



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

Instituto de Gobierno y de Gestión Pública

Determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú. Una aproximación empírica 1990-2016

Macroeconomic determinants of the prices of the main metallic mining commodities of Perú. An empirical approximation 1990-2016

Línea de investigación: Globalización y economía internacional

Recibido: 09 de agosto de 2017

Aprobado: 29 de noviembre de 2017

RESUMEN:

En la presente investigación se analizan los determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú entre ellos oro, cobre y zinc en el periodo 1990 – 2016. El Perú es uno de los países de larga tradición minera en América Latina y el mundo. Es el segundo productor de cobre, zinc y plata a nivel mundial. En Latinoamérica ocupa el primer lugar en la producción de oro, zinc, plomo y molibdeno. Los commodities minero metálicos tienen un mercado global reconocido y líquido que es ampliamente utilizado como mecanismo de fijación de precios. El mercado de los metales tiende a tener propiedades físicas en gran medida homogéneas y estandarizadas; por lo tanto, los precios de los metales tienden a reflejar la interacción entre la oferta, la demanda y los inventarios mundiales. El modelo econométrico para cuantificar los factores y por tanto, determinar las interrelaciones entre las variables contempladas sigue la técnica de estimación de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Los resultados de las estimaciones muestran que existe una alta correlación entre las variables endógenas (cotización de los commodities) y las variables exógenas consideradas en el modelo. Los resultados en primeras diferencias, muestran que el tipo de cambio real de USA es una variable significativa en la determinación de precios de los commodities estudiados. Asimismo, el precio internacional del petróleo y la producción mundial del cobre son variables significativas en la determinación del precio del commodity cobre; y lo mismo sucede para el caso del zinc. Finalmente, sobre la base de los resultados se incluye las recomendaciones de política económica relacionado con la minería minero metálica.

Palabras clave: Productos básicos, precio de los bienes básicos mineros metálicos, determinantes macroeconómicos, industria minero metálica

ABSTRACT:

This research analyzes the macroeconomic determinants of the prices of the main metal mining commodities in Peru, including gold, copper and zinc in the period 1990 - 2016. Peru is one of the countries with a long mining tradition in Latin America and the world. It is the second largest producer of copper, zinc and silver worldwide. In Latin America it occupies the first place in the production of gold, zinc, lead and molybdenum. Metal mining commodities have a recognized and liquid global market that is widely used as a pricing mechanism. The metal market tends to have largely homogeneous and standardized physical properties; therefore, metal prices tend to reflect the interaction between supply, demand and world inventories. The econometric model to quantify the factors and, therefore, determine the interrelations between the variables contemplated follows the technique of estimating Ordinary Minimum Squares (OLS). The results of the estimates show that there is a high correlation between the endogenous variables (price of gold, copper and zinc commodities) and the exogenous variables considered in the model. The results in the first differences show that the real exchange rate of the USA is a significant variable in the determination of prices of the studied commodities. Likewise, the international price of oil and world copper production are significant variables in determining the price of the commodity copper; and the same happens in the case of zinc. Finally, based on the results, the economic policy recommendations related to metal mining are included.

Keywords: Commodities, price of metallic mining basic goods, macroeconomic determinants, metal mining industry

AUTOR

Autor1. Oscar Soto Calderón. Ingeniero Economista - Universidad Científica del Sur. Maestría en Ciencias con Mención en Proyectos de Inversión – Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú

Autor2. Nora Gina del Pilar Tejada Vidal. Economista - Universidad de Lima. MBA y Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales – Universidad Autónoma de Madrid, España.

ptejada.sis@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La actividad minera en el Perú desempeña un rol importante en la economía del país y es realizada desde las primeras civilizaciones. Particularmente la exploración, producción y exportación de los metales como oro, cobre, zinc entre otros, tienen un impacto significativo en el crecimiento económico del Perú, debido a la naturaleza cíclica de la industria a nivel global. La actividad minera sigue afectando de manera importante al Perú en los ámbitos económico, político y social (Casas & Málaga, 2016). Tal es así que, la industria minero-metálica, es la principal actividad generadora de divisas, impuestos, inversión y empleo; a nivel de las regiones es el principal financiador de los presupuestos locales a través del canon minero y las regalías.

De otro lado, aproximadamente el 17% del territorio minero está en exploración (Macroconsult, 2012). En el período 1990 – 2016 la minería metálica (extracción, refinación y fundición) incrementó su participación porcentual en el Producto Bruto Interno (PBI); en 1994 el peso de la minería y la refinación de metales ascendía a 4.7% del PBI, en el 2007 a 14.5% y en el 2016 se elevó a 21.2% (Macroconsult, 2012), (BCRP, 2016).

Además, los principales commodities minero metálicos del Perú generan integraciones hacia atrás y hacia adelante interviniendo diversos recursos y servicios; los cuales contribuyen a la dinamización de la economía; reflejándose en el incremento de divisas, recaudación tributaria, canon y regalías mineras, inversiones, los presupuestos regionales, el empleo y el nivel de vida de la población en general. A diciembre del 2016, las áreas donde se realizó actividad minera tanto explotación y exploración sumó una extensión de 1 650,742 hectáreas que representa el 1.28% del territorio nacional; y las áreas concesionadas, 18.2 millones de hectáreas que representa el 12.8% del territorio nacional (MINEM 2016).

La importancia teórica de plantear la presente investigación radica en que los mercados de commodities juegan un rol central en la transmisión de distorsiones en los precios internacionales desde los países importadores de este tipo de bienes hacia los países oferentes. La importancia práctica está en que, si se conocen los determinantes macroeconómicos de los precios de los commodities, se podrán predecir algunas posibles distorsiones y cambios en esta variable como las fluctuaciones de los precios internacionales que afectan la recaudación tributaria, las inversiones, las divisas, los presupuestos regionales y el empleo.

Para la estimación econométrica de los determinantes macroeconómicos de los precios de los metales analizados se ha especificado la relación entre las variables endógenas y exógenas por una ecuación lineal de series de tiempo bajo las restricciones de información disponible.

Las exportaciones del Perú, están compuestas principalmente por las tradicionales, que son aproximadamente las tres cuartas partes del total y hay una elevada participación de las exportaciones mineras donde destacan cobre, oro y zinc entre otros, representando aproximadamente el 56% respecto al total (ver Figura 1).

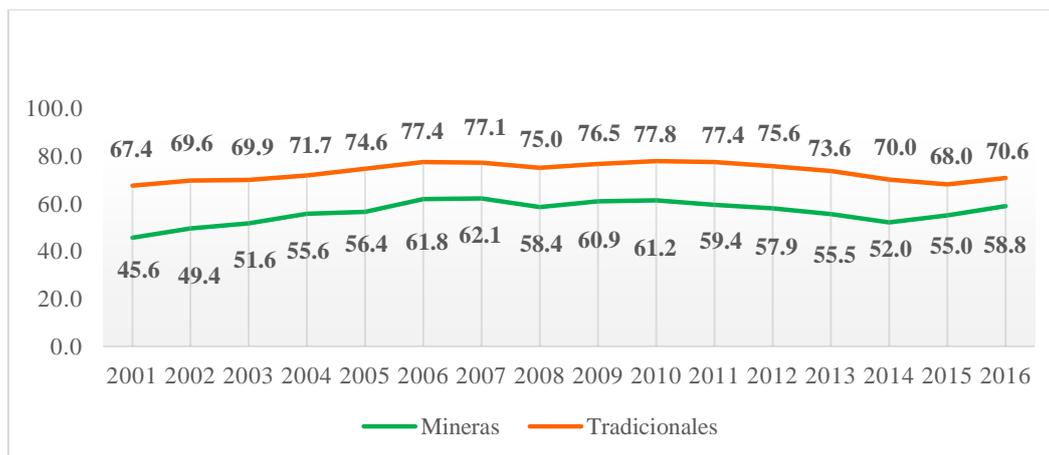


Figura 1: Exportaciones tradicionales y mineras 2001-2016 (en porcentaje de participación)

Fuente: BCRP.

Elaboración propia

Como se aprecia en la Figura 2 en 2001 la participación de las exportaciones mineras fue, oro con el 36%, cobre con el 31% y zinc con el 13%; en el año 2015, las participaciones se ajustan, cobre llega a 43%, oro 35% y zinc 8%; observándose fluctuaciones en los volúmenes de exportaciones de los commodities. Puede concluirse que oro, cobre y zinc constituyen los metales de exportación más importantes del Perú.

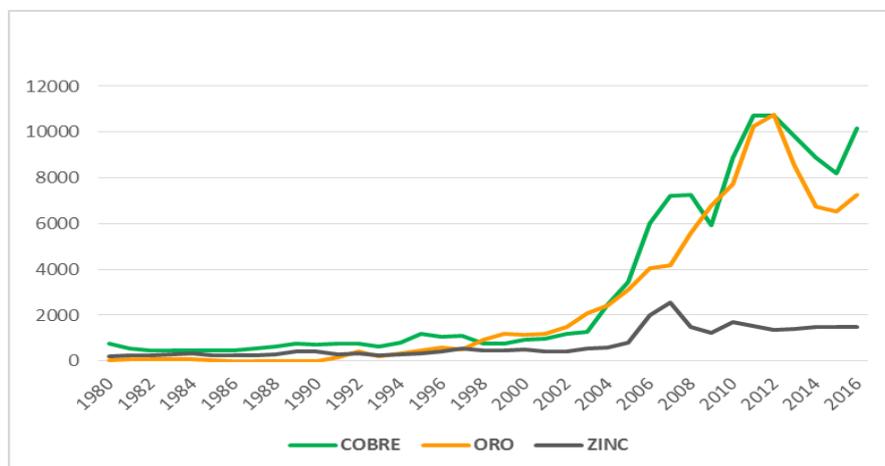


Figura 2: Exportaciones de cobre, oro y zinc 1980- 2016 (en valores FOB US\$)

Fuente: BCRP.

Elaboración: propia

Así mismo podemos apreciar en la Figura 3, la evolución de las cotizaciones del cobre, oro y zinc. En el caso del cobre, la cotización fue centavos de dólar por libras, oro dólares por onza y en zinc, centavos de dólar por libra. La cotización del cobre en el año 1990 fue cUS\$ 111.09 por libra, en el año 1995 de cUS\$ 130.19, para el año 2000 desciende a cUS\$ 79.94; en el año 2005 la cotización de este metal fue cUS\$ 160.00 por libra y a partir de aquí, empieza el alza hasta llegar a la cotización máxima de 385.27 en el 2011, a partir de la fecha la cotización tiene una tendencia descendente llegando en el 2016 a cUS\$ 185.05 por libra.

De igual manera podemos apreciar las variaciones en la cotización de oro, desde US\$ 371.62 por onza en 1990, en el 2000, US\$ 280.38 por onza, en el 2005 sube a US\$ 450.18 empezando una tendencia ascendente hasta llegar a la cotización máxima en el año 2012 con US\$ 1671.92 por onza, luego empieza a descender hasta llegar en el 2016 a cotizarse en US\$ 1250.63 por onza. La cotización del zinc también tiene comportamiento volátil, como se puede apreciar en la Figura 3, llegando a la máxima cotización en el 2007 con cUS\$ 90.51 por libra.

