

## EL MAPA DE CALOR. INSTRUMENTO PARA IDENTIFICAR VULNERABILIDADES MACROECONÓMICAS EN LA REGIÓN.

Luis Ortiz Cevallos\*<sup>†</sup>  
[lortiz@secmca.org](mailto:lortiz@secmca.org)

### Introducción

En la elaboración de un informe de coyuntura macroeconómica, resulta útil disponer de un instrumento que sintetice la posición de una economía con respecto a su historia reciente; como una forma de identificar vulnerabilidades de acuerdo a la fase de su ciclo económico y a las fases de sus condicionantes externos; esto último es de especial interés en el caso de economías pequeñas y abiertas como lo son los países de la Región: Centroamérica y República Dominicana.

En la presente nota se propone un instrumento, el mapa de calor (conocido en inglés como heatmap), el cual permite informar sobre el desarrollo y evolución de los riesgos asociados al entorno macroeconómico de cada país en la Región, a su vez que, permite otorgar un soporte analítico para la orientación general de políticas macroeconómicas.

Este mapa de calor consta de una metodología, la cual tiene como referencia la aplicada por el Banco de la República de Colombia en sus Reportes de Estabilidad Financiera<sup>1</sup>, y a la vez, consta de un modelo, consistente en la selección de un conjunto de variables relevantes por país para informar sobre la evolución de los riesgos.

La presente nota está compuesta por cuatro secciones adicionales; en la siguiente es presentada la metodología para la construcción del mapa de calor, seguido por el modelo usado para aplicar esta metodología a los países de la Región, luego son presentados los resultados y sus conclusiones.

---

\*Economista en la Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano.

<sup>†</sup>Agradecimiento a los miembros del Grupo de Estabilidad Financiera Regional (GEFR), en especial a Santiago Gamba y Daniel Osorio quienes compartieron el algoritmo para el diseño de un mapa de calor y Jorge Madrigal por sus comentarios. Las ideas y opiniones en la presente nota no necesariamente corresponden a las del GEFR y al Consejo Monetario Centroamericano (CMCA) o sus miembros. Los errores u omisiones son responsabilidad exclusiva de su autor.

<sup>1</sup>Ver por ejemplo: Recuadro 1 en Banco de la República de Colombia [2017](#).

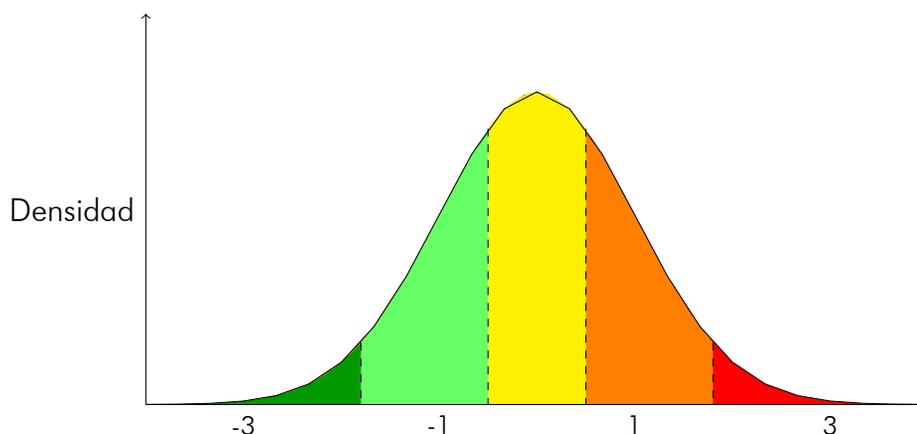
## Metodología

El mapa de calor presenta la evolución de un conjunto de series de tiempo en donde se asigna un color a cada valor que tome cada serie según el cuantil en, que de acuerdo a su función de distribución acumulada, se ubique<sup>2</sup>.

La función de distribución acumulada que se utiliza es la empírica, la cual se obtiene para un determinado valor de referencia en la serie, acumulando el resultado de la función de densidad para todos aquellos valores de la serie menores o iguales a dicho referente<sup>3</sup>.

