



# Procesos de Itô económicamente ponderados para la medición del impacto potencial del *Brexit* sobre los tipos de cambio

## Economically weighted Itô processes for measuring the potential impact of *Brexit* on exchange rates

Gabriel Alberto AGUDELO Torres [1](#); Luis Ceferino FRANCO Arbeláez [2](#); Luis Eduardo FRANCO Ceballos [3](#); Nora GAVIRA Durón [4](#)

Recibido: 17/01/2017 • Aprobado: 12/02/2017

### Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. El modelo propuesto](#)
- [3. Consecuencias del \*Brexit\*](#)
- [4. Conclusiones](#)
- [Anexo 1](#)
- [Referencias](#)

#### RESUMEN:

En este artículo se presenta un modelo para estimar las implicaciones económicas que tendría la salida del Reino Unido de la Unión Europea. Aplicando procesos de Itô económicamente ponderados combinados se modela la dinámica estocástica del precio del dólar estadounidense sujeto a las diferentes fuerzas que afectan su precio relativo con otras monedas en diferentes mercados regionales. Los países que se utilizan como muestra para modelar el precio relativo del dólar con respecto de monedas locales son: Australia, Canadá, República Checa, Dinamarca, China (Hong Kong), Japón, México, Noruega, Polonia, Rusia, Singapur, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido y pertenecientes a la Zona Euro. Para el cálculo de la matriz de ponderaciones se utiliza la distancia económica (no geográfica) entre las regiones, y como indicador de la relación entre cada pareja de regiones se considera el flujo comercial entre ellas. Se concluye que ante una disminución del 20% en el flujo comercial entre el Reino Unido y la Zona Euro y un aumento del 15% entre el primero y sus socios más cercanos, Noruega y Suiza, contrario a lo esperado, el precio del euro y de la libra esterlina no sufrirían gran variación (entre 2% y 3% en un periodo de cuatro años). **Palabras clave:** Procesos de Itô, tipo de cambio, modelado estocástico, econometría espacial.

#### ABSTRACT:

In this article a model is presented in order to estimate the economic repercussions of an exit of the United Kingdom from the European Union. Through the application of Itô's economically weighted processes combined, the stochastic dynamic of the price of the American dollar is modeled, subject to the different forces that affect its price, in comparison to other currencies in different regional markets. The countries used as samples to model the relative price of the dollar in comparison to local currencies are: Australia, Canada, Czech Republic, Denmark, China (Hong Kong), Japan, Mexico, Norway, Poland, Russia, Singapore, South Africa, Sweden, Switzerland, Turkey, the United Kingdom and those belonging to the Eurozone. For the calculation of the weighted matrix, the economic distance (not geographic) among the regions is used, and as an indicator of the relation between each pair of regions, the trade flow between them is considered. It is concluded that in case of a 20% decrease in the flow of trade between the United Kingdom and the Eurozone and a 15% increase between the former and its closest partners, Norway and Switzerland, contrary to expectations, the price of the euro and the British Pound would not suffer great variation (between 2% and 3% in a four year period.) **Keywords:** Itô's processes, exchange rate, stochastic modeling, spatial econometrics.

# 1. Introducción

En 1957 la República Federal de Alemania, Bélgica, Francia, Italia, Luxemburgo y los Países Bajos forman la Comunidad Económica Europea (CEE). El 1 de enero de 1973 se anexa el Reino Unido, junto con Dinamarca e Irlanda (EUR-Lex, 2016). En la década de los 80 del siglo pasado se fueron integrando más países, hasta que en 1992 se promulgó el Tratado de la Unión Europea. Este tratado marcaba la pauta para la creación de una moneda única (Euro) e indicaba las condiciones para que los países miembros pudieran adoptarla (EUR-Lex, 2016). El 1 de enero de 1999, el euro fue adoptado como la moneda de 11 de los 13 países miembros de la Unión; el 1 de enero de 2002 los billetes y monedas de 13 de los 15 países que formaban la Unión Europea fueron reemplazados por Euros (Banco Central Europeo, 2016), mientras que Dinamarca y el Reino Unido optaron por la cláusula de "exclusión voluntaria" contemplada en el Tratado (UE, 2010) y decidieron continuar con su moneda local. A partir del 1 de julio de 2013, la Unión Europea está formada por 28 países.

El término *Brexit* se genera de la abreviatura de *Britain* (Gran Bretaña) y *exit* (salida), significa la salida del Reino Unido de la Unión Europea (UE), y fue adoptado de la iniciativa de la posible salida de Grecia de la UE en 2012 (*Grexit*). Desde que David Cameron (primer ministro Inglés hasta junio de 2016), prometió en su campaña política de 2013, la realización de un referéndum para que la población decidiera si permanecían o salían de la UE (Brexit), diversas investigaciones indican que la salida tendría repercusiones importantes para el Reino Unido y el resto del mundo, y afirman que durante décadas el nivel económico del Reino Unido se verá afectado debido a que la Unión Europea es su mayor socio comercial y su salida de la UE bajará el comercio, así como la inversión extranjera directa (IED), y se presentará una caída en la inmigración; y esto puede conducir a niveles de vida más bajos para los nacidos en el Reino Unido, ya que los inmigrantes ayudan a reducir el déficit. (Breinlich, y otros, 2016).

De ser materializado el Brexit traería como consecuencia un gran impacto en términos de pérdida del bienestar de los Británicos y en la caída de la inversión extranjera directa (Boulanger & Philippidis, 2015), (Weiler, 2015); según Barrett, Bergin, FitzGerald, Lambert, McCoy, Morgenroth y Studnicka (2015) la salida de Reino Unido de la UE afectará negativamente la economía de Irlanda, ya que es su principal socio comercial. Möller & Oliver (2014) analizan las posibles consecuencias del Brexit para los países miembros de la UE, de forma individual, Europa en general y otros países, como Estados Unidos y Japón. En general todos los países de la UE perderían ingresos importantes después del Brexit y además se impactarían los mercados financieros de todo el mundo.

Sin embargo, el 23 de junio de 2016 se llevó a cabo dicho referéndum y los resultados arrojaron que se llevaría a cabo el Brexit, con base en el Artículo 50 de la Versión Consolidada del Tratado de la Unión Europea, el cual indica que: "1. *Todo Estado miembro podrá decidir, de conformidad con sus normas constitucionales, retirarse de la Unión*" (DOUE, 2012). Posterior a su aprobación, David Cameron, anunció su renuncia, lo que resulta un duro golpe para las 28 naciones que forman la UE y generó incertidumbre sobre el comercio y la inversión entre los países miembros, y conmocionó a los mercados financieros; varios diarios internacionales sugieren que Londres dejará de ser la capital europea del dinero y grandes capitales emigrarán a ciudades como New York, Frankfurt o París, donde inversiones inmobiliarias (Lash, 2016) y de seguros encontrarán nuevos mercados (Howell, 2016); prueba de ello son las noticias del 6 de septiembre de 2016 sobre la caída del sector inmobiliario en Londres a partir de la consulta Brexit (Wallace, 2016). El 13 de julio de 2016 la ministra Theresa May, asumió el cargo de primera ministra del Reino Unido, con la promesa de dirigir las negociaciones para la salida del Reino Unido de la UE.

Por otra parte, diversas investigaciones dedicadas a estudiar la dinámica estocástica de precios de activos financieros en una región o mercado en particular, suponen que dichos precios se comportan de acuerdo con un proceso de Itô. Los trabajos seminales de este enfoque son, por supuesto, Black y Scholes (1973), Merton (1973), Vasicek (1977), y Cox Ingersoll y Ross (1985a) y (1985b). Otros trabajos que generalizan los procesos de Itô se encuentran en Grinols y Turnovsky (1993), Schmedders (1998) y Venegas (2001), (2006a) y (2006b), entre otros.

Al considerar un activo que se negocia en  $n$  regiones diferentes y que en cada región está sujeto a diferentes fuerzas que afectan su precio, su modelación también debería tomar en cuenta que los diferentes mercados regionales podrían estar o no interrelacionados. Incorporar estos aspectos en la modelación del precio del activo financiero no sólo indica una sofisticación teórica, sino también representa un aspecto relevante que agrega mayor realismo al modelado y permite la simulación de su dinámica ante cambios en la forma en que se relacionan las regiones.

Por otro lado, la estadística espacial permite analizar los efectos regionales en la modelación de las variables; véanse, al respecto, Morán (1948), Geary (1954), Paelinck y Klaasen (1979). En ese sentido la econometría espacial se puede considerar como un complemento natural de la modelación estocástica del

activo financiero con el fin de incorporar en su dinámica el hecho que pueda ser negociado en distintos mercados, y que ellos puedan estar interrelacionados uno.

En la modelación de activos financieros y su efecto espacial en las regiones vecinas se puede considerar el estudio de Ali y Kestens (2006) que analiza la relación y el contagio entre crisis cambiarias y sus determinantes, utilizando regresiones geográficamente ponderadas (*GWR* por sus siglas en inglés).

