San Francisco, Working Paper Series.
- Kupkovič P and M. Šuster (2020). "Identifying the financial cycle in Slovakia" National Bank of Slovakia, Working Papers172.
- Kubinski M. and D. Barnea (2016) "Systemic Risk Impact on Economic Growth – The Case of the CEE Countries" *Romanian Journal of Economic Forecasting*, XIX (4).
- Lipschitz L. and S. Schadler (2019). "Macroeconomics for Professionals," Cambridge Books, Cambridge University Press.
- Marini M. (2016) "Nowcasting Annual National Accounts with Quarterly Indicators: An Assessment of Widely Used Benchmarking Methods" International Monetary Fund Working Paper No 16/71.

Plašil M., T, Konečný, J. Seidler and P. Hlaváč (2015). “In the Quest of Measuring the Financial Cycle”, Czech National Bank, Working Paper Series No 1563.

Sarlin P. (2014) “Mapping Financial Stability” Springer Heidelberg New York Dordrecht London.

Schinasi G. (2004). “Defining financial stability” International Monetary Fund Working Paper No 04/187.

## ANEXOS

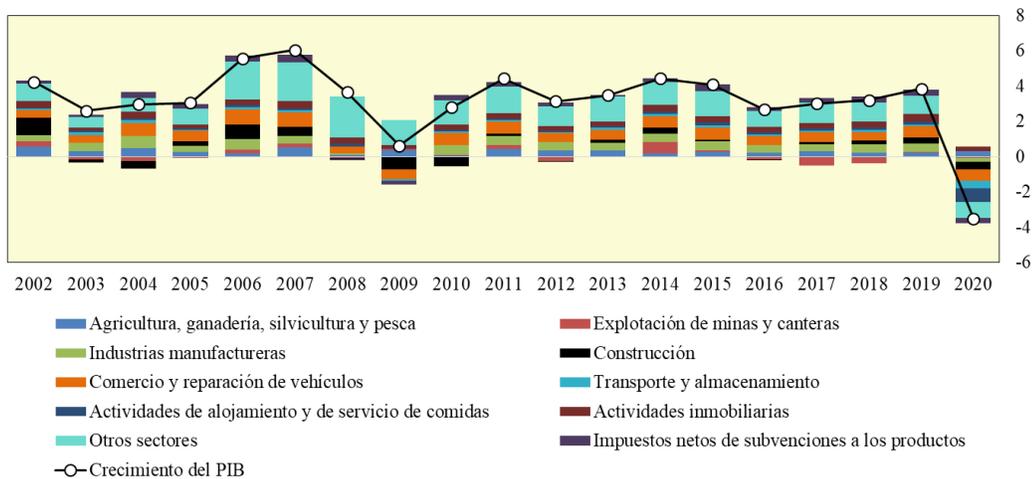
### ANEXO A

**Tabla A.1. Datos Estadísticos de las Variables Involucradas**

Variable		Mean	Std. Dev.	Min	Max	Observations
Tasa de crecimiento por sectores	overall	0.0209	0.0912	-0.8125	0.5247	N = 639
	between		0.0190	-0.0237	0.0414	n = 9
	within		0.0894	-0.7680	0.5692	T = 71
Inflación por sectores	overall	0.0445	0.0724	-0.4078	0.4163	N = 639
	between		0.0151	0.0240	0.0621	n = 9
	within		0.0710	-0.4188	0.4052	T = 71
Tasa de interés por sectores	overall	0.0904	0.0190	0.0606	0.1563	N = 639
	between		0.0126	0.0740	0.1077	n = 9
	within		0.0149	0.0571	0.1461	T = 71
Crédito total por sectores	overall	0.1206	0.2666	-1.2468	2.2093	N = 630
	between		0.0359	0.0765	0.1694	n = 9
	within		0.2644	-1.2956	2.1605	T = 70
Índice compuesto de stress sistémico	overall	0.2111	0.1566	0.0112	0.5478	N = 639
	between		0.0000	0.2111	0.2111	n = 9
	within		0.1566	0.0112	0.5478	T = 71
Ciclo financiero por sectores	overall	-0.0006	0.0171	-0.0575	0.1159	N = 639
	between		0.0030	-0.0065	0.0052	n = 9
	within		0.0169	-0.0516	0.1101	T = 71
Apertura comercial	overall	0.5670	0.0290	0.4966	0.6363	N = 639
	between		0.0000	0.5670	0.5670	n = 9
	within		0.0290	0.4966	0.6363	T = 71

Nota: Elaboración propia a partir de los datos recabados del Banco Central de Guatemala.

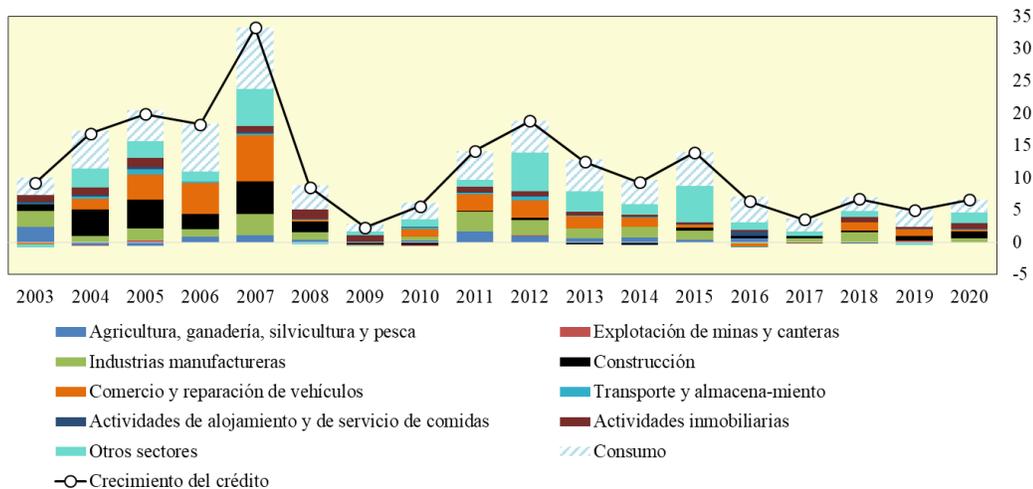
**Gráfico A.1. Crecimiento económico**  
(En porcentaje y pp)



Fuente: Banco Central de Guatemala.