En efecto, la idea detrás del mapa de calor, es asociar el color asignado al valor de una serie de tiempo con el riesgo macroeconómico. De este modo, cuando los valores de la serie se asocian a mayor vulnerabilidad, se le asigna el color rojo. Por lo contrario, para valores bajos de esta misma serie, en el mapa se pinta de color verde. Este sería el caso de una serie cuyo riesgo se identifique sólo en valores extremos en una sola dirección, es decir, en una sola cola de su función de densidad de probabilidad, tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1: Función de densidad de probabilidad de una serie con riesgo asociados a altos valores y su asignación de color en el mapa de calor



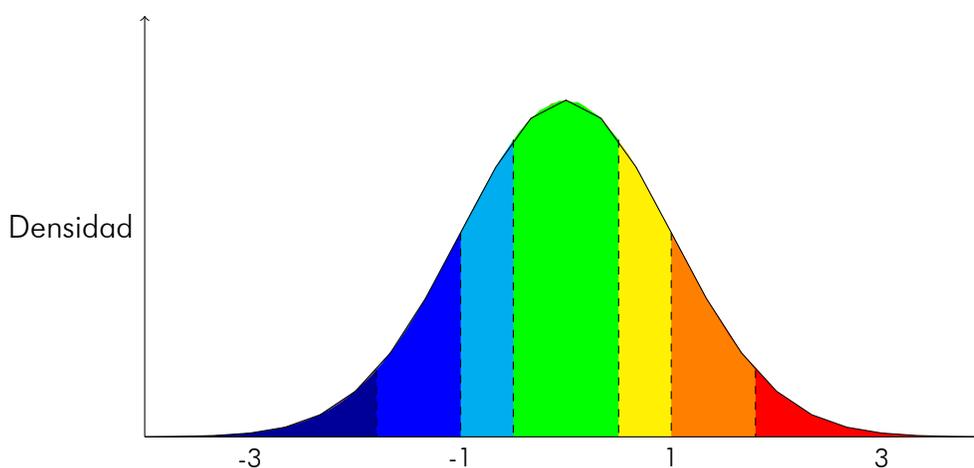
**Fuente:** Elaboración propia.

<sup>2</sup>Los cuantiles son los elementos tomados a intervalos regulares de una función de distribución acumulada para una variable aleatoria.

<sup>3</sup>La función de densidad de una variable aleatoria describe la probabilidad relativa de que dicha variable tome determinado valor.

Sin embargo, existen series cuyos riesgos podrían estar relacionados a valores extremos tanto bajos como altos; para estos casos en el mapa de calor uno de los valores extremos se pintan de un color azul y el otro de color rojo. La Figura 2 muestra la función de densidad para una serie de este tipo y los colores que en función del riesgo se mostraría en el mapa de calor.

Figura 2: Función de densidad de probabilidad de una serie con riesgo asociados a valores extremos y su asignación de color en el mapa de calor

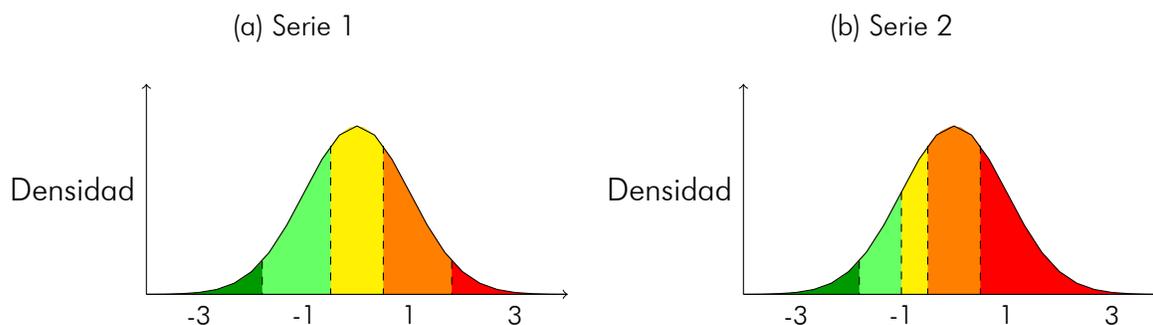


**Fuente:** Elaboración propia.

Una característica importante en el mapa de calor es la flexibilidad de esta metodología con respecto a la decisión de definir para cada una de las series, el cuantil a partir del cual se le asigne un determinado color. Esto es, que dependiendo del “juicio experto”, es posible ampliar el rango a partir del cual una serie señale mayor riesgo. Esta flexibilidad podría volverse una ventaja, ya que le otorga al mapa de calor cierta cualidad prospectiva como instrumento para la alerta temprana.

