



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Facultad de Economía y Empresa

Trabajo de
Fin de Máster

El papel de la incertidumbre y la volatilidad en los índices bursátiles

Análisis empírico del IBEX 35

Autora: Mary Elena Sánchez Gabarre

Tutor: Pablo Castellanos García

Máster en Banca y Finanzas

Año 2018

Resumen

En el presente trabajo se intenta poner de manifiesto la posible relación a largo plazo entre la incertidumbre y los índices bursátiles más relevantes del panorama internacional.

Para el estudio de la incertidumbre se han seleccionado dos índices representativos a nivel mundial: por un lado, el VIX, que es un índice de volatilidad de los mercados de renta variable y, por otro lado, el EPU, que es un índice de incertidumbre de política económica.

Para llevar a cabo el análisis empírico se utilizan tres métodos de cointegración: Engle-Granger, Gregory-Hansen y ARDL. A raíz de los resultados obtenidos no se puede afirmar con seguridad que exista una relación a largo plazo entre las variables consideradas.

Palabras clave: índice bursátil, cointegración, raíces unitarias, incertidumbre, volatilidad, política económica.

Abstract

This paper attempts to highlight the possible long-term relationship between uncertainty and the most relevant stock market indices on the international scene.

Two globally representative indices have been selected for the study of uncertainty: the VIX, which is an index of equity market volatility, and the EPU, which is an index of economic policy uncertainty.

Three methods of cointegration are used to carry out the empirical analysis: Engle-Granger, Gregory-Hansen and ARDL. Based on the results obtained, it cannot be said with certainty that there is a long-term relationship between the variables considered.

Keywords: stock market index, cointegration, unitary roots, uncertainty, volatility, economic policy.

Índice

Introducción.....	11
1. Índices bursátiles	13
2. Impacto de la incertidumbre y el riesgo en los mercados bursátiles.....	17
3. Análisis empírico.....	23
3.1. Introducción.....	23
3.2. Datos	25
3.3. Test de raíces unitarias	26
3.4. Análisis de cointegración	29
3.4.1. Método Engle-Granger	29
3.4.2. Método Gregory-Hansen	31
3.4.3. Método ARDL	35
Conclusiones	45
Bibliografía.....	47

Índice de gráficos

Gráfico 1. Evolución del Índice de Incertidumbre de Política Económica.....	19
Gráfico 2. Evolución del Índice de Volatilidad (VIX).....	21
Gráfico 3. Estadístico CUSUM según criterios.....	41
Gráfico 4. Estadístico CUSUMQ según criterios	43

Índice de tablas

Tabla 1. Estadística descriptiva	15
Tabla 2. Correlación de los índices bursátiles con el VIX y el EPU	16
Tabla 3. Fuentes de las variables.....	25
Tabla 4. Resultado de los contrastes de raíces unitarias de los índices seleccionados	26
Tabla 5. Clasificación de los índices atendiendo a su grado de estacionariedad.....	28
Tabla 6. Resultado del contraste de Engle-Granger.....	30
Tabla 7. Resumen de los resultados obtenidos en el test de G-H: IBEX	31
Tabla 8. Resumen de los resultados obtenidos en el test de G-H: EUROSTOXX.....	32
Tabla 9. Resumen de los resultados obtenidos en el test de G-H: NIKKEI.....	32
Tabla 10. Resumen de los resultados obtenidos en el test de G-H: NASDAQ	32
Tabla 11. Resumen de los resultados obtenidos en el test de G-H: S&P	33
Tabla 12. Resumen de los resultados obtenidos en el test de G-H: DOW JONES.....	33
Tabla 13. Resumen de los resultados obtenidos en el test de G-H: DAX.....	33
Tabla 14. Resumen de los resultados obtenidos en el test de G-H: CAC	34
Tabla 15. Resultados de los test de bandas	37
Tabla 16. Resultados de los diferentes test según diversos criterios	38
Tabla 17. Retardos establecidos para las variables según criterios.....	40
Tabla 18. Coeficientes del modelo ARDL a largo plazo	41
Tabla 19. Coeficientes del modelo ARDL a corto plazo.....	44

Introducción

La incertidumbre existente en los mercados ha sido frecuentemente considerada como un factor que afecta al funcionamiento de la economía en su conjunto. Una de las razones principales que explican esta incertidumbre tiene que ver con la volatilidad en los mercados y con las decisiones de política económica de las instituciones.

A lo largo del presente trabajo se intentará ver en qué medida afecta la incertidumbre a la evolución de los principales índices bursátiles a nivel mundial. A priori, cabe esperar que un incremento en la incertidumbre esté asociado con una disminución de los índices bursátiles; en otras palabras, que la relación incertidumbre-cotización sea negativa.

En este sentido, debe mencionarse que para el estudio de la incertidumbre se ha seleccionado el VIX, un índice de volatilidad, y el EPU, un índice de incertidumbre de política económica.

Para el análisis de cointegración entre los índices bursátiles seleccionados (CAC, DAX, DOW JONES, EUROSTOXX, IBEX, NASDAQ, NIKKEI, S&P) y los índices de incertidumbre (VIX y EPU) se ha realizado en primer lugar un test de raíces unitarias para determinar el grado de estacionariedad de las series y establecer los métodos de cointegración aplicables. Dicho test se realiza según los criterios de Dickey-Fuller y KPSS. Una vez analizados los test de raíces unitarias se pasaría a realizar los contrastes de cointegración.

En primer lugar se aplica el método de Engle-Granger ya que es un método clásico y sencillo para el análisis de la cointegración entre variables.

En segundo lugar, se aplica el método de Gregory-Hansen ya que a diferencia del anterior permite considerar la posibilidad de la existencia de puntos de ruptura, cuestión relevante debido a las fluctuaciones de los ciclos económicos.

En tercer lugar, se analiza el método ARDL, para realizar un estudio más en profundidad y de una forma menos restrictiva puesto que contrariamente a lo que sucede con los métodos precedentes, este no es sensible a los criterios de selección de las variables permitiendo determinar la dirección de la causalidad entre las mismas y su dinámica temporal. Por otra parte, el modelo ARDL permite analizar no solo la relación a largo plazo, sino también la existente a corto plazo entre las variables a estudiar.

Finalmente se recogen las principales conclusiones de este trabajo al final del cual se incluye un anexo con los resultados originales de los contrastes realizados a lo largo del mismo.

1. Índices bursátiles

Antes de hablar sobre los principales índices bursátiles a nivel mundial, debemos tener claro lo que es un índice bursátil.

Un índice bursátil está compuesto por un promedio ponderado de las cotizaciones de las acciones más relevantes de un mercado.

Existen índices para un gran abanico de mercados, en los que destacan por su importancia el *Dow Jones (Industrial Average)*, *S&P 500*, *Nasdaq Composite*, *Nikkei 225*, *Eurostoxx*, *Dax 30*, *Cac 40*, e *Ibex 35*, entre otros. Estos principales índices a nivel mundial proporcionan una forma de evaluar el rendimiento general de un mercado de acciones de un país. En España tenemos el *Ibex 35*, el cual es el índice bursátil de referencia para la economía nacional, pues reúne los valores más destacados del mercado bursátil español.

Podemos distinguir entre diferentes clases de índices. En primer lugar, tendríamos los índices mundiales que incluyen las mayores empresas a nivel global, de una gran zona geográfica, como es el caso del *Eurostoxx*, que incorpora las mayores firmas de la Unión Europea.

En segundo lugar, estarían los índices nacionales, que muestran las oscilaciones de un mercado de un determinado país. Ejemplos de los mismos serían el *Dax 30*, *Cac 40*, *Ibex 35*, etc.

En tercer lugar, cabría apuntar los índices sectoriales, que son más especializados que los anteriormente comentados, ya que no se centran en el mercado en su conjunto, sino que lo hacen en determinados sectores de la economía. Es el caso de los índices norteamericanos, tales como el *Nasdaq Composite*, el *S&P 500* o el *Dow Jones (Industrial Average)*.

En último lugar, cabe señalar que además de índices de acciones, también existen otros índices de relevancia para los mercados financieros. Entre ellos podemos encontrar índices de divisas, índices de materias primas, índices de sentimiento de mercado, índices de volatilidad, índices de política económica, etc.

Para llevar a cabo el análisis empírico se considerarán los principales índices bursátiles a nivel mundial, que son: IBEX, EUROSTOXX, NIKKEI, NASDAQ, S&P, DOW JONES, DAX, CAC; y dos índices que miden la incertidumbre como son el VIX y el EPU.

El IBEX 35 representa en tiempo real la evolución de los valores cotizados en el Sistema de Interconexión Bursátil (también conocido como “Mercado Continuo”) de las 35 empresas más líquidas del mercado bursátil español durante el período de control de acuerdo a lo estipulado por el Comité Asesor Técnico.

El índice EUROSTOXX 50 está compuesta por los valores de las 50 empresas con más capitalización bursátil de la zona euro, los cuales son revisados trimestral o semestralmente.

El NIKKEI 225 es un índice bursátil japonés que cotiza en la bolsa de Tokio ponderado por precios y sirve de referencia a nivel mundial en cuestión de apertura de mercados.

NASDAQ (*National Association of Securities Dealers Automated Quotation*) es la bolsa de valores con más relevancia de los Estados Unidos ya que tiene un volumen de operaciones superior. NASDAQ se caracteriza por albergar las compañías tecnológicas.

S&P 500 (Standard & Poor’s) es un índice bursátil que comprende las 500 empresas más grandes de Estados Unidos de las cuales la gran mayoría son del sector industrial y en menor medida incluye empresas de transporte, de servicio público y financieras.

El índice DOW JONES está formado por 30 de las acciones más relevantes de las industrias exceptuando al sector de transporte y al de servicio público.

El índice DAX 30 es el índice bursátil de Alemania e incluye a las 30 empresas con mayor capitalización del país, caracterizándose por la reinversión constante de los dividendos.

El CAC 40 es el índice de referencia de Francia y el cual contiene las 40 compañías con más capitalización a nivel nacional.

Tabla 1. Estadística descriptiva.

VARIABLES	Max.	Min.	Media	Desv. Típica	Coefficiente asimetría	Curtosis
IBEX	15.890,50	2.854,60	8.802,20	2.870,44	-0,30	-0,07
EUROSTOXX	5.303,95	1.033,66	2.937,30	941,04	0,07	-0,18
NIKKEI	23.098,29	7.568,42	14.891,73	4.142,34	-0,03	-1,21
NASDAQ	7.411,48	661,42	2.645,68	1.531,53	1,11	0,69
S&P	2.823,81	440,19	1.282,94	533,34	0,66	0,18
DOW JONES	26.149,39	3.370,81	11.246,40	4.769,46	0,68	0,47
DAX	13.229,57	1.538,04	6.055,99	2.942,72	0,60	-0,32
CAC	6.625,42	1.776,90	3.932,56	1.188,83	-0,04	-0,68
VIX	59,89	9,51	19,44	7,75	1,68	4,31
EPU	433,28	47,69	133,56	60,92	1,52	3,70

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 1 se puede observar una estadística descriptiva de los datos a estudiar en posteriores apartados. Con este estudio preliminar nos podemos hacer una idea inicial de los datos que se analizarán. Se observa, en primer lugar, el valor máximo que han tenido los índices a lo largo de la serie temporal. En segundo lugar, se muestra el valor mínimo que han tenido las diferentes variables a lo largo del período de estudio. En tercer y cuarto lugar, figuran, respectivamente, la media y la desviación típica de los valores a lo largo de los 25 años observados. Les sigue el coeficiente de asimetría, el cual nos indica el grado en que existe una distribución uniforme de los datos con respecto a su media, observándose que los menores valores corresponden al Nikkei (-0,03), el CAC (0,04) y el Eurostoxx (0,07), mientras que los índices con mayores valores son el VIX (1,68) y el EPU (3,70).

Por último se encuentra el coeficiente de curtosis, el cual nos indica el grado de concentración de las observaciones en torno a su media. A este respecto de forma muy destacada, el índice con menor curtosis es el Ibex (-0,07); en contraste, los mayores niveles los encontramos en el VIX (4,31) y el EPU (3,70).

Cabe señalar que los mayores coeficientes de asimetría y curtosis son los correspondientes a las variables de incertidumbre que estudiaremos a continuación.

Tabla 2. Correlación de los índices bursátiles con el VIX y el EPU.

	IBEX	EUROSTOXX	NIKKEI	NASDAQ	S&P	DOW JONES	DAX	CAC
VIX	0,0589	0,0826	-0,4930	-0,2039	-0,1918	-0,1792	-0,1623	-0,0187
EPU	-0,0084	-0,1147	-0,1376	0,5015	0,4780	0,5144	0,4942	0,0077

Fuente: Elaboración propia.

La correlación entre las variables EPU y VIX en relación a los índices que se muestran en la Tabla 2 nos pone de manifiesto, en primer lugar, que no hay una relación significativa entre el VIX y el Ibex (0,0589), el VIX y el Eurostoxx (0,0826), el VIX y el CAC (-0,0187), el EPU y el Ibex (-0,0084) y el EPU y el CAC (0,0077).

Con relación al resto de índices, se observa que aunque sus correlaciones no son muy elevadas, sí que resultan relevantes, ya que en algunos casos sus valores están en torno al 0,50 como son los casos del VIX y Nikkei (-0,4930), EPU y Nasdaq (0,5015), EPU y S&P 500 (0,4780), EPU y Dow Jones (0,5144), entre otros.

2. Impacto de la incertidumbre y el riesgo en los mercados bursátiles

La incertidumbre ha sido y sigue siendo un tema de relevancia y atención de todos, en especial de inversores bursátiles, ya que es una variable que afecta a las cotizaciones de los títulos provocando oscilaciones de gran envergadura.

Cabe señalar que la incertidumbre no es la única variable que influye sobre el comportamiento de los principales índices bursátiles, pero es una variable que en los últimos años ha tomado relevancia para los inversores.

Los flujos de liquidez, las expectativas, los tipos de interés, los resultados empresariales o las preferencias de los gestores, son algunas de las variables que afectan a la evolución de los índices bursátiles, además de la incertidumbre de política económica y del riesgo donde se enmarca la volatilidad de las cotizaciones.

La elección del EPU para el estudio de la relación con los principales índices bursátiles obedece al hecho de que, por un lado, cada vez más, el factor macroeconómico pretende anticiparse a las expectativas de los inversores sobre la evolución de las variables de economía fundamentales y que, por otro lado, dicho indicador combina diversas variables asociadas al ciclo económico, como es el tipo de cambio efectivo o el tipo de interés real, entre otras, lo que se traduce en toma de decisiones de política monetaria por las instituciones pertinentes en la materia.

Es por ello que no resulta sorprendente que esta variable asociada a los fundamentos macroeconómicos haya sido el principal determinante de la dinámica bursátil europea en las dos últimas décadas (CaixaBank Research, 2016).

- **Índice de Incertidumbre de Política Económica (EPU).**

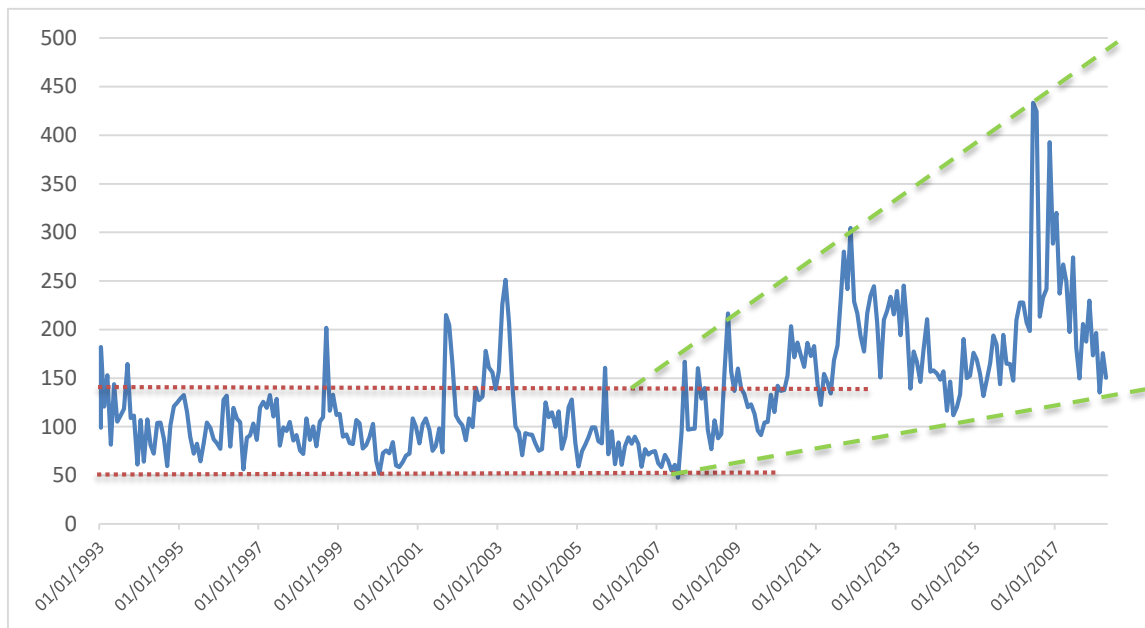
El Índice de Incertidumbre de Política Económica, o EPU (*Economic Policy Uncertainty Index*), es un índice de política económica.

Mide la incertidumbre relacionada con las políticas económicas llevadas a cabo. La relevancia de este indicador viene derivada de los efectos que tiene la política económica en las bolsas mundiales, por lo que constituye una variable destacada a la hora de estudiar la incertidumbre que rodea a los índices bursátiles, ya que las medidas, noticias y artículos sobre política económica pueden dar lugar a movimientos pronunciados en las primas de riesgo y por ende en los índices bursátiles.

El EPU obtiene información de profesionales especialistas en materia de política económica y se construye a partir de tres componentes, según se define en su página web¹:

- El primer componente se obtiene a partir de los resultados de búsqueda de información de política económica de diez periódicos seleccionados: USA Today, Miami Herald, Chicago Tribune, Washington Post, Los Angeles Times, Boston Globe, San Francisco Chronicle, Dallas Morning News, The New York Times y The Wall Street Journal. A partir de estos resultados se construye un índice normalizado del volumen de artículos y noticias sobre la incertidumbre de política económica.
- El segundo componente se basa en informes de la Oficina de Presupuesto del Congreso (CBO) de EE. UU., dando una medida del nivel de incertidumbre con respecto al camino que el código tributario federal tomará en el futuro.
- El tercer componente del EPU se basa en una encuesta de pronosticadores profesionales del Banco de la Reserva Federal de Filadelfia, sobre los niveles futuros del Índice de Precios al Consumidor y los gastos públicos, para construir un índice sobre la incertidumbre sobre las variables macroeconómicas relacionadas con las políticas.