Además, Ali y Lebreton (2013) estudian la difusión espacial de los ataques especulativos durante la caída del sistema de *Bretton Woods*. Sin embargo, estos autores no incluyen procesos de Itô en la modelación del precio del activo financiero. En este artículo se presenta un proceso estocástico de Itô para modelar el precio de un activo financiero que es negociado en diferentes mercados con potenciales correlaciones económicas, incorporadas en el modelo mediante técnicas de econometría espacial. Para ello se considera un activo financiero negociado en diversos mercados regionales y cuyos precios se suponen influenciados por condiciones internas de cada región, pero también por condiciones externas de las demás regiones. Es así como el precio del activo, además de estar afectado por la oferta y la demanda internas, estará influenciado por las condiciones de mercado en las regiones cercanas en términos económicos.

En este artículo el activo en cuestión es una divisa, el dólar estadounidense, y su precio relativo se modelará con respecto de la moneda de cada uno de los siguientes países: Australia, Canadá, República Checa, Dinamarca, China (Hong Kong), Japón, México, Noruega, Polonia, Rusia, Singapur, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido y los países correspondientes a la Zona Euro tenidos en cuenta como un único país. Para modelar el precio de dólar estadounidense, sujeto a las diferentes fuerzas que afectan su precio relativo con otras monedas en diferentes mercados regionales que están interrelacionados, se utilizan los procesos de Itô económicamente ponderados combinados con la econometría espacial. Para el cálculo de la matriz de ponderaciones se emplea la distancia euclidiana entre las regiones analizadas, y como indicador de la relación entre cada pareja de regiones se utiliza la balanza comercial entre ellas (flujo comercial) medidas en miles de dólares; siendo el flujo comercial la variable que define la posición relativa de cada región.

Este artículo está organizado de la siguiente manera: en la Sección 2 se presenta la metodología, en la cual se desarrolla el modelo, se realiza la estimación de los parámetros y el cálculo de las ponderaciones económicas; luego, en la Sección 3, se considera el precio del dólar estadounidense con respecto de la moneda local de 17 regiones y se desarrolla una simulación de los efectos que un nuevo orden comercial produciría entre los países analizados; por último, en la Sección 4 se presentan algunas conclusiones.

---

## 2. El modelo propuesto

A continuación, el precio de un activo particular se denota como  $P$ . El proceso de Itô que describe su evolución a través del tiempo está dado por:

$$ds_t = a(s, t)dt + b(s, t)dW_t$$

donde  $dW_t$  es el cambio instantáneo en un proceso de Wiener,  $W_t$ , que puede escribirse como:

$$dW_t = \varepsilon\sqrt{dt}, \text{ con } \varepsilon \sim N(0,1)$$

Se asume que el mismo activo se negocia en  $n$  regiones diferentes y que en cada región está sujeto a diferentes fuerzas que lo afectan (intercambio financiero y económico), tanto internas como externas. Para ampliar el proceso de Itô a una dimensión espacial, se define el siguiente sistema de ecuaciones que describe el comportamiento del precio del activo en cada región y su interrelación con las demás regiones:

$$\begin{aligned} ds_{t1} &= a_1(S, t)dt + b_1(S, t)\varepsilon_1\sqrt{dt} \\ ds_{t2} &= a_2(S, t)dt + b_2(S, t)\varepsilon_2\sqrt{dt} \\ &\vdots \\ ds_{tn} &= a_n(S, t)dt + b_n(S, t)\varepsilon_n\sqrt{dt} \end{aligned}$$

donde  $S$  representa el conjunto de precios del activo en las regiones. Las fuerzas internas que afectan el precio en la región  $i$  se recogen en el precio  $s_i$  y las externalidades en el conjunto  $S - \{s_i\}$ . El sistema de ecuaciones de  $n$  procesos de Itô puede expresarse en forma matricial como:

$$dS = A(S, t)dt + EB(S, t)\sqrt{dt}$$

donde  $S = \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_n \end{bmatrix}$ ,  $E = \text{diag}(\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n)$  y  $A(S, t)$  y  $B(S, t)$  se pueden estimar como:

$$\hat{A}(S, t) = \dot{S} * \hat{\alpha}^T + \hat{\mu}$$

con  $\dot{S} = \begin{bmatrix} 1 & s_1 \\ 1 & s_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & s_n \end{bmatrix}$ ,  $\hat{\alpha} = [\hat{\alpha}_1 \quad \hat{\alpha}_2 \quad \dots \quad \hat{\alpha}_n]$  y  $\hat{\mu}$  el término de perturbaciones aleatorias, y

$$\hat{B}(S, t) = \dot{S} * \hat{\beta}^T + \hat{v}$$

con  $\dot{S} = \begin{bmatrix} 1 & s_1 \\ 1 & s_2 \\ \vdots & \vdots \\ 1 & s_n \end{bmatrix}$ ,  $\hat{\beta} = [\hat{\beta}_1 \quad \hat{\beta}_2 \quad \dots \quad \hat{\beta}_n]$  y  $\hat{v}$  otro término de perturbaciones aleatorias.

## 2.1. Estimación de los parámetros

Las componentes de los vectores estimados  $\hat{\alpha}_i$  y  $\hat{\beta}_i$  pueden ser halladas de la siguiente manera (Agudelo, 2011). Se considera el modelo lineal:

$$Y = X\lambda + U$$

Si se premultiplica por una matriz de ponderaciones  $T$  no singular se obtiene:

$$TY = TX\lambda + TU$$

La matriz de varianzas y covarianzas de  $TU$  satisface:

$$\Sigma_{TU} = E \left[ (TU - E(TU))(TU - E(TU))^T \right]$$

Ahora bien, como  $E(TU) = TE(U) = 0$ , se sigue que

$$\Sigma_{TU} = TE[UU^T]T^T$$

Los efectos espaciales de dependencia y heterogeneidad son propios de los datos geográficamente distribuidos (Chasco, 2003), y si una serie presenta rasgos de dependencia espacial, esto conlleva también a la existencia de problemas de heterocedasticidad, aunque la inversa no es necesariamente cierta (Mur, 1999). Así, en los modelos donde se utilizan datos espaciales se introduce de manera natural la heterocedasticidad. Si se acepta que este fenómeno se encuentra presente, se tiene:

$$\Sigma_U = E[UU^T] = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2^2 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} = \sigma^2 W^{-1},$$

con  $W^{-1} \neq I$ , donde  $I$  es la matriz identidad. Por lo tanto,

$$\Sigma_{TU} = \sigma^2 TW^{-1}T^T$$

De lo anterior se deduce que para que no exista heterocedasticidad en el modelo es necesario que  $TW^{-1}T^T = I$ . Después de despejar la matriz  $W$  se obtiene:

$$W = T^T T.$$

Como el modelo lineal general considerado es  $TY = TX\beta + TU$ , entonces el estimador de  $\lambda$  obtenido por el método de mínimos cuadrados ordinarios o por el de máxima verosimilitud será:

$$\begin{aligned} \hat{\lambda} &= ((TX)^T TX)^{-1} (TX)^T (TY) \\ &= (X^T W X)^{-1} X^T W Y \end{aligned}$$

Por lo tanto, los estimadores para  $\alpha_i$  y  $\beta_i$  se pueden obtener escribiendo  $X = \dot{S}$  y  $Y = A(S, t)$  ó  $Y = B(S, t)$  según el caso. Por lo tanto:

$$\hat{\alpha}_i = (\dot{S}^T W_i \dot{S})^{-1} \dot{S}^T W_i A(S, t)$$

$$\hat{\beta}_i = (\dot{S}^T W_i \dot{S})^{-1} \dot{S}^T W_i B(S, t)$$

En ambos casos  $W_i$  es una matriz de ponderaciones que asigna mayor peso a las observaciones más cercanas en términos de intercambio financiero y económico y menor peso a las más lejanas. Dicha matriz se define como  $W_i = \text{diag}(w_{i1}, w_{i2}, \dots, w_{in})$ , y cuyas componentes se especifican en la siguiente sección.

