



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

**Los efectos de negociación en las commodities: oro,  
petróleo y cobre.**

Autor: Rocío Madruga Pérez-Mínguez

Tutor: Isabel Figuerola-Ferreti Garrigues

MADRID  
2018

Rocío Madruga  
Pérez-Mínguez

# LOS EFECTOS DE NEGOCIACIÓN EN LAS COMMODITIES: ORO, PETRÓLEO Y COBRE



# ÍNDICE

Abstract

Resumen

1. Introducción.....	6
1.1.    Objetivos.....	7
2. Burbujas Financieras.....	10
2.1 Definición de Burbuja .....	10
2.2 Breve descripción de burbujas en la historia .....	12
2.3 Crisis 2008.....	15
2.3.1 Causas de la crisis de 2008 .....	15
2.3.2 Consecuencias de la crisis de 2008 en general .....	17
2.3.3 Consecuencias de la crisis de 2008 en el mercado de las commodities .....	19
3. Commodities.....	21
3.1 Oro .....	21
3.1.1 La importancia del Oro en la economía.....	21
3.1.2 Cuadro de precios del petróleo 2005-2017.....	22
3.1.4 Estudios realizados sobre la detección de burbujas en el Oro .....	23
3.2 Petróleo.....	24
3.2.1 Importancia del Petróleo en la economía .....	24
3.2.3 Cuadro de precios del petróleo 2005-2017.....	25
3.2.4 Estudios realizados sobre la detección de burbujas en el petróleo.....	26
3.3 Cobre .....	28
3.3.1 Importancia del cobre en la economía.....	28
3.3.3 Cuadro de precios del cobre 2005-2017 .....	29
3.3.4 Estudios realizados sobre la detección de burbujas en el cobre.....	30
4. Volumen y Open Interest .....	30
4.1. Definición de conceptos: volumen y open interest.....	30
4.2. Relación Volumen-Precio .....	31

4.3. Estudio.....	33
4.3.1 Estudio Oro .....	34
4.3.2 Estudio Cobre.....	38
4.3.3. Estudio Petróleo Crudo.....	40
5. Análisis de la volatilidad.....	43
5.1. Volatilidad Oro .....	44
5.2. Volatilidad Cobre.....	48
5.3. Volatilidad petróleo.....	49
6. Conclusiones.....	52
7. Bibliografía.....	54

## Abstract

The Century that we are living nowadays has been witness of several bubbles that in some occasions have led to strong financial crisis. That is why several authors have studied bubbles and how to identify them, something that has not been done before. This paper focuses on the study of bubbles in three commodities: gold, copper and crude oil. The paper is divided in two parts: one is theoretical and the other one is more practical. These commodities have been chosen for their significance in the modern world either for their industry purposes, their investment or speculation purposes or their day-to-day use. The reader will face an exposition of what is considered a bubble, a brief history line of them and a more enlarged explanation of the crisis of 2008. The paper goes on analyzing the importance of these commodities, the reasons for their price movements in the period 2005 to 2017 and the studies conducted by economic authors to search for bubble behavior in the same period. This period has been chosen in order to see the effects of the global crisis of 2008 in their prices and volume. The practical section of this paper starts with some studies that confirm some relation between price and volume. The study conducted finds the rolling correlation of futures prices of the commodities when there has been identified bubble behavior and also a study of the volatility in the period that we are studying.

## Resumen

El siglo en el que vivimos ha sido testigo de numerosas burbujas algunas de las cuales han causado crisis financieras que han afectado gravemente a la mayor parte de los países, sobre todo a los de Occidente. Esta es la razón por la cual autores académicos han realizado estudios sobre las burbujas y su identificación, algo que antes no se había estudiado. Este trabajo de fin de grado se centra en tres activos: oro, cobre y petróleo crudo. El documento se divide en dos partes: una parte teórica y otra práctica. Estos activos han sido elegidos por su importancia en el mundo moderno tanto si es por su uso industrial como financiero o especulativo o por su simple uso del día a día. El lector se encontrará con una exposición sobre qué se considera una burbuja, una breve línea histórica sobre las burbujas y una exposición más extensa sobre la crisis de 2008. El documento prosigue analizando la importancia económica de estas commodities, las

razones por los cambios en sus precios en el período de 2005 a 2017 y los estudios llevados a cabo por los académicos buscando comportamiento de burbuja en ese período. El período ha sido elegido para poder ver los efectos de la crisis de 2008 sobre los precios y volúmenes de los activos. La sección práctica del documento se inicia con la exposición de estudios que ratifican la relación entre precio y volumen. El estudio se lleva a cabo realizando correlaciones entre los precios y volúmenes de los futuros en los momentos en que los autores han identificado comportamiento de burbuja y también se realiza un estudio de la volatilidad en el período objeto de estudio.

## **1. Introducción**

Este trabajo tiene como propósito aportar nuevas variables a los estudios realizados relativos a analizar la existencia de una burbuja financiera en ciertos activos. Se busca establecer una relación entre el volumen y el precio analizando los movimientos en las fechas señaladas por estudios econométricos realizados previamente.

Antes de la crisis financiera de 2007 las burbujas financieras sobre el precio de activos, las conocidas como “Asset Price Bubbles” eran tratadas como excepciones difícilmente detectables y que, en caso de existir, los bancos centrales serían capaces de asumir las consecuencias. Esta perspectiva cambió tras la crisis global de 2007, cuando personas como Alan Greenspan, antiguo gobernador de la Reserva Federal, se apartó públicamente de la política seguida anteriormente respecto a las burbujas y estableció que debían prestar más atención a las burbujas sobre activos (Jordà et al. 2015).

Una de las consecuencias de la burbuja inmobiliaria fue la aparición y estudio de burbujas financieras en otro tipo de activos. Lo que ha promovido la creación de numerosos métodos y técnicas econométricas para predecir la existencia de burbujas financieras, es en ese camino en el que se orienta este trabajo de fin de grado. En incorporar unas variables a este tipo de estudio como detallaremos más adelante.

Nos encontramos ante una situación global claramente afectada por lo ocurrido tras la crisis de 2007. En Estados Unidos, cuna de la crisis, Better Markets, Inc. (2015)

estimó que la crisis costó 20 trillones de dólares, teniendo en cuenta lo que se perdió y lo que se pudo haber perdido si no hubiese actuado el Estado. En España, según el Tribunal de Cuentas, el coste del proceso de restructuración bancaria fue superior a los 60 mil millones de euros, aproximadamente un 6% del PIB español. No cabe duda de que la crisis financiera ha repercutido tanto económicamente como socialmente en el mundo y ello ha llevado a que se hayan redactado y estudiado todo lo relativo a ella.

Hasta ahora numerosos han sido los estudios realizados sobre las burbujas financieras, entre ellos podemos destacar a los realizados por Coakley et al. (2016); Caballero et al. (2008); Phillips & Yu (2011); Figuerola-Ferreti et al. (2015) y en los que nos basaremos para incluir estas nuevas variables. Todos estos estudios tienen un denominador común, sus trabajos se centran en el estudio del precio de los activos analizado con diferentes test, metodologías y variables, pero ninguno se centra en estudiar el volumen y el open interest de estos contratos.

Estas variables son relevantes ya que, por un lado, el open interest nos interesa porque si es ascendente nos indica que la tendencia en el precio se mantendrá en cambio si este disminuye nos indica que esa tendencia está llegando a su fin. Por otro lado, el volumen mide la intensidad o la fuerza detrás de una tendencia en el precio. Se dice que el volumen reacciona antes que el precio de tal forma que analizándolo se puede predecir los movimientos que tendrá el precio.

En consecuencia, si aportamos estas variables a los estudios realizados y comprobamos que cumplen su definición se podrá relacionar ambos y establecer unas conclusiones que permitan su utilización en futuros estudios de predicción de burbujas financieras.

### 1.1. Objetivos

El objetivo principal es el denominado al inicio en el propósito de la investigación. A continuación, detallaremos los objetivos concretos del trabajo:

- Estudiar las diferentes commodities y su importancia en cada sector económico y globalmente.

- Describir los términos volumen y open interest y razonar porqué se trata de variables para tener en cuenta.
- Identificar como la crisis financiera de 2007 y sus consecuencias han afectado a los activos objeto de estudio.
- Comparar las fechas señaladas por estudios previos como significativas por movimientos extraordinarios en el precio y relacionarla con el volumen y open interest.
- Establecer la relación existente entre precio y volumen en momentos en los que ocurre una burbuja en el activo.

Este trabajo se ha llevado a cabo empleando datos primarios y secundarios acotándolos a un periodo de tiempo entre el 1 de enero de 2005 y el 1 de enero de 2017 recopilados de la web investing.com. Este período de tiempo ha sido elegido para captar los inicios, desarrollo y consecuencias de la crisis financiera de 2008.

Los datos primarios son numéricos por lo que se ha empleado el software Excel para su análisis. Estos datos han sido recopilados del sitio web investing.com. Los datos recogen el precio, volumen y open interest de las commodities (oro, petróleo, cobre y arroz) mensualmente y semanalmente en el período 2005-2017 mencionado.

Este trabajo de fin de grado está compuesto de seis capítulos. El primero de ellos recogerá el propósito y objetivo principal del estudio y una contextualización del mismo, estableciendo los objetivos concretos y metodología a seguir, será al que denominaremos “Introducción”.

El segundo capítulo recogerá una breve definición de burbuja financiera. A esta definición le añadiremos un repaso de las grandes burbujas de la historia que nos ayudará a identificar las características comunes de una burbuja que enunciaremos previamente. Posteriormente, nos centraremos en la burbuja inmobiliaria de 2007 a la que dedicaremos un sub-apartado completo para analizar las causas y consecuencias de la misma tanto para el mundo en general como para el mercado de commodities en particular.



El tercer capítulo estará dedicado a los activos o commodities objeto de estudio, es decir al oro, petróleo y cobre. Cada sub-apartado establecerá unas nociones básicas sobre este activo y su importancia para la economía, a esto se añadirá un breve estudio de los movimientos de su precio durante el período estudiado y se concluirá con una recopilación de las fechas en las que estudios anteriores han detectado burbujas en el activo empleado métodos econométricos. Este capítulo se denominará “Commodities”

El cuarto capítulo se denominará “Volumen y Open Interest”. En su primer apartado se definirá conceptualmente estos términos y se explicará su importancia para incluirlos en el estudio de las burbujas financieras. En el siguiente se establecerá la relación entre las variables: precio y volumen. Para conseguirlo veremos los estudios que han estudiado la posibilidad de una relación entre ambas. Este capítulo recoge el estudio llevado a cabo mediante “Rolling Correlations” que emplea una ventana de un mes sobre datos semanales. Este estudio se realizará sobre varios escenarios. Estos escenarios son el período detectado por cada autor analizado en este trabajo como comportamiento explosivo o identificación de una burbuja. .

En el quinto capítulo se estudiarán las volatilidades de los activos a lo largo del período estudiado relacionándolas con los índices de la CBOE y se analizarán las situaciones económicas que han podido llevar a grandes movimientos que han podido influir en los efectos de la negociación del oro, cobre, y petróleo crudo.

El sexto capítulo se llama “Conclusiones” y busca establecer unas conclusiones claras basadas en los resultados y explicaciones de los capítulos anteriores de tal forma que pueda servir como ayuda a posteriores estudios sobre el tema.

El séptimo capítulo es la bibliografía en ella se recogen los artículos y estudios empleados en la realización de este trabajo de fin de grado.

## **2. Burbujas Financieras**

La economía es entendida en todo el mundo como un ciclo. Burns y Mitchell (1946) establecieron la definición tradicional de ciclo económico: “Los ciclos económicos son una forma de fluctuación que se encuentra en la actividad agregada de las naciones que organizan su trabajo principalmente en empresas: un ciclo consiste en expansiones que ocurren al mismo tiempo en múltiples actividades económicas, seguidas de recesiones de igual modo generales, contracciones y recuperaciones que se funden con la fase expansiva del ciclo siguiente.”. A lo largo de la historia estas recesiones mencionadas han sido más profundas y han derivado en una depresión, esto ocurre cuando en la parte expansiva del ciclo se desarrollan una serie de actividades que no son reguladas, normalmente un aumento de precios que no se equivale al valor real de los recursos, y crean una burbuja financiera.

### **2.1 Definición de Burbuja**

El término burbuja, en el ámbito financiero, se refiere a una situación en la que el precio del activo se encuentra muy por encima de su valor intrínseco, normalmente debido a la inflación que la propia burbuja genera.

La creación de una burbuja comienza siempre con la falta de los actores del mercado para identificarla y creer que ese aumento de precios es razonable a pesar de no encontrarse sostenido por las técnicas de valoración. Los autores como Caballero entienden que una burbuja debe persistir por al menos diez días para entenderla como económicamente interesante.

El aumento de precio de un activo financiero puede ser adecuado o irracional (Endovitsky & Bocharova, 2004). Es adecuado cuando existe una mejora real en el sector de producción del activo: se puede deber a mejoras en condiciones de trabajo, descubrimientos, resultados positivos, etc.

Sin embargo, cuando ese aumento de precios no se encuentra respaldado por ninguna mejora en el sector nos encontramos ante una burbuja financiera. Este aumento se puede deber a diversas razones: por efecto manada de los inversores, por una regulación

imperfecta del Mercado, por liberalización financiera, etc. Este hecho es peligroso para la economía, pues las burbujas financieras crean distorsiones en las inversiones y en el consumo que en primer lugar lideran una expansión económica a la que prosigue inflación y crisis económica. Existe consenso generalizado de que las burbujas financieras crean una deslocalización de los recursos y que pueden tener efectos serios en la economía. En ocasiones la actuación del Estado puede suavizar estas fluctuaciones cíclicas de tal forma que se reduzcan las pérdidas y en otras ocasiones, cuando la actuación del Estado no es la adecuada puede conllevar un alargamiento o extensión de la burbuja financiera. (Tikhonov et al. 2016)

Algunos autores creen que ese crecimiento económico se debe a una mejora en el bienestar de las familias, lo que lidera un mayor gasto en consumo de éstas. Sin embargo, otros autores se centran en la baja correlación que muestran sus estudios econométricos entre los gastos en consumo y los índices de acciones (Moiseyev, 2005). Estos se basan en la explicación de que lo que ganan las familias en especulación financiera se destina al ahorro en fondos de pensiones y no influye en sus costes.

Phillips y Yu en su trabajo realizado en 2011 desarrollan el concepto de burbuja financiera, recalcando sus características. En su estudio establecen que las condiciones que hacen que crezca una burbuja financiera surgen cuando el precio del activo se eleva superando su valor fundamental o intrínseco, calculándose este último como el valor descontado de los flujos de caja que la propiedad del activo puede generar. Resaltan que se debe tener en cuenta que los tipos de interés son variables y, por tanto, el perfil temporal de del tipo de interés empleado para realizar el descuento puede tener efectos considerables en el establecimiento del precio fundamental y puede llegar a generar un comportamiento de precio explosivo.

Foster y Magdoff (2009) en su artículo establecen cinco fases de una burbuja financiera:

- La aparición de una oferta novedosa. Esta oferta novedosa puede ser un mercado nuevo, un nuevo tipo de tecnología revolucionaria, un producto innovador, etc.
- La segunda fase consta de una expansión del crédito. Lo que implica que personas físicas y jurídicas han obtenido más deuda. Esta fase es necesaria para poder alimentar la burbuja.

