

Universidad Pompeu Fabra. Barcelona School of Management

Master en Mercados Financieros



Análisis del mercado del oro:
Variables relevantes y modelo de
estimación del precio.

Autores:

Rosa María Gomis Muñoz
Gabriel Noguera González
Andrés García Jiménez

Profesor:

Dr. Xavier Brun Lozano

Barcelona, julio de 2012

ÍNDICE.

1. Objetivos de la tesina.	Pág. 2
2. Análisis histórico.	Pág. 3
3. London Gold Fixing Association.	Pág. 5
4. Factores que afectan al precio del oro.	Pág. 6
5. El patrón oro-dólar.	Pág. 8
6. El Fondo Monetario Internacional.	Pág. 10
7. Los bancos centrales.	Pág. 11
8. Utilidades del oro.	Pág. 15
9. Análisis de Oferta y Demanda.	Pág. 20
10. Relación bivariada.	Pág. 34
11. Modelo econométrico.	Pág. 54
12. Test de Causalidad de Granger.	Pág. 74
13. Conclusiones y previsiones.	Pág. 77
14. Bibliografía.	Pág. 78

1. Objetivos de la tesina

- Determinar que factores afectan al precio del oro.
- Analizar si existe un mercado organizado del oro.
- Cuales son los mayores productores a nivel mundial.
- Analizar la oferta y la demanda del oro.
- Estudiar las diversas utilidades del oro.
- Analizar la relación que tiene el precio del oro con otras variables económicas.
- Creación de una ecuación para explicar los movimientos en el precio del oro.
- Obtener un modelo que sea válido con la mayor capacidad explicativa posible.
- Poder realizar una predicción del precio en función de algunos escenarios económicos.
- A partir del Test de Causalidad de Granger, identificar la relación que existe entre el precio del oro y el PIB.
- De acuerdo con todo lo estudiado poder plantear una serie de previsiones para el futuro.

2. Análisis histórico del oro.

El oro es un elemento químico de número atómico 79, situado en el grupo 11 de la tabla periódica. Su símbolo es Au que proviene del latín (aurum), que quiere decir “brillante amanecer”. Tiene varias propiedades que han hecho que sea muy útil a la humanidad en los últimos años. El oro ha sido el primer metal que llamó la atención del hombre. Es uno de los pocos que se encuentra en la naturaleza en un estado puro y que tiene resistencia a la acción del fuego sin ennegrecerse. Por tanto, ha sido el primer metal conocido y ha sido considerado como uno de los metales más preciosos del mundo.

No se sabe con exactitud cuando se empezó a utilizar oro por primera vez, pero lo que sí se sabe es que muchos estudios arqueológicos han demostrado que utilizaban el oro en el año 4000 A.C. debido a que se habían encontrado restos de adornos de oro enterrados en la costa del mar Negro. A lo largo de la historia, podemos ver que la búsqueda de oro ha ocasionado grandes exploraciones y conquistas de grandes territorios. Además, es muy conocida la importancia que se le ha dado a este precioso metal en antiguas civilizaciones como la egipcia, india o china, con la fabricación de ídolos, urnas, altares, máscaras, sarcófagos y armas decorativas. Los antiguos jeroglíficos egipcios representaban el oro como brillo del sol. En Egipto se han encontrado los documentos más antiguos sobre el oro. El oro provenía de Nubia, al Sur de Sudan. Por tanto, el oro ha influido positivamente en el progreso de la civilización, pues el afán de poseerlo ha llevado al hombre a explorar y colonizar territorios.

El oro ha sido siempre apreciado por su valor y exclusivamente por su valor económico. El oro pasó a ser un instrumento de medida, lo que conocemos como un patrón monetario. El patrón oro consistía en un billete o moneda que tenía equivalencia a una cantidad fija de oro. El oro siempre se ha considerado como símbolo de realeza, de poder, valor y pureza.

Su descubrimiento ha simbolizado la riqueza. Este encuentro se produjo en muchos lugares del mundo por lo que se ha ido introduciendo en el desarrollo de las

culturas. Su extracción ha sido en todos los continentes del mundo, excepto la Antártia debido a que la minería está prohibida. Se ha explotado 166.600 toneladas hasta finales del 2010, según las estadísticas. Anteriormente, el oro se consideraba como valor simbólico-religioso que se ha ido diluyendo. Actualmente, es considerado como un medio para alcanzar un fin, el enriquecimiento de las personas. El oro se ha convertido en una parte de toda la cultura humana. Tradicionalmente, ha sido utilizado conjuntamente con otros metales para la creación de joyería, tecnología y monedas.

Cuando el oro es mezclado con otros metales como la plata, platino y paladio, crea varias tonalidades de colores como el blanco, verde, naranja y rojo. Estas variaciones de color se utilizan sobre todo en la joyería. Estas combinaciones de mezclar el oro con otros metales son frecuentes debido a que es un metal blando. El oro es el único metal amarillo y brillante. Es el menos reactivo de todos los metales. Es un metal fácil para trabajar porque se encuentra en estado puro.

Estos últimos años, habido un aumento considerable de la demanda del oro. Se debe a que se considera como activo refugio contra la inflación y la crisis económica. La atracción por el oro se mantiene inalterable, por lo que los inversores observan que el oro es un activo alternativo de inversión que conserva el valor de su riqueza con el tiempo, es decir, que es utilizado para poder obtener una cartera de inversión diversificada y óptima. Además, también se considera como una inversión segura cuando los mercados financieros presentan ciclos económicos de alzas y bajadas.

Los tres mayores productores de oro son China, EEUU y Australia. Actualmente, China es el principal productor del mundo, ya que ha aumentado su producción de oro desde 2005, mientras que en Canadá, Australia, Sudáfrica y EEUU se ha reducido.

3. London Gold Fixing Association.

Los fundadores fueron NM Rothschild y Sons, Mocatta y Goldsmid, Samuel Montagu y Co, Pixley y Abell, y Sharps y Wilkins. Durante años, han ofrecido a los usuarios del mercado la posibilidad de comprar y vender oro a un precio único. Antes de la fijación de los precios, el presidente anuncio un precio de apertura y los miembros transmiten este precio a sus clientes. A ese precio siempre hay compradores y vendedores. En el caso de que sólo hubiera compradores o solamente vendedores al precio de apertura, el precio se movería hasta conseguir un equilibrio. La fijación dura el tiempo que sea necesario para establecer un precio que satisfaga tanto a los compradores como a los vendedores. Los clientes pueden hacer anticipos de pedidos antes de que se haya fijado el precio, es decir, pueden mantenerse informados de los cambios de precio durante el proceso y realizar modificaciones hasta que se haya fijado el precio. Para poder asegurarse de que el precio no se ha fijado mientras algunos de los miembros está realizando cambios existe lo que conocemos como bandera. Si hay alguna bandera que se encuentra levantada, el presidente no enunciará el precio del oro fijo.

Existen cinco mercados principales de oro en el mundo, son Nueva York, Londres, Hong Kong, Sidney y Zurich. Londres es líder mundial en el centro internacional de comercio de metales preciosos.

El precio del oro mundial se fija dos veces al día en Londres, a las 10:30 AM y a las 15:00 PM, hora de Londres. Cada mercado del oro tiene su propio horario, esto hace que el mercado esté abierto las 24 horas del día. Los miembros de *la London Gold Fixing Association* se reúnen y deciden cual será el precio del oro. El *Gold Fixing* ha proporcionado un precio de referencia para las operaciones de compra/venta a los productores, consumidores, inversores y Bancos Centrales de todo el mundo.

Fue diseñado para fijar un precio para la resolución de los contratos entre los miembros de la *London Bullion Market*, que es la asociación comercial que representa el mercado mayorista del oro en Londres. El mercado del oro ofrece una tasa de

reconocimiento que se utiliza como punto de referencia para fijar el precio de la mayoría de productos de oro y derivados en los mercados del mundo.

El mercado de Nueva York se abre como segunda corrección de lo que se a hecho en Londres. Destaca por el volumen de transacciones en el papel del oro como los contratos de futuros

El precio del oro fluctúa cada hora, es decir, se fija el precio para poder estabilizar el mercado. El precio del oro se fija en libras esterlines y a partir de aquí se cambia por la divisa respectiva de cada país. En general, se calcula en dólares o euros.

4. Factores que afectan al precio del oro.

Los principales determinantes del precio del oro son:

- **La estructura del mercado:** Desde 1971 hasta la actualidad, el precio del oro ha tenido dos ciclos muy alcistas. El primer ciclo fue en 1987 debido a que hubo un crecimiento espectacular de la economía asiática. En 1999, el precio del oro tuvo una tendencia alcista por el primer *acuerdo de Washington* en que los Bancos Centrales de las economías industrializadas decidieron reducir las ventas de oro para no afectar al precio y por la estabilidad política y económica mundial. En 2007, el precio experimentó un crecimiento significativo debido a la crisis financiera internacional, lo que ocasionó que los inversionistas aumentaran su demanda de oro ya que se consideraba este metal como un activo refugio en épocas de incertidumbre. En este período, el precio del oro mostró gran volatilidad debido a la crisis financiera internacional, específicamente empezó en el año 2006. Finalmente, el crecimiento de la demanda de oro ha sido impulsada por el crecimiento económico de los países como la India y China.
- **Debilidad del dólar:** El dólar es conocido como una moneda de reserva mundial. Es la moneda de referencia con la que compramos oro. Su debilidad es debido a la bajada de los tipos de interés, por lo que aumenta el precio del

oro, es decir, que si el dólar está bajo con respecto al euro, podremos comprar más oro. Efectivamente, tanto la debilidad como la fortaleza del dólar ha demostrado su influencia inversa sobre la cotización del oro. A lo largo de estos años, hemos visto como el precio del oro ha estado ligado a los escenarios inflacionistas y deflacionistas. Por esa razón, los inversores siempre colocan su dinero en aquellos activos que creen que van a ganar valor con el paso del tiempo, y por ello el oro es la alternativa más habitual como medio de inversión.

- **Factores políticos:** como las inestabilidades políticas, las guerras e invasiones hacen que aumente el precio del oro debido a que existe miedo de que la moneda pueda volverse inútil. Por eso, los inversores depositan su dinero en los metales preciosos.
- **Desastres naturales:** El oro se extrae del subsuelo, es decir, que si hay desastres naturales como los terremotos, temporadas con mal tiempo u otros, éstos afectan a la producción del oro, y por tanto, puede tener incidencias sobre su precio.
- **Noticias y eventos internacionales:** los inversores son amantes de la estabilidad y la previsibilidad, ya que de este modo pueden tomar decisiones con el menor riesgo posible. Ésta es la razón por la cual los inversores están siempre al corriente acerca de lo que está sucediendo en el mundo. Así que si por alguna razón un evento afecta, o puede afectar potencialmente, el entorno económico, o a las expectativas de los inversores, con seguridad tendrá un efecto automático en sus acciones, y por consiguiente en el precio del oro. Así sucedió el 11-S día en que tuvo lugar el atentado terrorista a las torres gemelas de Nueva York cuando el precio del oro subió más de un 5% en tan sólo dos horas.
- **Otros factores:** entre otros, el aumento del mercado del lujo, el rol de activo refugio y pocas reservas de oro en el mundo son factores que afectan

positivamente en el precio del oro. Por otro lado, la crisis económica, que estamos viviendo actualmente, provoca una bajada de la demanda en joyería “barata” (la de sólo oro sin piedras), por lo que afecta negativamente al precio del oro.

Por tanto, no podemos predecir con exactitud como será el precio del oro a largo plazo pero podemos hacer un análisis histórico donde el valor del oro siempre ha sido positivo. Siempre que tengamos en cuenta los factores como la inflación, intercambio de divisas y situación económica, podremos predecir con certeza que tendencia puede seguir el precio del oro.

5. El patrón oro-dólar.

A partir de la segunda mitad del S.XX, hubo estabilidad monetaria y cambiaria entre todas las monedas convertibles del mundo occidental llamado Sistema de Bretton Woods (1944), que se empezó aplicar a partir de 1948. Este sistema se basaba en el patrón monetario indiscutible del dólar. Se estableció una paridad fija entre el oro y el dólar en el cual se mantuvo durante todo el sistema Breton-Woods. El resto de monedas estaban ligadas al dólar por paridades fijas, con una banda de fluctuación del 1%, por tanto, el margen era del 2%.

A partir del 1948, el mundo occidental entró en un sistema de cambios fijos. Todas las monedas estaban ligadas al dólar e indirectamente ligadas entre ellas. A partir de la estabilidad cambiaria de Breton-Woods, la primera idea de integración monetaria fue el Memorándum Marjolin (1962) que fue el primer estudio de Europa de una Integración monetaria. Exigía a los seis a que crearan una unión monetaria para finales de los años 60 basado en paridades fijas de Breton-Woods. La respuesta de la Comunidad fue negativa porque la estabilidad cambiaria y monetaria ya estaba asegurada con el patrón oro-dólar.

A finales de los años 60, cuando el sistema de Breton-Woods dio señales de inestabilidad debido por el déficit fiscal (Guerra de Vietnam) y el déficit exterior de los EEUU. Dicha situación nos llevó a la crisis monetaria internacional (1971).

Las medidas llevadas a cabo por Richard Milhous Nixon, trigésimo séptimo presidente de los Estados Unidos, decidió eliminar la convertibilidad oro-dólar, ya que era una acaparación de riqueza con la salida del dólar. Unos meses después se produjo la primera devaluación del dólar, después de muchos años para poder ajustar el déficit exterior (BP), es decir, aumentaron las exportaciones y disminuyeron las importaciones.

En 1971, se adoptó el Acuerdo de Smithsonian, que intentó mantener el sistema Bretton Woods aumentando el margen de fluctuación a $\pm 2,25\%$, formando el túnel monetario. Esto se hizo para dar mayor flexibilidad a los países más afectados por la crisis de los años 70.

Para mantener la Unión Aduanera creada en 1968, la CEE se planteó que hubiera una cooperación monetaria entre los países. Los dos informes que buscaron solventar esto fueron:

- *Informe Barre (1969)*. Se comenzó a abogar por una mayor coordinación de las políticas económicas en aras a lograr una identidad monetaria.
- *Informe Werner (1970)*. Fue el primer informe europeo sobre las medidas necesarias para conseguir una unidad monetaria. Se basó en la convertibilidad total de las monedas entre sí y total libertad de movimientos de capital, en la total integración de los sistemas bancarios y mercados financieros y en la fijación irrevocable de los tipos de cambio con eliminación de cualquier margen de fluctuación.

Esto nació debido a los problemas creados por la crisis del túnel monetario en los años 70. La serpiente monetaria se creó en 1972 y buscaba establecer una disciplina más estricta entre las monedas de la CEE (Alemania, Bélgica, Francia, Italia, Luxemburgo y los Países Bajos) que la que planteaba el túnel monetario. Después entraron Dinamarca, Irlanda y Reino Unido. Las premisas básicas de la serpiente monetaria eran que estas monedas debían mantenerse dentro del túnel monetario y debían reducir los márgenes de fluctuación entre las monedas participantes hasta un $\pm 2,25\%$, lo cual quería decir que entre la moneda más apreciada con respecto al dólar y

la menos depreciada debía haber un margen de 2,25%. En caso de llegar a los límites de fluctuación, el Banco Central del país en cuestión debía de actuar en los mercados financieros, comprando la divisa, es decir, reduciendo la oferta de la moneda si quería apreciarla o aumentando la oferta para depreciarla.

En 1973, se produjo la segunda devaluación del dólar frente al oro, lo cual fue el fin del sistema oro-dólar, produciéndose la flotación libre y federal de la moneda frente al dólar. Desapareció así el túnel monetario y las monedas decidieron mantener ese sistema cambiario entre ellas. A partir de ahí, se produjeron continuos abandonos y reingresos de varias divisas, ya que no todos fueron capaces de mantener estos tipos de cambio.

6. El Fondo Monetario Internacional (FMI).

La creación del FMI, en 1944 en una conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Bretton Woods con los cuarenta y cuatro representantes de los gobiernos en la que decidieron acordar un marco de cooperación económica destinado a evitar a que volviera a suceder las devaluaciones competitivas que contribuyeron a provocar la Gran Depresión de los años treinta. La sede del FMI se encuentra en Washington, EEUU, con un número de 188 países miembros. El objetivo del FMI es asegurar la estabilidad del sistema monetario internacional. Este sistema es imprescindible para fomentar el crecimiento económico sostenible. También, para facilitar la expansión y crecimiento del comercio internacional, fomentar la estabilidad cambiaria y poner a disposición de los países miembros con dificultades de balanza de pagos los recursos de la institución.

El oro desempeñó un papel decisivo en el sistema monetario internacional hasta 1973, cuando se desintegró el mecanismo de tipos de cambio fijos creado en Bretton Woods. Desde entonces, su influencia ha menguado poco a poco. Sin embargo, continúa siendo un activo importante de las tenencias de reservas de varios países, y el FMI es uno de los mayores tenedores oficiales de oro del mundo. En 2009, el Directorio Ejecutivo del FMI aprobó ventas de oro limitadas estrictamente a 403,3

toneladas métricas, que representaban una octava parte de las tenencias totales de oro de la institución en ese momento. Los recursos generados por esas ventas contribuirán también a ampliar la capacidad de crédito concesionario del FMI. El proceso se inició con el informe Crockett en 2007, que recomendó que el FMI adoptara un nuevo modelo de ingresos, incluido el establecimiento de un fondo que estuviera financiado con los ingresos procedentes de ventas limitadas de oro.

La inversión de oro de las tenencias del FMI se había producido acorde al Convenio Constitutivo original de la venta de oro a cambio de la moneda y por el pago de remuneración e intereses. Debido a la segunda enmienda del Convenio Constitutivo, esta inversión pudo hacerse a través de ventas directas. El FMI llevó a cabo la primera fase de estas ventas en ofertas fuera de mercado con otros bancos centrales, dejando el stock de oro en el sector de cambios oficial. El FMI vendió un total de 222 toneladas a cuatro bancos centrales: el Banco de la Reserva de la India (200 toneladas), los Bancos Centrales de Sri Lanka y Bangladesh (10 toneladas cada uno), y Mauricio (2 toneladas). El FMI empezó en el mercado de ventas en febrero de 2010 y ha vendido alrededor de 15-20 toneladas de oro por mes desde esa fecha.

7. Los Bancos Centrales.

Los bancos centrales son agentes económicos importantes debido al volumen de oro que mantienen y ceden a los mercados financieros. Tienen una influencia muy significativa sobre los flujos de la demanda y oferta de este metal precioso. Algunos bancos centrales aumentaron sus tenencias de oro porque consideraban que el oro es una de las mejores alternativas de inversión frente a un futuro desconocido. Además, las reservas de oro están en manos de los bancos centrales como depósitos de valor.