¹ <http://www.policyuncertainty.com/index.html>

Gráfico 1. Evolución del Índice de Incertidumbre de Política Económica.

Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico 1, podemos observar la evolución temporal del índice de incertidumbre de política económica a lo largo del período de estudio. Después de mantener durante casi 18 años valores en un intervalo comprendido aproximadamente entre 50 y 150, a partir del año 2011 comienza a incrementarse debido a la notable incertidumbre de la población ante las decisiones de política económica que había que tomar tras el estallido de la crisis financiera de 2007.

Sum (2013) pone de manifiesto la existencia de una relación a largo plazo entre la incertidumbre de política económica de Estados Unidos y la de Europa, lo que hace pensar que cabría la posibilidad de que variables americanas, como son en nuestro caso el EPU y el VIX (que comentaremos seguidamente continuación), tengan relación con los indicadores europeos homólogos. Es por ello que, para simplificar, en el presente trabajo no se hacen distinciones en relación a la procedencia de la nacionalidad de las variables. En otros términos, en todo el análisis llevado a cabo se utilizarán los datos del EPU y el VIX de EE. UU. como *proxies* de la incertidumbre de la política económica y de la volatilidad en los respectivos mercados correspondientes a índices bursátiles no-estadounidenses.

- **Índice de volatilidad.**

La volatilidad de los precios de los activos es una de las principales preocupaciones de los participantes en los mercados bursátiles, por lo que en el presente trabajo una de las variables sobre la cual se estudiará –mediante técnicas econométricas de cointegración– su relación a largo plazo con los principales índices bursátiles a nivel mundial es el VIX, una nueva medida de la volatilidad del mercado que es utilizada en algunos de los principales mercados financieros del mundo.

El VIX fue creado en el año 1993 por la CBOE (*Chicago Board Options Exchange*), con el fin de medir la volatilidad de los contratos de futuros a 30 días que se realizan sobre el índice bursátil SP500, por lo que el VIX nos indicaría la variación que pueden tener los mercados de la bolsa norteamericana en los próximos 30 días.

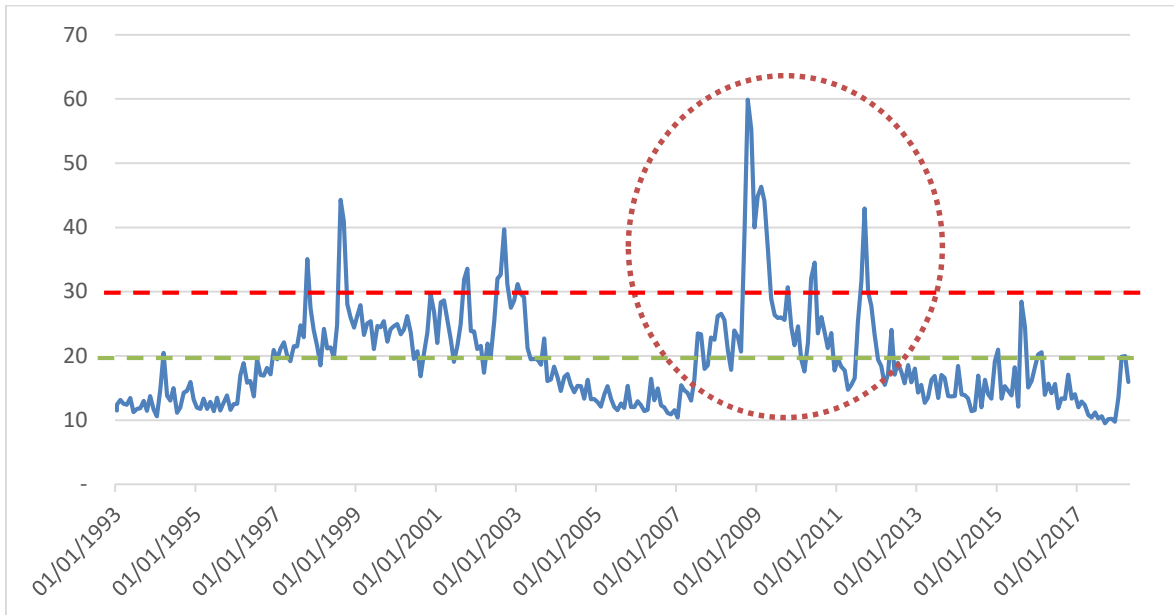
El VIX se calcula en tiempo real y se ha consolidado con el paso de los años como un indicador fundamental.

Aun siendo un indicador vinculado al índice SP500, su uso cada vez es mayor debido a la importancia del índice americano a nivel mundial en el resto de las bolsas.

El VIX fue desarrollado para intentar predecir la volatilidad futura que va a registrar el subyacente con el fin de tratar de aprovechar mejor las oportunidades del mercado. Para ello, se han empleado básicamente dos elementos que son fácilmente calculables a partir de los datos disponibles del mercado, como son: (i) la volatilidad histórica, la cual es una medida estadística de los movimientos de los precios en el pasado, y (ii) la volatilidad implícita, que se calcula a partir de los precios que se negocian en el mercado.

Es decir, la volatilidad histórica es una medida de cómo se han movido los precios en el pasado y su utilidad radica en que esa volatilidad puede volver a repetirse en el mercado, mientras que la volatilidad implícita se basa en que los precios negociados incorporan información acerca de cuál va a ser la volatilidad futura del mercado hasta el vencimiento.

Corredor y Santamaría (2001) indican que los resultados del VIX avalan que las volatilidades implícitas ofrecen mejores resultados, en términos de predicción, que los modelos de volatilidad histórica, y aunque los modelos con especificaciones combinadas implícita-histórica puedan resultar ligeramente superiores, concluyen que esas diferencias no resultan significativas.

Gráfico 2. Evolución del Índice de Volatilidad (VIX).

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar para el análisis que algunas páginas de inversiones² señalan que si el valor del VIX está por debajo de 20, ello nos indicaría que hay optimismo y relajación en los mercados, sin embargo, si el índice se encuentra por encima de 30 nos pondría de relieve la existencia de una gran incertidumbre y miedo, por lo que se debe ser cauto con las operaciones financieras que se lleven a cabo.

En el Gráfico 2, observamos la serie temporal del VIX, donde hay dos claros periodos en los que hay una volatilidad elevada. En primer lugar, a partir del año 1993 hay cierta estabilidad en el mercado hasta 1997, año a partir del cual comienza a incrementarse la incertidumbre en los mercados, llegando a producirse breves picos en 1998, 1999 y 2003, en los que los valores llegan a superar la cota de 40. En segundo lugar, y debido al estallido de la crisis financiera, el VIX llega a su punto máximo en el año 2009 lo que nos indica el gran miedo e incertidumbre que había en el mercado por entonces.

² Página web de Plus500, Éxito bursátil, Trading View e Investing.

3. Análisis empírico

3.1. Introducción

En este apartado se trata de poner de manifiesto la relación que puedan tener a largo plazo las variables VIX y EPU con los principales índices bursátiles a nivel mundial, como son el IBEX, EUROSTOXX, NIKKEI, NASDAQ, S&P, DOW JONES, DAX y el CAC y determinar así la relevancia que tienen las decisiones de política económica en las bolsas de valores y la volatilidad de las mismas.

Para el estudio de la relación entre las variables se toman como variable endógena al índice correspondiente y como variables exógenas al VIX y al EPU.

En este apartado se lleva a cabo el análisis de cointegración de las variables, lo que nos dará información sobre la relación a largo plazo entre las mismas. En primer lugar se lleva a cabo un test de raíces unitarias para posteriormente llevar a cabo un análisis de modelos de cointegración. Los modelos que se analizan en apartados siguientes son:

- (i) Método Engle-Granger (Gujarati y Porter, 2010): modelo clásico donde nos indicaría la cointegración de las variables en un marco sencillo, similar al habitualmente utilizado de forma estándar en regresiones por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).
- (ii) Método Gregory-Hansen (Gregory y Hansen, 1996): va más allá del método de Engle-Granger ya que en este modelo tienen cabida puntos de ruptura, cuestión relevante ya que los ciclos económicos fluctúan y afectan al comportamiento de las cotizaciones bursátiles. En casos de crisis, como la crisis financiera del año 2007, la cointegración puede verse alterada. Sin embargo, con este modelo en el que cabe la posibilidad de la incorporación de un punto de ruptura, este obstáculo podría solventarse.

- (iii) Método ARDL o Pesaran-Shin-Smith (Castellanos, 2014): Los métodos de Engle-Granger y de Gregory-Hansen son sensibles a la especificación del modelo, es decir, a lo que se toma como variable independiente y a la elección de los regresores, aspecto sobre el cual no dan ningún tipo de orientaciones. Además, exigen que absolutamente todas las variables consideradas (dependiente y regresores) sean integradas de orden 1, $I(1)$, es decir, cuenten con una raíz unitaria.

Por ello, para realizar un estudio más en profundidad, de una forma menos restrictiva, se lleva a cabo también un análisis mediante el método ARDL, que nos permite determinar, por una parte, la dirección de la causalidad de las variables y, por otra, la dinámica temporal, considerando la posibilidad de existencia de retardos de dichas variables. Dicho método no sólo permite el análisis de la relación a largo plazo, sino que también se puede estudiar la relación de las variables a corto plazo, mediante el denominado Modelo de Corrección de Error. Por último, cabe destacar que en este método es posible utilizar tanto variables estacionarias [es decir, $I(0)$] como variables $I(1)$. Lo que no admite es variables $I(2)$.

En este método se lleva a cabo primero un test de bandas para determinar el sentido de la cointegración [qué variable(s) podría(n) actuar como dependiente(s)], y, una vez seleccionada la ecuación óptima, se realiza la estimación del modelo de equilibrio tanto a corto como a largo plazo.

3.2. Datos

Para el análisis en el presente trabajo se ha creado una base de datos a partir de la información proveniente de las fuentes que observamos en la Tabla 3. Según se puede apreciar, dichas fuente son Yahoo Finance, CBOE, Policy Uncertainty o Investing.

Tabla 3. Fuente de las variables.

Variables	Fuente
CAC, DAX, DOW JONES, EUROSTOXX, IBEX, NASDAQ, NIKKEI, S&P.	Yahoo Finance https://es.finance.yahoo.com/
VIX	CBOE http://www.cboe.com/vix
EPU	Policy Uncertainty http://www.policyuncertainty.com/

Fuente: Elaboración propia.

La serie temporal de los datos utilizada es desde enero de 1993 hasta octubre de 2017, para el análisis de raíces unitarias, y hasta abril de 2018, en el resto de los casos, con una periodicidad mensual. Se ha seleccionado esta serie temporal puesto que si la intención del estudio es el análisis de la cointegración, de la relación a largo plazo de las variables, cuanto mayor sea la serie, más completo será el análisis que puede llevarse a cabo. La serie comienza en 1993 debido a que es el año donde hay disponibilidad de datos de todas las variables a estudiar, y la serie finaliza en las fechas señaladas anteriormente, debiéndose tener en cuenta que el hecho de desarrollar un análisis pormenorizado requiere una cantidad de tiempo y grado de dedicación tales que resulta complicado la actualización de los datos y la realización de nuevo de todos los contrastes previamente efectuados.

3.3. Test de raíces unitarias

En primer lugar, se lleva a cabo el test de raíces unitarias, ya que tal y como apunta la teoría de expectativas racionales, el VIX y el EPU deben ser individualmente series I(1), es decir, deben ser variables no estacionarias con una raíz unitaria. Para saber si cumplen o no dicho requisito, a continuación se realiza un análisis mediante diferentes métodos, como son los test de Dickey-Fuller y KPSS, utilizando el programa informático Gretl.

Tabla 4. Resultado de los contrastes de raíces unitarias de los índices seleccionados.

ÍNDICES	D-F nivel (cte.)	D-F diferencias (cte.)	D-F nivel (cte.+tend.)	D-F diferencias (cte+tend)	KPSS nivel	KPSS diferencias
IBEX	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria
EUROSTOXX	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria
NIKKEI	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria
NASDAQ	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria
S&P	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria
DOW JONES	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria
DAX	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria
CAC	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria
VIX	Estacionaria	Estacionaria	Estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria
EPU	No estacionaria	Estacionaria	Estacionaria	Estacionaria	No estacionaria	Estacionaria

Fuente: Elaboración propia.

○ **Test Dickey-Fuller**

En este caso se realiza un contraste de raíz unitaria tanto para cada uno de los índices como para cada variable explicativa (VIX y EPU) usando en primer lugar valores en niveles y luego en diferencias. En ambos casos, se analizaron los resultados del contraste con constante y los resultados del contraste con constante y tendencia.

En la realización de este test se seleccionaron hasta un total de 12 retardos (puesto que los datos son mensuales) mediante el criterio AIC.

La hipótesis nula es la existencia de raíz unitaria, es decir, si el p-valor del contraste es mayor al nivel de significación del 5% que tomamos como referencia, nos indica que no podemos rechazar la hipótesis nula, por lo que la serie temporal tiene una raíz unitaria y, por tanto, dicha serie no es estacionaria.

Tal como se observa en la Tabla 4, al realizar el test ADF, observamos que los resultados que el test de ADF en nivel y constante nos indica que todas las variables no son estacionarias excepto la variable VIX la cual aporta un resultado de estacionariedad. Por ello, se efectúa también el test de ADF con las primeras diferencias y constante, y en este caso, podemos afirmar que al nivel de significación del 5% todas las variables son estacionarias. Por otra parte, al realizar el test con constante y tendencia con valores en niveles, el resultado nos indica que las variables de índices bursátiles no son estacionarias excepto el VIX y el EPU con lo que en el caso de estas dos últimas no haría falta realizar el test de sus diferencias. Al aplicar diferencias (usando constante y tendencia) las variables que en nivel eran no estacionarias, pasan a serlo.

○ **Test KPSS**

Con carácter complementario, se realiza el contraste KPSS usando los niveles y las primeras diferencias de las variables. El test KPSS tiene como hipótesis nula que la serie analizada es estacionaria, y es un test con mayor potencia estadística que el ADF.

En este contraste también se seleccionan hasta un máximo 12 retardos con el criterio AIC.

La hipótesis nula es la inexistencia de raíz unitaria, por lo que si el p-valor es menor que el nivel de significación del 5% que se toma como referencia, se rechaza la hipótesis nula, la serie tiene al menos una raíz unitaria (se trata de una serie no estacionaria). Así sucede en nuestro caso de estudio con el contraste con las variables en niveles; sin embargo en cuanto a las primeras diferencias, se da la situación contraria, siendo las variables estacionarias.

Considerando toda la información de los test de raíces unitarias recogidos en la Tabla 5, se puede observar que los resultados son coincidentes en cuanto a que las primeras ocho variables (es decir, desde IBEX hasta CAC, ambos inclusive) son no estacionarias y, más concretamente, $I(1)$ (esto es, integradas de orden 1), pero nos arrojan información contradictoria respecto a las restantes variables [que podrían ser tanto estacionarias, es decir, $I(0)$, como no estacionarias $I(1)$], por lo que a priori no podemos afirmar con seguridad que exista una relación entre los índices bursátiles y el VIX ni entre dichos índices y el EPU.

Tabla 5. Clasificación de los índices atendiendo a su grado de estacionariedad.

ÍNDICES	D-F nivel (cte.)	D-F nivel (cte.+tend.)	KPSS (cte.)
IBEX	$I(1)$	$I(1)$	$I(1)$
EUROSTOXX	$I(1)$	$I(1)$	$I(1)$
NIKKEI	$I(1)$	$I(1)$	$I(1)$
NASDAQ	$I(1)$	$I(1)$	$I(1)$
S&P	$I(1)$	$I(1)$	$I(1)$
DOW JONES	$I(1)$	$I(1)$	$I(1)$
DAX	$I(1)$	$I(1)$	$I(1)$
CAC	$I(1)$	$I(1)$	$I(1)$
VIX	$I(0)$	$I(0)$	$I(1)$
EPU	$I(1)$	$I(0)$	$I(1)$

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Análisis de cointegración

3.4.1. Método Engle-Granger

Esta prueba de cointegración que se va a realizar a continuación tiene como objetivo probar la existencia de una relación estable a largo plazo entre las variables no estacionarias y con el mismo orden de integración (Gujarati y Porter, 2010).

El modelo a estudiar sería:

$$IB_t = B_0 + B_1 \cdot VIX_t + B_2 \cdot EPU_t + E_t$$

Siendo el IB_t el regresando, B_0 la ordenada en el origen, B_1 y B_2 los coeficientes de los regresores VIX y EPU , respectivamente, y E_t la perturbación aleatoria.

En nuestro caso, el análisis de cointegración trata de determinar si hay una relación estable a largo plazo entre el índice bursátil (IB) a estudiar (IBEX, EUROSTOXX...) y los índices de incertidumbre (VIX y EPU).

El método Engle-Granger es un contraste clásico en el cual se estudia la cointegración de las variables mediante un análisis que no tiene en cuenta la posibilidad de que existan puntos de ruptura y requiere que todas las variables sean $I(1)$. Dicho test está compuesto de dos etapas. En la etapa 1 se estima por MCO el modelo para establecer una regresión cointegrante. En la etapa 2, se contrasta la existencia de una raíz unitaria en los residuos de la regresión MCO de la etapa 1 (este contraste de raíz unitaria es el test de Dickey-Fuller utilizado anteriormente), es decir, siendo la hipótesis nula que E_t tiene una raíz unitaria al nivel de significación del 5%. Habría evidencia de una relación cointegrante de las variables si la hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y, por el contrario, dicha hipótesis sí se rechaza para los residuos de la regresión cointegrante (etapa 2).

Tabla 6. Resultado del contraste de Engle-Granger.

ÍNDICES	ETAPA 1	ETAPA 1	ETAPA 2
	Significación VIX	Significación EPU	Contraste raíz unitaria residuos
IBEX	No significativo	No significativo	No estacionario
EUROSTOXX	No significativo	Significativo	No estacionario
NIKKEI	Significativo	Significativo	No estacionario
NASDAQ	Significativo	Significativo	No estacionario
DOW JONES	Significativo	Significativo	No estacionario
S&P	Significativo	Significativo	No estacionario
DAX	Significativo	Significativo	No estacionario
CAC	No significativo	No significativo	No estacionario

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la Tabla 6, los resultados obtenidos en el método de Gregory-Hansen (en adelante, G-H), mediante el programa informático Gretl, señalan que hay algunas variables que aunque sean significativas en la primera etapa, en la segunda etapa los residuos no son estacionarios al 5% de nivel de significación, lo que se traduce en que no hay una relación estrecha a largo plazo entre los índices bursátiles y las variables de incertidumbre.