Entonces, los precios de los commodities muestran largas fluctuaciones impulsadas principalmente por fenómenos de demanda asociados al crecimiento de grandes economías como India y China; asimismo la evidencia empírica actual menciona que existe una correlación negativa entre el dólar y la cotización de los commodities y una correlación positiva entre el tipo de cambio y la cotización del cobre y oro. Los trabajos de Ridler y Yandle (1972), Côté (1987), Gilbert (1989) y Rezitis (2015) citados en (Cárdenas, 2016) utilizando distintos métodos, comprobando la correlación negativa entre el dólar y la cotización de los commodities.

“Esta correlación se puede ver a través de dos caminos: (i) los precios internacionales de commodities están expresados en dólares, por lo cual un encarecimiento de un commodity, reduce la cantidad de demanda del mismo; y, (ii) en el caso de algunos commodities, que sirven como refugio frente al valor del dólar, el efecto se da frente a especulación de los mercados financieros, como es el caso del oro y la plata” (p. 2).

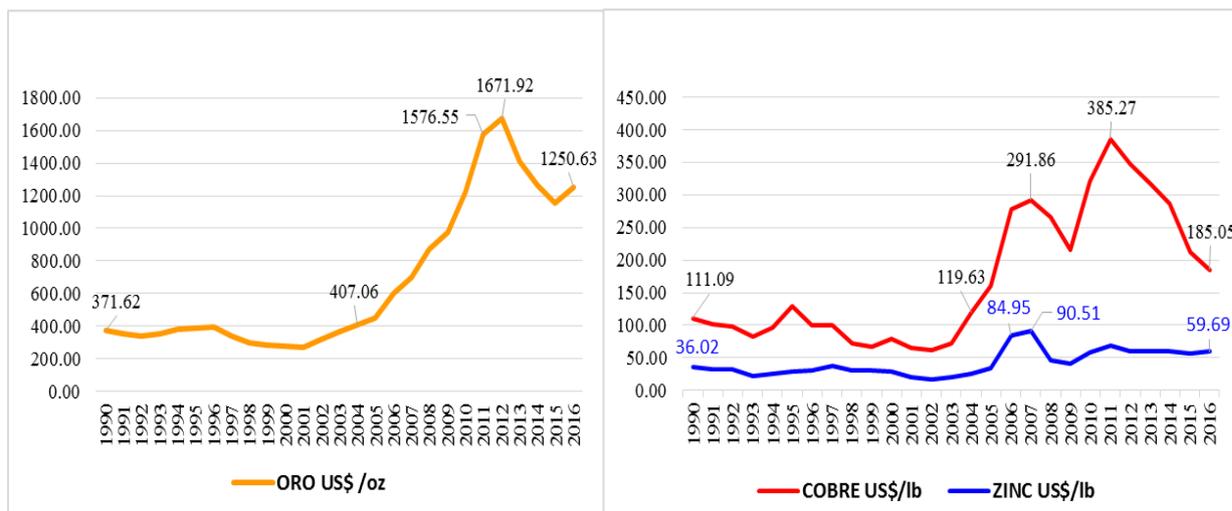


Figura 3: Evolución de las cotizaciones de cobre, oro y zinc 1990 - 2016

Fuente: BCRP.

Elaboración propia

En la figura anterior también se puede observar una fase contractiva de los precios de oro y cobre desde 1990 hasta el 2001 y una fase expansiva de los precios desde el 2002 hasta el año 2012 y partir de este año, se observa un ciclo contractivo con los precios de los commodities en disminución y asociado a la recuperación de la economía de los Estados Unidos después de la crisis y el debilitamiento de la economía China. La reducción de la demanda por metales y la mayor producción de éstos, han llevado a la reducción de su precio y se ha traducido en impactos negativos sobre la inversión privada en nuevos proyectos mineros.

Entonces los commodities en general, tienen un impacto significativo en el desarrollo económico de los países emergentes, motivo por el cual el crecimiento de estos países dependen de los commodities como es el caso del Perú, donde se observa las tendencias volátiles en sus precios; de allí que, esta es una de las preocupaciones centrales para los responsables de las políticas económicas debido a que tienen una influencia significativa en la evolución de la actividad económica; además los mercados de commodities transmiten choques de oferta y demanda entre países exportadores e importadores, por lo tanto, es crucial conocer los determinantes de los precios de los commodities minero metálicos del Perú.

Objetivo general de la investigación. Definir y analizar los determinantes macroeconómicos de los precios de los principales commodities minero metálicos del Perú, entre ellos oro, cobre y zinc en el periodo 1990 – 2016.

Los Objetivos específicos buscan determinar la relación entre los precios de estos commodities con las siguientes variables: producción mundial de los mismos, índice de

producción agregada de los países industrializados, índice de precios del consumidor mundial, tipo de cambio real de los EEUU, tasa de interés real USA y precio internacional del petróleo.

I MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la investigación

1.1.1. Evidencia empírica a nivel internacional

- Entre las principales investigaciones que buscaron establecer relaciones entre las variables macroeconómicas y la evolución de la cotización de los commodities sobresalen los de **Chu y Morrison (1984)**, **Dornbush (1985)** y **Gilbert (1989)**. En estas investigaciones se incluyeron básicamente dos factores de demanda: los ciclos económicos de los países industrializados y el tipo de cambio real de los Estados Unidos. No obstante, su capacidad predictiva del modelo durante la segunda mitad de los años ochenta, fue insuficiente.
- Estos resultados motivaron a otros investigadores a buscar corregir los problemas relacionados y al mismo tiempo mejorar la cuantificación de las variables ya consideradas en el modelo (De la Cuba & Ormeño, 2003). Entre estos se encuentran las investigaciones desarrolladas por **Borensztein y Reinhart (1994)** y **Reinhart y Wickham (1994)**, quienes incluyeron en sus modelos econométricos dos variables importantes que hasta la fecha no se habían considerado en la especificación de la cotización de los commodities: “el impulso primario exportador aplicado por los países en vías de desarrollo en su búsqueda por afrontar la crisis de la deuda (1984) y la crisis económica por la que estaban pasando los países del Este”. Por estos acontecimientos, estos investigadores mejoraron la definición de sus modelos econométricos al considerar variables de oferta e incluir al índice de producción industrial de los países industrializados, el desarrollo de la actividad económica de los países del este de Europa y la Ex-Unión Soviética. A diferencia del trabajo de Borensztein y Reinhart, esta última investigación analiza los determinantes macroeconómicos del índice agregado de los commodities excluyendo el petróleo. “El rendimiento predictivo de esta especificación fue superior a las especificaciones que excluyen la variable oferta” (De la Cuba & Ormeño, 2003).

- La investigación realizada por **Acosta (2009)** sobre el impacto de variables macroeconómicas en el ciclo de precios de commodities minerales, fueron considerados en el estudio del aluminio, cobre, estaño, plomo y zinc, cada uno de los cuales se transa en la Bolsa de Metales de Londres; los datos corresponden a precios mensuales, entre enero de 1971 y mayo de 2007. La investigación busca estimar el impacto que tienen los tipos de cambio, tasas de interés y niveles de producción industrial en el precio de metales seleccionados utilizando un modelo econométrico de series univariadas y test de series multivariadas. Se utilizaron indicadores de la actividad macroeconómica de 7 países de la OCDE: Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y el Reino Unido. Además, incluyeron variables de actividad económica de China debido a su importancia en la economía mundial y en el boom de precios que han experimentado los commodities.

Se estimaron dos regresiones para el factor común, la primera en función del índice agregado de producción industrial y de las tasas de interés y; la segunda en función sólo del índice de producción industrial (ambas regresiones con series en primeras diferencias). Los resultados muestran que, en la primera ecuación, el índice de producción industrial no tiene una incidencia marcada en el factor común al tratarse de datos mensuales, siendo su efecto no significativo. Las tasas de interés tienen una relevancia menor, y salvo la de China, tampoco son significativas. Para la segunda regresión, el efecto de la producción industrial tampoco es significativo.

Al utilizar datos anuales los resultados fueron similares, pero en la segunda regresión, el índice de producción industrial agregada es significativo y su coeficiente asociado es mayor al caso mensual. Además, la investigación evidencia que los precios de los metales presentan ciclos, con períodos de altos y bajos valores. Debido a la estructura diferente en sus mercados, algunos de ellos muestran un comportamiento más parecido frente a las variaciones de la economía mundial.

- Asimismo, se tiene la investigación realizada por Lombardi, Osbat, & Schnatz (2010) sobre los ciclos globales de commodities, utilizando un modelo VAR aumentado por factores (Factor-Augmented VAR model - FAVAR) para el período de 2003T1- 2008T3, en el cual los elementos considerados son 2 tendencias comunes en precios de alimentos (cacao, café, maíz arroz, soya, azúcar y trigo) y precio de metales (los incluidos en el análisis fueron aluminio, cobre, hierro, níquel, zinc y estaño). Con esta estructura estudian el impulso

respuesta entre el precio de bienes básicos, las tendencias comunes, la tasa de cambio, la producción industrial, los precios del petróleo y la tasa de interés. De acuerdo con los autores, la tasa de cambio, la actividad económica y las tendencias comunes tienen un gran impacto sobre los precios de commodities.

Los coeficientes indican que el factor de los metales es impulsado principalmente por la evolución de los precios del cobre y en menor medida por las tendencias en el mineral de hierro y el níquel. El factor alimentario está ligado principalmente a la evolución de los precios del maíz, el cacao y el trigo. En conclusión, la investigación de las interrelaciones entre un conjunto de precios de los productos básicos y las variables macroeconómicas de impulso respuesta ha confirmado que los tipos de cambio y la producción industrial afectan los precios individuales de los productos básicos no energéticos. Por el contrario, no se han encontrado efectos positivos significativos entre el petróleo y los precios de los productos básicos no petroleros, ni tampoco un impacto de la tasa de interés.