La mayoría de los bancos centrales compran el oro directamente en lingotes, en general, lo compran en el mercado mundial de venta libre. Normalmente, se liquida a través de lingotes de oro guardados en Londres. Estos lingotes pesan entre 350 y 430 onzas. Los principales bancos vigilantes de oro son el Banco de Reserva Federal de

Nueva York y el Banco de Inglaterra, es decir, lo almacenan en nombre de otros bancos centrales. Los acuerdos que se llevaron a cabo en el Banco Central del Oro fueron:

El primer acuerdo del Banco Central sobre el Oro.

El acuerdo del banco central sobre el oro (también conocido como el Acuerdo de Washington sobre el Oro) fue anunciado el 26 de septiembre de 1999. Se siguió un período de creciente preocupación debido a la falta de coordinación sobre las ventas de oro del banco, ya que estaban desequilibrando el mercado e impulsando el precio del oro por debajo. En esa época, los bancos centrales acabaron con una cuarta parte de todo el oro por encima del suelo, por lo que sus acciones eran de gran interés para el mercado del oro.

Gran parte de este interés se centró en los bancos centrales de Europa occidental debido a que muchos de ellos tenían existencias importantes de oro en sus reservas. Los bancos de los países como los Países Bajos, Bélgica, Austria, Suiza y Reino Unido habían vendido el oro o lo estaban anunciando para hacerlo. Al mismo tiempo, hubo un crecimiento de la demanda de oro prestado, por lo que los bancos centrales aumentaron el uso de crédito, swaps y otros instrumentos derivados del oro. Debido al funcionamiento del mercado de derivados de oro hubo un crecimiento de los préstamos sobre el oro ofrecido en el mercado. A parte del efecto desestabilizador de estas ventas, los temores del mercado sobre los objetivos de los bancos centrales habían causado una reducción en el precio del oro.

Debido a todas estas preocupaciones, los bancos centrales europeos (los 11 países de la eurozona, el Banco Central Europeo, Suiza, Suecia y Reino Unido) realizaron el primer convenio Centroamericano del oro.

En este convenio, se expuso que el oro seguiría siendo un elemento importante en las reservas monetarias mundiales, con el objetivo de limitar las ventas en 2.000 toneladas durante los cinco años siguientes, o aproximadamente 400 toneladas por año.

El segundo acuerdo del Banco sobre el Oro.

En 2004, los bancos firmantes anunciaron el segundo Convenio Centroamericano del oro. Este segundo acuerdo se inició por la reafirmación de la cláusula primera del acuerdo de 1999. El Reino Unido firmó el primer acuerdo, pero no el segundo debido a que no tenía el objetivo de vender oro. En 1999, Grecia todavía no formaba parte de la zona euro, por lo que este país no firmó el primer acuerdo. En cuanto a los países como Eslovenia, Chipre y Malta firmaron este acuerdo una vez que adoptaron el euro.

La cantidad máxima de oro que los bancos podían vender durante los cinco años fue de 2.500 toneladas, mientras que en el primer acuerdo era de 2.000 toneladas. El segundo acuerdo se afirmó que las ventas anuales de oro no podían exceder 500 toneladas. A continuación, éstos vendieron menos de lo que estaba permitido. El uso de oro en futuros y opciones no podían superar los importes que fueron fijados en el acuerdo anterior.

El tercer acuerdo del Banco Central sobre el oro.

Los bancos centrales occidentales tienen una historia de más una década de duración sobre los acuerdos del oro y con el sector privado. El tercer Convenio Centroamericano de Oro cubre las ventas de oro de los bancos centrales del Eurozona, Suecia y Suiza. Al igual que los dos anteriores acuerdos, cubre un período de cinco años, en este caso del 27 de septiembre de 2009 (inmediatamente después de la caída del segundo acuerdo) al 26 de septiembre de 2014.

El tercer Convenio Centroamericano de oro del Banco reafirmó que *"el oro sigue siendo un elemento importante de las reservas monetarias mundiales"*, como se dijo en los dos acuerdos anteriores.

Este tercer acuerdo también incluye dos salidas importantes de los anteriores acuerdos. En primer lugar, el techo colectivo se redujo de manera que las ventas anuales no eran superiores a 400 toneladas y las ventas totales no eran superiores a

2.000 toneladas, durante ese periodo. Es decir, había 500 toneladas menos que en el segundo acuerdo.

Este acuerdo reconoce que el FMI intentó vender 403 toneladas de oro, por lo que anunció que las ventas que tenía previstas las llevaría a cabo de manera que no añadiría la oferta

El BCE y el oro

El Consejo de Gobierno del Banco Central Europeo decidió que los bancos centrales nacionales que participan en la zona del euro deberían incluir el oro en la transferencia inicial de activos exteriores de reserva del Banco Central Europeo. La transferencia se llevó a cabo en 1999, la fecha de lanzamiento del euro como una moneda única.

El Consejo de Gobierno decidió que la transferencia inicial de reservas internacionales sería la cantidad máxima permitida de 50 millones de euros. Esta cifra se ajustó a la baja mediante la deducción de las acciones de los bancos centrales de la Unión Europea que no participan en la zona del euro en el primer momento.

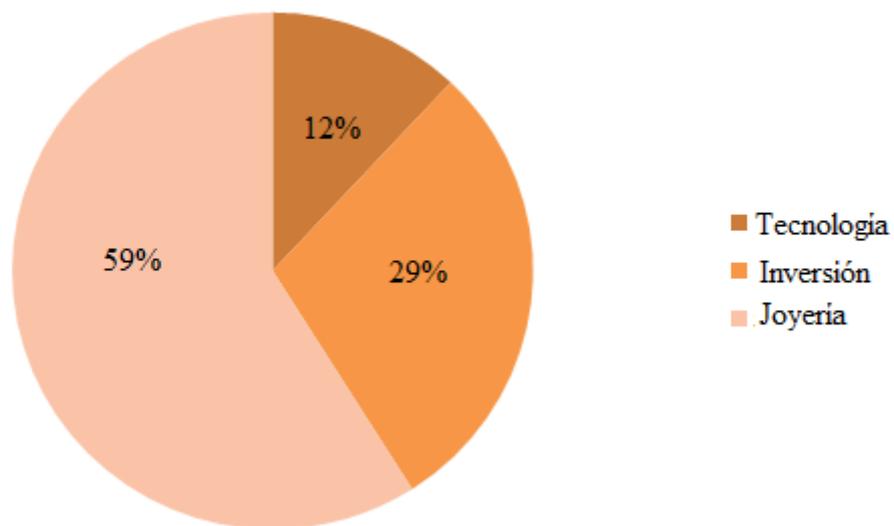
El BCE acordó que el 15% de esta transferencia inicial debía ser en oro, un argumento de que los bancos centrales europeos continuaron creyendo que el oro fortalece el balance de un banco central y da mayor confianza al público. El BCE indicó claramente que estas transferencias de oro no afectarían a las adquisiciones totales de oro de la zona euro. El 85% restante fue transferido en activos en moneda extranjera. De este modo, no hubo implicación de que el BCE mantuviera una relación constante del 15% de sus reservas en oro en el futuro. De hecho, a pesar de una serie de ventas, la cuota del oro de las reservas totales del BCE ha crecido considerablemente debido a un fuerte aumento del precio del oro. En septiembre de 2010, el BCE tuvo un 26% de sus reservas en oro.

8. Utilidades del oro.

Encontramos en la demanda del oro tres fuentes:

- Joyería.
- Inversión.
- Tecnología.

Demanda media anual en toneladas; 2006-2010



Fuente: elaboración propia.

Joyería.

La demanda por joyería es el componente con mayor porcentaje debido a su volumen, alrededor de un 59%, aunque hay que destacar que estos dos últimos años se ha reducido el consumo de joyas debido la crisis financiera internacional. La demanda de la joyería proviene de cuatro países como China, Turquía, India y Oriente Medio.

La India es el principal mercado de joyas a nivel mundial debido a la cultura y tradición que mantiene este país. El oro es visto como un regalo de los dioses, proporcionando la seguridad social, un símbolo de riqueza y prosperidad. Más del 50% de joyas de oro es comprado para las bodas. China es el mercado que tiene un

crecimiento rápido de joyas de oro en el mundo. Los consumidores chinos quieren un nivel de pureza en las joyas de oro, aproximadamente un 80%. Estados Unidos es el mercado más importante en cuanto al consumo de joyas de oro.

Las principales joyas de oro han experimentado un crecimiento rápido del PIB tanto en la India, en China como en EEUU, ya que son los principales consumidores. La venta del oro en estos países ha resultado ser un bien de lujo.

Inversión.

Es el segundo componente mayor de la demanda, representando un 29%. Durante estos últimos años, la demanda de inversión aumentó debido a la creación y el crecimiento de los ETF (Exchange Traded Fund) para que el oro fuera más accesible a los inversores de todo el mundo. Los inversores querían proteger sus capitales en activos que fueran seguros, y el hecho de que el oro tuviera una estabilidad sigue siendo uno de los activos más atractivos para los inversores. Por tanto, las principales razones de por qué invertir en oro:

- Diversificación de la cartera. La mayoría de las carteras de inversión incorporan acciones y bonos, que son activos financieros muy tradicionales. El hecho de diversificar nuestra cartera nos puede ofrecer mayor protección contra las fluctuaciones en el valor de cualquier activo. Los factores que afectan al precio del oro son muy distintos a los factores que afectan al resto de activos. Es decir, que si una cartera contiene oro, normalmente, es más robusta y menos volátil.
- Gestión del riesgo. Sabemos que el oro es un activo menos volátil que el resto de los productos financieros. Es decir, que activos con baja volatilidad nos ayuda a reducir el riesgo global de nuestra cartera y también nos ayuda a gestionar el riesgo con mayor eficacia mediante la protección contra los eventos negativos poco frecuentes.
- Moneda de cobertura. Se utiliza el oro como una cobertura contra las fluctuaciones de las monedas, en particular, el dólar americano. Por lo que una

caída en el dólar produce un aumento en el precio del oro, es decir, que es uno de los activos más eficaces en la protección contra la debilidad del dólar.

La inversión en oro puede tomar muchas formas, como:

- **Lingotes y monedas:** La compra de lingotes es el medio más rentable de poseer oro. El valor de mercado de las monedas de oro es determinado por el contenido de oro que lleva dicha moneda más un margen de beneficio que varía entre las monedas y los comerciantes, entre un 4% y un 8% aproximadamente. Por tanto, la compra de lingotes y monedas de oro es muy popular entre los inversionistas pequeños y medianos.
- **Acciones:** La mayoría de las carteras de inversión mantienen activos financieros como por ejemplo acciones y bonos. Tener una cartera diversificada da mayor protección, es decir, que por lo general tener una cartera que contiene oro es menos volátil y más resistente. Es satisfactorio acceder al mercado del oro a través de la compra de acciones de empresas mineras de oro. El sector de la minería es grande y líquido. Más de trescientas empresas de extracción de oro cotizan en las diferentes bolsas de valores de los Estados Unidos. Una acción de oro no sólo depende del precio del futuro del oro, sino que también depende de la visión futura de las empresas. Las acciones mineras dan oportunidades de revalorización del capital y de ganar dividendos. Generalmente, si la cotización del oro aumenta, los dividendos y los beneficios subirán.
- **Futuros:** En los contratos de futuros de oro, hay el compromiso de comprar o vender una cantidad determinada, en una fecha específica y a un precio que se haya acordado de antemano. Por tanto, los inversores se aprovecharán de su inversión significativamente obteniendo increíbles beneficios, pero en el caso de que haya un movimiento opuesto en el precio del oro alcanzarían pérdidas. En el caso del forward, un contrato a plazo sin estandarizar, son acuerdos para intercambiar el activo, en este caso el oro, a un precio acordado de antemano a

una fecha futura. Se suelen utilizar para manejar el riesgo o para fines especulativos.

- **Opciones:** Es un contrato que otorga el derecho de comprar (opción call) o vender (opción put) una cantidad determinada, a un precio determinado y en una fecha pactada. El coste de esta opción depende del tipo de interés, la volatilidad implícita, el tiempo, el precio de ejercicio y el precio subyacente. Las opciones de compra de oro pueden dar a su titular una ventaja fundamental, pero si no se consigue el precio de ejercicio, no habrá la obligación de ejercer la opción. Por tanto, el titular tendría una pérdida limitada que sólo sería la prima pagada por esta opción.
- **Fondos de Inversión:** Los ETF han jugado un papel muy importante en el establecimiento del oro como un tipo de activo. Son productos financieros que proporcionan a los inversores la evolución de los precios de los lingotes de oro. También, ofrece a los inversores poder participar en el mercado de los lingotes de oro sin la necesidad de tomar la entrega física del oro. Estos fondos se negocian en una diversidad de bolsas de valores en el mundo. La mayoría de los fondos de inversión ofrecen programas de inversión en oro. Con estos fondos, los inversores compran el riesgo de mercado, en lugar del riesgo específico.

Los futuros y opciones sobre el oro se negocian principalmente en el Chicago Board of Trade (CBOT), el Tokyo Commodity Exchange (TOCOM) y en el New York Mercantile Exchange (NYMEX).

Tecnología.

Es el elemento con menor porcentaje de la demanda. Aproximadamente, el 12% de la demanda de oro proviene de las aplicaciones tecnológicas. Las investigaciones realizadas durante la última década han descubierto una serie de aplicaciones nuevas para el oro. Esta fabricación se produce en países como Asia, Europa y América del

Norte. El oro proporciona una excelente utilidad debido a sus propiedades técnicas, además de ser manipulado físicamente ya que es maleable y dúctil. El oro es utilizado para:

- **Electrónica:** Los fabricantes de este sector utilizan el oro para crear componentes para sistemas informáticos, teléfonos y televisores. Millones de máquinas se fabrican cada año y el oro juega un papel muy importante en muchos de sus componentes. El uso más importante del oro es, en el caso de la electrónica, un alambre fino que conecta a los circuitos de los semiconductores o al cerebro del ordenador. El oro es esencial en los circuitos de todos los equipos debido a su conductividad eléctrica y porque no se degradan con el paso del tiempo. En el caso de los teléfonos, utilizamos el oro para uno de sus componentes centrales como es la protección de cada boquilla del teléfono que es un transmisor en miniatura. En cuanto a los televisores, encontramos los microcircuitos que están compuestos de líneas finas de circuitos de oro conectados por alambres de oro. Estos procesan las señales de radiodifusión en una imagen de la televisión.
- **Medicina:** Durante décadas, se ha utilizado para la medicina y la odontología, como consecuencia de su biocompatibilidad. El oro demuestra ser biocompatible dentro del cuerpo humano, lo que resulta ser en un gran porcentaje de aplicaciones directas de oro como material médico. El oro es resistente a las bacterias y puede ser utilizado para implantes donde existe un alto riesgo de infección. Actualmente, muchas aplicaciones biomédicas incluyen el uso de alambres de oro en los marcapasos, implantes para el ojo y el oído interno. Además, está siendo investigado para tratamientos de otras enfermedades como es el caso del cáncer. En el caso de la odontología, el oro es ideal para procedimientos dentales.
- **Espacio:** Durante muchos años, el oro ha sido un componente clave para la tecnología espacial y la exploración. Su eficacia como reflector de calor y la radiación infrarroja ha sido invaluable en numerosas empresas de la NASA.

- **Láser:** En este caso, el uso del oro en los láseres es para poder tener un control del foco. Esto nos lleva a tener que darle mucha importancia a la medicina, ya que ayuda a la destrucción puntual de células cancerosas, a la cirugía de los ojos y al tejido cerebral. También, estos láseres son utilizados para rejuvenecer los tejidos de la piel que han sido dañados por quemaduras o lesiones.
- **Ingeniería:** En este sector, el oro proporciona buena resistencia en muchos casos, como en la oxidación o la corrosión.

Los nuevos avances en la tecnología, en cuanto a la demanda de oro, es posible que sea para obtener más avances en nuevos diagnósticos médicos, la purificación del agua y las células solares.

9. Análisis de Oferta y Demanda.

Oferta del oro.

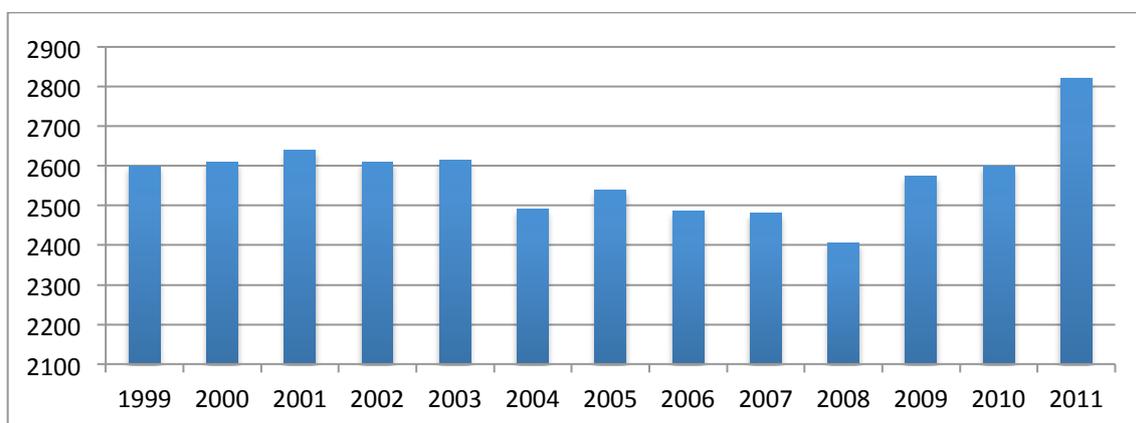
La oferta anual de oro proviene de una combinación del oro recién extraído, las reservas del banco central y el reciclaje del stock existente. Entre 2005 y 2011, la oferta anual de oro ha tenido un promedio de 3.692 toneladas. Los datos para 2011 son: 70,65% de los cuales provenían de la producción recién extraída (oferta neta de los productores), el -11% de las compras netas del sector oficial y el 40,35% del reciclaje de los productos fabricados, principalmente joyas.

	2009	2010	2011
Oferta			
Oferta minera total	2371	2600,2	2821,7
Ventas sector <u>publi</u>	34	-77	-439,7
Oro reciclado	1695	1640,7	1611,9
Oferta total	4100	4163,9	3993,9

La oferta de oro del sector de la minería comenzó a bajar después de 2001, debido en parte a los recortes considerables en los gastos de exploración que derivaron de la disminución del precio del oro a finales de 1990 y la escasez de nuevos descubrimientos importantes. El suministro efectivo de oro procedentes del sector minero se ha reducido aún más desde el año 2001 por la práctica generalizada de coberturas, con los productores cerrando posiciones de cobertura (forward y otras transacciones de derivados) tomadas en años anteriores.

Aunque el gasto en exploración comenzó a aumentar en serio a partir de 2003, gracias al alto precio del oro. La industria ha tenido un éxito limitado en la búsqueda de nuevos yacimientos importantes de oro. Metals Economics Group no cita los grandes descubrimientos de oro en su informe de 2008 y sólo uno en 2007. El oro de los principales nuevos descubrimientos se redujo a 426 toneladas en el 2008 en comparación con las 3.948 toneladas de hace diez años. Además, los plazos de entrega en la industria suelen ser muy largos, lo que significa que puede pasar años para que un nuevo descubrimiento se traduzca en mayor oferta de oro.