3.4.2. Método Gregory-Hansen

Hay que tener en cuenta que las series temporales se pueden haber visto afectadas por la situación económica cambiante a lo largo del tiempo –en particular, por fenómenos como la crisis económica que comenzó en 2008– que podría dar lugar a rupturas estructurales en dichas series (cambios profundos en niveles, tendencias...). Dichas rupturas harían inadecuada la aplicación del método E-G. En este escenario, resultaría procedente la metodología de Gregory-Hansen (en adelante, G-H), la cual nos permite la inclusión de un punto de ruptura estructural (determinado por el propio procedimiento econométrico) en el modelo, lo que supone que si hay algún punto de ruptura que modifica el comportamiento de las series, esta circunstancia puede ser ajustada de forma más precisa que en el caso del método E-G anteriormente aplicado.

Para la realización del test G-H se ha utilizado el programa informático *Stata* (*Statistics/ Data Analysis*). Debemos tener en cuenta que la hipótesis nula (H_0) es el supuesto de no existencia de cointegración. Los resultados del test nos dan pruebas de cuatro tipos de rupturas en el modelo: ruptura de nivel, ruptura de nivel y tendencia, ruptura de pendiente, ruptura de pendiente y tendencia; y en cada modelo tenemos tres estadísticos ADF, Z_t y Z_a (Gregory-Hansen, 1996).

Los resultados obtenidos son los que se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 7. Resumen resultados obtenidos en el test de G-H: IBEX.

Modelo	AIC	BIC
Cambio nivel	No cointegración	No cointegración
Cambio nivel y tendencia	Resultado contradictorio	Resultado contradictorio
Cambio en pendiente	Resultado contradictorio	Resultado contradictorio
Cambio en pendiente y tendencia	Resultado contradictorio	Resultado contradictorio

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Resumen resultados obtenidos en el test de G-H: EUROSTOXX.

Modelo	AIC	BIC
Cambio nivel	No cointegración	No cointegración
Cambio nivel y tendencia	No cointegración	No cointegración
Cambio en pendiente	Resultado contradictorio	Resultado contradictorio
Cambio en pendiente y tendencia	No cointegración	Resultado contradictorio

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Resumen resultados obtenidos en el test de G-H: NIKKEI.

Modelo	AIC	BIC
Cambio nivel	No cointegración	No cointegración
Cambio nivel y tendencia	No cointegración	No cointegración
Cambio en pendiente	No cointegración	No cointegración
Cambio en pendiente y tendencia	No cointegración	No cointegración

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Resumen resultados obtenidos en el test de G-H: NASDAQ.

Modelo	AIC	BIC
Cambio nivel	No cointegración	No cointegración
Cambio nivel y tendencia	No cointegración	No cointegración
Cambio en pendiente	No cointegración	No cointegración
Cambio en pendiente y tendencia	No cointegración	No cointegración

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Resumen resultados obtenidos en el test de G-H: S&P.

Modelo	AIC	BIC
Cambio nivel	No cointegración	No cointegración
Cambio nivel y tendencia	No cointegración	No cointegración
Cambio en pendiente	No cointegración	No cointegración
Cambio en pendiente y tendencia	Resultado contradictorio	Si cointegración

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Resumen resultados obtenidos en el test de G-H: DOW JONES.

Modelo	AIC	BIC
Cambio nivel	No cointegración	No cointegración
Cambio nivel y tendencia	No cointegración	No cointegración
Cambio en pendiente	No cointegración	No cointegración
Cambio en pendiente y tendencia	Resultado contradictorio	Si cointegración

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Resumen resultados obtenidos en el test de G-H: DAX.

Modelo	AIC	BIC
Cambio nivel	No cointegración	No cointegración
Cambio nivel y tendencia	Resultado contradictorio	Resultado contradictorio
Cambio en pendiente	Resultado contradictorio	Resultado contradictorio
Cambio en pendiente y tendencia	Resultado contradictorio	Resultado contradictorio

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Resumen resultados obtenidos en el test de G-H: CAC.

Modelo	AIC	BIC
Cambio nivel	No cointegración	No cointegración
Cambio nivel y tendencia	No cointegración	No cointegración
Cambio en pendiente	No cointegración	Resultado contradictorio
Cambio en pendiente y tendencia	No cointegración	No cointegración

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas anteriores donde se muestran los resultados obtenidos en el test de G-H se puede observar, en primer lugar, que no hay cointegración en el caso de los índices bursátiles NIKKEI y NASDAQ; sin embargo, el resultado es dudoso en el resto de índices, ya que según el modelo y el criterio seleccionado, podemos obtener diferentes conclusiones.

En definitiva, en cuanto a la existencia de cointegración, una vez realizado el test de G-H, el resultado global es dudoso debido a las contradicciones en los resultados obtenidos para cada uno de los índices, por lo que no se podría afirmar categóricamente con carácter general que exista una relación a largo plazo entre los índices bursátiles y los índices de incertidumbre de volatilidad y de política económica.

Una vez realizados los test para estudiar la posible relación a largo plazo de los índices con las variables de incertidumbre, a continuación se aplicará un método que permite estudiar no sólo si existe una relación a largo plazo, sino también la relación entre las variables a corto plazo. De esta forma se determinará de forma más precisa el impacto en la cotización de los índices de las variaciones relativas a la volatilidad del mercado y a las decisiones que afectan a la incertidumbre de política monetaria.

Debido a las limitaciones de tiempo y de extensión del Trabajo de Fin de Máster, en el siguiente modelo nos centraremos únicamente en el IBEX 35.

3.4.3. Método ARDL

En un modelo ARDL (*Autorregressive Distributed Lags*, esto es Autorregresivo de Retardos Distribuidos) la variable explicada depende de valores pasados de sí misma y de valores actuales y pasados de otras variables³.

La forma básica de un modelo ARDL(p, q) es la siguiente:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \dots + \beta_k y_{t-p} + \alpha_0 x_t + \alpha_1 x_{t-1} + \dots + \alpha_q x_{t-q} + \varepsilon_t$$

Donde y es la variable dependiente, x es una variable explicativa y ε es una variable aleatoria (perturbación), mientras que p y q es el máximo número de retardos tomados para la variable dependiente y la variable explicativa, respectivamente.

Los pasos de este método son los siguientes:

1. Se verifica que ninguna de las variables sean $I(2)$.
2. Se estima un modelo de corrección de errores, aplicando un criterio adecuado (R^2 , AIC, BIC o HQ) y se analiza el comportamiento de los resultados.
3. Se realiza una prueba específica ("test de bandas") para establecer la evidencia de una relación a corto y largo plazo entre las variables.

A diferencia de los dos anteriores (E-G y G-H), que solo permiten utilizar variables $I(1)$, en el método ARDL se pueden incluir variables estacionarias [$I(0)$] y/o integradas de orden 1 [$I(1)$, es decir, con una raíz unitaria], separada o simultáneamente. Otra importante ventaja de este método con respecto a los otros dos señalados es que permite determinar la dirección de la causalidad de todas las variables, así como analizar la dinámica temporal en caso de la existencia de retardos de nuestras variables. Además, nos permite un análisis del modelo tanto a corto como a largo plazo (los anteriores solo permitían análisis a largo plazo).

En cuanto a la realización del modelo se lleva a cabo en primer lugar un test de bandas donde se analiza la causalidad de las variables, es decir, si cada una de las

³ En el análisis ARDL, se ha tomado como base Castellanos-García *et al.* (2014).

variables consideradas debe estar en el modelo como una variable dependiente o independiente. Para la realización de dicho test no tenemos que saber de antemano el nivel de integración de las variables [si son $I(0)$ o $I(1)$], pero sí que es necesario el conocimiento de que no existen variables con dos raíces unitarias. Como el análisis de raíces unitarias ya fue realizado anteriormente, podemos continuar ahora con la siguiente fase del estudio, que es la del test de bandas, cuya hipótesis nula (H_0) es que no existe cointegración.

En dicho test, que se realiza para comprobar la cointegración entre las variables, utilizamos el estadístico F. Una vez realizado el test de las ecuaciones correspondientes (cada variable endógena en una ecuación y por tanto incluyendo el resto como exógenas) tenemos como resultado un estadístico que se contrasta con dos valores teóricos, un límite inferior (Li) y un límite superior (Ls), ambos buscados en las tablas de Pesaran *et al.* (2001) siendo el criterio de búsqueda el número de variables del modelo a estudiar ($k=3$: IB, VIX y EPU), las características del modelo (intercepto, tendencia) y el nivel de significación que queramos aplicar. Los resultados del test de bandas pueden ser los siguientes:

- Estadístico menor que el límite inferior: No rechazamos H_0 , es decir, no se puede rechazar que no hay cointegración, que no existe relación a largo plazo entre las variables.
- Estadístico entre el límite inferior y el límite superior: Resultado dudoso, no podemos concluir nada.
- Estadístico mayor que el límite superior: Rechazamos H_0 , de modo que no se podría afirmar que no haya cointegración, una relación a largo plazo entre las variables.

Posteriormente al test de bandas, se lleva a cabo la estimación del modelo de corrección de error no restringido, que es un tipo particular de modelo ARDL.

La forma más básica del modelo ARDL (m, n) es la siguiente:

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \theta_1 Y_{t-1} + \theta_2 X_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=0}^n \beta_j \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t$$

Siendo θ el parámetro que nos indica la relación a largo plazo de las variables y siendo los parámetros α y β los que indican la relación a corto plazo de dichas variables.

Tabla 15. Resultados de los test de bandas.

Variable dependiente del modelo	Test estadístico F No restringido y sin tendencia (k=3)		Regresores del modelo
	Nivel significación 5%	Nivel significación 10%	
	IBEX	2,9813 No cointegración	
VIX	3,8914 Resultado dudoso	3,8914 Hay cointegración	IBEX, EPU
EPU	1,7091 No cointegración	1,7091 No cointegración	IBEX, VIX

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando el programa informático Microfit, se llega a que el resultado del test de bandas del modelo de estudio es el que se puede observar en la Tabla 15, donde se pone de manifiesto que en un modelo donde está el VIX como variable dependiente (siendo los regresores del modelo el IBEX y el EPU), al 10% de nivel de significación podemos decir que no hay evidencia contraria a la cointegración, por lo que podemos proceder a la realización del análisis del modelo ARDL. Sin embargo, el resto de resultados dejan claro que no habría cointegración para esos modelos.

Debido al resultado anterior, seleccionamos un modelo donde la variable endógena es el VIX y los regresores del modelo son el IBEX y el EPU, de modo que la ecuación sería la siguiente:

$$VIX_t = B_0 + B_1 \cdot IBEX_t + B_2 \cdot EPU_t + E_t$$

Una vez sabido el sentido de la relación de nuestras variables, se realiza un diagnóstico de autocorrelación, especificación adecuada, normalidad, heterocedasticidad de los residuos y estabilidad del modelo mediante los estadísticos CUSUM y CUSUMQ.

El análisis será llevado a cabo a través de cuatro criterios diferentes: (i) Criterio R², (ii) Criterio AIC (*Akaike Information Criterion*), (iii) Criterio BIC (*Schwarz Bayesian Information Criterion*), (iv) Criterio HQ (*Hannan-Quinn Information Criterion*).

Tabla 16. Resultados de los diferentes test según diversos criterios.

Test estadístico	Criterio de selección R²		Criterio de selección AIC		Criterio de selección BIC		Criterio de selección HQ	
	Versión LM	Versión F	Versión LM	Versión F	Versión LM	Versión F	Versión LM	Versión F
Test Lagrange	12,0016 (pv 0,446)	0,90404 (pv 0,543)	10,8672 (pv 0,540)	0,84419 (pv 0,605)	19,3085 (pv 0,081)	1,6167 (pv 0,087)	18,5950 (pv 0,099)	1,5416 (pv 0,109)
Test RESET Ramsey	16,4590 (pv 0,000)	15,7721 (pv 0,000)	16,5709 (pv 0,000)	16,4253 (pv 0,000)	2,4940 (pv 0,114)	2,4553 (pv 0,118)	4,8066 (pv 0,028)	4,7366 (pv 0,030)
Test normalidad	126,1195 (pv 0,000)	Not applicable	133,9108 (pv 0,000)	Not applicable	151,5977 (pv 0,000)	Not applicable	110,7876 (pv 0,000)	Not applicable
Test heterocedasticidad	26,0437 (pv 0,000)	28,3894 (pv 0,000)	24,3415 (pv 0,000)	26,3657 (pv 0,000)	29,1210 (pv 0,000)	32,1140 (pv 0,000)	28,3919 (pv 0,000)	31,2237 (pv 0,000)

Nota: pv = p-valor

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los resultados de la Tabla 16, cabe señalar que se tendrán en cuenta los resultados de la versión LM debido a que es la adecuada para muestras grandes, como es la del caso de estudio del presente trabajo.

En el test de Lagrange se contrasta la hipótesis nula de que los residuos no están correlacionados. En el caso del criterio R^2 se observa que, al nivel de significación del 5%, no se rechaza H_0 por lo que el modelo sería válido desde el punto de vista de la existencia de autocorrelación (no habría autocorrelación).

El test de Ramsey contrasta la hipótesis nula de que el modelo bien especificado, en este caso al nivel de significación del 5%, se rechaza H_0 y se podría decir que el modelo no está bien especificado.

El test de normalidad contrasta la hipótesis nula la normalidad de la distribución de los residuos. En este caso, se rechaza H_0 , por lo que no se puede decir que los residuos sigan una distribución normal.

El test de heterocedasticidad contrasta la hipótesis nula de homocedasticidad; en este caso se rechaza H_0 , por lo que el modelo es heterocedástico.

En el criterio de Akaike, se da exactamente la misma situación que con el criterio R^2 , es decir, modelo sin autocorrelación de los residuos, no bien especificado, no normalidad de la distribución de los residuos y con heterocedasticidad.

En cuanto al criterio de Schwarz, vemos que se diferencia del resto de criterios en que a niveles de significación del 5% o 10% el modelo estaría bien especificado según el test de Ramsey. Sin embargo, observamos que sus residuos son autorregresivos, no presentan normalidad y son heterocedásticos.

Por último, respecto al criterio HQ, no presenta autocorrelación, no estaría bien especificado, no habría normalidad de los residuos y sería heterocedástico.

Cabe señalar, como se observa en la Tabla 17, que cada criterio selecciona su número óptimo de retardos para las variables. Los resultados obtenidos respecto al número de retardos varían de forma significativa según el criterio aplicado, es decir, las especificaciones del modelo ARDL son muy sensibles al criterio que se utilice.

Tabla 17. Retardos establecidos para los variables según criterios.

	Criterio R²	Criterio AIC	Criterio BIC	Criterio HQ
IBEX	10	8	1	1
VIX	12	5	2	2
EPU	2	2	0	2

Fuente: Elaboración propia.

❖ Modelo a corto plazo y a largo plazo

A la vista de la cointegración anteriormente determinada, se estima, por un lado, el modelo por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) en el cual se incluyen las variables en niveles, modelo que nos indica la relación de equilibrio a largo plazo entre las variables. Y por otro lado, se estima un modelo de corrección de error (MCE), también por mínimos cuadrados ordinarios, pero ahora utilizando las primeras diferencias de las variables; este modelo representa la dinámica de las relaciones a corto plazo entre las variables estudiadas. (Pérez, 2015).

Una vez realizado el test de bandas se analiza la relación a corto y a largo plazo a partir de los dos modelos estimados según se acaba de indicar.

A continuación se recogen en las tablas los resultados obtenidos en la estimación de los coeficientes a largo plazo, resultados que analizamos a efectos meramente ilustrativos, puesto que debido a las anomalías apuntadas anteriormente no podemos tomarlos como un modelo válido ya que como hemos visto en el apartado anterior adolecería de heterocedasticidad y no presentaría una distribución normal.

Tabla 18. Coeficientes del modelo ARDL a largo plazo.

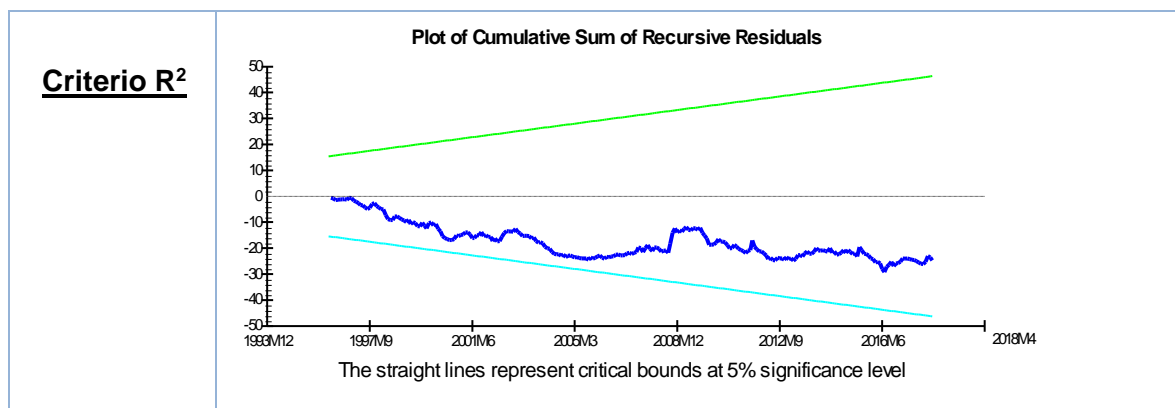
<u>Variable</u>	IBEX	EPU	CTE
Criterio R ²	0,00042 (p valor 0,508)	-0,06994 (p valor 0,047)	26,3728 (p valor 0,000)
Criterio AIC	0,00030 (p valor 0,616)	-0,06472 (p valor 0,056)	26,7578 (p valor 0,000)
Criterio BIC	0,00023 (p valor 0,612)	-0,02564 (p valor 0,241)	21,8099 (p valor 0,000)
Criterio HQ	0,00023 (p valor 0,603)	-0,04431 (p valor 0,056)	24,2789 (p valor 0,000)