Nota: Se consideró agrupar ciertos sectores para que exista consistencia con la clasificación de crédito por sector económico y de ese modo armar el *macropanel data*. En Otros sectores se encuentra las actividades de: Suministro de electricidad, agua y saneamiento, Información y comunicaciones, Actividades financieras y de seguros, Actividades profesionales científicas y técnicas, Actividades de servicios administrativos y de apoyo, Administración pública y defensa, Enseñanza, Salud y Otras actividades de servicios.

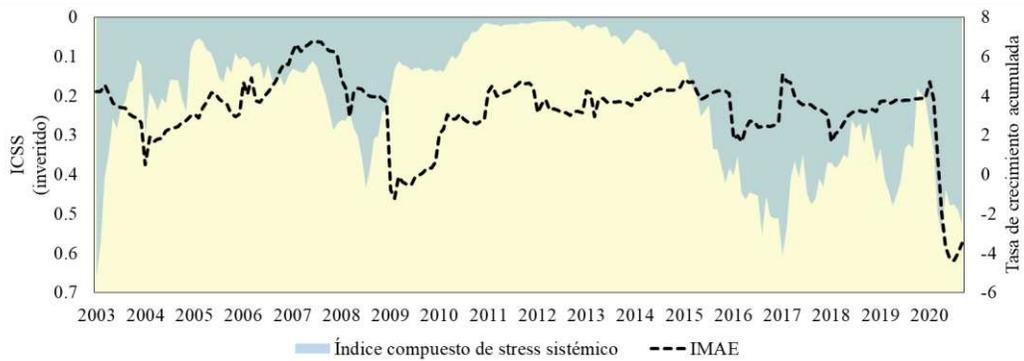
**Gráfico A.2. Crecimiento de crédito**  
(En porcentaje y pp)



Fuente: Banco Central de Guatemala.

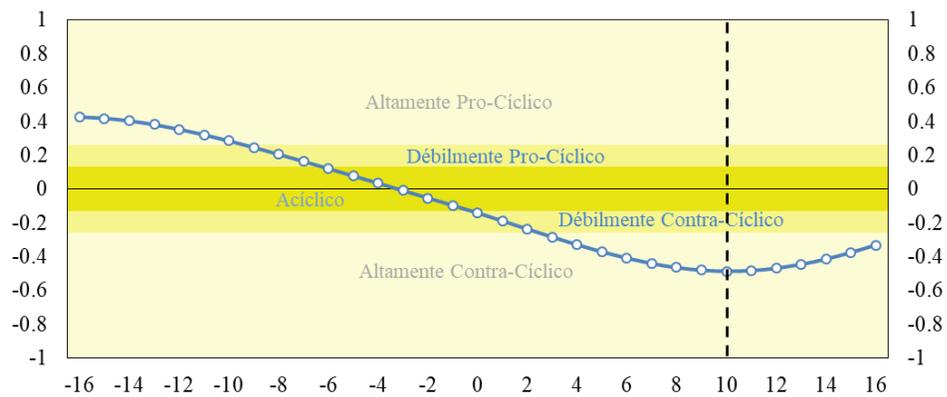
Nota: Se tomó como referencia la distribución del crédito por sectores del Banco Central de Guatemala.

**Gráfico A.3. Relación del índice compuesto de stress sistémico y crecimiento del IMAE**  
(En porcentaje)



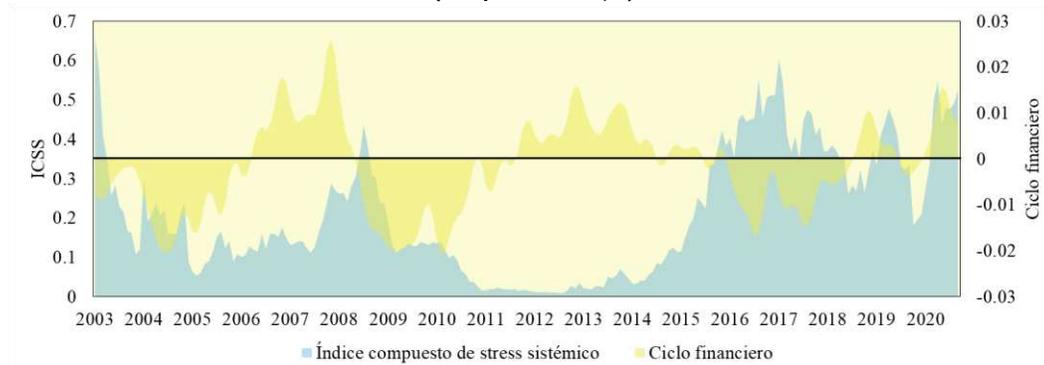
Nota: La tasa de crecimiento del IMAE es la acumulada al mes de septiembre de 2020.

**Gráfico A.4. Co-movimiento entre índice compuesto de stress sistémico y crecimiento del IMAE**  
(En porcentaje)



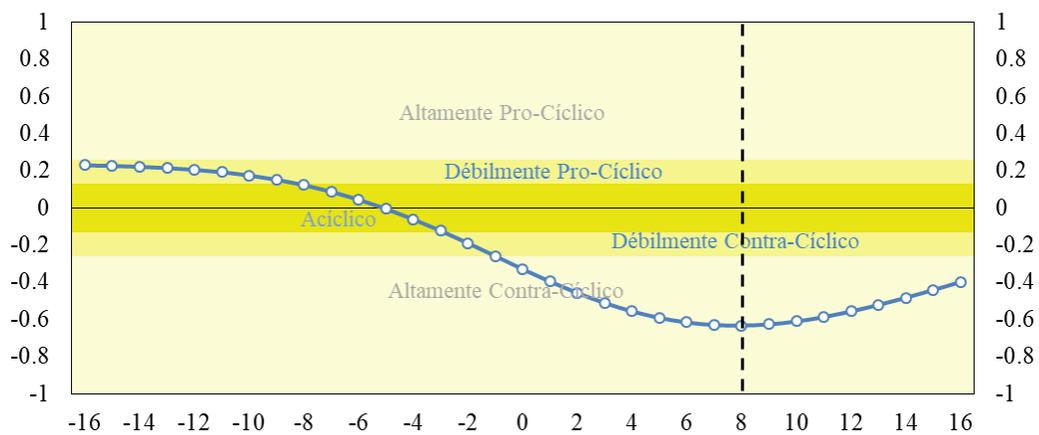
Nota: Los umbrales se obtuvieron en base a Agénor *et al.* (2000).