A efecto de ilustrar lo anterior, la Figura 3, muestra dos series cuya diferencia radica en los cuantiles a partir del cual el “juicio experto” le asigna el riesgo macroeconómico asociado a dichas series. Así el panel (a) de la Figura, muestra la función de densidad de probabilidad para un serie cuyo valor de riesgo más alto tiene menor probabilidad con respecto a la serie del panel (b).

Figura 3: Función de densidad de probabilidad de dos series con riesgos asociados a diferentes valores y asignación de color en el mapa de calor



**Fuente:** Elaboración propia.

Finalmente, hay que advertir que aplicar la función de distribución empírica a cada una de las series que constituye el mapa de calor, tiene como principio el teorema de Glivenko-Cantelli, el cual indica que la función de distribución de probabilidad obtenida a partir de la muestra de una serie, tiende a converger a la verdadera función de distribución de la población. Lo anterior se cumple, si las series cuentan con las propiedades de: estacionariedad y ergodicidad.

La propiedad de estacionariedad significa, intuitivamente, que el proceso de la serie de tiempo, cuente con cierta estabilidad, debido a que sus dos primeros momentos, media y varianza, no depende del tiempo. En tanto, la propiedad de ergodicidad significa, que el promedio de las observaciones de la realización disponible de una serie de tiempo, converja hacia la esperanza de la serie<sup>4</sup>, lo que garantiza que se pueda hacer inferencia estadística.

## Modelo de Mapa de Calor para la Región

Como se muestra en el Cuadro 1, en la elaboración del mapa de calor para todos los países de la Región: Centroamérica y República Dominicana, son consideradas siete series de tiempo. Adicionalmente, con la excepción de Costa Rica, se incluye el crecimiento interanual de las remesas; y con la excepción de Nicaragua, por no tenerse disponible, se incluye el Emerging Markets Bonds Index (EMBI).

La inclusión del crecimiento interanual de las remesas es debido a la importancia que tiene esta variable en la mayoría de economías de la Región. En efecto, en El Salvador y en Honduras, las remesas representan alrededor de un 17% del valor nominal de sus producto

<sup>4</sup>Esto es que la serie disponible sea una muestra representativa de una población.

interno bruto (PIB) al año 2018, mientras que en Nicaragua, Guatemala y República Dominicana en el mismo periodo, representan en torno al 11%, 10% y 8% de sus PIB nominal, respectivamente.

Cuadro 1: Series macroeconómicas utilizadas por país en el mapa de calor

Condiciones Macroeconómicas	CR*	SV*	GT*	HN*	NI*	DO*
1. Términos de Intercambio	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2. Crecimiento real del PIB	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3. Balanza Comercial/PIB	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4. Cuenta Corriente/PIB	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5. Inflación interanual	✓	✓	✓	✓	✓	✓
6. Déficit Fiscal/PIB	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7. Crecimiento PIB principales socios	✓	✓	✓	✓	✓	✓
8. Crecimiento interanual de las remesas	NA	✓	✓	✓	✓	✓
9. EMBI	✓	✓	✓	✓	ND	✓

**Nota, \*:** Las siglas para cada país corresponden a los formatos internacionales ISO-3166.

**Nota, NA:** No Aplica.

**Nota, ND:** No Disponible.

**Fuente:** Elaboración propia.

Todas las series incluidas en el mapa de calor son acomodadas en frecuencia mensual, lo que significa, para el caso de series disponibles en frecuencia trimestral, que el valor observado en un determinado trimestre se replique en los meses que lo integran.