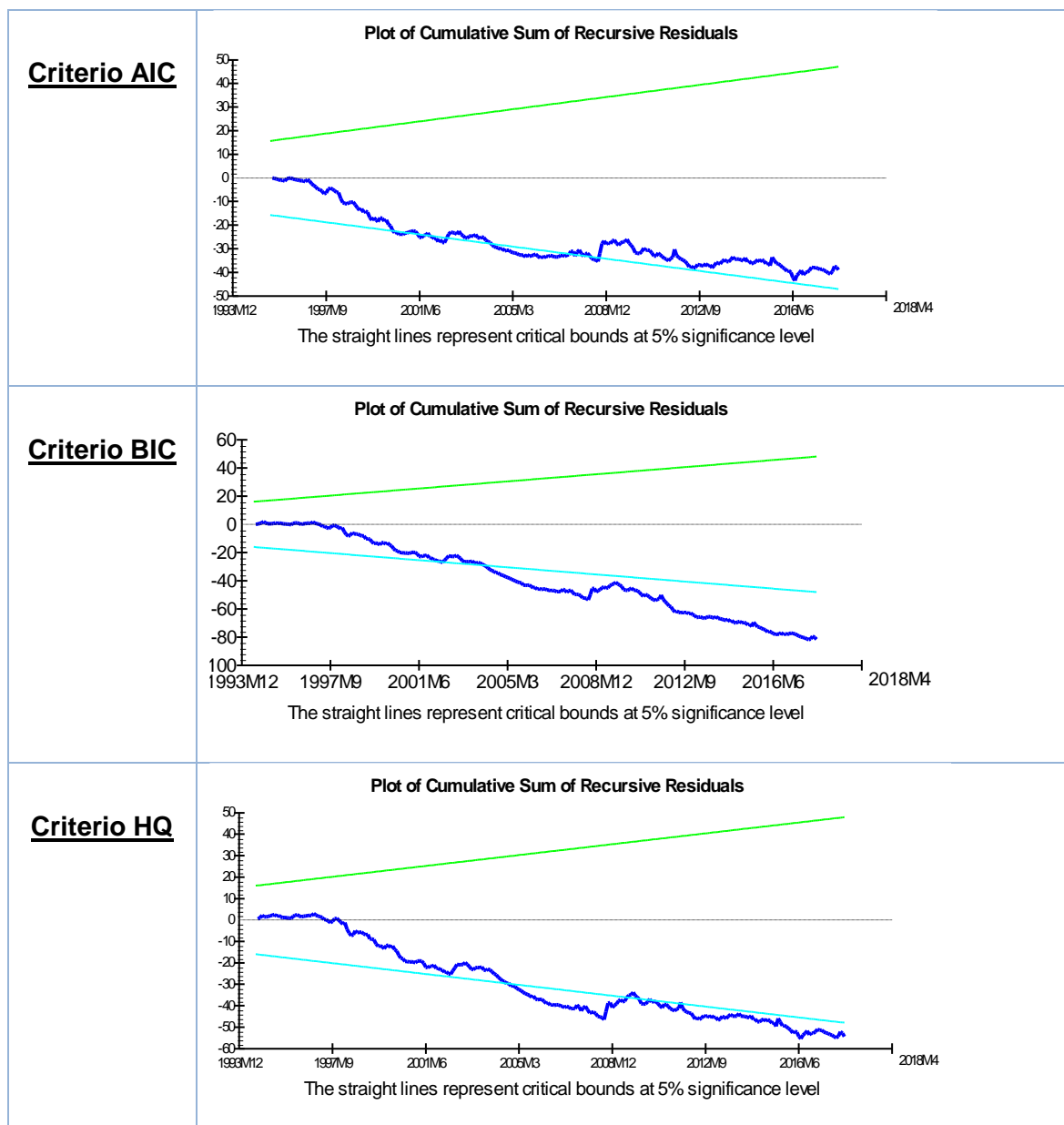
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que, independientemente del criterio utilizado, el coeficiente del IBEX es positivo, aunque estadísticamente no resulta significativo ni siquiera a un nivel del 10%. En cuanto al EPU, su impacto es negativo, siendo significativo en tres de los criterios: al 5% en el R² y al 10% en AIC y HQ.

Para completar el análisis, y como ya se ha comentado de forma ilustrativa, ya que la estimación obtenida no cumple las mínimas propiedades requeridas para que el análisis ARDL sea idóneo, a continuación se estudia la estabilidad a largo plazo del modelo con los estadísticos CUSUM y CUSUMQ.

Gráfico 3. Estadístico CUSUM según criterios.

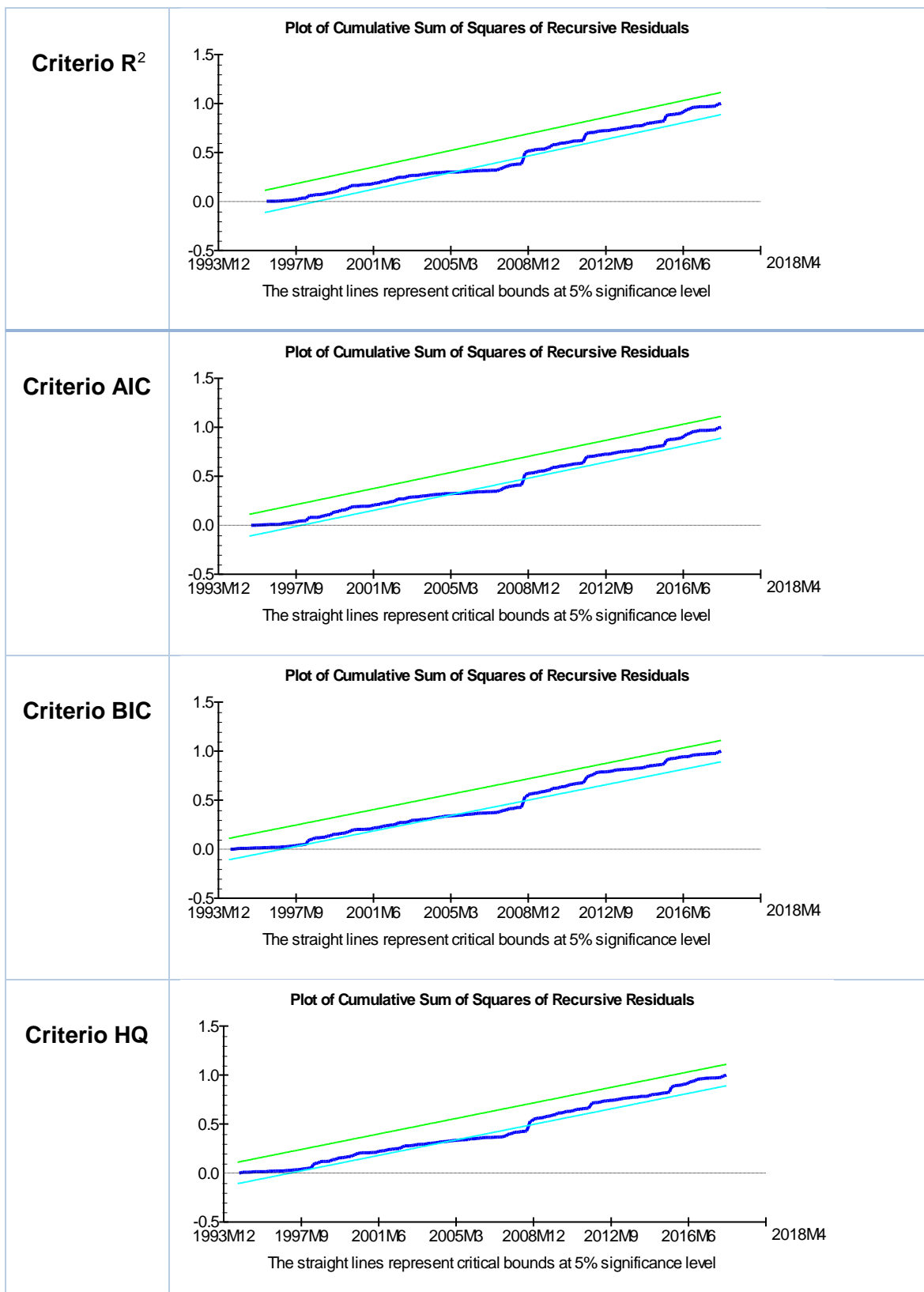




Fuente: Elaboración propia.

El valor del estadístico CUSUM debería estar alrededor de cero, por lo que en los momentos en los cuales se aleja de dicho valor se sospecha de puntos de ruptura y en los momentos en los que el estadístico sale de las bandas de confianza nos indica una posible inestabilidad paramétrica. En todos los casos que se observan en el gráfico 3 podemos decir que hay se da esta última circunstancia.

Gráfico 4. Estadístico CUSUMQ según criterios.



Fuente: Elaboración propia.

En el caso del CUSUMQ, observamos en el gráfico 4 una posible inestabilidad debido a que su valor debería permanecer dentro de las bandas de confianza durante toda la serie temporal y en todos los casos el estadístico rompe las bandas aproximadamente en el tercer mes del 2005 hasta el 2009, lo que nos indica que no hay estabilidad paramétrica y un posible punto de ruptura en nuestro modelo.

Por otra parte, a corto plazo, tal y como hemos comentado anteriormente, el modelo estima por MCO un Modelo de Corrección de Error a partir de las diferencias de los datos. A continuación en la Tabla 19 se reflejan los resultados obtenidos, debiendo volver a insistir en que los resultados son tomados como mera ilustración del modelo de estudio en el presente trabajo.

Tabla 19. Coeficientes del modelo ARDL a corto plazo.

Variable	dIBEX1	dEPU1	ecm(-1)
Criterio R ²	-0,00409 (p valor 0,000)	0,02016 (p valor 0,001)	-0,11685 (p valor 0,001)
Criterio AIC	-0,00419 (p valor 0,000)	0,01824 (p valor 0,002)	-0,11749 (p valor 0,000)
Criterio BIC	-0,00446 (p valor 0,000)	-	-0,15452 (p valor 0,000)
Criterio HQ	-0,00429 (p valor 0,000)	0,01276 (p valor 0,024)	-0,15983 (p valor 0,000)

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como observamos en la Tabla 19, podemos afirmar que la estimación es válida en todos los criterios utilizados, debido a que los términos de corrección de error (ecm) son siempre negativos y estadísticamente significativos.

También es importante mencionar que las variables son significativas por lo que a corto plazo tienen relación, de nuevo sin olvidar el carácter ilustrativo de estos comentarios, dada la inestabilidad y otros fallos del modelo ya comentados. En el caso del primer retardo del IBEX, vemos que a corto plazo tiene una relación negativa, por lo que incrementos en la cotización del IBEX se traduce en disminuciones de la volatilidad (VIX).

En cuanto al EPU, se observa que a corto plazo tiene una relación positiva con el VIX, lo que nos indica que incrementos en la incertidumbre de la política económica se traduce en incrementos de la volatilidad en los mercados.

Conclusiones

El objetivo fundamental de este trabajo ha sido analizar la posible relación a largo plazo entre los principales índices bursátiles y la incertidumbre en cuanto a la política económica y la volatilidad de los mercados. Con este fin se aplicaron tres métodos econométricos distintos para el análisis de cointegración.

Una vez establecidas las variables a estudiar, previamente se llevó a cabo un test de raíces unitarias el cual nos permite determinar en qué medida es factible aplicar un método u otro.

Una vez entrada en materia del análisis empírico, aplicando Engle-Granger, se observó que aunque en la primera etapa en algunos índices las variables de incertidumbre fueran significativas, en la segunda etapa nos encontramos con la no estacionariedad del contraste de raíz unitaria de los residuos, por lo que concluimos con la no relación estrecha entre los índices bursátiles y las variables de incertidumbre.

Debido a este resultado de no cointegración y lo clásico y sencillo del método Engle-Granger, a continuación procedimos a aplicar el método de Gregory-Hansen, el cual tiene en cuenta la posibilidad de rupturas, cuestión importante ya que a lo largo de la serie temporal desde el año 1993 ha habido acontecimientos relevantes que han afectado a la economía. En cuanto a la existencia de cointegración, una vez aplicado este método, nos encontramos en un caso dudoso debido a las contradicciones de los resultados obtenidos para cada uno de los índices, por lo que no podríamos afirmar con carácter general que exista una relación a largo plazo entre los índices bursátiles y los indicadores de incertidumbre.

Para completar el análisis empírico sobre el estudio de la relación de los índices bursátiles y la incertidumbre, se aplicó el modelo ARDL, únicamente para el caso del IBEX 35 debido a las limitaciones de tiempo y de extensión que supone el Trabajo de Fin de Máster. La elección del estudio del IBEX 35 viene de observar el comportamiento

que pueden tener las diferentes políticas económicas y la volatilidad a nivel mundial en los valores más líquidos de nuestro mercado bursátil. Debido a lo visto y estudiado en los últimos años y sobre todo en el Máster de Banca y Finanzas, las cotizaciones bursátiles son un tema relevante que pueden afectar no sólo a inversores de bolsa sino que pueden repercutir sobre el conjunto de la economía.

Los resultados que arroja el test de bandas, a diferencia de los procedimientos anteriores, es la inserción del IBEX 35 como variable explicativa junto con la variable EPU, pasando a ser la variable endógena el VIX (al 10% de significación). Para este nuevo modelo se realiza un diagnóstico de autocorrelación, de especificación adecuada, de normalidad y de heterocedasticidad de los residuos, cuyos resultados dejan a la vista un modelo que adolecería de heterocedasticidad y no presentaría una distribución normal. Adicionalmente se analizó la estabilidad con los estadísticos CUSUM y CUSUMQ, en los cuales se intuyen puntos de ruptura y nos indican inestabilidad paramétrica. Ante esta situación el modelo estimado no sería válido, pero a efectos ilustrativos analizaremos igualmente los coeficientes de los modelos a largo y corto plazo.

En este sentido, al analizar los coeficientes del modelo ARDL a largo plazo, según los diferentes criterios (R^2 , AIC, BIC, HQ) se llega a la conclusión de que el coeficiente del IBEX no resulta significativo ni siquiera a un nivel del 10% y en cuanto al EPU es significativo en tres de los criterios (al 5% en el R^2 y al 10% en AIC y HQ), siendo su impacto negativo.

Por otra parte, el modelo ARDL a corto plazo los coeficientes son significativos y los errores de corrección negativos, lo que nos indicaría que la estimación sería válida a la hora de indicar una posible relación a corto plazo de las variables: el IBEX y el VIX tienen una relación negativa a corto plazo, por lo que incrementos en la cotización del IBEX se traduce en disminuciones de la volatilidad (VIX). En cuanto al EPU, se observa que a corto plazo tiene una relación positiva con el VIX, lo que nos indica que incrementos en la incertidumbre de la política económica se traduce en incrementos de la volatilidad en los mercados. Pero recordemos que en sentido estricto no sería adecuado hacer esta afirmación debido a los fallos que presenta el modelo.

Como posibles desarrollos futuros de este trabajo y ante la limitación que supone un TFM, cabría profundizar más en la investigación para tratar de corregir los defectos del modelo y poder lograr unos resultados óptimos.

Bibliografía

○ **Publicaciones:**

Bolsas y Mercados Españoles (2018). Normas técnicas para la composición y cálculo de los índices de Sociedad de Bolsas. Recuperado de http://www.bolsamadrid.es/docs/SBolsas/docsSubidos/NormasIndices/Normas_Indices_lbex_esp.pdf.

CaixaBank Research (2016). Incertidumbre y mercado bursátil. *IM09*. Septiembre 2016, p. 9. Recuperado de <http://www.caixabankresearch.com/incertidumbre-y-mercado-bursatil>.

Castellanos-García, P., Pérez-Díaz-del-Río, I. y Sánchez-Santos, J.M. (2014). The role of confidence in the evolution of the Spanish economy: empirical evidence from an ARDL model. *European Journal of Government and Economics*, 3 (2), 148-161.

Corredor, P; Santamaría R. y Lechón P. (2001). Option-Expiration Effects in Small Markets: The Spanish Stock Exchange. *Journal of Futures Markets*, 21 (10), 905-928.

Giner Rubio, J. y Morini Marro, S. (2007). *Midiendo la volatilidad del mercado de opciones con el VIX*. (Documento de trabajo). Universidad de La Laguna. La Laguna, Tenerife.

Giner Rubio, J. y Morini Marro, S. (2010). *El índice VIX para la predicción de la volatilidad: un estudio internacional*. (Documento de trabajo). Universidad de La Laguna. La Laguna, Tenerife.

Fernández, P. e Yzaguirre, J. (1995). *Ibex 35: Análisis e Investigaciones*. Barcelona. Ediciones Internacionales Universitarias.

Gregory W. A. y Hansen E. B. (1996): Residual-based test for cointegration in models with regime shifts. *Journal of Econometrics*. 70 (1), 99-126.

Gujarati, D. y Porter, D. C. (2010). *Econometría*. México, DF: McGraw-Hill Interamericana.

Hernández Blázquez, B. (2000). *Bolsa y Estadística Bursátil*. Madrid: Díaz de Santos.

IG Group (s.f.). Explicación sobre índices. Recuperado de <https://www.ig.com/es/explicacion-indices>.

Irshad, H. (2017). Relationship among political instability, stock market returns and stock market volatility. *Studies in Business and Economics*, 12 (2), 70-99.

Pérez Díaz del Río, I. (2015). *El papel de la confianza en la evolución de la economía: evidencia empírica para el caso español* (Tesis doctoral). Universidade da Coruña, A Coruña.

Pesaran, M. H., Shin, Y., y Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16 (3), 289-326.

Sum, V. (2013). Economic policy uncertainty in the United States and Europe: A cointegration test. *International Journal of Economics and Finance*, 5(2), 98-101.

○ **Páginas web:**

Bolsas y Mercados Españoles <<https://www.bolsasymercados.es/esp/Home>>.

CBOE <<http://www.cboe.com/vix>>.

Economic Policy Uncertainty <<http://www.policyuncertainty.com/index.html>>.

Eikon <<https://financial.thomsonreuters.com>>.

Éxito bursátil <<https://www.exitobursatil.com/indice-vix-que-es-el-indicador-del-miedo/>>.

Investing <<https://es.investing.com/>>

<<https://es.investing.com/indices/volatility-s-p-500>>.

Plus 500 <<https://www.plus500.es/Instruments/VIX>>.

Tradin View <<https://es.tradingview.com/symbols/CBOE-VIX/>>.

Yahoo Finance <<https://es.finance.yahoo.com/>>.