Producción minera mundial en toneladas.



Fuente: elaboración propia.

A pesar de estos desafíos, los principales productores de oro han sido capaces de reemplazar sus reservas a través de una combinación de adquisiciones, la búsqueda de

recursos adicionales en las minas existentes y mejorar los recursos gracias a las reservas y a un precio del oro superior.

La minería de oro es un negocio caro. Antes de que la extracción pueda tan solo comenzar, el oro se debe encontrar con el uso de técnicas costosas de exploración. O eso, o los depósitos de oro debe ser adquiridos a un tercero. A continuación, una mina debe ser construida, así como posiblemente una infraestructura completa, dependiendo de la ubicación de la mina. El oro es entonces extraído de la superficie o de la roca subterránea. Después, se lleva a la superficie, donde se tritura o mole. Luego se concentra con el fin de separar las partículas de mineral gruesas y pesadas de oro de las partes restantes de la mena (minerales útiles de un filón). El oro se separa del concentrado con numerosos procesos y luego son fundidos en una mezcla de oro y plata en forma barras. Estas barras se envían a una refinería externa para ser refinados a los baremos de aceptación internacional (London Good Delivery) de al menos 995 partes por mil de oro.

Además de todo esto, la instalación de la mina debe ser mantenida (CAPEX de mantenimiento) y los gastos generales, administrativos y de comercialización se deben cumplir. El coste de todo esto varía mucho de una mina a otra, y depende de toda una serie de factores, incluyendo: el país de origen, el coste de la mano de obra, la naturaleza y la distribución del mineral, las leyes sobre el mineral, y cuestiones tales como la necesidad de construir infraestructura o la inestabilidad política local, que puede conducir a costosos retrasos.

Minera y costes de operación.

El oro es extraído en todos los continentes con la excepción de la Antártida (donde la minería está prohibida). El mayor productor del siglo 20 fue Sudáfrica, que a principios de 1970 estaba produciendo 1.000 toneladas por año, lo que suponía más del 70% del total mundial en ese momento. Esta posición ha ido menguando en las últimas dos décadas y la producción de las minas hoy en día es mucho más diversificada geográficamente. Esto ayuda a una menor volatilidad de los precios del

oro en comparación con otras materias primas como el petróleo, ya que ha reducido la vulnerabilidad del metal a cualquier impacto económico, político o físico presente en un determinado país o región.

China es actualmente el mayor productor mundial de oro con 355 toneladas del metal amarillo en 2011 (el 13,1% de la producción mundial), seguido por Australia y EEUU, que produjeron 270 y 237 toneladas respectivamente.

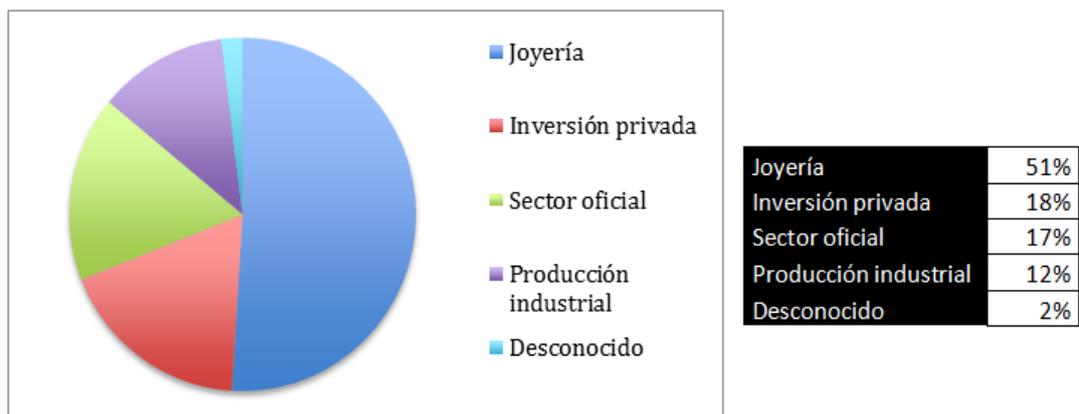
Si hablamos por compañías productoras, Eldorado o Orvana son una muestra de los mayores productores mientras que Guayana Goldfields o Sulliden son una muestra de compañías refinadoras.

Los costes se cuantifican generalmente en efectivo o total. Los costes directos incluyen todos los gastos regulares de trabajo en la mina, mientras que los costes totales incluyen cargos adicionales tales como la depreciación de las instalaciones. Los costes directos y totales se han incrementado drásticamente en los últimos años, impulsado por las presiones inflacionistas derivadas de los crecientes costes de la mano de obra, el precio más alto de la energía y otras materias primas utilizadas en el proceso de producción, tales como el caucho y el acero. Otro dato a tener en cuenta en el aumento de los costes, es la depreciación del dólar que ha aumentado costes en moneda local en las minas situadas fuera de la zona de utilización del dólar. Los costes promedios de efectivo ascendieron a 479\$/oz en el 2010 desde los 176\$/oz de 2001, mientras que los gastos totales ascendieron a \$ 617/oz frente a los \$ 228/oz de 2001.

Pero incluso los costes totales no abarcan completamente el coste de encontrar y explotar la mina de oro. Por ejemplo no incluyen el gasto de exploración que en última instancia puede llegar a fracasar. GFMS estima en su "2010 Gold Survey" que la "los costes totales verdaderos sostenibles a largo plazo de la producción de una mina de oro se sitúan entre 925\$/oz y 950\$/oz en 2009".

Suministro del stock existente.

Porque el oro es virtualmente indestructible, prácticamente todo el oro que no se ha extraído de una mina, todavía existe. De las 165.600 toneladas de stock que actualmente se estima que existen, GFMS calcula que el 51% se lleva a cabo en forma de joyas, el 18% está en manos del sector oficial, el 17% en manos de los inversores, el 12% se encuentra dentro productos industriales y el 2% está en paradero desconocido. Parte de este oro periódicamente regresa al mercado, de los sectores de joyería y oficial, así como de los inversores que venden.



Fuente: elaboración propia.

El sector oficial.

Los bancos centrales y ciertas organizaciones supranacionales son los titulares importantes sumas de oro. Los bancos centrales comenzaron a almacenar sus existencias de oro de manera significativa a partir de 1870, durante el período del patrón oro clásico, cuando la cantidad de dinero en circulación estaba relacionado con reservas de oro del país, y el papel moneda era convertible en oro a un precio fijo. En su apogeo en la década de 1960, las reservas oficiales de oro fueron alrededor de 38.000 toneladas y, probablemente, representaban aproximadamente la mitad del oro existente.

Después de la ruptura del sistema de Bretton Woods, y los ajustes a las tenencias oficiales de oro en la década de 1970 como resultado de esto, la mayoría de bancos

centrales mantienen sus reservas de oro estables durante la década de 1980. Sin embargo, en la década de 1990, especialmente en la segunda mitad de esa década, el balance fue de una venta neta positiva. Varias razones explican esto: las buenas circunstancias macroeconómicas que aparecieron no hacían necesario seguros sobre el oro, la tendencia a la baja en el precio del oro y la creciente presión sobre los administradores de reservas para hacer que sus activos generaran un retorno. Las condiciones macroeconómicas se han deteriorado drásticamente, el precio del oro ha estado en una tendencia firme al alza, y los administradores de reservas están cada vez más centrados en las necesidades de gestión de riesgo y liquidez.

Las ventas más importantes fueron por parte de bancos de Europa occidental. Desde 1999 se han llevado a cabo a través de una serie de acuerdos. En el primer Convenio del Oro de Bancos Centrales (CBGA1), firmado en septiembre de 1999, un grupo de bancos centrales europeos acordaron limitar la enajenación de 400 toneladas al año durante cinco años, y también establecer un límite en el volumen de oro prestado en el mercado. También reafirmaron su confianza en el futuro de oro como activo de reserva.

El éxito del CBGA1 dio lugar al CBGA2 por un nuevo mandato de cinco años en septiembre de 2004, esta vez estableciendo el límite máximo anual de 500 toneladas. Las partes firmantes vendieron casi toda la cuota el primer año del acuerdo. Sin embargo, sólo se vendieron 396 toneladas el segundo año, 476 toneladas el tercero, y significativamente inferiores a los del techo en los dos últimos años: 358 toneladas en el penúltimo año del acuerdo y 157 toneladas en el último año.

Un tercer acuerdo de cinco años CBGA se anunció el 7 de agosto de 2009, la reducción del límite máximo anual se fijó en 400 toneladas, en un claro reconocimiento de que el apetito de los bancos centrales de las ventas de oro habían disminuido. Al mismo tiempo, los firmantes reiteraron la importancia del oro como un elemento de las reservas monetarias mundiales y dijeron que las previstas 403,3 toneladas de las ventas del FMI también podría tener cabida dentro del acuerdo. En el momento de redactar este documento (junio de 2010), los bancos centrales europeos

habían vendido menos de 2 toneladas desde el último acuerdo se inició en septiembre de 2009.

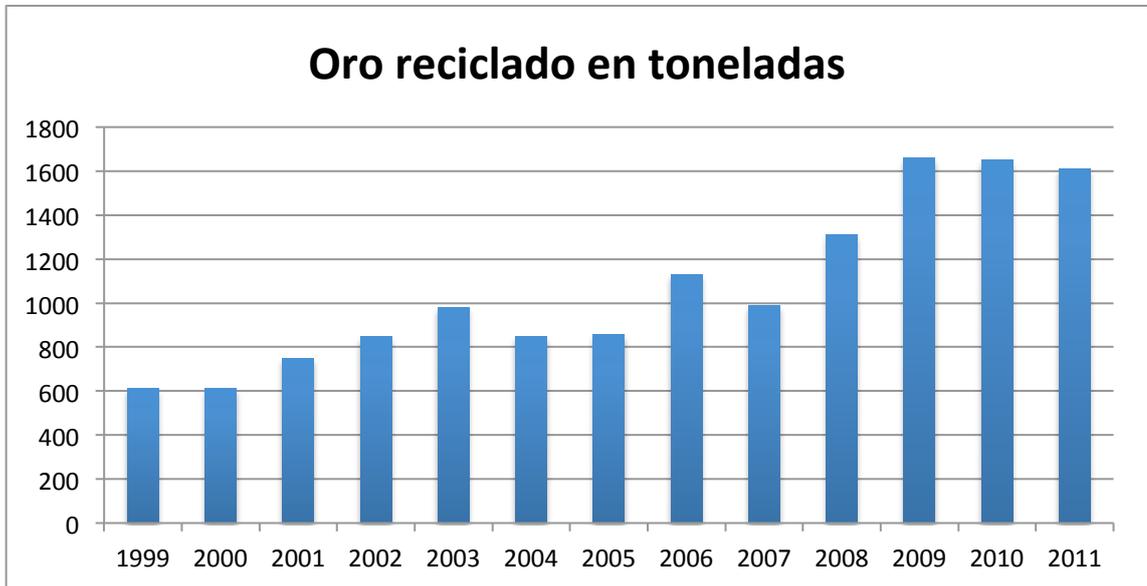
Mientras que las ventas europeas de los bancos centrales han disminuido, las compras de bancos en el mercado se han incrementado, tanto es así que en el segundo trimestre de 2009 el sector oficial se convirtió en un comprador neto de oro por primera vez en dos décadas. Lo más destacado en 2009 fue el anuncio por la Administración Estatal China de Divisas (SAFE) que las reservas oficiales del país había aumentado de 600 a 1.054 toneladas en un período de seis años a partir de 2003, convirtiendo a China en el sexto poseedor de oro después de los Estados Unidos, Alemania, el FMI, Italia y Francia. Estadísticas Financieras Internacionales del FMI también informó de un notable incremento en las reservas de oro de Rusia en los últimos años, llevando las reservas de oro del país a 668,6 toneladas en abril de 2010, o 5.5% de las reservas totales.

Los bancos centrales de India, Sri Lanka y Mauricio también han aumentado sus tenencias de oro. El FMI comenzó la venta gradual en el mercado a través de CBGA3 a mediados de febrero de 2010, y vendiendo un total de 38,7 toneladas a finales de abril de 2010. Esto no impide, sin embargo, que otras ofertas fuera del mercado se realicen un una fecha posterior.

Oro reciclado.

El resto de la oferta de oro proviene de reciclado productos fabricados, principalmente del sector de la joyería. Cantidades más pequeñas vienen del oro recuperado en el sector de la electrónica. La oferta de oro reciclado depende en gran medida de las circunstancias económicas y el comportamiento del precio del oro. En los cinco años hasta 2011, el oro reciclado fluctuaron entre 902 toneladas y 1600 toneladas por año. Es una práctica común en el Medio Oriente y Asia para los artículos de oro para ser vendidos si el propietario necesita dinero en efectivo. Los propietarios de oro a menudo, también comercian con una pieza de joyería la cual, una vez intercambiada, se funde (no se incluye como "oro reciclado" en las estadísticas).

La crisis financiera de 2007-2011 ha sido un ejemplo en la oferta de oro reciclado en los productos fabricados. Esta práctica alcanzó las 1611,9 toneladas en 2011, impulsada por una combinación de ventas desesperadas y los consumidores aprovechan los altos precios, ya que la economía mundial entró en su peor recesión desde la Gran Depresión, pero ha disminuido desde entonces, a pesar de los mayores precios del oro en dólares.



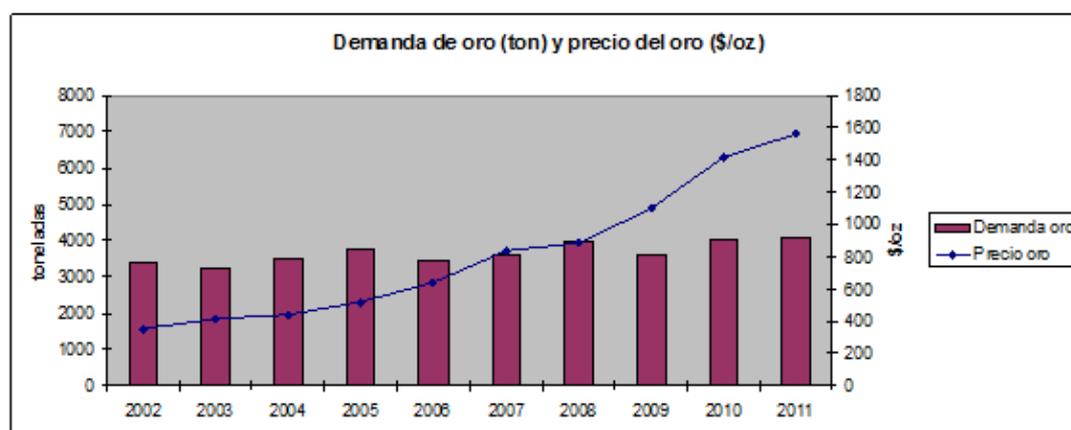
Fuente: elaboración propia.

Demanda del oro.

La demanda de oro proviene de tres fuentes: la joyería, la industria (incluida la electrónica y las aplicaciones médicas) y la inversión. En los últimos cinco años 2007-2011 la demanda anual de oro era en promedio de unas 3855,2 toneladas. La principal fuente de demanda viene de la joyería, que representa el 54,79% del total en los últimos cinco años, seguido por la demanda de inversión que representa un 32,71%. La industria representa el 12,5% restante. Mientras que la joyería era típicamente el mayor componente de la demanda, su participación ha disminuido en los últimos cuatro años en favor de la demanda de inversión, ya que los inversores se han centrado en la preservación de la riqueza que ha proporcionado el oro.

Año	Demanda (ton)	Joyería	%	Inversión	%	Industrial	%
2007	3587	2423	67,55	687	19,15	476	13,27
2008	3954	2304	58,27	1189	30,07	461	11,66
2009	3619	1814	50,12	1396	38,57	410	11,33
2010	4051	2017	49,79	1568	38,71	466	11,50
2011	4067	1963	48,27	1641	40,35	464	11,41

Fuente: elaboración propia



Fuente: world gold council

La demanda en joyería.

La demanda en joyería se ve afectada por una serie de factores como: los niveles de ingresos, el precio y volatilidad de los precios, así como una diversidad de influencias socioeconómicas y culturales. En los últimos años, el 48% de la demanda en joyería ha venido de tres países o regiones: China, La India y Medio Oriente. Cada mercado se ve afectado por un conjunto diferente de factores socio-económicos y culturales. La India, que normalmente compra más de un cuarto del oro del mundo cada año, es un buen ejemplo de ello. En este caso, la demanda de oro está firmemente arraigada en las tradiciones culturales y religiosas. El oro es visto como un regalo de los dioses, proporciona seguridad financiera y como un símbolo de la riqueza y la prosperidad en la religión hindú. Los hindúes consideran el oro un metal auspicioso, lo que les gusta personalmente para adquirir u ofrecer como regalo a los miembros de la familia durante las fiestas religiosas. El más importante de ellos es

Diwali, que coincide con la recolección de las cosechas y marca el comienzo del año nuevo hindú y normalmente se lleva a cabo en octubre o noviembre. En las bodas también es importante la compra de oro como regalo.

Estos eventos indios son una razón por la cual la demanda mundial de joyas es de temporada, pero hay otras razones importantes. En Navidad, por ejemplo, y otras fiestas de fin de año se produce también mucha compra de oro en todo el mundo. El 1 de mayo, el Día Nacional y el año nuevo chino en China son también ocasiones asociadas a la compra de joyas de oro. El cuarto trimestre es generalmente más fuerte debido a la fiesta de Diwali, el festival hindú más importante, la temporada de bodas y la Navidad. Los eventos significativos en el primer trimestre son el año nuevo chino, el final de la temporada de bodas de la India y en menor medida, el día de San Valentín. La temporada de bodas en China por lo general cae en los meses de invierno en el cuarto trimestre y que normalmente representa el 20% del consumo local anual de joyas de oro.

Una de las claves de la expansión en la compra de oro en joyería ha sido el rápido crecimiento del PIB durante la última década, siendo la China y la India los mejores ejemplos. Esto ha llevado a un aumento en los niveles de ingreso de los hogares y ha empujado a un creciente número de hogares de ingresos bajos a tener ingresos medio o altos. Los sectores de venta al por menor en estos países han experimentado una revolución y el oro ha sido uno de los bienes de consumo de lujo que se ha beneficiado.