1.1.2. Evidencia empírica a nivel nacional

a. Por otro lado, en la investigación realizada por **Cruz (2015)** sobre ***El Impacto del Índice y Volatilidad de los Precios de los Commodities en los Ingresos Fiscales en el Perú durante el periodo 2000 – 2015***; utilizando la metodología de Vectores Autoregresivos Estructurales o SVAR (Structural Vector Autoregression), llegó a la conclusión de que el coeficiente asociado al índice de precio de los commodities (agrícolas, minerales y energéticos) estimado por el modelo SVAR es positivo y significativo a un nivel del 5%, por lo que un choque positivo del mismo aumenta los ingresos fiscales. Asimismo el coeficiente asociado a la volatilidad del precio de los commodities es negativo, por lo que un choque positivo del mismo reduce los ingresos fiscales aunque de manera no significativa; evidenciándose el carácter neutral de las políticas fiscales establecidas, por eso se recomienda la adopción de una política contracíclica y crear condiciones que hagan frente a periodos de muy bajo crecimiento económico, dado que el índice de precios de los commodities desempeña un rol fundamental en las finanzas públicas, específicamente en la recaudación fiscal.

b. Asimismo en la investigación realizada por **Contreras & Gutiérrez (2016)** denominada ***Efectos de ciclos de precios de metales: Estimación de un modelo de equilibrio general con Time to Build¹*** para la economía peruana, 2001-2015, utilizando un modelo

¹ El modelo "time to build" postula que se requiere varios periodos (más de uno) para completar un proyecto de inversión. El Time to build se introduce en el campo de la planeación de la mina y se modelan sus impactos en la estrategia de minería óptima. Según a Fornero y Kichner (2014): "La mayoría de los proyectos de inversión

econométrico de equilibrio general dinámico estocástico (Dynamic stochastic general equilibrium) basado en los modelos utilizados en Fornero y Kirchner (2014) y Medina y Soto (2007) con el objetivo de analizar los efectos de choques de las cotizaciones de los metales en las inversiones mineras en una economía abierta y así verificar los resultados incorporando el mecanismo time to build para la economía peruana. Los resultados de la investigación muestran los efectos de un choque en la cotización de los commodities con o sin mecanismo “time to build” observándose que el valor de la producción de los distintos sectores se incrementa; por lo tanto, se aumenta la recaudación tributaria y el gasto de gobierno; asimismo el tipo de cambio real se reduce generando una presión sobre la cuenta corriente debido a que un menor tipo de cambio, afecta a las exportaciones y se abaratan las importaciones.

La principal conclusión a la que llega la investigación incorporando en el modelo el mecanismo “time to build” es que, cuando se incrementa el precio de los commodities mineros, se genera una dinámica procíclica en el valor de la producción de todos los sectores de la economía, en las inversiones, el consumo y el gasto de gobierno. El mecanismo time to build hace que los efectos de un choque del precio de los commodities y los canales bajo el cual se transmite no se propaguen automáticamente debido a que hay un tiempo de construcción de los proyectos mineros y esto va a tardar en afectar a la economía. Asimismo, se ha probado que cuando el modelo incorpora el time to build es robustamente mejor; además de tener una mayor capacidad predictiva.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Commodities

Un commodity es definido como todo producto que tiene valor o utilidad y muy bajo nivel de diferenciación o especialización. De acuerdo a Torres, A. (2007) “un commodity es un producto o servicio de atributos no diferenciados, donde el factor precio es la clave determinante de compra. Se conocen también como productos básicos” (p. 116). Según Sinnott, Nash, & De La Torre (2010) “los commodities se definen como productos comercializados, sin marca, a granel, con poco procesamiento industrial; su calidad y características se pueden establecer objetivamente y se suministran sin diferenciación cualitativa en un mercado” (p. 2). Asimismo, Schaper (2007), menciona que “los mercados de commodities se caracterizan por el intercambio de bienes que no son diferenciables, en los que no es posible establecer diferencias visibles a partir de su origen o de alguna característica específica del producto (P. 204). Según esta definición los commodities son

en el sector minero son grandes y la producción toma tiempo porque existen costos de ajuste para el inicio los proyectos y existe un desfase entre el inicio del proyecto, la instalación del capital necesario y las operaciones” (efecto conocido como “time to build) p.3.

recursos naturales (minerales, petróleo y gas) o bienes producidos directamente mediante la explotación de recursos naturales (agricultura).

Según el diccionario Económico Financiero de Escobar (2006) citado en Yagüe Aguilar, P. (2014):

“La definición legal de commodity utilizada en los Estados Unidos de América amplió el concepto de éste, pues permitió que este término se acuñase a todo aquello que fuese subyacente en un contrato de futuros de una bolsa de commodities establecida. Así, prácticamente cualquier cosa podía considerarse un commodity, llegando a tomar una gran cantidad de activos financieros bajo condición de que no se los tome como valores” (p. 8).

Entre los commodities financieros utilizados como activos subyacentes se encuentran las divisas (euro, dólar, libra esterlina entre otros), las tasas de interés o de referencia (bonos a 30 años, bonos a 10 años), los índices bursátiles (Dow Jones, Nasdaq 100, S&P 500) y productos de inversión parecidos.

Los mercados de commodities se dividen en dos tipos: los mercados spot físicos y los mercados de derivados. Los mercados spot físicos donde los consumidores demandan commodities, determinándose el precio spot o contado. El mercado de derivados financieros se caracteriza porque son contratos en donde la entrega del activo subyacente se realiza en el futuro a un precio previamente fijado, por otro lado, a la firma de estos contratos no es necesario desembolsar dinero o en todo caso, el desembolso es pequeño con relación al monto negociado.

Los commodities minerales se separan normalmente en tres clases genéricas: metales, no metales y minerales energéticos, incluyendo petróleo y gas, y abarcan un gran número de sustancias diferentes.

2.2.2. Demanda de commodities minero metálicos

Según Mankiw (2012) la cantidad demandada es la cantidad de un bien que los compradores están dispuestos y tienen la capacidad de comprar. Los commodities minero metálicos tienen demanda porque poseen propiedades fisicoquímicas, tales como conductividad, resistencia a la corrosión o Btus (british thermal unit), que son necesarios en la fabricación de bienes de consumo final y de producción. La demanda de metales está compuesta por la demanda final y la demanda derivada. La demanda final proviene, principalmente, de los bancos centrales e inversionistas, quienes demandan metales como el oro y la plata para ser utilizados como instrumentos financieros: reserva de valor y activos financieros. Por otro lado, la demanda derivada proviene de la demanda final de

otros bienes y servicios. En consecuencia, la demanda de metales depende de la demanda de otros bienes y servicios, que en su mayoría se encuentra fuertemente correlacionada con variables de crecimiento económico de un país.

La teoría económica establece que la demanda de un bien depende principalmente del precio del bien, el ingreso del consumidor, el precio de los bienes sustitutos y complementarios, los cambios de los gustos y preferencias de los consumidores, etc. Los factores que determinan la demanda de los metales literalmente son demasiados, pero los factores que a menudo se consideran en los estudios sobre la demanda de metales son: 1) los ingresos y actividad económica, 2) precio del metal, 3) precio de los productos sustitutos, 4) precios de los productos complementarios, 5) cambio tecnológico, 6) los gustos y preferencias de los consumidores y 7) las políticas gubernamentales.

Respecto de las políticas gubernamentales se puede comentar: Es la intervención del gobierno a través de políticas, regulaciones y otras medidas en el sector de minería metálica. Una política de industrialización o desarrollo industrial implica inversión en infraestructura generándose demanda por acero, cobre, materiales de construcción y diversos complementos. Una política comercial que implica el almacenamiento de reservas estratégicas tiene efectos en la demanda a corto plazo. Por ejemplo, las reservas de oro en los bancos centrales se eliminaron en gran escala cuando se dejó el patrón oro. En la actualidad, los ejércitos de Estados Unidos de América y Japón mantienen existencias de ciertos minerales que se definen como críticos. Los cambios en los gastos gubernamentales en educación, defensa, investigación y desarrollo, autopistas y otros bienes públicos alteran la mezcla de resultados de la economía. Las políticas fiscales, monetarias y de bienestar social afectan la distribución del ingreso y el nivel general de inversión y crecimiento económico. La legislación sobre salud y seguridad del trabajador, las normas ambientales y otras regulaciones gubernamentales pueden prohibir ciertos minerales en usos finales particulares.

La relación entre la demanda y sus principales factores impulsores puede expresarse mediante la función de demanda generalizada (a corto plazo) siguiente:

$$Q_t^d = f(R_t, P_t^x, P_t^c, P_t^s, T_t, \text{Cons}_t, \text{Gov}_t)$$

Dónde: La demanda de los metales es una función del ingreso (R_t), del precio (P_t^x), el precio de bienes sustitutos (P_t^s), y complementarios (P_t^c), la tecnología (T_t), Los gustos de los consumidores (Cons_t) y las políticas gubernamentales (Gov_t) en el período t .

La elasticidad ingreso de la demanda es elástica en el corto plazo. También en el corto plazo, se supone que la elasticidad ingreso de la demanda para la mayoría de los productos minerales es mayor que 1, ya que la demanda se concentra en la construcción, el transporte, los equipos de capital y los sectores de consumo duradero, donde la demanda tiende a ser altamente sensible al ciclo económico.

Según Tilton² (1992) la elasticidad ingreso de la demanda de commodities minero metálicos depende de varias consideraciones: cuando el ciclo económico produce un cambio en los ingresos, la elasticidad ingreso de la demanda de commodities minero metálicos será normalmente mayor que la unidad. Cuando el crecimiento secular causa un cambio en el ingreso, la elasticidad ingreso será mayor que la unidad, si el crecimiento económico se concentra en países en desarrollo y será menor que la unidad si se concentra en los países desarrollados. Dado que el cambio en el ingreso tiene un impacto inmediato en la demanda de commodities minero metálicos, la elasticidad del ingreso de la demanda es la misma en el inmediato, corto, largo y muy largo plazo. Sin embargo, en el caso de la elasticidad precio y elasticidad cruzada de la demanda, las elasticidades son a menudo menores que la unidad en el plazo inmediato y corto plazo y mayores que la unidad en el largo y muy largo plazo. (p. 51). Como se indica en el Figura 5.

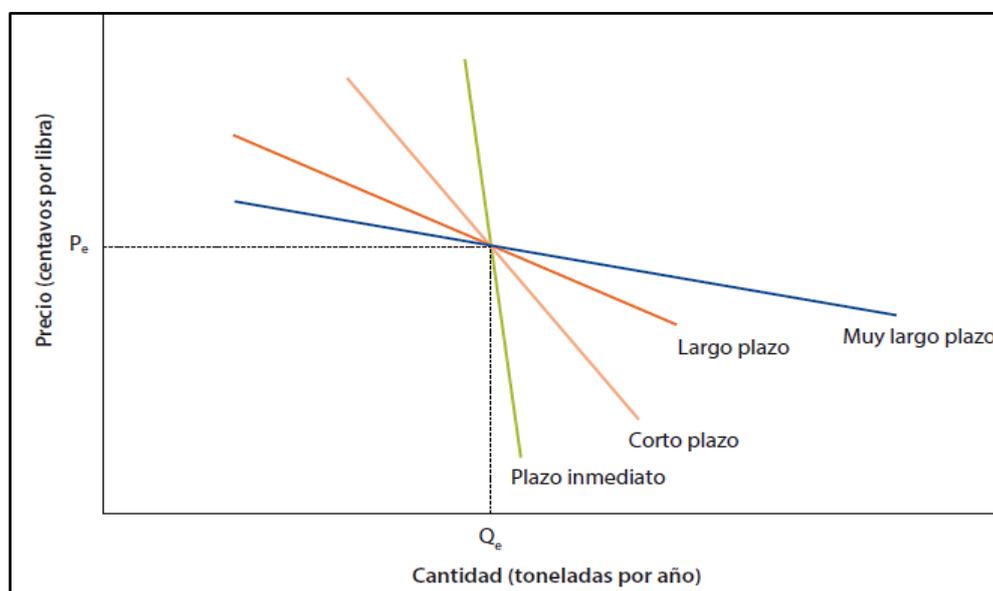


Figura 5: Curvas de demanda de metales según el horizonte temporal

Fuente: Tilton 1985, 1992 p. 49

La demanda de metales está fuertemente ligada al crecimiento económico. Sin embargo, si bien el nivel del PBI mundial es un indicador razonable de los niveles de vida y puede

² Economics of the mineral industries.

ser una variable macroeconómica amplia y útil para los mercados energéticos y agrícolas, no es una representación tan útil para la demanda de materiales industriales, ya que gran parte del PBI está relacionada al sector servicios en la mayoría de las economías desarrolladas. Por el contrario, los mejores impulsores macroeconómicos de la demanda de materiales industriales son la producción industrial (PI) y la inversión en activos fijos reales (FAI). En los últimos años, en la demanda de materiales industriales el país que se ha convertido en dominante es China. La demanda china de casi todos los metales se ha vuelto dominante en términos absolutos y aún más como una proporción del crecimiento de la demanda mundial. Por esta razón, gran parte del análisis tradicional de la demanda por país ha sido abrumado por los flujos de la demanda china. (Tilton, 1985), (Tilton, 1992), (Ulloa A. , 2002 a), (Naqvi, 2013), (Halland, Lokanc, Nair , & Padmanabhan, 2016).