Anexo

- **ANEXO I. Contraste de raíces unitarias: Dickey-Fuller.**

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para IBEX
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo un retardo de $(1-L)IBEX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.027054
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -2.04973$
valor p asintótico 0.2656
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.009

con constante y tendencia
incluyendo un retardo de $(1-L)IBEX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.04209
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -2.65901$
valor p asintótico 0.254
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.009

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para EUROSTOXX
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo un retardo de $(1-L)EUROSTOXX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.020997
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -2.12201$
valor p asintótico 0.236
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.004

con constante y tendencia
incluyendo un retardo de $(1-L)EUROSTOXX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0213455
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -2.02987$
valor p asintótico 0.5843
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.004

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para NIKKEI
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo un retardo de $(1-L)NIKKEI$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0195757
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -1.58531$
valor p asintótico 0.4901
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.013

con constante y tendencia
incluyendo un retardo de $(1-L)NIKKEI$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0160656
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -1.24153$
valor p asintótico 0.9011
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.014

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para NASDAQ
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 297
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)NASDAQ$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: 0.00546985
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = 0.760523$
valor p 0.9932
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.026

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)NASDAQ$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.00738846
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -0.617045$
valor p 0.977
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.032

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para SP
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 297
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)SP$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: 0.00307775
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = 0.522765$
valor p 0.9873
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.028

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)SP$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0080123
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -0.736261$
valor p 0.9688
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.034

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para DOWJONES
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 297
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)DOWJONES$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: 0.0043841
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = 0.755626$
valor p 0.9931
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.006

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)DOWJONES$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.00963694
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -0.723603$
valor p 0.9698
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.015

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para DAX
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 297
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)DAX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.000919749
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -0.126527$
valor p 0.9441
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.077

con constante y tendencia
incluyendo un retardo de $(1-L)DAX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.025898
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -1.81661$
valor p asintótico 0.6969
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.004

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para CAC
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo un retardo de $(1-L)CAC$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0190601
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -1.87684$
valor p asintótico 0.3436
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.000

con constante y tendencia
incluyendo un retardo de $(1-L)CAC$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0228005
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -1.97933$
valor p asintótico 0.6121
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.000

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para FTSE
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 304
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)FTSE$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0159461
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -1.66368$
valor p 0.4488
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.052

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)FTSE$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0318423
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -2.25863$
valor p 0.4549
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.043

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para VIX
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 295
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 2 retardos de $(1-L)VIX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.133196
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -3.99575$
valor p asintótico 0.001436
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.010
diferencias retardadas: $F(2, 291) = 2.742 [0.0661]$

con constante y tendencia
incluyendo 2 retardos de $(1-L)VIX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.133835
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -4.00897$
valor p asintótico 0.008462
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.010
diferencias retardadas: $F(2, 290) = 2.754 [0.0653]$

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para EPU
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 294
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 3 retardos de $(1-L)EPU$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.100497
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -2.75923$
valor p asintótico 0.06428
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.005
diferencias retardadas: $F(3, 289) = 11.744 [0.0000]$

con constante y tendencia
incluyendo 3 retardos de $(1-L)EPU$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.191723
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -3.94778$
valor p asintótico 0.01033
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.000
diferencias retardadas: $F(3, 288) = 7.604 [0.0001]$

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_IBEX
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 295
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo un retardo de $(1-L)d_IBEX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -1.03789
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -12.9961$
valor p asintótico 6.197e-029
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.010

con constante y tendencia
incluyendo un retardo de $(1-L)d_IBEX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -1.03886
Estadístico de contraste: $\tau_ct(1) = -12.9835$
valor p asintótico 5.138e-033
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.010

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para $d_EUROSTOXX$
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_EUROSTOXX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.894335
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -15.4202$
valor p 3.126e-028
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.002

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_EUROSTOXX$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.895708
Estadístico de contraste: $\tau_ct(1) = -15.4159$
valor p 1.049e-029
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.002

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_NIKKEI
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_NIKKEI$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.913488
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -15.7902$
valor p 9.766e-029
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.011

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_NIKKEI$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.918586
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -15.8655$
valor p 1.524e-030
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.014

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_NASDAQ
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_NASDAQ$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.96704
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -16.5887$
valor p 1.113e-029
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.001

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_NASDAQ$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.973565
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -16.6708$
valor p 6.745e-032
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.000

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_SP
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_SP$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.968216
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -16.6082$
valor p 1.062e-029
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.002

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_SP$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.97212
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -16.6465$
valor p 7.362e-032
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.002

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para $d_DOWJONES$
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_DOWJONES$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.98802
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -16.9401$
valor p 4.982e-030
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.001

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_DOWJONES$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.992705
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -16.9925$
valor p 2.206e-032
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.001

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_{DAX}
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_{DAX}$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.92341
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -15.8795$
valor p 7.484e-029
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.004

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_{DAX}$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.925458
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -15.8829$
valor p 1.418e-030
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.005

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_{CAC}
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_{CAC}$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.912897
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -15.719$
valor p 1.213e-028
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.001

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_{CAC}$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.913107
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -15.6965$
valor p 3.099e-030
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.001

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_{FTSE}
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 303
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_{FTSE}$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -1.058
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -18.2503$
valor p 3.263e-031
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.001

con constante y tendencia
incluyendo 0 retardos de $(1-L)d_{FTSE}$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -1.05824
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -18.2204$
valor p 2.395e-034
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.001

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_{VIX}
contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 288
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
incluyendo 8 retardos de $(1-L)d_{VIX}$
modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -2.24574
Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -8.31267$
valor p asintótico 5.931e-014
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.001
diferencias retardadas: $F(8, 278) = 4.260 [0.0001]$

con constante y tendencia
incluyendo 8 retardos de $(1-L)d_{VIX}$
modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -2.27351
Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -8.3656$
valor p asintótico 1.13e-013
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.001
diferencias retardadas: $F(8, 277) = 4.346 [0.0001]$

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para d_{EPU}
 contrastar desde 12 retardos, con el criterio AIC
 tamaño muestral 293
 hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

contraste con constante
 incluyendo 3 retardos de $(1-L)d_{EPU}$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -2.03357
 Estadístico de contraste: $\tau_c(1) = -12.2766$
 valor p asintótico 1.313e-026
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.003
 diferencias retardadas: $F(3, 288) = 12.036 [0.0000]$

con constante y tendencia
 incluyendo 3 retardos de $(1-L)d_{EPU}$
 modelo: $(1-L)y = b_0 + b_1*t + (a-1)*y(-1) + \dots + e$
 valor estimado de $(a - 1)$: -2.03543
 Estadístico de contraste: $\tau_{ct}(1) = -12.2613$
 valor p asintótico 1.29e-029
 Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.003
 diferencias retardadas: $F(3, 287) = 12.019 [0.0000]$

- **ANEXO II. Contraste de raíces unitarias: KPSS.**

Contraste KPSS para IBEX(incluyendo tendencia)

T = 298
 Parámetro de truncamiento de los retardos = 12
 Estadístico de contraste = 0.241775

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p < .01			

Contraste KPSS para EUROSTOXX(incluyendo tendencia)

T = 298
 Parámetro de truncamiento de los retardos = 12
 Estadístico de contraste = 0.254849

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p < .01			

Contraste KPSS para NIKKEI (incluyendo tendencia)

T = 298

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.33731

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p < .01			

Contraste KPSS para NASDAQ (incluyendo tendencia)

T = 298

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.294915

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p < .01			

Contraste KPSS para SP (incluyendo tendencia)

T = 298

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.234166

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p < .01			

Contraste KPSS para DOWJONES (incluyendo tendencia)

T = 298

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.231853

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p < .01			

Contraste KPSS para DAX(incluyendo tendencia)

T = 298

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.231051

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p < .01			

Contraste KPSS para CAC(incluyendo tendencia)

T = 298

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.210559

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p interpolado	0.014		

Contraste KPSS para FTSE(incluyendo tendencia)

T = 305

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.140032

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p interpolado	0.064		

Contraste KPSS para d_FTSE(incluyendo tendencia)

T = 304

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.0651018

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

Contraste KPSS para VIX(incluyendo tendencia)

T = 298

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.177338

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p interpolado	0.033		

Contraste KPSS para EPU(incluyendo tendencia)

T = 298

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.258804

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p < .01			

Contraste KPSS para d_IBEX(incluyendo tendencia)

T = 297

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.0690544

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

Contraste KPSS para d_EUROSTOXX(incluyendo tendencia)

T = 297

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.0668606

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

Contraste KPSS para d_NIKKEI(incluyendo tendencia)

T = 297

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.0668882

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

Contraste KPSS para d_NASDAQ(incluyendo tendencia)

T = 297

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.0937736

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

Contraste KPSS para d_SP(incluyendo tendencia)

T = 297

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.117507

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

Contraste KPSS para d_DOWJONES(incluyendo tendencia)

T = 297

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.123434

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p interpolado	0.093		

Contraste KPSS para d_DAX(incluyendo tendencia)

T = 297

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.0643148

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

Contraste KPSS para d_CAC(incluyendo tendencia)

T = 297

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.0583223

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

Contraste KPSS para d_FTSE(incluyendo tendencia)

T = 304

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.0651018

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

Contraste KPSS para d_VIX(incluyendo tendencia)

T = 297

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.0305782

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

Contraste KPSS para d_EPU(incluyendo tendencia)

T = 297

Parámetro de truncamiento de los retardos = 12

Estadístico de contraste = 0.0347158

	10%	5%	1%
Valores críticos:	0.120	0.148	0.217
Valor p > .10			

• **ANEXO III. Método Engle-Granger.**

Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -
MCO, usando las observaciones 1993:01-2017:10 (T = 298)
Variable dependiente: IBEX

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	8398.25	564.748	14.87	1.03e-037 ***
VIX	25.4590	21.6938	1.174	0.2415
EPU	-0.924317	2.76104	-0.3348	0.7380
Media de la vble. dep.	8773.374	D.T. de la vble. dep.	2897.551	
Suma de cuad. residuos	2.48e+09	D.T. de la regresión	2900.297	
R-cuadrado	0.004850	R-cuadrado corregido	-0.001897	
Log-verosimilitud	-2797.161	Criterio de Akaike	5600.323	
Criterio de Schwarz	5611.414	Crit. de Hannan-Quinn	5604.763	
rho	0.972765	Durbin-Watson	0.054928	

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat
contrastar desde 4 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 295
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

modelo: $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0266372
Estadístico de contraste: $\tau_c(3) = -1.95361$
valor p asintótico 0.7536
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.014
diferencias retardadas: $F(2, 292) = 3.932 [0.0206]$

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

- (a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
- (b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -
MCO, usando las observaciones 1993:01-2017:10 (T = 298)
Variable dependiente: EUROSTOXX

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	2986.76	181.670	16.44	1.46e-043 ***
VIX	11.5617	6.97853	1.657	0.0986 *
EPU	-2.11271	0.888179	-2.379	0.0180 **
Media de la vble. dep.	2932.290	D.T. de la vble. dep.	942.1164	
Suma de cuad. residuos	2.57e+08	D.T. de la regresión	932.9761	
R-cuadrado	0.025914	R-cuadrado corregido	0.019310	
Log-verosimilitud	-2459.173	Criterio de Akaike	4924.346	
Criterio de Schwarz	4935.438	Crit. de Hannan-Quinn	4928.786	
rho	0.975841	Durbin-Watson	0.041457	

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat
contrastar desde 4 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 297
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

modelo: $(1-L)y = (a-1)y(-1) + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0241593
Estadístico de contraste: $\tau_c(3) = -2.0523$
valor p 0.7113
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.033

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

- (a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
- (b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -
MCO, usando las observaciones 1993:01-2017:10 (T = 298)
Variable dependiente: NIKKEI

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	20781.2	681.310	30.50	3.21e-093 ***
VIX	-249.094	26.1713	-9.518	6.64e-019 ***
EPU	-8.86295	3.33091	-2.661	0.0082 ***
Media de la vble. dep.	14732.90	D.T. de la vble. dep.	4045.916	
Suma de cuad. residuos	3.61e+09	D.T. de la regresión	3498.908	
R-cuadrado	0.257157	R-cuadrado corregido	0.252121	
Log-verosimilitud	-2853.078	Criterio de Akaike	5712.155	
Criterio de Schwarz	5723.246	Crit. de Hannan-Quinn	5716.595	
rho	0.929220	Durbin-Watson	0.150873	

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat
contrastar desde 4 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 294
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

modelo: $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$
valor estimado de (a - 1): -0.0457907
Estadístico de contraste: tau_c(3) = -2.00311
valor p asintótico 0.7325
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.002
diferencias retardadas: F(3, 290) = 5.199 [0.0016]

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

- (a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
- (b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.



Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -
MCO, usando las observaciones 1993:01-2017:10 (T = 298)
Variable dependiente: NASDAQ

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	1832.24	226.935	8.074	1.75e-014 ***
VIX	-42.9040	8.71732	-4.922	1.43e-06 ***
EPU	11.6648	1.10948	10.51	3.62e-022 ***
Media de la vble. dep.	2542.325	D.T. de la vble. dep.	1390.223	
Suma de cuad. residuos	4.01e+08	D.T. de la regresión	1165.439	
R-cuadrado	0.301966	R-cuadrado corregido	0.297234	
Log-verosimilitud	-2525.470	Criterio de Akaike	5056.941	
Criterio de Schwarz	5068.032	Crit. de Hannan-Quinn	5061.381	
rho	0.918695	Durbin-Watson	0.165166	

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat
contrastar desde 4 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 294
hipótesis nula de raíz unitaria: a = 1

modelo: $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$
valor estimado de (a - 1): -0.0327137
Estadístico de contraste: tau_c(3) = -1.3687
valor p asintótico 0.9216
Coef. de autocorrelación de primer orden de e: 0.004
diferencias retardadas: F(3, 290) = 12.164 [0.0000]

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

- (a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
- (b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -
MCO, usando las observaciones 1993:01-2017:10 (T = 298)
Variable dependiente: SP

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	1007.75	82.6626	12.19	5.82e-028 ***
VIX	-14.1632	3.17534	-4.460	1.16e-05 ***
EPU	3.91161	0.404136	9.679	2.02e-019 ***
Media de la vble. dep.	1250.248	D.T. de la vble. dep.	494.2732	
Suma de cuad. residuos	53163841	D.T. de la regresión	424.5190	
R-cuadrado	0.267301	R-cuadrado corregido	0.262333	
Log-verosimilitud	-2224.521	Criterio de Akaike	4455.042	
Criterio de Schwarz	4466.134	Crit. de Hannan-Quinn	4459.482	
rho	0.929793	Durbin-Watson	0.133687	

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat
contrastar desde 4 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 294
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

modelo: $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0295354
Estadístico de contraste: $\tau_c(3) = -1.42122$
valor p asintótico 0.9123
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.002
diferencias retardadas: $F(3, 290) = 16.114 [0.0000]$

Hay evidencia de una relación cointegrante si:
(a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
(b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.



Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -
MCO, usando las observaciones 1993:01-2017:10 (T = 298)
Variable dependiente: DOWJONES

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	8236.71	709.212	11.61	6.24e-026 ***
VIX	-117.962	27.2432	-4.330	2.05e-05 ***
EPU	37.6814	3.46732	10.87	2.32e-023 ***
Media de la vble. dep.	10934.02	D.T. de la vble. dep.	4359.168	
Suma de cuad. residuos	3.91e+09	D.T. de la regresión	3642.203	
R-cuadrado	0.306595	R-cuadrado corregido	0.301894	
Log-verosimilitud	-2865.039	Criterio de Akaike	5736.077	
Criterio de Schwarz	5747.169	Crit. de Hannan-Quinn	5740.517	
rho	0.915872	Durbin-Watson	0.160350	

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat
contrastar desde 4 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 294
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

modelo: $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.036705
Estadístico de contraste: $\tau_c(3) = -1.58114$
valor p asintótico 0.8776
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : -0.001
diferencias retardadas: $F(3, 290) = 14.433 [0.0000]$

Hay evidencia de una relación cointegrante si:
(a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
(b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -
MCO, usando las observaciones 1993:01-2017:10 (T = 298)
Variable dependiente: DAX

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	4184.09	467.018	8.959	3.80e-017 ***
VIX	-67.6820	17.9397	-3.773	0.0002 ***
EPU	23.1669	2.28324	10.15	6.02e-021 ***
Media de la vble. dep.	5937.123	D.T. de la vble. dep.	2807.634	
Suma de cuad. residuos	1.70e+09	D.T. de la regresión	2398.399	
R-cuadrado	0.275185	R-cuadrado corregido	0.270271	
Log-verosimilitud	-2740.538	Criterio de Akaike	5487.076	
Criterio de Schwarz	5498.167	Crit. de Hannan-Quinn	5491.516	
rho	0.918799	Durbin-Watson	0.155000	

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat
contrastar desde 4 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 294
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

modelo: $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0401695
Estadístico de contraste: $\tau_c(3) = -1.75262$
valor p asintótico 0.8283
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.007
diferencias retardadas: $F(3, 290) = 11.245 [0.0000]$

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

- (a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
- (b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -
MCO, usando las observaciones 1993:01-2017:10 (T = 298)
Variable dependiente: CAC

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p
const	3970.43	230.308	17.24	1.49e-046 ***
VIX	-1.42899	8.84689	-0.1615	0.8718
EPU	-0.238752	1.12597	-0.2120	0.8322
Media de la vble. dep.	3910.774	D.T. de la vble. dep.	1178.926	
Suma de cuad. residuos	4.13e+08	D.T. de la regresión	1182.761	
R-cuadrado	0.000260	R-cuadrado corregido	-0.006518	
Log-verosimilitud	-2529.867	Criterio de Akaike	5065.734	
Criterio de Schwarz	5076.825	Crit. de Hannan-Quinn	5070.174	
rho	0.982716	Durbin-Watson	0.030545	

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat
contrastar desde 4 retardos, con el criterio AIC
tamaño muestral 296
hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

modelo: $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$
valor estimado de $(a - 1)$: -0.0192185
Estadístico de contraste: $\tau_c(3) = -1.88666$
valor p asintótico 0.7805
Coef. de autocorrelación de primer orden de e : 0.003

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

- (a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
- (b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Etapa 1: regresión cointegrante

Regresión cointegrante -

MCO, usando las observaciones 1993-01-01:2018-04-30 (T = 305)

Variable dependiente: FTSE

	Coefficiente	Desv. Típica	Estadístico t	valor p	
const	4877.77	228.427	21.35	2.65e-062	***
VIX	-17.5729	8.73794	-2.011	0.0452	**
EPU	6.04564	1.11207	5.436	1.12e-07	***
Media de la vble. dep.	5343.623	D.T. de la vble. dep.	1236.007		
Suma de cuad. residuos	4.20e+08	D.T. de la regresión	1178.639		
R-cuadrado	0.096656	R-cuadrado corregido	0.090673		
Log-verosimilitud	-2588.264	Criterio de Akaike	5182.528		
Criterio de Schwarz	5193.689	Crit. de Hannan-Quinn	5186.992		
rho	0.961325	Durbin-Watson	0.071575		

Etapa 2: contrastando la existencia de una raíz unitaria en uhat

Contraste aumentado de Dickey-Fuller para uhat

incluyendo 4 retardos de (1-L)uhat

tamaño muestral 300

hipótesis nula de raíz unitaria: $a = 1$

modelo: $(1-L)y = (a-1)y(-1) + \dots + e$

valor estimado de $(a - 1)$: -0.0324778

Estadístico de contraste: $\tau_c(3) = -2.06947$

valor p asintótico 0.7028

Coef. de autocorrelación de primer orden de e: -0.005

diferencias retardadas: $F(4, 295) = 4.415 [0.0018]$

Hay evidencia de una relación cointegrante si:

- (a) La hipótesis de existencia de raíz unitaria no se rechaza para las variables individuales y
- (b) La hipótesis de existencia de raíz unitaria se rechaza para los residuos (uhat) de la regresión cointegrante.