La fuente de las series utilizadas es la Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano, con las excepciones de los EMBIs, los términos de intercambio y el crecimiento del PIB de los principales socios. En el caso de los EMBIs, las series son obtenidas de Bloomberg; mientras que, en el caso de los términos de intercambio y el crecimiento económico de los principales socios comerciales, son obtenidas a partir de cálculos propios, utilizando para ello series de precios y del crecimiento económico de Estados Unidos, Eurozona y China, cuya fuente es: Federal Reserve Bank of St. Louis [2019](#).

Los términos de intercambio es una sólo serie para la Región, definida como la razón entre el índice de los precios de los principales productos de exportación de la Región (oro, café, algodón y azúcar) con respecto al índice de los precios de los principales productos de importación de la Región (petróleo, trigo, maíz y arroz). Ambos índices son calculados aplicando componentes principales a la respectiva matriz de precios.

En el caso de la serie crecimiento económico de los principales socios comerciales; para cada país se calcula el promedio ponderado de la tasa de crecimiento de los países de la Región y fuera de la Región (Estados Unidos, Eurozona y China), utilizando como ponderadores, el peso dentro de las exportaciones totales que tienen cada uno de esos países.

Cuadro 2: Características por país de las variables macroeconómicas incluidas en el mapa de calor

1. Términos de Intercambio	CR*	SV*	GT*	HN*	NI*	DO*
Muestra	92M12-18M12	92M12-18M12	92M12-18M12	92M12-18M12	92M12-18M12	92M12-18M12
Dirección del riesgo	Valores bajos					
Número de colas con riesgo	1	1	1	1	1	1
Uso de "juicio experto"	ND	ND	ND	ND	ND	ND
2. Crecimiento real del PIB	CR*	SV*	GT*	HN*	NI*	DO*
Muestra	92M1-18M12	91M1-18M12	02M1-18M12	01M1-18M12	07M1-18M12	93M1-18M12
Dirección del riesgo	Valores bajos					
Número de colas con riesgo	1	1	1	1	1	1
Uso de "juicio experto"	ND	ND	ND	ND	ND	ND
3. Balanza Comercial/PIB	CR*	SV*	GT*	HN*	NI*	DO*
Muestra	95M1-18M12	91M1-18M12	95M1-18M12	00M1-18M12	06M1-18M12	97M1-18M12
Dirección del riesgo	Valores bajos					
Número de colas con riesgo	1	1	1	1	1	1
Uso de "juicio experto"	ND	ND	ND	ND	ND	ND
4. Cuenta Corriente/PIB	CR*	SV*	GT*	HN*	NI*	DO*
Muestra	00m1-18m12	99m1-18m12	08m1-18m12	09m1-18m12	06m1-18m12	10m1-18m9
Dirección del riesgo	Valores bajos					
Número de colas con riesgo	1	1	1	1	1	1
Uso de "juicio experto"	ND	ND	ND	ND	ND	ND
5. Inflación interanual	CR*	SV*	GT*	HN*	NI*	DO*
Muestra	91M1-18M12	94M1-18M12	91M1-18M12	91M1-18M12	93M1-18M12	91M1-18M12
Dirección del riesgo	Valores altos					
Número de colas con riesgo	1	1	1	1	1	1
Uso de "juicio experto"	ND	ND	ND	ND	ND	ND
6. Déficit Fiscal/PIB	CR*	SV*	GT*	HN*	NI*	DO*
Muestra	91M1-18M12	94M1-18M12	01M1-18M12	02M1-18M12	06M1-18M12	92M1-18M12
Dirección del riesgo	Valores bajos					
Número de colas con riesgo	1	1	1	1	1	1
Uso de "juicio experto"	ND	ND	ND	ND	ND	ND
7. Crecimiento PIB principales socios	CR*	SV*	GT*	HN*	NI*	DO*
Muestra	01M1-18M12	04M1-18M12	01M1-18M12	02M1-18M12	06M1-18M12	02M1-18M12
Dirección del riesgo	valores bajos					
Número de colas con riesgo	1	1	1	1	1	1
Uso de "juicio experto"	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8. Crecimiento interanual de las remesas	CR*	SV*	GT*	HN*	NI*	DO*
Muestra	NA	92M1-18M12	95M1-18M12	99M1-18M12	01M1-18M12	99M1-18M12
Número de colas con riesgo	NA	2	2	2	2	2
Uso de "juicio experto"	NA	ND	ND	ND	ND	ND
9. EMBI	CR*	SV*	GT*	HN*	NI*	DO*
Muestra	07M12-18M12	07M11-18M12	12M8-18M12	13M5-18M12	ND	07M11-18M12
Dirección del riesgo	Valores altos	Valores altos	Valores altos	Valores altos	ND	Valores altos
Número de colas con riesgo	1	1	1	1	ND	1
Uso de "juicio experto"	ND	ND	ND	ND	ND	ND