1.2.3. Oferta de commodities minero metálicos

La oferta de commodities minero metálicos se puede dividir en oferta primaria y secundaria. La oferta varía ampliamente entre la producción primaria (directa de la mina o depósitos) y la producción secundaria (el reciclaje o remanentes de manufactura). La oferta primaria se puede clasificar en oferta de metales principales, complementarios y subproductos. La clasificación depende de la importancia del commodity minero metálico para la viabilidad económica y financiera del proyecto de inversión.

En la oferta de commodities minero metálicos es importante resaltar el corto plazo y el largo plazo. Según Tilton (1992), en el corto plazo la oferta es muy inelástica, debido a que la capacidad de producción queda fija en su nivel instalado. En el plazo inmediato las empresas mineras no tienen tiempo para cambiar su nivel de producción; en el corto plazo el nivel de producción se puede cambiar a través del uso más eficiente de la capacidad instalada. En el largo plazo, la oferta es considerablemente más elástica que en el corto plazo o en el plazo inmediato; debido a que se pueden desarrollar nuevos yacimientos mineros y se pueden expandir o construir nuevas instalaciones de procesamiento con la inversión de capital. (Ver figura 6). Las variables que determinan la oferta de commodities minero metálicos a corto y largo plazo, consideradas a menudo importantes son: 1) precio del commodity, 2) costos de los insumos, 3) la tecnología, 4) los conflictos laborales y otras perturbaciones, 5) actividades gubernamentales y 6) estructura de mercado.

Sobre las actividades gubernamentales. Las acciones del gobierno influyen en la oferta de metales de diversas maneras. Las regulaciones ambientales y los impuestos como el canon y regalías mineras tienden a aumentar los costos y reducir la oferta. En algunos países se exige que las empresas mineras compren suministros de productores

nacionales, procesen minerales y se concentren en el país, contraten mano de obra nacional para puestos gerenciales y técnicos, aunque estas restricciones pueden reducir la eficiencia y aumentar los costos.

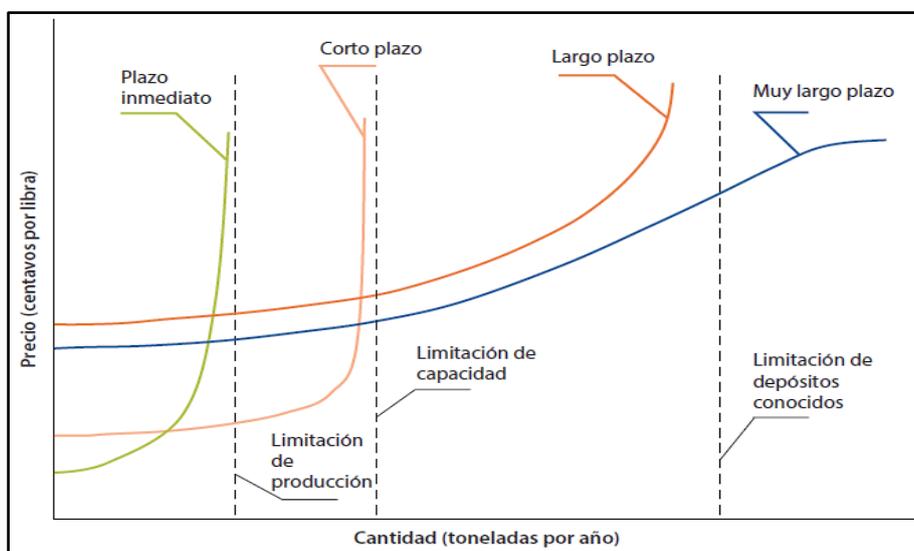


Figura 6: Curvas de oferta de metales según horizonte temporal

Fuente: Tilton 1985, 1992, p. 54

Alternativamente, los gobiernos pueden estimular la oferta subsidiando nuevas minas o instalaciones de procesamiento. De acuerdo con Halland, Lokanc, Nair, & Padmanabhan (2016), las políticas y las reglamentaciones del gobierno afecta la oferta;

“ i) al establecer límites físicos y directos sobre la cantidad de oferta disponible para los mercados internacionales (es decir, a través de restricciones en las exportaciones, tales como cuotas o aranceles); ii) al limitar los incentivos para la nueva oferta (a través de límites de precios); iii) al desalentar la inversión en nuevas capacidades de producción (a través de cambios frecuentes de políticas o anuncios de políticas poco claras), y iv) posiblemente, al limitar la productividad y la inversión en el sector (a través del control estatal directo de las operaciones)” (p. 36).

La relación entre la oferta y las variables determinantes más importantes se puede expresar a través de la función de oferta (a corto plazo) siguiente:

$$Q_t^S = f(P_t^x, C_t, T_t, R_t, Gov_t)$$

Donde la cantidad ofertada está en función del precio del commodity (P_t^x); los costos de producción (salarios, energía y servicios de capital) (C_t); el nivel de tecnología (T_t); los recursos naturales en cualquier periodo específico (R_t), y las actividades gubernamentales (Gov_t) durante el período t . En esta función de oferta; no están incluidos las perturbaciones

laborales ni de ningún otro tipo, así como tampoco están incluidos los valores desfasados correspondientes a precios o costos.

La elasticidad precio de la oferta de un commodity minero metálico es generalmente mayor en el largo plazo que en el corto plazo, pero esto es cierto solo cuando la producción en el corto plazo se acerca a la capacidad máxima. Cuando la capacidad está subutilizada, la oferta puede responder a los cambios en el precio, incluso a corto plazo (Tilton, 1985), (Tilton, 1992), (Ulloa A. , 2002 a), (Naqvi, 2013), (Halland, Lokanc, Nair , & Padmanabhan, 2016).

1.2.4. Precio de los commodities minero metálicos.

Según la teoría económica, las principales variables determinantes de la cotización de los commodities minero metálicos son: la tasa de interés por el lado de la oferta y el ingreso del consumidor por el lado de la demanda. Los commodities minero metálicos tienen un mercado global reconocido y líquido que es ampliamente utilizado como mecanismo de fijación de precios. El mercado de los metales es posiblemente la expresión más directa de la macro y microeconomía aplicadas. Los mercados mundiales de metales son uno de los mercados de comercio de commodities más extensos. Al igual que la mayoría de los mercados agrícolas y energéticos, los mercados de metales tienden a tener propiedades físicas en gran medida homogéneas y estandarizadas; por lo tanto, los precios de los metales tienden a reflejar la interacción entre la oferta, la demanda y los inventarios mundiales.

Los elementos clave para la dinámica de precios son: el nivel de inventarios, medido mejor en términos de cuántos días, semanas, meses o años de consumo; y la tasa de cambio en los niveles de inventario. Estos dos factores se combinan para formar los motores físicos fundamentales para los precios de los metales. Un nivel muy bajo de inventarios disponibles, como el cobre o el estaño, verá típicamente precios altos y volátiles, ya que en esta situación sólo se necesitan cambios modestos en el equilibrio entre la oferta y la demanda para producir una gran variación en los precios. Por el contrario, los metales con niveles muy grandes de inventarios, como el oro y la plata, requieren cambios mucho mayores en el balance de oferta y demanda para justificar un cambio en el precio. De acuerdo a Ulloa A. (2002 b), los niveles de inventario no sólo son el principal impulsor de los niveles de precios y el cambio, sino también de los precios forward.

“Cuando los commodities pueden ser almacenados como es el caso de los metales el tamaño de los inventarios que los agentes almacenan para suavizar los cambios de los precios o para entrar a especular en el mercado es un factor adicional que interviene en los cambios de los precios; por lo tanto los precios como los cambios en los inventarios

participan en el ajuste que se produce ante alteraciones de la demanda u oferta....La razón del tamaño de los inventarios es cuando los precios están muy bajos, los productores prefieren guardar el producto para evitar una mayor caída y esperar así hasta que éste suba; de esta manera el almacenaje sirve como un colchón. Por otro lado, cuando el precio está muy alto ya no hay stock y sin este colchón el precio se mantiene alto por un mayor período. Por eso mismo, el almacenaje al servir como colchón reduce la varianza de los movimientos de precios (p. 293, 294).

La capacidad de almacenamiento permite disminuir los grandes desequilibrios en la cantidad demandada y cantidad ofertada puesto que el proceso de ajuste se da por cantidad y precio.

La inestabilidad o variabilidad de los precios de los commodities minero metálicos, se explica por la particularidad de las curvas de oferta y demanda. En el corto plazo son altamente inelásticas, los cambios en la oferta y demanda provocan a su vez grandes fluctuaciones, siendo el mecanismo de ajuste inmediato y fuertes variaciones en las cotizaciones. Asimismo, las cotizaciones altamente cíclicas se deben a la alta elasticidad ingreso de la demanda y las demoras en las decisiones de inversión y producción. Según Ulloa A. (2002 b) la volatilidad de las cotizaciones de los commodities minero metálicos se atribuye principalmente “a la variabilidad de la oferta y demanda y a factores exógenos que las gobiernan como shocks macroeconómicos, clima, desastres naturales, agotamiento del recurso, nuevos descubrimientos, demoras en los procesos de inversión, cambios en gustos, variaciones de ingreso, etc.”.

Actualmente el rol de los mercados financieros constituye un elemento importante en la volatilidad y determinación de las cotizaciones de estos commodities. Las transacciones en las bolsas de metales se incrementaron a partir de los años 80; comenzando a tomar más importancia los futuros y las opciones. Según Ulloa A. (2002 b):

“Los activos fácilmente almacenables como ciertos productos agrícolas, metales o productos energéticos son considerados como una inversión más dentro del portafolio de los inversionistas. Las transacciones de futuros y opciones de commodities se han incrementado y han crecido en importancia; estos instrumentos constituyen una herramienta de diversificación de cartera y además se usan ampliamente para reducir el riesgo en la variabilidad de los precios, especialmente en commodities” (p. 294, 295).

Los commodities minero metálicos se transan en dos tipos de mercados. El mercado spot y futuros. Los contratos de referencia del mundo están listados en la London Metal

Exchange (LME). Sin embargo, otros contactos clave incluyen al Comex Copper y Shanghai Futures Exchange (SHFE) para los contratos de cobre. Participan activamente los agentes comerciales (compañías mineras, usuarios industriales, comerciantes físicos, consumidores finales), bancos, corredores, fondos de cobertura e inversores institucionales. Los metales preciosos que se comercializan activamente son oro, plata, platino y paladio. Todos estos tienen OTC líquido y mercados de intercambio. A diferencia de otros commodities, también tienen un mercado mayorista de comercio físico muy grande, del cual Londres es generalmente considerado como el centro global, aunque existe una amplia gama de importantes mercados locales en todo el mundo (Tilton, 1985), (Tilton, 1992), (Ulloa A. , 2002 b), (Naqvi, 2013), (Halland, Lokanc, Nair , & Padmanabhan, 2016).

1.2.5. La influencia de los ciclos económicos sobre Precio de commodities minero metálicos

En la historia económica mundial se han registrado periodos de crecimiento y decrecimiento en el nivel de sus precios. A esta tendencia se le conoce como los ciclos³, inclusive algunos investigadores los llaman súper ciclos. Un súper ciclo⁴ es definido como una subida tendencial de los precios reales de los commodities. Los mercados de metales son bien conocidos por su inestabilidad, por su naturaleza de auge y declive. La demanda de la mayoría de los metales y muchos otros productos minerales se concentra en cuatro sectores -construcción, bienes de capital, transporte y bienes de consumo duraderos cuya producción es particularmente sensible a las fluctuaciones del ciclo económico. Durante una recesión, estos sectores sufren mucho más que la economía en su conjunto. Durante un auge, sus ventas se disparan. Como consecuencia, la curva de demanda de la mayoría de los metales cambia considerablemente durante el ciclo económico.

En los últimos años, las fluctuaciones de la cotización internacional de los commodities minero metálicos, han tenido impactos en el desempeño económico de los países productores y exportadores, por ser economías que tienen dependencia al nivel de precios de los commodities exportados (los ingresos fiscales en estos países son altamente dependientes del comportamiento de estos precios). La fluctuación de las cotizaciones de los commodities minero metálicos ha sido de gran interés para los países cuyas

³ Los ciclos de los commodities son las fluctuaciones en el nivel de cotizaciones. Periodos de tiempo donde los las cotizaciones presentan altos niveles seguidos de contracciones.

⁴ De acuerdo a Naqvi (2013) un súper ciclo es cuando la cotización de los metales es más alta que el promedio de los reales o nominales. Los precios de los metales suben sincrónicamente llegando a máximos históricos. Se denominan súper ciclos según Cuddington y Jerret (2008) cuando: “1) son ciclos de largo periodo donde los aumentos duran aproximadamente de 10 a 35 años, implicando ciclos completos de 20 a 70 años; 2) tienen una base amplia que afecta a una serie de productos industriales, incluidos los metales y otros recursos no renovables”.

economías dependen de su exportación. En América Latina países como Perú, Chile, Ecuador y México son ejemplos donde los súper ciclos han causado una bonanza económica originándose incrementos en la recaudación fiscal, inversión extranjera directa, inversión privada nacional, reservas internacionales netas, empleo y salarios. Por lo tanto, las empresas que estudian la posibilidad de desarrollar nuevas minas o de ampliar las instalaciones existentes hacen previsiones de los precios de los metales a largo plazo. Del mismo modo, los fabricantes que contemplan la sustitución de un material por otro, se basan en previsiones de precios. Los gobiernos cuyos ingresos fiscales y ganancias en divisas siguen las tendencias de los mercados de exportación y los gobiernos locales cuya economía depende de la producción de minerales también tienen interés en las futuras tendencias de sus precios.

Los dos factores que han soportado los ciclos económicos como una influencia en los precios de los metales, o que están influidos por sus precios, son las monedas y la inflación. El tema monetario es relevante para la formación de los precios de los metales, ya que una débil moneda nacional es positiva para los productores y una negativa para los consumidores, siendo también el opuesto..

1.2.6. Formulación de hipótesis

Hipótesis general. El precio de los principales commodities minero metálicos de exportación peruanos, oro, cobre y zinc se explica de manera significativa por la producción mundial, y los precios pasados de estos minerales, así como por el índice de producción agregada de los países industrializados en el período 1990 -2016.

Hipótesis específicas

HE₁: La producción mundial de los principales commodities minero metálicos (cobre, oro y zinc) determina de manera significativa la cotización de los mismos en el periodo 1990 – 2016.

HE₂: El índice de producción agregada de los países industrializados resulta significativo como determinante del precio de los principales commodities minero metálicos de exportación en el periodo 1990 – 2016.

HE₃: El índice de precios al consumidor mundial resulta significativo como determinante del precio de los principales commodities minero metálicos en estudio en el periodo 1990 – 2016.

HE₄: El tipo de cambio real de los EE.UU. determina de manera significativa el precio de los principales commodities minero metálicos en estudio en el periodo 1990 – 2016.

HE₅: La tasa de interés real de USA determina de manera significativa la cotización de los commodities minero metálicos del Perú en el periodo de 1990-2016.

HE₆: El precio internacional del petróleo determina de manera significativa la cotización de los commodities minero metálicos del Perú en el periodo de 1990-2016.

II. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de la investigación

Es de carácter no experimental, longitudinal y correlacional. Es no experimental dado que la investigación se realizó sin manipular deliberadamente las variables. Además, es longitudinal pues el comportamiento de los datos es analizado entre 1990-2016; es correlacional porque se busca la relación causa efecto de las variables bajo estudio

2.2. Operacionalización de variables

Las variables endógenas o dependientes del modelo son: Cotización commodity cobre (COT_COBRE), Cotización commodity oro (COT_ORO) y Cotización commodity zinc (COT_ZINC).

Las variables exógenas o independientes del modelo son: Índice de producción agregada de los países industrializados (IPAPI), Índice de precios al consumidor de los países industrializados (IPCPI), Producción mundial cobre (PROD_COBRE), producción mundial de oro (PROD_ORO), Producción mundial de zinc (PROD_ZINC), Tipo de cambio real de USA (TCRUSA), Precio internacional del petróleo (WTI), Tasa de interés real USA (TIRUSA)

Matriz de operacionalización Ver anexo 1

2.3. Especificación del modelo econométrico

Para poder contrastar las hipótesis y determinar la influencia que tiene las variables bajo estudio sobre la variable endógena, se ha estructurado un sistema de ecuaciones simultáneas de la siguiente manera:

$$\text{COT_COBRE} = \alpha_0 + \alpha_1\text{IPAPI} + \alpha_2\text{IPCPI} + \alpha_3\text{PROD_COBRE} + \alpha_4\text{TIRUSA} + \alpha_5\text{WTI} + \alpha_6\text{TCRUSA} + \mu_t$$

$$\text{COT_ORO} = \gamma_0 + \gamma_1\text{IPAPI} + \gamma_2\text{IPCPI} + \gamma_3\text{PROD_ORO} + \gamma_4\text{TIRUSA} + \gamma_5\text{WTI} + \gamma_6\text{TCRUSA} + \mu_t$$

$$\text{COT_ZINC} = \beta_0 + \beta_1\text{IPAPI} + \beta_2\text{IPCPI} + \beta_3\text{PROD_ZINC} + \beta_4\text{TIRUSA} + \beta_5\text{WTI} + \beta_6\text{TCRUSA} + \mu_t$$

Donde:

$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5, \alpha_6$

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$

$\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4, \gamma_5, \gamma_6$

μ_t = Término de error estocástico

} Son los parámetros a estimar

Para cuantificar las interrelaciones entre las variables contempladas en el modelo se utilizó la técnica de estimación de los Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). De acuerdo a Gujarati (2010) “el análisis de regresión múltiple es el análisis de regresión condicional sobre los valores fijos de las variables explicativas, obteniéndose un valor promedio de Y o la respuesta media de Y a los valores dados de las regresores X”. En el análisis de regresión múltiple según Stock & Watson (2012) “el coeficiente de uno de los regresores es el efecto de un cambio en ese regresor, manteniendo constantes el resto de ellos”. El modelo MCO permite especificar adecuadamente, la relación entre dos o más variables a través de una función lineal; es decir que la relación entre la variable endógena y las variables exógenas pueden ser adecuadamente definidas por una ecuación lineal. (Stock & Watson, 2012), (Gujarati, 2010), (Trujillo, 2010).

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Análisis de raíz unitaria y de cointegración

Análisis de raíz unitaria.

Las pruebas de raíz unitaria de acuerdo a Trujillo (2010) “tienen como finalidad contrastar la hipótesis de que una serie estadística sigue un comportamiento estacionario⁵ en media y varianza a lo largo de su trayectoria temporal de estimación o análisis”. El contraste que se plantea es:

H_0 = La serie no es estacionaria (Presenta raíz unitaria).

H_1 = La serie es estacionaria (No presenta raíz unitaria).

Para el análisis de raíz unitaria se utilizó el contraste de Dickey-Füller Aumentado (ADF Test) a los logaritmos de las series consideradas en el modelo. Los resultados estadísticos de la prueba a niveles y primera diferencia en tendencia e intercepto (ver tabla 1) fueron superiores a los valores críticos de Mackinnon (al 99% -3.986815; al 95% -3.423842 y al 90% -3.134914), por lo que se rechaza la existencia de raíz unitaria. Rechazar la hipótesis nula implica la existencia de continuidad en las distribuciones y propiedades estadísticas de las series bajo análisis, independencia en la parte aleatoria de la serie lo que se conoce como “White noise” o “Ruido Blanco”⁶ y que cualquier shock tiene un efecto transitorio sobre la variable, por lo que es **susceptible de predicción**.

Tabla 1: Análisis de raíz unitaria de las series

⁵ **La estacionariedad** es una condición estadística de una variable aleatoria, que consiste en que la variable no deambule en torno a un valor predeterminado en el tiempo. Estadísticamente hablando, una variable estacionaria es aquella que se comporta con una media y una varianza constante en el tiempo.

⁶ Un “**ruido blanco**” se caracteriza porque es estacionario en media y varianza, asimismo, los errores no están autocorrelacionados.

ADF TEST				
Variables	A Niveles	Resultado	1 ^{ra} Diferencia	Resultado
LCOT_ORO	-1.736813	No estacionaria	-15.55110	Estacionaria
LCOT_ZINC	-2.619180	No estacionaria	-12.94875	Estacionaria
LCOT_COBRE	-1.695721	No estacionaria	-16.23289	Estacionaria
LPROD_ORO	-2.066451	No estacionaria	-19.08729	Estacionaria
LTCRUSA	-2.079305	No estacionaria	-18.17418	Estacionaria
LWTI	-2.669683	No estacionaria	-14.92395	Estacionaria
LIPCPIG8	-3.014000	No estacionaria	-17.23239	Estacionaria
LPROD_ZINC	-3.029214	No estacionaria	-17.72723	Estacionaria
LIPAPIG8	-5.329549	Estacionaria		
LPROD_COBRE	-3.749625	Estacionaria al 95%		
TIRUSA	-3.719863	Estacionaria al 95%		

Fuente: Eviews

3.1.2. Análisis de cointegración

De acuerdo a Stock & Watson (2012) “dos o más series que tienen una tendencia estocástica común se dice que están cointegradas”. Asimismo, en términos económicos según Gujarati (2010) “dos o más variables están cointegradas si existe una relación de largo plazo o de equilibrio entre las variables”, es decir, que existe alguna fuerza que hace que las variables tiendan a un equilibrio o a un estado estacionario en el largo plazo. La importancia de modelo que cointegra según Trujillo (2010) “es que el vector de cointegración describe la relación de largo plazo de las variables, por cuanto un residuo estacionario nos asegura que las variables no pueden diferir sistemáticamente entre sí en el largo plazo”. Un test de cointegración se considera como una preprueba para evitar las situaciones de regresiones espurias. El contraste que se plantea es el siguiente:

H_0 = No existe un vector de cointegración (Existencia de una raíz unitaria en los residuos).

H_1 = Existe un vector de cointegración⁷ (No existe una raíz unitaria en los residuos).

Para el análisis de cointegración se utilizó la prueba de Hipótesis de Cointegración de Johansen & Joselius y los resultados se muestran en las tablas 2, 3 y 4. La conclusión sobre las posibles relaciones de cointegración contrastados al 5% de su valor crítico, en las ecuaciones de commodity oro, commodity cobre y commodity zinc; ofrecen resultados

⁷ **Cointegración** significa que, a pesar de no ser estacionarias en un nivel individual, una combinación lineal de dos o más series de tiempo puede ser estacionaria.

semejantes, por lo tanto, existe entre ellas un vector de cointegración que determina su comportamiento temporal de largo plazo; entonces la prueba ha rechazado la hipótesis nula (H_0) de no cointegración entre las variables.

Test de cointegración commodity oro

Tabla 2: Test de cointegración commodity oro

Series: LCOT_ORO LPROD_ORO LIPAPIG8 LIPCPIG8 LTIRUSA LTCRUSA LWTI				
Lags interval (in first differences): 1 to 4				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.143282	171.2149	150.5585	0.0020
At most 1 *	0.124125	121.8827	117.7082	0.0265
At most 2	0.102899	79.60495	88.80380	0.1917
At most 3	0.062053	44.96574	63.87610	0.6486
Trace test indicates 2 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				

Fuente: Eviews

Test de cointegración commodity cobre

Tabla 3: Test de cointegración commodity cobre

Series: LCOT_COBRE LPROD_COBRE LIPAPIG8 LIPCPIG8 LTIRUSA LTCRUSA LWTI				
Lags interval (in first differences): 1 to 4				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.154850	163.5280	150.5585	0.0075
At most 1	0.118215	109.8592	117.7082	0.1412
At most 2	0.093547	69.72678	88.80380	0.5177
At most 3	0.059336	38.39587	63.87610	0.8954

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level
 * denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level
 **MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

Fuente: Eviews

Test de cointegración commodity zinc

Tabla 4: Test de cointegración commodity zinc

Series: LCOT_ZINC LPROD_ZINC LIPAPIG8 LIPCPIG8 LTIRUSA LTCRUSA LWTI				
Lags interval (in first differences): 1 to 4				
Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized		Trace	0.05	
No. of CE(s)	Eigenvalue	Statistic	Critical Value	Prob.**
None *	0.156596	162.6456	150.5585	0.0086
At most 1	0.114274	108.3168	117.7082	0.1687
At most 2	0.079527	69.60695	88.80380	0.5224
At most 3	0.063231	43.17216	63.87610	0.7288
Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				
* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level				
**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values				

Fuente: Eviews

Habiéndose demostrado que existe una relación de largo plazo entre las variables consideradas se podrá utilizar el modelo vectorial de corrección de errores (VEC) para analizar las funciones de impulso-respuesta y para hacer pronósticos.

3.2. Análisis del test de causalidad de Granger

El test de causalidad de Granger es una prueba estadística útil para "evaluar" si un par de series encuentran cierta "causalidad estadística". Esta "causalidad estadística" se conoce como: "causalidad en el sentido de Granger" que implica la existencia significativa (estadísticamente hablando), de una relación causal (causa-efecto); pero de ninguna manera una relación "causal" en sentido económico; es decir, no podemos concluir que la relación causal entre un par de variables para tipificarla como "dependiente" o "independiente". (Sims, 1980). El test de Granger, se aplica a la "variable", NO a la "serie transformada". La serie transformada es un "hibrido" construido por el investigador a fin de lograr un resultado econométrico que lo lleve a no rechazar la hipótesis nula.

La hipótesis nula planteada es: X no es causal de Y

Si se logra "rechazar" la Hipótesis Nula a cierto nivel de confianza (95%), entonces tenemos suficiente evidencia estadística para concluir que la variable considerada como exógena, es verdaderamente explicativa por lo que la "causalidad en el sentido de Granger" es validada (Stock & Watson, 2012), (Gujarati, 2010), (Trujillo, 2010).

Test de causalidad de Granger commodity cobre

Tabla 5: Test de causalidad commodity cobre

Modelo 2: Variable Endógena (logaritmos)		Test de Granger	Valor F	Hipótesis Nula
COT_COBRE		Valor F-Test	F(6,317)	
		95%	95%	
Variables Exógenas (logaritmos)	Producción de cobre	2.94657	2.127219	Rechazar
	IPAPIG8	0.03892		Aceptar
	IPCPIG8	1.06678		Aceptar
	TIRUSA	1.58002		Aceptar
	TCRUSA	0.29919		Aceptar
	WTI (USA)	1.25118		Aceptar

Elaboración: propia

Las tablas 5, 6 y 7 muestran los resultados de las pruebas de causalidad de Granger (con un rezago) en los tres modelos de commodities cobre, oro y zinc. La producción de cobre muestra un vínculo de causalidad al nivel de 5% de significancia con la cotización del cobre. La producción mundial de oro, el índice de producción agregada de los países industrializados, índice de precios al consumidor de los países industrializados y precio internacional del petróleo están vinculados con la cotización del oro al nivel de 5% de significancia. El índice de precios al consumidor de los países industrializados muestra la causalidad al nivel del 5% de significancia con la cotización del Zinc.

Test de causalidad de Granger commodity oro

Tabla 6: Test de causalidad commodity oro

Modelo 2: Variable Endógena (logaritmos)		Test de Granger	Valor F	Hipótesis Nula
COT_ORO		Valor F-Test	F(6,317)	
		95%	95%	

Variables Exógenas (logaritmos)	Producción de oro	11.9772	2.127219	Rechazar
	IPAPIG8	2.16409		Rechazar
	IPCPIG8	2.70749		Rechazar
	TIRUSA	1.67588		Aceptar
	TCRUSA	0.61078		Aceptar
	WTI (USA)	6.67732		Rechazar

Elaboración: propia

Test de causalidad de Granger commodity zinc

Tabla 7: Test de causalidad commodity zinc

Modelo 2: Variable Endógena (logaritmos)		Variable COT_ZINC	Test de Granger Valor F-Test 95%	Valor Critico F(6,317) 95%	Hipótesis Nula
Variables Exógenas (logaritmos)	Producción de zinc		0.03402	2.127219	Aceptar
	IPAPIG8		0.38627		Aceptar
	IPCPIG8		2.65947		Rechazar
	TIRUSA		1.76372		Aceptar
	TCRUSA		0.88885		Aceptar
	WTI (USA)		0.51791		Aceptar

Elaboración: propia

3.3. Resultados de las estimaciones econométricas de cada commodity

Habiéndose rechazado la existencia de raíz unitaria y demostrado que existe una relación de largo plazo entre las variables con el análisis de cointegración y el análisis de causalidad en el sentido de Granger; por lo tanto, la no existencia de relaciones espurias⁸; se presenta a continuación los resultados de las estimaciones econométricas.

3.3.1. Análisis de correlación

El objetivo principal del análisis de correlación según Gujarati (2010) “es medir la fuerza o el grado de asociación lineal entre dos variables. En el análisis de correlación se tratan dos variables cualesquiera en forma simétrica”. La correlación de acuerdo a Stock & Watson (2012) “es una medida alternativa de la dependencia entre X e Y que resuelve el problema de las unidades de la covarianza. En concreto, la correlación entre X e Y es la covarianza entre X e Y dividida por sus desviaciones típicas”. En la tabla 8 se aprecia una alta correlación entre la cotización de los commodities minero metálicos y las variables

⁸ Una relación es "espuria" cuando hay un alto ajuste econométrico (R2 muy cercano a la uinidad) pero los fundamentos económicos del modelo son pobres (exogeneidad debil), lo contrario es "exogeneidad fuerte".

exógenas considerados en el modelo. Se concluye que la cotización de los commodities minero metálicos responde a variables externas, antes que a variables del tipo “oferta”.

Tabla 8: Matriz de correlaciones de las variables involucradas

	COT_ZIN C	COT_OR O	COT_COB RE	IPAPIG8	IPCPIG8
COT_ZINC	1.000000	0.579891	0.820248	0.395277	0.616109
COT_ORO	0.579891	1.000000	0.865522	0.428422	0.871328
COT_COBR E	0.820248	0.865522	1.000000	0.478578	0.783890
PROD_ZINC	0.508889	0.844214	0.695501	0.520788	0.878780
PROD_ORO	0.467118	0.416315	0.581350	0.507246	0.556178
PROD_COB RE	0.561229	0.912105	0.785967	0.579810	0.926760
IPAPIG8	0.395277	0.428422	0.478578	1.000000	0.641080
IPCPIG8	0.616109	0.871328	0.783890	0.641080	1.000000
TIRUSA	-0.270624	-0.707729	-0.565018	-0.709009	-0.774874
TCRUSA	-0.239489	-0.451174	-0.321330	-0.794004	-0.699704
WTI	0.677458	0.819052	0.926834	0.537190	0.788826

Fuente: Eviews 9

3.3.2. Estimación paramétrica de cada commodity a niveles

Estimación paramétrica commodity oro

En la estimación paramétrica para el commodity oro se observa un ajuste en la calibración del orden del 90% así como una alta significancia individual para las series: precio internacional del petróleo, índice de precios al consumidor de los países industrializados, producción mundial de oro, tasa de interés real de los Estados Unidos de América, e índice de producción agregada de los países industrializados. El tipo de cambio real de los Estados Unidos de América resultó no significativo al 95%, como se observa en la tabla 9. Al reestimar el modelo retirando como instrumento el tipo de cambio real de los Estados Unidos de América (ver tabla 10) se observa que los coeficientes estimados de esta nueva especificación resultaron estadísticamente significativos al 95%. Cabe resaltar como factor determinante de la cotización internacional del oro, al precio internacional del petróleo, insumo básico en el proceso de extracción y transformación del mineral.

Tabla 9: Resumen estimación commodity oro

Variable Exógena	Coefficient	t- Student	t-Student 95% (1.645)	Tabular 317g.d.l

WTI	8.490401	14.48802	Significativo
IPCPIG8	15.28708	12.43854	Significativo
TCRUSA	41.49773	0.339512	No significativo
IPAPIG8	-7.902148	-8.035222	Significativo
TIRUSA	-80.29308	-9.440864	Significativo
PROD_ORO	-3.98E-05	-12.11907	Significativo

Fuente: Eviews 9

Elaboración: propia

Tabla 10: Resumen estimación commodity oro modificado

Variable Exógena	Coefficient	t- Student	t-Student Tabular 95% 317g.d.l (1.645)
WTI	8.597016	17.39927	Significativo
IPCPIG8	15.04334	15.10144	Significativo
TIRUSA	-80.14773	-9.448889	Significativo
IPAPIG8	-8.117021	-10.79846	Significativo
PROD_ORO	-4.00E-05	-12.39068	Significativo

Elaboración: propia

Tabla 11: Significancia global commodity oro inicial y modificado

	Modelo que incluye al TCR de USA	Modelo que excluye al TCR de USA
F-Fischer	494.864	595.4704
$F_{k-1, n-k}$ 95%	k= 7 ; 2.10	k=6 ; 2.21
R ² Ajustado	90.17%	90.20%

Elaboración: propia

Igualmente, la significancia global es mayor que en la versión anterior, y el ajuste econométrico es mayor en la versión que excluye al tipo de cambio real de los Estados Unidos de América, tal como se aprecia en la tabla 11 adjunta:

Estimación paramétrica commodity Cobre

En la estimación paramétrica para el commodity cobre se observa un ajuste en la calibración del orden del 89.5% así como una alta significancia individual para las series.

Todas las variables resultaron ser estadísticamente significativas al 95%. Cabe resaltar como factor determinante de la cotización internacional del cobre, al precio internacional del petróleo, insumo básico en el proceso de extracción y transformación del mineral. Ver tabla 12.

Tabla 12: Resumen estimación commodity cobre

Variable Exógena	Coefficient	t- Student	t-Student Tabular 95% 317g.d.l (1.645)
WTI	60.1332	17.9013	Significativo
IPCPiG8	78.44839	9.307234	Significativo
TCRUSA	4696.551	6.535178	Significativo
IPAPiG8	16.72615	2.772594	Significativo
TIRUSA	136.1988	2.652434	Significativo
PROD_COBRE	-0.005862	-2.091209	Significativo

Elaboración propia

Tabla 13: Significancia global commodity cobre

	Significancia Global
F-Fischer	450.6350
$F_{k-1, n-k}$ 95%	k= 7 ; 2.10
R ² Ajustado	89.30%

Elaboración propia

Igualmente, la significancia global, y el ajuste econométrico también resulto ser significativo, tal como se aprecia en la tabla 13.

Estimación paramétrica Commodity Zinc

En la estimación paramétrica del commodity zinc se observa un ajuste en la calibración del orden del 65.12% así como una alta significancia individual para las series. Los coeficientes estimados de esta especificación resultaron estadísticamente significativos al 95%, con excepción de la producción mundial del zinc, por lo que la cotización de este commodity no responde de manera significativa a la producción del zinc ver tabla 14.

Tabla 14: resumen estimación commodity zinc

Variable Exógena	Coefficient	t- Student	t-Student Tabular 95% 317g.d.l (1.645)
TIRUSA	263.6692	10.17936	Significativo

IPCPIG8	37.74774	9.802868	Significativo
IPAPIG8	19.04504	5.968552	Significativo
WTI	8.472457	5.120203	Significativo
TCRUSA	1872.171	4.94104	Significativo
PROD_ZINC	-0.001037	-0.929185	No significativo

Elaboración propia

Igualmente, la significancia global, y el ajuste econométrico también resulto ser significativo, tal como se aprecia en la tabla 15.

Tabla 15: Significancia global estimación commodity zinc

	Significancia Global
F-Fischer	98.65446
$F_{k-1, n-k}$ 95%	k= 7 ; 2.10
R ² Ajustado	64.46 %

Elaboración propia

4.3.2. Estimación paramétrica utilizando primeras diferencias

Para la estimación paramétrica en primeras diferencias de los logaritmos de las series, se utilizó la metodología utilizada por Borensztein y Reinhart (1994), quienes además se basaron en las estimaciones realizadas por Dornbush (1985 y 1984). En las estimaciones econométricas para evitar problemas de no estacionariedad evitaron utilizar niveles y los instrumentos se trataron mediante el uso de diferencias de cuatro trimestres (en lugar de las primeras diferencias) de todas las variables. Los resultados de las estimaciones paramétricas de cada commodity en primeras diferencias se muestran a continuación:

. Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity cobre

En la estimación paramétrica en primeras diferencias para el commodity cobre se observa un ajuste en la calibración del orden del 32.51%; así como una alta significancia individual para las series: precio internacional del petróleo, producción mundial del cobre y tipo de cambio real de los Estados Unidos de América (tabla 16).

Tabla 16: Resumen estimación paramétrica en primeras diferencias commodity cobre

Variable Exógena	Coefficient	t- Student	t-Student	Tabular
------------------	-------------	------------	-----------	---------

			95% (1.645)	317g.d.l
D1LWTI	0.332582	8.188608	Significativo	
D1LTCRUSA	0.438841	3.712712	Significativo	
D1LPROD_COBRE	-0.269032	-8.61522	Significativo	
D1TIRUSA	0.052255	1.501681	No significativo	
D1LIPCPIG8	0.001385	0.273268	No significativo	
D1LIPAPIG8	-0.012658	-0.176559	No significativo	

Elaboración: propia

Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity zinc

En la estimación paramétrica en primeras diferencias del commodity zinc se observa un ajuste en la calibración del orden del 8.21%; así como una alta significancia individual para las series: tasa de interés real de los Estados Unidos, tipo de cambio real de los Estados Unidos de América y producción mundial del zinc (Tabla 17).

Tabla 17: Resumen estimación paramétrica en primeras diferencias commodity zinc

Variable Exógena	Coefficient	t- Student	t-Student Tabular 95% 317g.d.l (1.645)
D1TIRUSA	0.106508	3.136886	Significativo
D1LTCRUSA	0.257355	2.224013	Significativo
D1LPROD_ZINC	0.03832	1.660642	Significativo
D1LWTI	0.055382	1.405482	No significativo
D1LIPCPIG8	0.003554	0.718782	No significativo
D1LIPAPIG8	0.000439	0.006278	No significativo

Elaboración: propia

Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity oro

En este caso se observa un ajuste en la calibración del orden del 5.52%; así como una alta significancia individual para la serie tipo de cambio real de los Estados Unidos de América (Tabla 18).

Las estimaciones paramétricas tienen concordancia con los resultados obtenidos por Dornbusch (1985 y 1986), donde el precio de los productos básicos es excesivamente sensible a las variaciones en el tipo de cambio real. De igual manera en las estimaciones realizadas por Borensztein y Reinhart (1994), quienes incluyeron una proyección

instrumental para el tipo de cambio real; no se eliminó la significancia del tipo de cambio real en la determinación de la cotización de los commodities.

Tabla 18: Estimación paramétrica en primeras diferencias commodity oro

Variable Exógena	Coefficient	t- Student	t-Student Tabular 95% 317g.d.l (1.645)
D1LTCRUSA	0.253634	3.789835	Significativo
D1LWTI	0.023549	0.975941	No significativo
D1LIPAPIG8	0.022099	0.544537	No significativo
D1TIRUSA	0.004326	0.220257	No significativo
D1LPROD_ORO	-0.001162	-0.034807	No significativo
D1LIPCPIG8	-0.000735	-0.256393	No significativo

Elaboración: propia

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Discusión de resultados

Se observa que, el precio internacional del petróleo (WTI) es el principal factor que determina el comportamiento de la cotización de los commodities oro y cobre. Sin embargo, el factor más relevante en la determinación de la cotización del zinc resultó ser la tasa de interés real de USA. La demanda de petróleo en los procesos de manufactura del oro y cobre, impulsan al alza en la cotización de estos dos commodities, a pesar de la inminente “desaceleración” en el precio de este importante insumo, dado que el petróleo y su principal derivado la gasolina, son inelásticos al precio y son elementos fundamentales en la producción tanto del oro como del cobre

Si bien es cierto en la muestra evaluada, la cotización internacional del petróleo (WTI) ha experimentado una alta volatilidad con cimas (expansiones) y fondos (depresiones) que le ha causado una desaceleración, el precio de la gasolina ha mantenido una tendencia lineal y creciente, esto generado por su alto y permanente consumo más aun, al no contar con sustitutos perfectos que puedan reemplazar el grado de utilización que actualmente registra la industria transformadora de minerales metálicos (el oro, el cobre y el zinc).

Otro aspecto relevante es la notoria importancia que presenta el Índice de Precios al Consumidor (IPCPI) sobre el Índice de Producción Agregada (IPAPI), de los países industrializados. Lo que demuestra la presión que ejerce el consumo (efecto demanda) sobre el efecto causado por la producción (efecto oferta) en la cotización de los tres commodities evaluados; esta presión del consumo se traslada a precios vía producción. El

130 diagnostico de esta evidencia, puede observarse en la Tabla de Correlaciones (tabla 8) donde se demuestra que las cotizaciones para los tres commodities seleccionados presentan una correlación positiva con el Índice de Precios al consumidor y el Índice de Producción Agregada, de los Países Industrializados.

Se observa también que la correlación existente entre la cotización del oro y el Índice de Precios al Consumidor ($ryx1 = 0.871328$) es mayor que la correlación existente entre la cotización del oro y el Índice de Producción Agregada ($ryx2 = 0.428422$). La misma tendencia se aprecia para los demás commodities, demostrando que el efecto precio es mayor que el efecto producción en la determinación de la cotización de los commodities evaluados.

La variable Tipo de Cambio Real de los Estados Unidos (TCRUSA) resultó ser una serie que afecta significativamente la cotización del Cobre y del Zinc, pero no a la cotización del Oro, demostrándose que el precio del oro responde más a otras variables (Ver tabla 9). Por otro lado, la demanda mundial del Oro está dirigida hacia los Bancos Centrales Europeos (para fortalecer el precio del Euro frente al Dólar de Estados Unidos), lo que justifica la poca significancia estadística de TCRUSA sobre la cotización del Oro.

En las estimaciones paramétricas realizadas en primeras diferencias siguiendo el modelo de Borensztein y Reinhart (1994), la variable significativa para los tres commodities evaluados en el modelo econométrico resultó ser el tipo de cambio real de los Estados Unidos. Estos resultados tienen concordancia con los resultados obtenidos por Dornbush (1985 y 1984) donde el precio de los commodities es excesivamente sensible al tipo de cambio real de los Estados Unidos de América; asimismo en las estimaciones realizadas por Borensztein y Reinhart, quienes incluyeron una proyección instrumental para el tipo de cambio real; no se eliminó la importancia del tipo de cambio real en la determinación de la cotización de los commodities.

El modelo de oferta y demanda permite explicar y determinar el precio de los commodities minero metálicos tanto en el corto como en el largo plazo, según Tilton (1985), Tilton (1992), Ulloa A. (2002a), Ulloa A. (1992b), Naqvi (2013) y Halland, Lokanc, Nair & Padmanabhan (2016) existen consideraciones específicas en uno u otro caso.

Conclusiones

En el análisis de correlación entre la oferta mundial de los commodities oro, cobre y zinc y sus respectivas cotizaciones; la correlación más significativa se observa en el cobre: 78.59%, sustentada en su mayor demanda mundial.

- ✓ La correlación más significativa se observa entre la cotización del commodity cobre y el índice de producción agregada de los países industrializados (IPAPIG8) 47.86%; explicada por la inminente demanda por este mineral en los procesos de manufactura del resto del mundo.
- ✓ Existe una alta correlación entre la inflación mundial (PROXY IPCPIG8): 87.13% y el índice de precio al consumidor de los países industrializados explicada fundamentalmente por el fuerte sesgo de los Bancos Centrales en adquirir este mineral con el objetivo de preservar su estabilidad monetaria.
- ✓ En la relación entre el tipo de cambio real de USA y las cotizaciones de los commodities oro, cobre y zinc; se presenta una mayor correlación entre TCRUSA y el precio del commodity oro.
- ✓ En la estimación paramétrica del commodity oro existe un ajuste en la calibración del orden del 90% así como una alta significancia individual para las series de tiempo. Las variables que resultaron ser más significativas (en orden a su importancia) son: el precio internacional del petróleo, el índice de precios al consumidor de los países industrializados, la producción mundial del oro, el índice de producción agregada de los países industrializados y la tasa de interés real de los Estados Unidos de América.
- ✓ En la estimación paramétrica del commodity cobre se observa un ajuste en la calibración del orden del 89.5% así como una alta significancia individual para las series. Todas las variables resultaron ser significativas. Cabe resaltar como factor determinante de la cotización internacional del cobre, al precio internacional del petróleo, insumo básico en el proceso de transformación y transporte del mineral extraído.
- ✓ En la estimación paramétrica del commodity zinc se observa un ajuste en la calibración del orden del 65.12% así como una alta significancia individual para las series. La tasa de interés real de los Estados Unidos es el factor determinante de la cotización internacional del zinc. Asimismo, se observa que los coeficientes

estimados de esta especificación resultaron estadísticamente significativos al 95%, con excepción de la producción mundial del zinc.

- ✓ Asimismo, la tasa de interés real de USA es un factor determinante en la cotización de los tres commodities evaluados cobre, oro y zinc; siendo ésta más significativa en la cotización del zinc.
- ✓ Finalmente, al realizar las estimaciones econométricas en primeras diferencias siguiendo el modelo de Borensztein y Reinhart se concluye que la cotización internacional del petróleo, producción mundial del cobre y tipo de cambio real de los Estados Unidos son variables significativas en la determinación del precio del commodity cobre; a su vez, la tasa de interés real de los Estados Unidos, el tipo de cambio real de ese país y la producción mundial del zinc son variables significativas en la determinación del precio del commodity zinc y la variable tipo de cambio real de los Estados Unidos de América es la variable significativa en la determinación del precio del commodity oro.

Recomendaciones

El crecimiento económico observado en los últimos años ha venido impulsado por el buen desempeño de la minería y por el incremento de los precios internacionales de los commodities minero metálicos. Las recomendaciones de política para el sector minería metálica son complejas y requiere de una amplia colección de datos geológicos, metalúrgicos y relacionados con la minería; por lo tanto, se recomienda:

- ✓ Monitorear las variables que determinan las cotizaciones de los commodities minero metálicos como el tipo de cambio real de USA; que resulto ser uno de los principales determinantes de los precios de los tres commodities minero metálicos (oro, cobre y zinc).
- ✓ Promover las inversiones locales e internacionales en la exploración, el desarrollo y la producción en minería metálica para lo cual las autoridades competentes deben poner a disposición datos geológicos (indicadores del tamaño y la calidad de los posibles yacimientos) y establecer un clima de inversión favorable; que permita mejoras en la sociedad en general, como la reducción de los niveles de pobreza en el país.
- ✓ Establecer un sistema de concesiones mineras con máxima transparencia de información donde debe incorporarse tres exigencias: a) la protección de la biodiversidad y el medio ambiente, b) respeto de derechos de las comunidades

campesinas y los pueblos indígenas y, c) la participación de los gobiernos descentralizados y la planificación del territorio.

- ✓ Por otro lado, se recomienda profundizar la investigación con estimaciones más sofisticadas y simulaciones econométricas para cada commodity; incorporando en el modelo más variables como otros commodities minero metálicos no incorporados en el modelo; así como variables exógenas como el tipo de cambio real y la tasa de interés real de la zona euro, el índice de precios al consumidor y el índice de producción agregada de países como China e India entre otros.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, F. A. (2009). *Impacto de las variables macroeconómicas en el ciclo de precios de commodities minerales*. Santiago de Chile: universidad de Chile.
- BCRP. (2016). *Memoria 2016*. Lima: BCRP.
- Borenstein, E., & Reinhart, C. (1994). The macroeconomic determinants of commodity prices. *Papers Vol. 41 No. 2 Junio*. IMF Staff.
- Cárdenas, J. (2016). *Superciclos de commodities: Cadenas de Markov para explicar cambio de régimen y su importancia predictiva*. Lima: Universidad del Pacífico.
- Casas, C., & Málaga, A. (2016). *Modelo de equilibrio parcial del sector minero para una economía pequeña y abierta como la peruana*. Lima: Centro de Investigacion Universidad del Pacifico.
- Chu , K., & Morrison, T. (1984). The 1981- 82 Recession and Non-Oil Primary Commodity Prices. *Staff Papers. IMF. Vol. 31 Marzo*, 93-140.
- Contreras, A. A., & Gutiérrez, B. R. (2016). *Efectos de los ciclos de los precios de metales: Estimacion de un modelo de equilibrio general con Time to Build para la economia peruana 2001-2015*. Lima: Universidad del Pacifico.
- Cruz, T. (2015). *El impacto del indice y volatilidad del precio de los commodities en los ingresos fiscales en el Perú 2000-2015*. Trujillo: Universidad nacional de Trujillo.
- De la Cuba, M., & Ormeño, A. (2003). La volatilidad del sector primario exportador: Una aproximación al caso peruano. *BCRP: Estudios Economicos N° 9*, 149-172.

- Dornbusch, R. (1985). Policy and Performance Links Between LDC Debtors and Industrial Nations. *Brookings Papers on Economic Activity*, Vol. N° 2, 303-368.
- Fornero, J., & Kirchner, M. (2014). Learning About Commodity Cycles and Saving-Investment Dynamics in a Commodity-Exporting Economy. *Working paper of the Central Bank of Chile N° 727*. Mayo. Santiago.
- Gilbert, C. L. (1989). The Impact of Exchange Rates and Developing Country Debt on Commodity Prices. *The Economic Journal*. Vol. 99, No. 397. Setiembre, 773-784.
- Gujarati, D. N. (2010). *Econometría*. Mexico D.F.: McGRAW-HILL/Interamerica Editores S.A.
- Halland, H., Lokanc, M., Nair, A., & Padmanabhan, S. (2016). *El sector de las industrias extractivas: Aspectos esenciales para economistas, profesionales de las finanzas públicas y responsables de políticas*. Washington, DC: Banco Mundial.
- Lombardi, M., Osbat, C., & Schnatz, B. (2010). *Global Commodity Cycles and Linkages a Favor Approach*. Frankfurt: European Central Bank.
- Macroconsult. (2012). *Impacto Económico de la Minería en el Perú*. Lima: Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía.
- Mankiw, N. G. (2012). *Principios de Economía*. Mexico: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Medina, J. P., & Soto, C. (2007). The Chilean Business Cycles Through the Lens of a Stochastic General Equilibrium Model. *Working Papers. Central Bank of Chile N° 457*.
- MINEM. (2017). *Anuario Minero 2016, Ministerio de Energía y Minas*. Lima: MINEM, Abril.
- Naqvi, K. (2013). The Metals Markets. En S. Gibner, *Commodity Investing and Trading* (págs. 133-164). United Kingdom: Berforts Group Ltd.
- Reinhart, C., & Wickham, P. (1994). Commodity Prices: Cyclical Weakness or Secular Decline? *Paper vol.41, No 2, Junio*, p. 175-213. IMF Staff.
- Schaper, M. (2007). Los desafíos del desarrollo sostenible en las economías abiertas en América Latina y el Caribe. *Pensamiento iberoamericano*, 199-213.
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, Vol. 48, No. 1, 1-48.
- Sinnott, E., Nash, J., & De La Torre, A. (2010). Natural resources in Latin America and the Caribbean: beyond booms and busts? Washington DC.: The World Bank.

- Stock, J., & Watson, M. (2012). *Introducción a la Econometría*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Tilton, J. (1985). The Metals. En W. Voyely, *Economics of the mineral industries : a series of articles by specialists* (4th ed., págs. 384-415). New York: American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers.
- Tilton, J. (1992). Economics of the Minerals Industries. En H. Hartman, *Mining Engineering Handbook vol. 1* (2nd ed., págs. 47-67). Littleton: Colorado Society for Mining, Metallurgy and Exploration INC.
- Torres Avendaño, G. I. (2005). El Acuerdo de Basilea: Estado del Arte del SARC en Colombia. *AD-minister N° 6 Enero - Junio. Universidad EAFIT*, 114-134.
- Trujillo Calagua, G. (2010). *Econometría con Eviews*. Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- U.S. Geological Survey . (2017). *Mineral Commodity Summaries 2017*. Virginia: U.S. Geological Survey.
- Ulloa, A. (2002 a). Análisis econométrico del consumo mundial del cobre y perspectivas futuras. En P. Meller, *Dilemas y Debates en torno al Cobre* (págs. 101-172). Santiago, Chile: Dolmen CIEPLAN.
- Ulloa, A. (2002 b). Tendencia y Volatilidad del Precio del Cobre. En P. Meller, *Dilemas y Debates en torno al Cobre* (págs. 291-337). Chile: Dolmen CIEPLAN.
- Yague Aguilar, P. (2014). *Estudio de los commodities: El caso de los cereales*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.