- La tercera fase recoge el efecto manada de los inversores, el afán especulador. Este viene caracterizado por un incremento rápido de la cantidad de la deuda y una reducción al mismo ritmo de la calidad de la misma. La obtención de deuda es empleada para acumular activos financieros sin tener en cuenta los flujos de caja futuros estimados, pero basándose en la suposición de un aumento del valor de esos activos. Esto es lo que el reconocido economista Hyman Minsky denominó “esquemas Ponzi” o hiper-especulación.
- Los problemas financieros forman la cuarta etapa de las burbujas. Estos problemas financieros marcan un cambio en la dirección del mercado financiero, normalmente impulsados por algún evento externo.
- La fase final es el colapso y pánico, caracterizado por una frenética venta de los activos en busca de liquidez.

En todas las burbujas que comentaremos a continuación observaremos que se cumplen estas cinco etapas definidas por los autores. Podremos observar como las actuaciones de los inversores y las expectativas que tienen sobre el bien afectan al valor que se entiende del mismo y lidera una alteración en los mercados.

## 2.2 Breve descripción de burbujas en la historia

A lo largo de la historia los ciclos económicos se han visto alterados por la presencia de diversas burbujas financieras y crisis económicas que en muchas ocasiones tienen su fundamento en una burbuja.

La primera burbuja financiera estudiada es la crisis de los tulipanes holandesa de 1634 a 1637. Tras la importación de esta planta a los países bajos, se produjo un virus que altero el color de las flores transformándolas en vegetales únicos, de tal forma que su popularidad aumentó. Debido a ello, los comerciantes y habitantes de este país empezaron a invertir sus ahorros en esta planta y su semilla ya que se aseguraban poder venderlas a un precio muy superior debido a su excepcionalidad. Esta creencia venía respaldada de un aumento en el valor de un 1900% y como consecuencia de ello, se aumentó la demanda y la escasez de este producto. Como ocurre en una burbuja financiera, los precios no se correspondían con el verdadero valor del producto, lo que produjo que ciertas personas hicieran líquidos sus inversiones en tulipanes, creando un efecto domino que bajó el

precio del tulipán y el resto de inversores entraran en pánico al ver la caída en el precio. Por ello, los inversores empezaron a vender en un mercado en que nadie estaba comprando produciendo una mayor caída en el precio. Con el precio de los tulipanes por los suelos y la poca o inexistente demanda de ellos, las personas que habían invertido en tulipanes que prácticamente fue toda la población holandesa, se vio sumida en una época de crisis económica debido a las pérdidas y falta de liquidez.

Otra de las grandes burbujas ocurridas a lo largo de la historia es la conocida como burbuja de los mares del sur o South Sea Bubble. Esta burbuja tuvo lugar a principios del siglo XVII, el nombre de la burbuja viene dado por la empresa inglesa, Compañía de los mares del sur (South Sea Company), la cual se convirtió en una empresa con influencia global, pues comerciaba con el continente iberoamericano y las indias occidentales. Pero esta no era su única actividad, la South Sea Company también se encargaba de gestionar la deuda del Imperio Inglés.

En ese momento las noticias sobre el Nuevo Continente eran positivas, recalando su gran riqueza de recursos y la posibilidad de conseguir condiciones excluidas como resultado de la Guerra De Sucesión Española del mercado inglés para comercializar con ella hizo que cada vez más ciudadanos ingleses fueran invirtiendo en la compañía. Este aumento de inversores junto con el crédito concedido por el Gobierno Británico a la Compañía alentó a que se creara un efecto manada en el que todo el mundo invertía en la South Sea Company. Debido al exceso de demanda, el precio de las acciones se disparó. El efecto manada de los inversores ingleses no se centralizó exclusivamente en la compañía de los mares del sur, los inversores empezaron a ver oportunidades en todo tipo de inversiones, subiendo los precios de todo tipo de mercados.

Cuando algunos de los fundadores de la Compañía se dieron cuenta de que el valor real de sus acciones no se encontraba representado por su valor en cotización empezaron a vender esperando que los inversores no se vieran afectados por sus acciones. La burbuja ya había explotado, los inversores se dieron cuenta y empezaron a vender, llegando a un punto en que el precio bajaba a precios vertiginosos y nadie compraba. Esta burbuja produjo la crisis de 1720 que no solo afectó a Gran Bretaña, pues muchas empresas afectadas como la Mississippi Company estaban asentadas en Francia, y además los

mercados de la época se encontraban enlazadas entre ellas por la necesidad de financiación que necesitaban para poder financiar sus proyectos de expansión y guerras.

Saliendo del mercado europeo, explicaremos a continuación la burbuja centrada en las Islas Japonesas a finales de los 80. En esa época la percepción del país japonés era muy positiva, se veía como una de las grandes potencias mundiales. Su mercado se encontraba en ese momento con abundancia de liquidez, los tipos de intereses se encontraban en bajos históricos, lo cual creó un ambiente idílico para el mercado inmobiliario. Junto con los bajos tipos de interés, se encontraba una amplia demanda macroeconómica nacional lo que impulsó a que los inversores se centraran en el mercado japonés, en especial al mercado inmobiliario. Cuando se planteaban la posibilidad de una caída de este mercado, los inversores compartían la opinión de que, en caso de colapso, el gobierno japonés intervendría, impidiendo pérdidas estrepitosas. Esto junto con la confianza extrema que se tenía en el país, hizo que los inversores tanto japoneses como de otros países invirtieran en el mercado inmobiliario y de renta variable, causando un aumento nunca visto de los precios.

En 1989, el Banco Japonés decidió reducir la inflación de sus mercados, especialmente el mercado inmobiliario, reduciendo la liquidez disponible. Poco después la burbuja explotó y los precios empezaron a bajar produciendo grandes pérdidas en instituciones financieras que afectaba a su vez a todo el mercado japonés.

Pero en las últimas décadas, desde 1980, las burbujas financieras se han ido sucediendo de tal forma que ha llegado un punto en el que se han generalizado como una consecuencia de la economía global y de desarrollo que se lleva a cabo.

Tomando como referencia Estados Unidos, realizaremos un repaso rápido de las burbujas financieras en las que se ha visto sumergido y que ha afectado tanto a la economía del país como a la economía global. A principios de los 80 tuvieron problemas con el sector bancario debido a los préstamos sindicados a países del tercer mundo. De 1987 a 1991 tuvieron una crisis en las instituciones de préstamos y el colapso de una burbuja en el mercado de la renta variable. A finales de los 90 e inicio del siglo XX la burbuja conocida como “Dotcom Bubble”, en el mercado de las empresas de altas tecnologías. La última a gran escala ha sido la burbuja en los bonos hipotecarios de 2007 que analizaremos a continuación.

## 2.3 Crisis 2008

Autores como Foster y Magdoff (2009) establecen que la crisis financiera vivida en la primera década del siglo XX ha sido reconocida universalmente como una de las mayores catástrofes financieras desde la Gran Depresión de 1929.

Nos centraremos en esta última crisis financiera y en los estudios realizados sobre ella para completar este trabajo de fin de grado. Si bien es cierto que la crisis de 2008 se creó por una burbuja en el sector inmobiliario tal y como hemos mencionado, muchos autores argumentan y estudian las “asset bubbles” creadas por este fenómeno en diversos activos. Son en estos estudios en los que basaremos nuestro estudio del volumen y open interest en las commodities que nos interesan. Pero en primer lugar debemos realizar una breve línea del tiempo de esta crisis global de 2007.

### 2.3.1 Causas de la crisis de 2008

*“The classic explanation of financial crisis, going back hundreds of years, is that they are caused by excesses which lead to a boom and an inevitable bust” (Taylor, 2009)*

Para referirnos a la crisis de 2008 nos centraremos en los sucesos ocurridos en Estados Unidos lo años antes de la crisis y posteriormente analizaremos las consecuencias en el resto de países del mundo y sus efectos en el mercado de las commodities.

Prácticamente todos los autores están de acuerdo en que una de las causas de la crisis fue la desregularización y la bajada de los tipos de interés. Esta bajada de los tipos fue impulsada por Alan Greenspan en 2001, cuando se recortaron hasta llegar al 1% y se mantuvieron entorno a esa cifra hasta 2004 cuando se aumentaron levemente un 0.25%. Junto a esta bajada de tipos de interés, se produjo un desajuste entre el consumo y el ingreso de las familias americanas. Entre 1994 y 2004, el consumo crecía a un ritmo más rápido que el producto interior bruto del país americano, aumentando de 60 a 70% el porcentaje del consumo personal en el PIB. Sin embargo, en 2004, el ingreso de las economías domésticas llevaba en receso los cinco años consecutivos anteriores. Entre 2003 y 2005, el 95% de los receptores de ingresos experimentaron una caída en los ingresos reales de sus hogares. Esta bajada continuó en 2005, cuando los salarios reales bajaron un 0.8%. (Foster y Magdoff, 2009)

Con los tipos de interés tan bajos el mercado financiero fijó su vista en el mercado inmobiliario y en el negocio de las hipotecas. Se empezaron a flexibilizar las condiciones para conceder hipotecas y los americanos empezaron a firmar más y más hipotecas sin preocuparse de su capacidad de repago. Esto supuso un aumento del consumo americano pues los ciudadanos se encontraron con mayor acceso a la financiación bancaria con condiciones muy beneficiosas. Esto supuso que en 2005 la deuda americana con el resto del mundo llegase a pasar los 7.930 billones de dólares<sup>1</sup>.

Las hipotecas de los ciudadanos de a pie empezaron a ser compradas por las instituciones financieras, éstos las agrupaban en CDOs u obligaciones de deudas garantizada. Estos CDOs eran calificados por las agencias de rating, de tal forma que las más seguras eran calificadas triple A, cuanto menor era la seguridad de pago, el rating iba bajando, y las que tenían menos probabilidad de pago no eran calificadas. Las primeras, las más seguras, eran compradas por inversores con mayor aversión al riesgo y las últimas por fondos de cobertura. Las instituciones financieras crearon un instrumento para poder protegerse y asegurar sus CDOs, así es como surgieron los CDS o swaps de incumplimiento crediticio. El problema surgió cuando las instituciones empezaron a mezclar hipotecas de alto riesgo con deudas más seguras, de tal forma que las agencias de rating las calificaba como diversificada y les otorgaba mayor puntuación.

Uno de los puntos de inflexión de la crisis de 2008 fue la caída de dos fondos de cobertura en el verano de 2007, Fannie Mae y Freddie Mac, estos fondos, operados por el banco Bear Stearns, fueron incapaces de cumplir con los plazos de sus deudas. Ambos fondos contaban con más de 10 billones de dólares en valores respaldados por hipotecas. Uno de los fondos se hundió completamente mientras que el otro perdió el 90% de su valor.

A lo largo de las siguientes semanas, la financiación a lo largo del sector financiero empezó a reducirse hasta llegar a ser casi inexistente, especialmente en papel comercial respaldado por activos. Esto supuso una de las mayores convulsiones de la historia en el mercado monetario y crediticio lo que llevó a la caída de grandes instituciones comerciales y financieras tanto en Estados Unidos como en el continente europeo.

---

<sup>1</sup> US Treasury



Más de un año después, en 2008, los mercados financieros siguen sin estar estabilizados. De hecho, en el verano de 2008, se aceleraron los problemas financieros de las grandes empresas e instituciones financieras, lo que lideró el comienzo de un plan del Gobierno americano para rescatar a Fannie Mae y Freddie Mac en Julio y que terminó con la caída del banco de inversión Lehman Brothers el 15 de septiembre. Esta fecha ha sido establecida por muchos autores como el comienzo de la crisis de 2008. A partir de este momento fue cuando la crisis se expandió al resto de mercados aparte del financiero, donde se había estado conteniendo.

### 2.3.2 Consecuencias de la crisis de 2008 en general

Debemos recalcar que la crisis subprime no se trata de un evento empírico aislado. Autores como Caballero, Farhi y Gourinchas (2008a) argumentaban que la crisis dotcom, las burbujas en activos de 2005-2006, la crisis subprime y las burbujas en commodities del 2008 estaban todas relacionadas.

Al colapsar la burbuja inmobiliaria se desencadenaron una serie de reacciones: la caída de los precios de los inmuebles, un desbordamiento de incumplimientos de pago, y una crisis financiera causada por el contagio financiero y la caída del consumo norteamericano.

Desde el colapso de la burbuja en 2007, los problemas financieros y el pánico se expandieron sin control no solo entre los países sino también entre los mercados, pasando de unos a otros. Los bancos, fondos de cobertura y mercados monetarios estaban peligrando. Dado que la producción americana ya se encontraba en un momento complicado, poco tiempo hizo falta para que los efectos de esta situación afectaran negativamente a los datos de la economía “real”: aumento del desempleo, bajada del consumo y la inversión, la disminución de la producción y los beneficios.

Alans Greenspan, el entonces presidente de la Reserva Federal estadounidense, estableció el 25 de febrero de 2008 “*As of right now, U.S economic growth is zero. We are at stall speed*”. En esa fecha, las consecuencias de la crisis financiera solo acababan de comenzar.

Una vez que los mercados y los estados fueron conscientes de la crisis en 2007, empezaron a planearse y ejecutarse una serie de políticas. Algunas de ellas no consiguieron su objetivo de amainar la crisis, sino que, al contrario, la alargaron. Así lo establece John Taylor en su paper de 2009. Una de esas políticas fue facilitar el préstamo a los bancos de la Reserva Federal, para ello se introdujo el TAF (Term Auction Facility) en diciembre de 2007 con el fin de aumentar la liquidez en los mercados crediticios americanos. Esto implica que la Reserva Federal subastaba préstamos a corto plazo garantizados entre los bancos comerciales. Facilidades parecidas fueron incorporadas por los bancos centrales de otros países. El objetivo principal de esta política era reducir los diferenciales en el mercado monetario y aumentar la liquidez. Una vez que esta política fue implementada, los diferenciales cayeron un poco y se entendió que estaba funcionando. Pero esta caída no se mantuvo, y poco después comenzaron a incrementarse los diferenciales. El TAF no tuvo mucha repercusión en el mercado.

Otra de las políticas que se aprobaron fue el Economic Stimulus Act de febrero de 2008. Este acto implicaba una inyección de efectivo, en total unos cien billones de dólares que fueron destinados a individuales y familias estadounidenses, que iban destinadas a buscar un aumento en el consumo de los ciudadanos. Esta política, como la anterior mencionada, no se encontraba centrada en las causas fundamentales de la crisis. El Acto no produjo los efectos deseados, ya que los receptores de efectivo no emplearon el dinero recibido y por tanto el consumo norteamericano no experimentó ningún incremento significativo.

Una tercera política empleada fue la reducción de los tipos de interés de la Reserva Federal los primeros seis meses de la crisis. La reducción de los tipos fue brusca, cayendo de en torno al 5% en agosto de 2007 al 2% en abril de 2008. Uno de los efectos más llamativos de esta bajada fue una fuerte depreciación del dólar y un incremento considerable del precio del petróleo. Durante el primer año de la crisis los precios del petróleo se duplicaron yendo de setenta dólares el barril en agosto de 2007 a casi más de 140 en Julio de 2008, para posteriormente caer en picado. Este movimiento se puede ver gráficamente en el punto 3.2.3 de este documento.

Este aumento de los precios del petróleo tuvo sus repercusiones en la economía. En la primavera y verano de 2008 los precios de la gasolina se disparaban y la venta de automóviles se hundía.

John Taylor expresó en otro documento dirigido al Banco de Japón que el corte de los tipos de interés impulsó la subida del precio del petróleo y de otras commodities, alargando así la crisis financiera.

