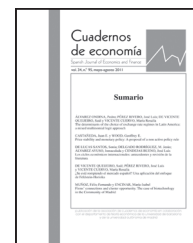




Asociación  
Cuadernos  
de economía

# Cuadernos de economía

www.cude.es



## ARTÍCULO

# Umbral de volatilidad del mercado bursátil y su interrelación con la divisa

Pedro V. Piffaut<sup>a</sup> y Damià Rey Miró<sup>b</sup>

<sup>a</sup> CEO / Founder, Langeron Econometrics. 156 West 56th Street, New York, NY 10019,

<sup>b</sup> Economics Department, Universidad de Barcelona. C/segle XX n°1 Àtic 1 08041, Barcelona, España

### JEL CODES:

C22; E44; G01

### KEYWORDS:

Systemic risk;  
Financial contagion;  
Emerging countries;  
Stock market volatility;  
VAR analysis;  
Implied volatility;  
Financial crisis

**Abstract:** The evidence of financial globalization, in addition to the rapid and uniform contagion between the different international financial markets, has been exposed once the financial crisis of 2007 was triggered, as well as the sovereign debt crisis of 2010 and more recently Brexit. Despite this, volatility in the post-crisis period has been historically low. In this study, an estimate is made of the volatility thresholds for each of the main indices in order to determine the possible degrees of contagion, as well as the degree of interrelation and volatility between financial markets and their respective currencies.

### CÓDIGOS JEL:

C22; E44; G01

### PALABRAS CLAVE:

Riesgo sistémico;  
Contagio financiero;  
Países emergentes;  
Volatilidad mercado  
accionario;  
Análisis VAR;  
Volatilidad implícita;  
Crisis financiera

**Resumen:** La evidencia de globalización financiera, además del rápido y uniforme contagio entre los diferentes mercados financieros internacionales, ha quedado al descubierto una vez desencadenada la crisis financiera de 2007, así como la crisis de deuda soberana de 2010 y más recientemente el Brexit. A pesar de ello, la volatilidad en el período posterior a la crisis ha sido baja en términos históricos. En este estudio, se realiza una estimación de los umbrales de volatilidad para cada uno de los principales índices con el fin de determinar los posibles grados de contagio, así como el grado de interrelación y de volatilidad entre los mercados financieros y sus respectivas monedas.

Correo electrónico: pnv2102@caa.columbia.edu; drey@ub.edu

Los autores agradecen la colaboración y comentarios de Joan Hortalà Arau, Guillem Font Lacay, Ferran Capella Martínez y Ana J. Cura.

<https://doi.org/10.32826/cude.v44i124.280>

0210-0266/© 2021 Asociación Cuadernos de Economía. Todos los derechos reservados

## 1. Introducción

Desde el inicio del siglo XXI, los mercados financieros han sufrido una profunda transformación (Demirgüç et al., 2009). El estallido de la crisis en 2007 dejó en evidencia que la globalización financiera podría desencadenar un contagio con mayor celeridad y uniformidad en todas las economías. Los factores del entorno como la desregulación, la desintermediación financiera, la evolución de las tecnologías de la información y la comunicación, han favorecido la interconexión entre los diferentes agentes. Por lo tanto, se ha transitado desde las rígidas regulaciones nacionales de los años setenta a un mercado internacional altamente desregulado, mostrando un panorama financiero completamente diferente y en cierta medida atípico respecto del escenario normal de funcionamiento de los mercados financieros. El resultado de este nuevo marco, propiciado por la desregulación financiera, ha generado un notable incremento en la movilidad internacional de capitales, facilitando una asignación más eficiente de los recursos a nivel mundial, una mayor diversificación de riesgos y un estímulo al crecimiento de las economías de los mercados emergentes (Mishkin, 2009). Consecuentemente, la eliminación de fronteras entre los diferentes intermediarios y mercados, ha comportado una oferta cada vez más importante de productos y servicios financieros. Por el contrario, la mayor desregulación también ha provocado una mayor complejidad de los mercados y como consecuencia, una mayor inestabilidad interpretada como una consistente y permanente volatilidad en los mercados financieros. En este sentido, durante el periodo post-crisis subprime la volatilidad ha sido baja en términos históricos. Sin embargo, se han evidenciado capítulos de alta volatilidad en momentos puntuales como la derivada de la crisis de deuda soberana, el evento Brexit y las crisis relacionadas con el nivel de precios del petróleo. Todos los anteriores, episodios de nivel global relevante y que han reflejado incrementos uniformes y muy notables de la volatilidad de los diferentes mercados financieros a nivel internacional (Danielsson et al., 2017).

Al respecto, debemos tener claro que la volatilidad es un concepto que lleva inserta la variabilidad o inestabilidad en los precios de los activos financieros. No implica necesariamente modificaciones en el nivel promedio de precios, pero más bien una mayor dispersión, desviación estándar o varianza alrededor de ese promedio. A su vez, la volatilidad es sensible al flujo de datos que impacta la formación de los precios. De esta manera, si se observan cambios positivos o negativos en las cotizaciones, la volatilidad aumentará o disminuirá dependiendo de la magnitud relativa de aquellas variaciones respecto del promedio. Según el estudio realizado por Piffaut and Rey Miró (2017), los mercados menos maduros presentan mayores volatilidades que aquellos mercados de países desarrollados. Si se observa el valor histórico de los principales índices bursátiles de los diferentes mercados, se advierte que aquellos mercados que presentan un mayor grado de desarrollo tienden a registrar una menor volatilidad que aquellos mercados de menor desarrollo (Piffaut and Rey Miró, 2017).

En este estudio se intenta contrastar dos objetivos. El primer objetivo consiste en estudiar el umbral de volatilidad de los principales índices bursátiles. A través de éste enfoque, se han podido contrastar las fronteras, en términos

de volatilidad, que deben ser consideradas en cada uno de los mercados como parte del mecanismo a tener presente al determinar los posibles grados de contagio. El segundo objetivo consiste en encontrar el grado de interrelación que puede existir entre la volatilidad del mercado financiero y la volatilidad de la divisa asociada a cada uno de éstos.

Un objeto de investigación más reciente, es el impacto que la volatilidad de los mercados financieros tiene en la economía real. Este tema ha sido estudiado teóricamente por diferentes autores (véase, por ejemplo, Bloom, 2009; Bloom, Floetotto, Jaimovich, Saporta-Eksten y Terry, 2014; Basu y Bundick, 2015; Berger, Dew-Becker y Giglio, 2016; Leduc y Liu, 2015) y empíricamente en tres importantes estudios (Bloom, Baker y Davis, 2015; Gilchrist, Sim y Zakrajsek, 2014; Ludvigson, Ma y Ng, 2015). Sin embargo, algo que todavía puede sorprender a la comunidad económica hoy en día es que, a pesar de sus impresionantes contribuciones que la economía financiera empírica ha proporcionado, sigue existiendo una brecha significativa en la literatura, principalmente en lo que se refiere a la volatilidad, especialmente respecto de la plausible conexión entre la volatilidad del rendimiento de los activos y los fundamentos macroeconómicos.