Por otra parte, los estimadores de los términos de perturbaciones aleatorias,  $\mu$  y  $v$ , se obtienen mediante:

$$\hat{\mu} = \dot{S} * \hat{\alpha}^T - A(S, t)$$

$$\hat{v} = \dot{S} * \hat{\beta}^T - B(S, t)$$

## 2.2. Estimación de ponderaciones

Para establecer los pesos  $w_{ij}$  se utilizará la función gaussiana propuesta por Fotheringham *et al.* (2002), que reduce las ponderaciones de los pesos en la medida en que las distancias aumentan de acuerdo con una función del tipo:

$$w_{ij} = e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{d_{ij}}{b}\right)^2}$$

donde  $d_{ij}$  es la distancia económica entre las regiones  $i$  y  $j$ . Dicha distancia está dada por:

$$d_{ij}(\rho_i, \rho_j) = \sqrt{(\rho_i - \rho_j)^T (\rho_i - \rho_j)}$$

donde la posición relativa de la región  $h$  puede ser determinada directamente a través de la relación que dicha región tiene con cada una de las demás regiones ( $x_{hk}$ ), con  $k = 1, 2, \dots, n$ , o mediante su inverso multiplicativo ( $1/x_{hk}$ ). Si a menor valor del indicador seleccionado hay más cercanía, se utilizará la relación directa, en caso contrario la indirecta. Para el caso en que  $h = k$  la relación será cero.

$$\rho_h = \begin{bmatrix} x_{h1} \\ x_{h2} \\ \vdots \\ x_{hn} \end{bmatrix} \text{ o } \rho_h = \begin{bmatrix} 1/x_{h1} \\ 1/x_{h2} \\ \vdots \\ 1/x_{hn} \end{bmatrix}, \text{ con } h = i, j$$

Para el caso en el que se utilizan varias variables para definir la posición relativa, se propone que dicha distancia sea determinada aplicando el concepto de distancia de Mahalanobis, pues ésta tiene en cuenta que las regiones analizadas se comportan como variables aleatorias multidimensionales donde cada dimensión tiene diferente escala de medición.

$$d_{ij}(\rho_i, \rho_j) = \sqrt{(\rho_i - \rho_j)^T \Sigma^{-1} (\rho_i - \rho_j)}$$

donde  $\Sigma^{-1}$  es la matriz de varianzas y covarianzas del inverso multiplicativo de la relación que la región  $h$  tiene con cada una de las demás regiones. La posición relativa de la región  $h$  puede ser determinada a través del siguiente vector:

$$\rho_h = \begin{bmatrix} \phi_{h1} \\ \phi_{h2} \\ \vdots \\ \phi_{hz} \end{bmatrix}, \text{ con } h = i, j,$$

donde  $\phi_{hg}$  representa el vector que indica la relación (o el inverso multiplicativo de ella) entre la región  $h$  y la región  $k$  a través de la variable  $g$ . Dicha relación será denotada como  $x_{h g k}$ . Para el caso en que  $h = k$  la relación será cero. Así mismo

$$\phi_{hg} = \begin{bmatrix} x_{hg1} \\ x_{hg2} \\ \vdots \\ x_{hgn} \end{bmatrix} \text{ o } \phi_{hg} = \begin{bmatrix} 1/x_{hg1} \\ 1/x_{hg2} \\ \vdots \\ 1/x_{hgn} \end{bmatrix}$$

El ancho de banda, denotado por  $b$ , se determina como lo propone Lloyd (2011) mediante el criterio de validación cruzada:

$$CV = \min_b \sum_{i=1}^n [s_i - \hat{s}_i(b)]^2, \text{ con } i = 1, 2, \dots, n.$$

## 2.3. Ecuación diferencial estocástica estimada

Una vez que se han determinado los estimadores  $\hat{\alpha}_i$  y  $\hat{\beta}_i$  es posible describir el comportamiento del precio de cada activo en cada región  $i$  de la siguiente forma:

$$\begin{aligned}\widehat{ds}_{ti} &= (\hat{\alpha}_{0i} + s_{ti}\hat{\alpha}_{1i} + \hat{\mu}_{ti})dt + (\hat{\beta}_{0i} + s_{ti}\hat{\beta}_{1i} + \hat{v}_{ti})dW_{ti} \\ &= (\hat{\alpha}_{0i} + s_{ti}\hat{\alpha}_{1i})dt + (\hat{\beta}_{0i} + s_{ti}\hat{\beta}_{1i})dW_{ti} + \hat{\mu}_{ti}dt + \hat{v}_{ti}dW_{ti}\end{aligned}$$

Por lo tanto, la estimación del proceso estocástico utilizado para describir el cambio en el precio del activo  $s$  en la región  $i$ , está dada por:

$$\widehat{ds}_{ti} = (\hat{\alpha}_{0i} + s_{ti}\hat{\alpha}_{1i})dt + (\hat{\beta}_{0i} + s_{ti}\hat{\beta}_{1i})dW_{ti} + \widehat{dr}_{ti}$$

donde  $\widehat{dr}_{ti} = \hat{\mu}_{ti}dt + \hat{v}_{ti}dW_{ti}$  es el valor estimado del cambio instantáneo en el término de perturbaciones aleatorias. La expresión  $(\hat{\alpha}_{0i} + s_{ti}\hat{\alpha}_{1i})dt + (\hat{\beta}_{0i} + s_{ti}\hat{\beta}_{1i})dW_{ti}$  describe la componente que depende de la influencia de las regiones vecinas en términos de intercambio financiero. La expresión  $\widehat{dr}_{ti}$  describe la parte del proceso que es autónoma y que refleja las particularidades internas de la región  $i$ .

### 3. Consecuencias del *Brexit*

Para ilustrar el efecto cambiario en las economías analizadas provocado por la decisión de los electores en el Reino Unido en cuanto a su salida en la Unión Europea, se considera el precio del dólar estadounidense con respecto de la moneda de cada uno de los siguientes países: Australia, Canadá, República Checa, Dinamarca, China (Hong Kong), Japón, México, Noruega, Polonia, Rusia, Singapur, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido y los países correspondientes a la Zona Euro tenidos en cuenta como un único país.

Los datos que se utilizan fueron tomados desde el 27 de junio de 2013 hasta el 27 de julio de 2016 y obtenidos de *World Integrated Trade Solution*, software desarrollado por el Banco Mundial en colaboración con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (*UNCTAD* por sus siglas en inglés). Los parámetros de la ecuación diferencial que describe el comportamiento del activo en cada región fueron estimados, a partir de la serie de precios diarios, de la siguiente manera: la tendencia fue calculada como el promedio de los rendimientos diarios durante los últimos 3 años y la volatilidad como la desviación estándar de dichos rendimientos. En la Tabla 1 se muestran los resultados de las estimaciones.

**Tabla 1**

*Promedio y desviación estándar de las rentabilidades diarias del precio del dólar estadounidense en términos de la moneda local de cada uno de las regiones consideradas.*

	Prom. Rent.	Desv. Est. Rent.
Australia	0,03%	0,67%
Canada	0,03%	0,51%
Czech Republic	0,03%	0,62%
Denmark	0,02%	0,56%
Hong Kong, China	0,00%	0,03%
Japan	0,01%	0,60%
Mexico	0,05%	0,69%
Norway	0,05%	0,73%
Poland	0,03%	0,68%
Russian Federation	0,10%	1,51%

Singapore	0,01%	0,35%
South Africa	0,05%	0,94%
Sweden	0,03%	0,63%
Switzerland	0,01%	0,79%
Turkey	0,06%	0,76%
United Kingdom	0,02%	0,60%
Zona Euro	0,02%	0,56%

Fuente: Cálculos propios a partir de información de *Forex Capital Markets*.

Para el cálculo de la matriz de ponderaciones se utilizó la distancia euclidiana entre las regiones analizadas, y como indicador de la relación entre cada pareja de regiones la diferencia de las exportaciones y las importaciones entre ellas (flujo comercial) medidas en miles de dólares. Los datos se detallan en el Anexo 1. Al utilizar sólo el flujo comercial como la variable que define la posición relativa de cada región, el vector  $\varphi$  será entonces de dimensión  $ph$ , el cual es representado en forma de columnas la Tabla 2.

Tabla 2  
Vectores (columnas) que definen la posición relativa de cada región analizada.

	Australia	Canada	Czech Republic	Denmark	Hong Kong, China	Japan
Australia	0,0000	6,0504	2,2211	1,4886	-4,0426	-0,0455
Canada	6,0504	0,0000	9,7900	31,3519	-12,5554	-0,6763
Czech Republic	2,2211	9,7900	0,0000	-1,3475	1,4605	2,6978
Denmark	1,4886	31,3519	-1,3475	0,0000	-1,8835	-0,7084
Hong Kong, China	-4,0426	-12,5554	1,4605	-1,8835	0,0000	0,0302
Japan	-0,0455	-0,6763	2,6978	-0,7084	0,0302	0,0000
Mexico	2,2136	1,6728	-1,0354	-3,2323	1,9464	-0,0697
Norway	4,4536	-1,2291	-1,5972	-1,9409	9,1579	-2,3288
Poland	4,1822	1,1431	0,1581	1,1689	3,1639	-0,4899
Russian Federation	-2,1151	-2,7523	-2,1648	1,0522	1,7144	0,1314
Singapore	0,1209	-2,7811	5,7805	-4,5512	0,0270	-0,2964
South Africa	-4,0414	20,0606	-2,7284	-5,8790	0,9417	1,7189
Sweden	0,9054	1,4875	-1,0243	-0,9013	-1,8404	1,7040
Switzerland	0,5017	0,3811	-1,1818	8,6270	0,0442	0,2959
Turkey	-42,5405	-3,8698	-0,6898	10,4823	3,7875	-0,3565



United Kingdom	0,3445	-0,2065	-0,2254	-0,5673	0,1384	-0,2771
Zona Euro	0,6005	0,7707	-0,5619	1,2562	0,8912	3,3503