### 2.3.3 Consecuencias de la crisis de 2008 en el mercado de las commodities

Para establecer las causas y efectos de la crisis de 2008 nos basaremos en la comparecencia de Jeffrey Christian en la Semana de las Industrias de Extracción organizada por el Banco Mundial celebrada en Washington DC la primera semana de marzo de 2009.

En el mercado de las commodities, uno de los principales efectos de la crisis fue una enorme destrucción de fabricación y demanda de consumo tanto en los activos industriales como en los provenientes de la agricultura (acero, maíz, cobre, cacao, etc.) Desde el inicio de 2001 hasta 2008 estas commodities fueron creciendo de manera exponencial de una forma nunca vista en Estados Unidos desde su propia guerra civil. Este crecimiento se debía a tres factores: un persistente crecimiento de la demanda real o de consumo de este tipo de activos, lo cual era un reflejo de la fuerte economía existente en el mundo; un aumento de la inversión en commodities y en productos derivados relacionados, muchos de ellos con considerable apalancamiento; el tercer factor corresponde a que tras veinte años de una economía estancada en las industrias de energía, metales e incluso de la agricultura éstas no estaban preparadas para responder con una oferta suficiente a la subida de la demanda y de los precios que tuvo lugar. Todo esto llevo llevó a una colisión a mediados de 2008. En el mercado de metales se puede apreciar cómo tras la crisis la demanda se vio gravemente afectada: el aluminio creció un 10% en 2007 pero cayó un 3% en 2008 y un 6% en 2009; la demanda de cobre cayó un 5% en 2008, el zinc un 3%

La crisis afectó también a la demanda de inversión. La demanda de inversión estaba en auge en 2008 junto con la demanda real y la demanda de fabricación. Entre 2002 y 2008 numerosos factores promovieron el aumento de la demanda de inversión de tanto inversores independientes como de inversores institucionales de todas las partes del mundo.

Algunos de esos factores fueron: el poco atractivo de la inversión en bonos y acciones; la aparición de ciertos estudios que aseguraban que las commodities eran equivalentes a los bonos y las acciones y que podían competir con éstas a largo plazo. El problema radicaba que cuando hablaban de la rentabilidad de las commodities se fijaban en los futuros sobre commodities y no en los commodities en sí mismas. Además, la mitad de las rentabilidades que se asociaban a los futuros sobre commodities provenían del hecho que en los futuros solo se ponía el 15% del principal, y el 85% restante del capital se invierte en valores del Tesoro. Consecuentemente, la mitad de rentabilidades provenía de tipos de interés. En mercados como el del petróleo también se realizaban rollovers de futuros a favor de contratos forward con contangos negativos. Esta es la razón por la que Jeffrey Christian considera que malas actuaciones junto con estudios académicos chapuceros fueron causa de la crisis de 2008. Junto a estas razones se les une el intenso marketing realizado de commodities realizado por los bancos de inversión a los inversores institucionales. Normalmente este marketing se basa en “Commodities supercycles” pero no existe evidencia histórica de su existencia lo que implica una recomendación de compra basada en marketing y no en investigación y análisis.

Este aumento de demanda se transformaba en contratos de futuros, forwards, intercambios o negociaciones over-the-counter y notas a medio plazo expedido por los bancos y compañías de seguros. Estos productos se encontraban apalancados y también las instituciones que los expedían se encontraban soportando masivas cantidades de deuda. Cuando la crisis congelo el crédito en el mercado de los bancos de inversión en agosto y septiembre de 2008 todas las posiciones que se habían tomado tuvieron que ser automáticamente retiradas. Esto llevo a que a finales de 2008 el precio de las commodities se encontraban a los mismos niveles que en 2002.

Sin embargo, el mayor efecto que tuvo la crisis financiera tuvo lugar en el lado de la oferta. Es cierto que la demanda real y la demanda de inversión colapsaron, pero el gran colapso ocurrió en la financiación a los productores. Esto es muy importante ya que la recuperación de la oferta será mucho más lenta que la de la demanda. En 2008 los datos de Metals Economics Group mostraban que los gastos en exploración aumentaron de 1.9 billones en 2002 de dólares a 13.2 billones en 2008 pero que de 2008 a 2009 se dio una caída de aproximadamente el 50% en exploración. Todos hemos sido conscientes como con la crisis, las obras y los proyectos de desarrollo han sido cancelados o suspendidos

temporalmente. El 25% de aumento de la capacidad de extracción de zinc que se esperaba que ser cancelada, operaciones similares tuvieron que ser canceladas en cobre, aluminio, hierro y una multitud de otras commodities.

A largo plazo, los efectos de la crisis se materializarán en, una financiación más cara y con mayores requisitos. Probablemente se den una mayor exigencia a la hora de evaluar y revisar proyectos. También considera que la fuente y la estructura de la financiación de energías y minas cambiará. Una tendencia que empezó a surgir con la crisis fue el aumento del rol de los fondos chinos, asiáticos y de Oriente Medio.

A continuación, realizaremos un breve estudio de las commodities que vamos a analizar.

### **3. Commodities**

#### 3.1 Oro

##### 3.1.1 La importancia del Oro en la economía

La historia del oro ha estado siempre conectada con el dinero. Tradicionalmente, existía el Estándar del Oro, el cual era un sistema por el que prácticamente todos los países establecían el valor de su moneda en base a las reservas de oro que poseían. Como cada país establecía sus monedas en base al oro, las tarifas de intercambio también se veían influenciadas por este metal precioso. Tras la segunda guerra mundial, se creó otro sistema el llamado, Sistema de Bretton Woods. Este sistema fijó una paridad del dólar al oro, a unos 35 dólares por onza, y estableció que el resto de países ajustaran sus tarifas de intercambio al dólar. Este sistema sí permitía que el Gobierno controlase el capital para estimular sus economías sin sufrir las penalidades de los mercados financieros.

El oro hoy en día tiene diversos tipos de demanda, pero podemos resumirlos en cuatro sectores: joyería, inversión, demanda de bancos centrales, y en tecnología. En este trabajo de fin de grado nos interesa sobre todo el aspecto del oro como una inversión. Es cierto que globalmente, el oro no tiene mucho peso en los portafolios, apenas un 1%. Pero también es un hecho conocido, que el oro se entiende como una inversión refugio, pues todos los inversores están de acuerdo en que el oro es un activo de confianza, que mantiene su valor a largo plazo y que normalmente su presencia en carteras permite reducir la volatilidad.

Jeffrey Christian, director de CPM Group, distingue el oro del resto de metales, especialmente los metales industriales como puede ser el cobre, bajo el argumento de que el oro se aparta de las últimas tendencias que han tenido los metales demostrando como predomina el carácter de activo financiero del oro frente al de un activo industrial.

### 3.1.2 Cuadro de precios del petróleo 2005-2017

El cuadro que aparece a continuación muestra el precio del oro recogido mensualmente de la base de datos Investing.com en el período seleccionado, de 1 de enero de 2005 a 1 de enero de 2017.



Este gráfico del precio del oro nos muestra una conducta menos extrema que los del precio del petróleo y el cobre. Podemos advertir que el oro ha ido aumentando su valor paulatinamente partiendo de los 400 US\$ y llegando en 2011 a sobrepasar los 1.800 US\$, esto implica que el oro en seis años llegó a triplicar su valor. En este período podemos notar como la crisis subprime tuvo su influencia en el oro pues vemos una bajada en 2008. Esta bajada coincide con las fechas de inicio de la crisis, pues si analizamos los datos diarios podemos observar como a mediados de julio el oro se encontraba rondando los 970 US\$ y el 15 de septiembre se encontraba raspando los 780 US\$. Este suceso fue breve pues rápidamente el oro volvió a aumentar su precio, esto debido a su cualidad de valor refugio pues los inversores se encontraban en plena crisis. Es por ello por lo que una vez que los efectos de la crisis comienzan a disiparse el valor del oro empieza a descender, como vemos a partir de 2012. Sin embargo, el descenso producido en 2013, pasando de 1660 \$ a 1200 \$, debe ser estudiado pues ocurrió no solo por la estabilidad percibida por los inversores.

### 3.1.4 Estudios realizados sobre la detección de burbujas en el Oro

Figuerola- Ferreti & McCrorie emplea la metodología propuesta por Phillips et al. (2015a, b) usando datos recogidos semanalmente de COMEX. En su estudio estaban interesados en averiguar si alguno de los metales preciosos estudiados, entre ellos el oro, tuvo algún comportamiento explosivo en el precio durante y después de la crisis de 2008. En su estudio, emplean datos recogidos semanalmente. Las conclusiones a las que llegaron fueron que en el oro y los otros metales preciosos que estudiaron no existía evidencia suficiente para asegurar que existiese una burbuja en los activos pero que sí mantenían un comportamiento explosivo en los meses previos al colapso de la crisis de 2008 y en los meses de verano de 2011. Estas fechas son las que analizaremos en nuestro estudio, a las cuales denominaremos Escenario 1 y 2, respectivamente.

Homm y Breitung (2012) también emplearon la metodología PWY (2011) junto con un test de Chow con un nivel de significancia del 10% sobre datos tanto mensuales como semanales para estudiar los precios reales del oro entre enero de 1985 hasta noviembre 2010. Su estudio y el realizado por Gilbert (2010) centrándose en los años 2006 y 2008 llegan a la misma conclusión: que no se encontraron evidencias en ningún nivel de significancia que demostraran una región medianamente explosiva. Baur y Glover (2015) sí encontraron evidencia en los precios nominales mensuales de oro entre 2002 y 2012, influenciado por la crisis subprime.

Empleando una versión reciente del procedimiento PSY se encuentran Zhao et al (2015) y Long et al. (2016) los cuales emplearon precios spot. El primero encontró cinco períodos explosivos en oro usando datos recogidos mensualmente, los más recientes recoge el primer año de crisis 2007-2008 y el segundo de 2009 a 2013. El segundo empleo datos bisemanales e identifico unos períodos similares al anterior, pero cerrando más el rango: de Noviembre a Julio 2008 y de abril de 2010 a Febrero de 2012. Encontramos que estos períodos son demasiado extensos como para poder sacar conclusiones de su estudio con el método empleado, pero aun así debemos resaltar el trabajo de estos autores.

Existen otros métodos centrados en estudiar el comportamiento explosivo de los metales preciosos. Lucey y O'Connor (2013) y Bialkowski et al (2015) emplearon un método basado en cambios de régimen, los llamados, regime-switching. Los primeros emplearon este tipo de test empleando los tipos de préstamos. Es decir, considera el tipo de interés que se puede ganar al prestar el metal precioso físicamente en diferentes vencimientos como el valor fundamental del meta, esta medida del valor fundamental fue también empleada por Barone-Adesi et al. (2014). Con esta concepción llegaron a la conclusión de que existía cierta evidencia de una burbuja, pero solo cuando la varianza era constante entre los regímenes.

## 3.2 Petróleo

### 3.2.1 Importancia del Petróleo en la economía

El petróleo es un recurso escaso, que se encuentra limitado pues la capacidad de la naturaleza para crear petróleo es mucho más lenta que su extracción. Harold Hotelling en 1931 explicaba que al tratarse de un recurso agotable, el precio debería exceder el coste marginal incluso si el mercado del petróleo fuese perfectamente competitivo. Sin embargo, existen muchos economistas que piensas que los precios del petróleo históricamente no se han visto apenas influenciados por su escasez.

Hamilton (2008) establece que, en términos de regularidades estadísticas, los precios reales del petróleo históricamente tienden a ser permanentes, difíciles de predecir y gobernados por diferentes regímenes en diferentes puntos del tiempo. Normalmente los precios del petróleo se encuentran influenciados por las decisiones adoptadas por la Organización de Países Exportador de Petróleo (en adelante OPEP) pues esta organización es la que decide la oferta existente en el mercado ya que controla aproximadamente el 43% de la producción mundial del petróleo y el 81% de las reservas del petróleo existentes en 2016<sup>2</sup>

---

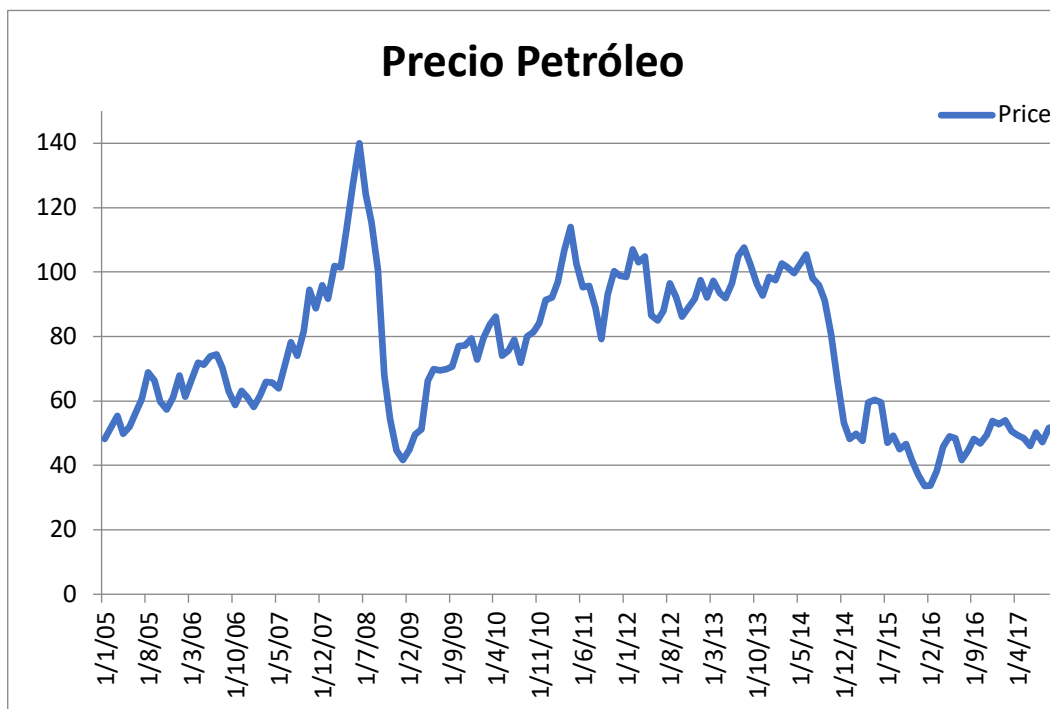
<sup>2</sup> Datos procedentes de [www.opec.org](http://www.opec.org)



Es cierto, que en los últimos años han ocurrido ciertos eventos que han afectado al petróleo: un número inusual de refinerías han sido temporalmente cerradas; y ha existido una tendencia a largo plazo de cierres permanentes y consolidaciones en la industria de la refinería. También es cierto que la producción mundial está llegando prácticamente a su máximo técnico, pero el aumento que debería experimentar el petróleo ante estos hechos debería ser gradual más que abrupto.

### 3.2.3 Cuadro de precios del petróleo 2005-2017

En este apartado seguiremos el esquema desarrollado en el punto anterior, fijándonos en el siguiente gráfico:



Nos encontramos ante un gráfico del precio del petróleo recogido con datos mensuales. Para un análisis más profundo de estos movimientos buscaremos las fechas de interés en el Anexo 2 donde recogemos los datos diarios de este recurso natural. Los movimientos más llamativos son el ocurrido entre 2008 y 2009, ya que podemos apreciar una caída en picado del valor, y el ocurrido entre 2014 y 2015 donde el precio del petróleo llega a su mínimo en este período. Un movimiento menos llamativo es el ocurrido en torno a 2011 donde se aprecia una caída del valor, similar a la que ocurre en las mismas fechas con el oro y el cobre.