## 2. La transformación de los mercados financieros

Según Bustelo (1999), la globalización financiera se entiende como “la creciente dependencia financiera mutua entre los países del mundo, ocasionada por el mayor volumen y variedad de las transacciones transfronterizas de flujos de capital”. La política monetaria aplicada por los grandes bancos centrales durante los periodos post-crisis, tales como los incrementos de masa monetaria y las bajas tasas de interés, han transformado los mercados financieros reflejando tanto un cambio de fondo como de forma. El primer cambio sustancial ha sido el tamaño del mercado que estuvo propiciado por los nuevos instrumentos de los bancos centrales, siendo éstos participantes activos en muchos de los activos subyacentes. La globalización, definida como una creciente integración e interconexión de varios mercados domésticos en un único mercado financiero internacional, ha cambiado considerablemente el entorno económico y ha modificado el sistema financiero global. En este sentido, las políticas monetarias de los diferentes bancos centrales han provocado que los incrementos de las bases monetarias homologuen diferentes activos en cualquier mercado del mundo. Mientras que en el pasado la mayoría de bolsas de todo el orbe estaban limitadas por las fronteras nacionales y sus industrias específicas (por ejemplo, la Bolsa española era un mercado formado principalmente por bancos y empresas generadoras de electricidad), hoy en día se puede observar una expansión internacional de los mercados financieros y una consolidación, cada vez más fuerte, de las bolsas financieras mundiales, lo que ha provocado que las políticas monetarias tengan una repercusión supranacional.

Una clara señal de esta sensibilidad, son los índices bursátiles de diferentes centros financieros, donde se observa un mayor grado de correlación entre estos índices, mostrando que cada vez están más interrelacionados. Consecuente-

mente, los riesgos de la globalización financiera, conjuntamente con las políticas monetarias lideradas por los bancos centrales del mundo, han provocado un cambio sustancial en el efecto contagio. Según lo definen Forbes y Rigobon, contagio son aquellos cambios en los mecanismos de transmisión desencadenados durante un periodo de inestabilidad financiera en los mercados, afectando a todos los involucrados, es decir, el incremento del grado de dependencia entre mercados después de la ocurrencia de un shock (Forbes, K. and R. Rigobon, 2001 y 2002). Como consecuencia, la interconexión entre los mercados y las instituciones financieras han provocado una mayor rapidez en la propagación de las crisis financieras, reflejando así un cambio en el mecanismo de transmisión de las mismas.

Adicionalmente, existe evidencia que las plataformas HFT (High Frequency Trading), han provocado que el volumen y la rapidez de las transacciones afecten los movimientos de los precios de los activos. Esto sin lugar a dudas, aumenta el efecto de contagio entre mercados provocando un efecto distorsionador en los precios, de forma que un evento en un mercado se propague rápidamente más allá de sus fronteras.

Un shock financiero, como la crisis en el mercado hipotecario norteamericano de 2007, la crisis de deuda soberana de la Unión Europea, o recientemente el shock negativo del nivel de precios del petróleo, ha desencadenado efectos negativos en el resto de mercados mundiales, provocando una elevada incertidumbre en la valoración del riesgo.

### 3. La transformación de los índices como benchmark de los mercados financieros.

Una definición estándar de índice bursátil se refiere al “(...) promedio ponderado de la capitalización bursátil de una específica y relativamente estática lista de valores” (Lo, 2015). Por esa razón, es necesario construir una medida estadística diseñada para seguir el comportamiento agregado de las variaciones de valor de una lista o canasta de activos que cumplen ciertas características y que puede ser actualizada cada cierto tiempo. Se estiman o calculan “como una razón matemática producto de una fórmula que refleja la tendencia de una muestra determinada” (Elbaum, 2004). Los índices bursátiles son por tanto, el barómetro que debe demostrar de una forma fidedigna el comportamiento del mercado financiero, lo que hace que los índices tengan una importancia sustantiva en los mercados de valores porque son usados por múltiples agentes como información de indicadores agregados de la situación actual, histórica y comparativa acerca del comportamiento de los diversos mercados y clases de activos a nivel global, regional, nacional e incluso sectorial. El valor del índice y su cambio constituye información relevante para todos los agentes ya que de ellos nacen estrategias y políticas de inversión, de los cuales y en su gran mayoría sirven como instrumentos estructurados tales como las opciones, futuros, ETF, CFD's, Warrants, entre otros.

Los índices bursátiles son indicadores definidos y construidos por las bolsas de valores, es decir, por instituciones o empresas vinculadas a los mercados bursátiles. Así por ejemplo, Standard & Poor y Dow Jones son dos de las grandes compañías que construyen diversos índices y familias de índices bursátiles. Del mismo modo, la London Stock

Exchange Group (correspondiente a la Bolsa de Valores de Londres), es propietaria de FTSE Rousell, dueños a su vez de los índices FTSE. Así mismo, Morgan Stanley y The Capital Group Companies son los accionistas de Morgan Stanley Capital International dueña de los índices MSCI, mientras que BME es propietaria de los índices de la familia IBEX.

Los índices accionarios son importantes para la generación de valor y debido a su existencia, podemos tener evidencia cuantitativa del valor de una canasta o pool de acciones de empresas que cumplen una determinada característica y que permite trazar correlaciones que aporten evidencia empírica de los determinantes en el proceso de creación de valor.

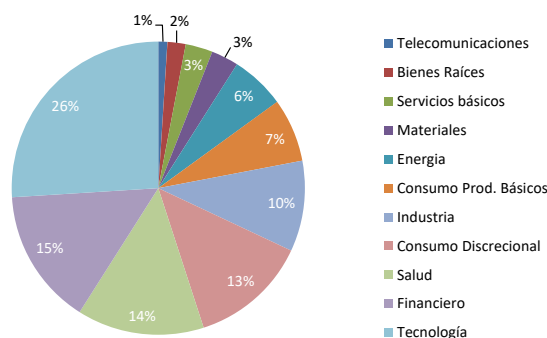
Con ello, los índices han ido alcanzando relevancia y han sido materia de clasificación de los mercados. Por ejemplo, los MSCI clasifican la familia de los índices referidos a los mercados emergentes o los índices de mercados frontera. Tal clasificación refleja y tiene un impacto importante para los inversores internacionales, lo que a su vez se traduce en entradas o salidas de capitales, es decir, en inversiones o desinversiones para las empresas que componen el índice, afectando el precio de su cotización bursátil.

En síntesis, para la construcción y cálculo de un índice, se deben determinar ciertos aspectos, entre los que podemos destacar:

Tipo de valor: Acciones, bonos, divisas, materias primas, entre otros
Alcance: Global, regional, nacional.
Características especiales: Sector y/o tamaño empresarial.
Criterios de selección: Los criterios para filtrar (por capitalización bursátil, liquidez, free float, etc.), incorporación o exclusión de empresas en el índice.
Fórmula de cálculo: Fórmula matemática que incluye el tipo de ponderación según precio, capitalización, igualdad y media geométrica; y los ajustes (por dividendos, splits, liquidez, etc.).
Periodicidad de actualización: Frecuencia con la que se evalúan y seleccionan nuevamente los valores bursátiles, determinándose, si corresponde, una nueva canasta.

Un factor a tener en cuenta en la elaboración del índice de referencia es su composición. A modo de ejemplo, en el siguiente gráfico se ha hecho una radiografía del peso de cada sector en la composición del índice S&P500 (Figura 1).

Figura 1. Composición índice S&P500



Fuente: Bloomberg y elaboración de los autores.

Como se observa en la gráfica, entre las compañías de mayor ponderación en el S&P500, se encuentran aquellas pertenecientes al sector tecnológico siendo Apple, Microsoft, Facebook y Amazon, alcanzando el 26% de la capitalización del índice. Este es un aspecto relevante al momento de observar la evolución y el comportamiento del índice. La mayor ponderación del sector tecnológico, podría inducir a mayores volatilidades en el futuro si el sector se mueve de una manera más o menos uniforme. Sin embargo, más importante que la ponderación del sector es que el índice sea un fiel representante o más bien un reflejo del mercado financiero. En otras palabras, su relevancia también reside en que los fundamentos del índice se condicen con el mercado financiero que representa.

