



El emprendimiento
es de todos

Minhacienda



NOTAS FISCALES

Ministerio de Hacienda
y Crédito Público

Dirección General de
Política Macroeconómica
Centro de Estudios Fiscales

2019

**Vulnerabilidad externa en
Colombia y emergentes:
diagnóstico a través de
análisis de componentes
principales**

- Sara María Ramírez Arias
- Sandra Marcela Díaz Rojas



Notas fiscales, 2019
ISSN 2027-8365

Diciembre, 2019

2019, Ministerio de Hacienda y Crédito Público – Dirección General de Política
Macroeconómica
Centro de Estudios Fiscales
Cra8 # 6-64
Bogotá D.C, Colombia
Tel: 3811700



Vulnerabilidad externa en Colombia y emergentes: diagnóstico a través de análisis de componentes principales

Sara María Ramírez Arias*
Sandra Marcela Díaz Rojas**

Notas Fiscales es una publicación del Centro de Estudios Fiscales del Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Colombia. Los trabajos publicados son provisionales y sus autores son responsables de las opiniones expresadas en ellos, así como de posibles errores. Las opiniones de los autores no reflejan necesariamente los puntos de vista del Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Colombia.

Resumen

En este trabajo se construye un índice para medir el grado de vulnerabilidad externa de la economía colombiana y otras economías emergentes. Lo anterior se lleva a cabo a través de la metodología de componentes principales, en función de las variables que determinan la fortaleza de las economías a distintos choques externos, con el propósito de analizar la posición de vulnerabilidad externa de Colombia frente a sus pares. Los resultados indican que el índice de vulnerabilidad externa muestra una correlación positiva y significativa con indicadores de percepción de riesgo como los Credit Default Swaps (CDS) y el Emerging Markets Bonds Index (EMBI). Asimismo, los resultados muestran que las crisis económicas de las últimas dos décadas (crisis financiera de 2008 y la crisis de los precios del petróleo entre 2014 y 2016) coincidieron con deterioros significativos de la vulnerabilidad externa de Colombia y otras economías emergentes. Por último, pese al adverso escenario internacional que se ha venido consolidando desde mediados de 2018, el índice de vulnerabilidad externa en Colombia ha mostrado una corrección moderada en lo corrido de 2019.

Palabras clave: Vulnerabilidad externa, componentes principales, cuentas externas, mercado de capitales, percepción de riesgo.

*Asesora de programación macroeconómica de la Dirección General de Política Macroeconómica - Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Colombia. Correo: sara.ramirez@minhacienda.gov.co

**Pasante de la Dirección General de Política Macroeconómica 2019-1 y 2019-2 - Ministerio de Hacienda y Crédito Público de Colombia. Correo: samdiazro@unal.edu.co



1. Introducción

Las cuentas externas se resumen en la contabilización de las transacciones entre residentes y no residentes de una economía a través de la balanza de pagos, en donde el componente de la cuenta corriente refleja las necesidades de financiamiento externo de un país para financiar su gasto corriente o su inversión. Estas necesidades de gasto son financiadas, en parte, con flujos de capitales provenientes de otras economías, por lo que, en caso de que se dé una parada súbita de capitales o *sudden stop*, se daría un fuerte ajuste de la demanda agregada, afectando el crecimiento de la economía y la estabilidad financiera de los distintos agentes de la misma. La vulnerabilidad externa mide el grado de exposición de la economía para soportar episodios de reversión de capitales. Por lo tanto, el diagnóstico de vulnerabilidad externa es de vital importancia para la estabilidad macroeconómica de un país.

En Colombia y otras economías emergentes, el análisis de vulnerabilidad externa es especialmente relevante dada la alta dependencia de *commodities*, la volatilidad del tipo de cambio, la participación de la deuda externa en moneda extranjera como porcentaje de la deuda total del país y la exposición de la economía a factores de incertidumbre política. Dado esto, se construyó un indicador de vulnerabilidad externa a través del análisis de componentes principales, haciendo uso de las variables que capturan las dinámicas de las cuentas externas de estos países, tanto para el caso de Colombia como el de México, Perú, Argentina, Brasil, Chile, Sudáfrica y Turquía. Para esta muestra de países, el índice construido muestra un fuerte deterioro en la crisis financiera de 2008 y en el periodo del colapso de los precios del petróleo entre 2014 y 2016, alcanzando su mayor deterioro en 2015, cuando el déficit de cuenta corriente en Colombia alcanzó un máximo histórico de 6,3% del PIB.

El documento se estructura de la siguiente forma: en la segunda sección, se lleva a cabo una breve descripción de la evolución histórica de los principales indicadores de las cuentas externas, así como de variables del mercado de capitales y de percepción de riesgo, tanto para Colombia como para la muestra de países analizados. En la tercera sección, se expone la metodología de estimación del índice de vulnerabilidad externa a través de componentes principales. En la cuarta sección, se exponen los resultados del ejercicio, así como una regresión lineal por mínimos cuadrados ordinarios en la que se evalúa cómo las distintas variables externas afectan el comportamiento del índice. En la quinta sección se expone un análisis de las proyecciones del indicador de vulnerabilidad externa, y en la sexta y última sección se exponen las conclusiones del documento.



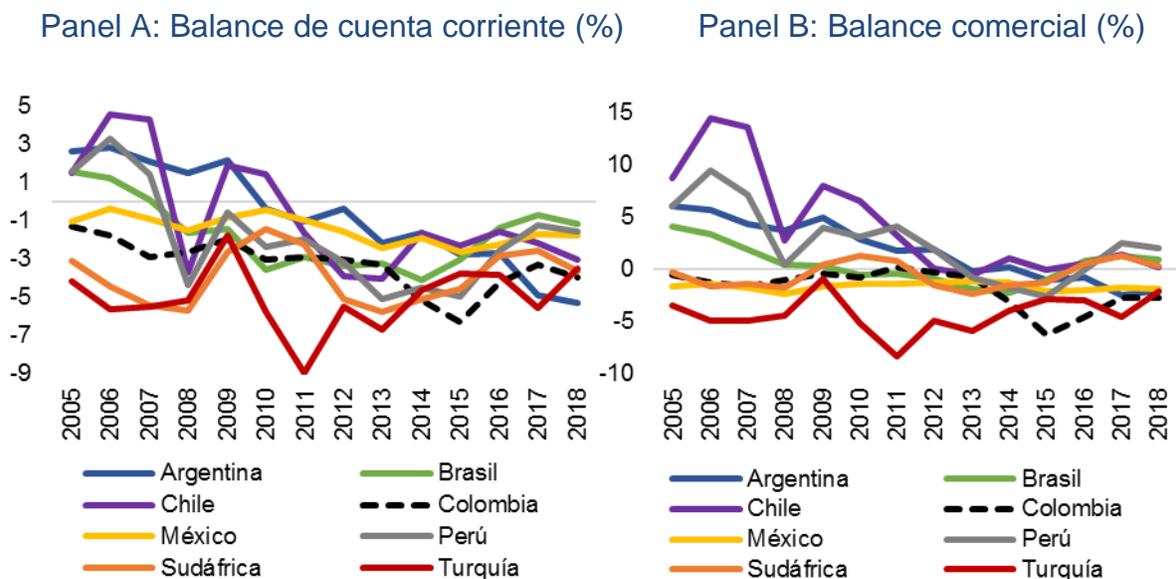
2. Evolución histórica de variables externas

Durante el periodo de tiempo tomado en cuenta para el análisis de vulnerabilidad externa, los países emergentes analizados se han enfrentado a múltiples choques externos, entre ellos, la crisis financiera de 2008 y la crisis de los precios del petróleo de 2015. Asimismo, cada país ha sufrido situaciones internas de estrés que han puesto a sus economías en un escenario de mayor riesgo externo. Por otro lado, los últimos años han estado marcados por escenarios externos turbulentos, derivados de la guerra comercial que EE.UU. sostiene con China, la incertidumbre respecto al Brexit, la desaceleración económica global y las condiciones económicas de cada país. En todas estas ocasiones, las principales variables de desempeño externo de las economías se han visto afectadas y los indicadores de riesgo se han deteriorado sustancialmente.