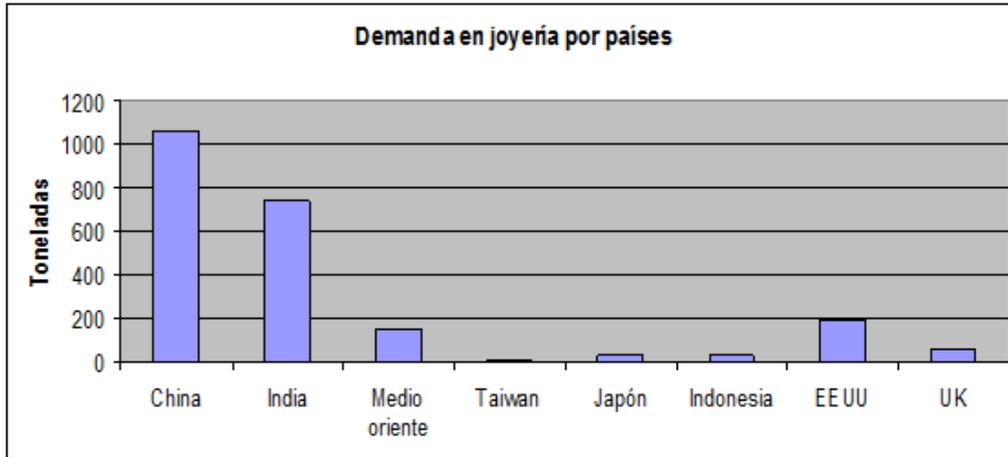
En los últimos cuatro años la demanda de joyería se desaceleró fuertemente ya que la economía mundial experimentó su peor recesión desde la Gran Depresión. Los consumidores, frente a un aumento del desempleo y la caída de los precios inmobiliarios y de los valores, concentraron su gasto en bienes esenciales. Al mismo tiempo, el precio del oro alcanzó niveles récord en los principales mercados de compra de joyas, en gran parte debido a la debilidad en sus respectivas monedas. Un aumento de precio del oro no siempre es negativo para la demanda de joyería, bisutería, ya que a menudo es comprado con el doble propósito de adorno y de inversión, en este caso, cuando se combina con una fuerte desaceleración en el crecimiento (y la contracción

absoluta en algunos países) y una inusual alta volatilidad de los precios, contribuyó a un descenso notable en el mercado de la joyería.

A los consumidores y a la industria joyera no les gusta la volatilidad de los precios. Los hace reacios a comprar oro, por temor de que puedan encontrar que se puede comprar más barato en una fecha posterior. Por lo tanto están dispuestos a que los precios se estabilicen. Esto se da sobre todo en mercados como la India o en Oriente Medio. Además hace que los cambios en el precio del oro sean visibles muy rápidamente a nivel minorista, lo cual tiene un impacto directo en la joyería.

Sin embargo, los consumidores en China se comportaron de manera diferente debido a la historia del país, en cuanto a los controles de regulación, los precios y las importaciones en el mercado local del oro. Los controles de precios en el sector de la joyería fueron abolidos en 2001 y mientras que la bolsa de Shanghai fue fundada en 2002, el mercado de la inversión realmente no se abrió hasta el año 2005. Por ello, los consumidores chinos no son dueños de grandes stocks de oro y actualmente se encuentran todavía en proceso acumulación. Por lo general, la joyería de muchos quilates se vende con un margen bajo y el precio a nivel minorista no reacciona tan rápido a los cambios en el precio spot del oro, como lo hace en la India.

El triple efecto de la recesión global, el record de los precios locales del oro en divisas y la volatilidad anormalmente alta en todo el mundo, produjo una contracción de la demanda de joyería en los últimos años, sin embargo, existen signos positivos a medida que la economía global se recupere.



Fuente: elaboración propia

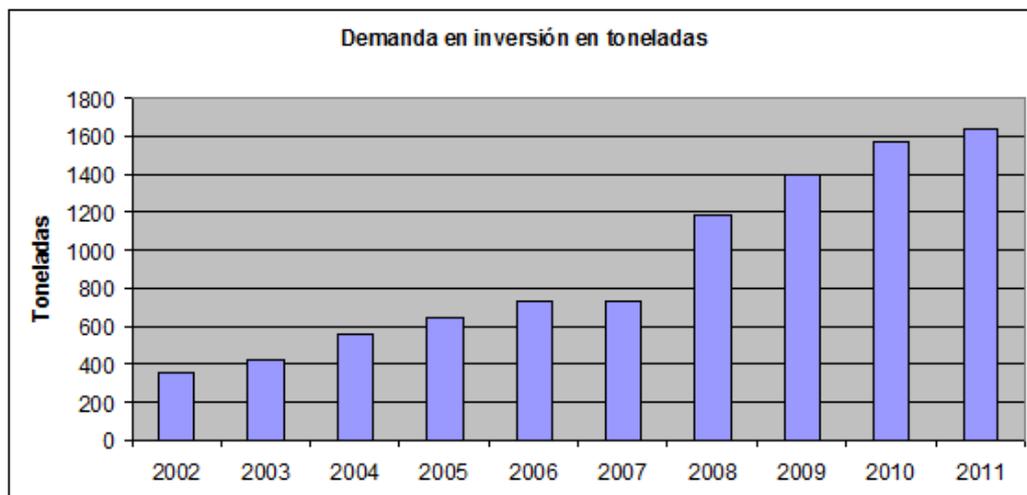
La demanda en inversión.

La inversión representa el 32,7% de la demanda total en los últimos cinco años, por lo que es el segundo mayor elemento de la demanda. La inversión se puede dividir en lingotes, monedas, medallas, monedas de imitación y ETF (exchange traded funds).

Desde el inicio de la década, la demanda total de inversión ha subido de forma constante hasta alcanzar un récord de 1641 toneladas en 2011. Entre 2003 y 2007, el aumento de la inversión fue impulsado principalmente por un aumento en la demanda de ETF y productos relacionados. Entre 2008 y 2009 la demanda en busca de un refugio seguro aumentó debido a que los mercados financieros del mundo entraron en crisis y tanto la demanda al por menor como la de monedas, lingotes y ETF se ha incrementado considerablemente.

Aunque algunos flujos, que consideran el oro como refugio seguro, pueden disminuir a medida que la economía mundial se recupera y mejora el apetito de los inversionistas de riesgo, hay buenas razones para esperar que la demanda de inversión siga siendo fuerte. En primer lugar, si los inversores han aprendido algo de la crisis financiera, es la comprensión de los riesgos y la importancia de la diversificación, que apoya la idea del oro como un refugio seguro contra los riesgos de eventos futuros. Además, se ha llegado a reconocer la importancia del oro como un activo en la diversificación. El oro ha sido uno de los pocos activos que han ayudado a diversificar,

en contraste con otros tantos activos, donde la correlación con las acciones tienden a 1. En segundo lugar, el oro tiene una larga historia como depósito de valor contra la inflación y la depreciación del dólar. Por último, la dinámica de la oferta y la demanda en la industria del oro siguen siendo positivas, por lo que la demanda de inversión debería continuar alta para compensar gran parte de la debilidad en los sectores de joyería e industrial, donde la demanda debería mejorar a medida que la economía mundial se recupere.



Fuente: elaboración propia

La demanda industrial.

Los usos industriales y médicos representaron alrededor del 12,5% de la demanda de oro y en promedio 455,4 toneladas anuales entre 2007 y 2011. Más de la mitad del oro utilizado en aplicaciones técnicas se concentra en componentes electrónicos, debido a la alta conductividad térmica y eléctrica y su resistencia excepcional a la corrosión. En la parte de electrónica la demanda total de oro ha crecido mucho en la última década, sin embargo también fluctúa mucho de acuerdo al PIB mundial. La mayoría de la fabricación de componentes electrónicos que contienen oro se producen en Norteamérica, Europa occidental o Asia oriental.

El uso médico del oro tiene una larga historia, su bio-compatibilidad, su resistencia a la colonización bacteriana y la corrosión, así como su maleabilidad, da a lugar que pueda utilizarse con éxito en el interior del cuerpo humano. Hoy en día,

diversas aplicaciones biomédicas incluyen el uso de alambres de oro en los marcapasos, implantes para el ojo y el oído interno, así como semillas de oro en el tratamiento de cáncer de próstata, pero no obstante, su uso más conocido y más extendido es en la odontología. El uso dental en la actualidad representa alrededor del 1,6% de la demanda de oro en promedio durante los últimos 5 años, porcentaje que está disminuyendo gradualmente.

El oro también se utiliza en un buen número de aplicaciones industriales y decorativas, tales como el chapado en oro, el revestimiento y en hilo de oro (utilizado particularmente en los Saris de la India). También hay diversas técnicas que se emplean para permitir que el oro sea utilizado en acabados decorativos. Otras aplicaciones aprovechan la reflectividad del calor del oro y otras propiedades ópticas útiles. En general estos usos del oro representan un 2-3% de la demanda total.

Nuevos usos del oro.

Las investigaciones en la última década han puesto de manifiesto una serie de posibles nuevos usos prácticos para el oro, algunos de los cuales parecen tener un potencial importante en el aumento del uso industrial del metal. Esto incluye el uso de oro como catalizador en pilas de combustible. Una serie de empresas están investigando en el desarrollo de catalizadores industriales basados en el oro y esto podría dar lugar a una nueva demanda, en la industria automotriz, que actualmente consume grandes cantidades de otros metales preciosos como el platino (pero no de oro). En el campo de la nanotecnología hay muchas posibles aplicaciones, incluyendo el uso del oro en las células solares, la mejora de las pantallas LCD, así como también, en los teléfonos móviles y ordenadores portátiles, y en el desarrollo de nuevas tecnologías para almacenar terabytes de datos en un solo disco o dispositivo de memoria flash.

10. Relación bivariada y regresión simple.

En este punto pretendemos obtener una relación de la evolución que ha sufrido el precio del oro, desde 1970 con otros índices, tipos de interés y metales. Intentaremos responder a la pregunta de si el oro tiene relación con otras variables económicas y, si es así, en que medida afectan cambios en estas variables al precio del oro. Estas variables son:

- Producto interior bruto de Estados Unidos
- Índice Dow Jones Industrial
- Índice Standard & Poor's 500
- Tipo de interés de la Reserva Federal (FED): datos desde 1971 (165 observaciones)
- Rentabilidad de los bonos a 10 años de Estados Unidos
- Precio spot de la Plata
- Precio spot del Paladio: datos desde 1997 (61 observaciones)
- Precio spot del Platino: datos desde 1988 (97 observaciones)

Es importante comentar que los datos que utilizamos son para un periodo largo de tiempo. Hay que tener presente que incluirá varios ciclos económicos. Cabe comentar que hemos escogido variables relacionadas con índices e intereses estadounidenses porque creemos que son representativos si queremos realizar un modelo coherente.

Utilizaremos un modelo de regresión simple (MCO: Mínimos cuadrados ordinarios) para realizar una comparación entre los pares de variables que hemos escogido. Este tipo de variables son susceptibles de explicar o ser explicadas por el precio del oro.

Utilizaremos una muestra de 168 datos (precios trimestrales de las variables desde 1970 hasta 2012. Fuente: Bloomberg).

Primeramente, realizaremos un estudio de las variables de forma individual (media, mediana, desviación estándar, varianza, asimetría, curtosis, etc.).

A continuación, propondremos un modelo MCO para los pares de variables, situando al oro como variable explicada (endógena) y el resto como explicativas (exógenas):

1. $\text{oro} = \beta_1 + \beta_2\text{PIB} + U$
2. $\text{oro} = \beta_1 + \beta_2\text{INDU} + U$
3. $\text{oro} = \beta_1 + \beta_2\text{SP500} + U$
4. $\text{oro} = \beta_1 + \beta_2\text{T.i.} + U$
5. $\text{oro} = \beta_1 + \beta_2\text{B10a} + U$
6. $\text{oro} = \beta_1 + \beta_2\text{Plata} + U$
7. $\text{oro} = \beta_1 + \beta_2\text{Platino} + U$
8. $\text{oro} = \beta_1 + \beta_2\text{Paladio} + U$

Utilizaremos varias herramientas para detallar que relación tienen las diferentes variables. A continuación especificaremos cuales son estas herramientas y el significado que le darán a cada una de las regresiones.

Coeficiente de correlación (R^2 : r de Pearson), recta de regresión y diagrama de dispersión.

El coeficiente de correlación expresa la proporción de variación conjunta (*varianza común*). Este supone y expresa relaciones lineales en las que a un mayor valor en Y (Oro) corresponde un mayor valor de X (variables explicativas), como se veremos gráficamente en los grafica de dispersión.

Si la relación es perfecta, el coeficiente de correlación será igual a 1. Si la correlación, como suele suceder, no es perfecta, el diagrama de dispersión ya no coincidirá con una recta, aunque sí podemos trazar la recta que mejor expresa la

relación (recta de regresión). La pendiente de esta recta nos la dará la **b**, que nos dice como variará el oro ante cambios en la explicativa.

La recta que mejor se ajusta a los datos es la que minimiza las diferencias (elevadas al cuadrado) de los puntos con respecto a la recta (recta de cuadrados mínimos). El símbolo *r* del coeficiente de correlación (desarrollado después por Pearson) viene del concepto de regresión.

Gráfica temporal (observación gráfica)

Otra herramienta que utilizaremos será una gráfica temporal que nos dará un concepto mas visual del comportamiento de las distintas variables a lo largo del periodo estudiado.

Test de significación individual (t-Student)

Interpretación de la significación individual de cada variable en el modelo.

Modelos simples

1. Producto Interior Bruto como variable explicativa del precio del oro

El primer modelo que realizaremos será una relación entre el PIB de Estados Unidos (EEUU) y el precio del oro entre 1970 y 2012. Mediante la aplicación Microeconometría de Excel obtenemos los resultados econométricos para el modelo:

$$\text{oro} = \mathbf{b}_1 + \mathbf{b}_2\text{PIB} + U$$

Variable	N	Valor mínimo	Media	Mediana	Valor máximo
PIB	168	4.252,90	8.511,01	8.025,75	13.429,00
ORO	168	35,090000	409,187917	361,075000	1.623,97

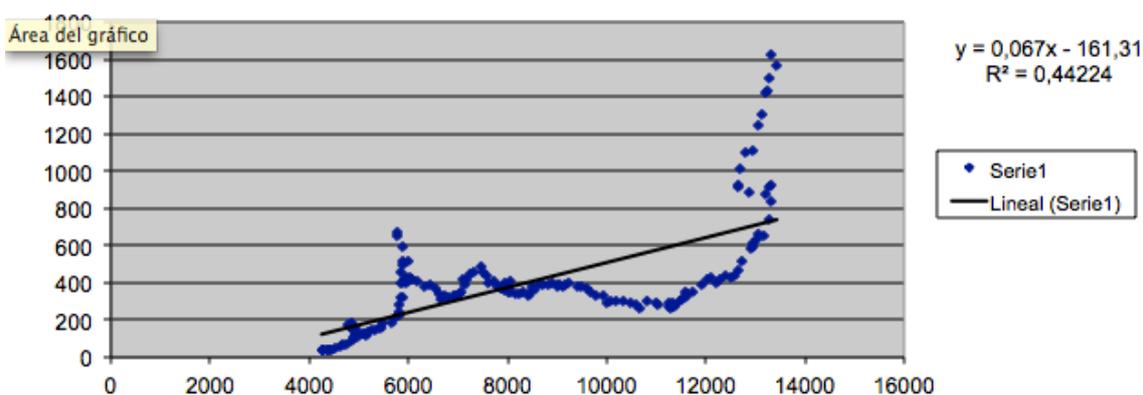
Realizamos la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y obtenemos los siguientes datos:

ESTIMACIÓN MCO

Variable	Parámetro	Coefficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
$R^2 = 0,4422$		$R^2 \text{ corr} = 0,4389$					
F	Prob > F		52,656956	-3,065	0,0025	-265,242869	-57,386689
131,62	< 0,0001	0,665008	0,005843	11,472	< 0,0001	0,055495	0,078567

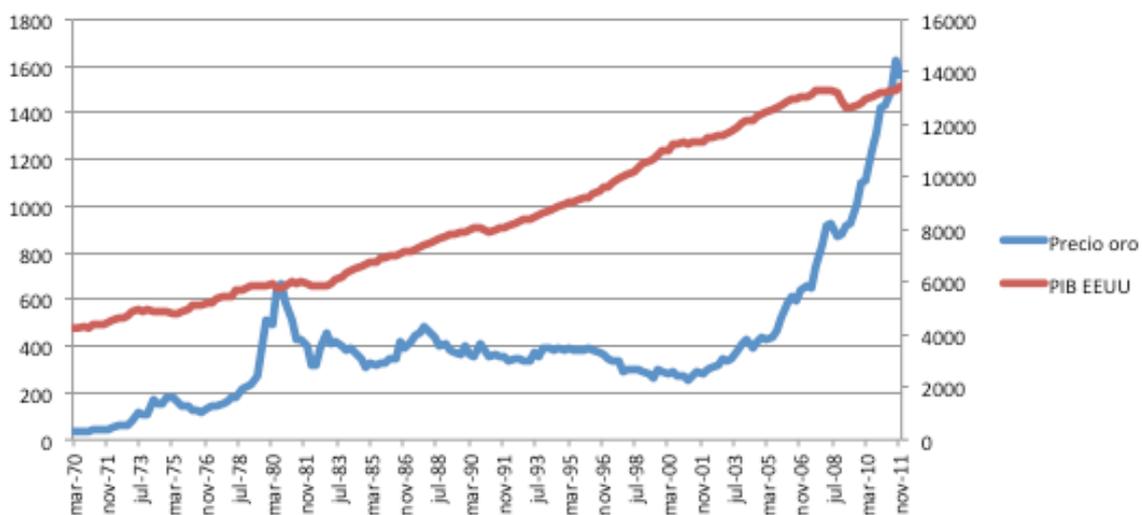
Observamos que el R2 es de un 44,22%. Esto nos indica que existe relación entre el PIB y el precio del oro. Ahora tenemos que saber si la explicativa es significativa y si el modelo es sí también lo es. Tanto el la probabilidad de t como la F nos indican que tanto la variable PIB como el modelo son significativos.

El valor del parámetro b_2 nos indicará la pendiente del diagrama de dispersión, es decir, como varía el precio de oro ante cambios unitarios en la evolución del PIB:



El coeficiente b_2 nos indica que la pendiente de la recta de regresión es positiva y por cada unidad que varía el PIB, el precio del oro lo hace en 0,067 dólares.

Si realizamos la gráfica temporal de la evolución de ambas variables, podemos observar que el crecimiento del PIB es mas sostenido y constante (crecimiento medio del 3.7% anual) mientras que la evolución del precio del oro tiene tres tramos. El primero hasta agosto del 1980, en que el precio crece rápido llegando hasta los 666,76\$/oz. El segundo periodo incluye una bajada del precio y se mantiene hasta 2003. A partir de 2003 el precio del oro experimenta un aumento nunca visto hasta el momento hasta llegar a un máximo en 2011 de mas de 1600\$/oz.



2. Índice Dow Jones Industrial como variable explicativa del precio del oro

El segundo modelo incorpora como variable explicativa el índice Dow Jones y queda de la siguiente manera:

$$\text{oro} = \mathbf{b}_1 + \mathbf{b}_2 \text{INDU} + U$$

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Variable	N	Valor mínimo	Media	Mediana	Valor máximo
DOW JONES	168	607,870000	4.868,86	2.893,72	13.895,63
ORO	168	35,090000	409,187917	361,075000	1.623,97

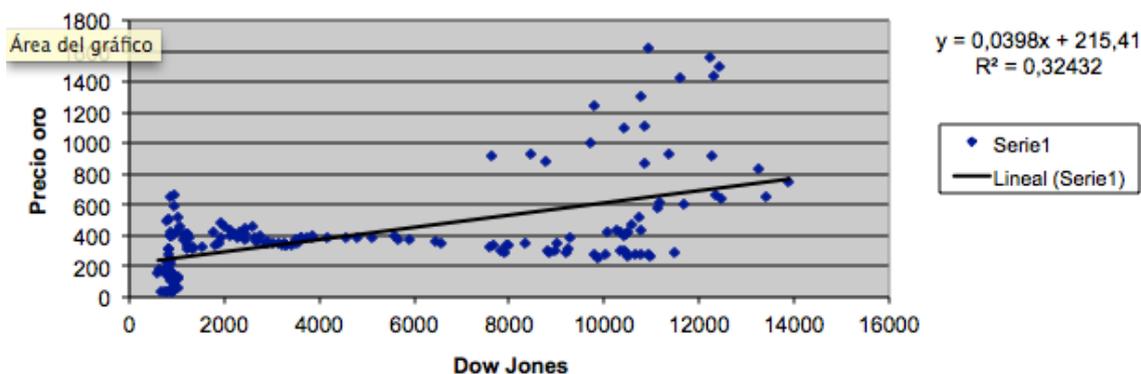
Realizamos la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y obtenemos los siguientes datos:

ESTIMACIÓN MCO

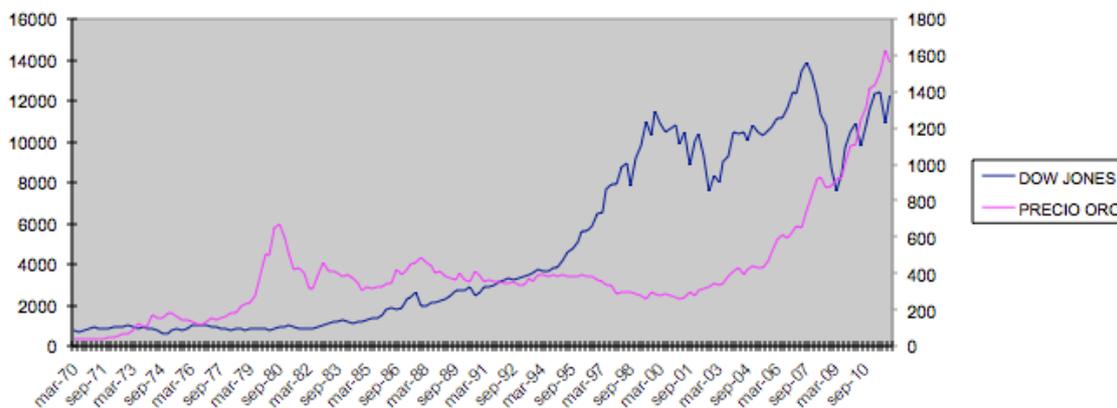
Variable	Parámetro	Coeficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
$\beta_1(\text{Const.})$	215,409762		28,848459	7,467	< 0,0001	158,452584	272,366940
$\beta_2(\text{DOW JONES})$	0,039799	0,569492	0,004459	8,926	< 0,0001	0,030996	0,048602
$R^2 = 0,3243$		$R^2 \text{ corr} = 0,3203$					
F	Prob > F						
79,678998	< 0,0001						

Obtenemos un R2 aceptable de 32,43%. Con ello podemos decir que existe una relación entre ambas variables y que el 32,43% del comportamiento del oro viene dado por el comportamiento del índice. Las probabilidad de la t nos llevan a rechazar la hipótesis nula de no significación por lo que el índice es significativo.

El valor del parámetro b_2 nos indicará la pendiente del diagrama de dispersión, es decir, como varía el precio de oro ante cambios unitarios en la evolución del índice Dow Jones:



Este nos indica que ante variaciones unitarias en el Dow Jones I., el precio del oro varía 0,04 dólares en el mismo sentido positivamente.



Podemos observar dos periodos en el comportamiento del Dow Jones I.. El primero hasta mediados de 1994, en el que el índice está estancado o con pequeños crecimientos (crecimiento acumulado en este periodo del 44%). El segundo va desde la segunda parte de 1994 hasta la actualidad (crecimiento acumulado en este periodo del 912%). El índice se comporta con mayor volatilidad. Hasta el 2000 experimenta un fuerte crecimiento con fuertes caídas y subidas.

Estas fuertes subidas coinciden con estancamiento en el precio del oro. Con el desplome de la este índice en los años 2007 y 2008, es donde se observan las mayores subidas del precio del oro.

3. Estándar & Poor's 500 como variable explicativa del precio del oro

El tercer modelo incorpora como variable explicativa el índice Estándar & Poor's 500 y queda de la siguiente manera:

$$\text{oro} = b_1 + b_2\text{SP500} + U$$

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Variable	N	Valor mínimo	Media	Mediana	Valor máximo
SP	168	63,540000	568,429583	364,590000	1.526,75
ORO	168	35,090000	409,187917	361,075000	1.623,97

Realizamos la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y obtenemos los siguientes datos:

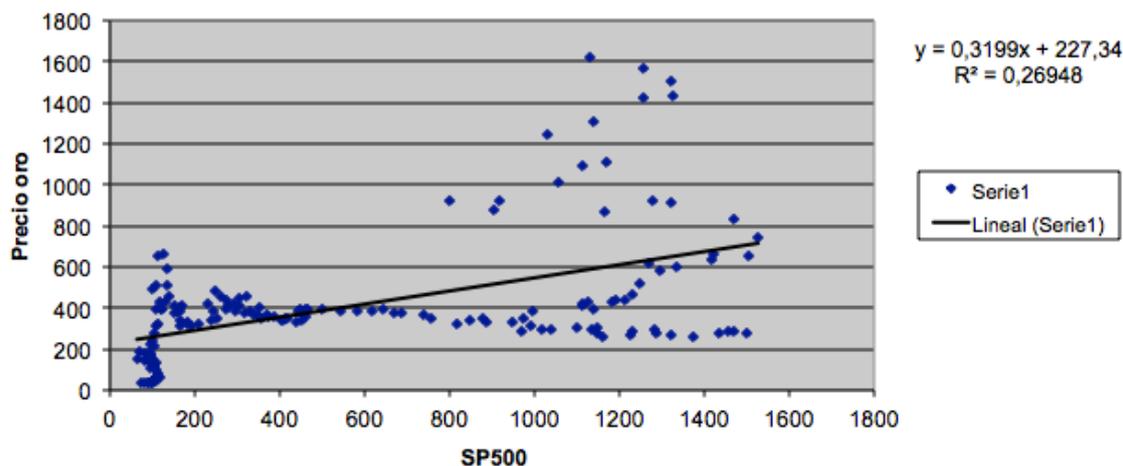
ESTIMACIÓN MCO

Variable	Parámetro	Coefficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
b1(Const.)	227,335582		30,501350	7,453	< 0,0001	167,115006	287,556158
b2(SP)	0,319921	0,519110	0,040883	7,825	< 0,0001	0,239202	0,400639
R² = 0,2695		R² corr = 0,2651					
F	Prob > F						
61,233992	< 0,0001						

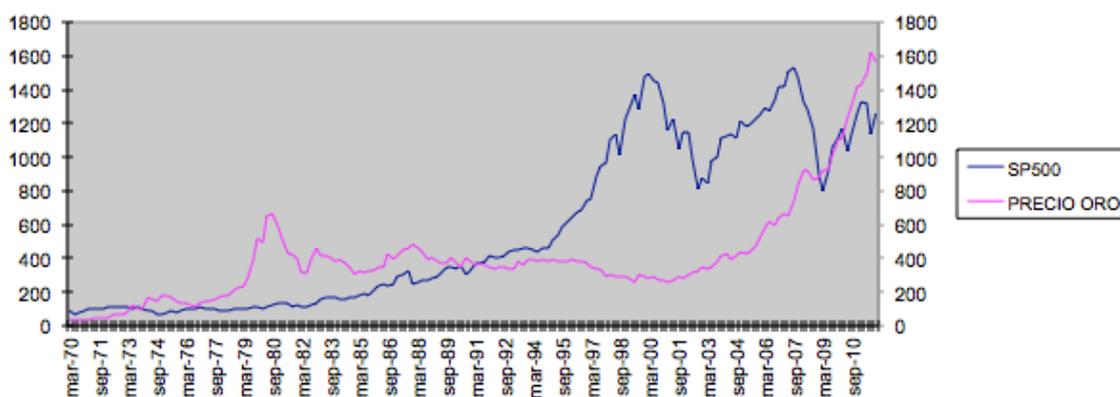
Con esta estimación, obtenemos un R2 inferior a los obtenidos hasta el momento con un valor del 26,95%. Existe cierta relación entre las dos variables pero el porcentaje explicado por el índice no es demasiado grande.

A pesar del coeficiente de correlación obtenido, los test de significación individual nos llevan a aceptar la variable SP500 como significativa.

El valor del parámetro b_2 nos indicará la pendiente del diagrama de dispersión, es decir, como varía el precio de oro ante cambios unitarios en la evolución del índice Estándar & Poor's 500:



Con un b_2 positivo, variaciones unitarias en el S&P500 hacen que el precio del oro varíe en 0,32 dólares positivamente.



Los comentarios para este índice en la gráfica temporal serían muy similares a los realizados en el Dow Jones. En un primer periodo hasta 1994, el índice se comporta de forma tranquila y creciente. A partir de ese año, experimenta una gran subida y aumentos en la volatilidad del índice. Con la caída de la bolsa en 2007 y 2008, el precio del oro experimenta un gran subida.

4. Tipo de interés de la FED como variable explicativa del precio del oro

En este cuarto modelo incluiremos a los tipos de interés de la Reserva Federal como variable explicativa del oro:

$$\text{oro} = \mathbf{b}_1 + \mathbf{b}_2 \text{T.i.} + U$$

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Variable	N	Valor mínimo	Media	Mediana	Valor máximo
TIP INT	168	0,250000	5,982887	5,500000	20,000000
ORO	168	35,090000	409,187917	361,075000	1.623,97

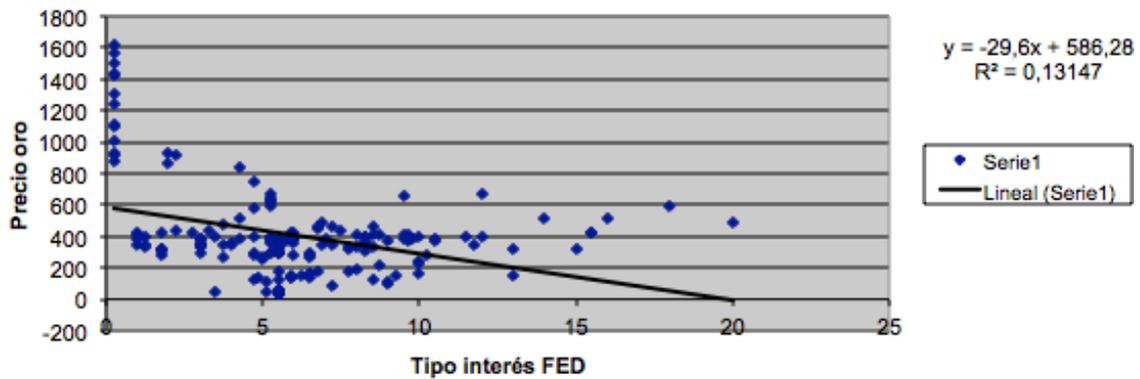
Realizamos la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y obtenemos los siguientes datos:

ESTIMACIÓN MCO

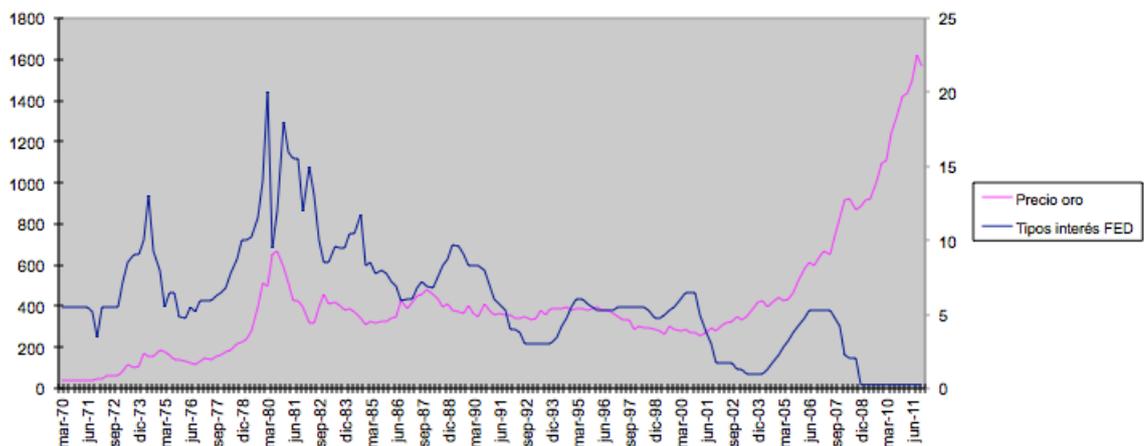
Variable	Parámetro	Coefficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
$\beta_1(\text{Const.})$	586,279863		41,377333	14,169	< 0,0001	504,586207	667,973520
$\beta_2(\text{TIP INT})$	-29,599748	-0,362589	5,904892	-5,013	< 0,0001	-41,258117	-17,941379
$R^2 = 0,1315$		$R^2 \text{ corr} = 0,1262$					
F	Prob > F						
25,127664	< 0,0001						

Con un R2 de un 13,15%, observamos que el parámetro \mathbf{b}_2 tiene signo negativo. En el contexto de la crisis actual, con los tipos de interés de los bancos centrales en mínimos (0,25%), el precio y las rentabilidades que ha acumulado el oro desde 2007 son importantes. Variaciones de un punto en los tipos de interés hacen variar el precio del oro en 29,59 unidades pero en signo contrario.

En cuanto a los test de significación individual, rechazamos la hipótesis nula de no significación, por lo que sería una variable significativa para la explicación del precio del oro.



Ajustando la línea de regresión a la nube de puntos, observamos una pendiente decreciente (b_2). Observamos que para altos precios del oro, corresponden bajos tipos de interés. Estas observaciones corresponden a los años de la crisis actual. Para el resto de observaciones, vemos que los tipos de interés se han movido sin influir demasiado en los precios del oro.



En la gráfica temporal, observamos unos tipos de interés relativamente altos hasta el año 2000, con bajadas a principios de los años 90 (guerra del Golfo y estallido de la burbuja inmobiliaria en Japón). A continuación, tenemos un repunte de los tipos hasta finales de 2007, donde caen en picado hasta hoy.

Podemos observar ciertos puntos en la gráfica donde disminuciones de los tipos vienen acompañadas con grandes aumentos del precio del oro. Una sería en el año 1980, y la otra en el periodo actual de crisis.

En estos dos periodos podemos sacar la conclusión de que en los periodos de recesión (crisis del petróleo finales de los 70's y principios 80's y actual crisis) que vienen acompañados con bajadas bruscas de los tipos de interés, el precio del oro se comporta de forma alcista.

5. Bonos de EEUU a 10 años como variable explicativa del precio del oro

En este cuarto modelo, incluiremos como variable la rentabilidad de los bonos americanos con vencimiento a 10 años:

$$\text{oro} = b_1 + b_2 B10a + U$$

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

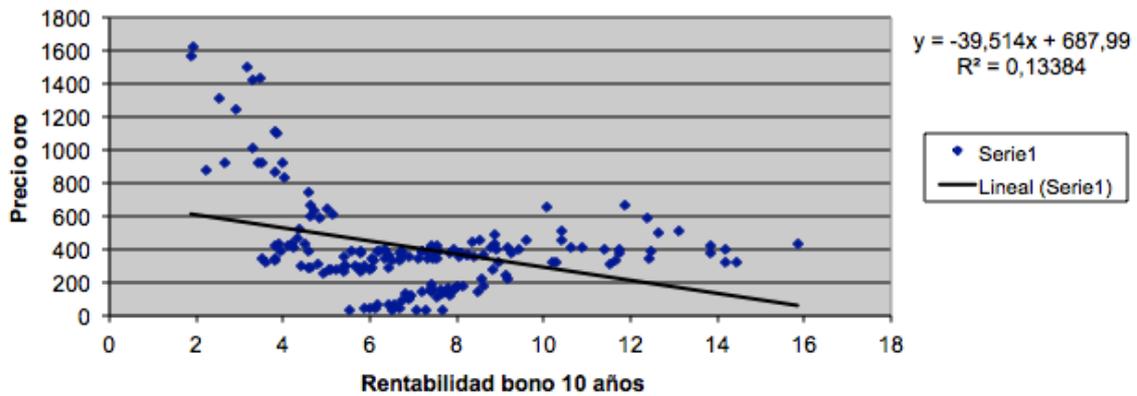
Variable	N	Valor mínimo	Media	Mediana	Valor máximo
RENT BONO	168	1,876200	7,055693	6,775000	15,842000
ORO	168	35,090000	409,187917	361,075000	1.623,97

Realizamos la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y obtenemos los siguientes datos:

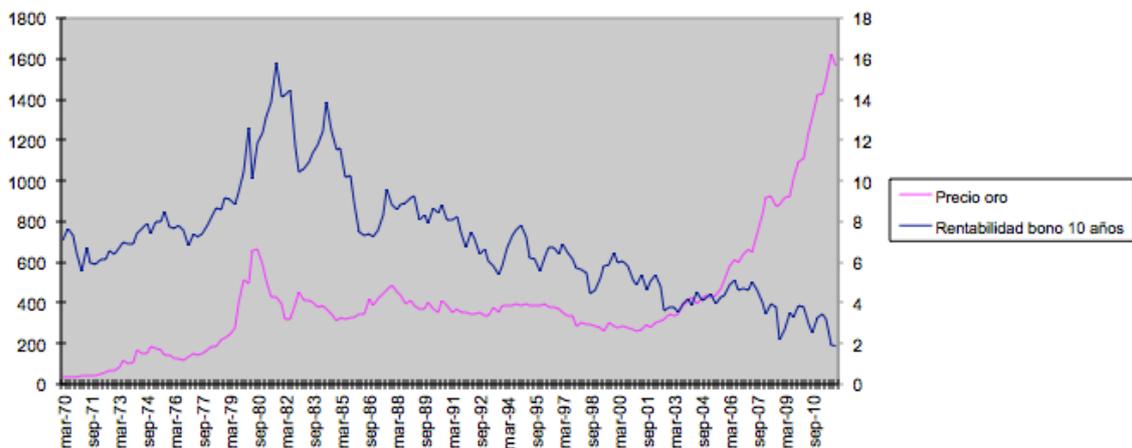
ESTIMACIÓN MCO

Variable	Parámetro	Coefficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
β_1 (Const.)	687,986018		59,101169	11,641	< 0,0001	571,299169	804,672867
β_2 (RENT BONO)	-39,513923	-0,365845	7,801847	-5,065	< 0,0001	-54,917560	-24,110285
$R^2 = 0,1338$		$R^2 \text{ corr} = 0,1286$					
F	Prob > F						
25,651065	< 0,0001						

La estimación que obtenemos es muy similar a la obtenida para los tipos de interés de la Reserva Federal. El R2 es débil, de un 13,38%. El test de significación individual nos dice que la variable “Rent Bono” es significativa en la explicación del precio del oro.

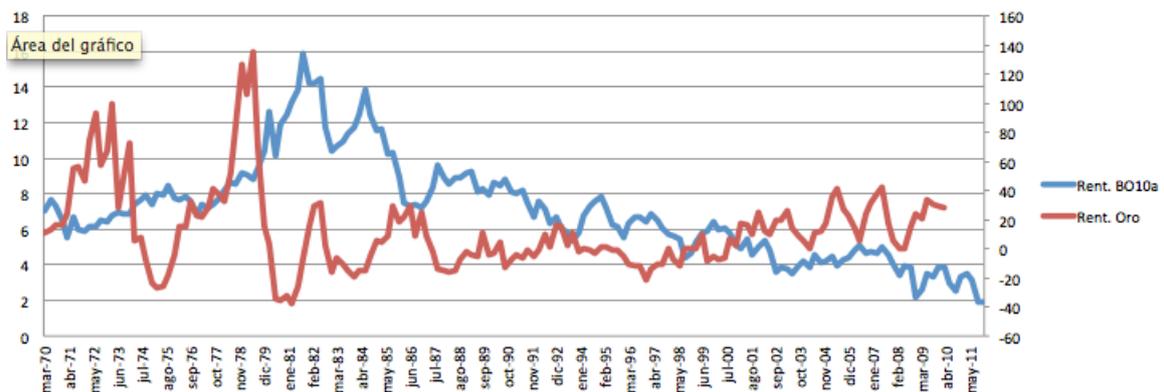


El coeficiente b_2 negativo por lo que la recta de ajuste en el diagrama de dispersión tiene pendiente negativa. Podemos observar que para bajas rentabilidades en los bonos, corresponden altos precios del oro. Como hemos comentado antes, estas observaciones corresponden a los datos que se han recogido en la actual crisis. En el resto de observaciones, el precio del oro se mantiene para las distintas rentabilidades del bono a 10 años.



Es fácil observar que la rentabilidad que ha ofrecido el bono desde principios de los 80's ha ido disminuyendo. Recordemos que, en este caso, estamos comparando precios spot con rentabilidades. El precio del oro ha ido aumentando y con este, la rentabilidad obtenida en cada lingote, mientras que la rentabilidad del bono se ha ido manteniendo en el tiempo.

Para tener una visión mas clara de la rentabilidad que ha ofrecido el oro, proponemos una gráfica que contiene la rentabilidad del oro cada trimestre, para un lingote que se vende al cabo de un año:



Con esta gráfica observamos un comportamiento negativo entre las rentabilidades del bono a 10 años y la rentabilidad ofrecida por el oro.

6. La plata como variable explicativa del precio del oro

En este modelo, la variable que pondremos como explicativa del precio del oro será el precio de la plata:

$$\text{oro} = \mathbf{b}_1 + \mathbf{b}_2\text{Plata} + U$$

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Variable	N	Valor mínimo	Media	Mediana	Valor máximo
PLATA	168	1,371000	6,913735	5,295000	30,917500
ORO	168	35,090000	409,187917	361,075000	1.623,97

Realizamos la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y obtenemos los siguientes datos:

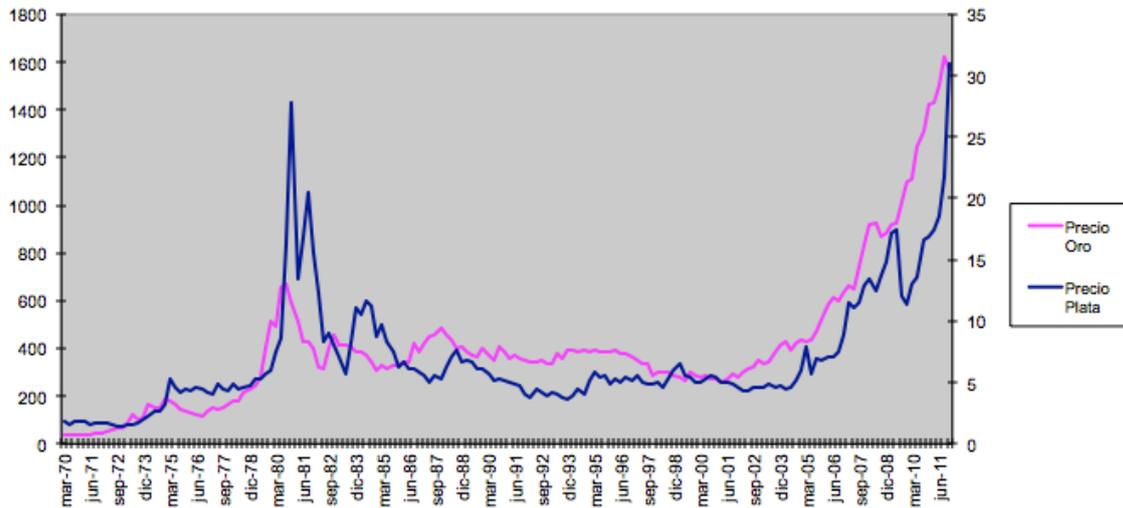
ESTIMACIÓN MCO

Variable	Parámetro	Coefficiente estandarización	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
$\beta_1(\text{Const.})$	62,222835		24,301027	2,561	0,0113	14,243914	110,201755
$\beta_2(\text{PLATA})$	50,184897	0,802643	2,894527	17,338	< 0,0001	44,470065	55,899729
$R^2 =$	0,6442	$R^2 \text{ Corr} =$	0,6421				
F	Prob > F						
300,60	< 0,0001						

En este modelo obtenemos un alto R^2 . Nos viene a decir que un 64,21% del precio del oro viene explicado por el precio de la plata. Al ser un metal precioso podemos, a priori, pensar que los precios de la plata se forman de forma parecida a los del oro, de aquí un coeficiente de correlación tal alto.

Siguiendo con el análisis individual, la significación individual nos lleva a tomar la variable "PLATA" y el modelo como significativos. Mas adelante veremos si sería una buena variable para explicar el precio del oro ya que es posible que exista autocorrelación.

El coeficiente b_2 , nos dice que para cambios unitarios en el precio de la plata, el precio del oro varía en 50,18 dólares.



Observamos que el precio de la plata ha evolucionado de forma similar a la del oro. Ha tenido rentabilidades superiores a las del oro en algunos periodos. Es el caso de finales del año 1980 que tubo una rentabilidad interanual de un 363% en diciembre de este mismo año. También en marzo de el año 2012 ha tenido rentabilidades interanuales de mas del 100%.

7. La platino como variable explicativa del precio del oro

En el sexto modelo, incluiremos a la platino como una variable explicativa en los cambios en el precio del oro. El platino es un metal precioso que se utiliza en la construcción de catalizadores para vehículos, en electrónica y está aumentando su consumo en joyería:

$$\text{oro} = \mathbf{b}_1 + \mathbf{b}_2\text{Platino} + U$$

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

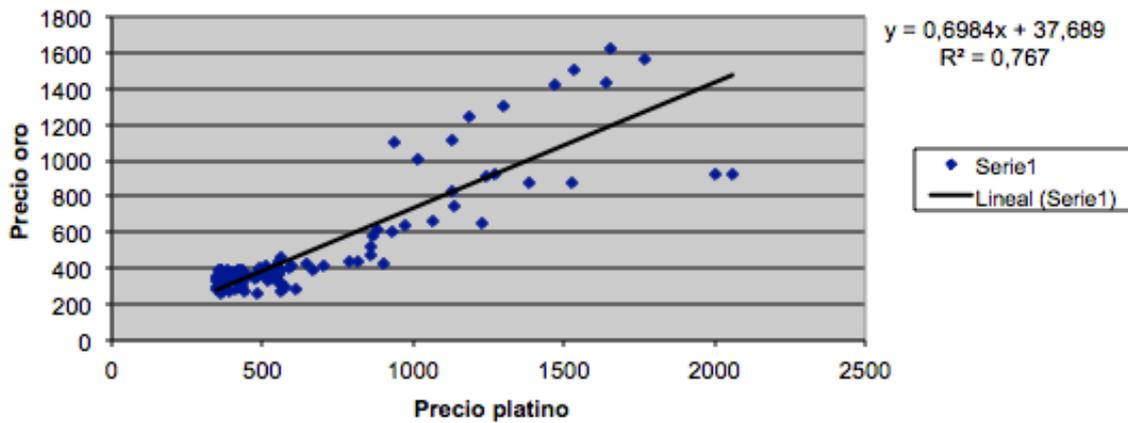
Variable	N	Valor mínimo	Media	Mediana	Valor máximo
PLATINO	96	348,000000	689,428490	513,500000	2.059,00
ORO	96	257,950000	519,168646	384,300000	1.623,97

Realizamos la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y obtenemos los siguientes datos:

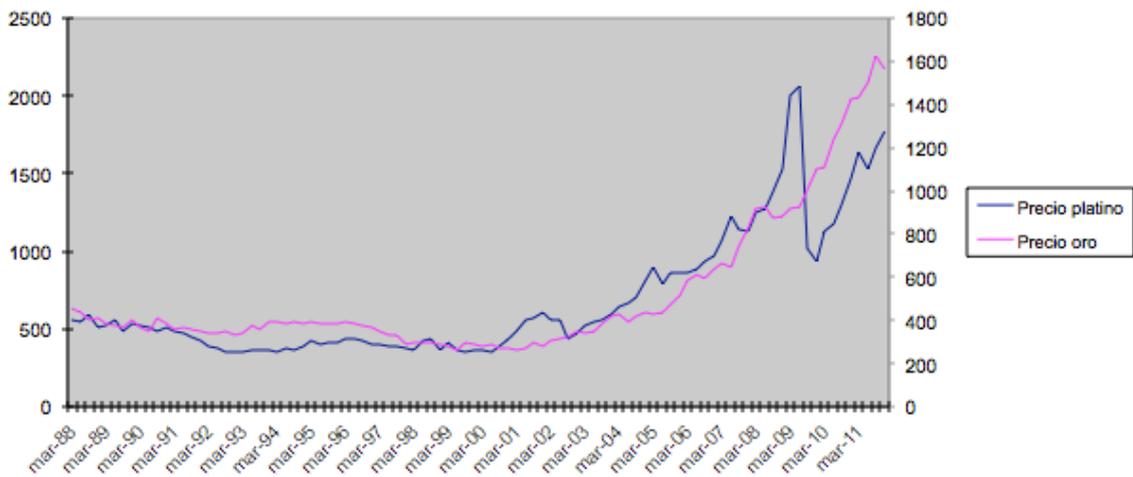
ESTIMACIÓN MCO

Variable	Parámetro	Coefficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
$\beta_1(\text{Const.})$	37,688519		31,822638	1,184	0,2393	-25,496074	100,873111
$\beta_2(\text{PLATINO})$	0,698376	0,875785	0,039701	17,591	< 0,0001	0,619548	0,777204
$R^2 = 0,7670$		$R^2 \text{ corr} = 0,7645$					
F	Prob > F						
309,43	< 0,0001						

En este modelo, encontramos el mayor de los R2 de los que estudiaremos. Según el modelo, el precio del platino explica el 76,7% del precio del oro. Nos planteamos la misma duda de si existe autocorrelación con el precio del oro.



En cuanto al coeficiente **b2**, observamos que, con aumentos unitarios del precio del Platino, el precio del oro aumenta en 0,70 dólares.



Tenemos observaciones para el platino desde que cotiza. Se ha comportado casi igual que el precio del oro. Es otro metal precioso demandado para la construcción de catalizadores de vehículos. Su uso industrial es mas importante que el del oro pero también es cierto que su uso en joyería ha aumentado en la primera década de los 2000. La formación de su precio, por lo tanto, es muy similar a la del oro.

Hasta 2008, la formación del precio crecía casi de la misma manera. En septiembre de 2009, vemos una bajada brusca del precio del palacio que pasa a valer la mitad. Tras esta caída, su tasa de crecimiento recupera la tendencia que tenía antes del desplome.

8. La paladio como variable explicativa del precio del oro

El último modelo que realizaremos para explicar el precio del oro será con el precio del paladio, otro metal precioso utilizado en los catalizadores de los vehículos con motor de explosión y en electrónica:

$$\text{oro} = \mathbf{b}_1 + \mathbf{b}_2\text{Paladio} + U$$

ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

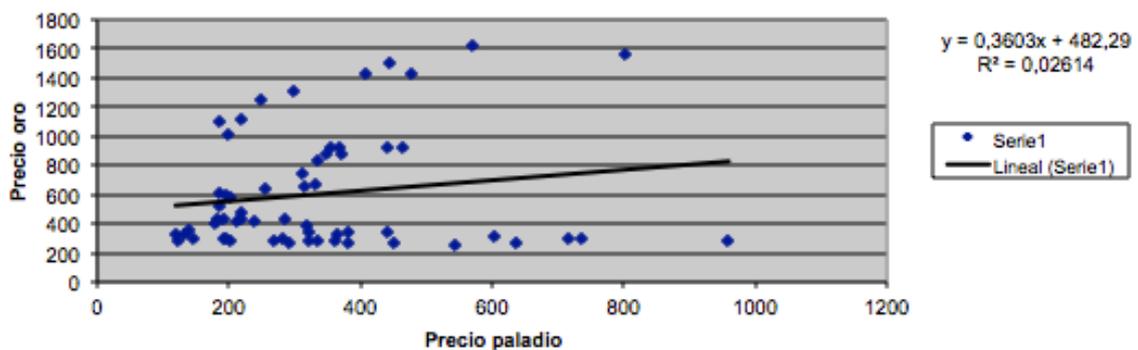
Variable	N	Valor mínimo	Media	Mediana	Valor máximo
PALADIO	60	119,050000	336,641691	313,500000	959,450100
ORO	60	257,950000	603,569833	422,350000	1.623,97

Realizamos la estimación por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y obtenemos los siguientes datos:

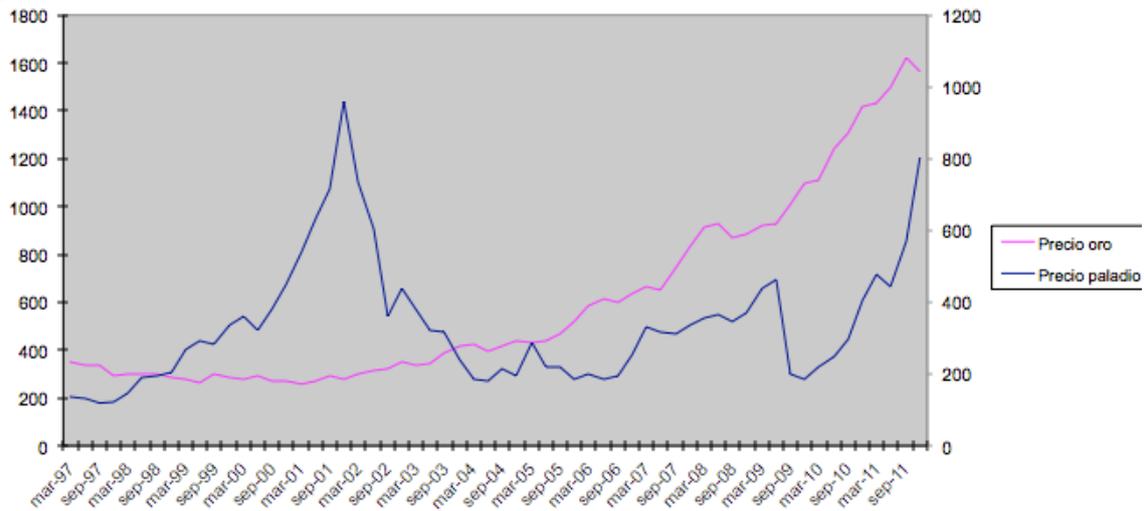
ESTIMACIÓN MCO

Variable	Parámetro	Coefficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
$\beta_1(\text{Const.})$	482,289036		109,439776	4,407	< 0,0001	263,221525	701,356547
$\beta_2(\text{PALADIO})$	0,360267	0,161689	0,288721	1,248	0,2171	-0,217671	0,938204
$R^2 = 0,0261$		$R^2 \text{ corr} = 0,0094$					
F	Prob > F						
1,557014	0,2171						

El R2 es el mas bajo de los modelos propuestos hasta el momento. Tan solo un 2,61% del precio del paladio explicaría el precio del oro. En cuanto a los coeficientes de significación, la t-Student de significación individual nos lleva a pensar que la variable paladio es significativa. En cuanto a la F-Snedecor, la probabilidad es mayor a 0,05 por lo que no rechazamos la hipótesis nula de no significación y el modelo no sería significativo.



La pendiente de la b_1 es positiva y para cada variación unitaria del precio del paladio, el oro se mueve en 0,36 dólares.



El comportamiento del precio del paladio a sido bastante distinto al del oro. A principios de la primera década de del siglo XXI, la rentabilidad interanual, si manteníamos un año un lingote de paladio, estaba entre un 40% y un 80%, llegando a finales de 2001 a unas rentabilidades del 113%. Observamos que a partir de finales de 2009 los precios del paladio vuelven a aumentar en mayor proporción que el precio del oro, obteniendo rentabilidades del 120% anuales.

	Coef. Correl.
Plata	0,8026
Paladio	0,1617
Platino	0,8758

En la tabla tenemos los coeficientes de correlación de los tres metales estudiados. Obtenemos grandes coeficientes de correlación para el plata y para platino. Los precios se han comportado de forma muy similar entre estos dos metales y el oro. En cuanto al paladio, su coeficiente no es tan elevado. El precio se ha

comportado de forma distinta a la del oro. Puede que sea debido a que es el único de los tres que no ha tenido una aplicación en joyería y la formación de su precio no ha sido la misma.

11. Modelo econométrico.

Elaboración de un modelo para el cálculo del precio del oro.

En esta parte del trabajo se detalla el resultado de nuestros esfuerzos una vez se ha realizado el análisis previo de las posibles variables que determinan el precio del oro. Por ello la intención ha sido la estimación de una ecuación para explicar los movimientos en el precio. Hemos utilizado las variables antes analizadas para la construcción de una ecuación, en un intento de captar más plenamente los principales impulsores del precio del oro.

Durante el siguiente desarrollo hemos realizado distintos modelos, incluyendo las diferentes variables antes analizadas para tratar de conseguir un modelo válido que nos dé la mayor capacidad explicativa posible.