#### 4. Determinantes del desarrollo de un mercado financiero en términos de volatilidad

De acuerdo con Solow (1956), a lo largo del siglo XX se ha constatado que la estabilidad macroeconómica, las expectativas realistas de los agentes privados, la distribución del ingreso, el desarrollo del sistema financiero y la calidad de la regulación en materia de política económica, son factores clave para el crecimiento de un país.

Ha sido una labor investigativa recurrente el intento de probar la existencia de una relación de causalidad entre el desarrollo del sistema financiero y el crecimiento económico, tomando para ello un conjunto de variables que puedan medir el grado de desarrollo del sistema financiero de un país. En este sentido, existen una multitud de trabajos empíricos que han constatado que a mayor desarrollo financiero mayor crecimiento económico. King and Levine (1993), quienes presentan una evidencia concordante con Schumpeter, concluyen que el grado de intermediación financiera es un buen predictor de las tasas de crecimiento económico de largo plazo. Por su parte Demirgüç-Kunt and Levine (2004), sostienen que el mercado primario de capital se constituye en una fuente muy importante de recursos para las empresas, tanto en economías emergentes como en las desarrolladas. Por otra parte Wong and Zhou (2007), han analizado mediante estudios econométricos, la relación entre los mercados de capitales y el desarrollo económico en países como China, Estados Unidos, Reino Unido y Japón.

Dichos modelos estudian cómo el desarrollo de un mercado financiero impulsa la innovación financiera, generando una mayor asignación de recursos, eficiencia y progreso tecnológico, con un impacto positivo sobre el ahorro, la inversión y, por lo tanto, la economía de los países. De acuerdo al estudio de Raúl Cortés (2014), una de las medidas a tener en cuenta para calificar el grado de desarrollo de un mercado es la liquidez del mercado de capitales, su tamaño, así como la volatilidad e integración con los mercados mundiales de capital. Además de una estructura financiera que promueva el crecimiento económico, es fundamental que los países presenten una estabilidad jurídica y regulatoria que refleje un ambiente de estabilidad. Es en este punto donde este estudio pretende demostrar que un mercado financiero sólido y con volatilidades más acotadas es signo de una mayor estabilidad macroeconómica, lo que también se debe reflejar en una mayor estabilidad de su divisa. En este sentido, se argumenta que el desarrollo financiero se

posibilita cuando existe un ambiente favorable al buen funcionamiento de los mercados financieros, lo que se traduce en una canalización más eficiente entre el ahorro y la inversión.

#### 5. Metodología y datos

Definidos los fundamentos teóricos que motivan esta investigación, el presente estudio se desarrolla sobre la base de dos objetivos bien definidos; por una parte determinar la existencia de un umbral de volatilidad, definida como la varianza en el valor de cotización bursátil, para los diferentes índices financieros y por extensión, de los mercados financieros a objeto de estimar el valor específico de ese umbral. Consecuentemente, este primer objetivo es dual ya que además de especificar los niveles de volatilidad que caracterizan a cada mercado, en él también subyace la pretensión de arrojar indicios acerca del nivel de desarrollo de dicho mercado financiero. Dicho lo anterior, esto significa que si la hipótesis de los autores es correcta, mercados menos desarrollados son más volátiles presentando niveles de umbrales de volatilidad mayores comparados con los mercados más desarrollados. Si bien esta hipótesis parece intuitivamente simple y tal vez trivial, la evidencia empírica aún no es capaz de demostrar dicha interrelación. De esta manera, en esta investigación este primer objetivo se aborda y desarrolla mediante la elaboración de un modelo umbral (Threshold Regression), específico para cada índice y mercado financiero incluido en este estudio.

El segundo objetivo es más amplio y desafiante, cuya finalidad es determinar las diferentes interrelaciones, si es que existen, entre la volatilidad de los mercados financieros y la volatilidad de la divisa para ese mercado en particular. Intuitivamente, parecería lógico que mercados financieros más volátiles también exhibieran tipos de cambios más inestables y que de alguna forma estas volatilidades se correlacionan con las volatilidades de sus respectivos mercados. Al mismo tiempo y debido a la evidencia de contagio financiero e interdependencia entre las diferentes mercados financieros a nivel global, estas correlaciones también debieran existir entre los índices bursátiles de países emergentes y aquellos de países desarrollados (Piffaut and Rey Miró, 2016). Para el cumplimiento de este segundo objetivo, se procede a la estimación de modelos de vectores autoregresivos (VAR) y de la prueba de Granger para determinar las posibles relaciones e interrelaciones de causalidad entre las diferentes variables.

Los datos a utilizar corresponden a los retornos, volatilidades y valores de las respectivas divisas para los diez principales índices financieros. La muestra incluye índices de economías desarrolladas como también de algunos países emergentes. En el caso de los países desarrollados, cada serie comienza en enero de 1990 y se extienden hasta el mes de mayo de 2018. Para el caso de los países emergentes, las series constan de datos para el periodo comprendido entre febrero de 2002 y mayo 2018. Los datos también se complementan con la serie VIX para el mismo periodo. Al respecto, VIX es el ticker o abreviatura utilizada para identificar de forma única al Índice de Volatilidad del Chicago Board Options Exchange Market Volatility Index (Índice de Volatilidad del Mercado de Opciones de Chicago). El VIX es

Tabla 1. Índices Bursátiles

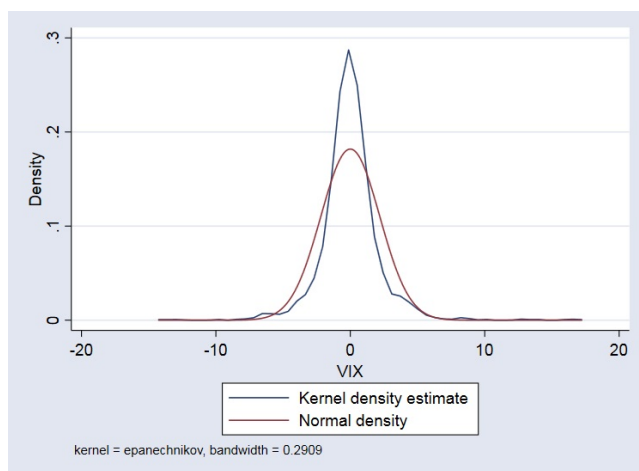
Índice	N	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
S&P 500 (EE.UU.)	1480	1174,93	566,67	302,89	2844,35
Nikkei 225 (Japón)	1480	15825,55	5133,12	7256,93	38493,82
DAX 30 (Alemania)	1480	5523,96	3045,52	1358,67	13415,31
FTSE 100 (Gran Bretaña)	1480	5039,52	1476,80	1997,76	7794,42
IBEX 35 (España)	1377	8433,09	3149,38	1969,53	15848,02
Shanghai SE (China)	1334	1977,15	1038,95	295,14	5960,35
Sensex 30 (India)	1480	1174,93	566,66	302,89	2844,35
Bovespa (Brasil)	1480	29836,23	25143,16	0,01	86216,16
Merval (Argentina)	1375	3676,44	6236,93	210,05	34527,08
Ipsa (Chile)	1272	2497,42	1474,42	588,01	5856,14
VIX (CBOE)	1480	19,34	7,74	9,34	72,92

Datos semanales periodo enero 1990 - mayo 2018.