Una de estas variables es el balance de cuenta corriente, el cual ha tenido un comportamiento volátil a lo largo de la muestra para todos los países (**Gráfico 1**). En México, Colombia, Turquía y Sudáfrica la cuenta corriente siempre ha sido deficitaria, y este déficit se ha incrementado en los momentos en los que los países se enfrentan a una crisis internacional. En Colombia, por ejemplo, la crisis de los precios del petróleo, que tuvo lugar en el año 2015, generó un incremento en el déficit de cuenta corriente a 6,4% del PIB, desde el nivel de 3,3% del PIB previo a la crisis. Por su parte, la crisis financiera que tuvo lugar en 2008 incrementó el déficit de la mayoría de países de la muestra y, en el caso de Chile, Perú y Brasil, hizo que la cuenta corriente pasara de presentar un comportamiento superavitario a uno deficitario. En todos los países, la cuenta corriente responde, principalmente, al comportamiento de la balanza comercial, que sufre caídas similares siempre que los países se ven expuestos a un choque externo o a un contexto de crisis internacional.



Gráfico 1. Balance de cuenta corriente y comercial

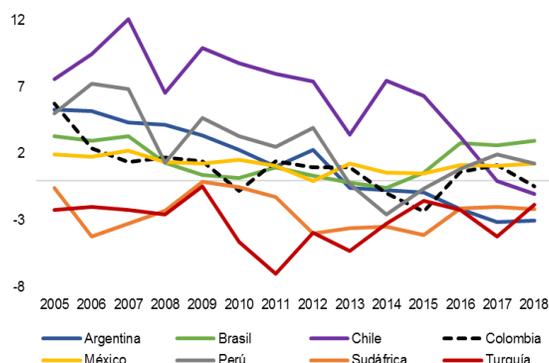


Fuente: Banco de la República, Bloomberg.

Pese a que los países emergentes estudiados tienen una cuenta corriente deficitaria, en muchos de estos la financiación del déficit se ha dado casi completamente con Inversión Extranjera Directa (IED). El balance primario de la cuenta corriente, que mide la diferencia entre la inversión extranjera directa y el déficit de cuenta corriente, y es un indicador de la proporción de este déficit que es cubierto con los flujos de inversión extranjera directa que entran al país, muestra que en los últimos años Brasil, Perú y México han cubierto completamente su déficit con IED, mientras que Colombia y Chile lo han cubierto casi completamente (**Gráfico 2**). Asimismo, para todos los países estudiados, este indicador ha sufrido deterioros en momentos de crisis internacional, explicando la ampliación en el déficit de cuenta corriente como consecuencia de las presiones externas.



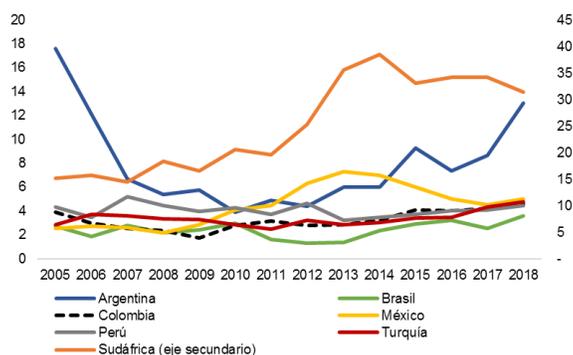
Gráfico 2. Balance primario de la cuenta corriente (%)



Fuente: Banco de la República, Bloomberg.

Las condiciones externas desfavorables generan presiones de financiamiento externo, por lo que muchos países deben recurrir a un mayor nivel de endeudamiento en el exterior, pues los flujos de capitales tienden a salir a economías consideradas como más seguras. Pese a esto, la deuda externa de corto plazo de la mayoría de países emergentes tenidos en cuenta en el índice se ha mantenido estable a lo largo del periodo estudiado (**Gráfico 3**). Sin embargo, países como Argentina y Sudáfrica han incrementado su nivel de endeudamiento externo de corto plazo en los últimos años, y tienen niveles de endeudamiento significativamente mayores a los del resto de países emergentes, lo cual puede responder a la mayor necesidad de financiamiento que ambos países enfrentaron durante las recientes crisis económicas que han atravesado.

Gráfico 3. Deuda externa de corto plazo (% PIB)



Fuente: Banco de la República, Bloomberg.

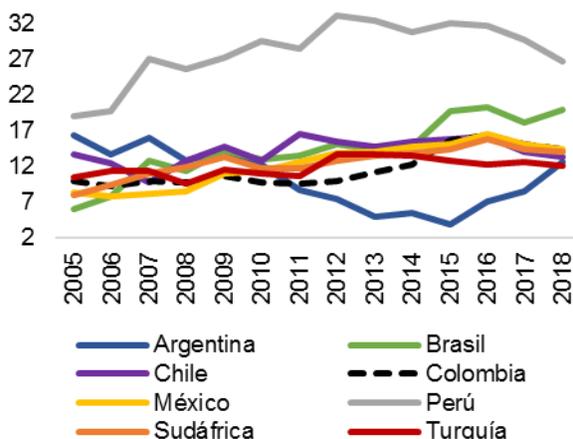


Dentro de los países incluidos en el índice de vulnerabilidad externa, las reservas internacionales se han venido incrementando, como mecanismo de protección ante posibles choques externos. Dentro de la muestra, el país que cuenta con un mayor nivel de reservas internacionales como porcentaje del PIB es Perú, que en 2018 acumuló reservas por un valor equivalente al 26% de su PIB, seguido de Brasil, que incrementó su ritmo de acumulación de reservas desde 2014 y a cierre de 2018 contaba con 20% de reservas como porcentaje de su PIB (**Gráfico 4**). En general, el resto de países de la muestra cuenta con reservas que representan cerca del 13% de su PIB, en promedio. En particular, el nivel de reservas de Colombia ha venido creciendo moderadamente desde 2013, y actualmente se sitúa en 15% del PIB. En Argentina, ha representado una mayor cantidad que la del resto de países, lo cual responde a la línea de crédito que el Fondo Monetario Internacional desembolsó al país cuando este se enfrentó a su crisis económica en 2018.

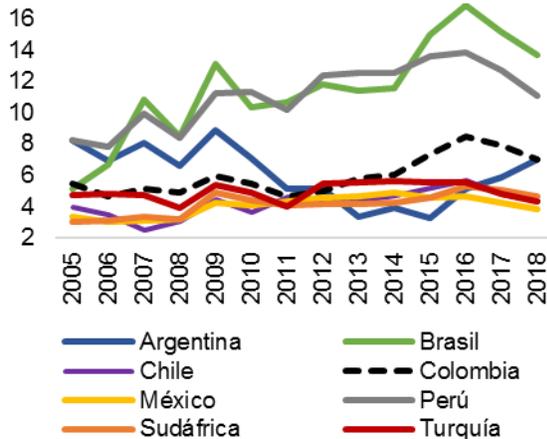
Por otro lado, las reservas como meses de pagos de cuenta corriente muestran que los países que tienen un mayor nivel de reservas internacionales para suplir los pagos que deben hacer por cuenta de importaciones y otros pagos de cuenta corriente son Perú y Brasil, consistente con el mayor nivel de reservas internacionales que estos países tienen frente al resto de países de la muestra (**Gráfico 4**). En Colombia, la tendencia a acumular reservas internacionales que el país ha mostrado desde 2013 le ha permitido contar con un nivel adecuado de estos activos para suplir los pagos de su cuenta corriente, posicionándolo como el tercer país de la muestra con mayor nivel de reservas como pagos de cuenta corriente.

Gráfico 4. Indicadores de reservas internacionales

Panel A: Reservas internacionales (% PIB)



Panel B: Reservas internacionales como meses de pagos de cuenta corriente



Fuente: Banco de la República, Bloomberg.