**Gráfico A.5. Relación del índice compuesto de stress sistémico y el ciclo financiero**  
(En porcentaje)



**Nota:** Elaboración de los autores en base a datos del Banco Central de Guatemala. El ciclo financiero fue construido a partir del ratio crédito/PIB, en línea con Fendoglu (2017), la brecha del crédito/PIB se obtuvo a través de filtro de Hodrick- Prescott (HP) recursivo con un  $\lambda=1600$ . El autor define el valor de este parámetro para el ciclo financiero de mediano plazo para economías en desarrollo.

**Gráfico A.6. Co-movimiento entre índice compuesto de stress sistémico y ciclo financiero**  
(En porcentaje)



**Nota:** Los umbrales se obtuvieron en base a Agénor et al. (2000).

**Tabla A.2. Co-movimientos ICSS, PIB sectorial**

	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
Actividades de alojamiento y de servicios	-0.24	-0.35	-0.45	<b>-0.49</b>	-0.46	-0.34	-0.25	-0.19	-0.15
Actividades inmobiliarias	0.25	0.31	0.34	0.30	0.18	-0.04	-0.23	-0.35	<b>-0.38</b>
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	-0.11	-0.19	-0.28	-0.36	-0.43	<b>-0.46</b>	-0.44	-0.41	-0.37
Comercio y reparación de vehículos	0.07	-0.03	-0.14	-0.23	-0.29	-0.32	-0.38	-0.45	<b>-0.48</b>
Construcción	0.44	0.32	0.22	0.19	0.22	0.19	0.11	-0.03	-0.18
Explotación de minas y canteras	0.62	0.63	0.62	0.57	0.50	0.37	0.23	0.11	-0.01
Industrias manufactureras	-0.02	-0.17	-0.29	-0.37	-0.42	-0.45	-0.50	<b>-0.55</b>	-0.53
Otros sectores	-0.04	-0.10	-0.15	<b>-0.15</b>	-0.09	-0.03	0.00	-0.02	-0.04
Transporte y almacenamiento	-0.18	-0.27	-0.36	-0.40	<b>-0.41</b>	-0.35	-0.31	-0.30	-0.25

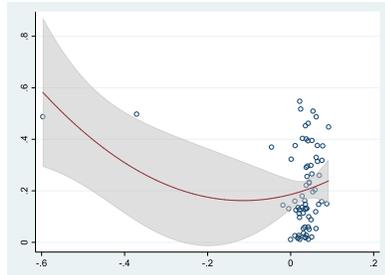
Nota: El co-movimiento fue estimado a partir de datos trimestrales.  
Los componentes cíclicos del PIB fueron estimados con el filtro de Baxter King.

**Tabla A.3. Co-movimientos ICSS, ciclo financiero sectorial**

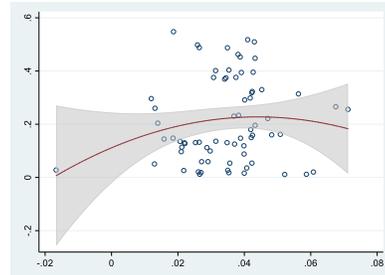
	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
Actividades de alojamiento y de servicios	-0.24	-0.35	-0.45	<b>-0.49</b>	-0.46	-0.34	-0.25	-0.19	-0.15
Actividades inmobiliarias	0.25	0.31	0.34	0.30	0.18	-0.04	-0.23	-0.35	<b>-0.38</b>
Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca	-0.11	-0.19	-0.28	-0.36	-0.43	<b>-0.46</b>	-0.44	-0.41	-0.37
Comercio y reparación de vehículos	0.07	-0.03	-0.14	-0.23	-0.29	-0.32	-0.38	-0.45	<b>-0.48</b>
Construcción	0.44	0.32	0.22	0.19	0.22	0.19	0.11	-0.03	-0.18
Explotación de minas y canteras	0.62	0.63	0.62	0.57	0.50	0.37	0.23	0.11	-0.01
Industrias manufactureras	-0.02	-0.17	-0.29	-0.37	-0.42	-0.45	-0.50	<b>-0.55</b>	-0.53
Otros sectores	-0.04	-0.10	-0.15	<b>-0.15</b>	-0.09	-0.03	0.00	-0.02	-0.04
Transporte y almacenamiento	-0.18	-0.27	-0.36	-0.40	<b>-0.41</b>	-0.35	-0.31	-0.30	-0.25

Nota: El co-movimiento fue estimado a partir de datos trimestrales.  
El ciclo financiero sectorial fue estimado con el filtro Hodrick- Prescott (HP) recursivo.

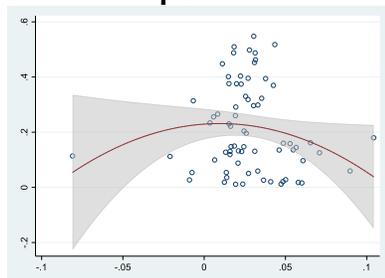
**Gráfico A.7. Relación del índice compuesto de stress sistémico y crecimiento sectorial**  
**Actividades de alojamiento y de servicios**



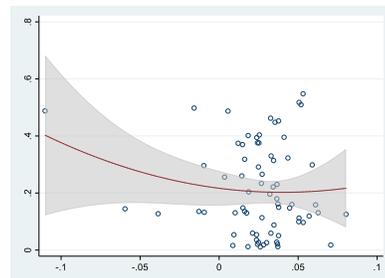
**Actividades inmobiliarias**



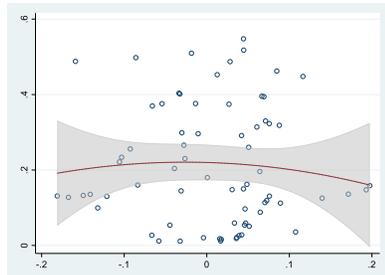
**Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca**