	Mexico	Norway	Poland	Russian Federation	Singapore	South Africa
Australia	2,2136	4,4536	4,1822	-2,1151	0,1209	-4,0414
Canada	1,6728	-1,2291	1,1431	-2,7523	-2,7811	20,0606
Czech Republic	-1,0354	-1,5972	0,1581	-2,1648	5,7805	-2,7284
Denmark	-3,2323	-1,9409	1,1689	1,0522	-4,5512	-5,8790
Hong Kong, China	1,9464	9,1579	3,1639	1,7144	0,0270	0,9417
Japan	-0,0697	-2,3288	-0,4899	0,1314	-0,2964	1,7189
Mexico	0,0000	-11,4757	8,5348	2,5200	-2,0621	-2,5716
Norway	-11,4757	0,0000	3,1635	7,9914	-0,9347	-196,1169
Poland	8,5348	3,1635	0,0000	0,1762	-4,8331	-2,2035
Russian Federation	2,5200	7,9914	0,1762	0,0000	-0,2112	-8,1181
Singapore	-2,0621	-0,9347	-4,8331	-0,2112	0,0000	-1,1873
South Africa	-2,5716	-196,1169	-2,2035	-8,1181	-1,1873	0,0000
Sweden	1,8332	0,3592	-1,9327	-0,3517	1,8106	1,5952
Switzerland	-3,8951	2,1440	2,5103	1,3167	0,1669	-0,6758
Turkey	-1,9357	-4,9139	-1,5426	-0,0595	14,8666	-2,3290
United Kingdom	-5,1648	-0,0627	-0,1447	-0,3562	0,2213	-0,3942
Zona Euro	0,8470	-0,6392	0,5422	-0,3610	1,7121	1,8138

	Sweden	Switzerland	Turkey	United Kingdom	Zona Euro
Australia	0,9054	0,5017	-42,5405	0,3445	0,6005
Canada	1,4875	0,3811	-3,8698	-0,2065	0,7707
Czech Republic	-1,0243	-1,1818	-0,6898	-0,2254	-0,5619
Denmark	-0,9013	8,6270	10,4823	-0,5673	1,2562

Hong Kong, China	-1,8404	0,0442	3,7875	0,1384	0,8912
Japan	1,7040	0,2959	-0,3565	-0,2771	3,3503
Mexico	1,8332	-3,8951	-1,9357	-5,1648	0,8470
Norway	0,3592	2,1440	-4,9139	-0,0627	-0,6392
Poland	-1,9327	2,5103	-1,5426	-0,1447	0,5422
Russian Federation	-0,3517	1,3167	-0,0595	-0,3562	-0,3610
Singapore	1,8106	0,1669	14,8666	0,2213	1,7121
South Africa	1,5952	-0,6758	-2,3290	-0,3942	1,8138
Sweden	0,0000	-8,1260	-2,5254	-0,2680	0,5578
Switzerland	-8,1260	0,0000	0,3095	0,0365	0,3435
Turkey	-2,5254	0,3095	0,0000	-0,1764	0,6563
United Kingdom	-0,2680	0,0365	-0,1764	0,0000	0,1135
Zona Euro	0,5578	0,3435	0,6563	0,1135	0,0000

Fuente: Cálculos propios.

A partir de la posición relativa de cada región es posible calcular la distancia euclidiana entre ellas, la cual se muestra en la Tabla 3, y estimar las coordenadas respectivas mostradas en la Gráfica 1.

Tabla 3  
Distancia euclidiana entre las regiones analizadas.

	Australia	Canada	Czech Republic	Denmark	Hong Kong, China	Japan
Australia	-	36,6	4,9	2,2	16,3	0,0
Canada	36,6	-	14,7	20,8	101,9	37,2
Czech Republic	4,9	14,7	-	0,5	39,2	5,1
Denmark	2,2	20,8	0,5	-	30,6	2,4
Hong Kong, China	16,3	101,9	39,2	30,6	-	16,0
Japan	0,0	37,2	5,1	2,4	16,0	-
Mexico	4,9	14,7	0,0	0,5	39,1	5,1
Norway	19,8	2,5	5,0	8,8	72,2	20,2
Poland	17,5	3,5	3,8	7,3	67,6	17,9
Russian Federation	4,5	66,7	18,8	13,0	3,7	4,3

Singapore	0,0	35,2	4,4	1,9	17,3	0,0
South Africa	16,3	101,8	39,2	30,6	0,0	16,0
Sweden	0,8	26,5	1,7	0,3	24,5	0,9
Switzerland	0,3	30,8	3,0	1,0	20,7	0,3
Turkey	1.809,7	2.361,1	2.003,6	1.938,6	1.482,1	1.805,8
United Kingdom	0,1	32,6	3,5	1,3	19,2	0,2
Zona Euro	0,4	29,7	2,6	0,8	21,6	0,4

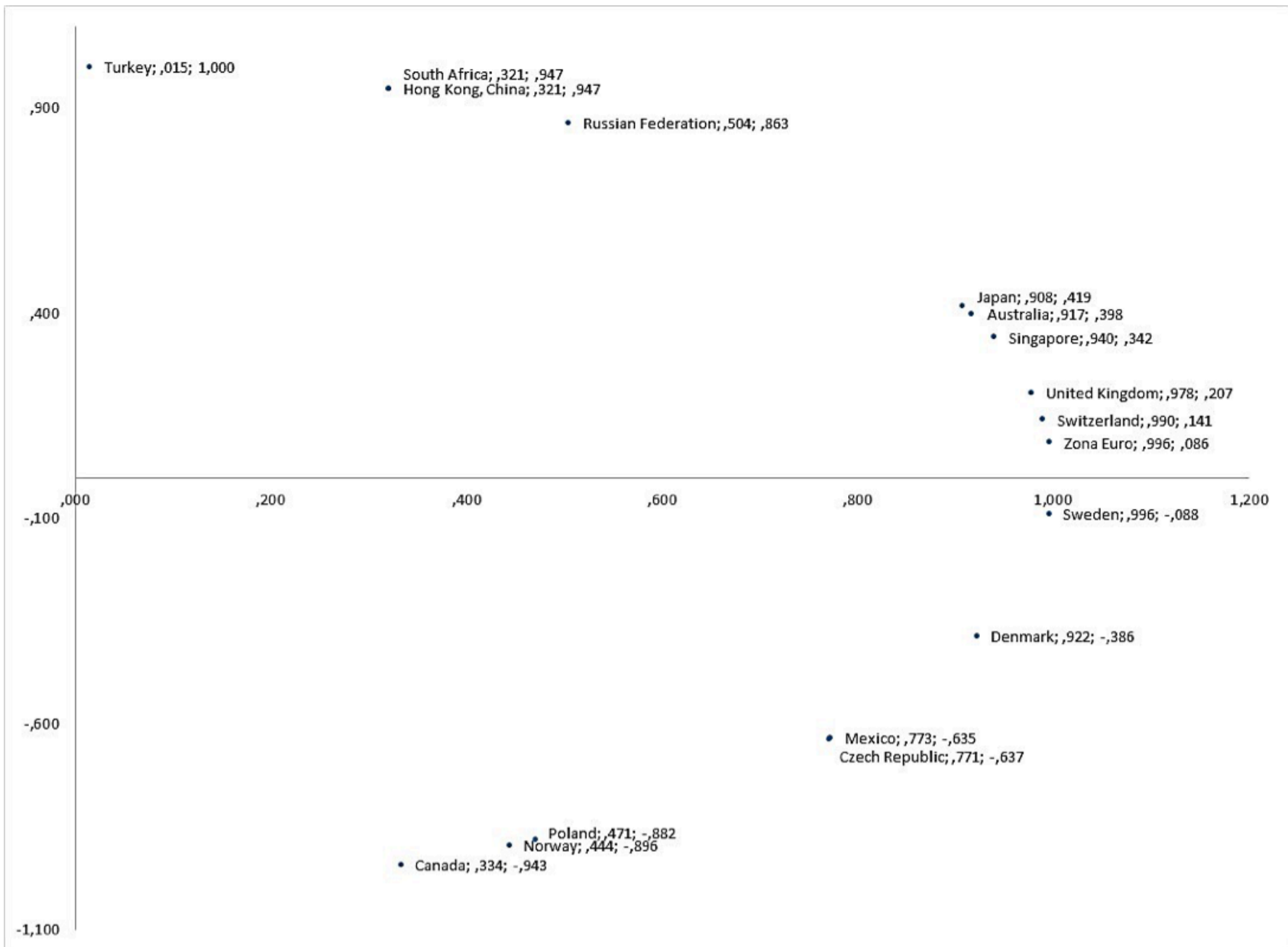
	Mexico	Norway	Poland	Russian Federation	Singapore	South Africa
Australia	4,9	19,8	17,5	4,5	0,0	16,3
Canada	14,7	2,5	3,5	66,7	35,2	101,8
Czech Republic	0,0	5,0	3,8	18,8	4,4	39,2
Denmark	0,5	8,8	7,3	13,0	1,9	30,6
Hong Kong, China	39,1	72,2	67,6	3,7	17,3	0,0
Japan	5,1	20,2	17,9	4,3	0,0	16,0
Mexico	-	5,0	3,9	18,7	4,4	39,1
Norway	5,0	-	0,1	43,1	18,8	72,2
Poland	3,9	0,1	-	39,7	16,5	67,6
Russian Federation	18,7	43,1	39,7	-	5,0	3,7
Singapore	4,4	18,8	16,5	5,0	-	17,3
South Africa	39,1	72,2	67,6	3,7	17,3	-
Sweden	1,7	12,6	10,7	9,1	0,6	24,5
Switzerland	2,9	15,6	13,5	6,8	0,1	20,6
Turkey	2.002,9	2.208,4	2.183,0	1.634,2	1.820,0	1.482,2
United Kingdom	3,5	16,9	14,7	6,0	0,0	19,2
Zona Euro	2,6	14,8	12,8	7,4	0,2	21,5