Gregory-Hansen Test for Cointegration with Regime Shifts

Model: Change in Regime Number of obs = 298

Lags = 1 chosen by Akaike criterion Maximum Lags = 12

	Test Statistic	Breakpoint	Date	Asymptotic Critical Values		
				1%	5%	10%
ADF	-3.48	210	210	-5.97	-5.50	-5.23
Zt	-4.18	123	123	-5.97	-5.50	-5.23
Za	-46.32	123	123	-68.21	-58.33	-52.85

Gregory-Hansen Test for Cointegration with Regime Shifts

Model: Change in Regime and Trend Number of obs = 298

Lags = 8 chosen by Akaike criterion Maximum Lags = 12

	Test Statistic	Breakpoint	Date	Asymptotic Critical Values		
				1%	5%	10%
ADF	-3.78	109	109	-6.45	-5.96	-5.72
Zt	-5.41	186	186	-6.45	-5.96	-5.72
Za	-58.96	186	186	-79.65	-68.43	-63.10

• **ANEXO V. Método ARDL.**

I. Test de bandas.

```

Ordinary Least Squares Estimation
*****
Dependent variable is DY
292 observations used for estimation from 1994M1 to 2018M4
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
CTE                14.3005              31.9706                 .44730 [.655]
DY(-1)             .11047              .062912                 1.7559 [.080]
DY(-2)             -.018564             .076884                 -.24146 [.809]
DY(-3)             .13841              .077490                 1.7862 [.075]
DY(-4)             .041027             .078111                 .52524 [.600]
DY(-5)             -.056779            .077731                 -.73045 [.466]
DY(-6)             .056674             .077184                 .73428 [.463]
DY(-7)             -.039165            .077354                 -.50632 [.613]
DY(-8)             .0053579           .056312                 .095147 [.924]
DY(-9)             .089252            .056230                 1.5873 [.114]
DY(-10)            .011260            .056107                 .20069 [.841]
DY(-11)            -.0064408          .056415                 -.11417 [.909]
DY(-12)            -.0027707          .056598                 -.048954 [.961]
DX1(-1)            14.7599            9.8500                  1.4985 [.135]
DX1(-2)            17.8552            9.9652                  1.7917 [.074]
DX1(-3)            7.9205             10.2909                 .76966 [.442]
DX1(-4)            1.7290             10.5178                 .16439 [.870]
DX1(-5)            9.8549             10.5457                 .93449 [.351]
DX1(-6)            6.3958             10.3635                 .61715 [.538]
DX1(-7)            -1.9370            9.5979                  -.20181 [.840]
DX1(-8)            28.3307            9.5586                  2.9639 [.003]
DX1(-9)            -2.9366            9.6094                  -.30560 [.760]
DX1(-10)           -1.3968            9.4901                  -.14719 [.883]
DX1(-11)           .52772             9.3517                  .056430 [.955]
DX1(-12)           7.2041             8.5079                  .84676 [.398]
DX2(-1)            -.16957            1.0506                  -.16140 [.872]
DX2(-2)            .58314             1.1427                  .51033 [.610]
DX2(-3)            -.61766            1.1818                  -.52263 [.602]
DX2(-4)            -.89004            1.2403                  -.71761 [.474]
DX2(-5)            .11611             1.2443                  .093314 [.926]
DX2(-6)            -.84131            1.2431                  -.67678 [.499]
DX2(-7)            .0055368           1.2398                  .0044658 [.996]
DX2(-8)            -.37645            1.2475                  -.30176 [.763]
DX2(-9)            .59060             1.2607                  .46848 [.640]
DX2(-10)           1.4747             1.2059                  1.2229 [.222]
DX2(-11)           -1.3274            1.1419                  -1.1624 [.246]
DX2(-12)           -.036987           1.0263                  -.036039 [.971]
*****
R-Squared          .11148              R-Bar-Squared          -.013954
S.E. of Regression 538.5348            F-stat. F( 36, 255)    .88876 [.654]
Mean of Dependent Variable 20.5483            S.D. of Dependent Variable 534.8164
Residual Sum of Squares 7.40E+07            Equation Log-likelihood -2230.9
Akaike Info. Criterion -2267.9              Schwarz Bayesian Criterion -2335.9
DW-statistic       1.9982
*****

```

```

Variable Addition Test (OLS case)
*****
Dependent variable is DY
List of the variables added to the regression:
Y(-1)          X1(-1)          X2(-1)
292 observations used for estimation from 1994M1 to 2018M4
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
CTE                67.9784              175.2497                .38789 [.698]
DY(-1)             .11172               .062304                 1.7932 [.074]
DY(-2)             .0041773            .076756                 .054423 [.957]
DY(-3)             .16259               .077300                 2.1033 [.036]
DY(-4)             .070394              .078122                 .90107 [.368]
DY(-5)             -.023379             .078000                 -2.29973 [.765]
DY(-6)             .090581              .077756                 1.1649 [.245]
DY(-7)             -.3384E-3            .078229                 -.0043258 [.997]
DY(-8)             .030235              .056290                 .53712 [.592]
DY(-9)             .11663               .056370                 2.0690 [.040]
DY(-10)            .045357              .056684                 .80017 [.424]
DY(-11)            .028629              .057101                 .50137 [.617]
DY(-12)            .032310              .057216                 .56471 [.573]
DX1(-1)            11.3167              10.4245                 1.0856 [.279]
DX1(-2)            16.1265              10.3302                 1.5611 [.120]
DX1(-3)            6.5942               10.5681                 .62397 [.533]
DX1(-4)            .86621               10.7207                 .080798 [.936]
DX1(-5)            9.7280               10.7003                 .90913 [.364]
DX1(-6)            7.3907               10.4939                 .70429 [.482]
DX1(-7)            -.81805              9.7477                  -.083923 [.933]
DX1(-8)            29.7124              9.6953                  3.0646 [.002]
DX1(-9)            -.44959              9.7336                  -.046189 [.963]
DX1(-10)           1.2037               9.5786                  .12567 [.900]
DX1(-11)           3.1805               9.3878                  .33879 [.735]
DX1(-12)           7.5852               8.4901                  .89342 [.372]
DX2(-1)            -.89501              1.1870                  -.75399 [.452]
DX2(-2)            -.082447             1.2500                  -.065957 [.947]
DX2(-3)            -1.2261              1.2713                  -.96444 [.336]
DX2(-4)            -1.3837              1.3082                  -1.0577 [.291]
DX2(-5)            -.37202              1.3032                  -.28546 [.776]
DX2(-6)            -1.2514              1.2934                  -.96749 [.334]
DX2(-7)            -.39596              1.2870                  -.30767 [.759]
DX2(-8)            -.70719              1.2814                  -.55191 [.582]
DX2(-9)            .30073               1.2865                  .23376 [.815]
DX2(-10)           1.2892               1.2211                  1.0558 [.292]
DX2(-11)           -1.4350              1.1459                  -1.2522 [.212]
DX2(-12)           -.16213              1.0228                  -.15852 [.874]
Y(-1)              -.034418             .012341                 -2.7888 [.006]
X1(-1)             6.5318               5.7402                  1.1379 [.256]
X2(-1)             .90120               .67611                  1.3329 [.184]
*****
Joint test of zero restrictions on the coefficients of additional variables:
Lagrange Multiplier Statistic      CHSQ( 3)= 10.0085 [.018]
Likelihood Ratio Statistic          CHSQ( 3)= 10.1840 [.017]
F Statistic                          F( 3, 252)= 2.9813 [.032]
*****

```

```

Ordinary Least Squares Estimation
*****
Dependent variable is DX1
292 observations used for estimation from 1994M1 to 2018M4
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
CTE                .10086              .20202                  .49923[.618]
DX1(-1)           -.18262             .062242                -2.9341[.004]
DX1(-2)           -.16081             .062970                -2.5537[.011]
DX1(-3)           -.19242             .065028                -2.9590[.003]
DX1(-4)           -.16328             .066461                -2.4568[.015]
DX1(-5)           -.011256            .066638                -1.6891[.866]
DX1(-6)           -.074697            .065486                -1.1407[.255]
DX1(-7)           -.080213            .060649                -1.3226[.187]
DX1(-8)           -.010250            .060400                -1.6970[.865]
DX1(-9)           -.062564            .060721                -1.0303[.304]
DX1(-10)          .0061072            .059967                .10184[.919]
DX1(-11)          .072282             .059093                1.2232[.222]
DX1(-12)          .021656             .053761                .40282[.687]
DX2(-1)           .012544             .0066388               1.8895[.060]
DX2(-2)           -.0044573           .0072205               -.61731[.538]
DX2(-3)           -.0015154           .0074678               -.20293[.839]
DX2(-4)           -.0048507           .0078373               -.61892[.537]
DX2(-5)           -.010197            .0078629               -1.2969[.196]
DX2(-6)           -.0096541           .0078551               -1.2290[.220]
DX2(-7)           -.016921            .0078344               -2.1599[.032]
DX2(-8)           -.015338            .0078831               -1.9457[.053]
DX2(-9)           -.0059425           .0079661               -.74597[.456]
DX2(-10)          -.0066760           .0076199               -.87613[.382]
DX2(-11)          -.5661E-3           .0072159               -.078458[.938]
DX2(-12)          -.3566E-3           .0064852               -.054983[.956]
DY(-1)            -.0043605           .3975E-3               -10.9688[.000]
DY(-2)            .5857E-3            .4858E-3               1.2056[.229]
DY(-3)            -.1217E-3           .4897E-3               -.24848[.804]
DY(-4)            -.7441E-3           .4936E-3               -1.5076[.133]
DY(-5)            -.1572E-3           .4912E-3               -.31997[.749]
DY(-6)            .5659E-3            .4877E-3               1.1602[.247]
DY(-7)            .8806E-3            .4888E-3               1.8016[.073]
DY(-8)            -.2173E-3           .3558E-3               -.61081[.542]
DY(-9)            -.2797E-3           .3553E-3               -.78709[.432]
DY(-10)           -.5563E-3           .3545E-3               -1.5691[.118]
DY(-11)           .5753E-3            .3565E-3               1.6140[.108]
DY(-12)           .9855E-3            .3576E-3               2.7557[.006]
*****
R-Squared          .45919              R-Bar-Squared          .38284
S.E. of Regression 3.4030              F-stat. F( 36, 255)    6.0143[.000]
Mean of Dependent Variable .014623            S.D. of Dependent Variable 4.3317
Residual Sum of Squares 2952.9              Equation Log-likelihood -752.1454
Akaike Info. Criterion -789.1454            Schwarz Bayesian Criterion -857.1653
DW-statistic       2.0213
*****

```

```

Variable Addition Test (OLS case)
*****
Dependent variable is DX1
List of the variables added to the regression:
Y(-1)          X1(-1)          X2(-1)
292 observations used for estimation from 1994M1 to 2018M4
*****
Regressor      Coefficient      Standard Error      T-Ratio[Prob]
CTE            3.1247           1.1016              2.8364[.005]
DX1(-1)       -.11737          .065529             -1.7911[.074]
DX1(-2)       -.11079          .064937             -1.7061[.089]
DX1(-3)       -.14995          .066433             -2.2571[.025]
DX1(-4)       -.12913          .067392             -1.9160[.056]
DX1(-5)       .010676         .067264             .15872[.874]
DX1(-6)       -.063062        .065966             -.95598[.340]
DX1(-7)       -.064516        .061275             -1.0529[.293]
DX1(-8)       .0012867        .060946             .021112[.983]
DX1(-9)       -.057754        .061187             -.94389[.346]
DX1(-10)      .0072064        .060212             .11968[.905]
DX1(-11)      .070570         .059013             1.1958[.233]
DX1(-12)      .029505         .053370             .55284[.581]
DX2(-1)       .020030         .0074618            2.6843[.008]
DX2(-2)       .0031195        .0078578            .39700[.692]
DX2(-3)       .0060621        .0079916            .75855[.449]
DX2(-4)       .0021480        .0082237            .26119[.794]
DX2(-5)       -.0037879       .0081922            -.46238[.644]
DX2(-6)       -.0036983       .0081307            -.45486[.650]
DX2(-7)       -.011116        .0080900            -1.3740[.171]
DX2(-8)       -.010666        .0080548            -1.3242[.187]
DX2(-9)       -.0017996       .0080870            -.22253[.824]
DX2(-10)      -.0037228       .0076760            -.48499[.628]
DX2(-11)      .0018034        .0072034            .25035[.803]
DX2(-12)      .0015599        .0064295            .24261[.809]
DY(-1)        -.0043158       .3917E-3            -11.0194[.000]
DY(-2)        .3741E-3        .4825E-3            .77540[.439]
DY(-3)        -.3124E-3       .4859E-3            -.64299[.521]
DY(-4)        -.9609E-3       .4911E-3            -1.9567[.051]
DY(-5)        -.4025E-3       .4903E-3            -.82086[.413]
DY(-6)        .2730E-3       .4888E-3            .55851[.577]
DY(-7)        .5656E-3       .4918E-3            1.1501[.251]
DY(-8)        -.3069E-3       .3538E-3            -.86740[.387]
DY(-9)        -.3973E-3       .3543E-3            -1.1212[.263]
DY(-10)       -.7093E-3       .3563E-3            -1.9906[.048]
DY(-11)       .3997E-3       .3589E-3            1.1137[.266]
DY(-12)       .8337E-3       .3597E-3            2.3179[.021]
Y(-1)         .3734E-4       .7758E-4            .48131[.631]
X1(-1)        -.11316         .036083             -3.1362[.002]
X2(-1)        -.0082374       .0042501            -1.9382[.054]
*****
Joint test of zero restrictions on the coefficients of additional variables:
Lagrange Multiplier Statistic      CHSQ( 3)= 12.9283[.005]
Likelihood Ratio Statistic          CHSQ( 3)= 13.2232[.004]
F Statistic                          F( 3, 252)= 3.8914[.010]
*****

```

```

Ordinary Least Squares Estimation
*****
Dependent variable is DX2
292 observations used for estimation from 1994M1 to 2018M4
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
CTE                1.1507              1.8941                 .60750 [.544]
DX2(-1)           -.41153             .062245               -6.6115 [.000]
DX2(-2)           -.31075             .067699               -4.5901 [.000]
DX2(-3)           -.34776             .070018               -4.9668 [.000]
DX2(-4)           -.12125             .073482               -1.6500 [.100]
DX2(-5)           -.061073            .073722               -.82842 [.408]
DX2(-6)           -.11467             .073648               -1.5570 [.121]
DX2(-7)           -.050857            .073454               -.69236 [.489]
DX2(-8)           -.14529             .073912               -1.9658 [.050]
DX2(-9)           -.047623            .074690               -.63762 [.524]
DX2(-10)          -.076312            .071444               -1.0681 [.286]
DX2(-11)          -.061768            .067656               -.91297 [.362]
DX2(-12)          .13856              .060804               2.2787 [.024]
DX1(-1)           1.0010              .58357                1.7152 [.088]
DX1(-2)           1.1872              .59040                2.0108 [.045]
DX1(-3)           .32836              .60969                .53856 [.591]
DX1(-4)           .011262             .62314                .018073 [.986]
DX1(-5)           -.53861             .62479                -.86207 [.389]
DX1(-6)           -.39125             .61400                -.63721 [.525]
DX1(-7)           .28587              .56864                .50274 [.616]
DX1(-8)           -.069035            .56631                -.12190 [.903]
DX1(-9)           -.37619             .56931                -.66077 [.509]
DX1(-10)          1.0672              .56225                1.8982 [.059]
DX1(-11)          .10965              .55405                .19791 [.843]
DX1(-12)          -1.0771             .50406                -2.1370 [.034]
DY(-1)            -.014975            .0037272             -4.0177 [.000]
DY(-2)            -.0073416           .0045550             -1.6118 [.108]
DY(-3)            .2092E-3            .0045909             .045568 [.964]
DY(-4)            -.9317E-4           .0046278             -.020134 [.984]
DY(-5)            -.0041745           .0046052             -.90647 [.366]
DY(-6)            -.0054587           .0045728             -1.1937 [.234]
DY(-7)            .0026854            .0045829             .58596 [.558]
DY(-8)            -.0039602           .0033363             -1.1870 [.236]
DY(-9)            .0040565            .0033314             1.2177 [.224]
DY(-10)           -.0033694           .0033241             -1.0136 [.312]
DY(-11)           .0013155            .0033423             .39359 [.694]
DY(-12)           .0024892            .0033532             .74235 [.459]
*****
R-Squared          .38316              R-Bar-Squared          .29607
S.E. of Regression 31.9059            F-stat. F( 36, 255)   4.3998 [.000]
Mean of Dependent Variable .30578            S.D. of Dependent Variable 38.0283
Residual Sum of Squares 259586.4          Equation Log-likelihood -1405.7
Akaike Info. Criterion -1442.7            Schwarz Bayesian Criterion -1510.7
DW-statistic       1.9876
*****

```

```

Variable Addition Test (OLS case)
*****
Dependent variable is DX2
List of the variables added to the regression:
Y(-1)          X1(-1)          X2(-1)
292 observations used for estimation from 1994M1 to 2018M4
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
CTE                12.3405              10.4596                 1.1798 [.239]
DX2(-1)           -.33598              .070847                 -4.7424 [.000]
DX2(-2)           -.24173              .074606                 -3.2402 [.001]
DX2(-3)           -.28458              .075877                 -3.7505 [.000]
DX2(-4)           -.064423             .078080                 -.82509 [.410]
DX2(-5)           -.0066776           .077781                 -.085852 [.932]
DX2(-6)           -.063816             .077197                 -.82667 [.409]
DX2(-7)           -.0014014           .076811                 -.018244 [.985]
DX2(-8)           -.10036              .076477                 -1.3123 [.191]
DX2(-9)           -.0061540           .076782                 -.080149 [.936]
DX2(-10)          -.041591             .072880                 -.57068 [.569]
DX2(-11)          -.036607             .068393                 -.53524 [.593]
DX2(-12)          .15482              .061045                 2.5362 [.012]
DX1(-1)           .90611              .62217                  1.4564 [.147]
DX1(-2)           1.0602              .61655                  1.7196 [.087]
DX1(-3)           .18114              .63075                  .28718 [.774]
DX1(-4)           -.15756             .63985                  -.24624 [.806]
DX1(-5)           -.75224             .63863                  -1.1779 [.240]
DX1(-6)           -.63411             .62631                  -1.0124 [.312]
DX1(-7)           .066636             .58178                  .11454 [.909]
DX1(-8)           -.29771             .57866                  -.51449 [.607]
DX1(-9)           -.61639             .58094                  -1.0610 [.290]
DX1(-10)          .84070              .57168                  1.4706 [.143]
DX1(-11)          -.083085            .56030                  -.14829 [.882]
DX1(-12)          -1.1931             .50672                  -2.3546 [.019]
DY(-1)            -.014572            .0037186                -3.9188 [.000]
DY(-2)            -.0077720           .0045811                -1.6965 [.091]
DY(-3)            -.1386E-3           .0046136                -.030049 [.976]
DY(-4)            -.7042E-3           .0046626                -.15104 [.880]
DY(-5)            -.0050536           .0046554                -1.0855 [.279]
DY(-6)            -.0064902           .0046408                -1.3985 [.163]
DY(-7)            .0015164            .0046690                .32479 [.746]
DY(-8)            -.0043918           .0033596                -1.3072 [.192]
DY(-9)            .0034172            .0033644                1.0157 [.311]
DY(-10)           -.0039744           .0033831                -1.1748 [.241]
DY(-11)           .6420E-3            .0034080                .18839 [.851]
DY(-12)           .0018636            .0034149                .54573 [.586]
Y(-1)             .1220E-3            .7366E-3                .16570 [.869]
X1(-1)            -.014659            .34259                  -.042788 [.966]
X2(-1)            -.089772            .040353                 -2.2247 [.027]
*****
Joint test of zero restrictions on the coefficients of additional variables:
Lagrange Multiplier Statistic      CHSQ( 3)= 5.8227 [.121]
Likelihood Ratio Statistic          CHSQ( 3)= 5.8815 [.118]
F Statistic                          F( 3, 252)= 1.7091 [.166]
*****