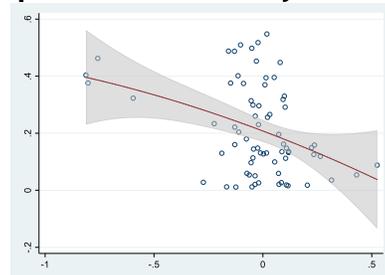
**Comercio y reparación de vehículos**



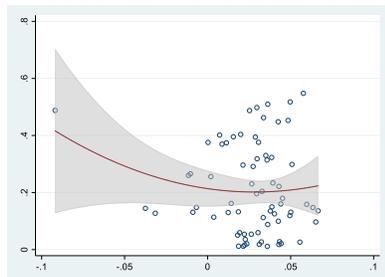
**Construcción**



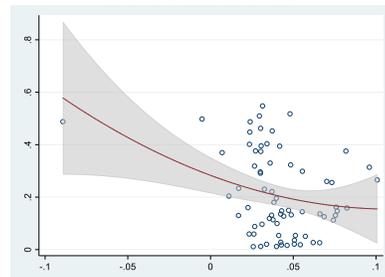
**Explotación de minas y canteras**



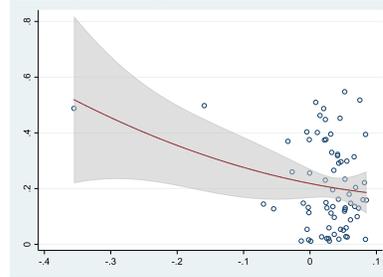
**Industrias manufactureras**



**Otros sectores**

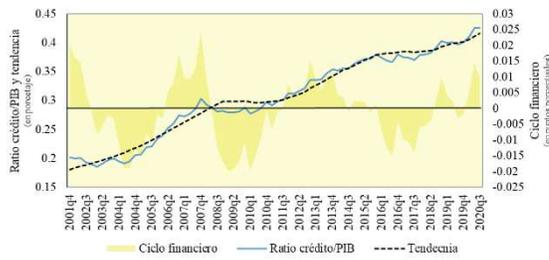


## Transporte y almacenamiento

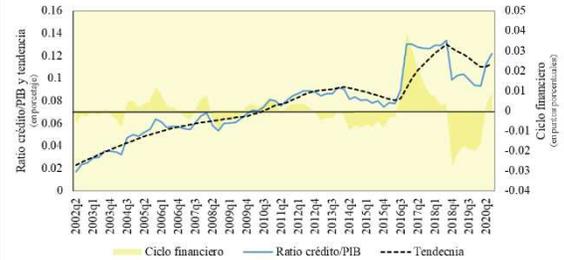


### Gráfico A.8. Ciclo financiero agregado y por actividad

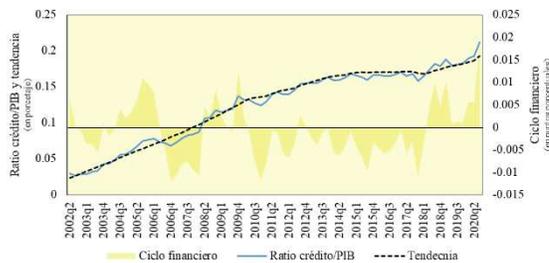
#### Crédito total



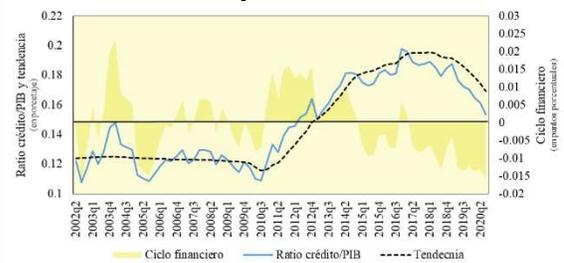
#### Actividades de alojamiento y de servicios



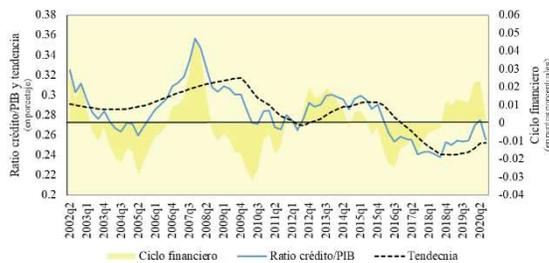
#### Actividades inmobiliarias



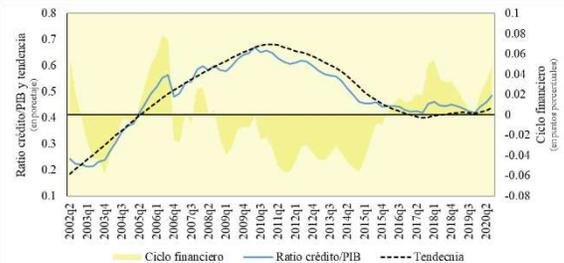
#### Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca



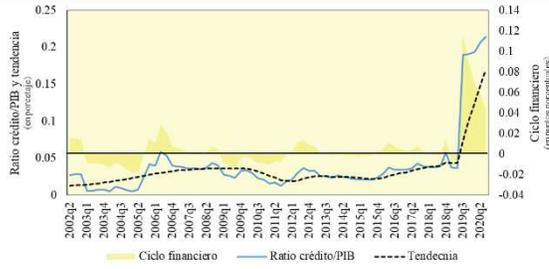
#### Comercio y reparación de vehículos



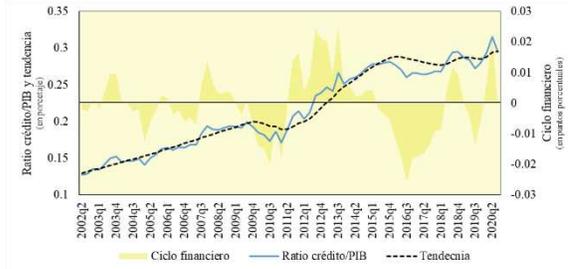
#### Construcción



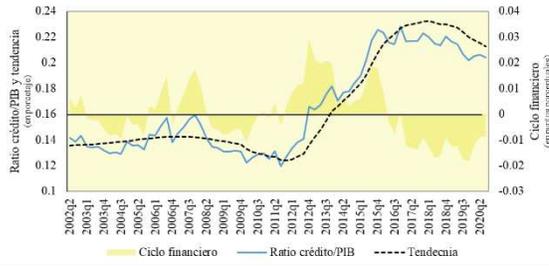
### Explotación de minas y canteras



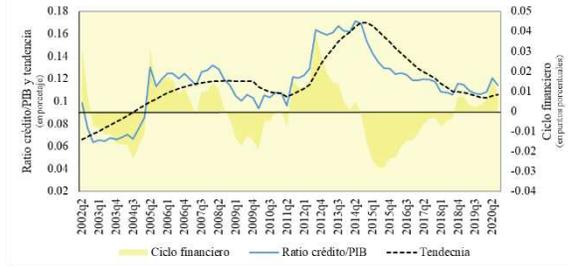
### Industrias manufactureras



### Otros sectores



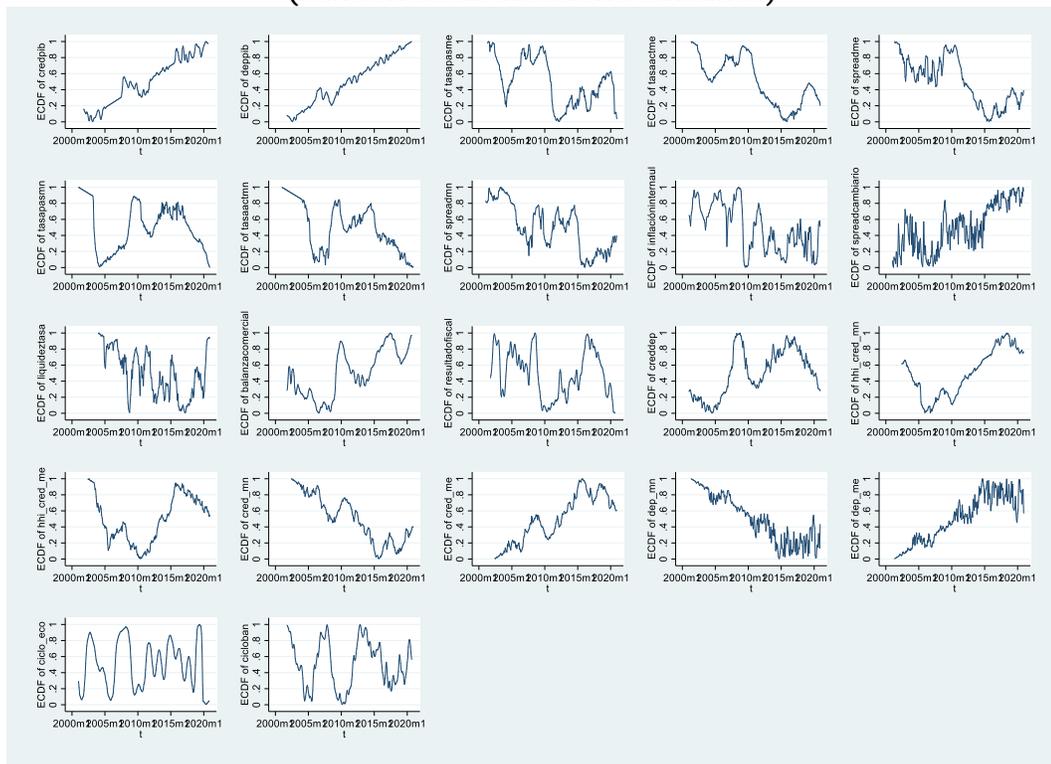
### Transporte y almacenamiento



Nota: Elaboración propia en base a datos del Banco Central de Guatemala. Se empleó el mismo procedimiento de Fendoglu (2017).

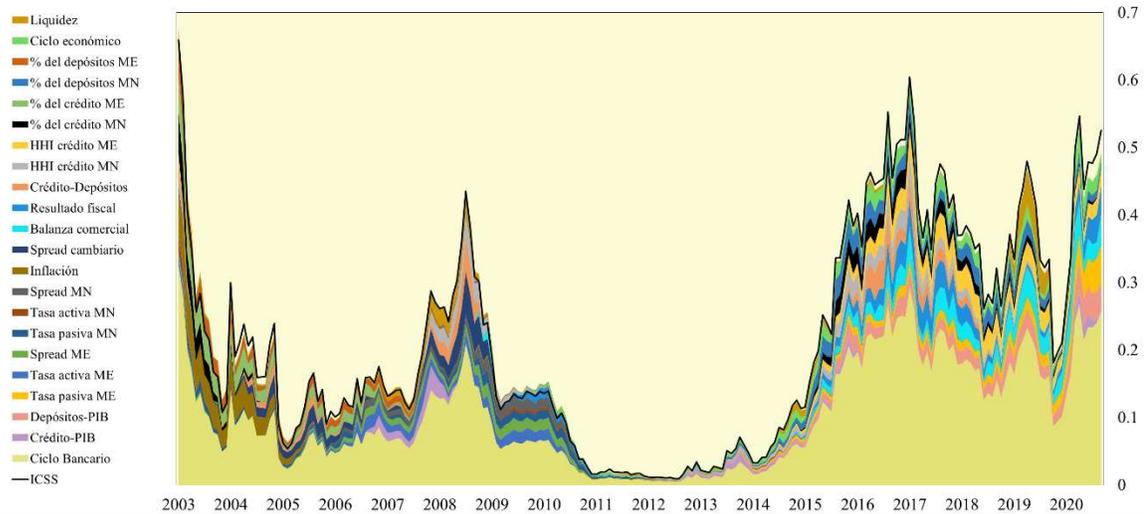
## ANEXO B

Gráfico B.1. Conversión de variables en intervalo (0,1)  
(Función de distribución acumulada)



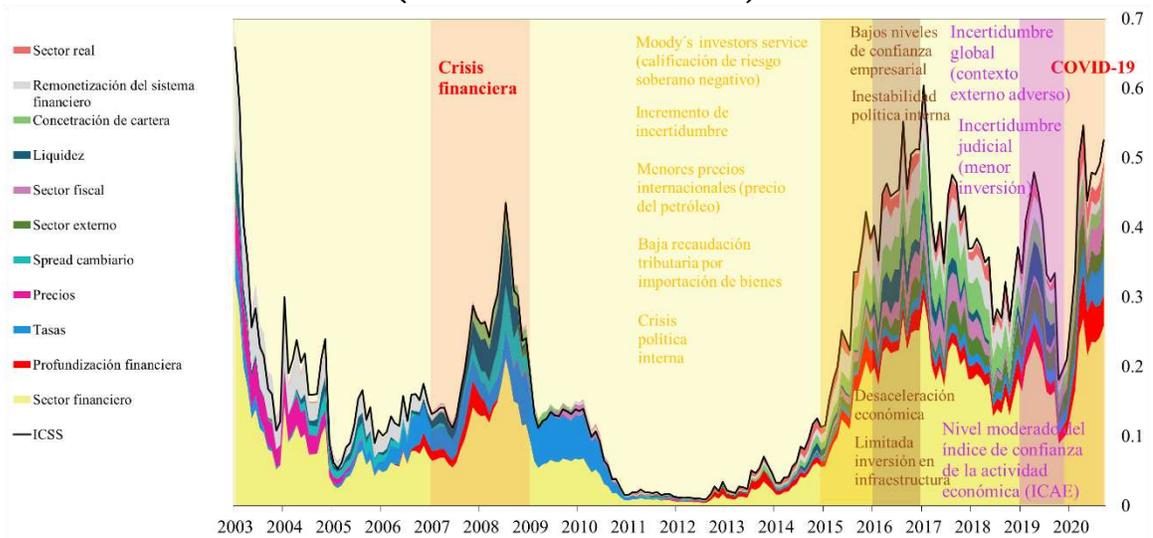
Nota: Elaboración propia

**Gráfico B.2. Descomposición del Índice compuesto de stress sistémico**



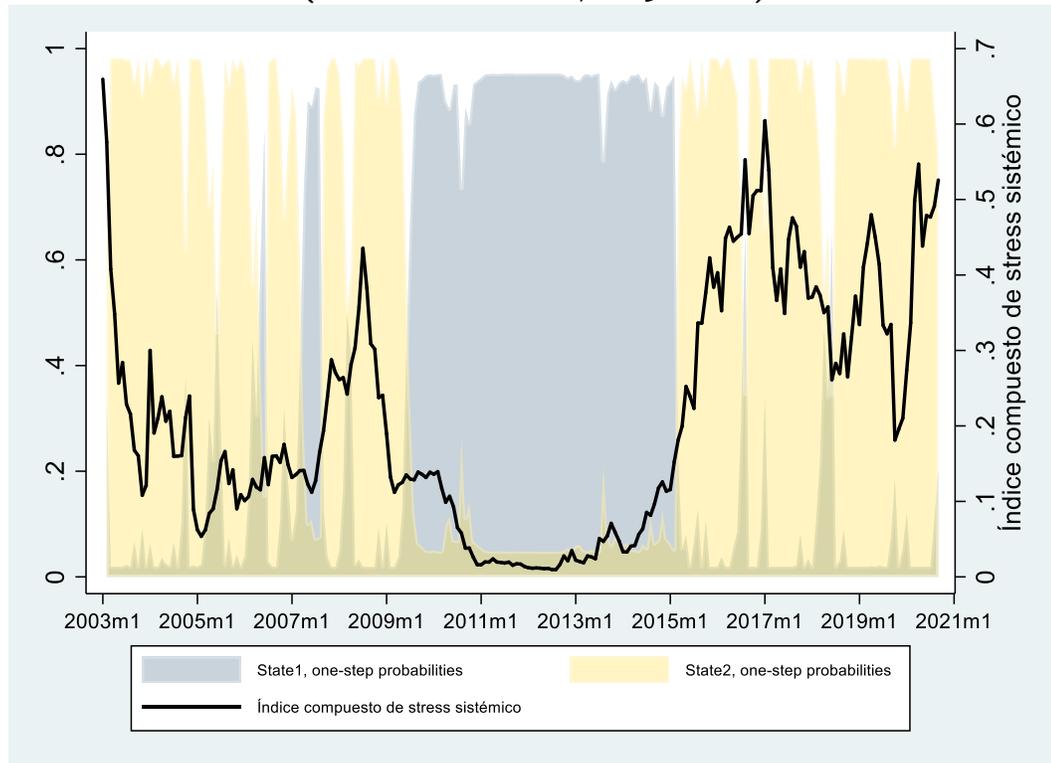
Nota: La contribución de cada subíndice fue calculada en línea de Holló et al. (2012) ... “la diferencia entre el ICSS y la media ponderada al cuadrado de los subíndices”.

**Gráfico B.3. Descomposición del Índice compuesto de stress sistémico (Identificación de eventos)**



Nota: Elaboración propia

**Gráfico B.4. Probabilidad de Cambio de Estado e Índice compuestos de stress sistémico**  
(Frecuencia mensual, 2003 – 2020)



Nota: Elaboración propia

**Tabla B.1. Matriz de probabilidades de transición**

Transition Probabilities	Estimate	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
p11	.9612104	.0268476	.8579953	.9902563
p12	.0387896	.0268476	.0097437	.1420047
p21	.0189475	.0168566	.003255	.1025141
p22	.9810525	.0168566	.8974859	.996745

Nota: Elaboración propia

**Tabla B.2. Matriz de duración de los estados**

Expected Duration	Estimate	Std. Err.	[95% Conf. Interval]	
State1	25.7801	17.8433	7.042023	102.6305
State2	52.77747	46.95348	9.754752	307.223

Nota: Elaboración propia

**Tabla B.3. Selección de rezagos óptimos**

Selection order criteria

Sample: 176 - 241

No. of obs = 594  
No. of panels = 9  
Ave. no. of T = 66.000

lag	CD	J	J pvalue	MBIC	MAIC	MQIC
1	.9996627	355.3275	2.78e-19	-583.5437	61.32752	-189.8207
2	.9986799	250.3306	2.71e-15	-375.5835	54.33065	-113.1015
3	.9990251	125.4071	1.26e-08	-187.5499	27.40714	-56.30895

Nota: Elaboración propia

**Tabla B.4. Test de causalidad de Granger**

Equation \ Excluded	chi2	df	Prob > chi2
D1_ln_pibreal			
D1_infl	3.169	1	0.075
D1_cred_tot	1.269	1	0.260
tasa_w	40.850	1	0.000
icss	7.750	1	0.005
apertura	90.268	1	0.000
pseudociclofin	2.491	1	0.115
ALL	133.126	6	0.000
D1_infl			
D1_ln_pibreal	0.806	1	0.369
D1_cred_tot	1.522	1	0.217
tasa_w	10.227	1	0.001
icss	0.006	1	0.940
apertura	25.637	1	0.000
pseudociclofin	8.247	1	0.004
ALL	39.656	6	0.000
D1_cred_tot			
D1_ln_pibreal	1.238	1	0.266
D1_infl	9.594	1	0.002
tasa_w	51.191	1	0.000
icss	0.399	1	0.527
apertura	9.817	1	0.002
pseudociclofin	0.746	1	0.388
ALL	83.073	6	0.000
tasa_w			
D1_ln_pibreal	11.387	1	0.001
D1_infl	0.053	1	0.817
D1_cred_tot	2.587	1	0.108
icss	2.595	1	0.107
apertura	9.199	1	0.002
pseudociclofin	30.683	1	0.000
ALL	44.855	6	0.000