Fuente: BSE y CBOE.

un número derivado de los precios de las opciones contenidas en el índice S&P500 y es un buen indicador de la expectativa de volatilidad del mercado y que claramente se trata de una variable de distribución estadística más empinada que la curva normal (leptocúrtica), como prácticamente todas las series e índices financieros como lo muestra la Figura 2. La Figura destaca la curva normal en rojo señalando claramente la distribución leptocúrtica del Índice de Volatilidad (VIX).

Figura 2. Curva Normal vs VIX



La Tabla 1 resume los principales estadígrafos de los valores de cotización de los diez índices bursátiles y también del VIX, con series de datos semanales a partir de enero de 1990 hasta mayo de 2018.

Respecto de la frecuencia de los datos, si bien los datos de los mercados financieros son de alta frecuencia con valores diarios de cotización, volatilidades y retornos, los datos utilizados en los respectivos modelos econométricos corresponden a datos de frecuencia semanal. La razón que hay detrás de este enfoque en cuanto a la frecuencia de los datos, reside en el hecho de que si bien datos de alta frecuencia, tales como los datos diarios, son ricos en información, los datos de frecuencia semanal proporcionan, a

juicio de los autores, la combinación idónea dado que 52 observaciones anuales es suficiente para capturar los vaivenes y eventos de los mercados evitando valores excesivamente fuera de lo normal (outliers) como ocurre con las variaciones diarias, principalmente durante episodios de euforia y pánico de los mercados financieros.

Como es usual, al analizar datos de series de tiempo se debe tener en cuenta la presencia de raíces unitarias tanto en las series de índices como en los datos relativos al tipo de cambio. En el caso de las series financieras, los retornos se obtienen de la diferencia logarítmica entre el valor actual y su primer rezago, lo que hace que las series sean naturalmente estacionarias. El mismo procedimiento se realiza para las divisas y para los índices de tipos de cambio. Para el caso de las volatilidades de los mercados, el índice VIX y la variación del tipo de cambio para cada moneda, se constata la presencia de raíces unitarias, por lo tanto dichas series fueron incluidas en primeras diferencias en los respectivos modelos econométricos. Las pruebas de raíces unitarias aplicadas son la prueba tradicional ADF de Dickey-Fuller (Augmented Dickey and Fuller, 1979), la prueba PP (Phillips and Perron, 1988) y la prueba KPSS que toma la estacionariedad como hipótesis nula (Kwiatkowski, Phillips, Schmidt and Shin, 1992).

Es importante enfatizar que de todas estas pruebas, la propuesta por KPSS es la más consistente y tal vez la más rigurosa al momento de determinar la presencia de raíces unitarias en las series, especialmente si las series no representan un número abundante de observaciones (Metes, 2005). Idealmente la prueba KPSS con la especificación de función de auto-covariancia ponderada por el núcleo espectral cuadrático en lugar del núcleo o kernel de Bartlett, además de la especificación de selección automática de ancho de banda, determina el número máximo de rezagos que otorga el ancho de banda óptimo para la prueba, evitando así sesgos en la detección de raíces unitarias (Newey and West, 1994; Hobijn et al., 1998). Para el caso de las series utilizadas en este estudio y que ha sido necesario usarlas en primeras diferencias, todas pasan exitosamente el conjunto total de las pruebas de raíces unitarias, de

modo que las series incluidas en todos los modelos son series de tiempo estacionarias.

## 6. Determinación de regiones y límites de volatilidad en los mercados financieros

Siguiendo la metodología descrita al inicio de esta sección, se realiza una estimación y cuantificación de los umbrales de volatilidad para cada uno de los mercados. La estimación se hace sobre la base de modelos del tipo Threshold-Regression que a diferencia de los modelos Markov-Switching asumen que las transiciones entre estados de una variable, volatilidad para el caso de este estudio, son desencadenadas por variables observables que en algún momento del tiempo cruzan ciertos límites y los valores de estos límites pueden ser estimados (Tong, H., 1983; Hansen, B. E., 1997; Gonzalo, J., and J.Y. Pitarakis, 2002; Linden, A., 2015; Linden, A., 2017).

Formalmente, consideremos una Regresión Umbral (Threshold Regression) con dos regiones definidas por un umbral  $\gamma$  como

$$y_t = x_t \beta + z_t \delta_1 + \epsilon_t \quad \text{si } -\infty < w_t \leq \gamma$$

$$y_t = x_t \beta + z_t \delta_2 + \epsilon_t \quad \text{si } \gamma < w_t < \infty$$

Donde  $y_t$  es la variable dependiente,  $x_t$  es un vector de dimensión  $1 \times k$  de covariables que posiblemente contengan valores rezagados de  $y_t$ ,  $\beta$  es un vector  $k \times 1$  de región de parámetros invariantes,  $\epsilon_t$  es un error del tipo *IID* (variable aleatoria independiente e idénticamente distribuida) con media cero y varianza  $\sigma^2$ ,  $z_t$  es un vector de variables exógenas con vectores de coeficientes específicos de región  $\delta_1$  y  $\delta_2$ , y finalmente  $w_t$  que es una variable umbral que también puede ser una de las variables en  $x_t$  o en  $z_t$ .

Los parámetros de interés en el modelo están representados por  $\delta_1$  y  $\delta_2$ . La región 1 se define como el subconjunto de observaciones para cuyo valor de  $w_t$  es menor que el valor umbral  $\gamma$ . De manera similar, la región 2 se define como el subconjunto de observaciones en la que el valor de  $w_t$  es mayor que el umbral  $\gamma$ . La inferencia sobre el parámetro gamma ( $\gamma$ ) puede representar un desafío economé-

trico debido a su distribución asintótica no estándar (véase Hansen, 1997 y Hansen, 2000).

Una regresión umbral usa mínimos cuadrados condicionales para estimar los parámetros del modelo. De esta forma y estructurando un modelo que incluye como variables la volatilidad y sus valores de rezago, como también los retornos de los mercados de valores, se estiman cuatro modelos desde uno a tres rezagos, de los cuales existen dos modelos que claramente compiten; el modelo de 2 y de 3 rezagos para la volatilidad. El modelo general queda estructurado como sigue:

$$\Psi_t = \delta_{10} + \delta_{11} L \Psi + \delta_{12} R + \epsilon_t \quad \text{si } -\infty < L \Psi \leq \gamma \quad (1)$$

$$\Psi_t = \delta_{20} + \delta_{21} L \Psi + \delta_{22} R + \epsilon_t \quad \text{si } \gamma < L \Psi < \infty \quad (2)$$

Donde  $\Psi$  representa la volatilidad y  $R$  los retornos accionarios. El operador  $L$  indica que corresponde al rezago de la variable especificada en la ecuación.

Consecuentemente para el modelo propuesto y definido por las ecuaciones (1) y (2) y considerando los criterios de información habituales, (Akaike Information Criterion (AIC), Bayesian Information Criterion (BIC) y Hannan-Quinn Information Criterion (HQIC)), el modelo que más se ajusta para los índices DAX30, FTSE100 y S&P500 es el modelo umbral con dos rezagos para la volatilidad y los retornos, mientras que para el resto de los índices bursátiles, conformado principalmente por aquellos de las economías emergentes, a excepción del Nikkei225, el modelo que más se ajusta es el de tres rezagos. Para el caso del VIX y debido a la naturaleza del índice, el modelo que más se ajusta es el de un solo rezago con valores de 2226.42, 2274.18 y 2244.19, respectivamente para cada uno de los criterios. Los valores de los diferentes modelos y criterios se presentan en la Tabla 2. Como es debido y previamente a su estimación, se descartó la presencia de raíz unitaria para todas las variables, incluidos el segundo y tercer rezago utilizando las pruebas Dickey-Fuller, Phillips-Perron y KPSS. Los resultados de los modelos se exhiben en la Tabla 3 con los respectivos valores umbrales de volatilidad en porcentaje.