```

II. Modelo ARDL con X1 (VIX) como variable dependiente (máx. lags = 12).

a. Criterio R².

```

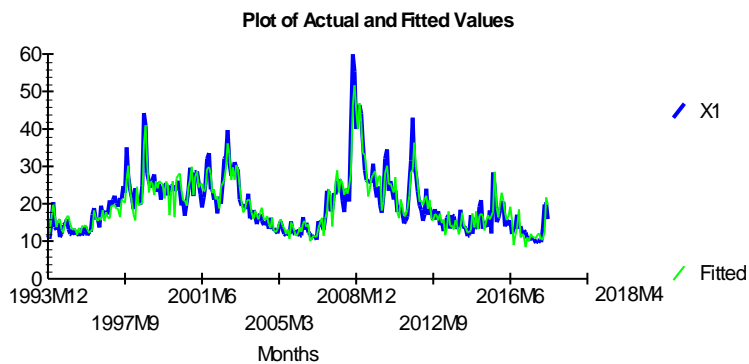
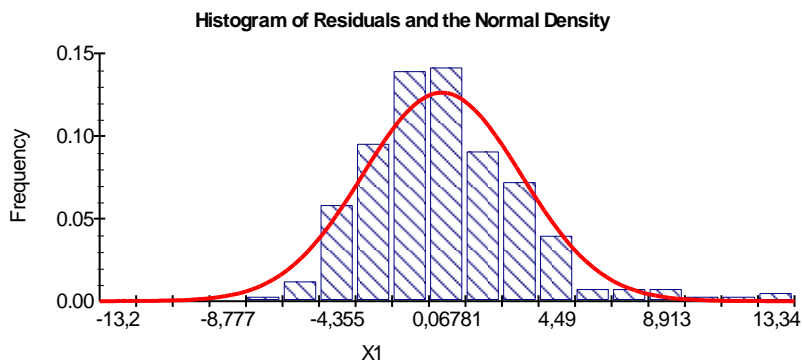
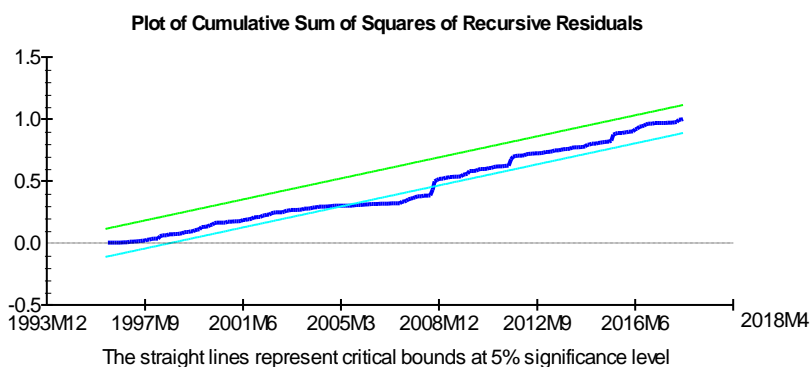
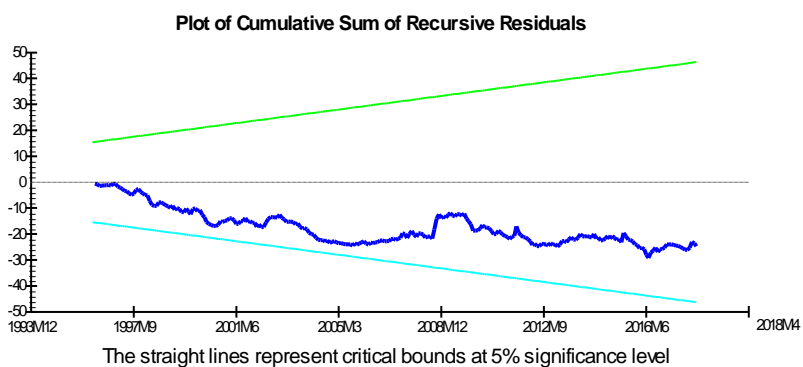
Autoregressive Distributed Lag Estimates
ARDL(10,12,2) selected based on R-BAR Squared Criterion
*****
Dependent variable is X1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
X1(-1)             .79608                .060243                 13.2144 [.000]
X1(-2)            -.015068              .076676                 -1.19651 [.844]
X1(-3)            -.029682              .077278                 -0.38409 [.701]
X1(-4)             .014899               .077253                 .19286 [.847]
X1(-5)             .14758                .076635                 1.9257 [.055]
X1(-6)            -.11427               .071978                 -1.5876 [.114]
X1(-7)            -.015179              .070177                 -0.21630 [.829]
X1(-8)             .083624               .070840                 1.1805 [.239]
X1(-9)            -.067291              .071536                 -0.94066 [.348]
X1(-10)           .082461               .054331                 1.5178 [.130]
Y                  -.4942E-3             .3847E-3                -1.2845 [.200]
Y(-1)             -.0035465             .5778E-3                -6.1383 [.000]
Y(-2)             .0045678             .6201E-3                7.3662 [.000]
Y(-3)            -.6877E-3             .6648E-3                -1.0344 [.302]
Y(-4)            -.7910E-3             .6617E-3                -1.1955 [.233]
Y(-5)             .5078E-3             .6680E-3                .76021 [.448]
Y(-6)             .9156E-3             .6672E-3                1.3722 [.171]
Y(-7)            -.9951E-4             .5874E-3                -1.6941 [.866]
Y(-8)            -.5504E-3             .4946E-3                -1.1129 [.267]
Y(-9)            -.3155E-4             .4981E-3                -0.63335 [.950]
Y(-10)           -.4333E-3             .4945E-3                -0.87619 [.382]
Y(-11)           .0011392             .4784E-3                2.3811 [.018]
Y(-12)           -.4469E-3             .3146E-3                -1.4206 [.157]
X2                 .0064580             .0060476                1.0679 [.287]
X2(-1)            .0055296             .0070285                .78673 [.432]
X2(-2)           -.020161             .0059821                -3.3702 [.001]
CTE                3.0816               1.0073                  3.0594 [.002]
*****
R-Squared          .83483                R-Bar-Squared          .81869
S.E. of Regression 3.3097                F-stat. F( 26, 266)    51.7119 [.000]
Mean of Dependent Variable 19.7265                S.D. of Dependent Variable 7.7728
Residual Sum of Squares 2913.8                Equation Log-likelihood -752.2645
Akaike Info. Criterion -779.2645                Schwarz Bayesian Criterion -828.9468
DW-statistic       2.0263
*****

```

```

Diagnostic Tests
*****
* Test Statistics * LM Version * F Version *
*****
* A:Serial Correlation*CHSQ( 12)= 12.0016[.446]*F( 12, 254)= .90404[.543]*
*
* B:Functional Form *CHSQ( 1)= 16.4590[.000]*F( 1, 265)= 15.7721[.000]*
*
* C:Normality *CHSQ( 2)= 126.1195[.000]* Not applicable *
*
* D:Heteroscedasticity*CHSQ( 1)= 26.0437[.000]*F( 1, 291)= 28.3894[.000]*
*****
A:Lagrange multiplier test of residual serial correlation
B:Ramsey's RESET test using the square of the fitted values
C:Based on a test of skewness and kurtosis of residuals
D:Based on the regression of squared residuals on squared fitted values

```

```

Error Correction Representation for the Selected ARDL Model
ARDL(10,12,2) selected based on R-BAR Squared Criterion
*****
Dependent variable is dX1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor      Coefficient      Standard Error      T-Ratio[Prob]
dX11           -.087070         .061860             -1.4075[.160]
dX12           -.10214         .062056             -1.6459[.101]
dX13           -.13182         .062119             -2.1221[.035]
dX14           -.11692         .061658             -1.8963[.059]
dX15           .030655         .061027             .50232[.616]
dX16           -.083615        .056112             -1.4901[.137]
dX17           -.098794        .055097             -1.7931[.074]
dX18           -.015170        .055111             -.27527[.783]
dX19           -.082461        .054331             -1.5178[.130]
dY             -.4942E-3       .3847E-3            -1.2845[.200]
dY1           -.0040900       .3969E-3            -10.3045[.000]
dY2           .4777E-3       .4682E-3            1.0203[.308]
dY3           -.2099E-3       .4635E-3            -.45293[.651]
dY4           -.0010010       .4652E-3            -2.1518[.032]
dY5           -.4931E-3       .4676E-3            -1.0546[.293]
dY6           .4224E-3       .4721E-3            .89476[.372]
dY7           .3229E-3       .3426E-3            .94260[.347]
dY8           -.2275E-3       .3457E-3            -.65812[.511]
dY9           -.2591E-3       .3466E-3            -.74737[.455]
dY10          -.6923E-3       .3453E-3            -2.0050[.046]
dY11          .4469E-3       .3146E-3            1.4206[.157]
dX2           .0064580       .0060476            1.0679[.287]
dX21          .020161        .0059821            3.3702[.001]
dCTE          3.0816         1.0073              3.0594[.002]
ecm(-1)       -.11685         .034019             -3.4349[.001]
*****
List of additional temporary variables created:
dX1 = X1-X1(-1)
dX11 = X1(-1)-X1(-2)
dX12 = X1(-2)-X1(-3)
dX13 = X1(-3)-X1(-4)
dX14 = X1(-4)-X1(-5)
dX15 = X1(-5)-X1(-6)
dX16 = X1(-6)-X1(-7)
dX17 = X1(-7)-X1(-8)
dX18 = X1(-8)-X1(-9)
dX19 = X1(-9)-X1(-10)
dY = Y-Y(-1)
dY1 = Y(-1)-Y(-2)
dY2 = Y(-2)-Y(-3)
dY3 = Y(-3)-Y(-4)
dY4 = Y(-4)-Y(-5)
dY5 = Y(-5)-Y(-6)
dY6 = Y(-6)-Y(-7)
dY7 = Y(-7)-Y(-8)
dY8 = Y(-8)-Y(-9)
dY9 = Y(-9)-Y(-10)
dY10 = Y(-10)-Y(-11)
dY11 = Y(-11)-Y(-12)
dX2 = X2-X2(-1)
dX21 = X2(-1)-X2(-2)
dCTE = CTE-CTE(-1)
ecm = X1 -.4226E-3*Y + .069948*X2 -26.3728*CTE
*****
R-Squared      .46680      R-Bar-Squared      .41468
S.E. of Regression  3.3097      F-stat.      F( 24, 268)      9.7030[.000]
Mean of Dependent Variable .0074061      S.D. of Dependent Variable  4.3260
Residual Sum of Squares  2913.8      Equation Log-likelihood      -752.2645
Akaike Info. Criterion  -779.2645      Schwarz Bayesian Criterion  -828.9468
DW-statistic    2.0263
*****
R-Squared and R-Bar-Squared measures refer to the dependent variable dX1 and in cases
where the error correction model is highly restricted, these measures could become
negative.

```

```

Estimated Long Run Coefficients using the ARDL Approach
ARDL(10,12,2) selected based on R-BAR Squared Criterion
*****
Dependent variable is X1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor      Coefficient      Standard Error      T-Ratio[Prob]
Y              .4226E-3         .6377E-3            .66267[.508]
X2            -.069948         .035040             -1.9962[.047]
CTE           26.3728         7.3783              3.5744[.000]
*****

```

b. Criterio AIC.

```

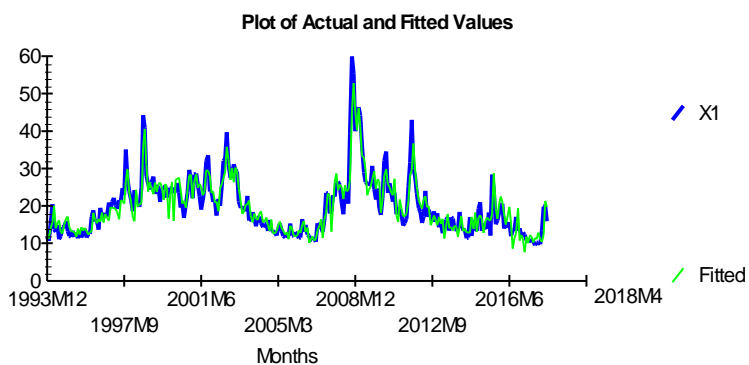
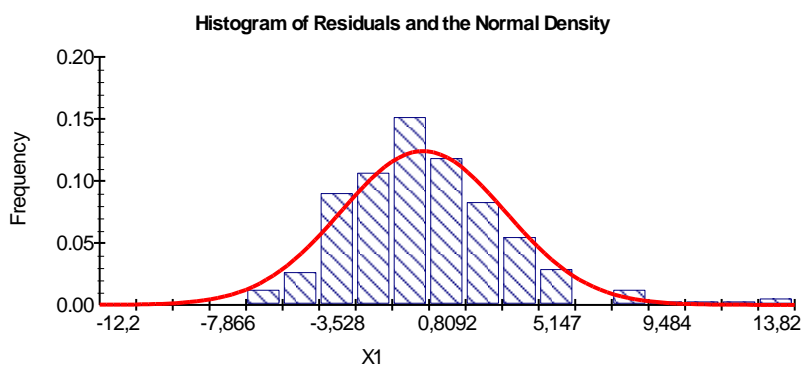
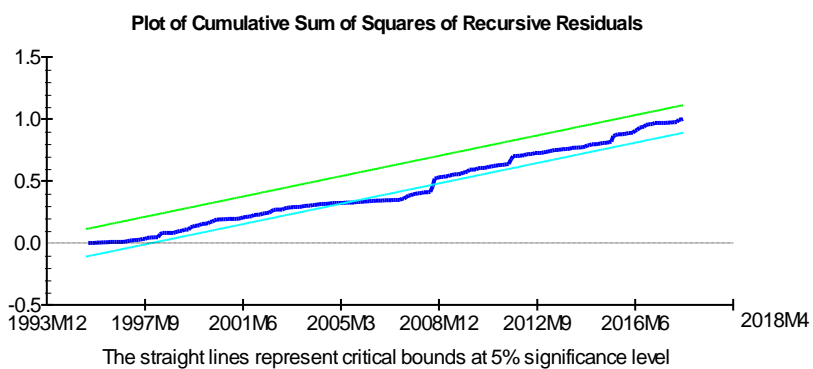
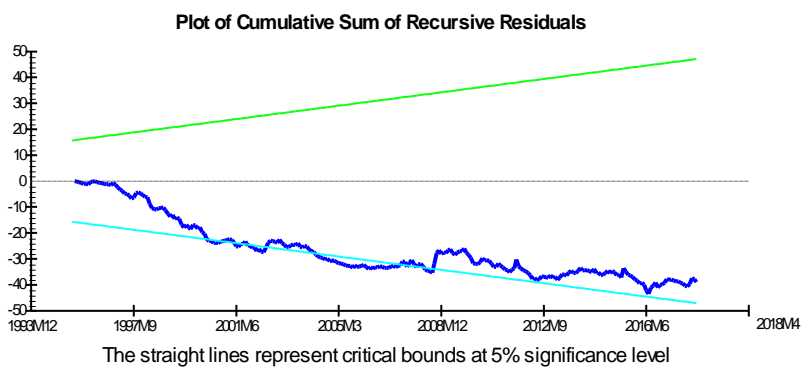
Autoregressive Distributed Lag Estimates
ARDL(8,5,2) selected based on Akaike Information Criterion
*****
Dependent variable is X1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor      Coefficient      Standard Error      T-Ratio[Prob]
X1(-1)         .79801          .059131             13.4958[.000]
X1(-2)        -.026094        .075967             -.34349[.731]
X1(-3)        -.026722        .076326             -.35010[.727]
X1(-4)         .059379         .067826             .87546[.382]
X1(-5)         .097104         .063736             1.5235[.129]
X1(-6)        -.12603         .063139             -1.9961[.047]
X1(-7)         .018985         .063295             .29995[.764]
X1(-8)         .087877         .048110             1.8266[.069]
Y             -.5294E-3       .3753E-3            -1.4105[.160]
Y(-1)         -.0036350       .5629E-3            -6.4579[.000]
Y(-2)         .0047091        .6102E-3            7.7170[.000]
Y(-3)         -.7037E-3       .6644E-3            -1.0591[.290]
Y(-4)         -.8070E-3       .6593E-3            -1.2240[.222]
Y(-5)         .0010013        .4639E-3            2.1582[.032]
X2            .0077417        .0058467            1.3241[.187]
X2(-1)        .0028997        .0067304            .43083[.667]
X2(-2)        -.018246        .0058420            -3.1232[.002]
CTE           3.1438         .98425              3.1941[.002]
*****
R-Squared      .82870          R-Bar-Squared      .81811
S.E. of Regression  3.3150        F-stat.      F( 17, 275)  78.2571[.000]
Mean of Dependent Variable  19.7265      S.D. of Dependent Variable  7.7728
Residual Sum of Squares  3022.0       Equation Log-likelihood  -757.6074
Akaike Info. Criterion  -775.6074    Schwarz Bayesian Criterion  -808.7290
DW-statistic   2.0130
*****

```

```

Diagnostic Tests
*****
*      Test Statistics      *      LM Version      *      F Version      *
*****
* A:Serial Correlation*CHSQ( 12)= 10.8672[.540]*F( 12, 263)= .84419[.605]*
*
* B:Functional Form *CHSQ( 1)= 16.5709[.000]*F( 1, 274)= 16.4253[.000]*
*
* C:Normality *CHSQ( 2)= 133.9108[.000]* Not applicable *
*
* D:Heteroscedasticity*CHSQ( 1)= 24.3415[.000]*F( 1, 291)= 26.3657[.000]*
*****
A:Lagrange multiplier test of residual serial correlation
B:Ramsey's RESET test using the square of the fitted values
C:Based on a test of skewness and kurtosis of residuals
D:Based on the regression of squared residuals on squared fitted values

```



```

Error Correction Representation for the Selected ARDL Model
ARDL(8,5,2) selected based on Akaike Information Criterion
*****
Dependent variable is dX1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor      Coefficient      Standard Error      T-Ratio[Prob]
dX11           -.084498         .060256             -1.4023[.162]
dX12           -.11059         .059135             -1.8702[.063]
dX13           -.13731         .059463             -2.3092[.022]
dX14           -.077935        .051432             -1.5153[.131]
dX15           .019169         .049938             .38385[.701]
dX16           -.10686         .048129             -2.2203[.027]
dX17           -.087877        .048110             -1.8266[.069]
dY             -.5294E-3       .3753E-3            -1.4105[.160]
dY1            -.0041998       .3894E-3            -10.7864[.000]
dY2            .5094E-3       .4653E-3            1.0948[.275]
dY3            -.1943E-3       .4608E-3            -.42166[.674]
dY4            -.0010013      .4639E-3            -2.1582[.032]
dX2            .0077417       .0058467            1.3241[.187]
dX21           .018246        .0058420            3.1232[.002]
dCTE           3.1438         .98425              3.1941[.002]
ecm(-1)        -.11749        .031167             -3.7697[.000]
*****
List of additional temporary variables created:
dX1 = X1-X1(-1)
dX11 = X1(-1)-X1(-2)
dX12 = X1(-2)-X1(-3)
dX13 = X1(-3)-X1(-4)
dX14 = X1(-4)-X1(-5)
dX15 = X1(-5)-X1(-6)
dX16 = X1(-6)-X1(-7)
dX17 = X1(-7)-X1(-8)
dY = Y-Y(-1)
dY1 = Y(-1)-Y(-2)
dY2 = Y(-2)-Y(-3)
dY3 = Y(-3)-Y(-4)
dY4 = Y(-4)-Y(-5)
dX2 = X2-X2(-1)
dX21 = X2(-1)-X2(-2)
dCTE = CTE-CTE(-1)
ecm = X1 -.3008E-3*Y + .064722*X2 -26.7578*CTE
*****
R-Squared      .44699          R-Bar-Squared     .41281
S.E. of Regression  3.3150        F-stat.   F( 15, 277)  14.8187[.000]
Mean of Dependent Variable  .0074061      S.D. of Dependent Variable  4.3260
Residual Sum of Squares  3022.0        Equation Log-likelihood  -757.6074
Akaike Info. Criterion  -775.6074     Schwarz Bayesian Criterion  -808.7290
DW-statistic    2.0130
*****
R-Squared and R-Bar-Squared measures refer to the dependent variable dX1 and in cases
where the error correction model is highly restricted, these measures could become
negative.

```

```
Estimated Long Run Coefficients using the ARDL Approach
ARDL(8,5,2) selected based on Akaike Information Criterion
*****
Dependent variable is X1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor      Coefficient      Standard Error      T-Ratio[Prob]
Y              .3008E-3         .5992E-3            .50190[.616]
X2            -.064722         .033694             -1.9209[.056]
CTE           26.7578         7.1607              3.7367[.000]
*****
```

c. Criterio BIC.

```

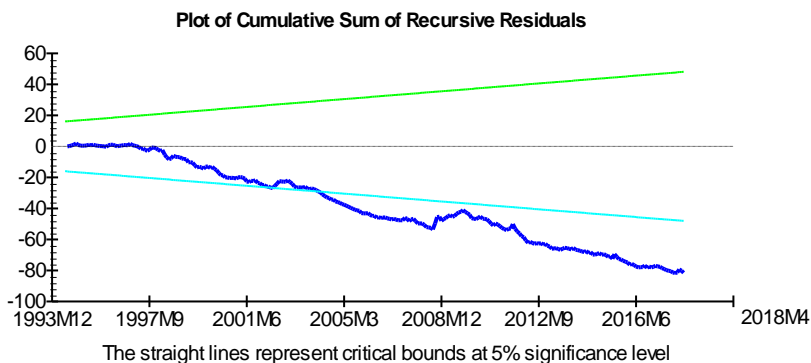
Autoregressive Distributed Lag Estimates
ARDL(1,2,0) selected based on Schwarz Bayesian Criterion
*****
Dependent variable is X1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
X1(-1)             .84548                .025792                 32.7803[.000]
Y                  -.6235E-3            .3796E-3                -1.6428[.102]
Y(-1)              -.0038010            .5557E-3                -6.8400[.000]
Y(-2)              .0044610             .3789E-3                11.7726[.000]
X2                 -.0039633            .0032649                -1.2139[.226]
CTE                3.3701               .92374                  3.6483[.000]
*****
R-Squared          .81079               R-Bar-Squared          .80750
S.E. of Regression 3.4103              F-stat. F( 5, 287)    245.9719[.000]
Mean of Dependent Variable 19.7265           S.D. of Dependent Variable 7.7728
Residual Sum of Squares 3337.9             Equation Log-likelihood -772.1730
Akaike Info. Criterion -778.1730          Schwarz Bayesian Criterion -789.2136
DW-statistic       2.0171             Durbin's h-statistic  -.16265[.871]
*****

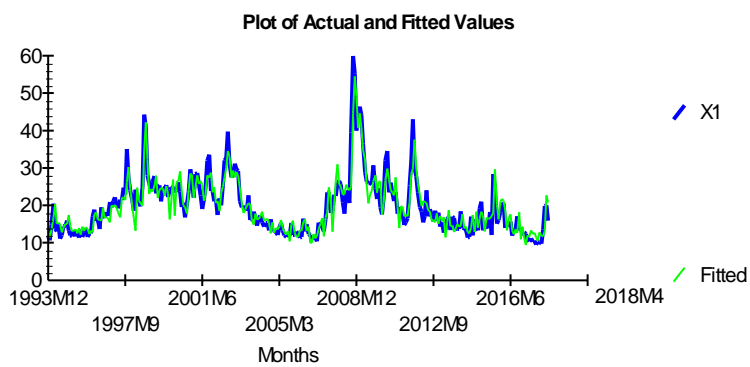
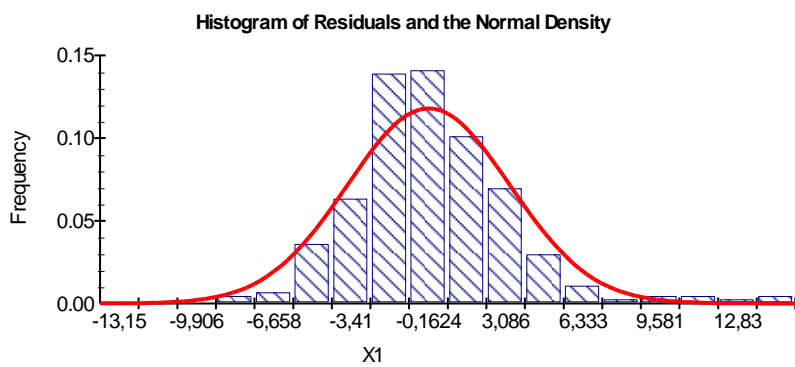
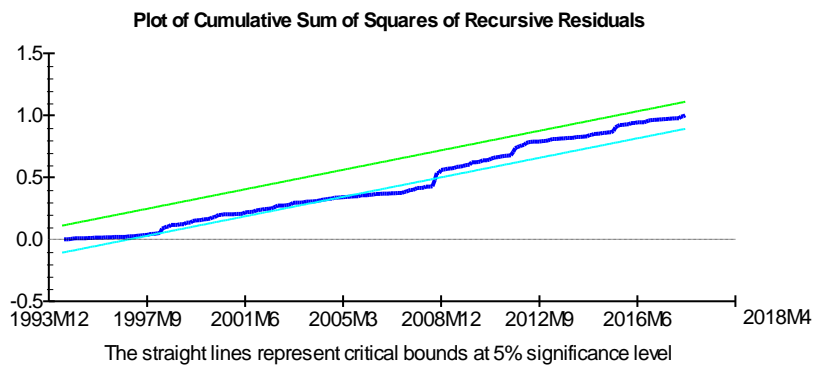
```

```

Diagnostic Tests
*****
* Test Statistics * LM Version * F Version *
*****
* A:Serial Correlation*CHSQ( 12)= 19.3085[.081]*F( 12, 275)= 1.6167[.087]*
* * * * *
* B:Functional Form *CHSQ( 1)= 2.4940[.114]*F( 1, 286)= 2.4553[.118]*
* * * * *
* C:Normality *CHSQ( 2)= 151.5977[.000]* Not applicable *
* * * * *
* D:Heteroscedasticity*CHSQ( 1)= 29.1210[.000]*F( 1, 291)= 32.1140[.000]*
*****
A:Lagrange multiplier test of residual serial correlation
B:Ramsey's RESET test using the square of the fitted values
C:Based on a test of skewness and kurtosis of residuals
D:Based on the regression of squared residuals on squared fitted values

```






```

Error Correction Representation for the Selected ARDL Model
ARDL(1,2,0) selected based on Schwarz Bayesian Criterion
*****
Dependent variable is dX1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
dY                 -.6235E-3             .3796E-3                -1.6428[.102]
dY1                -.0044610             .3789E-3                -11.7726[.000]
dX2                -.0039633             .0032649                -1.2139[.226]
dCTE               3.3701                .92374                  3.6483[.000]
ecm(-1)            -.15452                .025792                 -5.9909[.000]
*****
List of additional temporary variables created:
dX1 = X1-X1(-1)
dY = Y-Y(-1)
dY1 = Y(-1)-Y(-2)
dX2 = X2-X2(-1)
dCTE = CTE-CTE(-1)
ecm = X1 -.2362E-3*Y + .025649*X2 -21.8099*CTE
*****
R-Squared          .38918                R-Bar-Squared          .37854
S.E. of Regression 3.4103                F-stat. F( 4, 288)    45.7156[.000]
Mean of Dependent Variable .0074061            S.D. of Dependent Variable 4.3260
Residual Sum of Squares 3337.9                Equation Log-likelihood -772.1730
Akaike Info. Criterion -778.1730            Schwarz Bayesian Criterion -789.2136
DW-statistic       2.0171
*****
R-Squared and R-Bar-Squared measures refer to the dependent variable dX1 and in cases
where the error correction model is highly restricted, these measures could become
negative.

```

```

Estimated Long Run Coefficients using the ARDL Approach
ARDL(1,2,0) selected based on Schwarz Bayesian Criterion
*****
Dependent variable is X1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
Y                  .2362E-3             .4649E-3                .50818[.612]
X2                 -.025649             .021814                 -1.1758[.241]
CTE                21.8099              5.2433                  4.1596[.000]
*****

```

d. Criterio HQ.

```

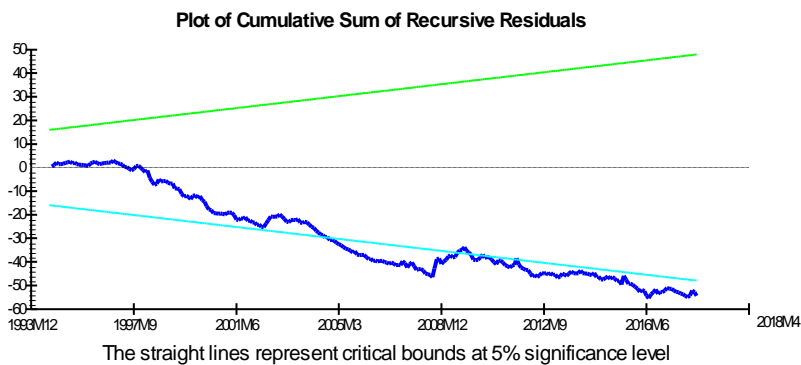
Autoregressive Distributed Lag Estimates
ARDL(1,2,2) selected based on Hannan-Quinn Criterion
*****
Dependent variable is X1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor          Coefficient          Standard Error          T-Ratio[Prob]
X1(-1)              .84017                .025716                 32.6716[.000]
Y                   -.6754E-3             .3771E-3                -1.7911[.074]
Y(-1)              -.0035850             .5650E-3                -6.3446[.000]
Y(-2)              .0042974             .3902E-3                11.0146[.000]
X2                  .0047462             .0058333                .81363[.417]
X2(-1)             .9328E-3             .0067339                .13853[.890]
X2(-2)            -.012762             .0056064                -2.2764[.024]
CTE                 3.8805               .93701                  4.1413[.000]
*****
R-Squared           .81524               R-Bar-Squared           .81070
S.E. of Regression  3.3819              F-stat. F( 7, 285)     179.6450[.000]
Mean of Dependent Variable  19.7265             S.D. of Dependent Variable  7.7728
Residual Sum of Squares  3259.5             Equation Log-likelihood  -768.6914
Akaike Info. Criterion  -776.6914          Schwarz Bayesian Criterion  -791.4121
DW-statistic        2.0325             Durbin's h-statistic    -3.0970[.757]
*****

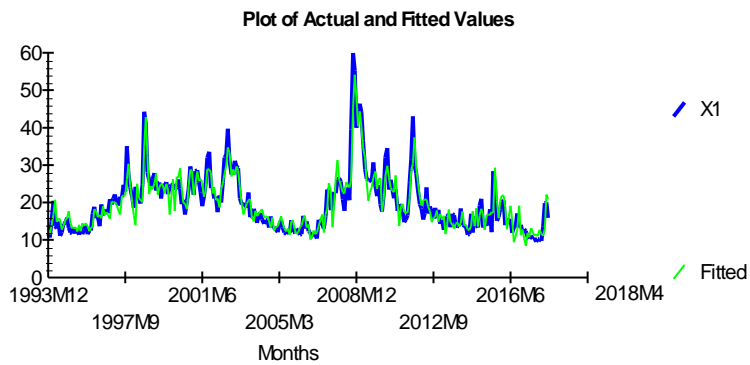
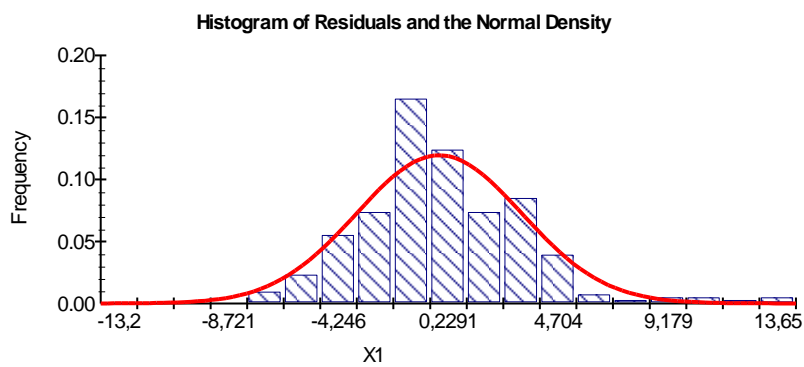
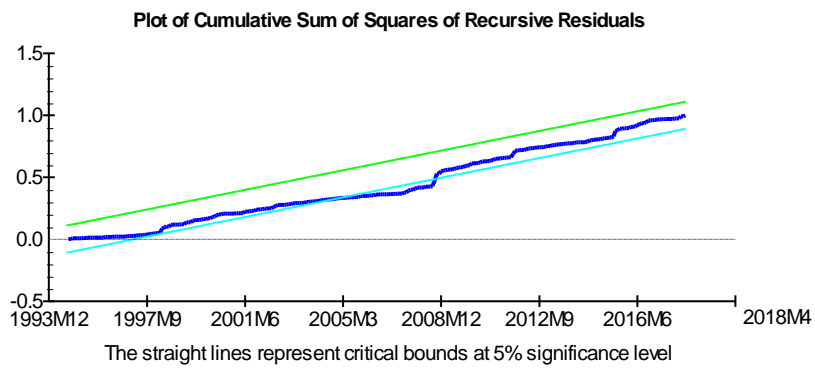
```

```

Diagnostic Tests
*****
* Test Statistics *          LM Version          *          F Version          *
*****
* A:Serial Correlation*CHSQ( 12)= 18.5950[.099]*F( 12, 273)= 1.5416[.109]*
*
* B:Functional Form *CHSQ( 1)= 4.8066[.028]*F( 1, 284)= 4.7366[.030]*
*
* C:Normality *CHSQ( 2)= 110.7876[.000]* Not applicable *
*
* D:Heteroscedasticity*CHSQ( 1)= 28.3919[.000]*F( 1, 291)= 31.2237[.000]*
*****
A:Lagrange multiplier test of residual serial correlation
B:Ramsey's RESET test using the square of the fitted values
C:Based on a test of skewness and kurtosis of residuals
D:Based on the regression of squared residuals on squared fitted values

```





```

Error Correction Representation for the Selected ARDL Model
ARDL(1,2,2) selected based on Hannan-Quinn Criterion
*****
Dependent variable is dX1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor      Coefficient      Standard Error      T-Ratio[Prob]
dY             -.6754E-3        .3771E-3            -1.7911[.074]
dY1            -.0042974        .3902E-3            -11.0146[.000]
dX2            .0047462         .0058333            .81363[.417]
dX21           .012762          .0056064            2.2764[.024]
dCTE           3.8805           .93701              4.1413[.000]
ecm(-1)        -.15983          .025716             -6.2152[.000]
*****
List of additional temporary variables created:
dX1 = X1-X1(-1)
dY = Y-Y(-1)
dY1 = Y(-1)-Y(-2)
dX2 = X2-X2(-1)
dX21 = X2(-1)-X2(-2)
dCTE = CTE-CTE(-1)
ecm = X1 -.2320E-3*Y + .044318*X2 -24.2789*CTE
*****
R-Squared      .40353          R-Bar-Squared      .38888
S.E. of Regression  3.3819        F-stat.      F( 5, 287)  38.5619[.000]
Mean of Dependent Variable .0074061      S.D. of Dependent Variable  4.3260
Residual Sum of Squares  3259.5        Equation Log-likelihood  -768.6914
Akaike Info. Criterion  -776.6914     Schwarz Bayesian Criterion  -791.4121
DW-statistic      2.0325
*****
R-Squared and R-Bar-Squared measures refer to the dependent variable dX1 and in cases
where the error correction model is highly restricted, these measures could become
negative.

```

```

Estimated Long Run Coefficients using the ARDL Approach
ARDL(1,2,2) selected based on Hannan-Quinn Criterion
*****
Dependent variable is X1
293 observations used for estimation from 1993M12 to 2018M4
*****
Regressor      Coefficient      Standard Error      T-Ratio[Prob]
Y              .2320E-3         .4457E-3            .52067[.603]
X2             -.044318         .023141             -1.9152[.056]
CTE            24.2789          5.1942              4.6743[.000]
*****

```