**Nota, \*:** Las siglas para cada país corresponden a los formatos internacionales ISO-3166.

**Nota, NA:** No Aplica.

**Nota, ND:** No Disponible.

**Fuente:** Elaboración propia.

El Cuadro 2 muestra las características de cada serie de tiempo utilizadas en el mapa de calor, entre estas características, la principal es el tamaño de la muestra, dada que se requiere que se cumpla la propiedad de ergodicidad. Es de destacar que todas las series, con las excepciones de la inflación anual y el EMBI, tienen como dirección de mayor riesgo cuando éstas exhiben valores bajos, además, todas son consideradas con riesgo en una cola, con la excepción del crecimiento anual de las remesas; finalmente, en ninguna de las series consideradas se ha introducido el “juicio experto”, lo que significa que la asignación de colores con los que se asocia el riesgo está fija a una misma probabilidad de ocurrencia, pese a que, el “juicio experto” podría advertir que para determinada serie, se le asigne el color asociado a un alto riesgo con mayor probabilidad que el resto.

## Resultados

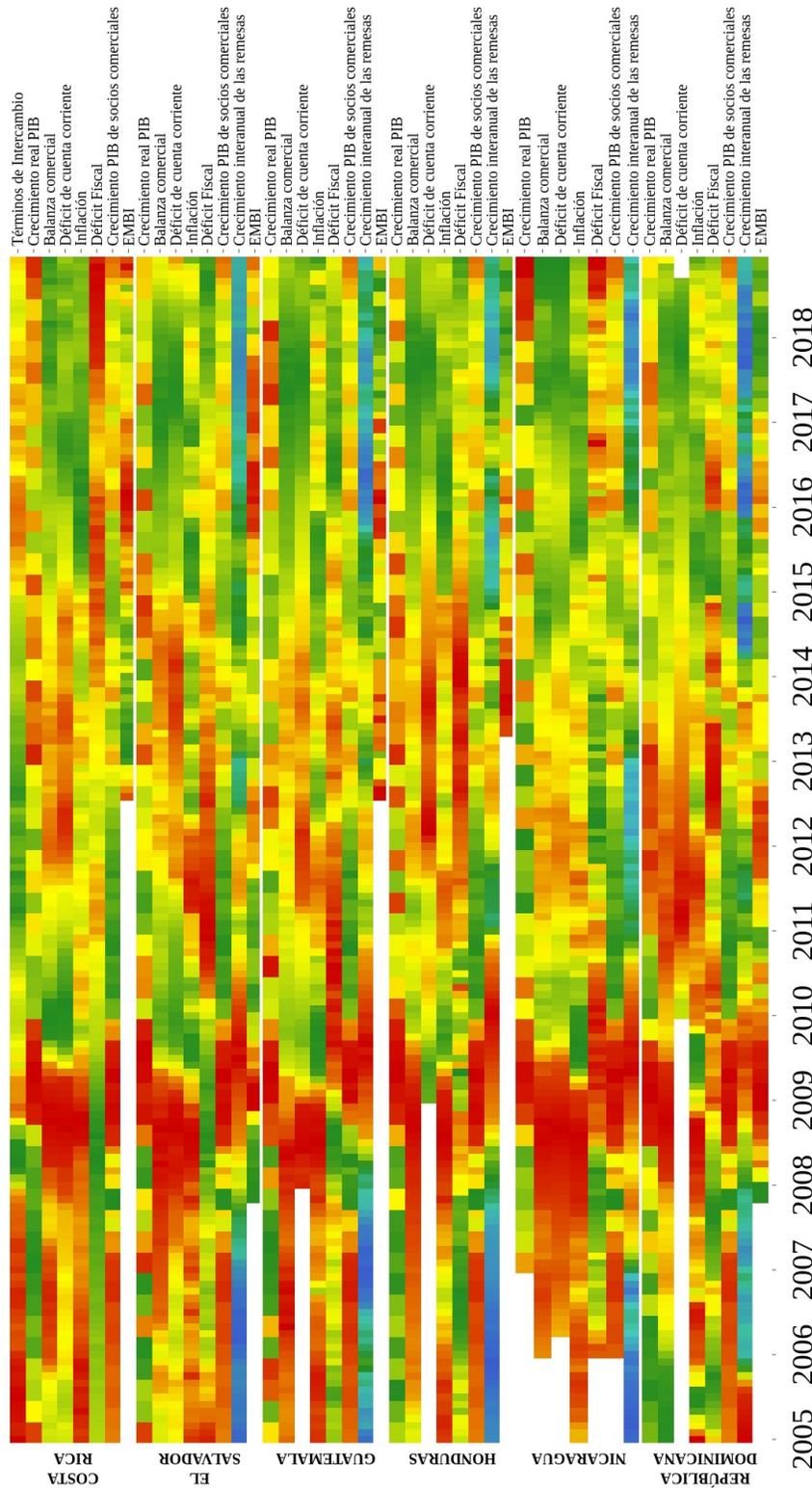
La Figura 4 muestra el mapa de calor para las condiciones macroeconómicas de la Región desde enero 2005 hasta diciembre 2018. El mapa de calor consta de seis segmentos, uno por cada país de la Región, especificados en el eje izquierdo; en tanto en el eje derecho, se encuentran para cada uno de dichos segmentos las diferentes series consideradas.

Al realizar un análisis sobre la coyuntura más reciente incluida en el mapa de calor, a diciembre 2018 destaca el debilitamiento en el desempeño económico de los principales socios comerciales para los países de la Región, lo cual es explicado por la ralentización del crecimiento económico en Costa Rica, Nicaragua, Zona Euro y China. Adicionalmente, se observa una reversión del período favorable de los términos de intercambio con que ha gozado la Región, sin embargo, todos los países aún muestran sólidas posiciones externas, dado la mejoría en sus balanza comercial y de cuenta corriente, así también bajos niveles de inflación.

Por otro lado, el mapa de calor muestra altas vulnerabilidades en el área fiscal en Costa Rica y Nicaragua, y mejoras en dicha área en República Dominicana, El Salvador y Guatemala. Pese a ello, en El Salvador y Guatemala, el riesgo país se ha incrementado al cierre del 2018, explicado principalmente por la incertidumbre política ante las elecciones presidenciales que afrontan ambos países en 2019.

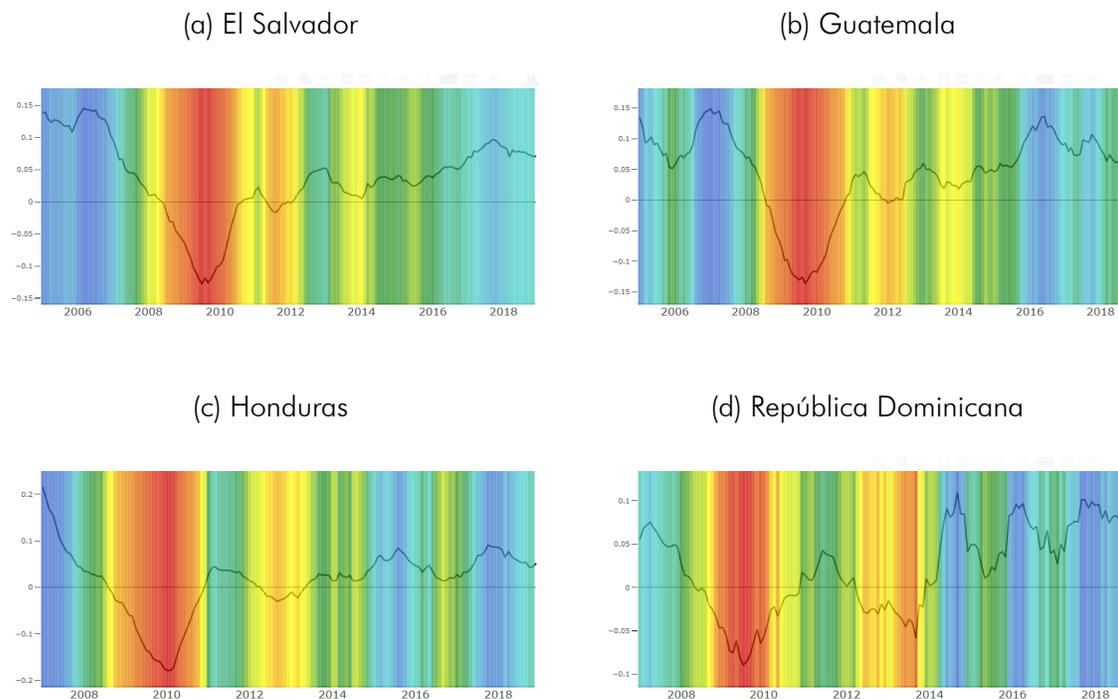
En el mapa de calor la única variable con riesgos altos en las dos colas de su función de distribución es el crecimiento anual de las remesas, el cual muestra en todos los países en donde dicha serie es considerada, que desde finales de 2016 ha tenido un alto valor histórico indicado con un color azul en el mapa.