icss			
D1_ln_pibreal	1.295	1	0.255
D1_infl	3.650	1	0.056
D1_cred_tot	2.674	1	0.102
tasa_w	271.560	1	0.000
apertura	4.672	1	0.031
pseudociclofin	7.899	1	0.005
ALL	318.121	6	0.000
apertura			
D1_ln_pibreal	19.370	1	0.000
D1_infl	2.490	1	0.115
D1_cred_tot	7.146	1	0.008
tasa_w	259.604	1	0.000
icss	2.365	1	0.124
pseudociclofin	37.259	1	0.000
ALL	331.374	6	0.000
pseudociclofin			
D1_ln_pibreal	3.556	1	0.059
D1_infl	0.814	1	0.367
D1_cred_tot	0.035	1	0.851
tasa_w	12.101	1	0.001
icss	4.287	1	0.038
apertura	1.129	1	0.288
ALL	19.250	6	0.004

Nota: Elaboración propia

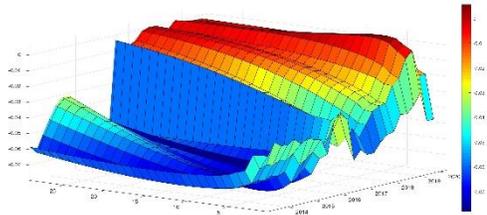
## Gráfico B.5. Condición de estabilidad (28 modelos)