Esta caída en los tres activos se debe a que en ese año estalló la crisis del mercado de la deuda, las grandes bolsas mundiales acabaron caídas entre el 10-20%, el aumento de los conflictos en Oriente Medio y la bajada del rating de Estados Unidos.

El primero de estos movimientos comenzó con una subida exponencial del precio del petróleo en 2007, llegando a establecerse en su máximo el 3 de julio de 2008, alcanzando los 145.29 dólares por barril. Muchos economistas están de acuerdo en que esa subida de los precios del petróleo se debe a su relación con el rápido aumento del consumo y demanda China y de otras zonas de Asia, aunque estas a un ritmo más moderado. Una vez alcanzado este punto, el precio fue descendiendo, y apenas 3 meses después, el 3 de noviembre de 2008, el precio del petróleo se encontraba en 63.91 dólares, esto supone una caída del 44% del valor del petróleo. Esta caída se debe al colapso de la burbuja del mercado inmobiliario, la cual muchos autores la establecen en septiembre de 2008.

El segundo de estos movimientos apreciables que hemos identificado es el ocurrido en 2015 donde se aprecia una fuerte caída del precio del crudo. Esta caída se produjo tras un crecimiento constante de los precios los últimos cinco años anteriores, excepto una caída en el valor del barril en 2011, llegando a superar los 107 dólares por barril el 20 de junio de 2014 para que apenas seis meses después el valor del mismo se situase entorno a 46 dólares por barril, el mismo día del mes de enero, una caída del 57% del valor. Tras esta caída el valor del petróleo consiguió recuperar ciertos dólares, pero un año el precio del petróleo se volvía a encontrar en mínimos apenas sobrepasando los 26 dólares por barril el 20 de enero de 2016. Es en esta fecha cuando el barril alcanza su valor más bajo pues posteriormente se va recuperando para colocarse entre los 40-60 dólares que es dónde se encuentra actualmente.

#### 3.2.4 Estudios realizados sobre la detección de burbujas en el petróleo

La dificultad en testar la presencia de burbujas se basa en modelar su explosividad y en clasificar su ocurrencia. Los test de raíz unitaria y co-integración que tradicionalmente han buscado identificar los períodos de burbujas, como los propuestos por Diba y Grossman (1988) se encontraban con problemas para identificarlos cuando se encontraban periódicamente colapsando.

Para solucionar este problema, Phillips y Yu (2011), Phillips et al. (2011) y Phillips et al. (2013) desarrollaron y mejoraron una serie de procedimientos de test ADF para detectar y datar comportamiento medianamente explosivo del precio. Homm y Breitung (2012) compararon diversas técnicas muy empleadas para identificar burbujas y concluyeron que la estrategia descrita por Phillips et al. (2011) es la que mejor funciona. El trabajo de Phillips et al. (2013) soluciona el problema mencionado anteriormente para detectar episodios de explosividad recurrente periódicamente.

Estudios como los de Gilbert (2010) Areal y Balcombe (2014) y Lammerding et al. (2013) han empleado el método de Pindyck (1993) para definir el precio fundamental del petróleo como la suma de los dividendos descontados. Dichos dividendos son a su vez aproximados mediante el beneficio que se obtiene de mantener inventario por unidad de producto durante el mismo período en el que se ha suscrito un contrato de futuros sobre el activo subyacente.

Caspi et al. (2014) en su estudio se centraron en detectar cambios de regímenes de raíz unitaria de no estacionariedad a períodos de comportamiento del precio medianamente explosivo. Dichos períodos los califican como burbujas en el precio del petróleo. Las técnicas elaboradas por Phillips et al. (2013) son eficientes para identificar las burbujas así entendidas, pero no ofrece un entendimiento causal de esos períodos de comportamiento medianamente explosivo. El estudio realizado por Caspi et al. (2014) identifica períodos de burbujas entre los meses de agosto y septiembre de 2008 y entre los meses de abril y agosto de 2006, con una subida del 9.2% y 14% respectivamente en los precios reales del petróleo. Posteriormente, aprecian otro período entre los meses de octubre de 2007 y agosto de 2008 con unos precios reales y nominales del 36% y 46% respectivamente. Esta es la subida que se aprecia más visualmente en el gráfico mostrado. Phillips y Yu (2009) también encontraron evidencia de comportamiento de burbuja en el mercado del petróleo entre los meses de marzo a agosto de 2008 (Escenario 1).

El estudio llevado a cabo por Figuerola-Ferreti y McCrorie (2017) emplea la técnica más avanzada elaborada por Phillips, Shi y Yu en 2015 para analizar si el petróleo ha tenido una tendencia estocástica en la última década y comprobar si ello se debe a fundamentales u a otro tipo de variables. Tal y como hemos establecido con anterioridad al definir una burbuja, ésta existe cuando existe alteraciones en el precio sin estar basado en sus

fundamentales, es por ello por lo que su estudio es relevante para nuestro trabajo. Estos autores encontraron también como Phillips y Yu comportamiento ajeno al fundamental en los meses previos a la crisis financiera y también detectaron otro período en 2011. El período detectado para los futuros sobre WTI Crude Oil va de finales de noviembre de 2014 a principios de febrero de 2015, empleando datos semanales (Escenario 2).

### 3.3 Cobre

#### 3.3.1 Importancia del cobre en la economía

El cobre es un elemento indispensable hoy en día. Un niño que nazca hoy usará aproximadamente 800 kilos de cobre en su día a día, entre su domicilio, transporte y bienes. El hecho es que el cobre se encuentra en todo lo que nos rodea, desde nuestros teléfonos móviles, hasta en la construcción de nuestros hogares.

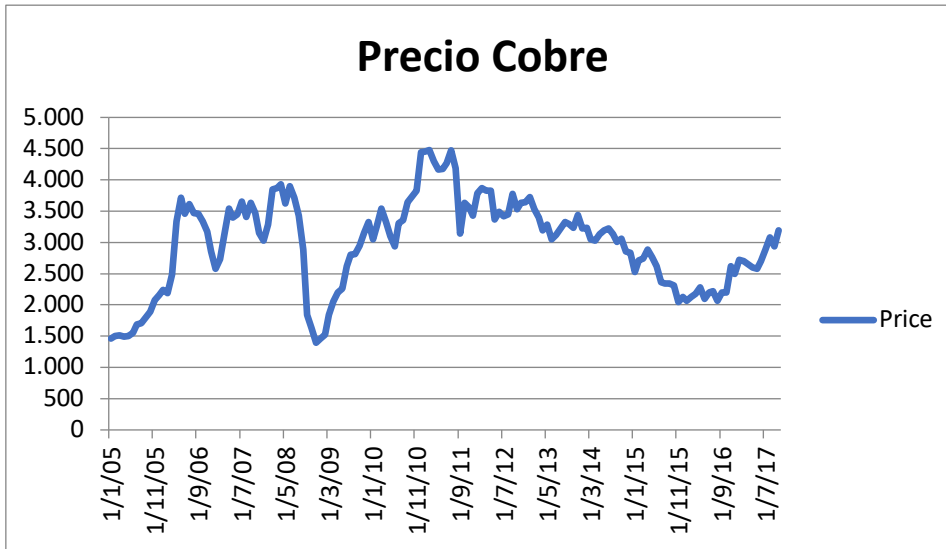
El Cobre es un metal relativamente suave, que es capaz de transmitir la energía y el calor con facilidad. Lo que le convierte en un excelente conductor eléctrico ello junto con su resistencia al agua y a los daños hacen que el cobre sea un elemento ampliamente empleado en electrónica y construcción. También tiene un amplio uso en el sector sanitario ya que debido a su resistencia a las bacterias es empleado en los hospitales y centros clínicos.

El cobre es relevante para la economía ya que es empleado en todo tipo de materiales de construcción. Históricamente se ha monitorizado para mostrarla solidez de la actividad industrial y ha sido un buen predictor de las crisis. Robin Bhar, director de la investigación de metales de Societe General ha afirmado que “el cobre es un buen barómetro de la salud económica y siempre lo ha sido”. También se ha empleado el cobre como indicador de lo tecnológicamente desarrollado que se encontraba un país.

El mercado del cobre ha tenido ciertas inconveniencias en las últimas décadas. Principalmente depende de China, la cual es la mayor importadora de cobre. Otro de los problemas es la sobre producción, las minas de cobres han ido creciendo a un ritmo más rápido de lo que ha ido haciendo su demanda.

El precio del cobre se encuentra influenciado por el dólar, por el precio del petróleo pues la refinería del cobre depende de él; por la demanda de China, y por los costes de extracción y eventos imprevistos.

### 3.3.3 Cuadro de precios del cobre 2005-2017



En este cuadro podemos apreciar cuatro tipos de comportamiento en el precio del cobre. Desde el 1 de enero 2005 hasta aproximadamente 2007 el precio se encontraba en ascenso, partiendo de 1.500 dólares llegó a alcanzar los 4.000 en 2007. En 2008 el precio del cobre descendió estrepitosamente, el 25 de septiembre el precio del cobre rondaba los 3.150, un mes después apenas sobre pasaba los 1.700. Supuso una caída de más del 45% del precio en un mes. No fue hasta mediados de noviembre de 2009 cuando el cobre volvió a saltar la barrera de los 3.000 en la cual se encontraba antes de del comienzo de la crisis. El precio del cobre ha ido descendiendo a un paso constante desde 2013, esta bajada paulatina de los precios se debe a una sucesión de hecho que ha hecho imposible que el metal levantara cabeza. Una de las principales razones es la sobreexplotación que ha tenido el cobre en los últimos años, la cual ha llegado a su fin en 2017. Otros factores que han alentado esta bajada en los precios han sido, la huelga en la mina Antamina en Perú en 2014, la investigación llevada a cabo en China y las expectativas demasiado altas puestas en el crecimiento de la demanda del metal que al final no se llegaron a cumplir.

### 3.3.4 Estudios realizados sobre la detección de burbujas en el cobre

Gilbert (2009) realiza un estudio empleando datos mensuales sobre una serie de commodities entre ellas el cobre. La metodología que emplea es el ADF test y encuentra claras evidencias de burbuja en cobre. Encontrando una burbuja positiva en 2004 y en 2006 y una burbuja negativa en 2008. La burbuja que se inició en febrero de 2004 llegó tras un año en el cuál los precios del cobre se habían ido incrementando de manera constante. El precio continúa creciendo durante el período en el que Gilbert estima la burbuja, pero de manera más moderada. De manera similar, la burbuja identificada en abril de 2006 aparece tras dos años de un rápido incremento de los precios (Escenario 1). El precio del cobre siguió aumentando, pero un mes posterior al inicio de la burbuja comenzó a declinarse mostrando un comportamiento volátil. En cambio, en el caso de la burbuja de diciembre de 2008, los precios del cobre se encontraban en descenso los cinco meses previos al inicio de la burbuja (Escenario 2).

## **4. Volumen y Open Interest**

### 4.1. Definición de conceptos: volumen y open interest

Andrew Lo y Jiang Wang (2000) empezaron su artículo con una frase que es la base de este trabajo: “If price and quantity are the fundamental building blocks of any theory of market interactions, the importance of trading volume in modeling asset markets is clear. Although most models of asset markets have focused on the behaviour of returns, their implications for trading volume have received far less attention.”

El volumen es un concepto que se estudia en diversas ciencias y en cada una de ellas tiene una concepción diferente. Es por ello por lo que es preciso especificar cuándo estudiamos el volumen que definición estamos empleando, ya que tal y como muestra la tabla siguiente, numerosos autores han empleado definiciones diferentes:

**TABLA 1**

<b>Medición del Volumen</b>	<b>Estudios</b>
Volumen de acciones agregado	Ying (1966), Gallant, Rossi y Tauchen (1992), Hiemstra y Jones (1994)
Volumen de acciones individuales	Epps y Epps (1976), James y Edmister (1983), Lamoureux y Lastrapes (1990,1994), Andersen (1996)
Volumen del dólar individual	James y Edmister (1983), Lakonishok y Vermaelen (1986)
Facturación individual	Lakonishok y Smidt (1986), Bamber (1986, 1987), Stickel y Verrechia (1994), Hu (1997)
Facturación agregada	Smidt (1990, LeBaron (1992) Campbell, Grossman, Wang (1993),
Número Total de operaciones	Conrad, Hameed, y Niden (1994)
Días comerciados al año	James y Edminster (1983)
Contratos comerciados	Tauchen y Pitts (1983)

En este trabajo seguimos la medición del volumen como la cantidad total de contratos que se han realizado en un día en los mercados de commodities, específicamente en el mercado del oro, petróleo y cobre.

El volumen representa una medida de intensidad o presión detrás de una tendencia en el precio. Cuanto más grande sea el volumen más podremos afirmar que la tendencia en el precio se mantendrá. Algunos técnicos creen que el volumen precede al precio, es decir, que un cambio en la tendencia del precio alcista se representará previamente en un cambio en el volumen.

#### 4.2. Relación Volumen-Precio

Teóricamente el precio no se ve afectado por el volumen, solo por el riesgo, esto es lo que implican algunas hipótesis eficientes del mercado como el CAPM. Sin embargo, en la realidad los estudios han demostrado que el precio sí es sensible al volumen.

Ying (1966) estableció que los precios y los volúmenes no deberían encontrarse aislados pues se trata de productos conjuntos que operan en un único mercado. Una variación del

volumen positiva/negativa vendrá acompañada por una subida o bajada del precio del mercado. Millar (1977) y Mayshar (1983) introdujeron el concepto de visibilidad, el cual indica que los inversores se encuentran interesados en comprar una acción cuando el cambio en el volumen de dicha acción les llama la atención, de tal forma que hay más demanda por ella y su precio aumenta. Basándose en esta teoría, Gervais et al. (2001) encontraron en su estudio que las acciones que experimentan una subida en su volumen comercializado superan a aquellas que mantienen su volumen comercializado, ocurre lo contrario si el volumen de la acción disminuye.

Fang (2017) en su estudio sobre la relación entre volumen y precio descubre que el volumen afecta de manera diferente al precio dependiendo de si nos encontramos en un bull market o en un bear market. Postula que existe mayor sensibilidad del precio hacia el volumen cuando el mercado es alcista que cuando se califica con tendencia a la baja. Encuentra que la sensibilidad es dos veces más fuerte en un mercado alcista, es decir, que dado el mismo cambio en volumen, la variación del precio será aproximadamente el doble en un mercado alcista que en un mercado con tendencia a la baja.

Karpoff (1987) redacta las cuatro razones por las cuales es importante el estudio de la relación entre precio y volumen en los mercados financieros. En primer lugar, nos ofrece una visión interna sobre la estructura de dichos mercados. Los modelos que emplea en su estudio para predecir la relación entre las dos variables dependen del flujo de información que llega al mercado, cómo la información es diseminada y transmitida al mercado, el tamaño de éste y la existencia de límites a la venta a corto. En segundo lugar, la relación entre precio y volumen es importante para los estudios que emplean ambas variables para dibujar inferencias. Pues el volumen ha sido empleado en estudios para investigar si un evento ha tenido “informational content” y si las interpretaciones de los inversores han sido parecidas o diferentes. La construcción de los test y la validez de sus inferencias dependen de la distribución conjunta de los cambios en el precio y el volumen. En tercer lugar, la relación entre precio y volumen es crítica para el debate sobre la distribución empírica de los precios especulativos. Los test que emplean la relación precio-volumen normalmente apoyan la hipótesis de que la distribución de los rendimientos aparece ser curtótica ya que los datos empleados son una muestra de una mezcla de distribuciones que tienen diferentes variables condicionales. Un ejemplo de ello sería que aparece que los datos del precio son generados por un proceso condicional



estocástico con un parámetro de la varianza cambiante que puede ser aproximado mediante el volumen.