Por ello de cada uno de los modelos veremos cuales son válidos y cuales no, así como un análisis de los principales estadísticos y criterios de selección que nos permitan elegir el más apropiado.

Para poder llevar a cabo el análisis realizaremos inferencia estadística que consistirá en los siguientes pasos:

- Se establece un modelo teórico de comportamiento de la variable de estudio.
- Se realiza una extracción de los datos de la muestra.
- Se lleva a cabo la estimación de los parámetros.
- Elaboración de los contrastes de hipótesis.
- Se critica el modelo y se hace un balance. Las conclusiones obtenidas en este punto pueden servir para tomar decisiones.

Por ello primero vamos a explicar los estadísticos, contrastes y coeficientes más significativos a la hora de evaluar los modelos:

-El coeficiente de determinación (r -cuadrado) es una medida que nos dice qué tan bien se ajusta la recta de regresión muestral a los datos, es decir, es una medida de

bondad de ajuste. Mide la proporción de variabilidad total de la variable dependiente (Y) respecto a su media que es explicada por el modelo de regresión. Es usual expresar esta medida en tanto por ciento, multiplicándola por cien.

-El coeficiente de determinación ajustado, este coeficiente de determinación se ajusta por los grados de libertad asociados a la suma de los cuadrados, este R^2 ajustado, tiene como principal importancia determinar la variabilidad que es explicada por las variables explicativas, con respecto a la variable respuesta cuando se introduce una variable adicional al modelo.

-Test F de significación conjunta. En esta prueba la hipótesis nula considera que ninguna de las variables aporta información significativa al modelo, en forma conjunta o simultánea, sin embargo la hipótesis alternativa demuestra todo lo contrario a la hipótesis nula, es decir, que existe una relación con respecto a la línea de regresión observada o estimada.

-Test t-student de significatividad individual de los parámetros. Servirá para juzgar si se debe incluir o no una variable en la especificación del modelo, en la medida en que si el verdadero valor del parámetro fuera igual a cero está claro que la importancia de dicha variable para explicar a la endógena sería nula y viceversa.

-La matriz de correlaciones esta formada por todos los coeficientes de correlación lineal de Pearson para cada par de variables. Estos pueden tomar valores comprendidos entre -1 y 1. Cuanto más extremo sea el coeficiente, mejor asociación lineal existe entre el par de variables. Cuando es cercano a cero, no. El signo positivo del coeficiente nos indica que la asociación es directa (cuando una variable crece la otra también). Un valor negativo indica que la relación es inversa (cuando una crece, la otra decrece).

-El factor de inflación de la varianza (FIV). Puede interpretarse como el factor por el que se multiplica la varianza del estimador al existir correlación entre las variables y cuanto mayor sea esa correlación mayor será ese factor. Es una forma de detectar la existencia de multicolinealidad.

-Test de Bera-Jarque. Es el contraste de normalidad de Bera y Jarque (1981), para analizar los residuos de la estimación, que bajo la hipótesis nula de normalidad de los residuos se distribuye asintóticamente según una χ^2 con dos grados de libertad. El test se basa en la estimación de la asimetría y curtosis de los residuos de la estimación previa del modelo por MCO.

-Test Reset. Es el contraste de linealidad de Ramsey (1969), que permite validar tal supuesto en el modelo estimado, mediante la comparación del modelo estimado y un modelo ampliado con las distintas potencias del ajuste previo actuando como regresores adicionales. En general, se calculan los contrastes relativos a las potencias $p = 2, 3$ y 4 del ajuste.

- Test de White. Es el contraste de heteroscedasticidad propuesto por White(1980). Se basa en la estimación de una regresión auxiliar en que los residuos al cuadrado de la estimación del modelo por MCO actúan como endógena y como regresores: los regresores originales, sus cuadrados y sus productos cruzados dos a dos, incluyendo siempre un término independiente. Bajo la hipótesis nula de homoscedasticidad, el estadístico de White se distribuye asintóticamente según una χ^2 con $p-1$ grados de libertad, donde p simboliza el número de regresores de la regresión auxiliar indicada.

-Test de Durbin-Watson. Es el contraste de autocorrelación propuesto por Durbin y Watson (1950). Se basa en el análisis de la correlación de los residuos de la estimación del modelo por MCO y de sus valores retardados un periodo. Los valores del estadístico de contraste deben compararse con unas tablas específicas para T , k y el nivel de significación.

-Test de Godfrey. Es el contraste de autocorrelación propuesto por Godfrey(1978); cuyo cálculo requiere la estimación de una regresión auxiliar con los residuos de la estimación por MCO del modelo como variable endógena y como regresores: los regresores originales y diversos retardos de los residuos que actúan como endógena. El contraste se calcula para los cuatro primeros retardos. Bajo la hipótesis nula de no autocorrelación, el estadístico de contraste se distribuye según

una χ^2 con r grados de libertad, siendo r los retardos que incorpora la regresión auxiliar.

-Criterios de Información: Son el Akaike info criterion y Schwarz criterion, estos criterios nos dan información de la capacidad explicativa del modelo y permite realizar comparaciones de los modelos analizados.

Análisis de los modelos.

MODELO 1

En el modelo 1 hemos querido incorporar todas las variables antes analizadas previamente, es decir, como variable exógena tenemos el oro y como variables endógenas el PIB, DOW JONES, SP500, RENTABILIDAD BONO 10 AÑOS, TIPO DE INTERÉS FED, PLATA Y LA INFLACIÓN.

El resultado de la regresión es el siguiente:

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Variable dependiente: ORO				Número de observaciones: 177	
Variación	SC	gl	SC/gl	F	Prob > F
Explicada	16.526.583,24	7	2.360.940,46	386,25	< 0,0001
No Explicada	1.033.000,98	169	6.112,43		
Total	17.559.584,22	176			
$\sqrt{ECM} = 78,182043$		$R^2 = 0,9412$		$R^2 \text{ corr} = 0,9387$	

ESTIMACIÓN MCO

Variable	Parámetro	Coficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
β_1 (Const.)	273,588135		48,880053	-5,597	< 0,0001	-370,082268	-177,094002
β_2 (PIB)	0,078896	0,761364	0,007598	10,384	< 0,0001	0,063898	0,093895
β_3 (DOWJONES)	-0,006503	-0,088394	0,018141	-0,358	0,7204	-0,042315	0,029309
β_4 (SP500)	-0,298134	-0,459216	0,138458	-2,153	0,0327	-0,571464	-0,024804
β_5 (T I FED)	-2,809353	-0,031941	4,510988	-0,623	0,5343	-11,714496	6,095790

β_6 (RENT BONO 10)	-2,109797	-0,018214	5,634449	-0,374	0,7085	-13,232765	9,013171
β_7 (INFLACION)	-8,857851	-0,082771	3,470725	-2,552	0,0116	-15,709410	-2,006291
β_8 (PLATA)	37,343117	0,754067	1,307667	28,557	< 0,0001	34,761650	39,924584

MATRIZ DE CORRELACIONES (VARIABLES)

	PIB	DOWJONES	SP500	T I FED	RENT BONO 10	INFLACION	PLATA	ORO
PIB	1,0000	0,9570	0,9449	-0,6172	-0,6610	-0,5835	0,4877	0,6907
DOWJONES	0,9570	1,0000	0,9934	-0,6307	-0,7223	-0,5524	0,4483	0,6011
SP500	0,9449	0,9934	1,0000	-0,5950	-0,6932	-0,5553	0,4026	0,5535
T I FED	-0,6172	-0,6307	-0,5950	1,0000	0,8825	0,7211	-0,1489	-0,3609
RENT BONO 10	-0,6610	-0,7223	-0,6932	0,8825	1,0000	0,5861	-0,1931	-0,3616
INFLACION	-0,5835	-0,5524	-0,5553	0,7211	0,5861	1,0000	0,0182	-0,2432
PLATA	0,4877	0,4483	0,4026	-0,1489	-0,1931	0,0182	1,0000	0,9076
ORO	0,6907	0,6011	0,5535	-0,3609	-0,3616	-0,2432	0,9076	1,0000

FACTOR INFLACIÓN VARIANZA

Variable	F.I.V
PIB	15,443
DOWJONES	174,684
SP500	130,661
T I FED	7,557
RENT BONO 10	6,797
INFLACION	3,022
PLATA	2,003

CONTRASTES DE ESPECIFICACIÓN

Hipótesis Nula	Test	Versión χ^2			Versión F		
		Valor χ^2	gl	Prob > χ^2	Valor F	gl	Prob > F
Normalidad	Bera-Jarque	852,291	2	< 0,0001	-----	-----	-----
Linealidad	Reset(2)	-----	-----	-----	10,149	1 y 168	0,0017
	Reset(3)	-----	-----	-----	22,193	2 y 167	< 0,0001
	Reset(4)	-----	-----	-----	24,050	3 y 166	< 0,0001
Homoscedasticidad	White	141,349	35	< 0,0001	15,973	35 y 141	< 0,0001
No Autocorrelación	Durbin-Watson	-----	-----	-----	DW = 0,751		
	Godfrey AR(1)	72,696	1	< 0,0001	117,090	1 y 168	< 0,0001
	Godfrey AR(2)	73,202	2	< 0,0001	58,887	2 y 167	< 0,0001
	Godfrey AR(3)	76,942	3	< 0,0001	42,550	3 y 166	< 0,0001
	Godfrey AR(4)	76,953	4	< 0,0001	31,728	4 y 165	< 0,0001

De acuerdo con los resultados de la regresión realizamos las siguientes observaciones:

No podemos objetar nada a la significación conjunta del modelo con un p-valor inferior a 0,001 que rechaza la hipótesis nula de que las variables no aportan información significativa al modelo, así como la bondad de ajuste $R^2 = 0.94$ es muy elevada. En cuanto a la significación individual de las variables muestra que algunas no aportan información al modelo, pero no nos centraremos en ellas puesto que el modelo anterior presenta un problema que invalida todos los estadísticos anteriores.

El problema al que nos referimos es el de multicolinealidad. La multicolinealidad se produce cuando dos o más variables explicativas en un modelo están altamente correlacionadas en la muestra y por tanto es muy difícil separar el efecto parcial de cada una de estas variables sobre la variable dependiente. La información muestral que incorpora una de estas variables es casi la misma que el resto de las correlacionadas con ella.

En las tablas anteriores podemos ver los indicios de presencia de multicolinealidad:

En la matriz de correlaciones podemos ver valores excesivamente altos entre los pares PIB–DOW JONES, PIB-SP500, DOW JONES-SP500, RENT BONO- TIPO INT FED. Estos valores llegan a superar el 90%, por lo que las correlaciones son muy elevadas. Es decir, varias variables están aportando casi la misma información al modelo. Respecto a la naturaleza de estas correlaciones se pueden explicar desde un significado económico razonable, obviamente la relación entre dos índices bursátiles del mismo país a lo largo de cuarenta años así como la de los tipos de interés de largo y corto plazo van a mostrar una tendencia muy parecida.

Por otra parte, la multicolinealidad se puede observar a través del factor de inflación de la varianza, que lo definimos como:

$$VIF_j = \frac{1}{(1 - R_j^2)}$$

siendo R_j^2 el coeficiente de determinación de la regresión auxiliar de la variable X_j sobre el resto de las variables explicativas. La varianza de cada uno de los coeficientes de la regresión MCO ($\hat{\beta}_j$) de un modelo de regresión lineal general se puede expresar como:

$$\text{var}(\hat{\beta}_j) = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^N (X_{ji} - \bar{X}_j)^2} \frac{1}{(1 - R_j^2)} = \frac{\sigma^2}{\sum_{i=1}^N (X_{ji} - \bar{X}_j)^2} VIF_j$$

donde β_j , es el coeficiente que acompaña a la variable X_j y R_j^2 es el coeficiente de determinación de la regresión auxiliar de la variable X_j en función del resto de las variables explicativas. Como vemos existe una relación inmediata entre el valor VIF_j y la varianza del coeficiente estimado. Cuanto más se acerque R_j^2 a la unidad, es decir, cuanto mayor sea la colinealidad de la variable X_j con el resto, mayor es el valor de VIF_j y mayor es la varianza del coeficiente estimado, porque tal y como hemos dicho, la multicolinealidad “infla” la varianza. Según estos autores, si $VIF_j > 10$, entonces concluiremos que la colinealidad de X_j con las demás variables es alta.

Por lo tanto, las variables PIB, DOW JONES Y SP500 con sus respectivos 15,433; 174,684 y 130,661 muestran valores muy por encima del límite que lo tenemos considerado como 10.

Una vez presentadas las evidencias de la existencia de multicolinealidad describiremos los síntomas de este problema y que hacen que el modelo no sea válido:

- Las estimaciones de los coeficientes suelen presentar signos distintos a los esperados y magnitudes poco razonables.
- El efecto más problemático de la existencia de un alto grado de multicolinealidad es el de incrementar las varianzas de los coeficientes estimados por MCO. Es decir, es difícil estimar separadamente los efectos marginales o individuales de cada variable explicativa por lo que estos se estiman con poca precisión. Como consecuencia, el valor del estadístico para realizar contrastes de significatividad individual tiende a ser pequeño y aumenta la probabilidad de no rechazar la hipótesis nula, por lo que se tiende a concluir que las variables no son significativas individualmente. El problema no reside en que los contrastes no sean correctos estadísticamente, sino en que no estimamos con suficiente precisión estos efectos individuales.
- Se obtienen valores altos del R² aún cuando los valores de los estadísticos t de significatividad individual son bajos. El problema reside en la identificación del efecto individual de cada variable explicativa, no tanto en su conjunto. Por eso, si se realiza un contraste de significatividad conjunta de las variables explicativas, el resultado normalmente será rechazar la hipótesis nula por lo que conjuntamente son significativas aunque individualmente algunas de ellas no lo sea.

Aparte de esto, de acuerdo con la tabla en la que aparecen los contrastes de especificación el modelo también presenta no normalidad en los residuos, heterocedasticidad, no correcta especificación del modelo y autocorrelación.

Sin embargo, el primer punto que nos decidimos a solucionar es el de la multicolinealidad. Entre las posibles soluciones nos decantamos por quitar aquellas variables colineables. No obstante, es una medida que puede provocar otro tipo de problemas, ya que si la variable que eliminamos del modelo realmente si es significativa, estaremos omitiendo una variable relevante. Por consiguiente, los estimadores de los coeficientes del modelo y de su varianza serían sesgados por lo que la inferencia realizada no sería válida.

Esto nos lleva al siguiente modelo:

MODELO 2

En el modelo 2 hemos querido omitir aquellas variables que aportaban información redundante, que eran DOW JONES, SP500 Y RENT BONO 10 AÑOS. Por tanto nos queda un modelo con las siguientes variables: PIB, TIPO DE INTERÉS FED, PLATA Y LA INFLACIÓN

El resultado de la regresión es el siguiente:

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Variable dependiente: ORO		Número de observaciones: 177			
Variación	SC	gl	SC/gl	F	Prob > F
Explicada	16.034.260,59	4	4.008.565,15	452,02	< 0,0001
No Explicada	1.525.323,63	172	8.868,16		
Total	17.559.584,22	176			
√ECM = 94,170912		R ² = 0,9131		R ² corr = 0,9111	

ESTIMACIÓN MCO

Variable	Parámetro	Coefficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
$\beta 1$ (Const.)	-23,100273		40,951999	-0,564	0,5734	-103,933463	57,732918
$\beta 2$ (PIB)	0,022940	0,221377	0,003770	6,085	< 0,0001	0,015499	0,030381
$\beta 3$ (T I FED)	-2,354300	-0,026767	3,045618	-0,773	0,4406	-8,365899	3,657300
$\beta 4$ (INFLACION)	-11,689027	-0,109227	3,871606	-3,019	0,0029	-19,331005	-4,047048
$\beta 5$ (PLATA)	39,503426	0,797690	1,410309	28,010	< 0,0001	36,719685	42,287168

MATRIZ DE CORRELACIONES (VARIABLES)

	PIB	T I FED	INFLACION	PLATA	ORO
PIB	1,0000	-0,6172	-0,5835	0,4877	0,6907
T I FED	-0,6172	1,0000	0,7211	-0,1489	-0,3609
INFLACION	-0,5835	0,7211	1,0000	0,0182	-0,2432
PLATA	0,4877	-0,1489	0,0182	1,0000	0,9076
ORO	0,6907	-0,3609	-0,2432	0,9076	1,0000

FACTOR INFLACIÓN VARIANZA

Variable	F.I.V
PIB	2,620
T I FED	2,374
INFLACION	2,592
PLATA	1,606

CONTRASTES DE ESPECIFICACIÓN

Hipótesis Nula	Test	Versión χ^2			Versión F		
		Valor χ^2	gl	Prob > χ^2	Valor F	gl	Prob > F
Normalidad	Bera-Jarque	168,615	2	< 0,0001	-----	-----	-----
Linealidad	Reset(2)	-----	-----	-----	0,722	1 y 171	0,3968
	Reset(3)	-----	-----	-----	2,904	2 y 170	0,0575
	Reset(4)	-----	-----	-----	12,221	3 y 169	< 0,0001
Permanencia Estructural	Chow(p=88)	-----	-----	-----	23,743	5 y 167	< 0,0001
Homoscedasticidad	White	103,873	14	< 0,0001	16,437	14 y 162	< 0,0001
No Autocorrelación	Durbin-Watson	-----	-----	-----	DW = 0,613		

Godfrey AR(1)	88,339	1	< 0,0001	170,380	1 y 171	< 0,0001
Godfrey AR(2)	88,747	2	< 0,0001	85,477	2 y 170	< 0,0001
Godfrey AR(3)	94,557	3	< 0,0001	64,611	3 y 169	< 0,0001
Godfrey AR(4)	94,771	4	< 0,0001	48,406	4 y 168	< 0,0001

Una vez planteado el modelo sin las variables anteriormente descrita podemos observar que se ha solucionado el problema de la multicolinealidad. La matriz de correlaciones no presenta valores superiores al 0,70 entre las variables explicativas y por otra parte los factores de inflación de la varianza están muy por debajo de 10.

El R2 es muy elevado (0,91), todas las variables son significativas a excepción del tipo de interés y se muestra la significación conjunta del modelo, pero sin embargo no podemos guiarnos por estos valores ya que el modelo presenta una serie de problemas.

Uno de ellos es la ausencia de normalidad en los residuos, es decir, que las perturbaciones no se distribuyan de acuerdo a una normal. De acuerdo con el contraste de Jarque-Bera vemos que se rechaza la hipótesis nula de normalidad de los residuos (p-valor inferior a 0,05). Por tanto, si no se cumple esta hipótesis los estimadores MCO siguen siendo ELIO (Estimador Lineal Inssegado Óptimo) aunque no eficientes y no podremos decir que su distribución muestral es normal. Y este resultado es la base para derivar las distribuciones tipo t y F de los estadísticos utilizados en inferencia.