3. Metodología de análisis de componentes principales

Mediante un análisis de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés), se construyó un índice de vulnerabilidad agregado que captura la exposición de Colombia y otras economías emergentes a choques externos. El análisis de componentes principales permite tomar un alto número de variables que tengan una correlación alta entre sí mismas, para transformarlas en un número reducido de componentes que expliquen la variabilidad de la muestra. Con esta metodología se busca condensar la información de los veintiún indicadores de desempeño externo en una serie de componentes que agrupan el comportamiento agregado de las variables incluidas. Para el ejercicio se tomaron datos trimestrales desde el primer trimestre de 2006 hasta el segundo trimestre de 2019 para Colombia y hasta el primer trimestre de 2019 para Argentina, Brasil, Chile, México, Perú, Sudáfrica y Turquía, y se tienen en cuenta las variables que se reportan en la **Tabla 1**:

Tabla 1. Variables usadas para el análisis de componentes principales

Variables
Ingresos de cuenta corriente como porcentaje del PIB
Pagos de cuenta corriente como porcentaje del PIB
Exportaciones como porcentaje del PIB
Importaciones como porcentaje del PIB
Inversión extranjera directa como porcentaje del PIB
Inversión extranjera en portafolio como porcentaje del PIB
Balance primario de cuenta corriente como porcentaje del PIB
Ingreso de renta factorial como porcentaje del PIB
Pagos de renta factorial como porcentaje del PIB
Ingresos de transferencias como porcentaje del PIB
Pagos de transferencias como porcentaje del PIB
Morgan Stanley Capital Investment (MSCI)
Variación de las reservas internacionales como porcentaje del PIB
Credit Default Swaps (CDS)
Emerging Markets Bonds Index (EMBI)
Volatilidad de la tasa de cambio
Volatilidad del precio del petróleo
Deuda externa de corto plazo como porcentaje de la deuda externa total
Precio del oro (USD/onza troy)
Rendimiento de bonos TES a 10 años
Servicio de la deuda externa como porcentaje de la deuda externa total

Fuente: Banco de la República (BanRep), Bloomberg



Las correlaciones entre las variables analizadas se reportan en la **Tabla 2**. Dentro de las correlaciones significativas y de mayor magnitud, se destaca que entre las exportaciones y los ingresos de la cuenta corriente existe una correlación de 82%, al igual que las exportaciones con el balance primario (definido como el déficit de cuenta corriente más la inversión extranjera directa bruta), con la que sostiene una correlación de 49%. De igual manera, el balance primario muestra una correlación positiva y significativa con la inversión extranjera directa (IED) como porcentaje del PIB de 54%. Los pagos de la cuenta corriente muestran una correlación positiva y significativa con los ingresos de la cuenta corriente de 53%, así como los pagos de la cuenta corriente con la IED de 41%.

Asimismo, se evidencia una correlación positiva y significativa de 90% entre los pagos de la cuenta corriente y las importaciones como porcentaje del PIB, y de 39% entre las importaciones y la inversión extranjera directa. La correlación entre la volatilidad de la tasa de cambio y las exportaciones es negativa (30%) y significativa, a partir de lo cual se intuye que, ante un escenario de mayor volatilidad de la tasa de cambio, las exportaciones se ven afectadas, especialmente en el escenario en donde la tasa de cambio se aprecie. Por último, como es de esperar, la volatilidad de la tasa de cambio y del Brent sostienen una correlación positiva y significativa de 64% y 80%, respectivamente, con el indicador de percepción de riesgo CDS. En línea con lo anterior, la volatilidad del precio del Brent tiene una correlación de 71% con la volatilidad de la tasa de cambio, lo que es consistente con la dependencia en el petróleo de las exportaciones colombianas.



Tabla 2. Matriz de correlaciones entre todas las variables

	Ingreso factorial	Ingreso transferencias	Ingreso cuenta corriente	Exportaciones	IED	IEP	Balance primario	MSCI	Reservas	Pagos cuenta corriente
Ingreso factorial	1.000									
Ingreso transferencias	0.359	1.000								
Ingreso cuenta corriente	0.018	0.371	1.000							
Exportaciones	-0.457	-0.137	0.821	1.000						
IED	0.276	0.155	0.342	0.179	1.000					
IEP	-0.084	0.358	0.131	0.021	-0.104	1.000				
Balance primario	-0.228	0.241	0.520	0.490	0.539	0.336	1.000			
MSCI	-0.380	-0.839	-0.028	0.402	-0.190	-0.232	-0.137	1.000		
Reservas	-0.178	-0.058	0.073	0.152	0.020	-0.021	0.027	0.204	1.000	
Pagos cuenta corriente	0.450	0.166	0.531	0.298	0.408	-0.319	-0.251	-0.010	0.047	1.000
Importaciones	0.470	0.188	0.288	0.048	0.393	-0.396	-0.366	-0.177	-0.097	0.905
Pagos factoriales	-0.050	-0.006	0.594	0.593	0.057	0.189	0.285	0.334	0.340	0.239
Pagos transferencias	0.148	-0.542	-0.272	-0.111	-0.162	-0.237	-0.339	0.552	-0.102	0.018
CDS	-0.069	0.228	0.023	-0.039	0.264	-0.125	0.184	-0.509	-0.335	0.007
EMBI	0.016	0.027	0.071	0.053	0.156	0.181	-0.070	-0.087	-0.099	0.243
Volatilidad tasa de cambio	0.134	0.327	-0.140	-0.303	0.092	-0.036	-0.105	-0.588	-0.337	0.057
Volatilidad brent	0.092	0.346	0.015	-0.146	0.232	-0.087	-0.040	-0.538	-0.228	0.216
Deuda de corto plazo	-0.197	0.013	0.479	0.526	0.176	0.046	0.149	0.279	0.431	0.369
Precio oro	0.181	-0.705	-0.073	0.125	-0.035	-0.343	-0.232	0.741	-0.049	0.164
Tasa TES	-0.430	0.560	0.277	0.206	-0.122	0.489	0.352	-0.401	0.238	-0.229
Servicio de la deuda	-0.171	0.652	0.415	0.216	0.001	0.473	0.386	-0.386	0.245	-0.058

	Importaciones	Pagos factoriales	Pagos transferencias	CDS	EMBI	Volatilidad tasa de cambio	Volatilidad brent	Deuda de corto plazo	Precio oro	Tasa TES	Servicio de la deuda
Importaciones	1.000										
Pagos factoriales	-0.196	1.000									
Pagos transferencias	-0.059	0.100	1.000								
CDS	0.173	-0.364	-0.240	1.000							
EMBI	0.295	-0.094	-0.248	0.156	1.000						
Volatilidad tasa de cambio	0.275	-0.479	-0.302	0.639	0.243	1.000					
Volatilidad brent	0.370	-0.328	-0.299	0.808	0.256	0.713	1.000				
Deuda de corto plazo	0.214	0.388	-0.270	-0.342	0.298	-0.315	-0.239	1.000			
Precio oro	0.021	0.268	0.729	-0.277	-0.115	-0.351	-0.293	-0.027	1.000		
Tasa TES	-0.265	0.129	-0.592	-0.065	0.073	0.046	-0.038	0.264	-0.828	1.000	
Servicio de la deuda	-0.135	0.225	-0.636	-0.098	0.103	-0.042	-0.039	0.440	-0.676	0.780	1.000

Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.



Tras analizar la correlación de las variables de análisis, se llevó a cabo una prueba de estacionariedad de Dickey-Fuller para cada una de las variables, con el fin de evaluar si las variables estudiadas tienen o no tendencia, lo cual podría alterar los resultados de la estimación. Se comprobó que la mayoría de las variables cumplían la condición de estacionariedad, salvo por el EMBI, los ingresos factoriales y por transferencias, los rendimientos de los bonos del gobierno, el indicador MSCI y el precio del oro, a los cuales se les aplicó una transformación y se incluyó como el cambio en la variable de un trimestre a otro, ya que esta transformación sobre la variable hace que se cumpla la condición de estacionariedad. Adicionalmente, las variables fueron estandarizadas, dado que las diferentes medidas y unidades de las mismas dificultan la interpretación del comportamiento del índice. De esta manera, al estandarizar las variables, el comportamiento del índice, así como de las variables, puede interpretarse en términos de desviaciones estándar.

El índice de vulnerabilidad externa fue construido de tal manera que un aumento del mismo represente un deterioro en la posición de vulnerabilidad del país. De esta manera, se llevó a cabo la transformación de algunas de las variables, para garantizar que el aumento de cada una de ellas se asocie a mayor vulnerabilidad externa. Por ejemplo, intuitivamente, un aumento en la inversión extranjera directa (IED) mejora el perfil de financiamiento externo del país, con lo que la vulnerabilidad externa caería. Sin embargo, esta variable debe transformarse y multiplicarse por -1, de forma que cuando la IED aumente, el índice caiga, mostrando una menor vulnerabilidad generada por la mayor entrada de IED al país.