Figura 4: Mapa de calor de las condiciones macroeconómicas de los países de la Región



**Fuente:** Elaboración propia en base a: Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano 2019, Bloomberg y Federal Reserve Bank of St. Louis 2019.

Figura 5: Asignación de color para el crecimiento anual de las Remesas



**Fuente:** Elaboración propia en base a: Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano [2019](#).

En efecto, la Figura 5 muestra para El Salvador, Guatemala, Honduras y República Dominicana, por ejemplo, la evolución del crecimiento anual de las remesas y su color indicado en el mapa. El mecanismo por el cual un alto crecimiento de las remesas podría verse como una circunstancia de mayor riesgo macroeconómico, es por el exceso de liquidez que podría generar en la economía, lo que estaría asociado a incrementos en los precios de activos, expansión del crédito y exceso de demanda agregada. Sin embargo, la coyuntura de alta recepción de remesas, podría estarse viendo como un evento transitorio, por lo que el ajuste sería vía ahorro, lo que explicaría en parte la mejora en la posición de la cuenta corriente de estos países.

## Conclusiones

El mapa de calor como el instrumento propuesto en esta nota, permite visualizar la dinámica en el tiempo de varios indicadores macroeconómicos, ofreciendo así un panorama general de la situación de la Región, manteniendo a su vez, la óptica por país, dado que se trata de economías con diferentes características e instrumentos de política.

Sin embargo, es de reconocer que este instrumento tiene ciertas limitaciones; por un lado, no es posible relacionar, per se, el desarrollo y evolución del riesgo en un país con otro, a la vez que, no sustituye el análisis concreto ante la necesidad de activación y calibración de algún instrumento de política macroeconómica, la cual se debería de realizar profundizando con estudios y metodologías específicas.

El modelo propuesto en esta nota es susceptible de mejoras. En primer lugar podría incluirse para cada país indicadores respecto al desempeño del sistema financiero, desempleo o confianza de los consumidores, entre otras. En segundo lugar, podría incluirse el “juicio experto” con el fin de ganar precisión al momento de señalar los riesgos. Sin embargo, más allá de las mejoras del modelo, lo destacable de la presente nota, es la proposición de una metodología, la cual fortalecería los informes de coyuntura regional al asignar a las variables presentadas en dichos informes un color que identifique fácilmente el nivel de riesgo.

## Referencias

- Banco de la República de Colombia (2017). *Reporte de Estabilidad Financiera-Segundo semestre 2017*. URL: <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/reporte-estabilidad-financiera-septiembre-2017.pdf> (visitado 30-11-2018).
- Federal Reserve Bank of St. Louis (2019). *Federal Reserve Bank of St. Louis, Economic Data*. URL: <https://fred.stlouisfed.org/> (visitado 04-11-2019).
- Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano (2019). *SIMAFIR- Base de Datos Macroeconómicas*. URL: <http://www.secmca.org/simafir.html> (visitado 04-11-2019).