	Sweden	Switzerland	Turkey	United Kingdom	Zona Euro
--	--------	-------------	--------	----------------	-----------

Australia	0,8	0,3	1.809,7	0,1	0,4
Canada	26,5	30,8	2.361,1	32,6	29,7
Czech Republic	1,7	3,0	2.003,6	3,5	2,6
Denmark	0,3	1,0	1.938,6	1,3	0,8
Hong Kong, China	24,5	20,7	1.482,1	19,2	21,6
Japan	0,9	0,3	1.805,8	0,2	0,4
Mexico	1,7	2,9	2.002,9	3,5	2,6
Norway	12,6	15,6	2.208,4	16,9	14,8
Poland	10,7	13,5	2.183,0	14,7	12,8
Russian Federation	9,1	6,8	1.634,2	6,0	7,4
Singapore	0,6	0,1	1.820,0	0,0	0,2
South Africa	24,5	20,6	1.482,2	19,2	21,5
Sweden	-	0,2	1.887,5	0,3	0,1
Switzerland	0,2	-	1.852,6	0,0	0,0
Turkey	1.887,5	1.852,6	-	1.839,1	1.861,1
United Kingdom	0,3	0,0	1.839,1	-	0,1
Zona Euro	0,1	0,0	1.861,1	0,1	-

Fuente: Cálculos propios.

Gráfica 1. Coordenadas y posición relativa de las regiones analizadas.



Fuente: Cálculos propios realizados mediante análisis factorial.

**Tabla 4**  
Precios del dólar estadounidense expresados en términos de la moneda local en cada región al 27 de julio de 2016.

Australia	1,3329
Canada	1,3188
Czech Republic	24,599
Denmark	6,771
Hong Kong, China	7,7571
Japan	104,66
Mexico	18,7755
Norway	8,568
Poland	3,9722
Russian Federation	65,9448
Singapore	1,3586

South Africa	14,355
Sweden	8,6595
Switzerland	0,9924
Turkey	3,0453
United Kingdom	0,7615
Zona Euro	0,9101

Fuente: Cálculos propios.

De acuerdo con los precios de la divisa estadounidense presentados en la Tabla 4 y el cálculo de los parámetros de tendencia y volatilidad, las matrices del modelo serán:

$$\dot{S} = \begin{bmatrix} 1 & 1.3329 \\ 1 & 1.3188 \\ 1 & 24.599 \\ 1 & 6.771 \\ 1 & 7.7571 \\ 1 & 104.66 \\ 1 & 18.7755 \\ 1 & 8.568 \\ 1 & 3.9722 \\ 1 & 65.9448 \\ 1 & 1.3586 \\ 1 & 14.355 \\ 1 & 8.6595 \\ 1 & 0.9924 \\ 1 & 3.0453 \\ 1 & 0.7615 \\ 1 & 0.9101 \end{bmatrix}, A(S, t) = \begin{bmatrix} 0.000390 \\ 0.000398 \\ 0.006781 \\ 0.001524 \\ 0.000001 \\ 0.011222 \\ 0.009119 \\ 0.003974 \\ 0.000996 \\ 0.065558 \\ 0.000126 \\ 0.007226 \\ 0.002883 \\ 0.000094 \\ 0.001825 \\ 0.000156 \\ 0.000208 \end{bmatrix}, B(S, t) = \begin{bmatrix} 0.008923 \\ 0.006674 \\ 0.151812 \\ 0.037929 \\ 0.002271 \\ 0.624770 \\ 0.128934 \\ 0.062385 \\ 0.027011 \\ 0.998073 \\ 0.004760 \\ 0.135559 \\ 0.054748 \\ 0.007883 \\ 0.023053 \\ 0.004595 \\ 0.005141 \end{bmatrix}$$

Después de realizar el proceso de validación cruzada para obtener el ancho de banda que minimiza la suma de los cuadrados de los errores de cada uno de los modelos, se obtuvieron las matrices de ponderaciones correspondientes a cada una de las regiones. Para estimar  $A(S, t)$  y  $B(S, t)$  se obtuvieron las matrices de pesos espaciales que se detallan en el Anexo 1. Los estimadores encontrados son los siguientes:

$$\hat{\alpha}_{Australia} = \begin{bmatrix} 0,00115796909509033 \\ 0,000340421632790517 \end{bmatrix}, \hat{\alpha}_{Canada} = \begin{bmatrix} 0,00118370900763119 \\ 0,000330938910858106 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\alpha}_{Czech\ Republic} = \begin{bmatrix} 0,00116077395581468 \\ 0,000339458369193002 \end{bmatrix}, \hat{\alpha}_{Denmark} = \begin{bmatrix} 0,00115868897059999 \\ 0,000339981563738312 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\alpha}_{Hong\ Kong,China} = \begin{bmatrix} 0,0011843000253467 \\ 0,000340894110938239 \end{bmatrix}, \hat{\alpha}_{Japan} = \begin{bmatrix} 0,00115802762134397 \\ 0,00034042583386361 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\alpha}_{Mexico} = \begin{bmatrix} 0,00116074738499784 \\ 0,00033946504397435 \end{bmatrix}, \hat{\alpha}_{Norway} = \begin{bmatrix} 0,00117256037983481 \\ 0,000335907348949217 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\alpha}_{Poland} = \begin{bmatrix} 0,00117079442003651 \\ 0,00033652941150655 \end{bmatrix}, \hat{\alpha}_{Russian Federation} = \begin{bmatrix} 0,00116622823838294 \\ 0,000340431190566742 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\alpha}_{Singapore} = \begin{bmatrix} 0,00115783766553616 \\ 0,0003404084829826 \end{bmatrix}, \hat{\alpha}_{South Africa} = \begin{bmatrix} 0,00118428519357589 \\ 0,000340893436264339 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\alpha}_{Sweden} = \begin{bmatrix} 0,00115781575261673 \\ 0,000340236424044582 \end{bmatrix}, \hat{\alpha}_{Switzerland} = \begin{bmatrix} 0,00115764989053142 \\ 0,000340345659753718 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\alpha}_{Turkey} = \begin{bmatrix} 0,00117910192921336 \\ 0,000211998667907677 \end{bmatrix}, \hat{\alpha}_{United Kingdom} = \begin{bmatrix} 0,00115768621367893 \\ 0,000340375836760809 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\alpha}_{Zona Euro} = \begin{bmatrix} 0,00115765629377173 \\ 0,000340323332723939 \end{bmatrix}, \hat{\beta}_{Australia} = \begin{bmatrix} -0,00118603307439246 \\ 0,00842411659722773 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\beta}_{Canada} = \begin{bmatrix} -0,000714736962404722 \\ 0,00831974807704197 \end{bmatrix}, \hat{\beta}_{Czech Republic} = \begin{bmatrix} -0,00110926532893113 \\ 0,00841325208440255 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\beta}_{Denmark} = \begin{bmatrix} -0,00114914238093016 \\ 0,00841903080368061 \end{bmatrix}, \hat{\beta}_{Hong Kong, China} = \begin{bmatrix} -0,000977105694812887 \\ 0,00843215025409977 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\beta}_{Japan} = \begin{bmatrix} -0,00118620760279042 \\ 0,00842417551664191 \end{bmatrix}, \hat{\beta}_{Mexico} = \begin{bmatrix} -0,00110974360092832 \\ 0,00841332550581341 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\beta}_{Norway} = \begin{bmatrix} -0,000909122919987857 \\ 0,00837431559373148 \end{bmatrix}, \hat{\beta}_{Poland} = \begin{bmatrix} -0,000938916249335268 \\ 0,00838113677376724 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\beta}_{Russian Federation} = \begin{bmatrix} -0,001133604945903 \\ 0,0084252380876435 \end{bmatrix}, \hat{\beta}_{Singapore} = \begin{bmatrix} -0,00118529231470953 \\ 0,00842393985077305 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\beta}_{South Africa} = \begin{bmatrix} -0,000977238477032596 \\ 0,00843214138395998 \end{bmatrix}, \hat{\beta}_{Sweden} = \begin{bmatrix} -0,001170759802985 \\ 0,00842189409548266 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\beta}_{Switzerland} = \begin{bmatrix} -0,0011803377175008 \\ 0,00842316305169333 \end{bmatrix}, \hat{\beta}_{Turkey} = \begin{bmatrix} 0,0108771777101216 \\ 0,00399823666842197 \end{bmatrix},$$

$$\hat{\beta}_{United Kingdom} = \begin{bmatrix} -0,00118286476687439 \\ 0,00842352765372169 \end{bmatrix}, \hat{\beta}_{Zona Euro} = \begin{bmatrix} -0,00117840319149432 \\ 0,00842289881966495 \end{bmatrix}$$

Los estimadores de  $\alpha$  encontrados indican la parte del cambio promedio en el precio del dólar estadounidense en cada región, que es explicada por el precio de ese activo en las regiones vecinas en términos económicos. Los estimadores de  $\beta$  indican la parte de la desviación estándar del cambio que explican dichas regiones.