De los resultados de la Tabla 3 se puede inferir que la volatilidad y la crudeza de la crisis financiera de 2008, además

Tabla 2. Criterios de Selección Modelos Threshold

Índice	AIC 2Rezagos	AIC 3Rezagos	BIC 2Rezagos	BIC 3Rezagos	HQIC 2Rezagos	HQIC 3Rezagos
S&P 500 (EE.UU.)	-2031.57	-2009.44	-1983.89	-1961.76	-2013.79	-1991.66
Nikkei 225 (Japón)	-738.63	-756.31	-690.94	-708.63	-720.85	-738.53
DAX 30 (Alemania)	-1276.28	-1251.35	-1228.60	-1203.67	-1258.51	-1233.58
FTSE 100 (GB)	-2059.45	-2033.57	-2011.75	-1985.88	-2041.67	-2015.79
IBEX 35 (España)	-1008.48	-1030.60	-961.44	-983.57	-990.88	-1013.01
Shanghai (China)	1853.95	1836.81	1900.70	1883.56	1871.47	1854.33
Sensex 30 (India)	3867.65	3829.15	3915.30	3876.79	3885.42	3846.91
Bovespa (Brasil)	1035.50	967.00	1083.19	1014.69	1053.28	984.78
Merval (Argentina)	787.98	731.78	835.00	778.79	805.57	749.37
Ipsa (Chile)	-1196.95	-1209.75	-1150.63	-1163.44	-1179.55	-1192.35
VIX (CBOE)	2293.35	2297.84	2341.03	2345.51	2311.13	2315.61

Fuente: Modelos y valores estimados por los autores.

Tabla 3. Resultados Modelos Threshold

Índice	Umbral Pre-crisis	Umbral Post-crisis	Durbin-Watson
S&P 500 (EE.UU.)	16,94	13,09	1,747
Nikkei 225 (Japón)	32,33	20,83	1,894
DAX 30 (Alemania)	32,71	19,12	1,971
FTSE 100 (Gran Bretaña)	23,94	17,36	1,901
IBEX 35 (España)	31,43	28,30	1,816
Shanghai SE (China)	49,67	26,20	1,894
Sensex 30 (India)	37,15	17,66	1,558
Bovespa (Brasil)	58,03	53,95	1,843
Merval (Argentina)	42,46	41,78	1,821
Ipsa (Chile)	23,89	23,24	1,836
VIX (CBOE)	28,49	27,48	2,214

Datos semanales para el periodo enero 1990 - mayo 2018.

Fuente: Bolsa de Barcelona y BME.

de la imposición de una regulación más estricta del mercado de valores, reestructuró los umbrales de tolerancia respecto de la volatilidad en prácticamente todos los mercados. Otro factor que podría inducir a una menor volatilidad en el periodo post-crisis, ha sido el papel activo de los bancos centrales en el mantenimiento de la estabilidad del sistema financiero con políticas monetarias ultra expansivas.

En este sentido, los principales instrumentos de la política monetaria no convencional han marcado un plan de ejecución sin precedentes, pero que a pesar de haber sido implementados de manera temporal y excepcional, han tenido y siguen teniendo una gran repercusión en el sistema financiero<sup>1</sup>. La intervención activa de los bancos centrales aportando inyecciones de liquidez así como la ampliación de la lista de activos de garantía admitidos o las compras directas en los mercados de renta fija pública y privada (Quantitative Easing - QE), han influido en la volatilidad de los mercados. Esto se debe a que existe una evidencia empírica de que cualquier medida del tipo “Quantitative Easing” altera los tipos de interés de largo plazo (Krishna-

<sup>1</sup> Los autores tenemos la convicción que uno de los mayores retos de los bancos centrales será volver hacia la normalidad en términos de política monetaria sin que haya altos episodios de volatilidad.

murthy, Vissing-Jorgensen, 2011). Otro factor a tener en cuenta es la comunicación y la orientación de la política monetaria en el mediano y largo plazo. En este sentido, el *forward guidance*, de los bancos centrales ha creado un mensaje más claro y conciso para los agentes, lo que se ha traducido en una mejora de las expectativas futuras por parte de los partícipes. También se aprecia que en general, mercados financieramente más desarrollados presentan niveles de volatilidad menores tanto para el estado de pre-crisis como de post-crisis, mientras que lo contrario se aprecia en mercados emergentes.

Paralelamente y de una manera lógica, se observa que los países con menores volatilidades en el mercado financiero, y consecuentemente mercados con menor incertidumbre, presentan una posición más elevada en el ranking Doing Business del World Bank, lo que en palabras simples se traduce en una mayor facilidad para hacer negocios. Las caídas de los umbrales de volatilidad no tienen una relación directa con las subidas o bajadas en la clasificación del Doing Business, pero sin embargo se observa inequívocamente que los umbrales de volatilidad más pequeños presentan mejores clasificaciones o ranking a la hora de hacer negocios. La Tabla 4 muestra la relación entre los

Tabla 4. Umbrales de Volatilidad y Doing Business

Índice	Umbral Pre-crisis	Umbral Post-crisis	Clasificación 2008	Clasificación 2018
S&P 500	16,94	13,09	3	6
Nikkei 225	32,33	20,83	12	34
DAX 30	32,71	19,12	20	20
FTSE 100	23,94	17,36	6	7
IBEX 35	31,43	28,30	38	28
Shanghai SE	49,67	26,20	83	78
Sensex 30	37,15	17,66	120	100
Bovespa	58,03	53,95	122	125
Merval	42,46	41,78	109	117
Ipsa	23,89	23,24	33	55

Fuente: The World Bank, Bolsa de Barcelona y BME.

umbrales de volatilidad y la posición del país en el ranking Doing Business.

Hay tres particularidades en la lectura de la Tabla 4 para España, India y Chile. En el caso español, la particularidad viene inducida en una gran mejora del Doing Business en estos 10 años, aún cuando las fronteras siguen siendo elevadas. La explicación a esta singularidad viene inducida por la ponderación del sector bancario que tiene más del 40% del peso del índice, lo que implica episodios de mayores volatilidades ante los vaivenes de las diferentes crisis de deuda. La otra particularidad es India, que a pesar de estar en la posición número 100, su umbral de volatilidad es bajo, la explicación a ello es la clara mejora en el ranking Doing Business que pasa de la posición 120 a 100, a la vez que su economía muestra el mayor dinamismo a nivel mundial. En el caso chileno, a pesar de empeorar notablemente el Doing Business, se observa que las fronteras de volatilidad son umbrales muy contenidos, con valores constantes y que se han mantenido a lo largo del tiempo.

Una conclusión importante es que el descenso de la volatilidad de todos los umbrales ha sido y es inducido por las políticas monetarias que marcan un alcance de carácter cada vez más supranacional. Sin embargo, dichas políticas

monetarias tendrían mayor impacto en los mercados donde los bancos centrales han hecho una política de intervención más directa. Por esta razón, se aprecia que la mayor caída en los umbrales de volatilidad ha sido en el mercado japonés y alemán con un descenso del 71% en ambos casos. En referencia a los mercados emergentes y para el caso de India, un mercado que se sale de la regla de la volatilidad, la explicación recae sobre los fuertes crecimientos registrados en la región en los últimos años, siendo hasta inicios de del año 2019, la economía que más ha crecido en el último decenio junto con la economía China.