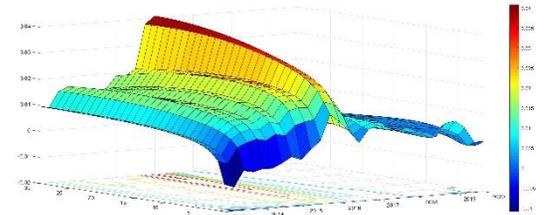
Nota: Elaboración propia

**Gráfico B.6. Función impulso respuesta, *shock* en el ICSS  
(Respuesta recursiva)**

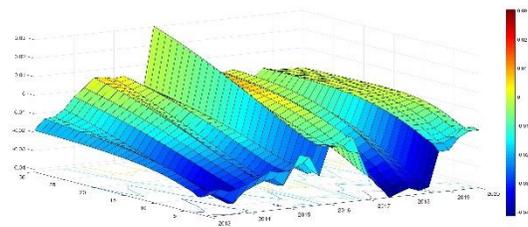
**PIB**



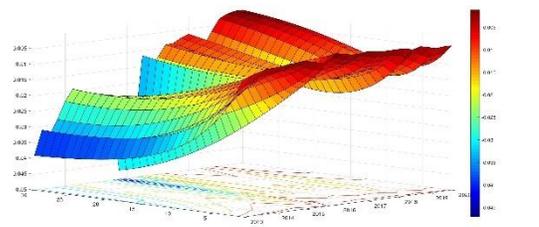
**Inflación**



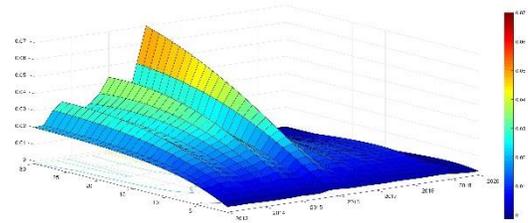
**Crédito**



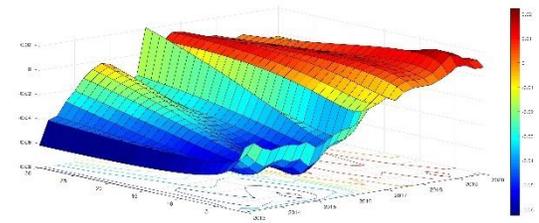
**Ciclo financiero**



**Tasa de interés**



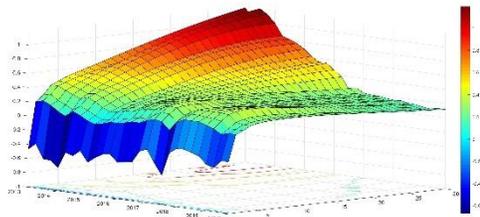
**Apertura comercial**



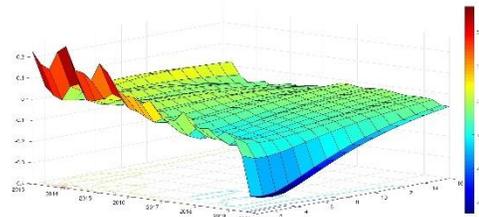
Nota: Elaboración propia

**Gráfico B.7. Función impulso respuesta, shock en el ciclo financiero sectorial  
(Respuesta recursiva)**

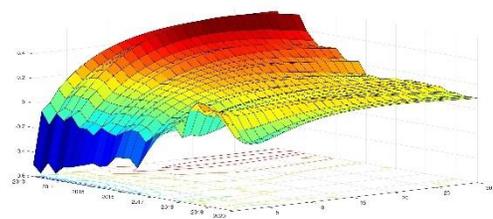
**PIB**



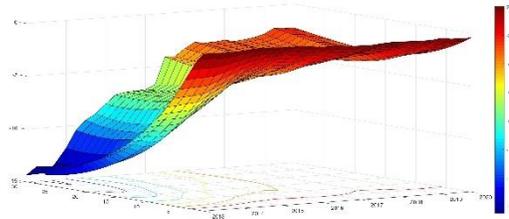
**Inflación**



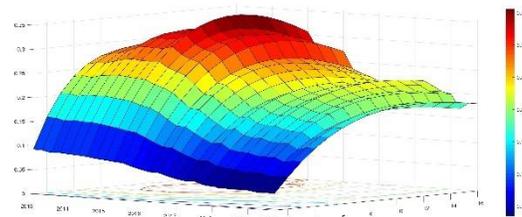
**Crédito**



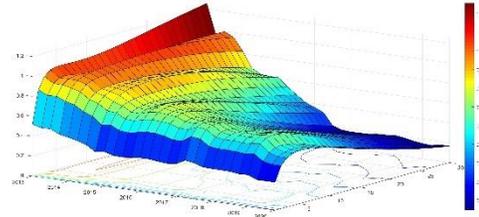
**ICSS**



**Tasa de interés**



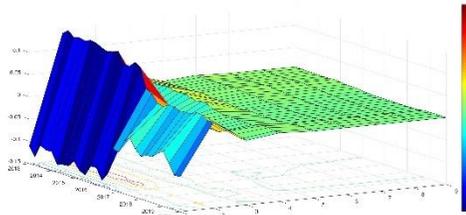
**Apertura comercial**



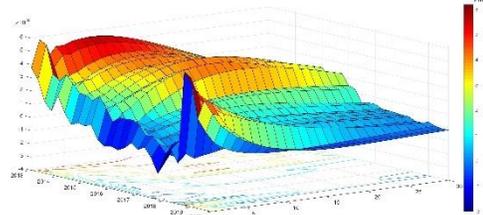
Nota: Elaboración propia

**Gráfico B.8. Función impulso respuesta, shock en la inflación  
(Respuesta recursiva)**

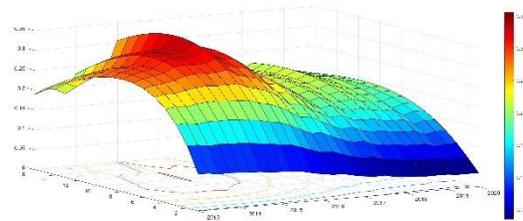
**PIB**



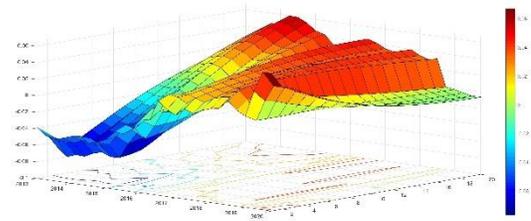
**Ciclo financiero sectorial**



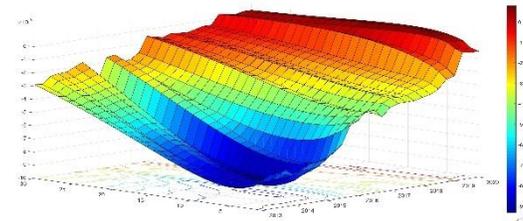
**Crédito**



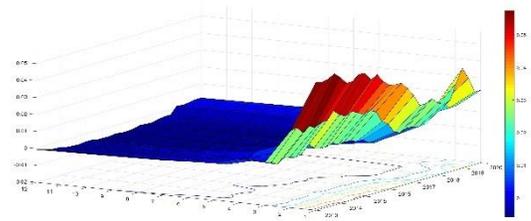
**ICSS**



**Tasa de interés**



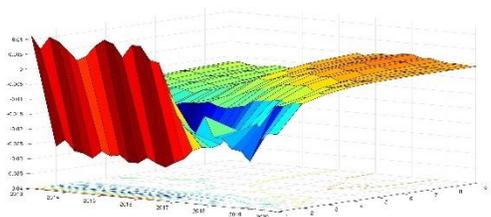
**Apertura comercial**



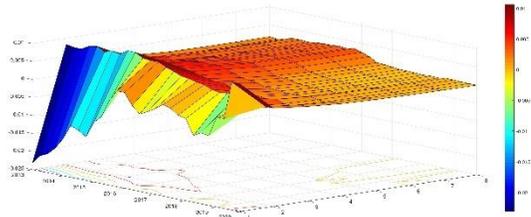
Nota: Elaboración propia

**Gráfico B.9. Función impulso respuesta, shock en el crédito  
(Respuesta recursiva)**

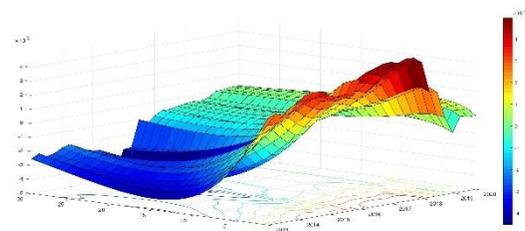
**PIB**



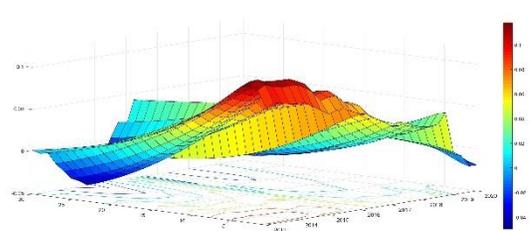
**Inflación**



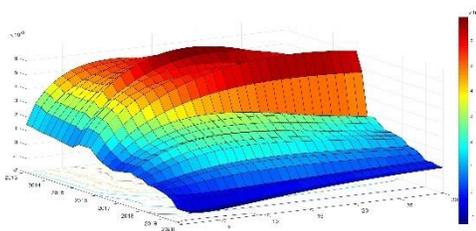
**Ciclo financiero**



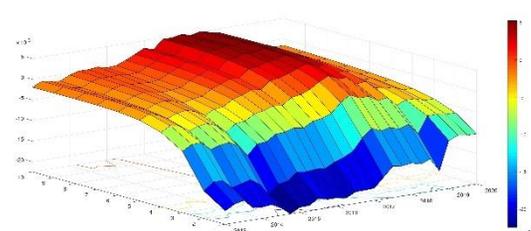
**ICSS**



**Tasa de interés**



**Apertura comercial**



Nota: Elaboración propia

## ANEXO C

### Tratamiento de la base de datos

La información para la construcción del ICSS fue extraída del Banco Central de Guatemala, se realizó ciertos procedimientos para la obtención de los indicadores en frecuencia mensual, lo cual se detalla a continuación:

- Se estimó el ciclo económico a partir del filtro de *band-pass* de Christiano y Fitzgerald (2003).
- Los ratios resultado fiscal, balanza comercial, depósitos y créditos respecto al PIB se mensualizo con la metodología de Denton (1971), este procedimiento tiene validez para cuentas nacionales con datos de frecuencia baja (Marini, 2016).

Las variables consideradas para la modelación del PVAR fueron calculadas a partir de:

- Para la obtención de los ciclos financieros por sectores se consideró el crédito total como la suma de cada sector en MN y ME.
- Se calculó tasa de interés ponderada a partir del porcentaje de MN y ME de los créditos y depósitos.
- La inflación sectorial fue calcula a partir de la variación del deflactor implícito del PIB de cada sector, este tipo de inflación captura los precios de bienes y servicios producidos en país y es una variable proxy de un índice de precios del productor (Lipschitz y Schadler, 2019).