El ancho de banda óptimo para la regresión económicamente ponderada que explica la variabilidad en la tendencia y en la volatilidad es 165,3. Los errores estimados para cada región se presentan en la Tabla 5.

**Tabla 5**  
Errores estimados para cada región.

Región	$\mu$ estimado	$v$ estimado
Australia	-0,001221451	-0,001118979
Canada	-0,001222648	-0,003583121
Czech Republic	-0,002729845	-0,054036392
Denmark	-0,001936932	-0,017927371
Hong Kong, China	-0,003827447	-0,062160687
Japan	-0,025564701	-0,255717615
Mexico	0,001584831	-0,027920746

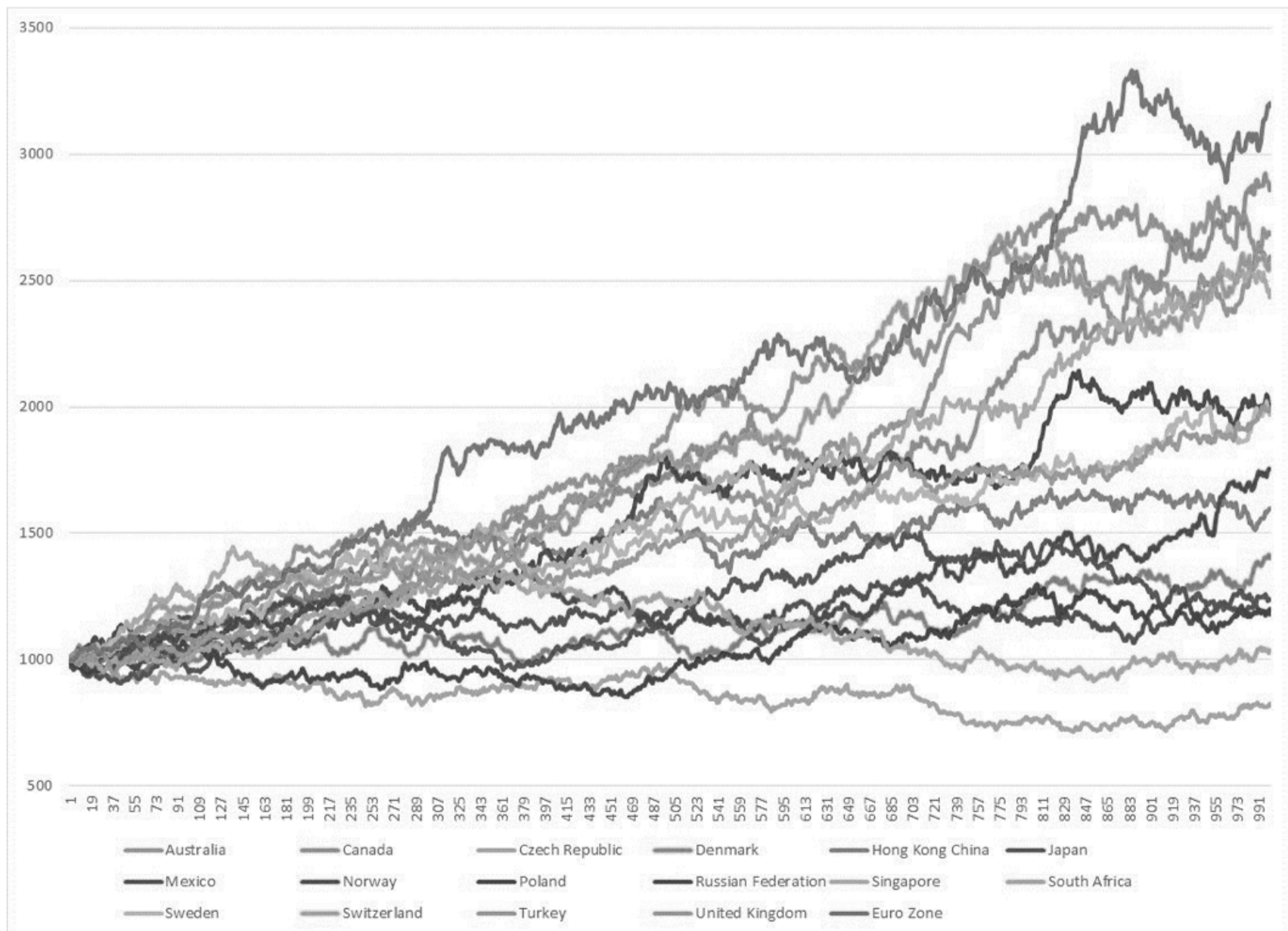
Norway	-7,66483E-05	-0,008456891
Poland	-0,001511134	-0,005341221
Russian Federation	0,041942146	0,443605976
Singapore	-0,001494613	-0,005499805
South Africa	0,001147789	0,015492559
Sweden	-0,001221075	-0,017010853
Switzerland	-0,001401547	0,00070398
Turkey	0	0
United Kingdom	-0,001261224	-0,000636968
Zona Euro	-0,001259735	-0,0013463

Fuente: Cálculos propios.

En la Gráfica 2 se muestra una simulación para el precio de la divisa estadounidense (base 1000) en términos de la moneda local de cada una de las regiones de la muestra.

**Gráfica 2.**

*Simulación del precio de la divisa estadounidense (base 1.000) en términos de la moneda local.*



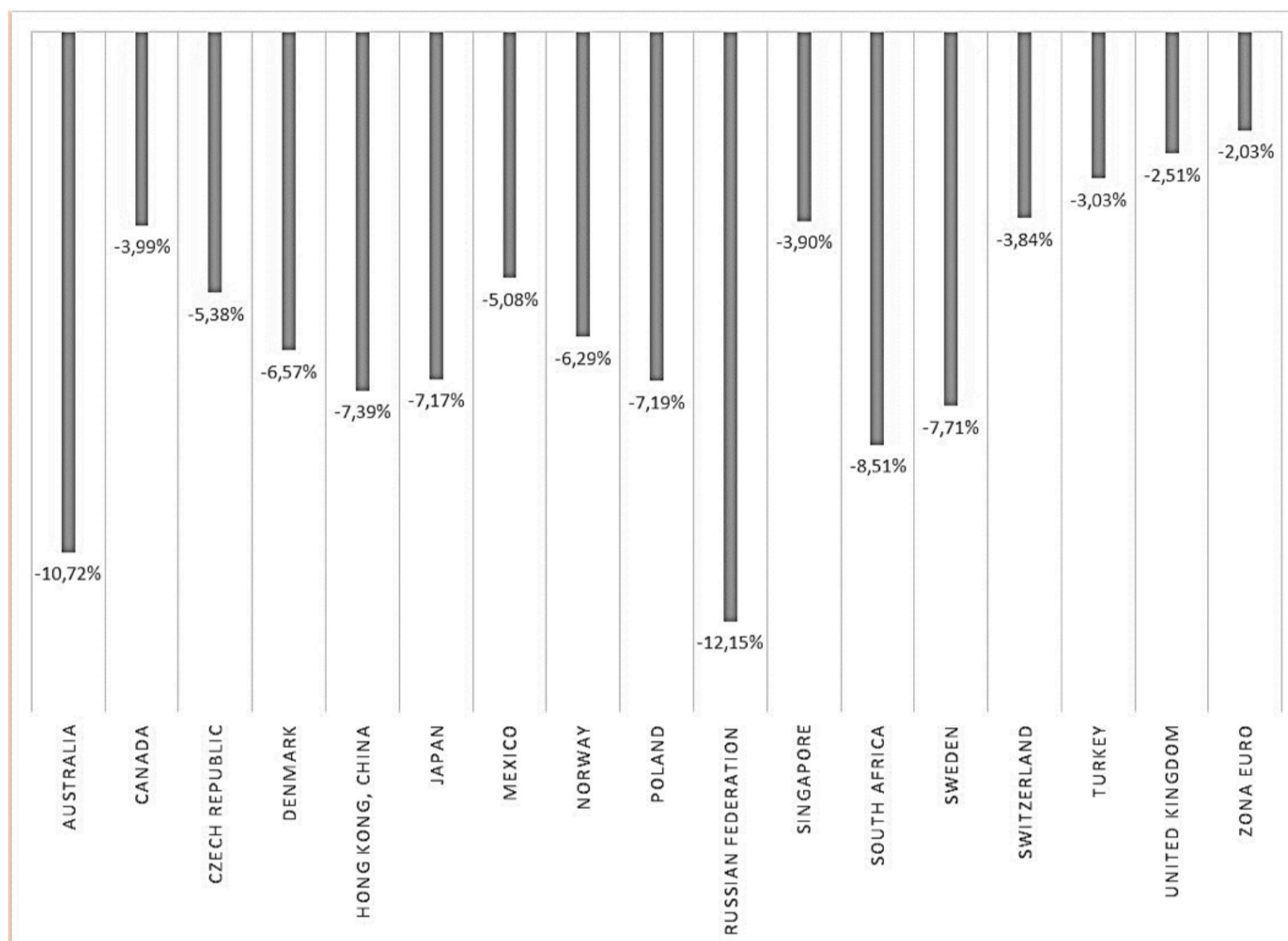
Fuente: Cálculos propios a partir de información de Forex Capital Markets.