Con las variables estandarizadas y transformadas para garantizar que la interpretación de las mismas cumpla lo mencionado anteriormente, se estimaron los componentes a través del análisis de componentes principales. Con esta metodología se busca condensar la información de los veintiún indicadores de vulnerabilidad externa en una serie de componentes que agrupan el comportamiento agregado de las variables incluidas, para el periodo comprendido entre el primer trimestre de 2006 y el segundo trimestre de 2019. Este análisis arroja $n-1$ componentes, donde n es el número de variables incorporadas en el análisis (en este caso veintiún variables). Cada componente, a su vez, arroja un parámetro por cada una de las variables incluidas en el análisis, con lo que se obtiene una matriz de $n-1$ columnas por n filas, donde n es el número de variables incluidas en el análisis (21). Para obtener el peso porcentual de cada variable al interior de cada componente, se eleva al cuadrado cada uno de los parámetros, con lo cual, la suma de los pesos porcentuales de estos parámetros es equivalente a 100 en cada uno de los componentes, como lo indica la **Tabla 3**.



Los parámetros con una mayor participación dentro de los primeros diez componentes, que explican el 90% de la variabilidad de la muestra, se señalan en azul, a continuación (**Tabla 3**). Dentro de los primeros dos componentes, las dos variables más relevantes están asociadas a un factor específico de las cuentas externas. En el primer componente, las variables más relevantes son los pagos de la cuenta corriente y las importaciones. En el segundo, estas son los ingresos de la cuenta corriente y las exportaciones. A partir del tercer componente, las variables relevantes no se asocian a un factor en específico. En particular, en el tercer componente las variables más relevantes son el balance primario de la cuenta corriente y los pagos por transferencias, mientras que en el cuarto componente las más relevantes son el EMBI y el precio del oro. En el quinto componente, la variable más importante es la variación de las reservas internacionales, y en el sexto, séptimo y octavo, las variables más relevantes son la inversión extranjera directa, los ingresos factoriales y las exportaciones. Por último, en el noveno y décimo componente, las variables más relevantes son el EMBI y los ingresos por transferencias.

Tabla 3. Parámetros de los componentes

Variable	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
Ingresos de cuenta corriente (% PIB)	4.8	13.9	1.4	1.6	2.3	1.2	3.3	0.0	5.3	0.1
Exportaciones (% PIB)	1.4	14.6	0.2	2.1	3.2	0.0	7.3	15.3	1.7	0.2
Inversión Extranjera Directa (IED % PIB)	5.5	1.3	2.1	1.5	5.4	20.8	10.0	16.3	7.2	1.1
Inversión Extranjera en Portafolio (IEP % PIB)	1.6	1.4	8.5	6.8	0.9	15.7	2.3	2.9	11.4	2.2
Balance primario de cuenta corriente (% PIB)	0.1	6.6	16.7	0.7	9.4	5.3	0.1	2.1	1.1	0.2
Ingresos factoriales (% PIB)	4.4	0.2	2.9	1.5	3.1	15.7	30.6	0.1	3.1	4.9
Ingresos por transferencias (% PIB)	6.7	0.4	1.9	0.6	0.0	7.3	22.1	12.8	5.3	22.8
Morgan Stanley Capital Investment (MSCI)	12.9	0.3	0.9	3.5	0.0	0.0	1.8	1.4	4.7	9.5
Variación de las reservas internacionales (% PIB)	0.6	5.6	0.5	0.0	25.1	3.2	12.8	4.7	1.9	18.9
Pagos de cuenta corriente (% PIB)	15.0	1.6	5.7	1.1	0.1	0.1	0.9	1.5	1.5	0.2
Importaciones (% PIB)	16.7	0.2	3.8	0.2	1.0	0.7	0.7	4.4	3.3	0.2
Pagos factoriales (% PIB)	0.1	15.4	0.5	1.8	1.2	5.6	0.1	3.5	1.4	3.3
Pagos por transferencias (% PIB)	2.3	0.5	16.0	2.2	14.4	0.8	0.2	0.3	3.2	7.7
Credit Default Swaps (CDS)	4.2	5.5	11.2	4.9	1.9	0.0	0.2	8.7	0.1	1.6
Emerging Market Bonds Index (EMBI)	6.8	0.0	0.1	19.0	0.9	1.3	1.9	8.1	16.0	0.0
Volatilidad de tasa de cambio	4.0	8.4	8.0	0.2	0.5	1.7	0.1	0.2	5.8	6.5
Volatilidad de Brent	7.4	5.9	7.9	2.1	0.5	0.4	0.5	7.4	1.3	3.5
Deuda externa de corto plazo/deuda externa total	2.5	12.2	0.9	2.6	6.0	0.8	0.0	1.2	0.8	0.1
Precio del oro (USD/onza troy)	1.6	0.0	1.3	19.9	3.8	16.0	1.0	2.4	2.6	0.4
Rendimiento de bonos TES a 10 años	1.3	0.0	0.1	22.3	11.5	0.1	4.2	0.0	15.5	16.5
Servicio de la deuda/deuda externa total	0.1	6.0	9.5	5.5	8.6	3.5	0.0	6.7	6.9	0.0
Total	100									

Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.



Adicionalmente, a través de esta metodología se estima un ponderador de acuerdo a la fracción de la variabilidad del conjunto de información que cada componente logra explicar. De lo anterior, se seleccionaron diez componentes que explican el 90% de la variación total de la información contenida para toda la muestra de este análisis, como lo indica la **Tabla 4**.

Tabla 4. Componentes estimados a través de análisis de componentes principales

Componente	Peso	Acumulado
C1	0.211	0.211
C2	0.191	0.402
C3	0.132	0.534
C4	0.098	0.632
C5	0.066	0.697
C6	0.059	0.756
C7	0.045	0.801
C8	0.035	0.836
C9	0.032	0.867
C10	0.029	0.897
C11	0.022	0.918
C12	0.020	0.938
C13	0.014	0.953
C14	0.014	0.967
C15	0.011	0.978
C16	0.010	0.988
C17	0.005	0.993
C18	0.004	0.997
C19	0.003	1.000
C20	0.000	1.000
No explicado	0.000	1.000

Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.

Como se mencionó anteriormente, la muestra de variables utilizadas incluye datos desde el primer trimestre de 2006 hasta el segundo trimestre de 2019, para el caso de Colombia. Para cada uno de estos trimestres, se estima un valor por cada uno de los diez componentes seleccionados para el análisis (**Tabla 4**). Cada componente es una combinación lineal de las variables que lo conforman, así:



$$\text{Componente } 1_t = \sum_{i=1}^{21} a_i Y_{it}$$

En donde a_i corresponde al parámetro asociado a cada variable (sin elevar al cuadrado) y Y_{it} corresponde al valor de la variable de análisis i en el momento t . Este procedimiento se lleva a cabo para cada uno de los componentes en cada trimestre de la muestra, de forma que cada trimestre tiene un valor estimado por cada uno de los diez componentes incluidos en el análisis. Por último, el índice se construye tomando estos diez componentes, que explican un 90% de la variabilidad de la muestra, y ponderando cada uno de estos por su peso relativo, reportado en la **Tabla 4**: $(C1 * 21\%) + (C2 * 19\%) + (C3 * 13\%) + (C4 * 9\%) + (C5 * 7\%) + (C6 * 6\%) + (C7 * 5\%) + (C8 * 4\%) + (C9 * 3\%) + (C10 * 3\%)$.

Diagrama 1. Metodología de estimación del índice de vulnerabilidad externa para cada momento t

$$\begin{matrix} A_i \\ \left(\begin{matrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ \vdots \\ a_{20} \\ a_{21} \end{matrix} \right) \end{matrix} \times Y_{it} \left(\begin{matrix} y_{1t} & y_{2t} & y_{3t} & \dots & y_{20t} & y_{21t} \end{matrix} \right) = \text{Componente } x \text{ para un periodo } t$$

En donde,

A_i = Vector de parámetros asociados a cada variable i del índice, para cada componente x .

Y_{it} = Vector de variables estandarizadas en cada momento del tiempo t .

Fuente: DGPM-MHCP.

4. Resultados

4.1. Colombia

Con base en la metodología expuesta anteriormente, se estima el valor del índice de vulnerabilidad externa para cada trimestre desde el primer trimestre de 2006 hasta el segundo trimestre de 2019. Los resultados se reportan en el **Gráfico 5** y **Gráfico 6**, en donde un mayor valor del índice refleja mayor vulnerabilidad externa.



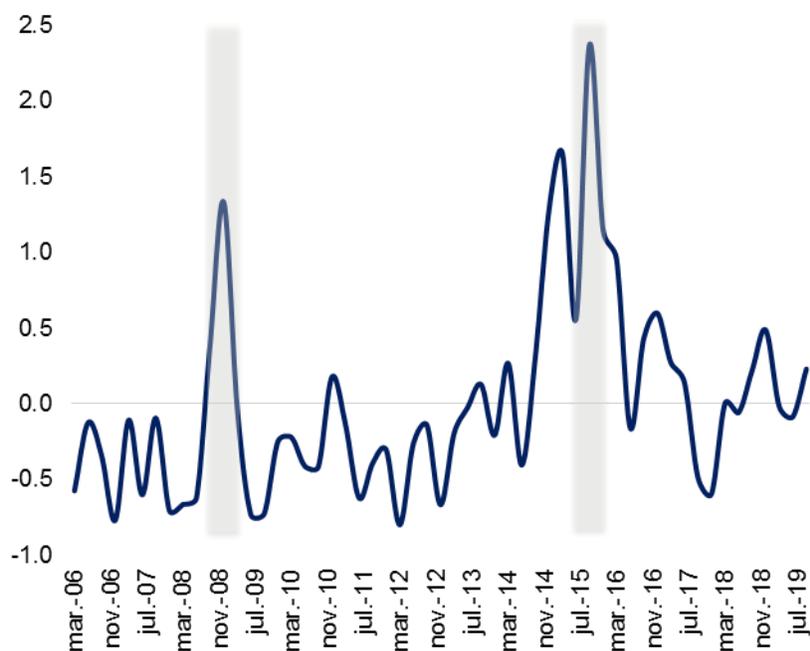
En particular, el índice captura episodios de alta vulnerabilidad externa como la crisis financiera de 2008 y la crisis de los precios del petróleo entre 2014 y 2016. Al hacer énfasis en esta última crisis, se evidencia que el índice alcanzó a desviarse en casi 2,4 desviaciones estándar en el tercer trimestre de 2015. Para este momento, el precio del petróleo había caído 50%, ubicándose en un promedio trimestral de 51,3 USD/barril, frente al promedio del tercer trimestre de 2014 (103,5 USD/barril), antes de que iniciara su caída. En este mismo periodo, la tasa de cambio del peso colombiano frente al dólar se había depreciado 54%, pasando de un promedio trimestral de \$1.908 pesos a \$2.938 pesos entre el tercer trimestre de 2014 y el tercer trimestre de 2015. Lo anterior coincidió con un deterioro de la balanza comercial de 5 pps en este periodo, que pasó de -2,6 % del PIB hasta -7,6% del PIB, lo que se reflejó en un aumento del déficit de cuenta corriente, que pasó de 5% del PIB a 7,3% del PIB entre el tercer trimestre de 2014 y tercer trimestre de 2015.

Tras absorber el choque de los precios del petróleo, el índice mostró una fuerte corrección hasta alcanzar su valor más bajo desde esta crisis en el último trimestre de 2017. Entre el tercer trimestre de 2015, periodo en el que el índice mostró el mayor deterioro reciente, y el último trimestre de 2017, el precio del petróleo mostró una recuperación de 20%, pasando de un promedio trimestral de 51,3 USD/barril a 61,5 USD/barril. Asimismo, la tasa de cambio del peso colombiano mostró una apreciación de 2%, y la balanza comercial se corrigió desde -7,6% del PIB hasta -1,3% del PIB. Lo anterior se tradujo en una corrección del déficit de cuenta corriente, que pasó de 7,3% del PIB a 1,8% del PIB, entre el tercer trimestre de 2015 y el último trimestre de 2017.

El reciente repunte evidenciado en el índice en el último trimestre de 2018 se atribuye al recrudescimiento de las tensiones comerciales entre EE.UU. y China y las peores perspectivas de crecimiento global. A raíz de lo anterior, el último trimestre de 2018 estuvo caracterizado por una alta volatilidad de los precios del petróleo, que alcanzó niveles de 85 USD/barril en octubre de 2018, y llegó a niveles de 52 USD/barril en diciembre del mismo año. Lo anterior coincidió con una depreciación de la tasa de cambio de 7% en este periodo, y una ampliación del déficit de cuenta corriente, que mientras en el último trimestre de 2017 se ubicó en 1,8% del PIB, en el último trimestre de 2019, se ubicó en 4,2% del PIB. Asimismo, la financiación del déficit de cuenta corriente también se vio afectada en este periodo, pues mientras la IED como porcentaje del PIB se ubicó en 4,5% en el último trimestre de 2017, esta se desaceleró hasta ubicarse en 3,2% en el último trimestre de 2018.

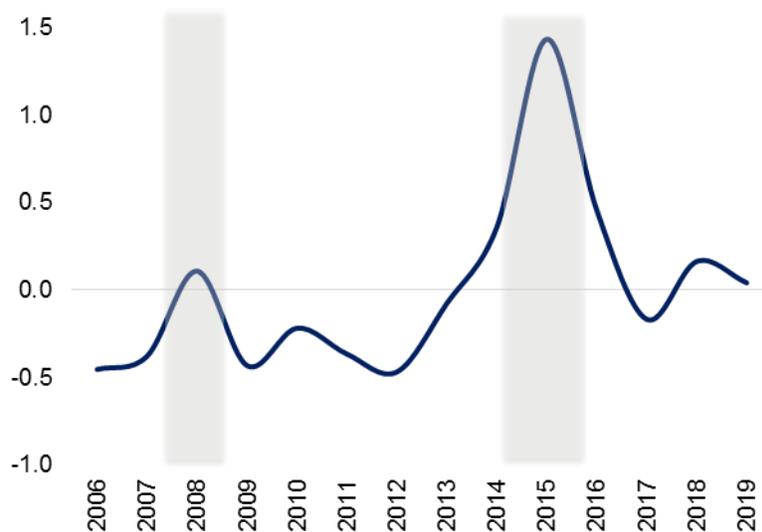


Gráfico 5. Colombia – Índice de vulnerabilidad externa trimestral



Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.

Gráfico 6. Colombia - Índice de vulnerabilidad externa anual

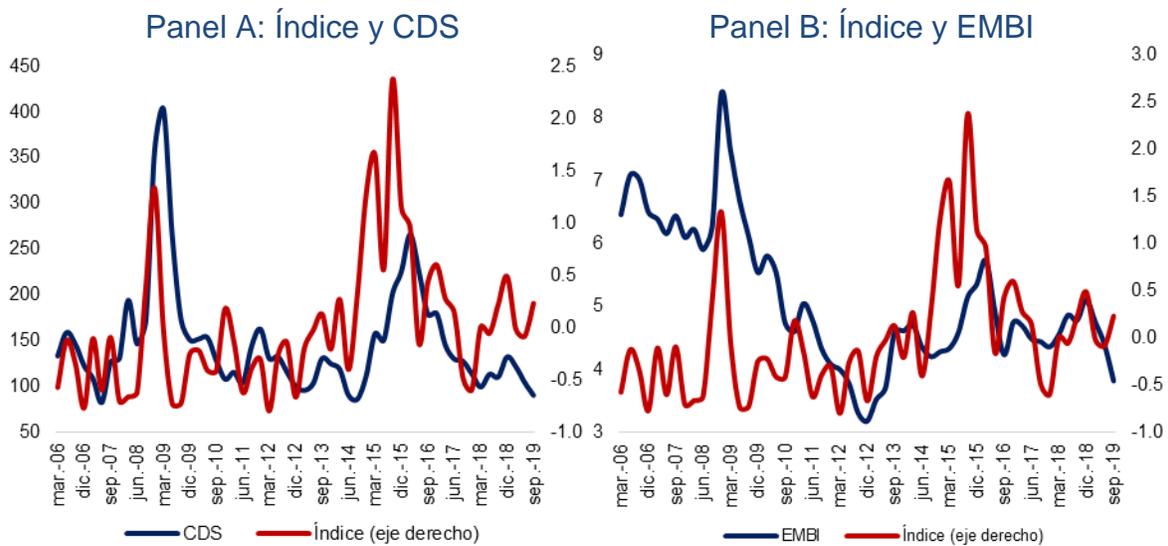


Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.



Por otro lado, se estimó la correlación del índice de vulnerabilidad externa con los Credit Default Swaps (CDS) y el Emerging Markets Bonds Index (EMBI). La primera correlación es de 30%, con significancia estadística al 95%. Asimismo, la correlación del índice con el EMBI¹ es de 49%, también con significancia estadística al 99%. De igual manera, gráficamente se ve una relación estrecha entre el índice y estas variables, especialmente con los CDS (**Gráfico 7**), lo que sugiere que el índice es un buen predictor del deterioro o la corrección de la percepción de riesgo de la economía en función del comportamiento de las principales variables de las cuentas externas.

Gráfico 7. Correlación entre el índice y variables de percepción de riesgo



Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.

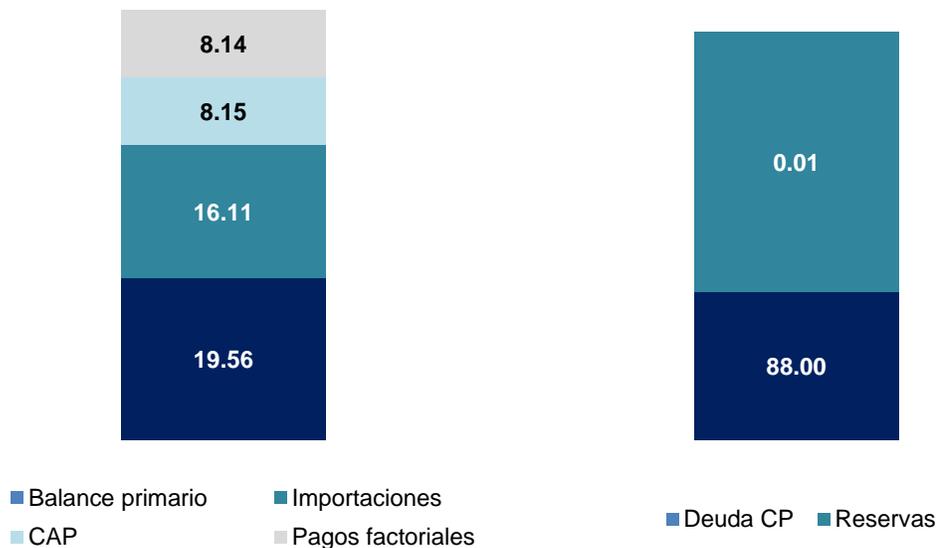
Este índice, a diferencia de indicadores como el EMBI o los CDS, permite descomponer los choques que generan deterioros en el índice de vulnerabilidad externa (**Gráfico 8**). Por ejemplo, entre 2014 y 2015, el índice mostró el mayor deterioro reciente de más de 1 desviación estándar como consecuencia de la crisis de los precios del petróleo, pasando de 0,36 a 1,4 desviaciones estándar en este periodo. Al descomponer este choque, se evidencia que lo que generó un aporte positivo al índice, es decir, una mayor vulnerabilidad externa, fue principalmente el deterioro del balance primario de cuenta corriente, que pasó de un déficit promedio de 0,9% del PIB en 2014 a uno de 2,4% del PIB en 2015. Asimismo, el aumento del valor de las importaciones asociado a la fuerte depreciación de la tasa

¹ Esta correlación se estima con la diferencia del EMBI, dado que bajo esta transformación esta variable sí es estacionaria.



de cambio también provocó un deterioro en el índice, pues este pasó de 20% del PIB a 22% del PIB entre 2014 y 2015 y, en línea con esto, los pagos de la cuenta corriente afectaron el índice, pasando de 24,5% del PIB a 25,6% del PIB en este mismo periodo. En contraste, el flujo en la acumulación de reservas internacionales contribuyó a evitar un deterioro mayor del índice, así como la deuda externa de corto plazo como porcentaje de la deuda externa total, que pasó de 11,5% a 10,8% entre 2014 y 2015.

Gráfico 8. Descomposición de los aportes positivos y negativos al índice de vulnerabilidad externa en 2015



Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.

Con los datos del índice de vulnerabilidad externa construido para la muestra de estudio, se estimó una regresión econométrica por mínimos cuadrados ordinarios del índice en función de las variables que se usaron para su estimación. Los resultados se reportan en la **Tabla 5**. Teniendo en cuenta que muchas de estas variables están contenidas en otras variables incluidas en el análisis (por ejemplo, las exportaciones hacen parte de los ingresos de cuenta corriente), se llevó a cabo este análisis para definir cuáles son las variables más relevantes para explicar el comportamiento del índice. Las exportaciones, CDS, EMBI, volatilidad de la tasa de cambio, la inversión extranjera en portafolio, el balance primario de la cuenta corriente, la deuda externa de corto plazo como porcentaje de la deuda externa total, el precio del oro y el servicio de la deuda como porcentaje de la deuda total



muestran resultados intuitivos y estadísticamente significativos sobre el índice de vulnerabilidad externa.

Un aumento de 1 pp en las exportaciones como porcentaje del PIB corrige el índice en 0,06 desviaciones estándar, mientras que un aumento de 1 pp en la inversión en portafolio genera una corrección del índice de 0,03 desviaciones estándar. Asimismo, una corrección de 1 pp en el balance primario de la cuenta corriente, genera una corrección del índice de 0,1 desviaciones estándar. Por otro lado, un aumento de los CDS de 100 puntos básicos y un cambio absoluto de 1 punto porcentual en el EMBI lo deteriora en 0,1 y 0,2 desviaciones estándar, respectivamente. Un aumento de 1 desviación estándar en la volatilidad de la tasa de cambio genera un deterioro en el índice de 0,7 desviaciones estándar, mientras que un aumento de 100 dólares en el precio del oro genera un deterioro del índice de 0,7 desviaciones estándar. Por último, un aumento de 1 pp en la deuda externa de corto plazo como porcentaje de la deuda externa total deteriora el índice en 0,1 desviaciones estándar, mientras que un aumento de 1 pp en el servicio de la deuda como porcentaje de la deuda externa total aumenta el deterioro del índice en 0,1 desviaciones estándar.

Tabla 5. Efectos de las principales variables externas sobre el índice de vulnerabilidad externa

Number of obs	53
F(19, 34)	1436
Prob > F	0.0000
R-squared	0.9988
Adj R-squared	0.9981
Root MSE	0.0285

	Coef.	Std. Err.	t	P > t
Exportaciones	-0.058	0.0	-7.5	0.000
IED	0.004	0.0	0.3	0.732
IEP	-0.027	0.0	-9.9	0.000
Balance primario	-0.144	0.0	-13.9	0.000
Ingresos factoriales	0.694	0.0	20.4	0.000
Ingresos transferencias	0.429	0.0	18.9	0.000
MSCI	-0.001	0.0	-16.7	0.000
Reservas	0.001	0.0	0.2	0.829
Pagos cuenta corriente	-0.354	0.1	-3.0	0.005
Importaciones	0.421	0.1	3.5	0.001



Pagos factoriales	0.250	0.1	2.1	0.046
CDS	0.001	0.0	3.2	0.003
EMBI	0.186	0.0	13.4	0.000
Volatilidad tasa de cambio	0.255	0.0	11.5	0.000
Deuda de corto plazo	0.091	0.0	7.5	0.000
Precio oro	0.007	0.0	1.9	0.073
Rendimiento TES	-0.001	0.0	-10.4	0.000
Servicio de la deuda	0.119	0.0	6.9	0.000
Volatilidad Brent	-0.011	0.0	-6.5	0.000

Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.

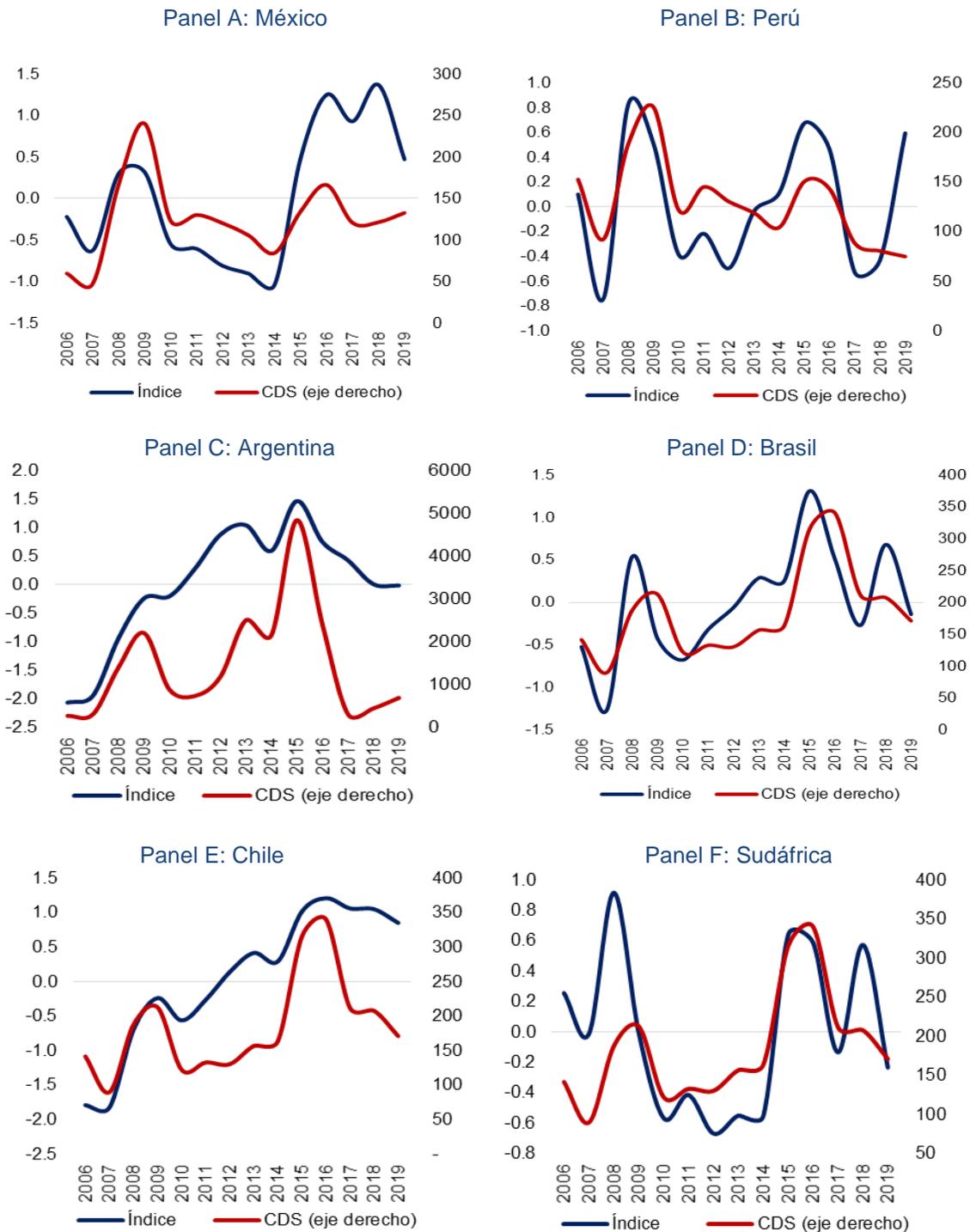
4.2. Pares y otras economías emergentes

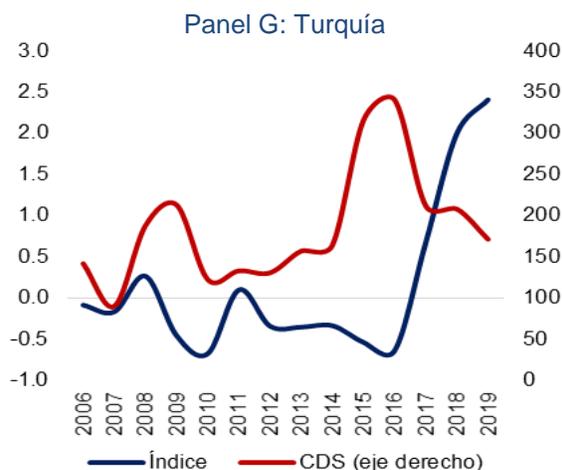
Siguiendo la metodología expuesta anteriormente, se construyó el índice de vulnerabilidad externa para pares de la economía colombiana y otras economías emergentes. Para este ejercicio, se tomaron datos trimestrales desde el primer trimestre de 2006 hasta el primer trimestre de 2019 para Argentina, Brasil, Chile, México, Perú, Sudáfrica y Turquía. Las variables incorporadas en el análisis son iguales a las del análisis de Colombia: ingresos y pagos de la cuenta corriente, exportaciones e importaciones, inversión extranjera directa, inversión en portafolio y balance primario de cuenta corriente, ingresos y pagos factoriales, ingresos y pagos por transferencias, y variación de las reservas internacionales, todas como porcentaje del PIB. Asimismo, se incluyeron los CDS, EMBI, el MSCI, el precio del oro, rendimiento de los bonos del gobierno con vencimiento a 10 años, variables de volatilidad de la tasa de cambio y el precio del petróleo de referencia Brent, la deuda externa de corto plazo como porcentaje de la deuda externa total y servicio de la deuda externa como porcentaje de la deuda externa total.

Los resultados de los índices de vulnerabilidad externa para los respectivos países se reportan en el **Gráfico 9**, junto con los CDS. Para todos los países, el índice muestra una relación estrecha con los CDS, aunque menos precisa que la que el índice expone con los CDS en el caso de Colombia. En particular, para todos los países el índice muestra un deterioro importante en 2008 y en 2015, lo que coincide con la crisis financiera de 2008 y la crisis de los precios del petróleo entre 2014 y 2016.



Gráfico 9. Índice de vulnerabilidad externa para LATAM y emergentes





Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.

Con base en la construcción de estos índices, se estimó un índice de vulnerabilidad externa compuesto para América Latina y economías emergentes, ponderando el índice de cada país por el peso porcentual del PIB de dicho país sobre la suma del PIB de todos los países estudiados, en cada trimestre, como lo indica la **Tabla 6**. Los resultados del ejercicio se reportan en el **Gráfico 10**. Siguiendo la tendencia evidenciada en el índice individual de cada país, el índice agregado también captura los episodios de crisis económica de 2008 y 2015, y sigue un comportamiento similar al del indicador de percepción de riesgo (CDS), en línea con la mayor percepción de riesgo expuesta por los CDS en estos años.

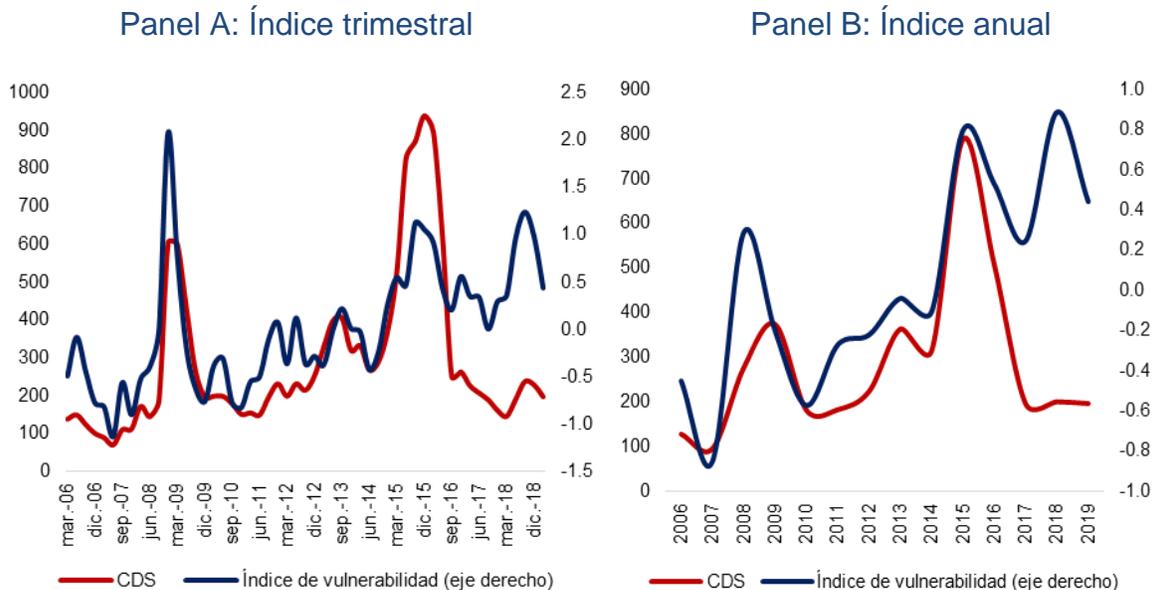
Tabla 6. Aporte de cada país al PIB agregado de estos países

Colombia	México	Perú	Sudáfrica	Brasil	Argentina	Chile	Turquía
5.9	23.1	4.1	6.5	33.5	8.1	5.3	13.5

Fuente: Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.



Gráfico 10. Índice de vulnerabilidad externa de economías emergentes



Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.

5. Estimaciones de pronóstico

Para realizar un pronóstico del índice de vulnerabilidad externa de Colombia, se usó un modelo auto regresivo integrado de media móvil (ARIMA). La primera estimación se llevó a cabo por fuera de la muestra, por lo que el índice se pronostica tomando como datos observados la muestra desde el primer trimestre de 2006 hasta el cuarto trimestre de 2015. Los datos incorporan series en múltiples niveles de agregación y, como resultado, algunas de las series son iguales o casi iguales a la suma de series de variables desagregados. Este es el caso de los ingresos de la cuenta corriente, que incorpora los ingresos por exportaciones de bienes y servicios, así como los egresos de cuenta corriente, que incorpora los egresos por importaciones de bienes o servicios. Los agregados de nivel superior están altamente correlacionados con las variables desagregados. Por esta razón, cuando las series de variables desagregadas están disponibles, estas se usan para estimar el pronóstico, y se excluyen del mismo las series agregadas de nivel superior.

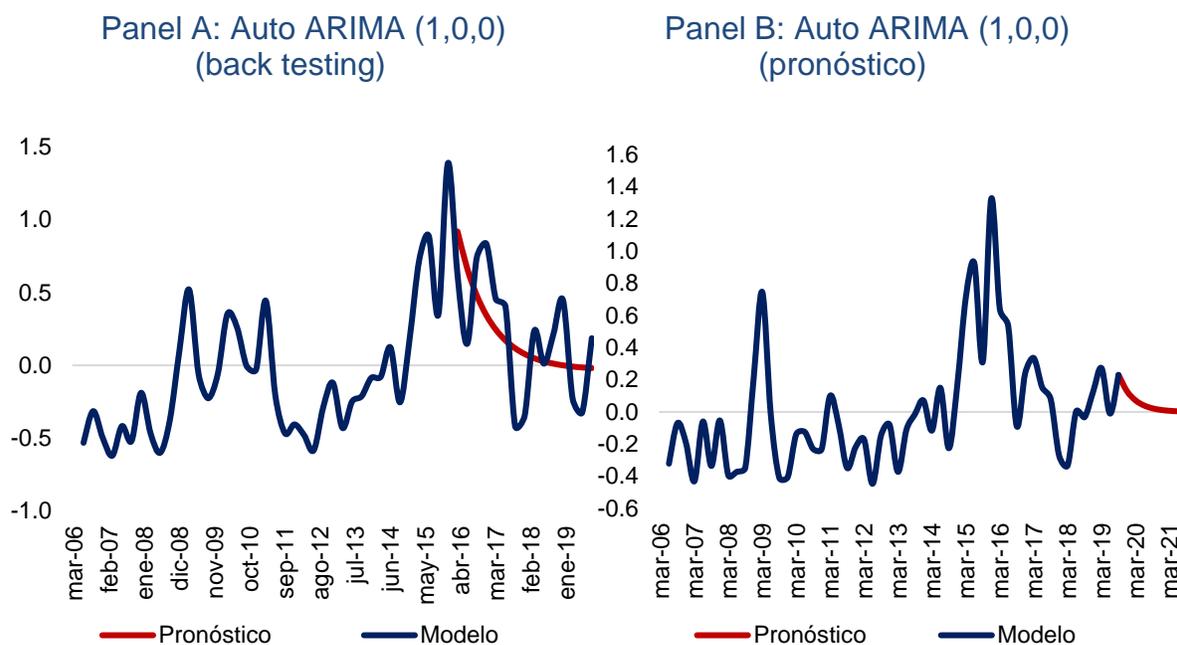
Con esta muestra de datos, la función auto ARIMA sugiere que el componente auto regresivo del modelo requiere de un rezago, mientras que el componente de media móvil no requiere ninguno. Asimismo, el modelo no tiene ningún orden de integración, debido a que la serie del índice en este periodo es estacionaria. Usando



este periodo de tiempo, se pronostica un valor para el primer trimestre de 2016, con el cual se realiza el mismo procedimiento, usando este pronóstico como dato observado y realizando la proyección hasta el segundo trimestre de 2016. Al realizar el proceso de manera iterativa, es posible realizar un pronóstico fuera de la muestra con el cual se observa que el modelo ARIMA (1, 0, 0) describe adecuadamente la tendencia que el índice seguiría, si se hubiera pronosticado con los datos observados de 2006 a 2015 (**Gráfico 11**).

Usando esta misma especificación, se llevó a cabo la estimación del índice para los siguientes dos años, pronosticando hasta el primer trimestre de 2021. El pronóstico indica que el índice se recuperará durante los próximos trimestres, indicando una menor vulnerabilidad externa en el país (**Gráfico 11**).

Gráfico 11. Pronóstico del Índice de Vulnerabilidad Externa



Fuente: Banco de la República, Bloomberg. Cálculos DGPM-MHCP.



6. Conclusiones

En este trabajo se construyó un índice de vulnerabilidad externa para Colombia y otras economías emergentes como Argentina, Brasil, Chile, México, Perú, Sudáfrica y Turquía, así como un índice de vulnerabilidad externa compuesto para este grupo de economías emergentes. Para el análisis, se tuvieron en cuenta los principales indicadores del sector externo desde 2006 hasta 2019, entre los que se incluyen los ingresos y pagos de cuenta corriente, exportaciones, importaciones, inversión extranjera directa, inversión en portafolio, ingresos y pagos de renta factorial y transferencias, balance primario de la cuenta corriente, balance factorial de la cuenta corriente, MSCI, CDS, EMBI, volatilidad de la tasa de cambio y del precio del petróleo, precio del oro, rendimientos de los bonos del gobierno a 10 años, deuda externa de corto plazo como porcentaje de la deuda externa total, servicio de la deuda externa como porcentaje de la deuda total y las reservas internacionales. La estimación se llevó a cabo a través del análisis de componentes principales, pues este permite tomar un alto número de variables que tengan una correlación alta entre sí mismas, para transformarlas en un número reducido de componentes que expliquen la variabilidad de la muestra.

Los resultados para el índice de vulnerabilidad externa de Colombia muestran una relación muy cercana con los indicadores de percepción de riesgo como CDS y EMBI, y capturan los episodios de crisis económicas asociadas a episodios de marcada vulnerabilidad externa como la crisis financiera de 2008 y la crisis de los precios del petróleo entre 2014 y 2016. Lo anterior también se evidencia en los resultados del índice para los otros países analizados, aunque la relación con las variables de riesgo es menos robusta que en el caso de Colombia. Al construir el indicador compuesto para todas las economías emergentes estudiadas, en el que se tienen en cuenta ponderadores para cada una de ellas de acuerdo a su participación en el PIB de la muestra, se encuentra que este también captura los periodos de mayor vulnerabilidad externa. Por último, al hacer un pronóstico por fuera de muestra con un modelo auto ARIMA (1, 0, 0), tomando como periodo de entrenamiento los trimestres desde 2006 hasta 2015, se encuentra que el modelo describe adecuadamente la tendencia que el índice seguiría, si se hubiera pronosticado con los datos observados de 2006 a 2015.

7. Bibliografía

Mooi, E., Sarstedt, M., & Mooi-Reci, I. (2018). Principal component and factor analysis. In *Market Research* (pp. 265-311). Springer, Singapore.



El emprendimiento
es de todos

Minhacienda



NOTAS FISCALES

Ministerio de Hacienda
y Crédito Público

Dirección General de
Política Macroeconómica
Centro de Estudios Fiscales

2019