Por otra parte también detectamos la presencia de heterocedasticidad en el modelo. La heterocedasticidad se basa en que las varianzas de las perturbaciones no son constantes, por lo tanto, la variabilidad es diferente para cada observación. Esto lo podemos corroborar mediante el contraste de white en el que se rechaza la hipótesis nula de varianza constante.

Las consecuencias de una varianza no constante en los residuos (heterocedasticidad) son:

- Los estimadores siguen siendo insesgados y consistentes pero tendrán varianzas relativamente amplias, con lo que se vera reducida la confianza que se pueda depositar en el valor de los parámetros estimados en cada caso.
- Las varianzas muestrales de los estimadores no serán las correctas incluso para muestras grandes.
- Los contrastes habituales de significación carecerán de validez al asumir una distribución normal ya que la heterocedasticidad trae consigo pruebas estadísticas incorrectas e intervalos de confianza sesgados que aumentan la probabilidad de cometer error de tipo II (es decir aceptar una hipótesis falsa).

Cabe decir que las posibles causas de la existencia de estos problemas pueda ser la omisión de alguna variable relevante en el modelo. Ya que cuando se ha omitido una variable en la especificación, dicha variable quedará parcialmente recogida en el comportamiento de las perturbaciones aleatorias, pudiendo “contagiar” a éstas su propia variación, no necesariamente homocedástica.

Otra causa puede ser también la utilización de una forma funcional incorrecta, por ejemplo la utilización de una función lineal en lugar de una logarítmica potencial, puede provocar que la calidad del ajuste de la regresión varíe según los valores de las exógenas.

Por lo tanto para el siguiente modelo se va a utilizar logaritmos en ambos lados ya que puede ayudar a solucionar estos problemas.

Por otra parte también nos dimos cuenta que incluir la variable plata como determinante del precio de oro tiene poca utilidad ya que el precio de la plata aparte de estar bastante correlacionado con el del oro tiene sus propios determinantes. Por lo que decimos excluirla de los siguientes modelos.

MODELO 3

En el modelo 3 aplicamos logaritmos a ambos lados y excluimos la plata, por lo que las variables son: PIB, TIPO DE INTERÉS FED Y LA INFLACIÓN.

El resultado de la regresión es el siguiente:

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Variable dependiente: LN ORO				Número de observaciones: 177	
Variación	SC	gl	SC/gl	F	Prob > F
Explicada	86,161826	3	28,720609	99,210354	< 0,0001
No Explicada	50,082124	173	0,289492		
Total	136,243950	176			
$\sqrt{ECM} = 0,538045$		$R^2 =$	0,6324	$R^2 \text{ corr} = 0,6260$	

ESTIMACIÓN MCO

Variable	Parámetro	Coefficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
β_1 (Const.)	-13,005166		1,334973	-9,742	< 0,0001	-15,640097	-10,370235
β_2 (LN PIB)	2,056818	0,882583	0,142102	14,474	< 0,0001	1,776341	2,337294
β_3 (LN T I FED)	-0,009768	-0,011176	0,057335	-0,170	0,8649	-0,122933	0,103398
β_4 (LN INFLACION)	0,209892	0,186301	0,071965	2,917	0,0040	0,067850	0,351934

CONTRASTES DE ESPECIFICACIÓN

Hipótesis Nula	Test	Versión χ^2			Versión F		
		Valor χ^2	gl	Prob > χ^2	Valor F	gl	Prob > F
Normalidad	Bera-Jarque	5,496	2	0,0641	-----	-----	-----
Linealidad	Reset(2)	-----	-----	-----	112,839	1 y 172	< 0,0001
	Reset(3)	-----	-----	-----	203,449	2 y 171	< 0,0001
	Reset(4)	-----	-----	-----	212,609	3 y 170	< 0,0001
Homoscedasticidad	White	51,191	9	< 0,0001	7,550	9 y 167	< 0,0001
No Autocorrelación	Durbin-Watson	-----	-----	-----	DW = 0,058		
	Godfrey AR(1)	165,058	1	< 0,0001	2.377,224	1 y 172	< 0,0001

Godfrey AR(2)	165,059	2	< 0,0001	1.181,845	2 y 171	< 0,0001
Godfrey AR(3)	165,104	3	< 0,0001	786,442	3 y 170	< 0,0001
Godfrey AR(4)	165,341	4	< 0,0001	599,174	4 y 169	< 0,0001

En este tercer modelo hemos aplicado logaritmos para intentar corregir los problemas de no normalidad en los residuos y de heterocedasticidad. Como se puede observar el contraste de Bera-Jarque no da que se acepta la hipótesis nula de normalidad, ya que el p-valor es $0,0641 > 0,05$. Sin embargo podemos observar también que no se ha podido solucionar el problema de la heterocedasticidad, ya que se rechaza la hipótesis nula de varianza constante en los residuos.

En cuanto a la estimación MCO y los estadísticos, aunque sabemos que con la presencia de heterocedasticidad los estimadores son insesgados y los contrastes carecen de validez, vemos una bondad de ajuste aceptable, ya que el R^2 es $0,6324$. No hay que darle importancia a que la variable tipo de interés fed no sea significativa debido a que los contrastes no son válidos.

Por otra parte hay que mencionar que otro problema que no permite que este modelo sea válido es la presencia de autocorrelación. La presencia de autocorrelación produce cuando los errores del modelo presentan correlaciones entre ellas (esto puede deberse a efectos inerciales del pasado como la inflación, una crisis mundial, rezagos de política, especulación, etc)

Las causas de que aparezca autocorrelación en nuestro modelo son varias pero las más probables son:

- Que se trabaje con datos de serie temporal, resulta bastante frecuente que el término de perturbación en un instante dado siga una tendencia marcada por los términos de perturbación asociados a instantes anteriores. Este hecho da lugar a la aparición de autocorrelación en el modelo.
- La especificación errónea en la parte determinista del modelo debido a la omisión de variables relevantes: en tal caso, las variables omitidas pasan a formar parte del término de error y, por tanto, si hay correlación entre distintas

observaciones de las variables omitidas, también la habrá entre distintos valores de los términos de perturbación. O también una especificación incorrecta de la forma funcional del modelo: si usamos un modelo inadecuado para describir las observaciones (p.e.: un modelo lineal cuando en realidad se debería usar un modelo cuadrático), notaremos que los residuos muestran comportamientos no aleatorios (i.e.: están correlacionados).

Una vez llegados a este punto no sabíamos como resolver los problemas de especificación que tenía el modelo, por lo que tuvimos que pedirle ayuda a un antiguo profesor de econometría que nos dijo que quizás la solución fuera aplicar incrementos.

Por ello el siguiente paso para solucionar los problemas de heterocedasticidad y autocorrelación será el transformar las variables en incrementos, es decir, que sigan el siguiente patrón $\Delta x_i = X_i - X_0$.

MODELO 4

En el modelo 4 aplicamos incrementos en ambos lados, por lo que las variables son: PIB, TIPO DE INTERÉS FED Y LA INFLACIÓN.

El resultado de la regresión es el siguiente:

ANÁLISIS DE LA VARIANZA

Variable dependiente: DIF ORO				Número de observaciones: 177	
Variación	SC	gl	SC/gl	F	Prob > F
Explicada	28.913,39	3	9.637,80	7,400942	0,0002
No Explicada	84.645,54	173	1.302,24		
Total	113.558,93	176			
$\sqrt{ECM} = 36,086549$		$R^2 = 0,2546$		$R^2 \text{ corr} = 0,2202$	

ESTIMACIÓN MCO

Variable	Parámetro	Coefficiente Estandariz.	err. es. Parámetro	Valor t	Prob t	Intervalo Parámetro (sig.=0,05)	
β_1 (Const.)	10,010971		5,454818	1,835	0,0710	-0,883053	20,904995
β_2 (DIF PIB)	-0,085595	-0,126301	0,077359	-1,106	0,0027	-0,240092	0,068901
β_3 (DIF FED)	-7,321371	-0,381076	2,252154	-3,251	0,0018	-11,819233	-2,823510
β_4 (DIF INFLA)	16,057120	0,401759	4,464477	3,597	0,0006	7,140944	24,973296

CONTRASTES DE ESPECIFICACIÓN

Hipótesis Nula	Test	Versión χ^2			Versión F		
		Valor χ^2	gl	Prob > χ^2	Valor F	gl	Prob > F
Normalidad	Bera-Jarque	11,223	2	0,0558	-----	-----	-----
Linealidad	Reset(2)	-----	-----	-----	0,803	1 y 64	0,3734
	Reset(3)	-----	-----	-----	4,603	2 y 63	0,0136
	Reset(4)	-----	-----	-----	3,274	3 y 62	0,0269
Homoscedasticidad	White	8,898	9	0,4467	0,971	9 y 59	0,4734
No Autocorrelación	Durbin-Watson	-----	-----	-----	DW = 1,508		
	Godfrey AR(1)	4,783	1	0,0287	4,766	1 y 64	0,0627
	Godfrey AR(2)	4,784	2	0,0914	2,347	2 y 63	0,1040
	Godfrey AR(3)	5,186	3	0,1587	1,679	3 y 62	0,1806
	Godfrey AR(4)	5,552	4	0,2352	1,334	4 y 61	0,2675

En este cuarto modelo hemos aplicado incrementos para intentar corregir los problemas de heterocedasticidad y autocorrelación.

Como se puede observar el modelo esta correctamente especificado, ya que:

Contraste Bera-Jarque 0,055756481

Contraste de White 0,446697887

Contraste de Godfrey AR(2) 0,104

AR(3) 0,1806

AR(4) 0,2675

Se acepta la hipótesis de normalidad de los residuos $0,0557 > 0,05$

El modelo es homocedástico $0,4466 > 0,05$

Los términos de perturbación no presentan autocorrelación $p\text{-valor} > 0,05$

Más allá de esto podemos observar que se rechaza la hipótesis nula de no significación conjunta del modelo (test F) ya que el p-valor (0,0002) es inferior a 0,05 y también a través del test t vemos que todas las variables son significativas.

También convendría destacar que el R^2 es 0,2546 y el R^2 corregido es 0,2202; por lo que ambos son relativamente bajos, sin embargo entiendo el R^2 como la proporción de la variación de la variable dependiente explicada por el modelo, podemos decir que nuestro modelo capta alrededor del 25% de las variaciones en el precio del oro, lo cual no está mal del todo.

Por otra parte los signos de los parámetros son los esperados y tienen su lógica económica: vemos una relación directa entre el oro y la inflación e indirecta con el tipo de interés y el PIB.

Por lo tanto tenemos un modelo perfectamente válido y especificado, por lo que nos servirá para poder realizar predicciones.

Predicción y estimación de escenarios.

La estimación por escenarios nos servirá para evaluar posibles resultados del comportamiento del oro ante dos posibles situaciones coyunturales que pueden darse en la economía.

Escenario con crecimiento económico

PIB	3%
Inflación	2%
Tipo de interés FED	0,75%

Precio oro	1608,83\$/oz
------------	--------------

Escenario con recesión

PIB	-0,50%
Inflación	0,70%
Tipo de interés FED	0%

Precio oro	1698,05\$/oz
------------	--------------

*los datos con respecto al PIB, la inflación y el tipo de interés los hemos puesto aleatoriamente pero con coherencia de acuerdo con el contexto económico.

Hay que tener en cuenta que la capacidad predictiva del modelo es baja de acuerdo con su R2 pero podemos hacer una previsión de acuerdo con los resultados obtenidos.

- Por lo tanto, por un lado tenemos que si la economía permaneciera estancada o en recesión se seguirían registrando incrementos en el precio.
- Por el otro si la economía presentara buenas perspectivas económicas se produciría una disminución en el precio del oro.

Debido a que el modelo se ha realizado en incrementos anuales suponemos estas predicciones para marzo del 2013, ya que los últimos datos que tenemos de todas las variables son de marzo del 2012, donde el precio del oro se encontraba en 1668,35 \$/oz.

12. Test de causalidad de Granger.

Un punto de vista alternativo puede lograrse mediante la utilización del test de causalidad entre dos series básicas. Como indica Gujarati en su obra "Econometría" (1997): *"A pesar de que el análisis de la regresión tiene que ver con la dependencia de una variable de otras variables, esto no implica causalidad necesariamente"*. Continúa citando la obra de Kendall y Stuart "The advanced Theory of Statistic" (1961): *"Una relación estadística, sin importar qué tan fuerte y sugestiva sea, nunca podrá establecer una conexión causal; nuestras ideas de causalidad deben venir de estadísticas externas y, en último término, de una u otra teoría"*.

La conclusión de Gujarati es que *"una relación estadística no puede por sí misma implicar en forma lógica una causalidad. Para aducir causalidad se debe acudir a consideraciones a priori o teóricas"*, coincide con lo expuesto por A. Alcaide y N. Alvarez en "Econometría. Modelos deterministas y estocásticos" (1992): *"En rigor la causalidad no es contrastable"*, aclarando que, no se puede, sin más, identificar las variables dependiente e independiente con los conceptos filosóficos de efecto y causa, respectivamente; que la clasificación de variables de acuerdo a ese esquema forma parte de las hipótesis mantenidas o aceptadas.

Estas opiniones quieren poner en su justo término el test de causalidad de Granger. Este test nos permite identificar la relación que existe entre la variable explicativa y la variable endógena. El objetivo de aplicar este test es si una variable causa a la otra variable. Por tanto, podremos saber si la variable "X" aporta información pasada y actual para poder explicar el futuro de "Y", es decir, si "X" es causa Granger de "Y". Siempre que contemos con un número mayor de observaciones, este test será más aceptable cuanto mayor sea el número de retardos que incorporemos en nuestro modelo.

Para ello, hemos realizado el contraste de causalidad de Granger con dos series, en nuestro caso, el "ORO" y el "PIB", en el que hemos incluido doce retardos que de acuerdo con nuestros datos trimestrales equivaldrían a 3 años. Hemos elegido esta

cantidad de retardos porque consideramos que es un número bastante prudente, en cuanto al impacto posible que podría tener una bajada del PIB en el precio del oro. Es decir, caídas o descensos en el PIB no tendrían un impacto directo instantáneo en el precio de oro, sino que daríamos como posible margen hasta 3 años.

Este test nos determina la causalidad entre dos variables entre las que hay una relación temporal. Analíticamente, el objetivo de este contraste es tratar de determinar la causación en el tiempo entre dos variables "X" e "Y".

- $Y_t = a \cdot X_{t-1} + b \cdot Y_{t-j} + V_1$
- $X_t = c \cdot Y_{t-1} + d \cdot X_{t-j} + V_2$

Donde $j = 1, 2, \dots, n$ representa el número de retardos de la variable endógena que deseamos incluir en el modelo. Por tanto, nos muestra este test, en ambas direcciones, que "X" como causa Granger de "Y" e "Y" como causa Granger de "X".

Para saber si nuestro contraste ha sido significativo o no, tenemos que mirar si F-Statistic es mayor al valor tabulado, si es así rechazaremos la hipótesis nula. Por tanto, aceptaremos que "X" causa a "Y", y viceversa. El resultado de nuestro análisis, en ambos casos, es que el F-Statistic es mayor que la probabilidad, es decir, que rechazamos la hipótesis nula. Concluimos que, el "ORO" es causa Granger del "PIB", es decir, que las variaciones en el PIB provocan cambios en el precio del oro, y viceversa.

- F-Statistic 1.04519 > probabilidad 0.41199
- F-Statistic 1.30330 > probabilidad 0.22399

Por tanto, lo que suponíamos en un principio no es del todo cierto, puesto que nosotros pensábamos que el PIB no era causa del precio del oro, debido a que el PIB depende de variables económicas como el consumo, la inversión, el gasto, las exportaciones y las importaciones. Después de haber determinado la causación en el tiempo entre las dos variables vemos que sí se cumple que el PIB es causa del precio del oro y que el precio del oro es causa del PIB.

Group: UNTITLED Workfile: UNTITLED

View Procs Objects Print Name Freeze Sample Sheet Stats Spec

Pairwise Granger Causality Tests
 Date: 05/17/12 Time: 17:48
 Sample: 1970:1 2011:4
 Lags: 12

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Probability
PIB does not Granger Cause ORO	156	1.04519	0.41199
ORO does not Granger Cause PIB		1.30330	0.22399

Hay que decir, que este test utiliza un concepto ampliado de correlaciones para encontrar causalidades entre las variables. Pues, a pesar de obtener un resultado positivo en el test, nunca debemos concluir que si “X” causa a “Y”, la variable “Y” sea el efecto de la variable “X”, es decir, que si llegamos a la conclusión de que “Y” es causada en el sentido de Granger por “X”, no quiere decir que “Y” sea la consecuencia de “X” sino que “X” tiene poder explicativo sobre “Y” una vez que hemos descontado el efecto de la propia pasada de “Y” incluyendo retardos. Es decir, si el orden de VAR elegido es dos la regresión $y=f(y(-1), y(-2), x(-1), x(-2))$, los coeficientes asociados a $x(-1)$ y $x(-2)$ son estadísticamente diferentes de cero y tiene poder explicativo sobre el valor de “Y” descontado el efecto de la historia pasada de “Y” a través de $y(-1)$ y $y(-2)$.

13. Conclusiones y previsiones.

De acuerdo con todo lo que hemos podido estudiar acerca del mercado del oro podemos realizar una serie de conclusiones y previsiones posibles de lo que puede acontecer en el futuro:

- El aumento del precio del oro se ha producido en su mayor parte debido a la crisis actual que padecemos (se considera al oro como valor refugio), la búsqueda de una nueva moneda de reserva mundial ante la debilidad de las divisas, así como por la demanda de las economías crecientes asiáticas y en gran medida a la exacerbada especulación (dadas las grandes revalorizaciones).
- La demanda de inversión creció mucho en los últimos años al considerar al oro como activo refugio pero a medida que la economía mundial se recupere se puede esperar que esta disminuya ya que no es probable que se produzcan las grandes revalorizaciones que se han experimentado en los últimos años.
- Existe una mayor concienciación en la importancia de los riesgos y de la diversificación. El oro aporta un contraste respecto a otros activos donde la correlación con las acciones es muy cercano a 1. Por lo tanto se ha optado por el oro como elemento diversificador.
- En cuanto a la demanda en joyería e industria se prevee un aumento de acuerdo con unas mejores perspectivas económicas pero siempre de la mano de las economías emergentes.
- Por lo que respecta a la oferta minera de oro, existe una escasez de nuevos descubrimientos importantes. Por lo tanto se intenta sustituir esta escasez con nuevos recursos en las minas existentes gracias a las reservas y a los altos precios del oro.
- También hay que mencionar la importancia que han adquirido los bancos centrales que han aumentado sus adquisiciones del oro hasta convertirse en un comprador neto, hecho que no se daba desde hace veinte años.

14. Bibliografía.

- www.gold.org
- www.goldprice.org
- www.spdrgoldshares.com
- www.Goldfixing.com
- www.nma.org
- www.goldfacts.org
- www.portaloro.com
- Wikipedia.
- Bloomberg.
- www.royfinanzas.com
- Manual Eviews.
- Microeconometría.