Para establecer una comparación entre el escenario inicial y uno simulado, se supuso que la salida del Reino



Unido de la Unión Europea supondrá una disminución del 20% en el flujo comercial entre ese país y la Zona Euro; así mismo, se supuso que el comercio con Noruega y Suiza se incrementará en un 15%, pues como se detalla en Perrett (2016), Noruega le proveería al Reino Unido acceso libre de tarifas al mercado único europeo y Suiza, aunque no comercia con dicho mercado, tiene múltiples tratados de libre comercio con países de la Unión Europea. Posteriormente se realizaron 10.000 simulaciones, extrayendo al final el precio promedio de la divisa estadounidense en cada uno de los países. La repercusión que se tendría en el precio de la divisa estadounidense en cada una de las regiones se muestra en la Gráfica 3.

Gráfica 3. Resultado de la simulación del precio del dólar estadounidense en términos de la moneda local.



Fuente: Cálculos propios a partir de información de *Forex Capital Markets*.

Los resultados presentados en la Gráfica 3 muestran que la variación supuesta en el flujo comercial del Reino Unido, supondría en un período de cuatro años una apreciación de las monedas locales de los países considerados en la muestra, con respecto a su comportamiento sin Brexit, especialmente del rublo (12,15%) y el dólar australiano (10,72%). Contrario a lo esperado, el euro y la libra esterlina no sufrirían gran variación ante ese escenario (apreciación del 2,03% y 2,51% respectivamente).

## 4. Conclusiones

Se consideró una divisa negociada en 17 mercados, cuyo precio en cada uno de ellos es modelado por medio de un Proceso de Itô que incluye la posible interrelación entre los precios, modelada mediante econometría espacial, donde la distancia entre las regiones se mide en términos económicos y financieros y no geográficos. Al poder analizar de forma integrada la dinámica del precio del activo en cada región, es posible simular el comportamiento del activo en cada región y los efectos que un cambio en los precios o en las relaciones económicas de una región en particular tendría sobre las demás.

Las regiones que se utiliza como muestra para modelar el precio relativo del dólar con respecto de monedas locales son: Australia, Canadá, República Checa, Dinamarca, China (Hong Kong), Japón, México, Noruega, Polonia, Rusia, Singapur, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido y la Zona Euro.

Los hallazgos empíricos muestran que una disminución del 20% en el flujo comercial entre el Reino Unido y la Zona Euro y un aumento del 15% entre el primero y sus socios más cercanos, Noruega y Suiza, supondría en un período de cuatro años, en comparación con su comportamiento sin Brexit, una apreciación de las monedas locales de los países considerados en la muestra, especialmente del rublo (12,15%) y el dólar australiano (10,72%). Contrario a lo esperado, el euro y la libra esterlina no sufrirían gran variación ante ese escenario (apreciación del 2,03% y 2,51%, respectivamente).

Investigaciones futuras sobre el tema pueden tratar sobre la distancia económica óptima que debe existir entre un país o región y sus vecinos de tal forma que se minimice el efecto sobre el precio de un activo en particular ante un choque externo, tal como el supuesto en la Sección 3. Estas investigaciones pueden ayudar a calcular los efectos colaterales de imponer sanciones económicas a un país, determinar el sistema de compensaciones a países aliados como lo propone Coase (1960) en el contexto empresarial, o incluso aportar elementos para determinar la relación costo – beneficio de estas medidas.

## Anexo 1

En la Tabla 6 se relaciona el valor del flujo comercial que tuvieron los siguientes países en el año 2015: Australia, Canadá, República Checa, Dinamarca, China (Hong Kong), Japón, México, Noruega, Polonia, Rusia, Singapur, Sudáfrica, Suecia, Suiza, Turquía, Reino Unido y los países correspondientes a la zona euro considerados como un único país. Los valores se encuentran expresados en millones de dólares estadounidenses y corresponden a la balanza comercial entre los países de la muestra.

**Tabla 6**  
*Flujo comercial entre las regiones.*

	Australia	Canada	Czech Republic	Denmark	Hong Kong, China	Japan				
Australia	-	165.279	450.225	671.752	-	247.363 - 21.989.542				
Canada	165.279	-	102.145	31.896	-	79.647 - 1.478.711				
Czech Republic	450.225	102.145	-	742.136	-	684.697 370.668				
Denmark	671.752	31.896	-	742.136	-	530.937 - 1.411.705				
Hong Kong, China	-	247.363	-	79.647	684.697	-	530.937 - 33.128.615			
Japan	-	21.989.542	-	1.478.711	370.668	-	1.411.705 33.128.615 -			
Mexico	451.750	597.792	-	965.819	-	309.376	513.770 - 14.351.286			
Norway	224.537	-	813.575	-	626.100	-	515.222 109.195 - 429.412			
Poland	239.109	874.843	6.325.563	855.526	316.064	-	2.041.293			
Russian Federation	-	472.801	-	363.338	-	461.935	950.421	583.283 7.607.795		
Singapore	8.270.782	-	359.568	172.994	-	219.721	37.025.678	-	3.373.841	
South Africa	-	247.438	49.849	-	366.515	-	170.098	1.061.901	581.766	
Sweden	1.104.543	672.279	-	976.309	-	1.109.471	-	543.371	586.865	
Switzerland	1.993.335	2.623.850	-	846.135	115.915	22.622.452	3.378.960			
Turkey	-	23.507	-	258.408	-	1.449.702	95.399	264.023	-	2.805.441
United Kingdom	2.902.950	-	4.843.435	-	4.436.195	-	1.762.807	7.225.847	-	3.609.150
Zona Euro	1.665.287	1.297.520	-	1.779.664	796.021	1.122.106	298.480			

Mexico

Norway

Poland

Russian Federation

Singapore

South Africa

Australia	451.750	224.537	239.109	-	472.801	8.270.782	-	247.438
Canada	597.792	- 813.575	874.843	-	363.338	- 359.568	-	49.849
Czech Republic	- 965.819	- 626.100	6.325.563	-	461.935	172.994	-	366.515
Denmark	- 309.376	- 515.222	855.526	-	950.421	- 219.721	-	170.098
Hong Kong, China	513.770	109.195	316.064	-	583.283	37.025.678	-	1.061.901
Japan	- 14.351.286	- 429.412	- 2.041.293	-	7.607.795	- 3.373.841	-	581.766
Mexico	-	- 87.141	117.168	-	396.822	- 484.952	-	388.857
Norway	- 87.141	-	316.110	-	125.135	- 1.069.810	-	5.099
Poland	117.168	316.110	-	-	5.673.827	- 206.907	-	453.831
Russian Federation	396.822	125.135	5.673.827	-	-	- 4.735.091	-	123.182
Singapore	- 484.952	- 1.069.810	- 206.907	-	4.735.091	-	-	842.238
South Africa	- 388.857	- 5.099	- 453.831	-	123.182	- 842.238	-	-
Sweden	545.486	2.784.241	- 517.409	-	2.843.018	552.309	-	626.897
Switzerland	- 256.734	466.408	398.364	-	759.467	5.992.110	-	1.479.689
Turkey	- 516.616	- 203.505	- 648.262	-	16.810.342	67.265	-	429.374
United Kingdom	- 193.619	- 13.867.575	- 6.909.669	-	2.807.781	4.519.458	-	2.536.536
Zona Euro	1.180.614	- 1.564.437	1.844.221	-	2.770.236	584.093	-	551.320

	Sweden	Switzerland	Turkey	United Kingdom	Zona Euro
Australia	1.104.543	1.993.335	- 23.507	2.902.950	1.665.287
Canada	672.279	2.623.850	- 258.408	- 4.843.435	1.297.520
Czech Republic	- 976.309	- 846.135	- 1.449.702	- 4.436.195	- 1.779.664
Denmark	- 1.109.471	115.915	95.399	- 1.762.807	796.021
Hong Kong, China	- 543.371	22.622.452	264.023	7.225.847	1.122.106
Japan	586.865	3.378.960	- 2.805.441	- 3.609.150	298.480
Mexico	545.486	- 256.734	- 516.616	- 193.619	1.180.614
Norway	2.784.241	466.408	- 203.505	- 13.867.575	- 1.564.437

Poland	- 517.409	398.364	- 648.262	-	6.909.669	1.844.221
Russian Federation	- 2.843.018	759.467	- 16.810.342	-	2.807.781	- 2.770.236
Singapore	552.309	5.992.110	67.265		4.519.458	584.093
South Africa	626.897	- 1.479.689	- 429.374	-	2.536.536	551.320
Sweden	-	- 123.062	- 395.981	-	3.730.793	1.792.641
Switzerland	- 123.062	-	3.231.203		23.796.202	2.911.228
Turkey	- 395.981	3.231.203	-	-	5.669.207	1.523.635
United Kingdom	- 3.730.793	23.796.202	- 5.669.207	-		11.017.046
Zona Euro	1.792.641	2.911.228	1.523.635		11.017.046	-

Fuente: *The World Bank y United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD)*.