Respecto del mercado accionario chileno, el índice Ipsa también se sale de la regla de volatilidad determinada por los modelos. En efecto, para el índice de Chile los bajos umbrales de volatilidad obedecen a que aún es considerado un mercado relativamente “joven” y pequeño, pero lo acotado de su valor (23.894 en pre-crisis y 23.237 en post-crisis), obedece principalmente a la estricta regulación financiera impuesta después de la grave crisis de deuda ocurrida entre los años 1982-1983, donde prácticamente todos los bancos del país fueron declarados insolventes siendo posteriormente intervenidos y “rescatados” por el Banco Central de Chile hasta que fueran lo suficientemente solventes para la posterior re-compra de su propia deuda a la misma auto-

**Tabla 5.** Resumen Descriptivo Variables Modelos VAR

<b>S&amp;P 500 (EE.UU.)</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Volatilidad	1479	15,17	9,06	3,53	83,43
Retorno	1479	0,00	0,01	-0,04	0,02
Tipo de cambio (TC)	1479	9,39	3,21	2,94	27,57
Variación TC	1479	1,21	0,14	0,83	1,58
VIX (CBOE)	1479	19,34	7,74	9,34	72,91

<b>Nikkei 225 (Japón)</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Volatilidad	1480	21,93	10,16	6,44	114,78
Retorno	1480	0,00	0,01	-0,06	0,03
Tipo de cambio (TC)	1480	10,99	4,98	3,05	51,42
Variación TC	1480	133,17	20,35	90,20	196,76
VIX (CBOE)	1480	19,34	7,74	9,34	72,92

<b>FTSE 100 (Gran Bretaña)</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Volatilidad	1482	15,38	8,26	5,23	79,49
Retorno	1482	0,00	0,01	-0,05	0,03
Tipo de cambio (TC)	1482	7,44	2,96	1,64	26,60
Variación TC	1482	0,75	0,09	0,58	0,96
VIX (CBOE)	1482	19,33	7,74	9,34	72,92

<b>Shanghai SE (China)</b>	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Volatilidad	1329	28,41	23,06	2,61	258,89
Retorno	1329	0,00	0,01	-0,04	0,18
Tipo de cambio (TC)	1329	9,73	8,19	3,19	146,14
Variación TC	1329	8,84	1,28	6,40	11,25
VIX (CBOE)	1329	19,18	7,90	9,34	72,91



Sensex 30 (India)	N	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Volatilidad	1471	15,10	9,03	3,53	83,44
Retorno	1471	0,00	0,01	-0,04	0,03
Tipo de cambio (TC)	1471	10,62	5,06	0,00	56,97
Variación TC	1471	53,56	15,53	20,09	88,09
VIX (CBOE)	1471	19,30	7,74	9,34	72,92

Bovespa (Brasil)	N	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Volatilidad	1326	31,22	17,96	10,67	134,71
Retorno	1326	0,00	0,01	-0,05	0,05
Tipo de cambio (TC)	1326	14,84	8,34	3,99	77,08
Variación TC	1326	2,40	1,02	0,01	4,50
VIX (CBOE)	1326	19,37	8,02	9,34	72,92

Merval (Argentina)	N	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Volatilidad	940	30,42	14,36	11,47	106,00
Retorno	940	0,00	0,01	-0,08	0,09
Tipo de cambio (TC)	940	14,26	31,16	0,47	483,65
Variación TC	940	6,80	5,39	0,83	28,83
VIX (CBOE)	940	19,73	8,64	9,34	72,92

Ipsa (Chile)	N	Promedio	Desv. Est.	Mínimo	Máximo
Volatilidad	850	13,59	7,24	4,66	70,09
Retorno	850	0,00	0,01	-0,04	0,03
Tipo de cambio (TC)	850	11,25	3,82	4,92	26,71
Variación TC	850	713,88	57,81	567,09	895,78
VIX (CBOE)	850	19,21	8,81	9,34	72,92

Datos semanales periodo enero 1990 y mayo 2018.

Fuente: Bolsa de Barcelona y BME.

riedad monetaria. Adicionalmente, durante este periodo se reestructuró toda la industria financiera y bancaria del país. El resultado anterior también se condice con la teoría de que la volatilidad una vez presente, es más persistente en los mercados emergentes que en aquellos mercados financieros más maduros y desarrollados.

En cuanto al VIX y como esperado, sus umbrales de pre y post-crisis son muy similares con valores de 28.494 y 27.476, respectivamente. Lo relevante de este rango acotado entre estos dos valores, es que es muy probable que para valores superiores del VIX de 27.476, los mercados comiencen a operar en entornos de alta volatilidad e incertidumbre por lo que este dato puede ser considerado como un límite entre el funcionamiento de un mercado en condiciones "normales" y uno funcionando bajo condiciones de stress financiero.

Finalmente y como se aprecia en los resultados, la prueba Durbin-Watson arroja resultados muy en línea y dentro de la norma del estadígrafo en todos los modelos, indicio de que todos los modelos de umbral no presentan correlación serial de primer orden, lo que también valida la robustez metodológica de esta investigación.

## 7. Volatilidad de los mercados financieros y su relación con el tipo de cambio.

Finalmente y utilizando un modelo del tipo Vector Autoregresivo (VAR), es interesante determinar el posible efecto que tiene la volatilidad de los mercados financieros sobre las divisas de los respectivos países. La Tabla 5 resume las variables descriptivas para aquellas incluidas en los modelos. Siguiendo el criterio de consistencia, la frecuencia de los datos es semanal.

Previamente al análisis, se determina que el número óptimo de rezagos para los modelos VAR propuestos es de cinco rezagos sobre la base de los criterios de información habituales (AIC, BIC y HQIC), lo que indica la alta persistencia presente en la volatilidad, extendiendo sus efectos sobre los mercados por varias semanas. Al mismo tiempo, se descartó la presencia de raíz unitaria en el tercer rezago utilizando los test Dickey-Fuller, Phillips-Perron y KPSS ya descritos.

Cabe mencionar que antes de la implementación y uso de los modelos VAR construidos en este estudio se realizó prueba de Johansen. El objetivo principal de esta prueba

es descartar la posible presencia de cointegración en las series. Los principales resultados basados en la prueba de traza sugieren la presencia, en algunos casos, de cuatro ecuaciones de cointegración al nivel de significancia de 0.05. Para todas las ecuaciones VAR se estimó la ecuación correspondiente de corrección de errores vectoriales (VEC), derivada de la correspondiente prueba de cointegración. Solo después de realizada esta corrección, los autores aplicaron la prueba de causalidad de Granger para establecer posibles relaciones causales entre los índices y la moneda correspondiente.

Sobre la base de los resultados de los modelos VEC, se concluye que existe una relación de tipo de causalidad de Granger entre la volatilidad del mercado financiero y la volatilidad de la moneda de los respectivos países para el S&P500, Nikkei225, ShanghaiSE, Bovespa e Ipsa. Se concluye además que esta relación es estadísticamente significativa a niveles del 5% y en algunos casos del 1%. Esta relación es unidireccional en el caso del S&P500, ShanghaiSE y Bovespa con respecto a sus monedas Dólar Estadounidense, Renminbi Chino y Real Brasileño, respectivamente. Bajo el mismo criterio, se comprueba una relación bidireccional para el caso del Nikkei225 e Ipsa y sus respectivas monedas Yen Japonés y Peso Chileno. No se observó relación entre las volatilidades de los mercados financieros DAX30, IBEX35, FTSE100, Sensex30 y Merval, con respecto a sus monedas.

Es necesario enfatizar que para cada modelo estimado, el estadígrafo Durbin-Watson para autocorrelación serial de un rezago es cercano a su valor ideal de 2.0, lo que valida la robustez de los modelos VEC estimados en esta sección (Durbin, J. and Watson, G. S., 1951). La Tabla 6 resume los resultados derivados de los modelos VEC.

Nuevamente y sobre la base de los resultados anteriores, se aprecia que existe una relación entre el nivel de desarrollo del mercado financiero y los efectos que tiene la volatilidad sobre la divisa y consecuentemente, sobre las variables reales de la economía. Es muy probable que esta relación se condiga con la madurez y con la relativamente fuerte regulación impuesta en estos mercados, más que con el tamaño de dichos mercados. Quizás la excepción de la regla sea la relación entre el índice Bovespa y el Real Brasileño para el mercado de ese país sudamericano.

## 8. Conclusiones

Entre los aspectos más relevantes derivados de esta investigación, se evidencia cada vez más que volatilidades con mayor contención deben aportar retornos superiores. Desde el punto de vista de las fronteras, volatilidades inferiores a un valor de 22% sugieren mercados más maduros. En términos generales, se constata que los mercados financieros con fronteras más acotadas presentan un mejor clima para desarrollar negocios. A pesar de ciertas excepciones, se puede constatar que los mercados financieros cuyos umbrales han caído, también reflejan una mejora en la calidad de las condiciones para desarrollar y hacer negocios. Si bien en el caso japonés no se cumple, su explicación recae en la política monetaria que el BOJ (Banco Central de Japón) ha llevado a cabo siendo el único banco central que ha comprado directamente todo tipo de activos subyacentes para apoyar el mercado y economía nipona.

Respecto a las divisas, los resultados sugieren la existencia de un acoplamiento entre la volatilidad de los mercados financieros y sus respectivas divisas, especialmente en mercados maduros y de economías desarrolladas. Exactamente lo contrario ocurre en economías con un menor grado de desarrollo donde la relación entre la divisa y el grado de desarrollo financiero no es tan evidente. En el caso del Nikkei225, la relación bidireccional podría venir inducida por las operaciones del tipo “carry trade”, estrategias donde los inversores tratan de obtener spread mediante la diferencia entre los tipos de interés. Adicionalmente, tanto la divisa como el mercado bursátil muestran contagios debido a que el yen es un instrumento que actúa como valor refugio y se aprecia cuando aumenta la aversión al riesgo en los mercados financieros. Los inversores buscan refugio en la divisa nipona que se mantiene fuerte en épocas de incertidumbre, principalmente por las grandes reservas de dinero que tiene Japón en fondos de pensiones o fondos de retiro.

Siguiendo esta línea de análisis, el estudio evidencia que países con mayores volatilidades presentan menor desarrollo económico. No obstante, la mayor integración de los mercados ha comportado volatilidades más uniformes. No obstante, también se evidencia que la calidad y reputación

Tabla 6. Volatilidad y Tipo de Cambio

Índice	Causalidad Granger	Dirección	Pr > Chi2	Durbin-Watson
S&P 500	Sí	Unidireccional	5%	2.003
Nikkei 225	Sí	Bidireccional	5%	2.005
Dax 30	No	-	-	1.999
Ibex 35	No	-	-	1.992
FTSE 100	No	-	-	2.002
Shanghai SE	Sí	Unidireccional	5%	1.995
Sensex 30	No	-	-	1.999
Bovespa	Sí	Unidireccional	1%	2.002
Merval	No	-	-	1.937
Ipsa (Chile)	Sí	Bidireccional	5%	2.009

Fuente: Elaboración de los autores sobre la base de resultados de los modelos VEC.

del mercado son factores fundamentales a la hora de evaluar un mercado por parte de los inversionistas, especialmente aquellos que provienen de latitudes ajenas al país anfitrión. En este sentido, los países emergentes deben necesariamente regular sus mercados financieros para acotar sus riesgos, propiciando que países con mayor grado de desarrollo tengan el incentivo de realizar mayores inversiones en la modalidad de inversión extranjera directa. Por tanto, es clave que a medida que se desarrolla el mercado financiero, se observe un efecto positivo en la economía real en el mediano y largo plazo.

Un ejemplo claro de lo anterior lo representa Brasil y Argentina, países donde sus fronteras de volatilidad post-crisis sobrepasan el 50% y 40%, respectivamente con prácticamente nulo cambio respecto de sus valores pre-crisis. El caso contrario ocurre con China, país que descendió desde una frontera de alta volatilidad para el periodo pre-crisis (49,67%) a una frontera de baja volatilidad, alcanzando un valor promedio actual de 26,20%. La reducción que ha realizado China respecto de su frontera de volatilidad, es un claro ejemplo de la buena gobernanza si se ponen en marcha los mecanismos adecuados, ya que estas fronteras de volatilidad son puntos de atención para los agentes, intermediarios y autoridades monetarias de otros países.

A nivel de riesgo sistémico, las caídas de las fronteras de volatilidad en la gran mayoría de mercados financieros podrían mostrar un sentimiento más complaciente de cara a los futuros riesgos presentes a nivel global. Sin embargo, los riesgos de contagio entre los diferentes mercados financieros podrían incrementarse desencadenándose episodios de contagio con menores volatilidades en comparación a crisis anteriores. Las lecciones recientes sobre las crisis financieras y económicas sugieren que los indicadores de estrés financiero, elaborados por los principales bancos centrales o el mismo VIX, se mantuvieron en niveles bajos y no señalaron la proximidad de una crisis hasta que ésta estuvo en pleno desarrollo. En este sentido, se concluye que las fronteras estudiadas econométricamente deben ser una señal de advertencia en un futuro. Adicionalmente, tal riesgo podría incrementarse en futuras crisis debido a tres principales factores; el primer factor, sería los efectos de la política monetaria adoptada por los bancos centrales. En este sentido, lo que se ha visto ha sido un gran aumento de los activos de los bancos centrales y, por tanto, también de sus pasivos. Ante la normalización de sus balances, los riesgos de contagio entre mercados, si no hay una coordinación entre ambos, podría traducirse en un mayor riesgo para los mercados financieros, especialmente desde los mercados más desarrollados, donde las políticas monetarias no convencionales han sido más relevantes y también más agresivas.

La prevalencia de condiciones financieras muy laxas favorables en el corto plazo, pueden tener consecuencias negativas sobre la actividad económica en el mediano y largo plazo. El segundo factor, es el gran crecimiento de la gestión pasiva. Al respecto, el fuerte incremento de los ETF (Exchange Trade Fund) puede ocasionar riesgos de contrapartida en un futuro si los riesgos de mercado se incrementan. La razón detrás de este efecto reside en que los ETF sintéticos que replican la rentabilidad de un índice usando contratos SWAP, es decir, fondos cotizados que tienen una

canasta de valores que no necesariamente puede estar relacionada con el índice de referencia, podrían ocasionar problemas de liquidez en caso de que los partícipes quisieran liquidar sus posiciones.

El tercer factor es el efecto HFT (High Frecuency Trading). El uso intensivo de este tipo de operativa puede acarrear mayores riesgos de contagio debido a la rapidez de su ejecución y de sus mecanismos de transmisión hacia la economía real. Los avances tecnológicos han propiciado que este tipo de estrategia de negociación muestre un riesgo latente ante posiciones que son canceladas inmediatamente y que incurren en un riesgo operacional ante los movimientos del propio mercado. Si bien el HFT y los operadores pueden presentar oportunidades de arbitraje entre las diferentes plataformas, la capacidad de la negociación de alta frecuencia puede conllevar episodios de mayor volatilidad.

Tras unos años de bajas volatilidades, y tal como apuntan las últimas notas de la Reserva Federal, cuando los agentes perciben un entorno de bajo riesgo, se crea un incentivo de forma endógena induciéndolos a que asuman más riesgos, lo que finalmente culmina en una crisis. Es por esta razón que el trabajo actual apunta la tesis de que las futuras crisis pueden inducirse en entornos con menores volatilidades históricas, que a la vez pueden propagarse de una manera más rápida debido al alto nivel de complacencia anterior.

En efecto, la crisis desencadenada por el covid19, ha constatado la tesis de este trabajo de investigación. En efecto, con la crisis del covid19 los índices de riesgo de la gran mayoría de índices bursátiles han reflejado máximos históricos por encima de la caída de Lehman Brothers, lo que ha propiciado la caída más rápida en la historia de los mercados financieros. No obstante y debido a la rápida y coordinada acción de los bancos centrales, se ha podido salvaguardar la estabilidad financiera, por lo menos hasta antes de la publicación de este trabajo. Sin embargo, hay un hecho que apunta cierta inquietud y es que, a pesar de los fuertes rebotes en la gran mayoría de índices selectivos, la volatilidad sigue instaurada en niveles históricamente altos lo que confirma otro punto de la conclusión porque las medidas monetarias adoptadas juegan una arma de doble filo, es decir, estabilidad financiera en el corto plazo pero seguramente una mayor inestabilidad en el mediano y largo plazo.

## Referencias

- Augmented, D., and Fuller, W. (1979). "Distribution of the Estimators for Auto-regressive Time Series with a Unit Root". *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, Issue 366a, pp. 427-431.
- Basu, S. and B. Bundick (2015). *Uncertainty Shocks in a Model of Effective Demand*. NBER Working Paper 18420.
- Berger, D., I. Dew-Becker and S. Giglio (2016), *Contractory volatility or volatile contractions?* Northwestern University Working Paper.
- Bloom, N. (2009). *The Impact of Uncertainty Shocks*. *Econometrica* 77, 623-685.
- Bloom, N., Floetotto, M. Jaimovich, N., Saporta-Eksten, I. and S.J. Terry (2014). *Really Uncertain Business Cycles*. Working paper.
- Bloom, N., S. Baker and S. J. Davis (2015). *Measuring Economic Policy Uncertainty*. Working paper.
- Bustelo, P. (1999). "Globalización Financiera y Riesgo Sistémico: Algunas Implicaciones de la Crisis Asiáticas". *Reunión de Economía Mundial*. Huelva
- Cortés, A. Raúl. (2014). "Impacto del desarrollo del sistema financiero en el crecimiento económico en países emergentes durante el periodo 2001-2011". *Equidad y Desarrollo*, ISSN 1692-7311, No. 22: 99-120.
- Danielsson, J. et al., *Learning from History: Volatility and Financial Crises* (October 2017). *Review of Financial Studies*, Forthcoming; FEDS Working Paper No. 2016-093.
- Demirgüç A., Levine, R., and Beck, T. (2004). "Finance, Inequality, and Poverty: Cross-Country Evidence". *National Bureau of Economic Research*, Working Paper No. 10979
- Demirgüç A. and Beck, T. (2009). "Financial Institutions and Markets across Countries and over Time". *The World Bank, Development Research Group, Policy Research Working Paper* 4943.
- Durbin, J. and G.S. Watson (1951). "Testing for serial correlation in least squares regression. II". *Biometrika*. 1951 Jun; 38(1-2): 159-78.
- Elbaum, S. (2004). "Selecting a Cost-Effective Test Case Prioritization Technique". *Software Quality Journal*, Vol. 12, Issue 3, pp. 185-210.
- Forbes, K. and R. Rigobon (2001). "Measuring Contagion: Conceptual and Empirical Issues". *International Financial Contagion*, Chapter 3, pp. 43-66.
- Forbes, K. and R. Rigobon (2002). "No Contagion, Only Interdependence: Measuring Stock Market Comovements". *The Journal of Finance*, Vol. LVII, No.5 October 2002.
- Gilchrist, S., J.W. Sim and E. Zakrajek (2014). *Uncertainty, Financial Frictions and Investment Dynamics*. NBER Working Paper 20038.
- Gonzalo, J., and J.Y. Pitarakis (2002). *Estimation and model selection based inference in single and multiple threshold models*. *Journal of Econometrics* 110: 319-352.
- Hansen, Bruce E. (2000). "Testing for structural change in conditional models". *Journal of Econometric*, Elsevier, vol. 97(1), pages 93-115.
- Hansen, Bruce E. (1997). "Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing and inference". *Boston college working papers in Economics* 365, Boston College Department of Economics.
- Hobijn, B., P.H. Franses, and M. Ooms (1998). "Generalizations of the KPSS-test for stationarity". *Econometric Institute Report* 9802/A, Econometric institute, Erasmus University Rotterdam.
- King, Robert G., and Levine, Ross (1993). "Finance and growth: Schumpeter might be right". *Quarterly Journal of Economics*.
- Krishnamurthy, A. and Vissing-Jorgensen, A. (2011). "The Effects of Quantitative Easing on Interest Rates: Channels and Implications for Policy". *National Bureau of Economic Research*, Working Paper No. 17555
- Kwiatkowski, D., Phillips, P., Schmidt, P. and Shin, S. (1992). "Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?". *Journal of Economics*, Vol. 54, Issues 1-3, pp. 159-178.
- Leduc, S. and Z. Liu (2015). *Uncertainty Shocks are Aggregate Demand Shocks*, Federal Reserve Bank of San Francisco Working Paper 2012-10.
- Linden, A. (2015). *Conducting interrupted time-series analysis for single- and multiple-group comparisons*. *Stata Journal* 15: 480-500.
- Linden, A. (2017). *A comprehensive set of postestimation measures to enrich interrupted time-series analysis*. *Stata Journal* 17: 73-88.
- Lo, Andrew W., "What is an Index?" (October 12, 2015). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2672755> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2672755>
- Ludvigson, S., S. Ma and S. Ng. (2015). *Uncertainty and Business Cycles: Exogenous Impulse or Endogenous Response?* NBER Working Paper No. 21803.
- Metes, D. (2005). "Visual, Unit Root and Stationarity Tests and Their Power and Accuracy". *Department of Mathematical and Statistical Sciences*, University of Alberta.
- Mishkin, F. (2009). "Globalization and financial development". *Journal of Development Economics* 89, 164-169.
- Newey, W. K., and K. D. West (1994). "Automatic lag selection in covariance matrix estimation". *Review of Economics Studies* 61: 631-653.
- Phillips, P., and Perron, P. (1988). "Testing for a Unit Root in Time Series Regression". *Biometrika*, Vol. 75, No. 2, pp. 335-346.
- Piffaut, Pedro V. and Damià Rey Miró (2017): *Integration, Financial Securities, and Contagion Risk: Empirical Evidence for the Period 1995-2016*. Lambert Publishing Books, Germany.
- Solow, R. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, No. 1 (Feb., 1956), pp. 65-94.
- Tong, H. (1983). *Threshold Models in Non-linear Time Series Analysis*. New York: Springer.
- Wong, A., and Zhou, X. (2011). "Development of Financial Market and Economic Growth: Review of Hong Kong, China, Japan, The United States and The United Kingdom". *International Journal of Economics and Finance*, Vol. 3, No. 2.