El conocimiento de la relación entre precio y volumen puede, por tanto, ser empleado en estudios para medir los cambios en la varianza del proceso del precio. Finalmente, la relación entre precio y volumen tiene implicaciones significativas para la investigación en el mercado de futuros. La variabilidad del precio afecta el volumen comercializado en el mercado de futuros. Esta relación también indica la importancia entre la información pública y la privada a la hora de determinar la demanda de los inversores.

Cuando hablamos del mercado de las commodities, debemos hacer referencia al mercado de futuros. Pues bien es cierto que es posible la compraventa del activo físicamente y su almacenamiento. Lo más común es que los inversores acudan al mercado de futuros.

Tradicionalmente, los mercados de futuros han sido empleados para cubrir el riesgo del precio y para “descubrir el precio”. Sin embargo, en contra posición a lo que ocurre en la teoría económica tradicional, el cambio de los precios en el mercado de las commodities se originan en el mercado de futuros y estos cambios se transmiten directamente al mercado spot. Cuando los precios al contado están establecidos en referencia al precio de los contratos de futuros, una burbuja especulativa se dispara, ya que el incremento de los precios al contado valida las expectativas y lidera un aumento en la demanda de los contratos de futuros. (Wray, 2008)

En los siguientes apartados estudiaremos la relación entre el precio y el volumen del oro con datos de NYMEX; y el cobre y petróleo con los datos de COMEX.

### 4.3. Estudio

Si analizamos las correlaciones estudiadas de manera global en el período podemos apreciar cómo éstas varían de manera que parece no existir una tendencia homogénea en el plazo de tiempo tan amplio que hemos seleccionado. Si analizamos la correlación media del período vemos que el para la correlación entre los niveles y los cambios del precio del oro y sus volúmenes la media se encuentra en -0,06 y -0,05 respectivamente.

En el caso del cobre y el petróleo los datos son muy parecidos, siendo la media de las correlaciones 0,05 y 0,01 respectivamente para el cobre y -0,06 y -0,04 para el petróleo crudo. Estos valores se encuentran muy cercanos al 0 lo que nos indica que parece no existir relación entre las dos variables.

Como podemos apreciar, es muy complicado sacar conclusiones con estos datos de un período tan extenso es por ello por lo que nos vamos a centrar en los momentos en los que los autores han identificado comportamiento de burbuja para cada activo. Consecuentemente, realizaremos un estudio de las “Rolling Correlation” empleando una ventana de un mes. Junto a este estudio de correlaciones incorporaremos en el siguiente punto del trabajo un análisis de las volatilidades.

Para realizar los estudios hemos categorizado cada período encontrado por los autores en escenarios, siendo cada período de tiempo un escenario. Estos escenarios los hemos ido enumerando al exponer los estudios realizados sobre cada commodity, pero los resumiremos en la siguiente tabla:

Activo	Escenario	Fechas	Autores
ORO	Escenario 1	Marzo a Agosto 2008	Figueroa-Ferreti & McCrorie (2016)
	Escenario 2	Julio - Dic 2011	
COBRE	Escenario 1	Abr a Mayo 2006	Gilbert (2009)
	Escenario 2	Dic a Enero 2008	
CRUDO	Escenario 1	Marzo a Agosto '08	Phillip & Yu (2009)
	Escenario 2	Final Nov - Febr '14-'15	Figueroa-Ferreti et al.(2017)

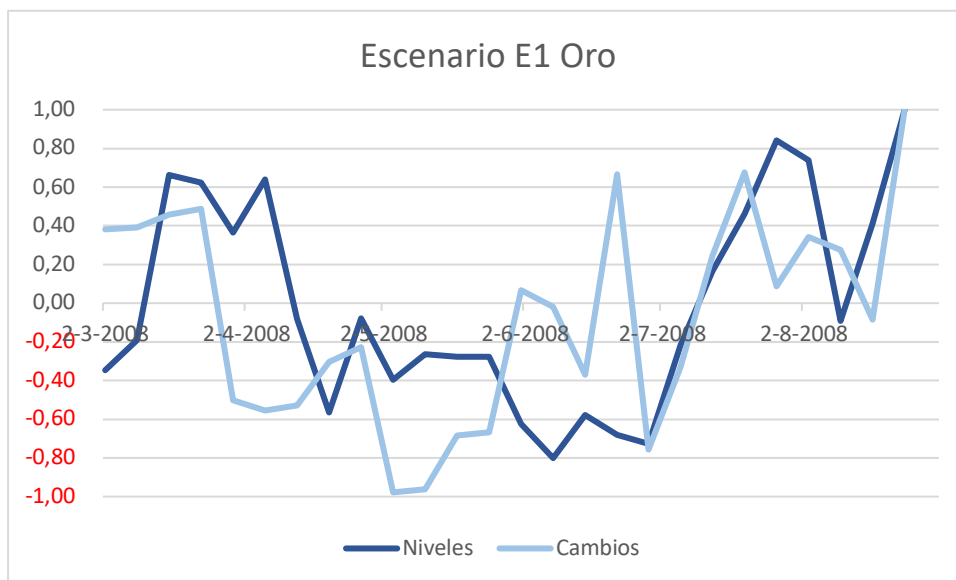
#### 4.3.1 Estudio Oro

En el oro los autores han identificado cuatro momentos en los que el activo ha tenido un comportamiento de burbuja. Llamaremos a esos momentos escenarios. Algunos de estos escenarios coinciden en el tiempo siendo más cortos o más extensos según el autor que los ha identificado.

En el caso del oro al Escenario 1 (E1) nos referiremos al período de marzo a agosto de 2008. El Escenario 2 corresponde al período comprendido entre julio y diciembre de 2008. Los datos empleados son semanales y la ventana de correlación que estamos empleando es la de un mes.

En cuanto a la correlación estudiada, podemos simplificar en las medias de las correlaciones de cada escenario que mostraremos mientras vayamos analizando cada escenario.

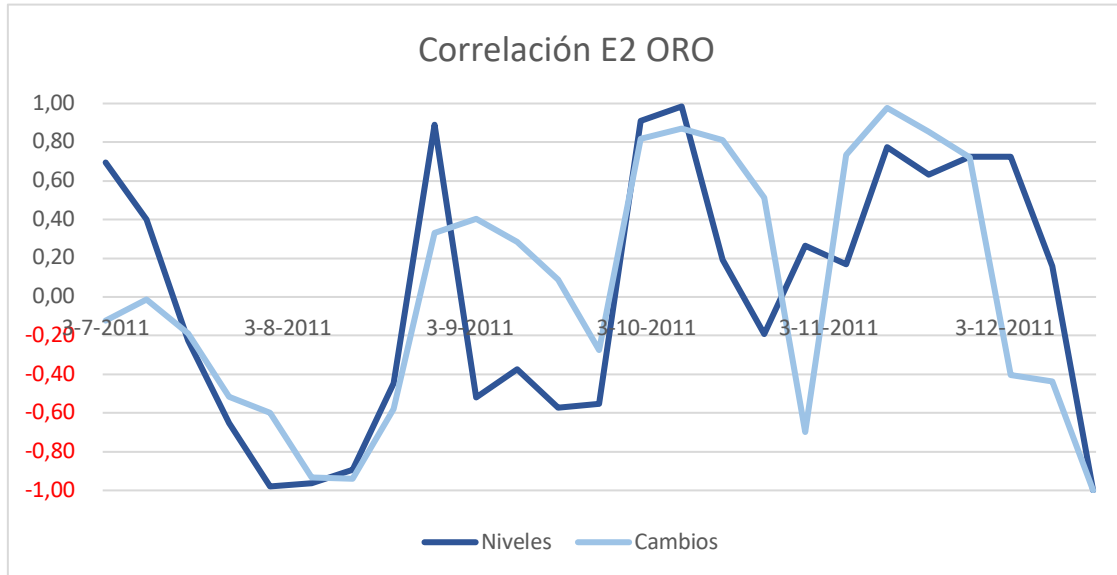
En el siguiente gráfico<sup>3</sup> podemos apreciar los movimientos llevados a cabo en el período de estudio del Escenario 1 de las correlaciones de los niveles y los cambios del precio y volumen. Podemos apreciar como entre los meses de abril y julio la correlación se mantiene mayoritariamente en la franja negativa, solo se aprecia una subida en los cambios con el inicio del mes de junio. En este período la media de las correlaciones se mantenía en torno a -0,20 para los niveles y -0,27 para los cambios, estos nos indica una relación inversa moderada entre precio y volumen en este período. Sin embargo, también podemos apreciar como los meses de los extremos del gráfico, es decir, marzo, parte de abril y julio, las correlaciones se mantienen en torno a +0,50 lo que indica una moderada relación positiva entre las variables en esos meses.



<sup>3</sup> Gráfico de elaboración propia

Las correlaciones explicadas con anterioridad nos indican el período de inicio, desarrollo y colapso de la burbuja detectada o al menos del período de comportamiento explosivo. En este escenario nos encontramos con que en los primeros y últimos meses que estamos estudiando presentan correlación positiva, manteniéndose negativa en las fechas centrales.

Estas correlaciones nos están indicando que en el inicio de la burbuja el precio y volumen actúan de manera directa pues ambos están en ascenso “alimentando” la burbuja, pero llega un momento en el que el volumen no es capaz de seguir las fluctuaciones del precio y cuando éste cae el volumen aumenta. Esto es lo que ocurre en este período en las semanas centrales del mes de abril y mayo, siendo esta última la más visible pues mientras el precio cae 40 dólares el volumen aumenta en 713.300 unidades. Posteriormente el movimiento opuesto del precio y el volumen se mantiene en el mes de julio, mes en el que los precios aumentan poco a poco mientras que el volumen cae. La correlación positiva reaparece en las últimas semanas del mes de julio y se mantiene en agosto ya que el volumen se une a la tendencia del precio que en este caso es a la baja pues nos encontramos en el colapso de la burbuja.<sup>4</sup>



Este gráfico nos muestra la correlación de los futuros de oro en 2011. Podemos comprobar que se trata del gráfico con más movimientos extremos pasando de altas correlaciones positivas por encima de 0, 80 a valores negativos en torno a -0, 50.

<sup>4</sup> Gráfico de elaboración propia

Estos cambios de la correlación son una muestra de la volatilidad existente en el período y de la burbuja en la que se encuentra nuestro activo. Si analizamos detalladamente los datos veremos cómo los meses de verano de 2011 muestran una clara tendencia a una relación inversa perfecta tanto para los niveles como para los cambios la cual se alcanza en la primera semana de mes de agosto. En este período las medias de estas correlaciones son cercana a -0,40 para ambas. Esto se debe a que durante los meses de verano los precios del oro se encontraban en ascenso, pasando de 1550 dólares a 1800 mientras que el volumen se encontraba descendiendo. En la semana de 18 de septiembre de 2011 es cuando se da una bajada en picado de aproximadamente 200 dólares en el precio, esta caída se mantiene durante el siguiente mes, período en el cual el volumen que se encontraba en torno a 500 unidades asciende a más de 7.500 a finales de septiembre, razón por la cual la correlación se muestra negativa en ese período.

En cuanto a los niveles estos aumentan en picado en la última semana del mes de agosto alcanzando una correlación de 0, 89 para posteriormente volver a bajar al territorio negativo manteniéndose cercano a -0, 50. Si apartamos de nuestro estudio la última semana de agosto mencionada, nos encontraríamos con que los niveles mantienen una relación negativa desde mediados de julio hasta finales de septiembre con media de -0, 62. Este es el último período en el que los niveles cruzan al territorio negativa, desde finales de septiembre a finales de diciembre la correlación de los niveles del oro muestra una relación positiva entre precio y volumen. Se trata del fin de la burbuja. Los cambios se mantienen en el territorio positivo desde finales de agosto, cayendo al territorio negativo en la última semana del mes de octubre para después volver a alcanzar sus valores previos, si excluimos de nuestro estudio dicha fecha, la media de los cambios en el período posterior a agosto se mantiene en +0,55 lo que nos indica una relación positiva entre precio y volumen, aunque no perfecta. Esta tendencia positiva cambia a mediados de diciembre tanto para niveles y cambios dónde vuelven a alcanzar correlaciones negativas.

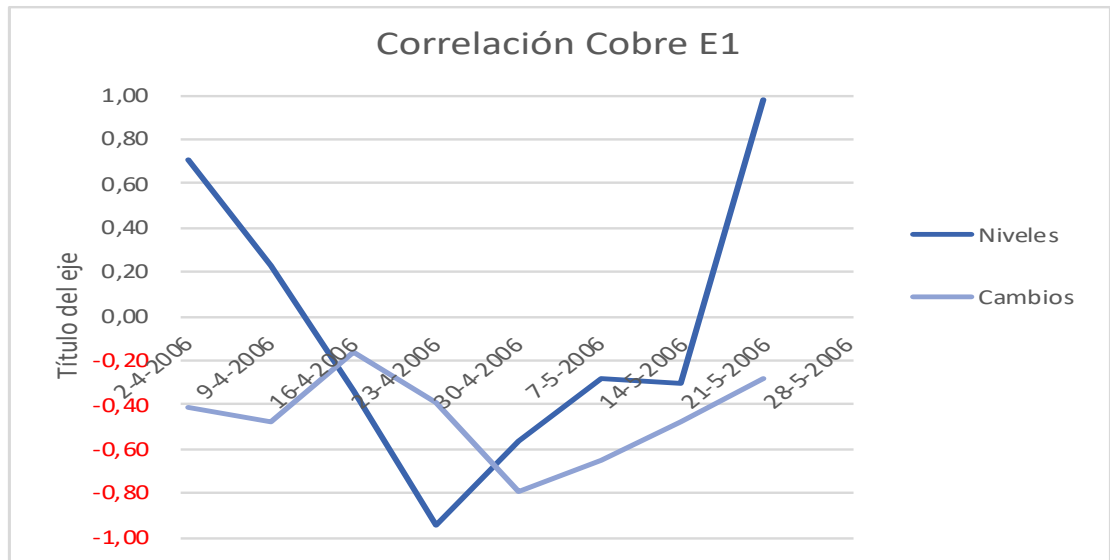
En conclusión, el oro nos muestra una relación inversa entre el precio y el volumen en los meses de julio y agosto y una relación directa entre los meses de septiembre e inicios de diciembre.

### 4.3.2 Estudio Cobre

En el caso del cobre hemos encontrado dos escenarios cada uno con sus niveles y cambios. El Escenario 1 es aquel que comprende las fechas entre abril y mayo de 2006. El período entre diciembre 2008 y finales de enero de 2009 comprende el Escenario 2. Los datos estudiados son semanales por lo que, aunque estos períodos sean más cortos que los del oro y el petróleo nos permitirán analizar más detalladamente lo que ocurre en cada semana. La ventana tiempo tomada en cuenta para el estudio de la correlación es la de un mes como en los otros activos.

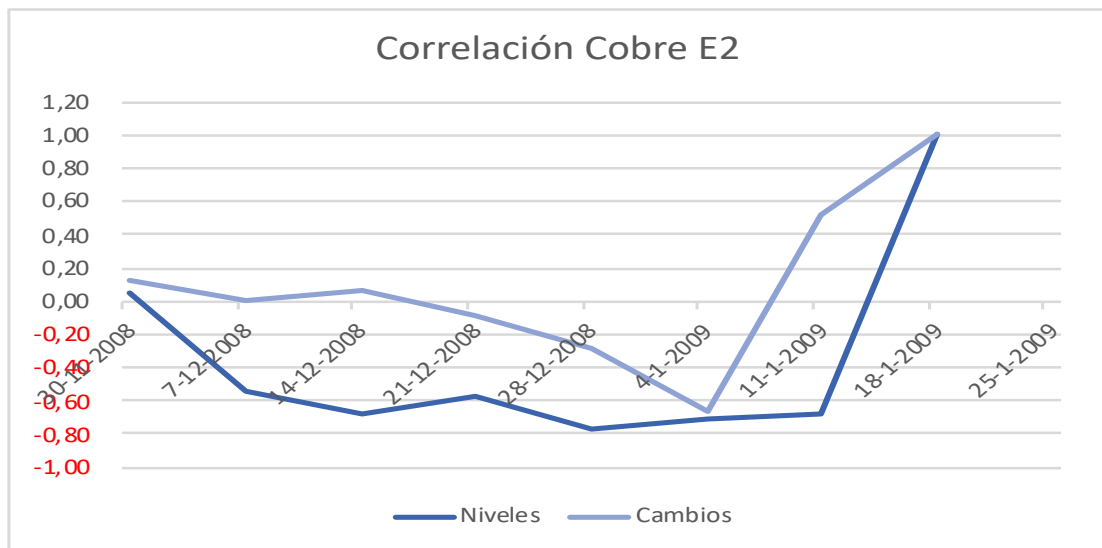
En cuanto a la correlación, en primer lugar, nos centraremos en los datos relativos a los niveles de precio y volumen. En E1 la media se mantuvo en  $-0,064$  lo que indica tendencia negativa, pero con un valor tan bajo que no es apreciable. Este valor tan bajo se debe a que el mes de abril de 2006 comenzó con una correlación positiva alta, en  $0,7$ , lo que parece indicar que en esta semana el precio y el volumen se encontraban relacionados de manera directa. Se trata del inicio de la burbuja, pero esta correlación no dura y la siguiente semana baja de manera que en la tercera semana del mes de abril la correlación era significativamente alta llegando a alcanzar el valor de  $-0,9$ . Nos encontramos en el desarrollo de la burbuja, momento en el que los volúmenes se encontraban en descenso pasando de 9,5 mil unidades a 3,5 mil en apenas dos semanas, mientras que el precio se encuentra en ascenso pero de forma más leve pasando de 3.333 dólares a 3.966. La correlación negativa se mantiene hasta mediados del mes de mayo, mes que termina con una correlación significativamente alta, en  $0,98$ . Se trata del final de la burbuja, período en el cual precio y volumen actúan de forma directa bajando ambos valores.

En cuanto a los cambios en E1 estos se mantienen negativos en todo el período, alcanzando un mínimo de  $-0,79$  y con una media de  $-0,456$ . Esta media nos muestra una relación inversa en los cambios de las variables de precio y volumen. Podemos apreciar los movimientos de la correlación en los siguientes gráficos:



5

En cuanto al Escenario 2 las medias para los niveles y cambios del período se mantienen en -0,364 y 0,085 respectivamente. En este caso ocurre lo contrario que en el Escenario 1, es en los niveles donde se aprecia una correlación negativa entre precio y volumen, sin embargo, en los cambios se aprecia una correlación muy cercana a cero lo que indica ausencia de relación entre las variables.



<sup>5</sup> Gráficos de elaboración propia

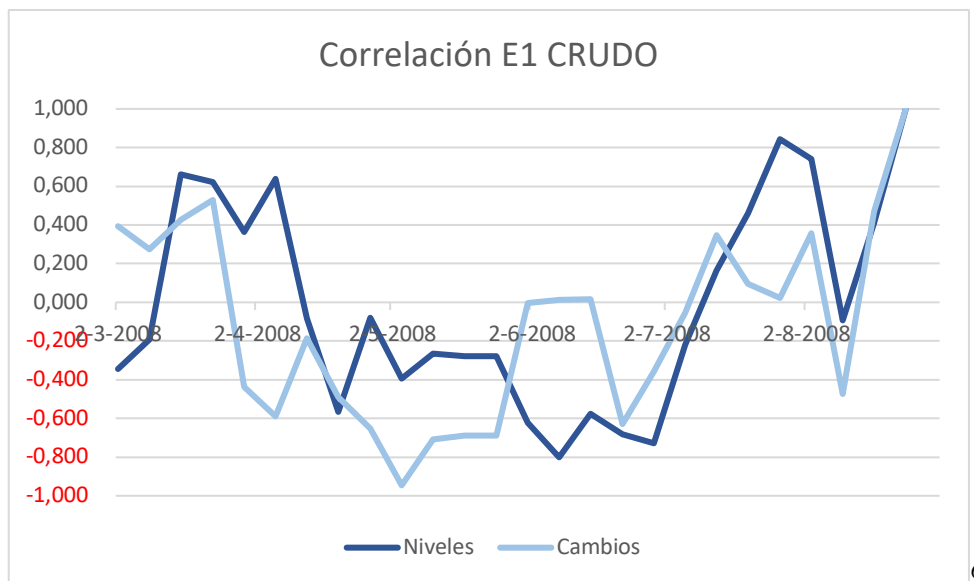
En este escenario la relación entre el precio y volumen es significativamente negativa en el mes de diciembre de 2008 con valores por encima de  $-0,50$  todas las semanas que se mantiene en la primera quincena de 2009 alcanza el máximo de  $0,90$  la última semana. En los cambios la relación entre variables es positiva excepto las dos últimas semanas de 2008 donde la relación entre ambas variables roza el tramo negativo, pero sin alcanzar valores significativos. Esta tendencia se agudiza en la primera semana de 2009 alcanzando una correlación negativa de  $-0,66$  pero se compensa con el valor alcanzado la semana siguiente siendo esta positiva. Este gráfico al mostrar un período tan corto no nos muestra de manera clara y visual los cambios en las correlaciones provocados por la burbuja, sin embargo, sí que es apreciable que el largo período que se muestra de correlaciones negativas se encuentra precedido y finalizado con períodos de correlaciones positivas, el principio y el final de la burbuja. El desarrollo de la burbuja se nos muestra en con la correlación negativa, la cual se debe a que los precios en el mes de diciembre se encuentran en descenso yendo de los 1400 dólares a los 1270 y el volumen se encuentra en ascenso la primera semana para después unirse a la tendencia a la baja. Mientras ocurre esto, los precios se recuperan en la primera semana de 2015 para después volver a bajar, pero el volumen se mantiene descendiendo y solo alcanza las subidas de los precios en las últimas semanas de enero. Se trata de ese momento en el que las correlaciones vuelven a alcanzar valores positivos, al alcanzar el final de la burbuja.

#### 4.3.3. Estudio Petróleo Crudo

En el caso del estudio del crudo ocurre como en el oro, los estudios realizados han identificado cuatro períodos de burbujas en este activo. El Escenario 1 corresponde al período entre marzo y agosto de 2008. El Escenario 2 está formado por los datos semanales del período de finales de noviembre de 2014 a finales de febrero de 2015. Los datos empleados son los semanales de los futuros de WTI Crude Oil y la ventana de tiempo escogida es la de un mes.

En cuanto al estudio de la correlación entre las variables podemos apreciar en los siguientes gráficos como en los escenarios estudiados la correlación ha terminado en todos ellos con tendencia positiva, si bien es cierto que en todos ellos ha existido un período en el que la relación entre las variables ha sido negativa.

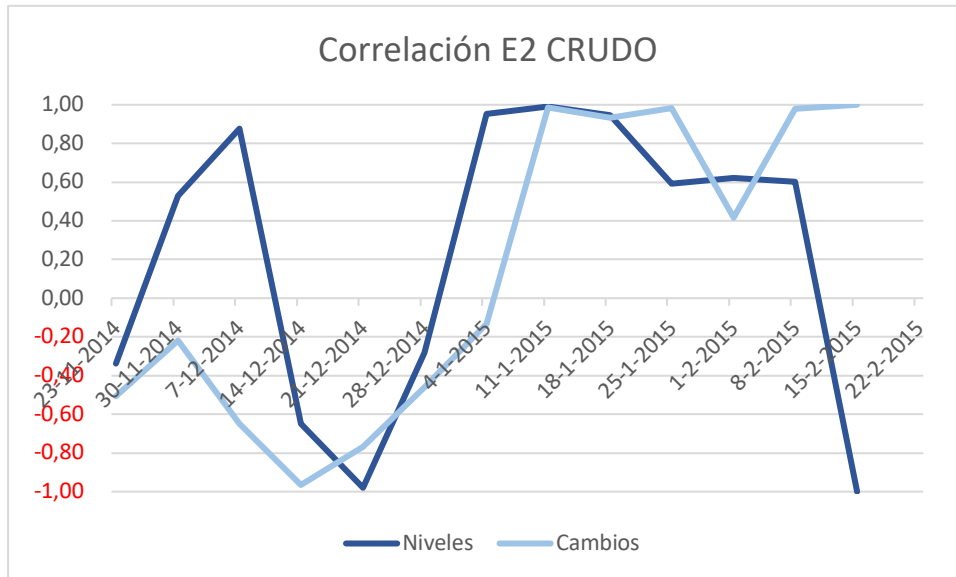




Este gráfico nos indica la conclusión del estudio de “Rolling Correlation” elaborado con datos semanales. Podemos apreciar en el gráfico como ocurren los cambios de correlaciones cuando se produce el inicio y el estallido de la burbuja, si volvemos a la explicación sobre el gráfico de precios del petróleo veremos cuando la correlación se encuentra en territorio positivo los precios se encuentran en ascenso, y también el volumen alcanzando valores que rozan los 1000 dólares, pero es a partir de abril y alargándose hasta finales de junio que los precios se encuentran en caída, bajando hasta los 850 dólares aproximadamente. El volumen tarda en reaccionar ante estos cambios de precio y se mantiene durante un período en ascenso para después bajar y volver a sincronizarse con los movimientos del precio. Esto se representa en las correlaciones, como podemos apreciar el período entre abril y Julio de 2008 tanto la correlación de los niveles como la de los cambios se encuentran en la franja negativa llegando a alcanzar valores entre -0,60 y -0,80 lo cual nos indica una tendencia claramente inversa entre los movimientos del precio y el oro. La media de la correlación en el período mencionado se encuentra en -0,429 para los niveles y -0,426 para los cambios, en esta ocasión, niveles y cambios muestran resultados aproximados indicándonos la relación inversa entre las variables en este período. Si tomamos los datos de todo el gráfico en grupo, los altos niveles de correlación positiva alcanzados en los meses de marzo y julio, llegando a alcanzar +0,80 actúan como balanza y mantienen la media de las correlaciones del período cercano a cero.

<sup>6</sup> Gráficos de elaboración propia

Estos niveles son los que representan el movimiento armónico del precio y volumen al iniciarse la burbuja, cuando ambos se encuentran en ascenso, y al colapsar, ya que ambos se encuentran en descenso.



En el Escenario 2 vamos a analizar los movimientos presentes en el gráfico analizando en primer lugar los niveles. Podemos apreciar cómo se ha mantenido a lo largo del período en la franja positiva con altos niveles de correlación positiva, manteniéndose por encima de +0,60 lo que nos indicaría que precio y volumen se mueven de manera conjunta, en algunas semanas como las tres primeras de 2015 incluso de forma cuasi perfecta. Sin embargo, esta tendencia positiva no se aprecia en las tres últimas semanas de 2014 donde la correlación baja en picado llegando a alcanzar los -0,98. Esto nos está indicando el momento de desincronización entre precio y volumen, pues se trata del momento en el que el precio comienza una bajada y el volumen al actuar con más lentitud en lugar de disminuir el volumen, lo aumento, en este caso pasando de 962 mil unidades a dos millones setenta mil, en un período en el que el precio se encuentra en descenso pasando de aproximadamente 52 dólares el barril a 48. Nos encontramos en el inicio de la burbuja y las correlaciones negativas lo muestran en el gráfico. A pesar de esta caída la media del as correlaciones en el período sigue mostrando su tendencia positiva con un valor de 0,22, el cual llegaría a ser +0,64 si no tuviéramos en cuenta la caída de diciembre.

La línea del gráfico que nos muestra los movimientos en los cambios del crudo se mantiene en la franja negativa hasta la llegada del nuevo año 2015.

En este último período de 2014 la correlación se mantenía aproximadamente en torno a -0,59 lo que nos indica una relación inversa imperfecta entre precio y volumen. Esta tendencia cambia en 2015 cuando los cambios se unen a los niveles en las altas correlaciones manteniendo valores mayoritariamente por encima de +0,90. Esta alta correlación positiva se debe a que el precio y el volumen se mueven armónicamente incluso en un mes, como es el enero de 2015 en el que los precios y volumen disminuyeron en sus primeras semanas para posteriormente ascender y después volver a disminuir. Se trata de un periodo de volatilidad en el crudo que termina con la vuelta a las bajas correlaciones que coinciden con el fin de la burbuja.

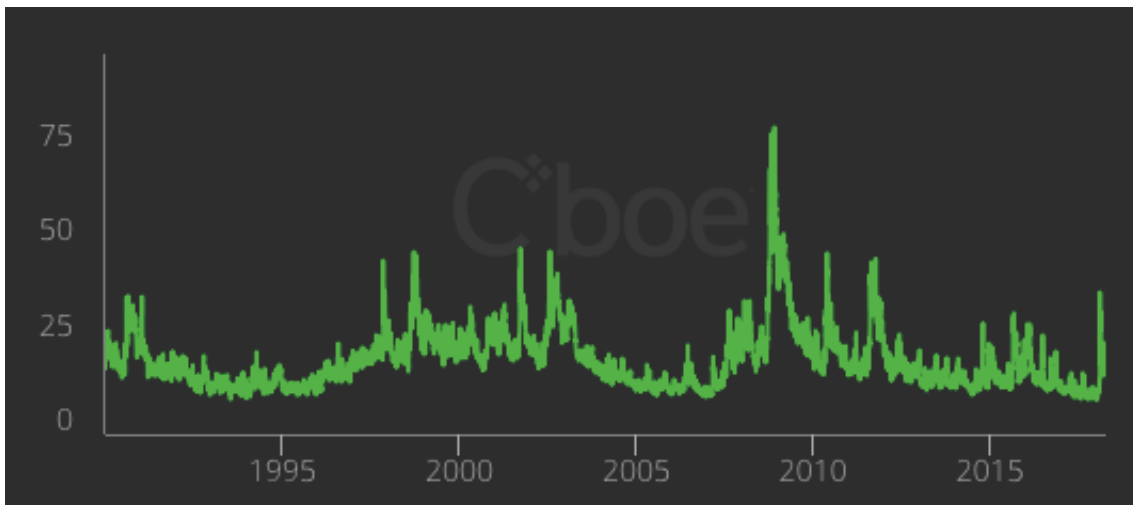
En conclusión, este escenario nos muestra que el mes de diciembre de 2014 existía una relación inversa entre precio y volumen pero que, con el cambio de año, la tendencia cambia completamente y la correlación se muestra positiva y casi perfecta, actuando precio y volumen de manera casi idéntica en este período.

## **5. Análisis de la volatilidad**

A los estudios que hemos realizado, añadimos este apartado en el cual analizaremos las volatilidades sufridas en el precio de las commodities en el período estudiado contrastándola con el volumen existente en los períodos de alta volatilidad y otros factores como pueden ser la oferta y la demanda del activo de tal forma que puedan proporcionarnos una visión más global de las razones detrás del comportamiento de los activos.

Para concluir este estudio vamos a centrar por última vez en la volatilidad de estos activos. Los precios de las commodities son extremadamente volátiles, esto puede ser un problema para aquellos países cuyo producto interior bruto depende en commodities (Deaton y Laroque, 1992) es por ello por lo que es importante analizarla volatilidad del crudo, cobre y oro para poder aconsejar a los países que se basan en esta materia prima o para quien este simplemente interesado.

Las volatilidades estudiadas siguen una tendencia que aparece reflejada en el índice de Volatilidad de la CBOE (VIX), el cual se trata de la volatilidad implícito del índice de S&P 500 de los siguientes treinta días. Este índice se emplea para como base para estudiar la volatilidad del mercado estadounidense. Si nos fijamos en la siguiente fotografía<sup>7</sup>, veremos un gráfico que muestra los movimientos ocurridos en este índice. Podemos apreciar un máximo en 2008 y otro aumento de la volatilidad, pero más leve en 2012 y 2014. Esta volatilidad se verá reflejada en la volatilidad de los activos y su media de precios.



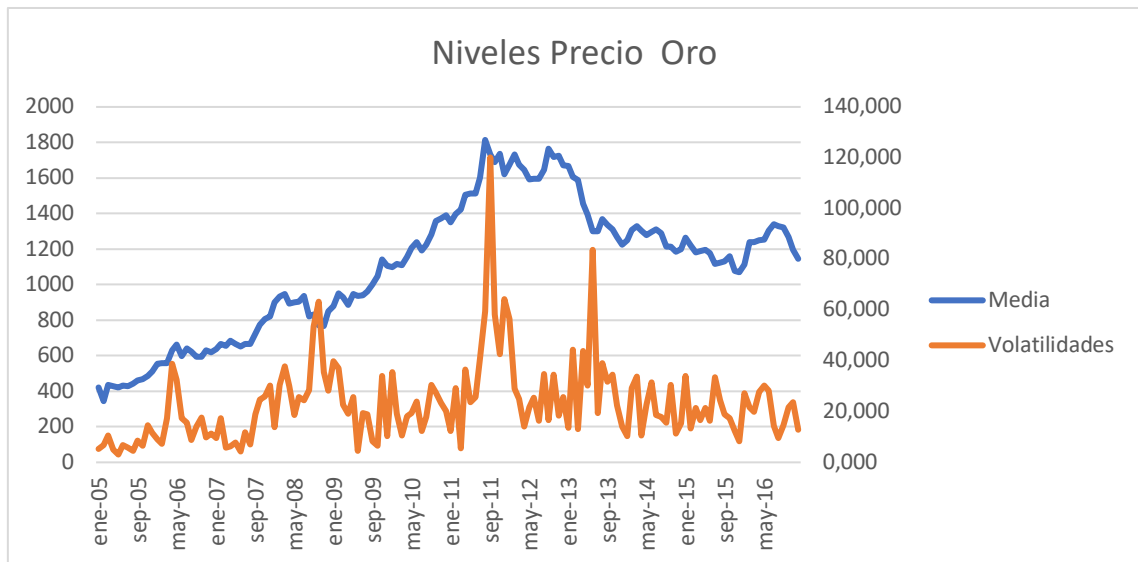
### 5.1. Volatilidad Oro

En este apartado estudiaremos la volatilidad en el precio del oro tanto en cuanto a sus niveles como a la volatilidad en los cambios con el paso del tiempo.

La volatilidad media que existió durante el período 2005-2017 en el precio de los futuros sobre oro ronda los 25 puntos sobre un precio medio de 1.095 dólares. El volumen medio del período se mantuvo en 7.404,4. Esta volatilidad como vemos en el siguiente gráfico alcanza puntos mucho más altos en ciertos momentos a lo largo del período.

---

<sup>7</sup> Fotografía procedente del sitio web [cboe.com/vix](http://cboe.com/vix)



Podemos apreciar en el gráfico cuatro máximos en las volatilidades y dos mínimos. A continuación, analizaremos en detalle estos hechos.

El primero de los máximos tiene lugar en abril de 2006 debido a que la volatilidad se duplica siendo de 17 puntos en marzo y pasando a 38 en el mencionado mes. Esta subida se debe a un incremento exponencial de los precios en esa época pasando de estar a 550 dólares a mediados de marzo a 710 en la primera semana de mayo. El precio más alto de los veintiséis años previos que como vemos se queda corto por los que está por venir en los próximos años. Se trata sin embargo de un suceso aislado pues poco después los precios y la volatilidad vuelven a como se encontraban previamente rondando los 500 dólares y en torno a 10 puntos de desviación típica hasta 2007. Como vemos la media en los precios del oro se encuentra en ascenso, excepto una breve caída en los meses de septiembre y octubre debido al colapso de la burbuja del mercado inmobiliarios y su subsecuente crisis financiera. Es por ello por lo que podemos apreciar un máximo en la volatilidad que supera al máximo anterior pues se trata de un período en sí volátil por la situación global y el alto riesgo existente en los mercados que afecta incluso a los activos considerados refugio como es el oro. Este suceso ocurre en el período en que autores han identificado burbujas en este activo, entre 2007 y 2008, más concretamente entre finales de 2007 y el colapso de la burbuja inmobiliaria. Es en estas fechas donde observamos cambios en la volatilidad, pasando de una desviación típica de unos 17 a valores rondando los 30 en los últimos tres meses de 2007 y primer cuatrimestre de 2008 y ya en los meses de septiembre y

octubre saltando a los 50 y 60 puntos de desviación típica. En los meses previos a estos cambios se aprecia también un máximo en el volumen del oro, alcanzando en la última semana del mes de julio de 2008 un máximo con valor de 104180 para después caer en los meses siguientes a apenas una media de 500.

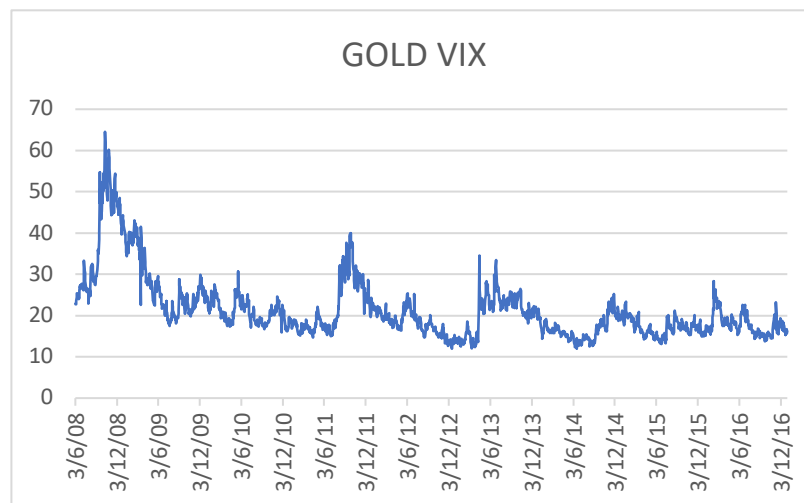
Sin embargo, el punto más destacado del gráfico ocurre en 2011. Ya hemos explicado a lo largo de este documento que se trata de un momento en el cual estalló la crisis de la deuda y los mercados reaccionaron a los conflictos en Oriente Medio y la caída del rating de Estados Unidos, en especial los mercados que estamos estudiando pues nos estamos centrando en NYMEX y COMEX. El Oro no se salva de estos sucesos y se encuentra en uno de los momentos de más volatilidad de los últimos treinta años. Este máximo se encuentra de lleno en uno de los períodos calificados por los autores como burbuja del oro.

Podemos apreciar como la media de los precios del oro se encuentra en aumento desde su caída en 2008, alcanzando el máximo de la gráfica en la primera semana de septiembre de 2011 encontrándose el precio en 1856,4 dólares y con una volatilidad en ese mes de 120 puntos debido a la fuerte caída que tuvo lugar en las semanas siguientes. Un poco menos de 200 dólares cayó el precio del oro entre la semana del 11 de septiembre de 2011 y la del 18, una caída que fue aumentándose con el paso de las semanas volviendo a rozar brevemente los 1500 dólares. El volumen de oro en esta época se mantiene en su medio, es sin embargo en el año 2010 cuando el volumen del oro aumenta significativamente llegando a sobrepasar en algunas semanas de enero, mayo y noviembre de ese año el valor 110.000.

El último máximo que tiene lugar en la volatilidad de los precios del oro ocurre en junio de 2013 tras dos meses de volatilidades altas (rondando los treinta puntos) en junio se corona el máximo del año 2013 alcanzando una volatilidad de más de 83 puntos. Este primer semestre de volatilidad de 2013 viene marcado por cambios en los precios con tendencia a la baja, pasando de estar a 1660 dólares a principios de año y terminando en apenas 1200. Adrian Bash, jefe de Investigación de BullionVault, escribe que esta caída es natural tras los años de crecimiento que el oro ha ido acumulando y también al crecimiento que está teniendo lugar en los mercados de renta variable.

Si analizamos de igual manera las volatilidades de los cambios en el precio, observamos que existe concordancia con todo lo explicado. Por lo que no me parece relevante exponerlo en profundidad.

Las volatilidades expuestas en el estudio de oro han sido elaboradas calculando la desviación estándar de los datos empleados para analizar el precio y el volumen con un horizonte de un mes. Sin embargo, debemos resaltar que los datos de volatilidad empleados como indicadores son los de la CBOE, en este caso, el Gold VIX. Éste no ha sido empleado en este estudio pues los datos históricos disponibles no se correspondían con el período objeto de estudio, pero aun así debemos analizar los datos de este índice.



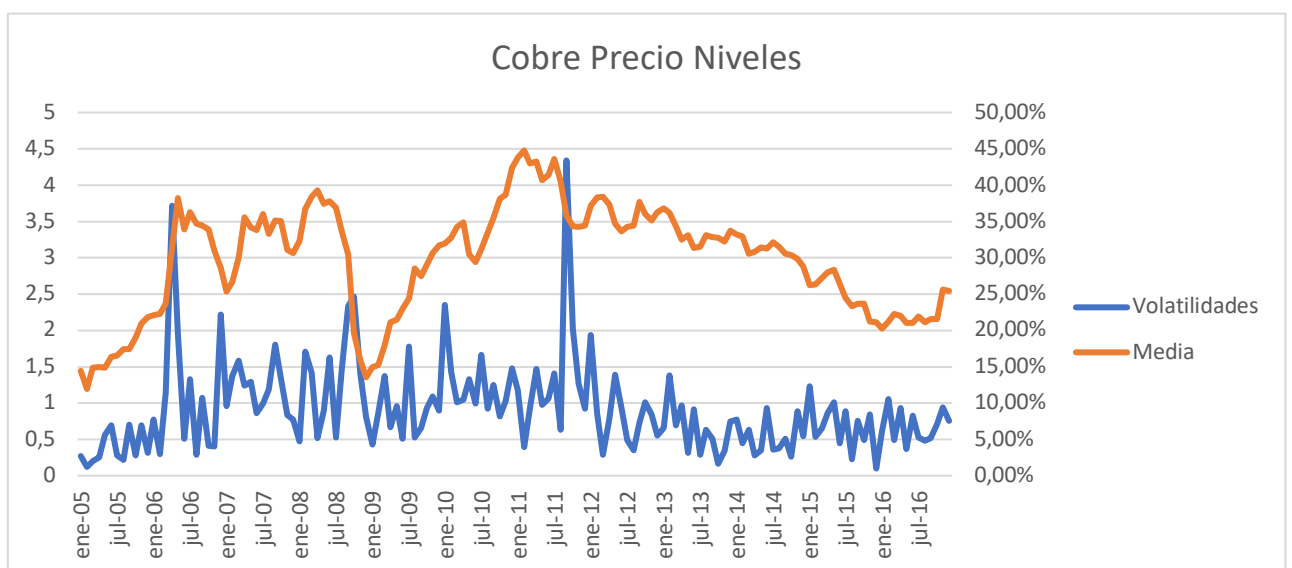
Podemos apreciar que el Gold VIX mantiene los mismos máximos que las volatilidades calculadas en las fechas de 2008, 2011 y 2013 y que la volatilidad media sin tener en cuenta los momentos de gran volatilidad se encuentran en torno a 20. La única diferencia que apreciamos es que Gold VIX aprecia una mayor volatilidad para el período del colapso de la crisis financiera, con datos que rozan los 65, siendo el máximo del gráfico, mientras que el período de 2011 solo alcanza los 40, siendo este el segundo momento de volatilidad más alta en el mercado del oro.

En conclusión, hemos destacado cuatro momentos donde hay una volatilidad significativamente superior, tanto con las volatilidades calculadas como en el Gold VIX. Si contrastamos estos datos con los volúmenes ocurridos en esos períodos podemos apreciar que no parece haber cambio en los volúmenes en los mismos

momentos en los que ocurren los cambios en los precios, pero sí parece existir un aumento de los volúmenes los meses previos a la caída, cuando los precios se encuentran en ascenso.

## 5.2. Volatilidad Cobre

La volatilidad media del cobre en nuestro período seleccionado se encuentra en 0,098 con un precio medio de 2,97 dólares. Se trata del activo con menor volatilidad de los tres estudiados, si bien es cierto que también es el activo con el precio más bajo lo que impide que pueda existir cambios en los precios muy relevantes pues se trata de un activo “barato”. En el gráfico podemos apreciar como el último tramo del período, desde inicios de 2012 hasta 2017 el cobre ha presentado menos riesgo que en el período entre 2006 y 2012 donde se aprecian momentos de mayor volatilidad en el precio de este metal. La volatilidad presente ha sido calculada entendiéndola como la desviación estándar de los precios del cobre tomando datos semanales con un horizonte de tiempo de un mes, ya que no hemos podido acceder a un índice que lo represente adecuadamente. El cobre carece de un índice propio de volatilidad como si tienen el petróleo y el oro, por ello tendríamos que emplear como punto de referencia la volatilidad del índice general VIX, que hemos representado en un gráfico al inicio de esta sección. Es por esa razón por la cual consideramos más acertado emplear las volatilidades calculadas.





El primero de estos máximos se corresponde con también un máximo en el precio del cobre hasta ese momento del período estudiado, habiendo tenido el precio una subida del precio rápida y considerable. Se trata de una subida que parte de 1,44 dólares y asciende hasta 3,66 dólares a finales de mayo de 2006 para después volver a caer, pero manteniéndose entorno a los tres dólares.

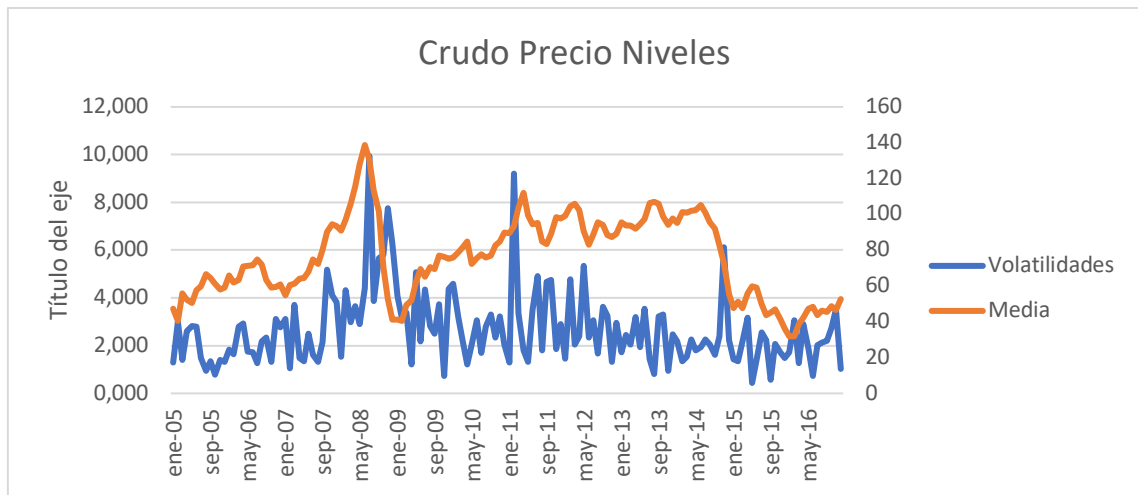
No es hasta la crisis de 2008 cuando el precio vuelve a los valores en los que se encontraba en 2005. Estos cambios en el precio hacen que se trate de un período de volatilidad por encima del 10% llegando a alcanzar el 30% en este primer máximo que coincide con una burbuja identificada por Gilbert.

Con la caída de los mercados en septiembre y octubre de 2008 el cobre se ve también afectado y es cuando pierde todo el valor acumulado desde 2005 volviendo a su precio original y con una situación de volatilidad que roza el 25%. Sin embargo, no es con este hecho global en el que el cobre se vio en mayor situación de riesgo. Esto ocurre en 2011 cuando la volatilidad del cobre sobrepasa el 40%. Esta subida se explica por la percepción de mejora económica en los estados y el auge del sector industrial tras recuperarse de la crisis también coincide con unos inventarios muy bajos del metal y con el auge de la demanda sobre todo en los países en crecimiento.

El volumen del cobre se había mantenido a un nivel constante y bajo hasta el año 2009 cuando comienza a ascender, pero no es hasta 2011 cuando alcanza un volumen máximo muy significativo pues triplica los valores previos con una cantidad de 30.840.

### 5.3. Volatilidad Petróleo Crudo

El petróleo se sitúa entre el oro y el cobre en cuanto a volatilidad media en el período con un valor de 2,89 y un precio medio de 75,68 dólares el barril. Durante este período el volumen medio de crudo se situaba en 1.295.902,1. En el gráfico podemos apreciar como la volatilidad en los precios de las volatilidades del crudo se ha visto alterada en tres momentos en el tiempo y que la media de los precios ha sufrido dos caídas graves en el período.

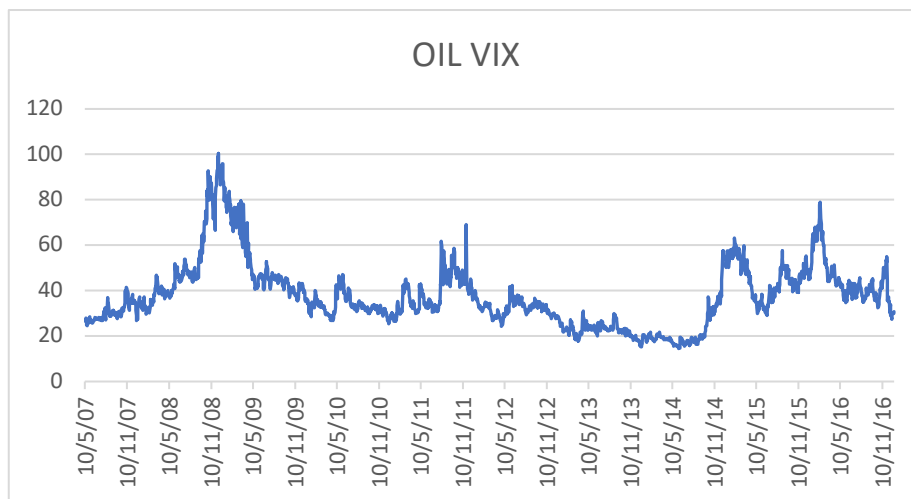


En el petróleo podemos apreciar cuatro momentos de máximos en volatilidad en los cuales los dos primeros se encuentran muy cerca en el tiempo entre ellos pues se deben a la crisis de 2008 y también a un máximo en el precio medio del petróleo que al poco tiempo alcanza un mínimo. Es este período el que han identificado los autores como burbuja en los escenarios 1, 3 y 4. En estas fechas el precio alcanzó un máximo de 145,29 dólares por barril en Julio de 2008, creció más del 150% en solo un año. Pero tan solo seis meses después el precio se desplomó a 33,87 dólares el barril. En estos meses el volumen no se aparta significativamente de su media lo que indica que estos cambios se deben a otros factores. Estos sucesos hacen que la volatilidad se dispare y roce los 10 puntos en agosto de 2008. El crecimiento de los precios se ve motivado por la creciente demanda de nuevos países como China e India y por las restricciones de producción y cortes promovidos por la OPEP. La caída que sufre se debe a la grave crisis que sufrieron los países especialmente los importadores de petróleo lo que hace que la demanda se disminuya y los precios cayeron en picado.

Se encuentra otro máximo en los primeros meses de 2011, especialmente en el mes de febrero cuando los precios aumentan cada semana pasando de aproximadamente 85 dólares a 105 en tan solo unas semanas, este hecho hace que la volatilidad sobrepase los nueve puntos en un año donde se había mantenido por debajo de los tres. Los sucesos ocurridos en 2011 los hemos ido mencionando a lo largo del documento, todos ellos junto con los recortes de las OPEP hacen que el precio del petróleo se dispare y vaya en ascenso.

Otro pico de volatilidad en el crudo en 2014 cuando los precios van en descenso y parecen no recuperarse en los años posteriores manteniéndose por debajo de los 60 dólares. Es en el segundo semestre de este año en el que el estudio de Figuerola-Ferreti junto con McCrorie y Paraskevopoulos identifican una burbuja.

Si comparamos los datos obtenidos con nuestros cálculos con el Oil VIX, índice elaborado por la CBOE y que, igual que el Gold VIX, se emplea como punto de referencia a la hora de analizar las volatilidades del mercado del crudo. Veremos que este índice recoge los períodos de máximos que hemos recalado en nuestro estudio: los períodos de finales de 2008, mediados de 2011, y finales de 2014, comienzos de 2015. Es por ello, que el estudio realizado previamente se puede realizar de forma análoga con estos datos pues las únicas grandes diferencias existentes es que los niveles de volatilidad son algo inferiores en este índice, quedándose el período de 2008 en torno a 100 en lugar de 160, el período de 2011 superando levemente los 60 en lugar de sobrepasar los 100 como en el estudiado, y alargando el período de volatilidad que nace a finales de 2014 por el inicio de la burbuja detectada en el petróleo hasta alcanzar pero alcanzando el mismo máximo, los 80 puntos.



Fuente: elaboración propia con datos de la CBOE

Tras los altos precios del petróleo países como Estados Unidos y Canadá incrementaron sus esfuerzos para producir petróleo de tal forma que disminuyeron sus importaciones lo que promovió la bajada de los precios del petróleo crudo. Se

trata de una fuerte caída para el crudo promovida también por la disminución de la demanda de China la cual había comenzado el siglo siendo un cliente fuerte, por la decisión de Arabia Saudí en mantener los niveles de producción en lugar de disminuirlos. Es por ello por lo que el volumen del petróleo en el año 2014 no se ve afectado. Esta decisión se debe a que se trata del país con las mayores reservas de petróleo, su coste de producción es muy bajo y además buscaban dejar fuera del mercado a Estados Unidos y Canadá por falta de beneficio.

## **6. Conclusiones**

En cuanto a la parte práctica de este trabajo de fin de grado cabe decir que, tras haber analizado las volatilidades de los activos, los datos resultantes de un análisis de regresión y las correlaciones cabe concluir que de nuestro breve estudio no se puede sacar una conclusión precisa. Los datos no son significativos en su mayor parte y lo que parece indicar es que en caso de existir una relación entre volumen y precio esta parece ser negativa y que no se mantiene a lo largo de tiempo. Esto se aprecia en el hecho de que cuando estudiamos escenarios con períodos de tiempo más cortos se ve una tendencia en la relación de las variables más claras que cuando se estudian períodos más extensos. Es llamativo que los datos tienden a ser significativos cuando se estudia los cambios del precio y volumen, y no los niveles. A mi parecer lo que nos indica este estudio es que debemos abrir la puerta a que se realicen estudios econométricos más profundos y elaborados con test como los desarrollados por Phillips & Yu que analicen el volumen como posible indicador del precio en momentos de comportamiento de burbuja, ya que puede aportar cierta perspectiva económica, junto con otros tipos de variables. Aportar importancia al volumen puede ayudar a las políticas de los gobiernos a promover acciones que impiden que se genere una burbuja demasiado grande que afecte negativamente a la economía, y contrarrestar acciones como la de Arabia Saudí que en 2014 llevo a cabo una política ofensiva que se basaba en el mantenimiento de un volumen de producción para sacar a Estados Unidos y Canadá del mercado como hemos comentado

En cuanto a la parte teórica cabe concluir que vivimos en un mundo globalizado donde los hechos que ocurren en una parte del mundo, como puede ser el crecimiento de China e India afectan a todos los países, especialmente los civilizados, en sus activos.

Lo mismo ocurre con las crisis y las burbujas que al existir mercados interconectados una burbuja en un sector y en un país concreto terminará moviéndose y afectando a distintos sectores y países. Es por ello por lo que es crucial el estudio y monitorización de grandes commodities como son el petróleo crudo, el cobre y el oro para que no terminen generando una burbuja y que en su colapso afecte negativamente. Con la monitorización de las burbujas, actividad que ha comenzado a ser estudiada como hemos mencionado apenas hace unos veinte años, los estados podrán establecer políticas económicas que protejan sus activos y se evite una catástrofe como la que ocurrió en 2008.

Por ello, tras haber realizado un estudio de literatura sobre las burbujas y su historia; y los estudios llevados a cabo sobre oro, cobre y petróleo crudo. Concluimos que:

1. Una burbuja financiera es aquella situación en la que el precio de un activo actúa durante un período de tiempo de manera que se aleja de su valor fundamental. Una burbuja tiene una serie de etapas que son identificables en todas las burbujas que han ocurrido en la historia.
2. La crisis financiera de 2008 afectó a todos los activos estudiados con una bajada de precios, siendo el oro el menos afectado debido a su consideración como valor refugio.
3. Existen diversas técnicas para la identificación de comportamientos explosivos o de burbujas. En la literatura estudiada los autores escogen según el período de tiempo las técnicas desarrolladas por Phillips et al o Phillips y Yu.
4. Los tres activos estudiados comparten un período de comportamiento explosivo, el de los meses previos a la crisis de 2008. Por su lado, el cobre aparenta encontrarse en una burbuja en 2006. El oro se comporta de manera explosiva en 2011 y el petróleo crudo en 2014.
5. El estudio de volatilidades llevado a cabo sigue la volatilidad que presentan los índices de la CBOE y nos muestran como las burbujas detectadas por los autores vienen acompañadas por períodos de altas volatilidades en los mercados, debido a la inseguridad que provoca que un activo se valore de manera ajena a sus fundamentales.

## **7. Bibliografía**

Areal, F. J. and K. G. Balcombe (2014). Testing for bubbles in agricultural commodity markets. ESA working Paper (14).

Bash, A. (April 2013) 4 things you should know about the gold price drop. *BullionVault*.

Białkowski, J., Bohl, M. T., Stephan, P. M., & Wisniewski, T. P. (2015). The gold price in times of crisis. *International Review of Financial Analysis*, 41 , 329-339.

Caballero, R. J., Farhi, E., & Gourinchas, P. O. (2008). *Financial crash, commodity prices and global imbalances* (No. w14521). National Bureau of Economic Research.

Childs, N. W., & Kiawu, J. (2009). *Factors behind the rise in global rice prices in 2008*. US Department of Agriculture, Economic Research Service.

Christian, J. M. (2009). The Effects of the Financial Crisis on Metals Markets. CPM Group, World Bank.

Coakley, D. T. J., & Kellard, N. Bubbling over! The behaviour of oil futures along the yield curve.

Diba, B. T. and H. I. Grossman (1988). Explosive Rational Bubbles in Stock Prices? *American Economic Review* 78(3), 520–30.

Endovitsky, D. A. & Bocharova, I. V. (2004). Analysis of observance the requirements by a borrower to secure a credit. *Economic analysis: theory and practice*, 14, 2-11.

Fang, D. (2017). Analysis of Price-Volume Relationship in 2014-2016 Bull and Bear Markets. NYU Shanghai.

Figuerola-Ferretti, I., & McCrorie, J. R. (2016). The shine of precious metals around the global financial crisis. *Journal of Empirical Finance*, 38 , 717-738.

Figuerola-Ferretti, I. McCrorie J.R. & Paraskevopoulos (2017). Mild explosivity in recent crude oil prices. *Journal of Empirical Finance*,

Figuerola-Ferretti, I., Gilbert, C. L., & McCrorie, J. R. (2015). Testing for Mild Explosivity and Bubbles in LME Non-Ferrous Metals Prices. *Journal of Time Series Analysis*, 36 (5), 763-782.

Figuerola-Ferretti, I., Gilbert, C. L., & McCrorie, J. R. (2015). Understanding commodity futures prices: fundamentals, financialization and bubble characteristics.

- Foster, J. B., & Magdoff, F. (2009). *The great financial crisis: Causes and consequences*. NYU Press.
- Gervais, Kaniel and Mingelgrin. "The High Volume Return Premium". *The Journal Of Finance*. Vol LVI, No 3 , June 2001.
- Gilbert, C. (2010). *Speculative Influences on Commodity Futures Prices 2006–2008*. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD) Discussion.
- Hamilton, J. D. (2008). *Understanding crude oil prices* (No. w14492). National Bureau of Economic Research.
- Homm, U. and J. Breitung (2012). Testing for speculative bubbles in stock markets: a comparison of alternative methods. *Journal of Financial Econometrics* 10(1), 198–231.
- Jordà, Ò., Schularick, M., & Taylor, A. M. (2015). Leveraged bubbles. *Journal of Monetary Economics*, 76, S1-S20.
- Karpoff, J. M. (1987). The relation between price changes and trading volume: A survey. *Journal of Financial and quantitative Analysis* , 22 (1), 109-126.
- Lammerding, M., P. Stephan, M. Trede, and B. Wilfling (2013). Speculative bubbles in recent oil price dynamics: Evidence from a Bayesian Markov-switching state-space approach. *Energy Economics* 36, 491–502.
- Long, W., Li, D., & Li, Q. (2016). Testing explosive behavior in the gold market. *Empirical Economics*, 51(3), 1151-1164.
- Moiseyev, S. R. (2005). *Monetary policy*. Moscow: Economist, 652 p.
- Phillips, P. C. B., Y. Wu, and J. Yu (2011). Explosive Behavior in the 1990s Nasdaq: When did exuberance escalate asset values? *International Economic Review* 52(1), 201–226.
- Phillips, P. C., & Yu, J. (2011). Dating the timeline of financial bubbles during the subprime crisis. *Quantitative Economics*, 2 (3), 455-491.
- Phillips, P. C., S.-P. Shi, and J. Yu (2013). *Testing for Multiple Bubbles: Historical Episodes of Exuberance and Collapse in the S&P 500*. Cowles Foundation Discussion Papers.
- Taylor, J. B. (2009). *The financial crisis and the policy responses: An empirical analysis of what went wrong* (No. w14631). National Bureau of Economic Research.

Zhao, Y., Chang, H.-L., Su, C.-W., Nian, R., 2015. Gold bubbles: when are they most likely to occur? *Jpn. World Econ.* 34–35, 17–23.