## Referencias

Agudelo, J. E. (2011). [Incidencia de la estación del metro en San Javier en los precios de las viviendas de la zona](#). Lincoln Institute of Land Policy; Universidad EAFIT. 2011, pp 17-19.

Ali, L. and Kestens (2006). Contagion and Crises Clusters: Toward a Regional Warning System? *Journal Review of World Economics*. Vol. 142, No. 4, pp 814-839.

Ali, L., Lebreton, M (2013) The Fall of Bretton Woods: which Geography Matters? *Economics Bulletin*. Vol. 2, No. 1, pp. 1396-1419.

Banco Central Europeo, B. (06 de 09 de 2016). *EUROSISTEMA*. Obtenido de El Euro: <https://www.ecb.europa.eu/euro/changeover/2002/html/index.es.html>.

Barrett, A., Bergin, A., FitzGerald, J., Lambert, D., McCoy, D., Morgenroth, E., . . . Studnicka, Z. (2015). *Scoping the Possible Economic Implications of Brexit on Ireland*. Dublin, Ireland: The Economic and Social Research Institute.

Black, F. and M. Scholes (1973). The Pricing of Option and Corporative Liabilities. *Journal of Political Economy*, Vol. 81, No 3, pp. 637-654.

Boulanger, p., & Philippidis, G. (2015). The End of a Romance? A Note on the Quantitative Impacts of a "Brexit" from the EU. *Journal of Agricultural Economics*, Vol. 66, 3., pp 832-842.

Breinlich, H., Dhingra, S., Estrin, S., Huang, H., Ottaviano, G., Sampson, T., . . . Wadsworth, J. (2016). *BREXIT 2016 Policy analysis from the Centre for Economic Performance*. London: Centre for Economic Performance.

Chasco-Yrigoyen, C. (2003). *Econometría espacial aplicada a la predicción-extrapolación de datos micro territoriales*. Tesis doctoral.

Coase, R. H. (1960). The problem of social cost. In *Classic Papers in Natural Resource Economics* (pp. 87-137). Palgrave Macmillan, UK.

Cox, J. J. Ingersolly S. Ross (1985b). A theory of the term structure of interest rates, *Econometrica*, Vol. 53, No. 2, pp. 385-467.

Cox, J., J. Ingersoll y S. Ross(1985a).An Intertemporal General Equilibrium Model of Asset Prices, *Econometrica*, Vol. 53, No. 2, pp. 385-467.

Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE), DO C 326 de 26.10.2012. Versión consolidada del Tratado de la Unión Europea. (T. V.-D. FINALES, Entrevistador)

EUR-Lex. (07 de 09 de 2016). *EUR-Lex*. Obtenido de El acceso al Derecho de la Unión europea: <http://eur-lex.europa.eu/collection/eu-law/treaties-accession.html#new-2-9>

- Fotheringham S., Brunson C., and Charlton M. (2002). Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationships. John Wiley & Sons, Chichester.
- Geary, R. C. (1954). The Contiguity Ratio and Statistical Mapping. *Journal of the Royal Statistical Society*, Vol. 5, No. 3, pp. 115-145.
- Grinols, E. L. y S. J. Turnovsky (1993). Risk, the Financial Market, and Macroeconomic Equilibrium, *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 17, No. 1-2, pp. 1-36.
- Howell, J. (27 de 06 de 2016). *BBC NEWS*. Obtenido de Three effects of Brexit on the City of London: <http://www.bbc.com/news/business-36625894>
- Lash, H. (22 de 08 de 2016). *Business*. Obtenido de New York topples London from property pinnacle as Brexit deters foreign investors: <http://www.thenational.ae/business/property/new-york-topples-london-from-property-pinnacle-as-brexit-deters-foreign-investors>.
- Lee, M. y W. Li (2005). Drift and Diffusion Function Specification for Short-Term Interest Rates, *Economic Letters*, Vol. 86, No. 3, pp. 339-346.
- Lloyd, Christopher D. (2011). Local Models for Spatial Analysis. 2nd ed. CRC Press. U.S.A.
- Longstaff, F. A. (1989). A Nonlinear General Equilibrium Model of the Term Structure of Interest Rates, *Journal of Financial Economics*, Vol. 23, No. 2, pp. 195-224.
- Merton, R. C. (1973). Theory of Rational Option Pricing. *Bell Journal of Economics*, Vol. 4, No. 1, pp. 141-183.
- Möller, A., & Oliver, T. (2014). *The United Kingdom and the European Union: what would a "Brexit" mean for the EU and other States around the World? European and global perspectives*. The United Kingdom: DGAPanalyse.
- Morán, P. (1948). The Interpretation of Statistical Maps. *Journal of the Royal Statistical Society*, No. 10, 243-251.
- Mur L., J. (1999). Heterocedasticidad y Autocorrelación espacial: una propuesta de identificación de series espaciales. *Estadística Española*, Vol. 41, No. 144, pp. 79-104.
- Paelinck, J. H. P. y Klaassen, L. H., (1979). Spatial Econometrics. Saxon House Farnborough. Kiel Institute for World Economics.
- Perrett, M. (2016). Five trade options for life after brexit: AHDB. Food Manufacture, 2016July Retrieved from [www.scopus.com](http://www.scopus.com).
- Schmedders, K. (1998). Computing Equilibria in the General Equilibrium Model with Incomplete Asset Markets. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 22, No. 8-9, pp. 1375-1401.
- Turnovsky, S. J. (1986). Short-Term and Long-Term Interest Rates in a Monetary Model of a Small Open Economy. *Journal of International Economics*, Vol. 20, No. 3-4, pp. 291-311.
- UE, U. E. (30 de 03 de 2010). Diario Oficial de la Unión Europea, DOUE. Maastricht, Limburgo, Holanda.
- Van, R. J. (2016). *BREXIT 2016 Policy analysis from the Centre for Economic Performance*. London: Centre for Economic Performance.
- Vasicek, O. (1977). An Equilibrium Characterization of the Term Structure. *Journal of Financial Economics*, Vol. 5, No. 2, pp. 177-188.
- Venegas-Martínez, F. (2001). Temporary Stabilization: a Stochastic Analysis. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 25, No. 9, pp. 1429-1449.
- Venegas-Martínez, F. (2006a). Stochastic Temporary Stabilization: Undiversifiable Devaluation and Income Risks. *Economic Modelling*, Vol. 23, No. 1, pp. 157-173.
- Venegas-Martínez, F. (2006b). Fiscal Policy in a Stochastic Temporary Stabilization Model: Undiversifiable Devaluation Risk, *Journal of World Economic Review*, Vol. 1, No. 1, pp. 87-106.
- Venegas-Martínez, F. (2008). Riesgos financieros y económicos, productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre, 2da. Edición, Cengage Learning, México.
- Venegas-Martínez, F. y B. González-Aréchiga (2002). Cobertura de tasas de interés con futuros del mercado mexicano de derivados: un modelo estocástico de duración y convexidad. *El Trimestre Económico*, Vol. 59(2) No. 274, pp. 227-250.
- Wallace, T. (06 de 09 de 2016). *The Telegraph*. Obtenido de London's million-pound homes hit hardest by Brexit: <http://www.telegraph.co.uk/business/2016/09/06/londons-million-pound-homes-hit-hardest-by-brexit/>

1. Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia. Email: [albertoagudelo@itm.edu.co](mailto:albertoagudelo@itm.edu.co)
  2. Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia. Email: [luisfranco@itm.edu.co](mailto:luisfranco@itm.edu.co)
  3. Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia. Email: [luisefranco@itm.edu.co](mailto:luisefranco@itm.edu.co)
  4. Universidad de las Américas Puebla, Cholula, México. Email: [nora.gavira@udlap.mx](mailto:nora.gavira@udlap.mx)
- 

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015  
Vol. 38 (Nº 31) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](mailto:webmaster)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados