

REVISTA
LATINOAMERICANA
DE

Número 32

DESARROLLO ECONÓMICO

Latin American Journal of Economic Development

Instituto de Investigaciones Socio Económicas
Universidad Católica Boliviana San Pablo

Noviembre 2019
Abril 2020

Lourdes Espinoza Vasquez
Raúl Rubín de Celis Cedro
Rocío Aruquipa Yujra
Aleyda Fernández Campos
Orlando Rios Rengel

Julio Pérez Coaguila

Samuel Alarcón Gambarte

Heynz Gonzáles Argote
Ulises Ticona Gonzáles

Roger Banegas Rivero
Reyna Vergara González

Luis Laurente Blanco
Dan Machaca Ticona

Tarifa para la línea amarilla de la empresa "Mi Teleférico". Una aproximación a través de un *Peak Load Pricing*

Tendencias del empleo formal privado de Perú: un análisis con planilla electrónica (2008-2018)

Shocks de precios internacionales bajo incertidumbre estocástica

Clustering, mediterraneidad y comercio internacional: aplicación empírica de los algoritmos *Partitioning Around Medoids* y *K-means*

Evaluación de escenarios fiscales para Bolivia

Probando la condición Marshall-Lerner y Curva-J para el Perú: un análisis de cointegración multivariada



Revista indexada a Revistas Bolivianas, Latindex y SciELO Bolivia

ISSN: 2074 - 4706

REVISTA LATINOAMERICANA DE

DESARROLLO ECONÓMICO

Latin American Journal of Economic Development

Número 32

Noviembre 2019 - Abril 2020

UNIVERSIDAD CATÓLICA BOLIVIANA “SAN PABLO”

Mgr. Marco Antonio Fernández Calderón

Rector Nacional

Dr. Alejandro F. Mercado Salazar

Vicerrector Académico Nacional

Mgr. Antonio Pastor Jordán Jimeno

Vicerrector Administrativo Financiero Nacional

Lic. Flavio Escóbar Llanos

Rector de la Unidad Académica Regional La Paz

Dra. Lourdes Espinoza Vásquez

Decana de la Facultad de Ciencias Económicas y Financieras

Dra. Fernanda Wanderley

Directora del Instituto de Investigaciones Socio-Económicas

ACADEMIA BOLIVIANA DE CIENCIAS ECONÓMICAS (ABCE)

Dr. Enrique García Ayaviri

Presidente

SOCIEDAD DE ECONOMISTAS DE BOLIVIA (SEBOL)

Dr. Pablo Cuba Borda

Presidente

HANNS SEIDEL STIFTUNG

Rafael Pfister

Representante Bolivia

Editora

Fernanda Wanderley Ph.D., Universidad de Columbia; Universidad Católica Boliviana "San Pablo", La Paz-Bolivia, fwanderley@ucb.edu.bo

Editores asistentes

Cecilia Castro Balderrama, Universidad Católica Boliviana "San Pablo", La Paz-Bolivia, cecilia.castro@ucb.edu.bo
Guillermo Gómez Aliaga, Universidad Católica Boliviana "San Pablo", La Paz-Bolivia.

Comité Editorial Interno

Alejandro Mercado Reyes Ph.D., Universidad Católica Boliviana "San Pablo", La Paz – Bolivia.
Enrique García Ayaviri Ph.D., Academia Boliviana de las Ciencias Económicas, La Paz-Bolivia.
Pablo Cuba Borda Ph.D., University of Maryland; Federal Reserve Board, Washington, D.C.-Estados Unidos.
Juan Antonio Morales Ph.D., Universidad Católica de Lovaina; Maestrías para el Desarrollo UCB, Bolivia.
Horacio Vera Cossio MSc, Universidad de Nottingham; Universidad Católica Boliviana "San Pablo", La Paz-Bolivia.
Juan Paul Benavides Ph.D., Universidad de Ciencias y Tecnología Lille 1; Universidad Católica Boliviana "San Pablo", La Paz-Bolivia.

Consejo Editorial Externo

Ángel Mauricio Reyes Ph.D., Universidad de Zaragoza; Asesor del Gobierno de México, México.
Bernardo Fernández Ph.D., Glasgow University; Escuela de la Producción y Competitividad-Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Bolivia.
Carlos Gustavo Machicado Ph.D., Universidad de Chile; Instituto de Estudios Avanzados en Desarrollo (INESAD), Bolivia.
Darwin Ugarte Ontiveros Ph.D., University of Namur; Universidad Privada Boliviana, Bolivia.
David Zavaleta Castellón Ph.D., Universidad de Ginebra; Escuela de la Producción y Competitividad-Universidad Católica Boliviana "San Pablo", La Paz, Bolivia.
Diego Escobari Ph.D., Texas A&M University; University of Texas Rio Grande Valley, Estados Unidos.
Elizabeth Jiménez Zamora Ph.D.; University of Notre Dame; Postgrado en Ciencias del Desarrollo (CIDES)-Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
Gover Barja Ph.D., Utah State University; Maestrías para el Desarrollo Universidad Católica Boliviana "San Pablo", La Paz-Bolivia.
Gustavo Canavire Ph.D., Georgia State University; Economista Senior Departamento de Países del Grupo Andino (CAN) - Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Colombia.
Joaquín Morales Belpaire Ph.D., Université de Namur; Centro de Investigaciones Económicas y Empresariales - Universidad Privada Boliviana, Bolivia.
José Peres-Cajías Ph.D., Universidad de Barcelona, España.
Lourdes Espinoza Vázquez Ph.D.; Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Universidad Católica Boliviana "San Pablo", La Paz, Bolivia.
Lykke Andersen Ph.D., University of Aarhus; Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible de Bolivia (SDSN), Bolivia.
Mauricio Vargas Ph.D., Universidad de Chile; Fondo Monetario Internacional, Estados Unidos.
Mauricio Tejada Ph.D., Georgetown University; Departamento de Economía - ILADES-Universidad Alberto Hurtado, Chile.
Miguel Urquiola Ph.D., University of California Berkeley; Department of Economics - Columbia University, Estados Unidos.
Oscar Molina Tejerina Ph.D., Universidad Politécnica de Valencia; Universidad Privada Boliviana, Bolivia.
Rómulo Chumacero Ph.D., Duke University; Departamento de Economía - Universidad de Chile, Chile.
Sergio Salas Ph.D.; University of Chicago; Brennan School of Business-Dominican University, Estados Unidos.
Werner Hernani Ph.D., University of Pennsylvania; Fundación ARU, Bolivia C.
Mónica Capra Ph.D., University of Virginia; Claremont Graduate University, Estados Unidos.

Agradecimientos

Alejandro Herrera Jiménez MSc, Barcelona GSE-Universitat Pompeu Fabra; Banco Interamericano de Desarrollo, Estados Unidos.
Carola Tite Velarde MSc, Universidad Libre de Bruselas; Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Bolivia.
Horacio Villegas Quíno MSc, Universidad de Chile; Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Bolivia.
Luis Gonzáles Carrasco MPP, Harris School of Public Policy-University of Chicago; Estados Unidos
Pablo Mendieta Osio MA, Pontificia Universidad Católica de Chile; Cámara de Industria, Comercio, Servicios y Turismo de Santa Cruz (CAINCO), Bolivia.
Rodrigo García MPA, Harvard University; Suyana, Estados Unidos.
Walter D. Valdivia Ph.D., Arizona State University; George Mason University, Estados Unidos.

Responsable de edición:

Cecilia Castro Balderrama

Diagramación:

Jorge Dennis Goytia Valdivia
<http://gyg-design1.blogspot.com/>

Impresión:



Tiraje: 200 ejemplares

Depósito Legal: 4 - 3 - 76 - 03

ISSN: 2074-4706

Todos los derechos reservados

Instituto de Investigaciones Socio Económicas
Av. 14 de Septiembre N° 5369
Obrujos, La Paz, Bolivia
Tel.: 278 7234. Fax: 2784159
Casilla: 4850. Correo central.
e-mail: iisec@ucb.edu.bo
www.iisec.ucb.edu.bo

CONTENIDO

Presentación..... 5

Lourdes Espinoza Vasquez, Raúl Rubín de Celis Cedro, Rocío Aruquipa Yujra, Aleyda Fernández Campos y Orlando Rios Rengel

Tarifa para la línea amarilla de la empresa “Mi Teleférico”. Una aproximación a través de un *Peak Load Pricing*..... 9

Julio Pérez Coaguila

Tendencias del empleo formal privado de Perú: un análisis con planilla electrónica (2008-2018)..... 33

Samuel Alarcón Gambarte

Shocks de precios internacionales bajo incertidumbre estocástica..... 57

Heynz Roberth Gonzáles Argote y Ulises Amaru Ticona Gonzáles

Clustering, mediterraneidad y comercio internacional: aplicación empírica de los algoritmos *Partitioning Around Medoids* y *K-means* 95

Roger Alejandro Banegas Rivero y Reyna Vergara González

Evaluación de escenarios fiscales para Bolivia..... 131

Luis Francisco Laurente Blanco y Dan Manuel Machaca Ticona

Probando la condición Marshall-Lerner y Curva-J para el Perú: un análisis de cointegración multivariada..... 169

CONTENT

Presentation..... 5

**Lourdes Espinoza Vasquez, Raúl Rubín de Celis Cedro, Rocío Aruquipa Yujra,
Aleyda Fernández Campos y Orlando Rios Rengel**

Pricing the Yellow Line fare of “Mi Teleférico”: A Peak Load Pricing Approach..... 9

Julio Pérez Coaguila

Trends of Private Formal Employment of Perú: an Analysis with Electronic Payroll
(2008-2018) 33

Samuel Alarcón Gambarte

International Prices Shocks under Stochastic Uncertainty..... 57

Heynz Roberth Gonzáles Argote y Ulises Amaru Ticona Gonzáles

Clustering, Landlockedness and International Trade: Empirical Application of the
Partitioning Around Medoids and K-means algorithms..... 95

Roger Alejandro Banegas Rivero y Reyna Vergara González

Evaluation of Fiscal Scenarios for Bolivia 131

Luis Francisco Laurente Blanco y Dan Manuel Machaca Ticona

Testing for Marshall-Lerner Condition and J-Curve from Peru: An analysis of
multivariate cointegration 169

Presentación

El Instituto de Investigaciones Socio-Económicas de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo” (IISEC-UCB), la Academia Boliviana de Ciencias Económicas (ABCE) y la Sociedad de Economistas de Bolivia (SEBOL) tienen el agrado de presentar el N° 32 de la Revista Latinoamericana de Desarrollo (LAJED). En estos 16 años de publicación bianual ininterrumpida, la Revista LAJED ha logrado posicionarse como un referente para investigadores nacionales e internacionales, lo cual se evidencia por el considerable número de artículos recibidos para ser publicados en nuestra revista.

En un trabajo continuo de perfeccionamiento de los protocolos que rigen la revista, se logró consolidar la indexación a las plataformas Revistas Bolivianas, Latindex y SciELO Bolivia, y en breve se sumarán otras plataformas de prestigio internacional. No menos importante fue la inclusión de la revista a Google Scholar este año. Entre las innovaciones en curso destacamos la construcción de la página independiente de la revista en el Open Journal Systems (OJS), la asignación de DOI y la conversión de los artículos en pdf-html en la publicación digital. Éstos y otros avances facilitarán la consulta internacional de los artículos de la LAJED.

Los incesantes logros de la revista son posibles gracias al compromiso de los investigadores nacionales e internacionales dedicados al estudio sobre el desarrollo latinoamericano. Aprovechamos esta oportunidad para agradecer a los fundadores de la revista, a los diferentes editores y editores asistentes, a los comités editoriales internos e internacionales, y a los revisores externos por la invaluable contribución en el intercambio académico de doble ciego. De igual manera, el apoyo de los estudiantes, del equipo administrativo del IISEC y de la Biblioteca Central de la Universidad Católica Boliviana ha sido imprescindible para la vigencia y actualización constante de la revista.

La LAJED debe su continuidad al respaldo de cuatro importantes instituciones. En primera instancia, la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, que ha garantizado la publicación semestral de la revista desde 2003. El segundo apoyo fundamental es el otorgado por la ABCE desde 2010 y el tercero por la SEBOL desde el presente número. Ambas instituciones

aseguran la selección adecuada de artículos mediante el proceso de *peer review* que antecede a cada publicación. El cuarto apoyo trascendental es el auspicio de Hanns Seidel Stiftung para la edición y publicación de la revista desde 2018. A todas estas entidades manifestamos nuestro profundo agradecimiento.

El presente número contiene seis artículos sobre el desarrollo económico y social de Bolivia y América Latina. El primer documento, “Tarifa para la línea amarilla de la empresa “Mi Teleférico”. Una Aproximación a través de un *Peak Load Pricing*”, de Lourdes Espinoza, Raúl Rubín de Celis, Rocío Aruquipa, Daniela Fernández y Orlando Ríos, analiza la fijación tarifaria para el transporte por cable, en particular para la línea amarilla de la empresa “Mi Teleférico”. Los resultados muestran que existe mayor rotación de cabinas en los periodos considerados punta y una menor rotación en periodos valle. Lo anterior estaría mostrando indicios de la necesidad de revisar la actual tarifa, a fin de garantizar la sostenibilidad del servicio.

El segundo documento, “Tendencias del empleo formal privado de Perú: un análisis con Planilla Electrónica (2008-2018)”, de Julio Pérez Coaguila, se centra en las tendencias y estructuras del empleo formal privado de mujeres y hombres, y los factores que incidieron en las dinámicas observadas en el país vecino. El tercer documento “Shocks de precios internacionales bajo incertidumbre estocástica”, de Samuel Alarcón Gambarte, analiza los mecanismos macroeconómicos de transmisión ante los shocks externos y cómo los agentes económicos reaccionan a cambios en la incertidumbre a través de un modelo de equilibrio general dinámico estocástico y estimaciones con datos de Bolivia.

El cuarto documento, “Clustering, mediterraneidad y comercio internacional: aplicación empírica de los algoritmos Partitioning Around Medoids y K-means”, de Heynz Gonzales y Ulises Ticona, aplica nuevas herramientas de análisis de datos para estimar el efecto de la condición de mediterraneidad en la dinámica comercial de los países. Los resultados muestran que un subconjunto reducido de los países mediterráneos, entre ellos Bolivia, habrían aliviado, durante la última década, las restricciones que la mediterraneidad implica en los costos y tiempos de exportación e importación.

El quinto documento, “Evaluación de escenarios fiscales para Bolivia”, de Roger Banegas y Reyna Vergara, empleó el enfoque de trayectorias, también llamado *Fan-Chart* (gráfico de abanicos), para la deuda pública de Bolivia. Los resultados sugieren que, sin la presencia de

regla fiscal, la deuda pública se aproximó al máximo nivel de endeudamiento del pronóstico aleatorio. Con la introducción de una regla fiscal se observa la reducción de la volatilidad de la deuda pública, en comparación con el escenario base (sin regla fiscal). Finalmente, el sexto documento “Probando la condición Marshall-Lerner y Curva-J para el Perú: un análisis de cointegración multivariada”, de Luis Laurente y Dan Machaca, revela el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner para el largo plazo, y haciendo uso de los diagramas de impulso respuesta confirma que no se cumple el fenómeno de la Curva-J en la economía peruana.

Les invitamos a leer el número 32 de la revista LAJED.

Fernanda Wanderley
Editora LAJED

Guillermo Gómez y Cecilia Castro
Asistentes de edición

Tarifa para la línea amarilla de la empresa “Mi Teleférico” . Una aproximación a través de un *Peak Load Pricing*

Pricing the Yellow Line fare of “Mi Teleférico” . A Peak Load Pricing Approach

*Lourdes Marcela Espinoza Vasquez**

*Raúl Rubín de Celís Cedro***

*Rocío Carla Aruquipa Yujra****

*Aleyda Daniela V. Fernández Campos*****

*Orlando Emmanuel Ríos Rengel******

Resumen

La problemática del transporte urbano en la ciudad de La Paz, Bolivia, que incluye la complejidad de su topografía, el crecimiento del parque automotor y la desmesurada congestión vehicular que se presenta en las diferentes horas del día, da lugar a la creación de la empresa estatal “Mi Teleférico”, la cual se constituye en la primera empresa de transporte masivo por cable en la ciudad, conectando los diferentes vecindarios de la urbe y enlazando

* Doctora en Economía, Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, Regional La Paz; Decana de la Facultad de Ciencias Económicas y Financieras. Contacto: lespinozav@ucb.edu.bo

** Magister en Economía, Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, Regional La Paz, Profesor de la Carrera de Economía. Contacto: r.rubindecelis@acad.ucb.edu.bo

*** Universidad Católica Boliviana “San Pablo”.
Contacto: rocioaruquipayujra@gmail.com

**** Universidad Católica Boliviana “San Pablo”.
Contacto: fernandezcamposdaniela@gmail.com

***** Universidad Católica Boliviana “San Pablo”.
Contacto: oeriosr@gmail.com

las ciudades de La Paz y El Alto. Este servicio de transporte se caracteriza por contar con una capacidad instalada que le permite cubrir las diferentes demandas que se presentan en una jornada, otorgando una solución tecnológica compatible con las características de la ciudad y los requerimientos de los consumidores.

Dada la importancia de esta modalidad de transporte y el reconocimiento de que existe una alta rotación del mismo durante el día, el presente trabajo se concentra en la fijación tarifaria para el transporte por cable, en particular para la línea amarilla de la empresa "Mi Teleférico" a través del establecimiento de un *peak load*. Se parte aplicando lo expuesto en el mecanismo *Firm Peak*, donde los precios de los periodos valle y punta son iguales a los costos marginales de operación y capacidad, para lo cual se ha realizado un levantamiento de información sobre tráfico de pasajeros, costos operativos de la línea amarilla y otras variables relevantes para los años 2016 y 2017.

Los resultados muestran que existe mayor rotación de cabinas en los periodos considerados punta y una menor rotación en los períodos valle. Lo anterior estaría mostrando indicios de la necesidad de revisar la actual tarifa a fin de garantizar sostenibilidad del servicio.

Palabras clave: *Peak Load Pricing*, capacidad, transporte por cable, rotación, costo marginal.

Abstract

The problem of urban transport in the city of La Paz, Bolivia, which includes the complexity of its topography, the growth of the car fleet and the excessive vehicle congestion that occurs at different times of the day, leads to the creation of the public company "Mi Teleférico", which is the first mass cable transport company in the city, connecting the different neighborhoods of it and linking the cities of La Paz and El Alto. This transport service is characterized by having an installed capacity that allows it to meet the different demands that arise in a day, providing a technological solution, compatible with the characteristics of the city and the requirements of consumers.

Given the importance of this mode of transport and the recognition that there is a high turnover during the day, this work focuses on the tariff setting for cable transport, in particular

for the yellow line of the company “Mi Teleferico” through the establishment of a peak-load. It starts by applying the peak-load in the Firm Peak mechanism, where the prices of the valley and peak period are equal to the marginal costs of operation and capacity, for which a survey of information on passenger traffic, operating costs of the yellow line have been carried out, and other relevant variables for the years 2016 and 2017.

The results show that there is greater rotation of cabins in the periods considered peak and less rotation in valley periods. The above would be showing signs of the need to review the current rate in order to guarantee service sustainability.

Keywords: Peak Load pricing, Capacity, Cable Car, Rotation, Marginal Cost.

Clasificación/Classification JEL: B41, C93, D21, D22, D40, G28, L10, L50, R40

1. Introducción

Uno de los problemas que se encuentran muchas veces en el mercado de *utilities*, es el del costo de capacidad. La solución a este tipo de problemas se encuentra en la fijación de un esquema de precios óptimos que lleven a un adecuado tamaño de capacidad y su uso eficiente (Steiner, 1957)

Uno de los principales desafíos para las diferentes urbes del país es cómo responder a la problemática del transporte urbano, otorgando una solución que permita satisfacer la creciente demanda de la población, que se acomode a las necesidades de cada ciudad y que pueda responder a diferentes criterios de viabilidad y sostenibilidad para la generación de proyectos de este tipo. Asimismo, es importante considerar los requisitos tecnológicos y eficientes, en términos de uso de tiempo que la población demanda en la actualidad, para así posicionarse en el mercado de transporte.

En el caso de la ciudad de La Paz, este desafío es aún más grande, dada la complejidad de su topografía, el número y movimiento de habitantes en el área metropolitana, que incluye a la población de El Alto, y el excesivo tráfico vehicular que se presenta en las diferentes horas del día. A partir de esta situación se crean dos servicios de transporte masivo para la ciudad: La Paz Bus, con su emblemático *Pumakatari*, y la empresa estatal “Mi Teleférico”, esta última objeto de investigación en el presente trabajo.

"Mi Teleférico" inicia operaciones en 2014, con las líneas amarilla, verde y roja, culminando así la primera fase del proyecto que más tarde vendría a conformarse como la red más extensa de transporte por cable existente en el mundo. Esta red, denominada como "La Red Integradora Metropolitana", está conformada por 11 líneas, que vinculan diferentes vecindarios dentro de la urbe paceña, y entre las ciudades de La Paz y El Alto.

Actualmente, las líneas con mayor demanda son la roja, la amarilla y la morada, que conectan las ciudades de La Paz y El Alto, permitiendo a los usuarios reducir su tiempo de viaje, en comparación al transporte terrestre, y resultando en un mayor requerimiento de este servicio en determinados horarios del día, que se definen como horarios punta y valle, como sugiere la literatura. Ante la problemática del exceso de demanda en horarios punta, la empresa responde con un aumento de la capacidad existente, que se traduce en una mayor rotación de cabinas a lo largo del día.

Considerando los aspectos anteriores, el presente trabajo plantea una tarificación *peak load* (punta valle) para la línea amarilla de la empresa "Mi Teleférico"; partiendo de lo establecido con el mecanismo de *Firm Peak*, dentro del cual los precios de los periodos valle y punta se establecen de acuerdo a los costos marginales de operación y capacidad, respectivamente, considerando para el efecto información para los años 2016 y 2017.

Este documento, además de esta introducción, presenta en la siguiente sección la revisión bibliográfica relativa al mercado de transporte, el problema de carga máxima (*Peak Load Problem*), la determinación de precios en el caso de la existencia de un *Firm Peak* y aplicaciones en otros casos estudiados. En la tercera sección se hace énfasis en la constitución de la empresa "Mi Teleférico", desde su fundación hasta la actualidad. La cuarta sección detalla el mercado relevante de la investigación y la metodología empleada, para presentar en la quinta sección los resultados y la estimación de la tarifa. Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones y recomendaciones.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Problema de carga máxima (*Peak Load Problem*)

Un problema que puede afectar a las firmas reguladas es el costo de capacidad al que se enfrentan, al presentar diferentes demandas en distintos periodos del día. De esta manera,

se busca obtener una política de precios que permita establecer un nivel de capacidad determinado y su utilización eficiente; adicionalmente, dichos precios deberán cubrir todos los costos en los que incurre la firma. De esta manera, un problema de carga máxima se presenta si a cualquier precio las cantidades demandadas, en distintos periodos de tiempo, son diferentes (Steiner, 1957).

La presencia del problema de carga máxima, según Braeutigam (1989), se presentará en la mayoría de los casos en firmas con las siguientes características:

1. Productos o servicios que no pueden ser tecnológicamente almacenados, o, alternativamente, el almacenamiento de los mismos llega a ser altamente costoso.
2. La firma provee el servicio en varios periodos del tiempo, teniendo diferentes demandas por horarios.
3. La firma escoge un tamaño de planta que esté disponible en todos los periodos en los que produzca el bien.

Las firmas que cumplan con las características mencionadas, dado un nivel de capacidad determinada para todos los periodos, pueden presentar un problema de subutilización del total de capacidad disponible en algunos periodos del día.

2.2. Peak Load Pricing

La determinación de un set de precios para un problema de carga máxima se puede definir mediante múltiples metodologías; en el presente trabajo se realizará el análisis considerando un *Firm Peak*.

2.2.1. Firm Peak

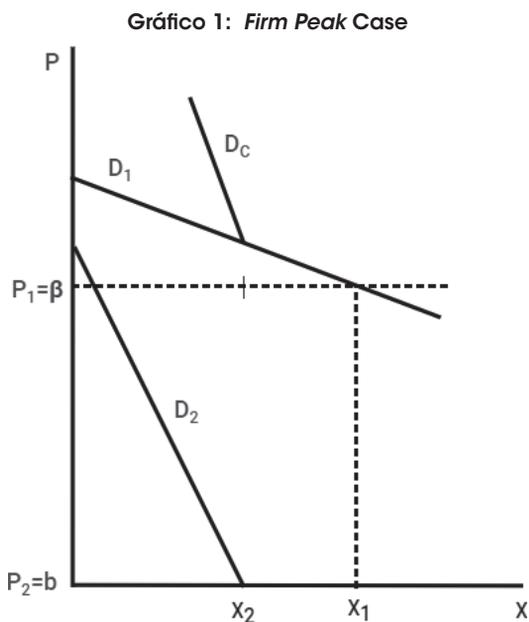
La metodología *Firm Peak* se caracteriza por ser un mecanismo de precios óptimos, basado en costos que establece precios iguales a los costos marginales en cada periodo, teniendo las diferentes demandas por horarios.

Steiner propone modelar un problema de carga máxima con los siguientes supuestos:

- Un producto será producido en dos periodos de tiempo de igual longitud.

- El operador puede identificar dos curvas de demandas independientes en dos periodos de tiempo diferentes, donde la demanda 1 (D_1), periodo punta, se encontrará por encima de la demanda 2 (D_2), periodo valle (Gráfico 1).
- Los costos de la firma, en un panorama de largo plazo, son: $CT = b \times q + \beta \times q$.
 - ♦ b : Costos operativos por unidad por periodo.
 - ♦ β : Costos de proporcionar una unidad de capacidad requerida

Donde los costos operativos son una función lineal de la producción y los costos de capacidad son una función lineal del número de unidades de capacidad establecidas.



El comportamiento de la firma en dos periodos de tiempo de un mismo día vendrá dado de acuerdo con lo siguiente:

- Periodo 1: El total de capacidad requerida será aquél que esté en función a la demanda punta, donde esta capacidad será justificada incluso si la D_2 no existiera. El precio determinado para el periodo 1 cubrirá los costos de capacidad y los operativos:

$$P_1 = b + \beta$$

- Periodo 2: El total de capacidad requerida será aquél que esté en función a la demanda valle, permitiendo que los usuarios paguen un precio igual a los costos operativos:

$$P_2 = b$$

A pesar de que estos precios son diferentes en ambos periodos, no se caracteriza por ser una discriminación de precios, debido a la diferencia de costos existente.

2.3. Mercado de transporte

Según De Rus, Campos y Nombela (2003), el mercado del transporte viene caracterizado por las siguientes características:

- Imposibilidad de almacenar los servicios de transporte. Cuando el servicio es ofertado, debe consumirse en el momento en el que se está produciendo o se perderá irremediamente.
- Las empresas de transporte deben dimensionar de manera adecuada sus niveles de oferta. De acuerdo a las características de la demanda (punta y valle), si se ponen más vehículos de los necesarios, la mayoría de éstos irán vacíos incurriendo en un derroche de recursos. Por otro lado, si se ponen menos vehículos de los necesarios se generan congestiones por parte de los usuarios que además viajarán al límite de la capacidad de los vehículos, lo cual causará incomodidades.
- La demanda de transporte no será uniforme en todo el día.

Una parte importante en la economía del transporte son las características de infraestructura necesaria para el desarrollo de esta actividad, a partir de lo cual surge un problema de capacidades y costos. Existen características comunes entre la infraestructura y el transporte. El primero tiene una capacidad limitada, medida por la máxima capacidad de los usuarios que pueden utilizarla. Por su lado, las infraestructuras de transporte se caracterizan por generar costos fijos de carácter irrecuperable (costos hundidos exógenos). Las características que presentan las industrias de transporte tienen una limitación natural hacia la competencia, lo cual les genera cierto dominio del mercado, requiriéndose en estos casos de la regulación de mercado que simule las condiciones de competencia perfecta o bien limite el ejercicio de poder de mercado que puedan tener los operadores.

2.3.1. El problema de carga máxima en el mercado de transporte

El mercado de transporte público se caracteriza por presentar diferentes demandas a lo largo del día: demanda alta (horario punta) y demanda baja (horarios valle). Las variaciones de la demanda originan el problema de carga máxima, donde el proveedor del servicio fijará un nivel de capacidad que permita satisfacer la demanda en ambos periodos (Boiteux, 1960).

Un ejemplo en el ámbito internacional es el caso del sistema de transporte público en Estocolmo, el cual es operado por Storstockholms Lokaltrafik (SL), donde Rantzien y Rude (2014) analizan la presencia de un *Peak Load*. El principal objetivo del estudio es analizar el cambio de comportamiento de los pasajeros ante variaciones en los precios en los diferentes periodos del día. Se pretende encontrar diferentes elasticidades precio para cada demanda en un mercado segmentado, que permita realizar una fijación de precios Ramsey, considerando cada uno de los periodos de tal forma que se incrementen los ingresos por el servicio y se minimice el problema de carga máxima. Mediante la estimación de dos regresiones para el periodo valle (9:00-15:00 y 18:00-24:00) y el periodo punta (6:00-9:00 y 15:00- 18:00) respectivamente, y tomando el tráfico de pasajeros como variable dependiente, los autores llegan a la conclusión de que es posible aplicar un set de precios, basado en las características de un *Peak Load* combinado con los precios Ramsey, que permita al proveedor del servicio adquirir mayores ingresos y minimizar el problema de carga máxima.

Por otro lado, en el caso boliviano, destaca el trabajo de Viscarra (2017), quien realiza un análisis en la línea roja de la empresa "Mi Teleférico", con el fin de establecer una tarifa que permita recuperar la inversión realizada, evitando la subvención del Estado. Para ello el autor propone (basándose en una tarificación Ramsey, a partir de las elasticidades precio de la demanda de cada mercado) eliminar el subsidio de la tarifa de 3 Bs. Los resultados proponen la siguiente modificación tarifaria: horario punta: 4.10 Bs y horarios valle: 3 Bs. Esta nueva tarifa permitiría la recuperación de la inversión realizada en un 45% más rápido que la actual.

3. Contexto referencial

3.1. Empresa de transporte "Mi Teleférico"

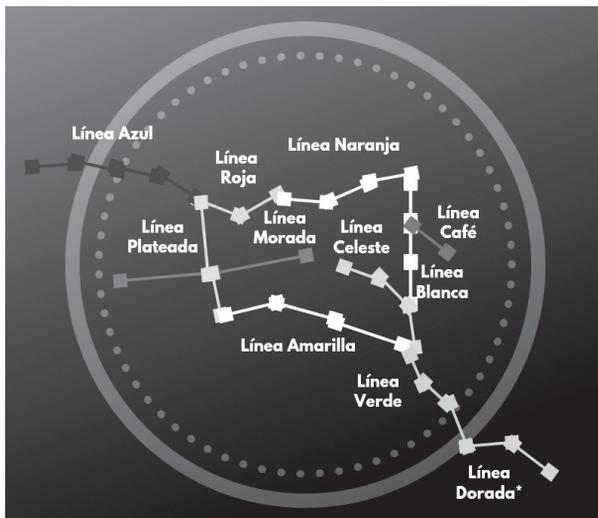
En 2012 surge la iniciativa de la creación de la empresa estatal "Mi Teleférico", con el objetivo de solucionar la problemática del transporte urbano en la ciudad de La Paz, considerando

la complejidad de su topografía y la necesidad de implementar soluciones tecnológicas que permitan mejorar la calidad de vida de los ciudadanos paceños. Es así que, en abril de 2014, a través del Decreto Supremo N°1980, la empresa “Mi Teleférico” inicia operaciones con la primera fase de rutas destinadas a comunicar a la ciudad de La Paz y el Alto, entrando en funcionamiento las líneas roja, amarilla y verde.

En 2017 se incorporan las líneas azul y naranja, y posteriormente, en 2018, las líneas café, celeste, blanca y morada. Una vez establecidas las 3 líneas de interacción entre las dos ciudades, en 2019 se completa la línea plateada, conectando así las laderas y las líneas amarilla, morada y roja.

De esta forma, faltando solamente una línea (línea dorada), “Mi Teleférico” va concluyendo el gran proyecto de integración metropolitana, habiendo implementado hasta el momento 10 líneas interconectadas que, acorde a datos de 2019, han ayudado a transportar 273.755 vidas diarias, beneficiando a las poblaciones alteña y paceña y logrando que este servicio llegue a conformarse como el metro aéreo más grande del mundo (Gráfico 2).

Gráfico 2: Red de integración metropolitana



Fuente: Elaboración propia en base a Memorias de “Mi Teleférico”

En materia tarifaria, actualmente "Mi Teleférico" cuenta con dos tarifas, la tarifa normal y la tarifa preferencial. Por el uso de una línea la tarifa normal es de Bs. 3, la tarifa preferencial, aplicada a personas de la tercera edad y estudiantes, es de Bs. 1.50.

Dado que la actual tarificación es lineal, en este documento se plantea, bajo la metodología propuesta por Steiner (1957), fijar una tarifa que responda al criterio de *Peak Load Pricing*.

4. Marco práctico

Para el presente trabajo se revisará la modalidad de transporte de la empresa "Mi Teleférico", específicamente la línea amarilla, planteando la estimación de un *Peak Load*, para lo cual se considera información de los años 2016 y 2017, principalmente en lo relativo a los costos operativos y de capacidad en los que incurre esta línea.

4.1. Mercado relevante

En la actualidad "Mi Teleférico" se ha constituido en una empresa que presta sus servicios a través de una red interconectada que incluye la prestación en 10 líneas que poseen diferentes demandas en sus distintos horarios de funcionamiento. Al momento de segmentar esta red se ha tomado como mercado relevante la línea amarilla, la cual cuenta con 4 estaciones y 31 torres y abarca una distancia de 3.74 Km, con un tiempo total de viaje de 17 minutos aproximadamente.

Esta línea tiene cuatro paradas: *Qana Pata* (Mirador), *Quta Uma* (Cotahuma), *Suphu Qachi* (Sopocachi) y *Chuqui Apu* (Libertador). Diariamente esta línea transporta en promedio 42,882 personas, beneficiando a ciudadanos tanto paceños como alteños, y posicionándose como una de las líneas con mayor cantidad de usuarios servidos.

La definición de la línea amarilla de la empresa "Mi Teleférico" como mercado relevante ha considerado diferentes aspectos, entre los que destaca que es una línea de alta demanda y la que mayor número de usuarios servidos posee desde su inauguración hasta el año 2018. La línea amarilla se constituye en una de las más importantes en la red metropolitana, siendo que conecta a la ciudad de El Alto con la zona sur y el centro paceño. La línea amarilla, conjuntamente las líneas morada y roja, ofrecen una alternativa de transporte a los ciudadanos

que realizan viajes diarios entre ambas ciudades. Asimismo, tanto la línea amarilla como la roja se encuentran establecidas desde hace cinco años, contándose por tanto con un volumen de información importante, lo que permite realizar un análisis de sus operaciones. No se considera la línea roja debido a que presenta un elevado volumen de tráfico los días jueves y domingo, lo que cambia los datos de rotación observados en la línea amarilla. Por otra parte, tampoco se considera la línea morada, debido a que ésta inicia operaciones en septiembre de 2018.

En este caso particular y siguiendo a Braeutigam (1989), el planteamiento de una tarifa *Peak Load* responde al reconocimiento de que es un bien no almacenable, que es ofrecido en distintas frecuencias a lo largo del día debido a la presencia de horas valle y punta, lo que le permite ofrecer un número diferente de cabinas a lo largo del día; esto puede evidenciarse a través de la frecuencia de rotación que presentan las mismas (Cuadro 1).

Cuadro 1
Frecuencias de usos de líneas

Hora:	N° de cabinas por min. Tiempo promedio entre cabinas (seg.)	
6:00 - 7:00	4	15.5
7:01 - 8:00	5	12.5
8:01 - 9:00	5	12.5
9:01 - 10:00	5	12.5
10:01 - 11:00	4	15.5
11:01 - 12:00	4	15.5
12:01 - 13:00	4	15.5
13:01 - 14:00	4	15.5
14:01 - 15:00	4	15.5
15:01 - 16:00	4	15.5
16:01 - 17:00	4	15.5
17:01 - 18:00	4	15.5
18:01 - 19:00	5	12.5
19:01 - 20:00	5	12.5
20:01 - 21:00	5	12.5
21:01 - 22:00	4	15.5
22:01 - 23:00	4	15.5

Fuente: Elaboración propia

4.2. Metodología

4.2.1. Recopilación de datos

A fin de capturar la rotación de las cabinas en diferentes días y horas del día, se levantó información del número de cabinas por minuto y el tiempo promedio transcurrido entre ellas. Este levantamiento de información fue realizado en las diferentes estaciones de la línea en el transcurso de la semana, en diferentes horarios, con el objetivo de obtener datos fidedignos sobre la rotación existente.

Para captar con precisión la frecuencia de cabinas, se registraron los tiempos en diferentes días de la semana cada 15 minutos, tomando en cuenta diferentes aspectos que podrían afectar la frecuencia de cabinas, tales como variaciones en el clima (lluvia o viento) y/o días atípicos (paros, fenómenos naturales, etc.).

Un resumen del levantamiento de información relativo a frecuencia de cabinas en la línea amarilla de la empresa "Mi Teleférico" se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2
Frecuencias de usos de líneas

Hora:	N de cabinas por min.	Tiempo promedio entre cabinas (seg.)
6:01 - 7:00	4	15.5
7:01 - 10:00	5	12.5
10:01 - 18:00	4	15.5
18:01 - 21:00	5	12.5
21:01 - 23:00	4	15.5

Fuente: Elaboración propia

Con base en esta información se procedió a clasificar los horarios punta o valle, dentro de la línea amarilla, de acuerdo al siguiente detalle:

Cuadro 3
Periodos punta y valle, línea amarilla “Mi Teleférico”

Periodo	Hora:
Punta	7:01 - 10:00
	18:01 - 21:00
Valle	6:01 - 7:00
	10:01 - 18:00
	21:01 - 23:00

Fuente: Elaboración propia

Podemos ver que la variación de la capacidad en este mercado se ve en el número de cabinas que está a disposición de los usuarios en un tiempo determinado. Se evidencia que en las diferentes horas del día se pueden encontrar frecuencias entre 5 y 4 cabinas por minuto, llevando a concluir que en el servicio de la línea amarilla existen cambios en la capacidad instalada ofrecida a lo largo del día, lo que justifica realizar una tarificación *peak load*.

A partir de los datos proporcionados por la Audiencia Final de Rendición Pública de Cuentas de “Mi Teleférico” para las gestiones 2016 y 2017, se ha obtenido la siguiente información:

Cuadro 4
Costos operativos y número de vidas transportadas

Detalle:	2016	2017
Costos operativos (Red del teleférico) (en Bs.)	79,079,209	104,038,004
Número de vidas transportadas (línea amarilla)	15,163,793	16,489,537

Fuente: Audiencia Final de Rendición Pública de Cuentas de “Mi Teleférico” 2016-2017.
Elaboración propia

Tomando en consideración los datos obtenidos, se realiza la estimación de los costos marginales tanto de operación como de capacidad para la línea amarilla.

4.2.2. Costos marginales

a. Costos operativos:

Dados los costos operativos totales de "Mi Teleférico" para los años 2016 y 2017, se tiene:

- Para 2016: se considera la presencia de tres líneas para este año, siendo el costo operativo de Bs. 79,079,209. Este costo va a ser ponderado para obtener un costo de la línea amarilla únicamente.
- Para 2017: se consideran las cinco líneas existentes en este año; sin embargo, se pondera el monto de Bs. 104,038,004 debido a que las líneas naranja y azul no comenzaron operaciones desde principios del año.

b. Costos de capacidad

A fin de tener claridad sobre estos costos marginales es necesario especificar que, como capacidad de este servicio, se considera el número de cabinas por minuto en los diferentes horarios en un día. Siendo que la capacidad es observable a través de la frecuencia de las cabinas, se aproximará el costo de capacidad a través de los costos operacionales, hallando así el costo de operación por cabina. Para ello se realiza el siguiente análisis:

La línea amarilla funciona 17 horas de lunes a sábado; y los domingos, 14 horas. Acorde a los datos obtenidos, los días hábiles (lunes a viernes), de las 17 horas de funcionamiento, 6 son horas punta y 11 horas valle. Por su parte, en los sábados y domingos existe un valle en todas las horas de funcionamiento. Tomando en cuenta que hay cinco cabinas por minuto en horarios punta, y cuatro cabinas por minuto en horario valle, la aproximación de los costos de capacidad fueron realizados de acuerdo a lo presentado en el Gráfico 3.

Gráfico 3: Cálculo de los costos de capacidad “Mi Teleférico”



Fuente: Elaboración propia

Para obtener los costos de capacidad, se dividen los costos de operación de la línea, para ambos años, sobre el número de cabinas anual (se asume que el número de cabinas se mantiene estable para ambos años). Sin embargo, al no contar con los costos operativos por línea, se obtendrán costos por cabina de la red ponderados por su participación en los costos totales (\emptyset), obteniendo los costos presentados en el Cuadro 5.

Cuadro 5
Costos de la red por cabina en Bolivianos (Bs.)

	Años	1 cabina	4 cabinas	5 cabinas
Costos de operación de toda la red por cabina	2016	56,77	227,06	283,83
	2017	74,68	298,73	373,41

Fuente: Elaboración propia

c. Costo marginal de operación

Los costos marginales de operación, por tanto, se expresan como:

$$Cmg = \frac{CT_RED_{2017} - CT_RED_{2016}}{q_{2017} - q_{2016}} \varnothing - \alpha$$

donde:

$$\alpha \approx \frac{(CT_RED_{2017} - CT_RED_{2016}) * \varnothing}{\text{Precio de Insumos}_{2017} - \text{Precio de Insumos}_{2016}} * \frac{1}{\text{Cambio de } q \text{ ante cambios del precio de insumos}}$$

$$Cmg = \frac{104038004 - 79079209}{16489537 - 15163793} \varnothing - \alpha \approx 18.83 \varnothing - \alpha$$

Siendo q la cantidad de vidas transportadas por la línea amarilla, y CT los costos de operación de la misma, se obtiene el costo marginal de operación a través de la diferencia entre 2016 y 2017, tanto para las cantidades como para los costos.

d. Costo marginal de capacidad

En el caso de los costos de capacidad para 2016, se tiene:

$$Cmg_{2016} = \frac{C_{5cabinas} - C_{4cabinas}}{q_{5cabinas} - q_{4cabinas}} \varnothing$$

$$Cmg_{2016} = \frac{283.83 - 227.06}{50 - 40} \varnothing = 5.68 \varnothing$$

Es importante recalcar que, en este caso, no se tomará la diferencia a partir de los años, sino a partir de la diferenciación entre horarios valle-punta, siendo que $C_{5cabinas}$ representa el costo de operación por cinco cabinas (punta), y $C_{4cabinas}$ el costo de operación por cuatro cabinas (valle). De la misma forma, $q_{5cabinas}$ representa la cantidad máxima de usuarios que pueden ocupar cinco cabinas en horario punta (50 personas), y $q_{4cabinas}$ representa la cantidad máxima de personas que pueden ocupar cuatro cabinas en horario valle (40 personas).

De manera similar, para el año 2017 se tiene:

$$Cmg_{2017} = \frac{C_{5cabinas} - C_{4cabinas}}{q_{5cabinas} - q_{4cabinas}} \emptyset$$

$$Cmg_{2017} = \frac{373.41 - 298.73}{50 - 40} \emptyset = 7.47 \emptyset$$

Los costos marginales de capacidad tanto para 2016 como 2017 son diferentes, y esto se debe a la diferencia en costos en los años 2017 y 2016, como consecuencia de un aumento en las líneas del teleférico. Bajo este contexto, se tomará un valor superior al costo marginal de operación del 2016 próximo, es decir $6 \emptyset$.

5. Resultados y estimación de la tarifa

Tomando en consideración la estimación de los costos marginales, tanto de operación como de capacidad, las tarifas que se establecen para los periodos punta y valle serían las siguientes:

Tarifa - periodo valle

La tarifa para el periodo valle incluye los costos de operación para cada año, expresándose por tanto como:

$$P = b = 18.83 \emptyset - \alpha$$

Tarifa - periodo punta

La tarifa para el periodo punta será igual a los costos de operación más los costos de capacidad para cada año respectivamente, como se muestra a continuación:

$$P = b + \beta = 18.83\varnothing - \alpha + 6\varnothing = 24.83\varnothing - \alpha$$

Determinar los valores de \varnothing y α es crucial para realizar una correcta aproximación.

Para el valor de \varnothing , su aproximación puede realizarse mediante las cuotas de mercado. Sin embargo, en el año 2016 la participación de la línea amarilla era aproximadamente un 54%, mientras que en el año 2017 fue de 39%. Emplear un valor promedio no sería lo más acertado, siendo que el comportamiento más reciente es más probable que se observe en el presente y el futuro. Dado el crecimiento de la red de la empresa "Mi Teleférico" así como la diversificación que ha venido mostrando la prestación de este servicio con sus diferentes líneas, se asume que \varnothing tome un valor de 30%.

El valor de α es más difícil de aproximar, ya que es necesario contar con información del costo en insumos realizado para la prestación del servicio en la línea amarilla; dado el carácter multiproducto y de economía de red se parte fijando el valor de α de 2.65, asumiendo que se pretende mantener un esquema de precios similar al actual.

Con los criterios anteriormente adoptados se establece que el valor para la tarifa valle alcanza a Bs. 3.0 mientras que la tarifa punta es de Bs. 4.8.

6. Conclusiones y recomendaciones

- En el presente documento se realizó una fijación tarifaria basada en el criterio de *peak load*, para la línea amarilla de la empresa "Mi Teleférico", destacando la importancia de contar, dentro del proceso de fijación tarifaria, con información sobre participaciones de mercado, así como el costo en insumos, de manera que se pueda establecer la presencia de una configuración industrial sostenible.
- Los resultados encontrados muestran que en horarios de demanda alta debería cobrarse una tarifa más alta, lo que nos lleva a cuestionar si es sostenible cobrar una tarifa menor, más

en un tipo de transporte caracterizado por la presencia de altos costos de mantenimiento en su prestación.

- Destaca el hecho de que una aproximación robusta de costos de operación para cada línea de la empresa “Mi Teleférico” requiere conocer con precisión cambios en los precios de los insumos. Si bien en este documento se plantean supuestos para aproximar estos precios, se considera importante contar de manera más precisa con esta información, la cual puede contribuir a la elaboración de documentos futuros que aborden esta temática.
- En este documento se han planteado supuestos para caracterizar los costos, tanto operacionales como de capacidad, para prestar el servicio por cable. Sin embargo, no deja de ser importante contar con estudios que aproximen con mayor rigurosidad la segmentación de la demanda alta y baja, así como conocer la sensibilidad del tráfico del transporte por cable ante variaciones en su precio.

Fecha de recepción: 24 de junio de 2019

Fecha de aceptación: 30 de septiembre de 2019

Manejado por ABCE/SEBOL/IISEC

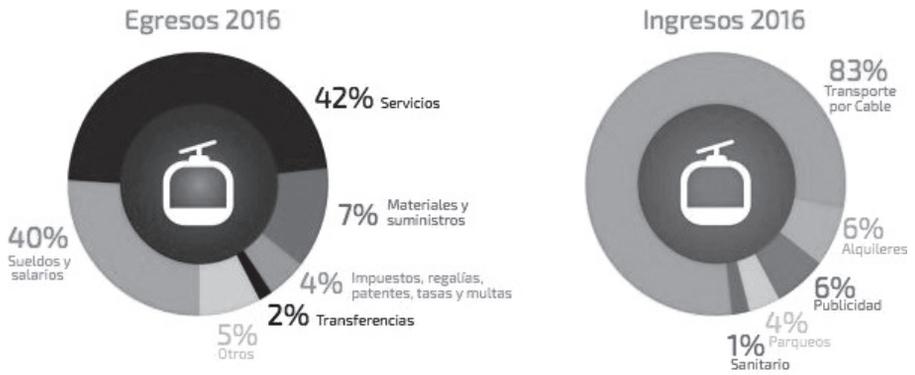
Referencias

1. Boiteux, M. (1960). "Peak-load pricing." *The Journal of Business*, 33(2), 157-179.
2. Braeutigam, R. R. (1989). "Optimal policies for natural monopolies." *Handbook of industrial organization*, 2, 1289-1346.
3. Church, J. R. y Ware, R. (2000). *Industrial organization: a strategic approach*. Boston: Irwin McGraw Hill.
4. De Rus Mendoza, G., Campos, J. & Nombela, G. (2003). *Economía del transporte*. Antoni Bosch editor.
5. Mi Teleférico. (2014). ¡Sincronía Perfecta! El tendido de cables líneas amarilla y verde.
6. ----- (2016). Audiencia inicial de rendición públicas de cuentas gestión 2016.
7. ----- (2017). Audiencia final de rendición públicas de cuentas gestión 2017.
8. ----- (2018). Los números de "Mi Teleférico" gestión 2017-2018.
9. ----- (2019). Los números de "Mi Teleférico" gestión 2014-2019.
10. ----- (2018). Memoria "Mi Teleférico" gestión 2017-2018.
11. Rantzien, V.H.A. & Rude, A. (2014). "Peak-load pricing in public transport: a case study of Stockholm." *Journal of Transport Literature*, 8(1), 52-94.
12. Steiner, P. O. (1957). "Peak loads and efficient pricing." *The Quarterly Journal of Economics*, 71(4), 585-610.
13. Viscarra, F, M. A. (2017). *Tarifa para el transporte "Mi Teleférico": discriminación de precios*. Universidad Católica Boliviana "San Pablo", La Paz, Bolivia.

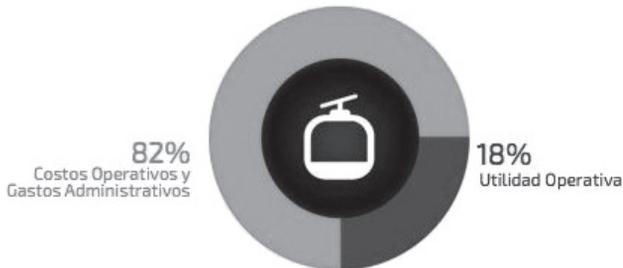
Anexos

Anexo I

Gráfico 4: Costos operativos - 2016



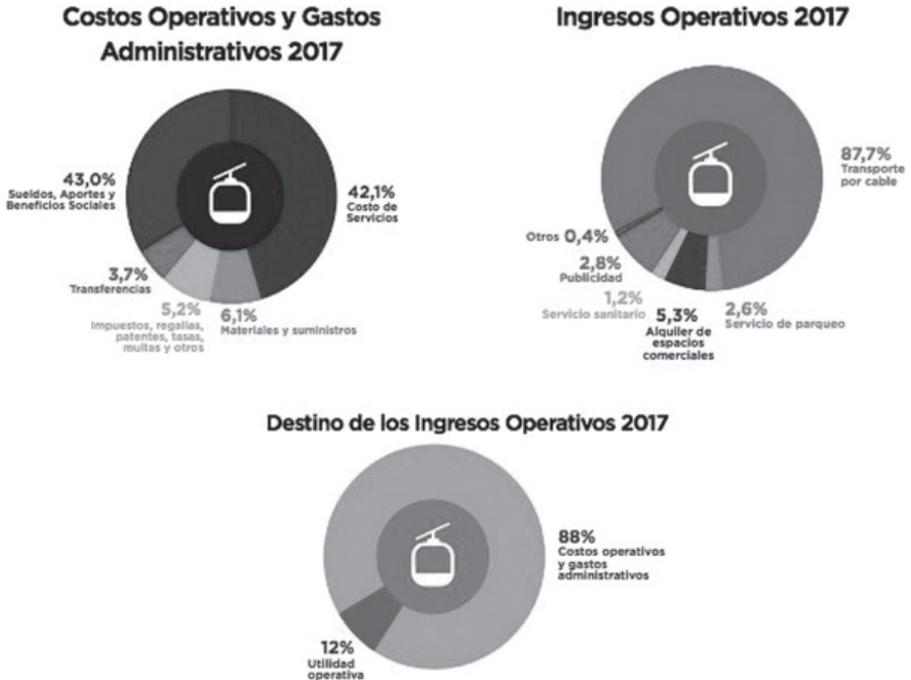
Destino de los ingresos operativos 2016



Fuente: Memorias "Mi Teleférico"

Anexo 2

Gráfico 5: Costos operativos - 2017



Fuente: Memorias "Mi Teleférico".

Anexo 3

Cuadro 6
Frecuencia del número de cabinas por hora: línea amarilla

Fecha	Hora	N° de cabinas por min.	Tiempo transcurrido entre cabinas promedio (seg.)
09/05/2019	6:15	4	15.38
09/05/2019	6:30	4	15.53
09/05/2019	6:45	4	15.45
09/05/2019	7:00	4	15.78
09/05/2019	7:30	5	12.15
09/05/2019	8:00	5	12.34
07/05/2019	9:00	5	12.58
07/05/2019	9:10	5	12.46
07/05/2019	9:15	5	12.65
06/05/2019	10:25	4	15.56
06/05/2019	10:35	4	15.51
08/05/2019	11:30	4	15.60
08/05/2019	11:45	4	15.75
08/05/2019	12:00	4	15.76
08/05/2019	12:15	4	15.61
08/05/2019	12:20	4	15.62
07/05/2019	13:10	4	15.69
07/05/2019	13:30	4	15.59
07/05/2019	13:35	4	15.65
08/05/2019	13:00	5	13.13
08/05/2019	13:30	5	14.09 (Llovizna y viento)
08/05/2019	14:00	5	13.30 (Llovizna y viento)
08/05/2019	14:15	5	13.44 (Llovizna y viento)
08/05/2019	14:30	5	13.77 (Llovizna y viento)
08/05/2019	14:45	4	15.27 (Llovizna y viento)
08/05/2019	15:00	4	15.78 (Llovizna y viento)
08/05/2019	15:15	4	15.62 (Llovizna y viento)
08/05/2019	15:30	4	15.72 (Llovizna y viento)
08/05/2019	15:45	4	15.66
08/05/2019	16:00	4	16.04

Fecha	Hora	N° de cabinas por min.	Tiempo transcurrido entre cabinas promedio (seg.)
07/05/2019	16:45	4	15.68
07/05/2019	16:55	4	15.59
07/05/2019	17:30	4	15.60
07/05/2019	17:40	4	15.51
07/05/2019	18:00	4	15.75
06/05/2019	18:00	5	12.53
06/05/2019	18:30	5	12.46
06/05/2019	19:00	5	12.43
06/05/2019	19:30	5	12.61
06/05/2019	20:00	5	12.40
07/05/2019	20:30	5	12.56
07/05/2019	20:45	4	14.86
07/05/2019	21:00	4	15.40
07/05/2019	21:15	4	15.33
07/05/2019	21:30	4	15.37
07/05/2019	22:00	5	12.15
07/05/2019	22:30	5	12.34
07/05/2019	23:00	5	12.46

Fuente: Elaboracion propia

Tendencias del empleo formal privado de Perú: un análisis con planilla electrónica (2008-2018)

Trends of Private Formal Employment of Perú: an Analysis with Electronic Payroll (2008-2018)

Julio Pérez Coaguila*

Resumen

El presente documento analiza las tendencias y posibles cambios generados en el empleo formal registrado del sector privado de Perú, en base a la información de la planilla electrónica reportada desde agosto de 2010 hasta agosto de 2018. La evidencia revela que no hay cambios significativos en las tendencias y estructuras del empleo formal del sector privado. Sin embargo, se registró una reducción en la brecha proporcional del empleo a favor de las mujeres y una consolidación de la fuerza laboral adulta de 30 y más años de edad. Más del 88% del aumento de empleo formal privado femenino fue explicado por el dinamismo intersectorial (*efecto within*) y no por cambios estructurales del mercado laboral. En la mayoría de las regiones el crecimiento del empleo formal privado se explicó fundamentalmente por el *efecto regional* debido a la especialización interna y al dinamismo sectorial en las regiones.

Palabras clave: Formalización del empleo, modelos de descomposición, demanda de trabajo.

* Economista especializado en economía laboral con estudios de maestría en economía por la Pontificia Universidad Católica del Perú.
Contacto: jcpc2008@gmail.com

Abstract

This document analyzes the trends and possible changes generated in the registered formal employment of the private sector, based on the information from the electronic form reported from August 2010 to August 2018. The evidence reveals that there are no significant changes in the trends and formal employment structures of the private sector. However, there was a reduction in the proportional employment gap in favor of women and a consolidation of the adult labor force aged 30 and over. More than 88% of the increase in female private formal employment was explained by intersectoral dynamism (effect within) and not by structural changes in the labor market. In most regions, the growth of private formal employment was mainly explained by the regional effect due to internal specialization and sectoral dynamism in the regions.

Key words: Formalization of employment, models of decomposition, demand for work.

Clasificación/Classification JEL: C69, J23, O54

1. Introducción

Los cambios en la dinámica del mercado de trabajo son la manifestación más evidente del proceso de desarrollo económico y social. La capacidad para absorber a la población económicamente activa en empleos formales es esencial para promover un patrón de crecimiento con incidencia más positiva en la distribución de los ingresos que determinan en gran medida el bienestar material de la mayoría de los hogares de la región (Medina y Galván, 2008). Por ello, el mercado laboral debe ser el mecanismo de transmisión por excelencia de las bondades del desempeño macroeconómico en el mejoramiento de los niveles de bienestar de las familias peruanas. Es decir, los resultados económicos deben reflejarse principalmente a través de la generación de empleos, pero no cualquier empleo, sino los formales y de calidad que van de la mano con el crecimiento real de las remuneraciones.

La primera década del siglo XXI fue una de las mejores en términos económicos y sociales para Perú: elevadas tasas de crecimiento económico acompañadas de bajos niveles de pobreza con mejoras significativas en el mercado laboral, traducidas en una mayor cantidad de puestos de trabajo formales y mejora de los ingresos reales. Este dinamismo favorable se ha desacelerado desde la segunda mitad de la década del 2010. Como consecuencia de estas

fluctuaciones y dado que el ritmo en la formalización del empleo agregado es cambiante, es posible que se hayan registrado algunos cambios en las tendencias del mercado laboral, pero ¿se habrán modificado las estructuras del empleo formal del sector privado?, y de ser el caso, ¿cuáles serían los principales cambios registrados?

El análisis de las trayectorias nos daría mayores luces sobre los posibles cambios en el empleo formal del sector privado. Sobre este punto, en años recientes se han presentado mejoras significativas en la disponibilidad de información para medir la formalización laboral; sin embargo, aún no es suficiente para el monitoreo continuo del mercado laboral formal. Por el lado de la oferta de trabajo (por parte de los trabajadores) se ha avanzado bastante con las encuestas de hogares, pero en términos de la demanda de trabajo (por parte de las empresas) se requiere intensificar los esfuerzos estadísticos para usar los registros administrativos (planilla electrónica) como fuente de información mensual de cobertura nacional y regional para el seguimiento continuo del empleo formal privado del país. De esa manera se podrá evaluar de manera más detallada el impacto de distintas estrategias sobre el empleo y las remuneraciones del mercado laboral peruano.

El presente artículo contribuye a revelar el comportamiento de las tendencias y posibles cambios generados en el empleo formal del sector privado en base a la información de la planilla electrónica reportada desde agosto de 2010 hasta agosto de 2018, fuente de información poco utilizada en el país. Ello con la finalidad de documentar los cambios, explorar sus determinantes y aportar al debate sobre las políticas públicas de empleo desde una perspectiva de la demanda laboral.

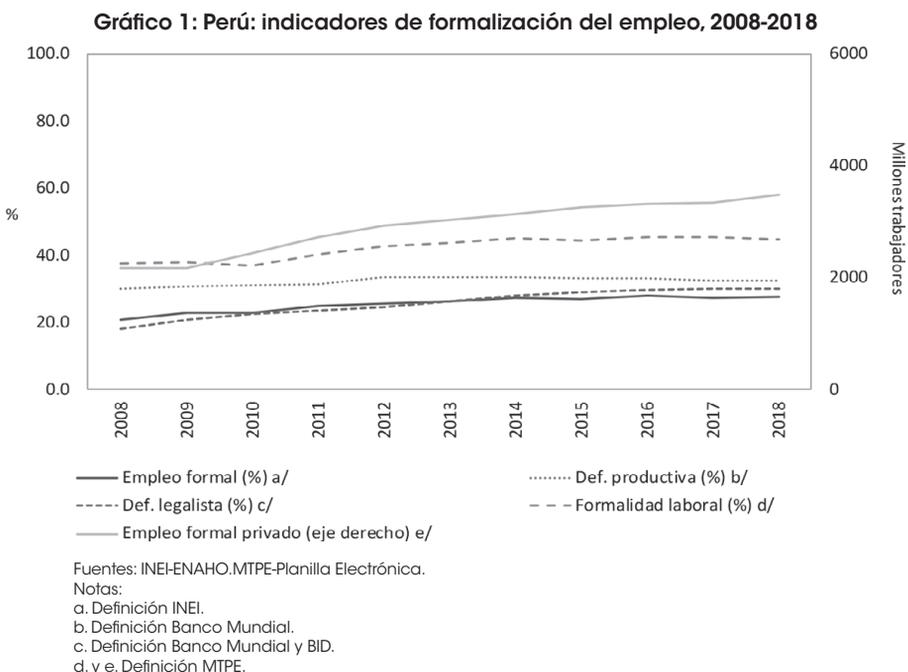
La información presentada en este artículo se organiza de la siguiente manera. Inicia con una breve introducción. Posteriormente, se analiza la relación entre el crecimiento económico y el empleo registrado en la planilla electrónica, seguido de las tendencias y estructuras de las principales variables del empleo formal privado, para culminar con dos casos puntuales: los cambios registrados en el crecimiento del empleo femenino y del empleo regional a partir de técnicas de descomposición. Se finaliza con las conclusiones, la bibliografía y los anexos.

2. Formalización del empleo y crecimiento económico

Desde inicios del siglo XXI, Perú ha sido uno de los países de más rápido crecimiento económico en la región de América Latina. Este desempeño ha repercutido en favorables

resultados macroeconómicos y sociales, entre ellos, la generación de empleos¹. En la misma línea de análisis, Chacaltana (2016) señala que durante este periodo se dinamizaron algunos indicadores sociales como la reducción de la pobreza (sobre todo rural) y el desempleo, el aumento de los salarios reales urbanos, la cobertura de seguridad social en salud, el empleo total y el empleo formal.

El mercado laboral peruano, caracterizado por presentar elevadas tasas de informalidad, en años recientes ha experimentado un leve crecimiento del empleo formal. Los resultados difieren según el método o criterio de estimación y la fuente de información utilizada para medir el empleo formal. En el Anexo 1 se describen las diferentes definiciones operativas para cuantificar la formalidad del empleo.



Por ejemplo, en base a la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), bajo la metodología del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), el empleo formal nacional

¹ Según la evaluación del desempeño económico de Perú, realizada por el Banco Mundial en <https://www.bancomundial.org/es/country/peru>

representó el 27.6% de 16.8 millones de ocupados. Según las definiciones del Banco Mundial (BM) y del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el porcentaje de trabajadores formales fue de 30.2% (definición legal) y 32.6% (definición productiva), mientras que para el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE), la formalización laboral asalariada privada ascendió a 44.6%. Para el mismo periodo, los datos de la Planilla Electrónica del MTPE revelan que cerca de 3.5 millones de trabajadores fueron registrados en empresas formales del sector privado, lo que representó el 20.7% de la población ocupada (Cuadro 1).

Cuadro 1
Perú: representatividad laboral de la Planilla Electrónica, 2018

	Abs. (miles)	%	Fuente
Ocupados	16,776	100.0	ENAHO
Empleo formal total	4,830	28.8	Planilla Electrónica
Empleo formal privado	3,477	20.7	
Empleo formal público	1,353	8.1	

Fuentes: INEI-ENAHO.MTPE-Planilla Electrónica

Como se pudo apreciar, la mayoría de indicadores proxy para medir el empleo formal provienen de la encuesta de hogares (oferta de trabajo) que tiene información anual, en el mejor de los casos con niveles de inferencia agregados², lo que dificulta el continuo análisis mensual de la formalización en el mercado de trabajo. Por esa razón, como complemento, es necesario utilizar la Planilla Electrónica para el monitoreo de la formalización del empleo en el país. Este registro comprende toda la información de las planillas de pago mensuales de las empresas formales (demanda de trabajo) inscritas en el registro único de contribuyentes de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT).

La Planilla Electrónica se registra en los medios informáticos desarrollados por la SUNAT, y esta información es remitida mensualmente al MTPE para el procesamiento y cálculo de los indicadores de empleo y remuneraciones a nivel nacional y regional, desagregados por diversas características socioeconómicas. Dado que contiene información actualizada por la empresa, este registro de datos constituye una de las principales fuentes de información para el seguimiento y evaluación del mercado laboral formal del país.

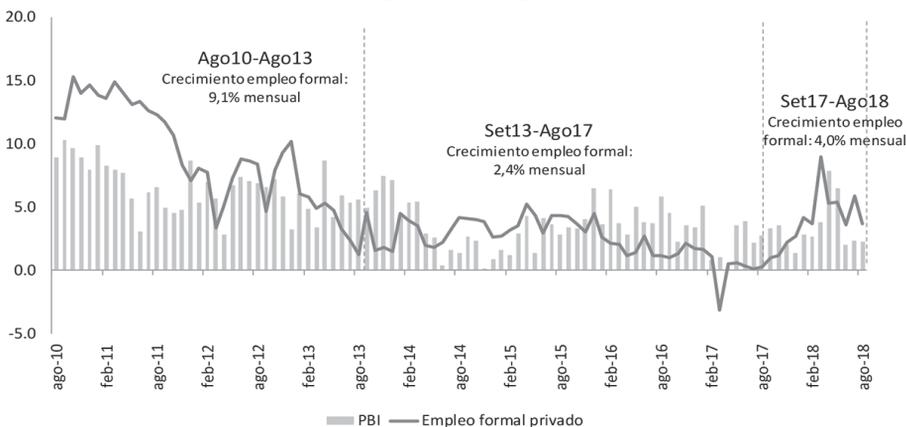
² También existe la "Encuesta permanente del empleo", con información mensual de trimestres móviles, pero su cobertura es solo Lima metropolitana y no tiene indicadores de empleo formal o informal.

El Gráfico 2 muestra la relación existente entre el crecimiento del PBI y la generación de empleo formal del sector privado durante el periodo de agosto 2010 a agosto 2018. Si bien existe una asociación cuasi directa entre la producción y el empleo, la respuesta de la demanda de trabajo (empresas) no siempre ha sido inmediata ni constante al desempeño económico agregado. Tal es así que para este periodo de análisis³ se distinguen hasta tres diferentes etapas de expansión del empleo formal generado por el sector privado.

El primer tramo corresponde al periodo agosto 2010-agosto 2013, en el cual el empleo formal registrado creció, en promedio, 9.1% mensualmente. El segundo tramo abarca al periodo septiembre 2013-agosto 2017, en el cual la generación de empleo formal se desaceleró (2.4% promedio mensual). Finalmente, el tercer tramo va de septiembre de 2017 a agosto de 2018, en el cual se retomó el crecimiento del empleo formal privado (4.0% promedio mensual).

Esta desaceleración en la generación de empleo formal ha tenido probablemente repercusiones o particularidades en diferentes grupos vulnerables, segmentos o actividades del mercado laboral. Por ello, para tener mayor grado de certeza sobre los posibles cambios que se han registrado en el empleo formal privado se requiere conocer la evolución de sus tendencias y estructuras en base a la información disponible.

Gráfico 2: Perú, empleo formal privado y crecimiento económico, agosto 2010-agosto 2018 (%)



Fuentes: BCRP, MTPE-Planilla Electrónica

3 Comprende información comparable del empleo formal privado registrado en la Planilla Electrónica.

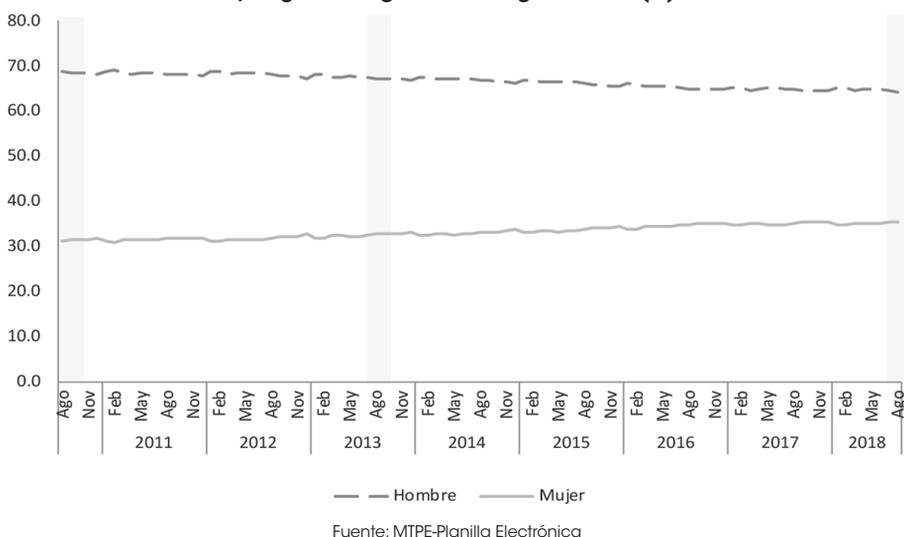
3. Tendencias y estructuras del empleo formal privado

La evidencia sugiere la existencia de diferentes ritmos de crecimiento del empleo formal del sector privado, pero cabe preguntarse: ¿este comportamiento se ha traducido en cambios en las tendencias del mercado laboral?, ¿se han modificado las estructuras del empleo formal? Y de ser éste el caso, ¿cuáles fueron los principales cambios que se han presentado en el empleo formal privado en los últimos ocho años?, ¿es posible hablar de un cambio estructural? Para indagar posibles respuestas a estas interrogantes se realizará una caracterización tendencial de las principales variables relacionadas al empleo formal del sector privado.

3.1. Género

En los últimos ocho años se ha reducido ligeramente la brecha en la proporción del empleo a favor de las mujeres, pero aún predomina la presencia de hombres con empleo formal registrado en la Planilla Electrónica (Gráfico 3).

Gráfico 3: Perú, tendencia del empleo formal privado por género, agosto 2010-agosto 2018 (%)



Durante este periodo las estructuras del empleo formal por género casi no han cambiado; no obstante, se destaca un importante aumento en el porcentaje del empleo femenino, de 4.4

puntos porcentuales, entre agosto 2010 y agosto 2018, siendo mayor el incremento registrado en los últimos seis años. A agosto de 2018, el 64.4% del total del empleo formal privado estuvo conformado por hombres, mientras que el resto (35.6%) fue ocupado por mujeres (Cuadro 2).

Cuadro 2
Perú: estructura del empleo formal privado por género, agosto 2010-agosto 2018

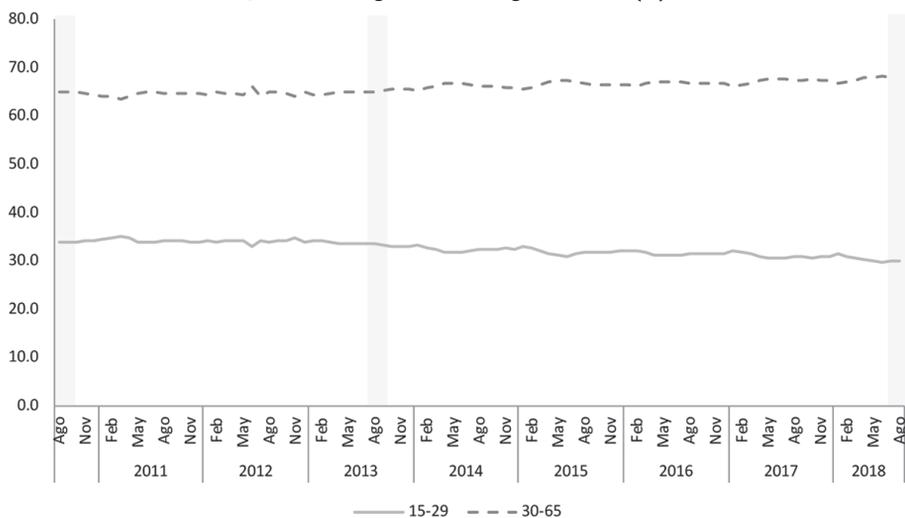
	Empleo (%), agosto			Cambio en el empleo (pp), agosto		
	2010	2013	2018	2010-2013	2013-2018	2010-2018
Hombre	68.8	67.2	64.4	-1.6	-2.8	-4.4
Mujer	31.2	32.8	35.6	1.6	2.8	4.4
Total (%)	100.0	100.0	100.0			
Total (en miles)	2466	3042	3477			

Fuente: MTPE-Planilla Electrónica
Nota: pp = puntos porcentuales

3.2. Edad

Las trayectorias del empleo formal privado por rangos de edad revelan una ligera disminución en el porcentaje de empleo de los jóvenes de 15 a 29 años de edad, y un incremento en el grupo de más de 30 años de edad. Es decir, a lo largo de los últimos ocho años, el empleo formal generado por el sector privado sigue siendo absorbido, principalmente, por personas adultas con más de 30 años de edad (Gráfico 4).

Gráfico 4: Perú, tendencia del empleo formal privado por edad, agosto 2010-agosto 2018 (%)



Fuente: MTPE-Planilla Electrónica

En términos de la estructura del empleo por rangos de edad, se constata que hay algunas variaciones que no cambian radicalmente su estructura. Así, en el Cuadro 3 se aprecia que, entre agosto de 2013 y agosto de 2018, los adultos con más de 30 años de edad experimentaron un crecimiento de 2.9 puntos porcentuales en su proporción laboral. A agosto de 2018, casi el 70% de la mano de obra formal del sector privado estaba conformada por adultos con más de 30 años de edad, mientras que el 30% estaba ocupado por jóvenes de 15 a 29 años de edad.

Cuadro 3
Perú: estructura del empleo formal privado por edad, agosto 2010 - agosto 2018

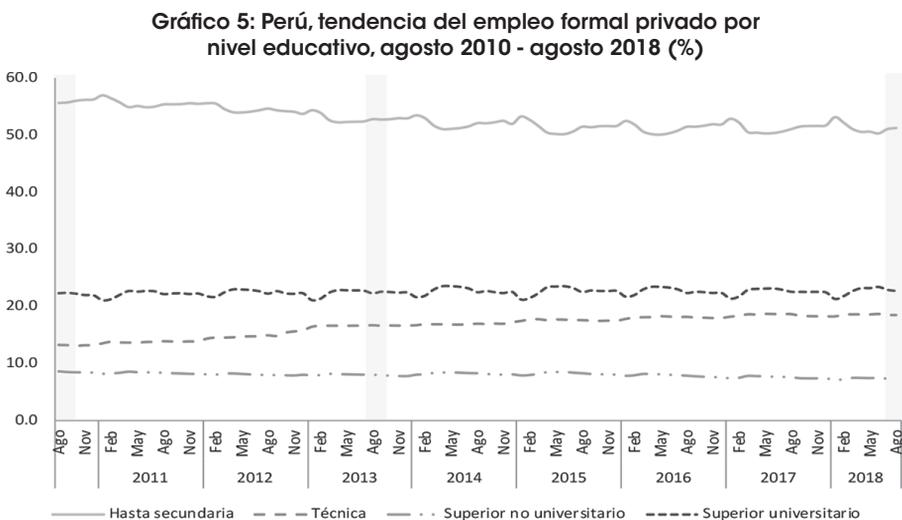
	Empleo (%), agosto			Cambio en el empleo (pp), agosto		
	2010	2013	2018	2010-2013	2013-2018	2010-2018
15-29	33.7	33.5	30.1	-0.2	-3.4	-3.6
30-65	65.0	65.1	68.0	0.0	2.9	3.0
66 a más	1.3	1.4	1.9	0.1	0.5	0.6
Total	100.0	100.0	100.0			
Total (en miles)	2466	3042	3477			

Fuente: MTPE-Planilla Electrónica

Nota: pp = puntos porcentuales

3.3. Nivel educativo

En cuanto al nivel educativo, los datos de la Planilla Electrónica presentados en el Gráfico 5 revelan algunas diferencias tendenciales. Por ejemplo, la proporción de trabajadores formales del sector privado con educación hasta secundaria presentó una leve disminución en contraste con los ocupados técnicos. Mientras que en el caso de los trabajadores con educación superior (universitaria y no universitaria) no se apreciaron cambios significativos.



En términos de estructuras educacionales, las variaciones más significativas se han registrado en aquellos trabajadores con menor calificación. En efecto, entre agosto 2010 y agosto 2013, se registró una reducción de 2.9 puntos porcentuales en la proporción de ocupados que tenían hasta secundaria, y un incremento de 3.5 puntos porcentuales en el grupo de trabajadores técnicos. A agosto de 2018, el 51.3% de la mano de obra formal privada tenía hasta secundaria, 18.6% contaba con estudios técnicos, 7.4% tenía estudios no universitarios y 22.8% poseía estudios universitarios (Cuadro 4).

Cuadro 4
Perú: estructura del empleo formal privado por nivel educativo, agosto 2010 - agosto 2018

	Empleo (%), agosto			Cambio en el empleo (pp), agosto		
	2010	2013	2018	2010-2013	2013-2018	2010-2018
Hasta secundaria	55.7	52.9	51.3	-2.9	-1.6	-4.4
Técnica	13.3	16.8	18.6	3.5	1.8	5.2
Superior no universitario	8.6	8.0	7.4	-0.6	-0.6	-1.2
Superior universitario	22.4	22.3	22.8	0.0	0.4	0.4
Total	100.0	100.0	100.0			
Total (en miles)	2466	3042	3477			

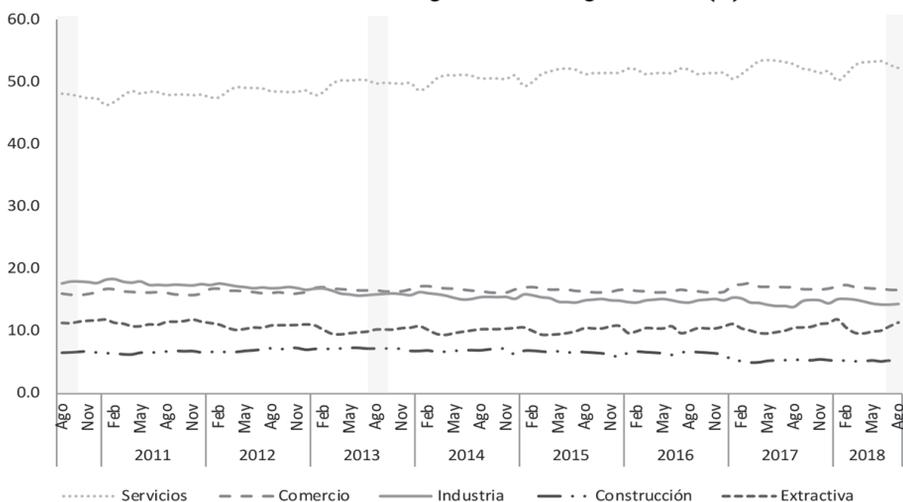
Fuente: MTPE – Planilla Electrónica.

Nota: pp = puntos porcentuales.

3.4. Actividad económica

Por actividad económica, el gráfico 6 muestra una clara tendencia decreciente en la proporción de trabajadores formales del sector industrial y un aumento en la participación de trabajadores formales dedicados a los servicios del sector privado. El resto de actividades económicas no registraron cambios considerables, con excepción del sector de construcción.

Gráfico 6: Perú, tendencia del empleo formal privado por actividad económica, agosto 2010 - agosto 2018 (%)



Fuente: MTPE – Planilla Electrónica.

La información del Cuadro 5 revela que para la mayoría de sectores los cambios más sobresalientes en la estructura del empleo formal privado se presentaron, principalmente, entre agosto de 2013 y agosto de 2018. Ello ocasionó que, a agosto de 2018, el 52.3% de los trabajadores realicen labores en el sector servicios, seguido por el de comercio (16.7%), industria (14.4%), extractiva (11.4%) y construcción (5.1%).

Cuadro 5
Perú: estructura del empleo formal privado por actividad económica, agosto 2010 – agosto 2018

	Empleo (%), agosto			Cambio en el empleo (pp), agosto		
	2010	2013	2018	2010-2013	2013-2018	2010-2018
Servicios	48.2	49.9	52.3	1.6	2.4	4.1
Comercio	16.1	16.6	16.7	0.5	0.0	0.6
Industria	17.7	16.0	14.4	-1.8	-1.5	-3.3
Construcción	6.6	7.3	5.1	0.7	-2.1	-1.5
Extractiva	11.3	10.3	11.4	-1.1	1.2	0.1
Total	100.0	100.0	100.0			
Total (en miles)	2466	3042	3477			

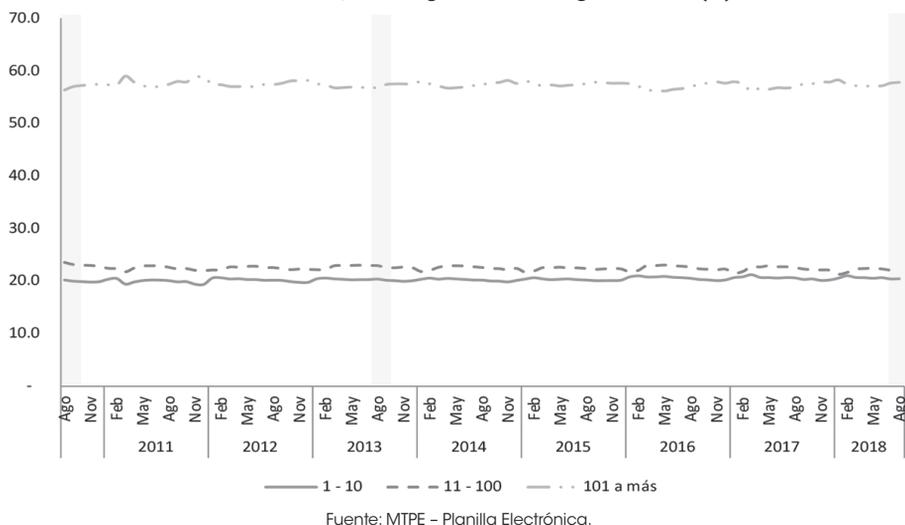
Fuente: MTPE – Planilla Electrónica.

Nota: pp = puntos porcentuales.

3.5. Tamaño de empresa

La información histórica del empleo formal privado por tamaño de empresa, obtenida de la Planilla Electrónica, muestra que no hay quiebres significativos que hayan originado cambios o rupturas en la tendencia (Gráfico 7).

Gráfico 7: Perú, tendencia del empleo formal privado por tamaño de empresa, agosto 2010 - agosto 2018 (%)



Durante el periodo comprendido entre agosto de 2010 y agosto de 2018, las variaciones más importantes en la proporción de trabajadores formales por tamaño de empresa se registraron en empresas de 11 a 100 y en empresas de 101 a más trabajadores, con cambios de -1.7 puntos porcentuales y 1.4 puntos porcentuales, respectivamente. A agosto de 2018, la mayor proporción de mano de obra privada formal (57.8%) se concentró en empresas de 101 a más trabajadores, seguidas en orden de importancia por empresas de 11 a 100 trabajadores (21.8%) y empresas de hasta 10 trabajadores (20.4%).

Cuadro 6
Perú: estructura del empleo formal privado por tamaño de empresa, agosto 2010 - agosto 2018

	Empleo (%), agosto			Cambio en el empleo (pp), agosto		
	2010	2013	2018	2010-2013	2013-2018	2010-2018
1 - 10	20.1	20.3	20.4	0.2	0.1	0.2
11 - 100	23.5	22.9	21.8	-0.6	-1.1	-1.7
101 a más	56.4	56.8	57.8	0.4	1.0	1.4
Total	100.0	100.0	100.0			
Total (en miles)	2466	3042	3477			

Fuente: MTPE - Planilla Electrónica
Nota: pp = puntos porcentuales

4. Descomposición del cambio en el empleo formal privado femenino

Los cambios en la estructura del empleo pueden verse reflejados en una menor proporción laboral para determinados segmentos, o incluso significar expansiones laborales en algunas actividades económicas. En el caso del empleo por género, los datos de la Planilla Electrónica entre agosto 2010 y agosto 2018 revelan que la proporción de mujeres con empleo formal en el sector privado creció en 4.4 puntos porcentuales. Según Gasparini y Marchionni (2015), este cambio puede ser impulsado por dos *drivers*. Por un lado, la proporción mujer/hombre puede haber aumentado en todos los sectores, y por otro, la distribución de los puestos de trabajo puede estar cambiando hacia aquellos sectores con una mayor proporción del ratio mujer/hombre. Formalmente, el cambio en la proporción de trabajadores en el empleo total puede ser escrito como:

$$\Delta \left(\frac{E_f}{E} \right) = \sum_s \frac{E_{st+1}}{E_{t+1}} \Delta \left(\frac{E_{fs}}{E_s} \right) + \sum_s \frac{E_{fst}}{E_{st}} \Delta \left(\frac{E_s}{E} \right)$$

Donde E representa el número de personas empleadas, f es la categoría de análisis (mujer, hombre, joven, adulto, etc.), t es el tiempo, s los tipos de actividades o sectores económicos y Δ constituye los cambios entre el tiempo t y el tiempo $t + 1$. Por tanto, si quisiéramos representar la ecuación anterior en términos de la proporción del empleo femenino tendríamos que E_{fst} sería el número total de mujeres empleadas en el sector s en el momento t . El primer término de la descomposición representa el impacto de los cambios en la propensión a emplear mujeres dentro de los sectores (*efecto within*), mientras que el segundo captura el impacto de los cambios en la estructura del empleo en todos los sectores (*efecto composition*).

El Cuadro 7 muestra los resultados de la descomposición de los cambios del empleo registrado de la mujer por actividad económica durante agosto 2010 y agosto 2018. En primer lugar, se aprecia un incremento de la proporción de mujeres empleadas en todos los sectores económicos, con mayor incidencia en actividades inmobiliarias/empresariales, hoteles y restaurantes, comercio y construcción. En segundo lugar, la estructura del empleo experimentó algunos cambios: se produjo un aumento del empleo formal privado en comercio y servicios, que estuvo acompañado de una contracción del empleo formal en el sector industrial y en construcción. Como resultado de la descomposición se evidencia que el

efecto *composition* fue positivo (es decir, ayudó al aumento de la proporción laboral de la mujer en el empleo formal), pero muy pequeño (e incluso negativo en algunos sectores) comparado con el efecto *within*.

Al realizar el ejercicio de descomposición de los cambios del empleo registrado femenino por tamaño de empresa, para el mismo periodo se encontraron resultados similares. La proporción de trabajadoras mujeres aumentó en todos los tamaños de empresa con diferentes matices de crecimiento, lo que conllevó al predominio del efecto *within* (mayor dinámica intersectorial para el empleo femenino) en comparación con el efecto *composition* (o cambio estructural de la economía) (Cuadro 8).

Cuadro 7
Perú: descomposición del cambio en el empleo formal privado femenino por actividad económica, agosto 2010 y agosto 2018 (%)

	Participación empleo femenino		Estructura del empleo		ago2010-ago2018		
	ago-10	ago-18	ago-10	ago-18	Within	Composition	Total
Agricultura y pesca	30.4	34.9	7.6	8.6	0.4	0.3	0.7
Minas y canteras	6.8	8.4	3.8	3.0	0.0	-0.1	0.0
Industria manufacturera	28.9	31.4	17.7	14.5	0.4	-0.9	-0.6
Construcción	7.9	12.6	6.6	5.3	0.3	-0.1	0.1
Comercio	36.4	41.1	16.1	16.5	0.8	0.1	0.9
Hoteles y restaurantes	36.5	41.4	3.5	4.3	0.2	0.3	0.5
Transporte, almac. y comun.	23.9	25.6	6.8	8.5	0.1	0.4	0.6
Intermediación financiera	49.3	52.4	3.7	3.8	0.1	0.0	0.2
Actividades inmobili., empre.	28.5	33.7	18.8	20.0	1.0	0.3	1.4
Otros servicios	46.1	49.3	15.4	15.6	0.6	0.1	0.7
Total	31.2	35.6	100.0	100.0	3.9	0.5	4.4

Fuente: MTPE – Planilla Electrónica.

Cuadro 8
Perú: descomposición del cambio en el empleo formal privado femenino por tamaño de empresa, agosto 2010 y agosto 2018 (%)

	Participación empleo femenino		Estructura del empleo		ago2010-ago2018		
	ago-10	ago-18	ago-10	ago-18	Within	Composition	Total
De 1-10 trabajadores	37.4	41.3	20.1	20.1	0.8	0.0	0.8
De 11-100 trabajadores	30.0	34.3	23.5	21.8	1.0	-0.5	0.4
De 101 a más trabajadores	29.6	34.0	56.4	58.1	2.6	0.6	3.2
Total	31.2	35.5	100.0	100.0	4.3	0.1	4.4

Fuente: MTPE - Planilla Electrónica.

Gasparini y Marchionni (2015) explican que los cambios relevantes en la producción y el empleo también pueden ocurrir sin necesidad de variaciones en la estructura sectorial de la economía. Las innovaciones tecnológicas, por ejemplo, pueden transformar la demanda de tareas realizadas por los trabajadores dentro de los sectores y en toda la economía. Incluso los nuevos procesos de producción que requieren tareas más amigables para las mujeres podrían generar un impulso del empleo femenino.

5. Descomposición del cambio en el empleo formal privado regional

La dinámica del empleo formal agregado es el reflejo del comportamiento de los mercados laborales regionales. Además, teniendo en cuenta que existe una alta heterogeneidad productiva regional (OECD, 2016), es conveniente analizar la dinámica del crecimiento del empleo regional. Para ello se utilizará la técnica Shift-Share, que forma parte del análisis de la economía regional. Esta técnica, en su versión clásica, fue desarrollada por Dunn (1960) como un método que permite descomponer las variaciones de una variable económica en sus principales componentes. Centra su objetivo en determinar las causas que explican las diferencias en las tasas de crecimiento de una variable de interés, que en este caso sería el crecimiento del empleo formal privado regional.

El análisis de la descomposición se basa en el principio de diferencias estructurales existentes en economías heterogéneas⁴. Dado que se requiere explicar los cambios en el empleo formal, esto puede ser atribuido inicialmente a las diferentes dotaciones de recursos (Nazara y Hewings, 2004). Operativamente, el cambio del empleo formal en el sector privado puede ser descompuesto en tres componentes: el efecto nacional, que representa la variación conjunta del empleo regional, el efecto sectorial, también denominado cambio estructural, derivado de la interrelación de los sectores productivos atribuible a las diferencias en la composición sectorial de cada región comparado con la estructura nacional, y el efecto regional, conocido también como el efecto competitivo, vinculado al dinamismo que presentan las actividades económicas en una región que reflejan las interrelaciones económicas locales a causa de factores de especialización en la mano de obra (Fernández y Menéndez, 2005). Según Arias

4 Esta técnica es muy utilizada en el análisis regional; sin embargo, ha sido objeto de varias críticas, que van desde la ausencia de un marco teórico hasta las limitaciones inferenciales de sus resultados, motivo por el cual ha sufrido modificaciones y extensiones (Arias y Sánchez, 2013; Fernández y Menéndez, 2005; Dinc *et al.*, 1998). En el presente artículo solo se presenta la versión clásica y estándar del *Shift-Share*.

y Sánchez (2013), la tasa de crecimiento del empleo formal en el sector i ($i = 1, 2, \dots, s$) de la región j ($j = 1, 2, \dots, r$) generado entre los periodos t y $t+1$ puede ser representado como:

$$r_{ij} = \frac{E_{ij}(t+1) - E_{ij}(t)}{E_{ij}(t)} = \frac{\Delta E_{ij}}{E_{ij}(t)}$$

Expresado de otra forma tenemos:

$$\Delta E_{ij} = E_{ij}(t) \cdot r_{ij}$$

La ecuación anterior equivale a:

$$\Delta E_{ij} = E_{ij}(t) \cdot r + [r_i - r] E_{ij}(t) + [r_{ij} - r_i] E_{ij}(t)$$

Donde:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^r [E_{ij}(t+1) - E_{ij}(t)]}{\sum_{i=1}^s \sum_{j=1}^r E_{ij}(t)}$$

$$r_i = \frac{\sum_{j=1}^r [E_{ij}(t+1) - E_{ij}(t)]}{\sum_{j=1}^r E_{ij}(t)}$$

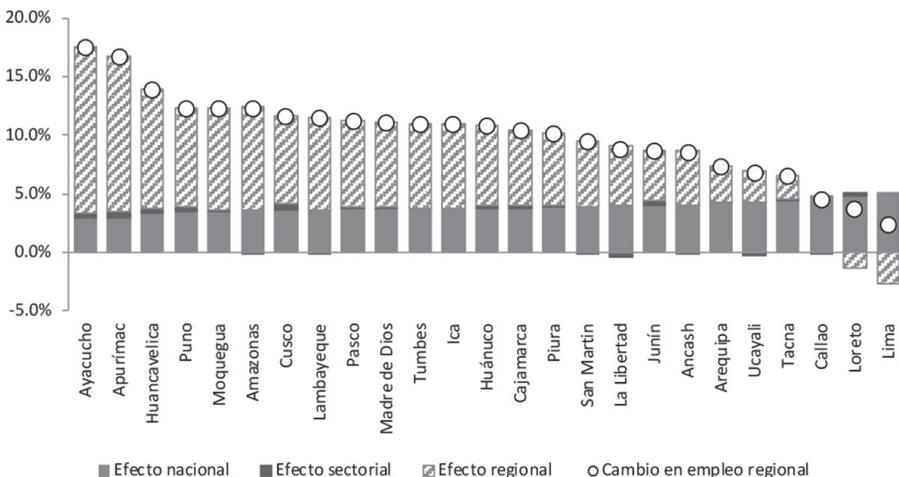
En resumen, ΔE_{ij} representa la variación del empleo formal del sector privado en el sector i de la región j , $E_{ij}(t) \cdot r$ refleja el *efecto nacional*, $[r_i - r] E_{ij}(t)$ constituye el *efecto sectorial* o estructural y $[r_{ij} - r_i] E_{ij}(t)$ mide el *efecto regional* o competitivo. La suma del efecto sectorial y regional es conocida como el *efecto neto*.

Los resultados de la aplicación del análisis clásico del *Shift-Share* se presentan en el Gráfico 8, que contiene la descomposición del cambio en el empleo formal privado en términos de sus efectos nacionales, sectoriales y regionales, para cada una de las 25 regiones del país, obtenido en base a la información de la Planilla Electrónica. Los valores puntuales se muestran

en el Anexo 2. Las estimaciones sugieren que entre agosto 2010 y agosto 2018, en 15 de 25 regiones (principalmente en el Sur) el empleo formal del sector privado creció por encima de 10% en promedio mensual durante todo el periodo.

En la mayoría de las regiones, el crecimiento del empleo registrado privado se explicó fundamentalmente por el efecto regional⁵, es decir, generado por la especialización interna y el dinamismo sectorial de las regiones, en comparación con el dinamismo sectorial nacional, con excepción de Arequipa, Ucayali, Tacna, Callao, Loreto y Lima, donde predominó la relevancia del efecto nacional sobre el regional. En todos los casos, para el periodo de análisis y la fuente de información utilizada, el efecto sectorial fue insignificante, lo cual indicaría que no hay espacio para hablar sobre la posibilidad de un cambio estructural en las regiones.

Gráfico 8: Perú, Descomposición del cambio en el empleo formal privado regional, agosto 2010 y agosto 2018 (%)



Fuente: MTPE – Planilla Electrónica

6. Conclusiones

La evidencia permite sugerir que durante el periodo comprendido entre agosto de 2010 y agosto de 2018, la evolución del empleo formal del sector privado ha pasado por tres

⁵ Si bien los resultados agregados no permiten apreciar los resultados sectoriales, las actividades con mayor crecimiento e incidencia en el empleo formal privado son las relacionadas a servicios y comercio.

momentos destacables con diferentes ritmos de crecimiento. El primero entre agosto 2010 y agosto 2013, cuando creció en 9.1% promedio mensual; el segundo, desde septiembre de 2013 hasta agosto de 2017, con un crecimiento moderado de 2.4% promedio mensual, y el tercero, entre septiembre de 2017 y agosto de 2018 (fase de recuperación del empleo formal privado), con un crecimiento de 4.0% promedio mensual.

Para este periodo se evidencia que no hay cambios o quiebres estructurales significativos en las tendencias del empleo formal del sector privado del país. No obstante, se han registrado algunos síntomas a considerar. Por ejemplo, una reducción en la brecha de la proporción laboral a favor de las mujeres en la planilla y una consolidación de los adultos con 30 y más años de edad; así como un aumento en la proporción de trabajadores con educación técnica y dedicados a la actividad de servicios, en contraste con la participación de trabajadores en el sector industrial.

Por ende, en estos últimos ocho años, las estructuras del empleo formal del sector privado por género, edad, nivel educativo, actividad económica y tamaño de empresa se mantuvieron sin mayores cambios significativos. A pesar de ello, la radiografía más actual de la formalización indicaría que, según datos de la Planilla Electrónica a agosto de 2018, el empleo formal registrado por el sector privado tuvo rostro masculino (64.4%), predominó en adultos de 30 a más años de edad (69.9%), se caracterizó por estar presente en trabajadores de bajo nivel educativo (51.3% contó con educación hasta secundaria), con elevada concentración en las actividades terciarias de servicios (52.3%) y comercio (16.7%), principalmente, en empresas de 101 a más trabajadores (57.8%).

Los resultados de la descomposición de los cambios en el empleo registrado femenino por actividad económica, para el periodo comprendido entre agosto de 2010 y agosto de 2018, sugieren que más del 88% del aumento de la proporción del empleo de la mujer (4.4 puntos porcentuales) fue explicado básicamente por el dinamismo intersectorial (*efecto within*) y no por cambios estructurales del mercado laboral, es decir, se registró una intensiva contratación de mano de obra femenina en todos los sectores económicos, con mayor intensidad en las actividades inmobiliarias/empresariales, hoteles y restaurantes, comercio y construcción. Se obtuvo un predominio similar del *efecto within* con la descomposición de los cambios en el

empleo registrado por tamaño de empresa, con un mayor aporte de las empresas de mayor tamaño.

En cuanto al análisis regional clásico del *Shift-Share*, la evidencia señala que, entre agosto de 2010 y agosto de 2018, en 15 de 25 regiones (principalmente en el Sur) el empleo formal creció por encima de 10% en promedio mensual durante todo el periodo de análisis. En la mayoría de ellas el crecimiento del empleo formal registrado se explicó fundamentalmente por el efecto regional, es decir, generado por la especialización interna y el dinamismo sectorial de las regiones, en comparación con el dinamismo sectorial nacional, con excepción de Arequipa, Ucayali, Tacna, Callao, Loreto y Lima, donde predominó la relevancia del efecto nacional sobre el regional. Dado que el efecto sectorial fue muy pequeño -para este periodo de análisis y fuente de información utilizada- no hay espacio para hablar sobre la posibilidad de un cambio estructural en las regiones.

Fecha de recepción: 24 de junio de 2019

Fecha de aceptación: 16 de septiembre de 2019

Manejado por ABCE/SEBOL/IISEC

Referencias

1. Arias, R. y Sánchez, L. (2013). "Análisis de la dinámica regional del empleo utilizando el modelo Shift Share espacialmente modificado en la Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica para el periodo 2000-2011". *Revista Ciencias Económicas* 31 (2), 135-156.
2. Banco Mundial (2008). *Peru: Trajectories towards Formality*. Report No. 43737-PE. Poverty Reduction and Economic Management Bolivia, Ecuador, Peru and Venezuela Country Management Unit Latin America and the Caribbean Region.
3. Chacaltana, J. (2016). "Perú, 2002-2012: crecimiento, cambio estructural y formalización". *Revista CEPAL*. 119, 47-68.
4. Dinc, M., Haynes, K. y Qiangsheng, L. (1998). "A Comparative Evaluation of Shift-Share Models and Their Extensions". *Australasian Journal of Regional Studies*, 4(2), 275-302.
5. Dunn, E. (1960). "A statistical and analytical technique for regional analysis". *Papers and Proceedings of the Regional Science Association*. 6, 97-112.
6. Fernández, M. y Menéndez, A. (2005). "The spatial shift-share analysis – new developments and some findings for the Spanish case". 45th Congress of the European Regional Science Association. European Regional Science Association (ERSA).
7. Gasparini, L. y Marchionni, M. (2015). *Bridging gender gaps? The rise and deceleration of female labor force participation in Latin America*. Buenos Aires: CEDLAS.
8. INEI (2018). "Producción y empleo informal en el Perú, Cuenta satélite de la economía informal 2007-2017". Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú.
9. Medina, F. y Galván, M. (2008). "Descomposición del coeficiente de Gini por fuentes de ingreso: evidencia empírica para América Latina, 1999-2005". Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos, N° 63, CEPAL.
10. MTPE (2018). "Informe anual del empleo 2017". Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, Perú.
11. Nazara, S. y Hewings, G. (2004). "Spatial Structure and Taxonomy of Decomposition in shift-share analysis". *Growth and Change*, 35 (4), 476-490.
12. OECD (2016). *OECD Territorial Reviews: Peru 2016*, OECD Publishing, Paris. Recuperado de <https://doi.org/10.1787/9789264262904-en>
13. Ruiz-Arranz, M. y Deza, M. C. (2018). "Creciendo con productividad. Una agenda para la región andina". Banco Interamericano de Desarrollo.

Anexos

Anexo 1

Perú: Definiciones operativas de la formalización del empleo

En la actualidad existen diferentes metodologías para medir la informalidad y por defecto la formalidad del empleo. A continuación, se describen los enfoques utilizados en el presente artículo.

- ♦ Banco Mundial (BM). Cuantifica la informalidad desde un punto de vista productivo y legal. La *definición productiva* centra su análisis en trabajadores asalariados en pequeñas firmas (menos de cinco trabajadores), personas autoempleadas no profesionales y trabajadores sin ingresos laborales. Asimismo, considera a una empresa pequeña si emplea a menos de cinco trabajadores. En cambio, la *definición legalista* hace referencia al acceso a los servicios de protección social (salud y pensión de jubilación) (Banco Mundial, 2008).
- ♦ Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Considera la informalidad desde el punto de vista legal, es decir, el incumplimiento o el cumplimiento parcial de las regulaciones laborales y tributarias por parte de las empresas o individuos. En un reciente estudio indica que la informalidad laboral es el número de *trabajadores que no realizan contribuciones a planes jubilatorios o que no están afiliados* (Ruiz-Arranz y Deza, 2018). El BID, a través del Sistema de Información de Mercados Laborales y Seguridad Social, pone a disposición diferentes indicadores de informalidad y formalidad laboral.
- ♦ Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Considera empleo formal a todos aquellos *empleos que cuentan con los beneficios laborales* estipulados en la Ley como el acceso a la seguridad social pagada por el empleador, vacaciones pagadas, licencia por enfermedad, etc. Incorpora las recomendaciones generales de la Organización Internacional de Trabajo. INEI (2018).
- ♦ Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE). Centra su análisis en actividades sujetas a regulación laboral vinculadas al segmento asalariado privado. Define informalidad laboral de los asalariados privados como el porcentaje de asalariados privados (empleados y obreros) sin contrato laboral (incluye locadores de servicios). MTPE (2018).

Anexo 2

Perú: descomposición del cambio en el empleo formal
privado regional, agosto 2010 y agosto 2018 (%)

	Efectos			Cambio en el empleo regional
	Nacional	Sectorial	Regional	
Ayacucho	2.9	0.4	14.3	17.6
Apurímac	3.0	0.5	13.3	16.8
Huancavelica	3.4	0.4	10.2	13.9
Puno	3.5	0.3	8.5	12.4
Moquegua	3.6	0.1	8.7	12.3
Amazonas	3.6	-0.1	8.9	12.3
Cusco	3.6	0.5	7.5	11.7
Lambayeque	3.7	-0.1	7.9	11.5
Pasco	3.7	0.2	7.4	11.3
Madre de Dios	3.7	0.2	7.2	11.1
Tumbes	3.7	0.1	7.3	11.0
Ica	3.7	0.1	7.2	11.0
Huánuco	3.7	0.2	7.0	10.9
Cajamarca	3.8	0.3	6.3	10.4
Piura	3.8	0.1	6.2	10.2
San Martín	3.9	0.0	5.6	9.5
La Libertad	4.0	-0.3	5.1	8.8
Junín	4.0	0.4	4.3	8.7
Ancash	4.1	-0.1	4.6	8.6
Arequipa	4.2	0.1	3.1	7.4
Ucayali	4.3	-0.2	2.7	6.8
Tacna	4.4	0.2	1.9	6.6
Callao	4.7	-0.1	0.0	4.6
Loreto	4.8	0.3	-1.4	3.7
Lima	5.1	0.0	-2.6	2.4

Fuente: MTPE-Planilla Electrónica

Shocks de precios internacionales bajo incertidumbre estocástica

International Prices Shocks under Stochastic Uncertainty

*Samuel Alarcón Gambarte**

Resumen

América Latina ha experimentado un contexto de alta volatilidad en sus términos de intercambio durante los últimos años. Para analizar este fenómeno, se aporta una nueva forma de modelar los precios externos, que busca capturar la incertidumbre del mercado internacional. Se construye un modelo de equilibrio general dinámico estocástico y se estima con datos de Bolivia. Finalmente, se realiza una simulación introduciendo un shock de precios de exportación y analizando tres escenarios diferentes: convencional, bajo shock de persistencia y bajo shock de varianza. Se analizan los mecanismos macroeconómicos de transmisión ante los shocks externos y cómo los agentes económicos reaccionan a cambios en la incertidumbre.

Palabras clave: Macroeconomía de la economía abierta, fluctuaciones y ciclo económico.

Abstract

Latin America has experienced a context of high volatility in its terms of trade during recent years. To analyze this phenomenon, a new way of modeling external prices that seeks to capture the uncertainty of the international market is provided. A stochastic dynamic general

* Economista Investigador y Consultor con Maestría en Economía en Georgetown University (Estados Unidos) y Universidad Alberto Hurtado (Chile). Domeyko #1955, Santiago-Chile. Asistente de Investigación en Universidad Alberto Hurtado (+56) 961656735.
Contactos: samuelalarcong@gmail.com. <https://samuelalarcong.wixsite.com/economist>

equilibrium model is constructed and estimated with data from Bolivia. Finally, a simulation is carried out introducing an export price shock and analyzing three different scenarios: conventional, under persistence shock and variance shock. It is analyzed the macroeconomic mechanisms of transmission in the face of external shocks and how economic agents react to changes in uncertainty.

Keywords: Macroeconomics of the open economy, fluctuations and economic cycle.

Clasificación/Classification JEL: F41, E32.

1. Introducción

Según la literatura convencional, los shocks de términos de intercambio son importantes determinantes del ciclo económico en pequeñas economías abiertas. Se ha analizado este tema a través de modelos teóricos calibrados y empíricos, donde los precios internacionales son tratados como procesos exógenos y como la fuente estocástica. Estos modelos de términos de intercambio no han logrado capturar dos características importantes de los shocks en precios externos: incertidumbre respecto a su volatilidad y a su persistencia.

Los shocks de volatilidad son un componente importante a la hora de explicar las fluctuaciones de términos de intercambio. Fernández-Villaverde y Rubio-Ramírez (2010) demuestran que una aproximación más creíble de este tipo de procesos estocásticos supondría que la varianza sea variable. Por otro lado, la incertidumbre respecto a la duración del shock de precios externos, es decir, la incertidumbre respecto al tiempo que tardaría en converger al nivel de equilibrio de estado estacionario (persistencia) tampoco se ha modelado. Tanto la volatilidad como la persistencia estocástica tienen implicancias en las decisiones económicas de los agentes representativos cuando se produce un shock de precios internacionales.

La presente investigación aporta una forma alternativa de modelar los términos de intercambio incorporando estos dos componentes. En particular, este artículo trata a la persistencia y varianza no como constantes predeterminadas sino como procesos estocásticos. Se construye un modelo de equilibrio general dinámico estocástico multisectorial compuesto por empresas productoras de bienes exportables, importables y no transables y familias. Se estima los parámetros usando datos de Bolivia y se realiza una simulación introduciendo un

shock de precios de exportación y analizando tres escenarios. Primero, una perturbación temporal de los precios de exportación (shock convencional). Segundo, un shock convencional y de varianza (shock de volatilidad). Tercero, perturbación en precios de exportación y de persistencia (shock de persistencia).

Los resultados muestran que los tres tipos de shocks generan efectos contra ciclos sobre la producción final en el mediano plazo y transferencia de factores productivos (fuerza laboral) al sector de bienes exportables. Asimismo, la incertidumbre estocástica tanto por el lado de la persistencia como de la volatilidad estocástica neutraliza parcialmente el impacto de los shocks de precios de exportación. En adición, los shocks de persistencia generan un impacto más duradero en el tiempo.

El resto del artículo está organizado como sigue: en la sección 2 se presenta una revisión de la literatura. El análisis de los hechos estilizados de términos de intercambio y precios externos es discutido en la sección 3. En la sección 4 se realiza la construcción del modelo de precios externos con su respectiva solución. La sección 5 corresponde a la estimación y al tratamiento de los parámetros. Los resultados y conclusiones se presentan en las secciones 6 y 7 respectivamente.

2. Revisión de la literatura

Este artículo está relacionado principalmente con dos líneas de la literatura. Primero, el análisis del impacto de los shocks de precios externos y los principales mecanismos de transmisión sobre las variables macroeconómicas de un país. Segundo, la modelación del comportamiento de los términos de intercambio en un contexto de modelos de equilibrio general de economías abiertas, donde los shocks de precios internacionales son una fuente estocástica del modelo. Bajo la primera línea de investigación, la incidencia de los términos de intercambio ha sido ampliamente analizada por la literatura en macroeconomía internacional a partir de modelos keynesianos, empíricos y de equilibrio general.

A partir de los estudios de Harberger (1950) y Laursen y Metzler (1950) se analizó, bajo un enfoque keynesiano, cómo los términos de intercambio inciden en las exportaciones netas, la cuenta corriente y la actividad económica. Como resultado, el efecto conocido como Harberger-Laursen-Metzler (HLM) indica que, ante un shock negativo de términos de

intercambio, las exportaciones netas y el ingreso nacional disminuyen, y como consecuencia el ahorro nacional se contrae. Por su parte, Obstfeld (1981) y Svensson y Razin (1983), empleando un modelo inter-temporal bajo previsión perfecta de la cuenta corriente, sostienen que el efecto HLM está activo bajo un shock temporal y es ambiguo cuando la perturbación es permanente. Actualmente esto se conoce como el efecto Obstfeld-Razin-Svensson (ORS).

Desde el punto de vista empírico, los modelos de vectores autorregresivos estructurales (SVAR) se han utilizado en la literatura para analizar la conexión entre términos de intercambio y ciclo económico. Un conjunto de esta literatura se ha enfocado en analizar la interacción entre los shocks del precio de petróleo sobre el ciclo económico y otro grupo de investigaciones ha analizado el impacto de los precios de los commodities.

En el primer caso, Bernanke *et al.* (1997) analizan la interacción entre los shocks de precios de petróleo y la política monetaria en Estados Unidos, mientras que Kilian (2008, 2009), Kilian y Lewis (2011) y Lombardi *et al.* (2012) estudian las implicaciones macroeconómicas de las perturbaciones en los precios del petróleo en dicho país. Por su parte, Blanchard y Galí (2007) estiman un modelo SVAR para un conjunto de economías industrializadas tras la crisis de los precios del petróleo de los años 70, sosteniendo que mercados laborales más flexibles y una política monetaria más estricta pueden atenuar los cambios en la inflación y la producción causados por variaciones exógenas del precio del petróleo.

En el caso de los shocks de precios de *commodities*, Deaton y Miller (1995) y Raddatz (2007), empleando la metodología VAR, encuentran un efecto positivo sobre el ingreso de buenos precios de *commodities* en el corto plazo. Broda (2001,2003) sostiene la existencia de un efecto diferenciado en economías con tipo de cambio fijo y flexible. En el mismo sentido, Collier y Goderis (2012) analizan la relación de estos shocks externos con el ciclo económico, introduciendo un impacto diferenciado en el corto y largo plazo, con un modelo de corrección de errores.

Camacho y Pérez-Quirós (2014) investigan la interacción entre estos precios y el crecimiento económico para un conjunto de países latinoamericanos, a través de la estimación de un modelo Switching Márkov, demostrando que estos shocks son procíclicos y que las consecuencias macroeconómicas dependen del tamaño y signo de la perturbación, así como el estado de la economía. En la misma línea, Gruss (2014) emplea un modelo autorregresivo

global (GVAR) para 12 economías exportadoras de América Latina y el Caribe, para explicar la ralentización del crecimiento económico tras el fin del boom de precios internacionales. Como resultado, encuentran una relación directa entre las fluctuaciones de precios externos y el crecimiento económico.

A partir del trabajo seminal de Mendoza (1995) y posteriores aportes de Schmitt-Grohé y Uribe (2003, 2018) se han empleado modelos de equilibrio dinámico estocástico (DSGE) para el estudio del nexo entre términos de intercambio y ciclo económico. Con un modelo inter-temporal de tres sectores, calibrado para países industrializados y en desarrollo, Mendoza concluye que estos shocks explican un 50% de la variabilidad del PIB. Kose y Riezman (2001) y Kose (2002) sostienen que en países en desarrollo los shocks de precios internacionales constituyen una parte significativa de los cambios en el ciclo económico, mientras García-Cicco *et al.* (2010) sostienen que el impacto de los shocks externos depende del grado de fricciones financieras.

Bodenstein *et al.* (2011) emplean un modelo compuesto por un país exportador y uno importador neto de petróleo, bajo un enfoque de modelo de equilibrio general, para explicar los efectos macroeconómicos de fluctuaciones endógenas del precio del petróleo. Bajo un escenario de fricciones financieras, un incremento del precio del petróleo causa un efecto positivo en el país exportador y una desaceleración en el país importador. Recientemente, Fornero y Kirchner (2018) observan que, pese a la recuperación que han tenido los precios internacionales en los últimos años, las cuentas externas no han reportado una mejora proporcional debido al rol de la información imperfecta e incertidumbre de la persistencia de los precios externos.

La literatura también presenta el contraste entre modelos teóricos y modelos empíricos. Aguirre (2011) estima un modelo SVAR para 15 países emergentes, encontrando que los términos de intercambio explican un 5% de la variabilidad del PIB, mientras que con un modelo DSGE se tiende a sobrestimar el efecto. Por su parte, Fernández *et al.* (2018) encuentran, con un modelo DSGE estimado para Brasil, Chile, Colombia y Perú, una variabilidad de un 42% del PIB y un 49% con un modelo SVAR. Por su lado, Shousha (2016) centra su análisis bajo fricciones y financieras y Fornero *et al.* (2016) en la persistencia del shock y el rol de las metas de inflación, el régimen cambiario y las reglas fiscales. Schmitt-Grohé y Uribe (2018),

usando un modelo SVAR para 38 países emergentes y en desarrollo, encuentran que estos shocks explican el 10% de los movimientos de la producción; sin embargo, con un modelo de equilibrio general obtuvieron una mayor volatilidad de la producción.

Un segundo grupo de trabajos con los que la presente investigación está relacionada son aquéllos que han modelado los términos de intercambio en un contexto de modelos de equilibrio general como procesos estocásticos. En base a Mendoza (1995), la mayor parte de la literatura ha modelado los términos de intercambio como procesos exógenos autorregresivos que están sujetos a perturbaciones estocásticas. Schmitt-Grohe y Uribe (2018) plantean un modelo autorregresivo de orden 1 (AR1), Gómez-González y Rees (2013) modelan los precios externos de igual manera, pero introducen heterocedasticidad, mientras que Fernández *et. al* (2018) introducen un factor latente y resiliencia. Por su parte, Fornero y Kirchner (2018) añaden un componente temporal y uno permanente.

Como consecuencia de la alta volatilidad de los precios internacionales, un número de investigaciones ha incorporado la volatilidad estocástica de los términos de intercambio. Easterly *et al.* (2000), Bleaney y Greenaway (2001), Blattman *et al.* (2007) y Cavalcanti, Mohaddes y Raissi (2015) han estudiado la interacción entre la volatilidad y el crecimiento económico, y Andrews y Rees (2009) presentan evidencia de un efecto significativo sobre la variabilidad de la inflación y el consumo. Gómez-González y Rees (2013) encuentran una relación positiva entre un incremento en la volatilidad de términos de intercambio y la cuenta corriente, y negativa con la demanda interna.

Respecto a la persistencia estocástica, Farías y Alves da Silva (2017) plantean un contexto en el que una parte de los shocks externos pueden ser predichos. Con este objetivo plantean un proceso exógeno de precios externo autorregresivo e incorporan shocks aleatorios predecibles y no anticipados, lo que hace que la persistencia del shock sea aleatoria. Por su parte, Fornero y Kirchner (2018) plantean un modelo de información imperfecta en la persistencia para explicar los precios de los *commodities*, asumiendo que el precio internacional tiene un componente temporal y otro permanente. De esta manera, los autores introducen incertidumbre respecto a la persistencia.

3. Hechos estilizados

Como se puede ver en el gráfico 1, a partir del año 2000 se inicia una fase expansiva en los cuatro principales índices de precios internacionales¹: *commodities*, alimentos, metales y energía. Este periodo se ha caracterizado por un boom de precios internacionales y un alto nivel de volatilidad. Fernández *et al.* (2018) han denominado al periodo mencionado como “*the Commodities Roller Coaster*” para caracterizar las importantes fluctuaciones en los precios internacionales.



Fuente: Elaboración propia con datos del Fondo Monetario Internacional.

¹ El año base es 2016. El índice de precios de los *commodities* incluye precios de combustibles y no combustibles. El índice de alimentos incluye cereales, aceites vegetales, carne, mariscos, azúcar y otros alimentos. Respecto a los metales, se considera el índice de precios de los metales y el índice de metales preciosos. Finalmente, en energía se incluye el índice de combustible, el precio de petróleo crudo, el gas natural, el carbón y el propano.

Este fenómeno ha incidido en el ciclo económico de economías de la región a través de cambios en sus términos de intercambio, así como periodos de alta y baja volatilidad en sus precios externos.

Con el fin de analizar el comportamiento de la volatilidad de los precios externos lo largo de estos años, se construye una serie temporal para la varianza a través de una ventana muestral móvil para los términos de intercambio de un conjunto de países Latinoamericanos seleccionados. El método consiste en calcular la varianza inicial para una submuestra de 180 datos de enero de 1990 a enero de 2005; posteriormente se mueve la muestra un mes en adelante y se vuelve a calcular con la nueva submuestra de febrero de 1990 a febrero de 2005, y así sucesivamente. De esta forma se obtiene el comportamiento de la varianza a lo largo del tiempo.

De la misma forma, se aplica el método de ventana muestral móvil a la autocorrelación de los términos de intercambio para Chile, Bolivia, Perú, Colombia, Argentina y Brasil, para ver el comportamiento de la persistencia de los precios externos en los años seleccionados. Se aplica el método de Ventana Muestral Móvil a la autocorrelación de los términos de intercambio para Chile, Bolivia, Perú, Colombia, Argentina y Brasil.

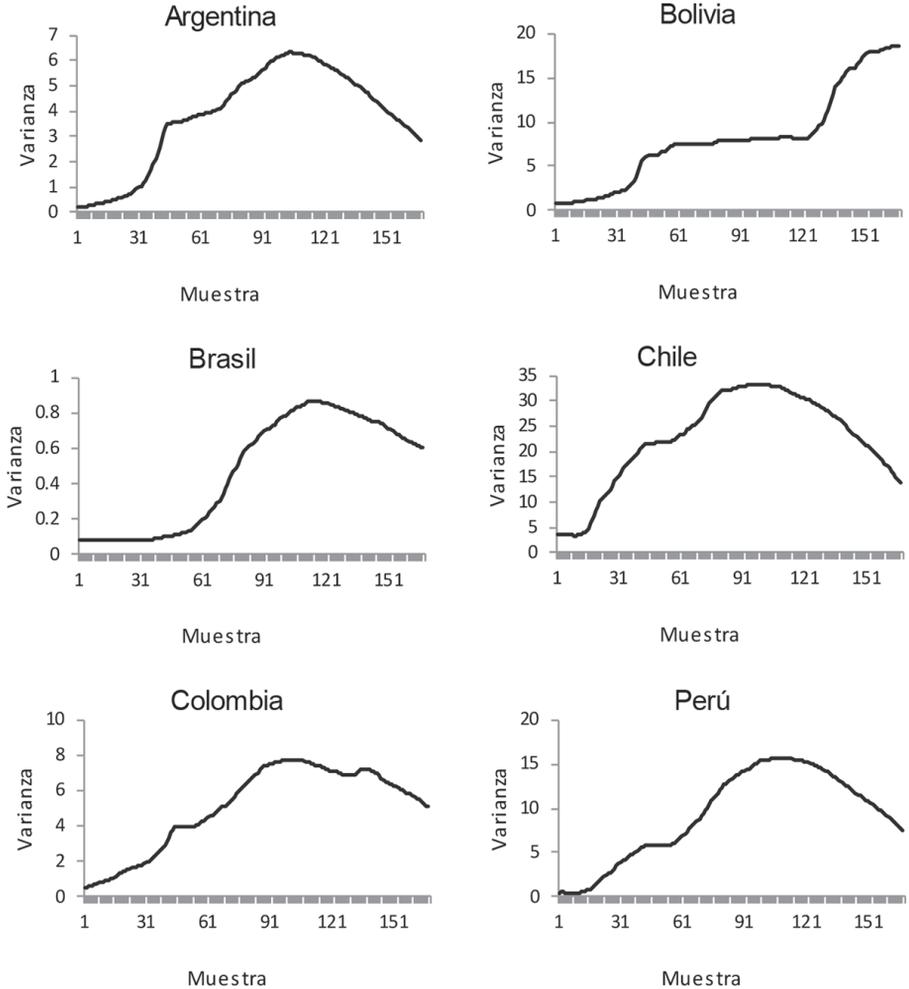
Como se puede ver en el gráfico 2, la varianza de los términos de intercambio se ha comportado de forma variable. Chile, Perú, Argentina y Colombia presentan una varianza temporal creciente, la cual refleja un aumento de la volatilidad de los términos de intercambio. Bolivia y Brasil también presentaron un incremento en la varianza temporal, pero menos pronunciado.

El gráfico 3 presenta la evolución temporal de la autocorrelación, que tiene un comportamiento variable durante estos años, fluctuando en el intervalo entre 0 y 1. Por tanto, existe evidencia de que la persistencia ha cambiado a lo largo del tiempo producto de shocks exógenos.

Esta evidencia justifica la introducción de una varianza y una autocorrelación de variables. Una forma de internalizar esta incertidumbre con respecto a la duración del shock dentro de la ecuación de precios internacionales es a través de la persistencia estocástica, lo que implica que la duración del ciclo es variable y está sujeta a shocks aleatorios. Además, se incluye la

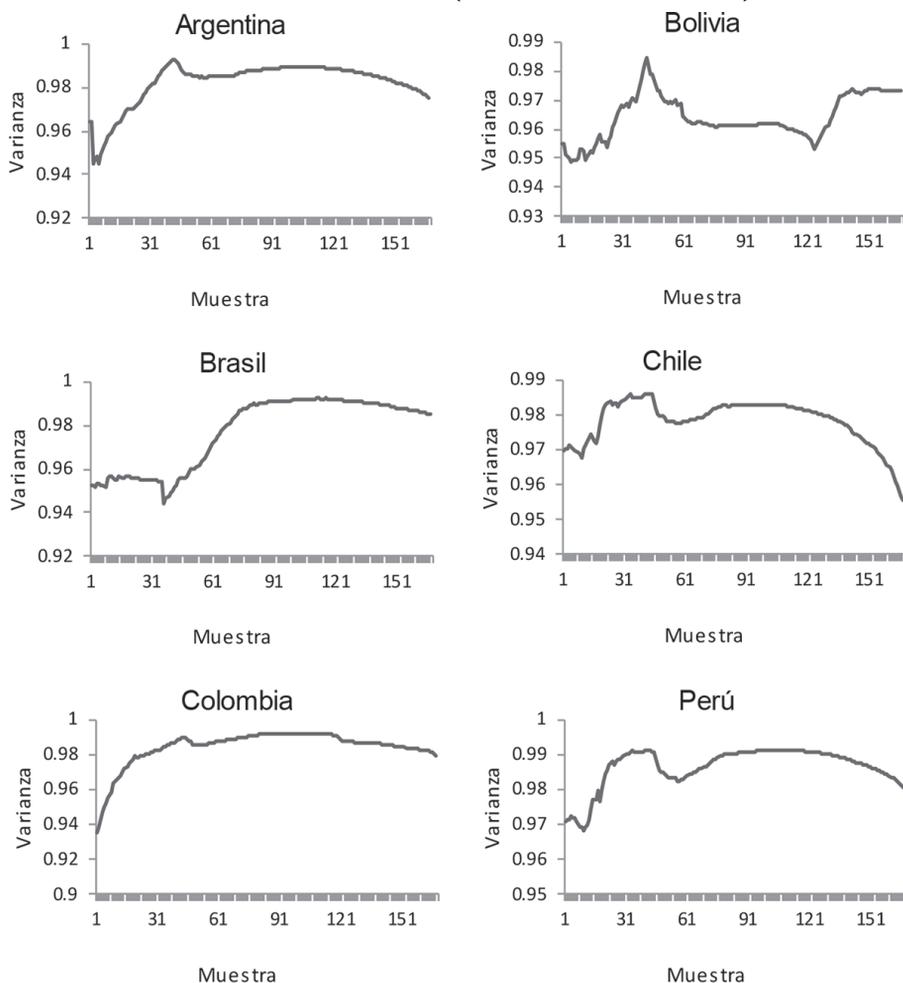
volatilidad estocástica para justificar los marcados cambios en volatilidad de los términos de intercambio.

Gráfico 2: Varianza con ventana muestral móvil de los términos de intercambio, 1990-2018 (índice año base 2016=100)



Fuente: Elaboración propia con datos del Fondo Monetario Internacional.

Gráfico 3: Autocorrelación con ventana muestral móvil de los términos de intercambio, 1990-2018 (índice año base 2016=100)



Fuente: Elaboración propia con datos del Fondo Monetario Internacional.

4. Modelo

El modelo teórico sigue la línea de Mendoza (1995) y Schmitt-Grohe y Uribe (2018). Se caracteriza por ser una pequeña economía abierta que toma como dados los precios

internacionales. Existen tres agentes económicos: familias, empresas y sector externo. Se contribuye con un modelo de precios internacionales bajo incertidumbre estocástica que está sujeto a shocks convencionales, de persistencia y volatilidad.

Las empresas se pueden diferenciar en tres grupos: productoras de bienes con características importables, exportables y no transables. Estas empresas deciden sus niveles óptimos de trabajo y capital que maximizan sus beneficios para definir su nivel de producción. Se agrega la producción de bienes transables como la combinación de bienes exportables e importables. Finalmente, la producción final resulta de la agregación de bienes transables y no transables.

Las familias deciden las horas de trabajo, capital y consumo para alcanzar el máximo nivel de utilidad. Estos agentes pueden ofrecer sus factores productivos a cualquiera de los tres sectores básicos de producción. El ingreso que perciben está compuesto por la remuneración de su trabajo (salario) y por la rentabilidad de su capital (interés); estos recursos son empleados para comprar bienes a las empresas productoras de bienes finales.

El sector externo determina de forma exógena los precios internacionales. En esta economía, se modelan los precios de exportación e importación como procesos autorregresivos que a su vez determinan los términos de intercambio. Estas variables externas están sujetas a shocks de volatilidad, de persistencia estocástica y convencionales que afectan las decisiones de inversión de las empresas, así como los niveles de consumo y trabajo determinados por las familias.

La presente investigación emplea el modelo de economía pequeña, abierta y en desarrollo de Schmitt-Grohe y Uribe (2018), y aporta una forma alternativa de representar los precios internacionales, de manera que se incluya la incertidumbre de los mercados internacionales con respecto a la persistencia y volatilidad de los precios externos. La construcción matemática y los detalles del modelo de equilibrio general se desarrollan en el Anexo 1.

4.1. Precios internacionales

Schmitt-Grohe y Uribe (2018) sostienen que economías pequeñas y abiertas juegan un pequeño rol en la determinación de los precios de exportación e importación, y por ende sus

términos de intercambio son exógenos. En ese sentido, se modelan los precios internacionales como procesos autorregresivos de primer orden representados por la siguiente ecuación²:

$$\log(p_t^j) = \rho_t^j \log(p_{t-1}^j) + \Gamma_t^j e_t^j \quad ; \forall j = x, m \quad (1)$$

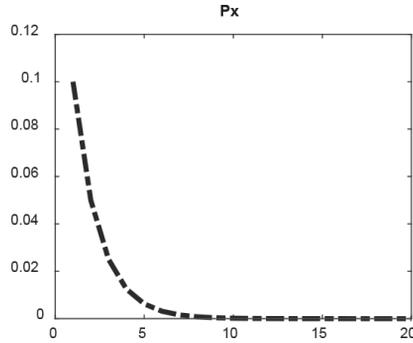
Donde $p_t^j > 0$, $\rho_t^j \in (-1, 1)$, $\Gamma_t^j > 0$ y $e_t^j \sim N(0, 1)$. Se contribuye a la naturaleza del comportamiento del precio externo introduciendo dos fenómenos característicos de estas series de tiempo: persistencia, capturada por el coeficiente autorregresivo ρ_t^j y volatilidad estocástica, asociada con la varianza Γ_t^j .

La ecuación (1) representa la parte del modelo que se determina exógenamente, a través de la cual se introducen perturbaciones a la economía. Esta forma de modelar los términos de intercambio permite introducir tres tipos de shocks: shock convencional, de persistencia y de volatilidad. De esta manera se pueden realizar tres ejercicios de simulación con respecto a shocks de precios internacionales. A continuación, se detallan la naturaleza y los mecanismos de transmisión de los tres casos respectivos.

4.1.1. Caso 1: shock convencional

En el Gráfico 4 se muestra el comportamiento de un shock temporal de precios de exportación en el tiempo 0 con una magnitud del 1% y durante 20 periodos. Bajo este escenario, no existe incertidumbre con respecto a la volatilidad y persistencia de los precios internacionales. El shock genera un desvío positivo de los precios de exportación con respecto a su valor de estado estacionario y converge de forma regular a partir del periodo 5.

² Esto implica que las ecuaciones de precios internacionales indexadas con j corresponden tanto para el precio de exportaciones como el de importaciones.

Gráfico 4: Shock convencional de precios de exportación

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Caso 2: shock de persistencia

Con el fin de incorporar la persistencia estocástica a la ecuación de los precios internacionales, se considera al coeficiente autorregresivo ρ_t^j como una variable. De esta manera se puede capturar la incertidumbre respecto a la persistencia temporal del ciclo causado por el shock internacional. En este caso, cuando se produce un shock de precios de exportación o importación, los agentes económicos tienen incertidumbre respecto a la duración de la perturbación. A esto se denomina shock de persistencia. Matemáticamente, esta variable ρ_t^j está sujeta a la restricción:

$$\rho_t^j = \frac{1}{1 + e^{\Phi_t^j}} ; \forall j = x, m \quad (2)$$

La ecuación (2) garantiza que el ρ_t^j esté comprendido entre -1 y 1, por lo que el proceso autorregresivo no es explosivo. Asimismo, se utiliza una expresión de estado no observable para introducir los shocks de persistencia transitorios:

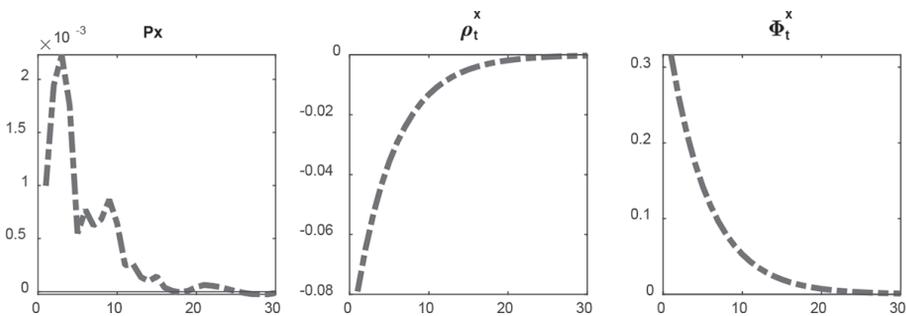
$$\log(\Phi_t^j) = \theta_0^j + \theta_1^j \log(\Phi_{t-1}^j) + e_{2t}^j ; \forall j = x, m \quad (3)$$

Donde, $\theta_1^j \in (-1, 1)$ y $e_{2t}^j \sim N(0, 1)$. El Gráfico 5 muestra la forma en que opera un shock de persistencia con las funciones impulso respuesta a 30 periodos.

Primeramente, se introduce un shock de precios de exportación del 1% en el error e_1^x de la ecuación (1), y una variación del 10% en e_2^x de la expresión (3), ambos en el tiempo 0, de forma simultánea y temporal. En primera instancia, Φ_t^x se desvía positivamente de su valor de estado estacionario; asimismo, este cambio altera el valor de la restricción (2) y genera un cambio en ρ_t^j , que está comprendido entre -1 y 1. Finalmente, la perturbación sobre ρ_t^j cambia la persistencia de los precios de exportación y el shock en niveles incrementa los precios de exportación.

El efecto final es una perturbación convencional de precios de exportación acompañada de una variación en la persistencia. Como consecuencia, los precios de exportación se desvían positivamente del valor de estado estacionario; sin embargo, este cambio es menor con respecto al caso convencional, aunque más duradero. Nótese que la serie de precios de exportación convergen a partir del periodo 10, lo que implica que la duración del shock de persistencia es aproximadamente el doble con relación al caso 1, pero de menor magnitud.

Gráfico 5: Shock de persistencia de precios de exportación



Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Caso 3: shock de volatilidad

Siguiendo a Fernández-Villaverde y Rubio-Ramírez (2010) respecto a volatilidad estocástica y procesos temporales heterocedásticos, se plantea la existencia de una varianza variable en el comportamiento de los precios internacionales y se modela con la variable Γ_t^j .

Este cambio busca capturar los cambios de volatilidad de los términos de intercambio reflejados en periodos de alta y baja volatilidad a lo largo del tiempo. Así como en el caso anterior, Γ_t^j está sujeta a su respectiva restricción matemática:

$$\Gamma_t^j = e^{\pi_t^j} \quad ; \forall j = x, m \quad (4)$$

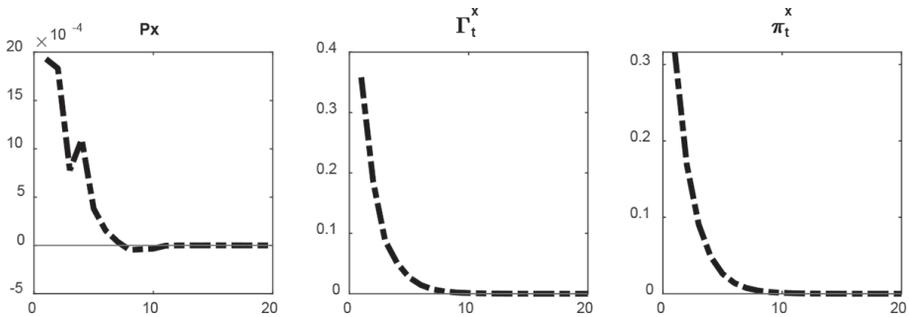
Esto último define a la varianza como positiva. Para modelar el comportamiento de π_t^j se introduce un proceso autorregresivo para un estado no observado, y así poder introducir un shock en varianza. Dicha expresión toma la siguiente forma:

$$\log(\pi_t^j) = \tau_0^j + \tau_1^j \log(\pi_{t-1}^j) + e_3^j \quad ; \forall j = x, m \quad (5)$$

Donde, $\tau_1^j \in (-1, 1)$ y $e_3^j \sim N(0, 1)$. El Gráfico 6 presenta la dinámica y mecanismos de transmisión de un shock de volatilidad a través de las funciones impulso respuesta a 20 periodos.

De forma simultánea y temporal se generan dos shocks de 1% y 10% en los errores e_1^x (1) y e_3^x (5), respectivamente. Como resultado, π_t^j experimenta un incremento en su valor con respecto a su estado estacionario; la perturbación entra en la restricción (4) y genera un cambio en la varianza que es definido como positivo. Finalmente, el shock en precios de exportación en niveles y sobre volatilidad opera de forma paralela sobre los precios externos, generando una desviación positiva de menor magnitud que en los casos 1 y 2, pero con un tiempo de convergencia mayor con respecto al shock convencional.

Gráfico 6: Shock de volatilidad de precios de exportación



Fuente: Elaboración propia.

5. Estimación híbrida: máxima verosimilitud y método bayesiano

El modelo puede dividirse en dos partes. Primero, el submodelo formado por el set de ecuaciones que identifican el proceso de los precios internacionales que es definido exógeno. Segundo, las ecuaciones que representan las ofertas de trabajo, ecuaciones de Euler, funciones de producción, demandas de capital y trabajo y las respectivas restricciones que constituyen en su conjunto parte endógena del modelo (las respectivas ecuaciones están detalladas en el Anexo 1).

Respecto al submodelo exógeno, no existen valores a priori estimados debido a que los estados no observables que se utilizan para simular los shocks de persistencia y volatilidad no tienen datos disponibles. Asimismo, para este caso en particular, las distribuciones de probabilidad son desconocidas, por lo tanto, la mejor forma de estimarlas es a través del método de máxima verosimilitud³. En la segunda parte se utiliza la ventaja de contar con parámetros a priori ya estimados por Schmitt-Grohe y Uribe (2018) y distribuciones de probabilidad que ya se aplicaron en anteriores investigaciones para este tipo particular de parámetros. En esta parte se emplea la estimación bayesiana.

5.1. Máxima verosimilitud

Se estima los parámetros del modelo de precios internacionales por el método de máxima verosimilitud y se hace uso del filtro de Kalman. El filtro de Kalman es un algoritmo matemático recursivo para computar el estado inobservable de un modelo estado espacio. Bajo el supuesto de distribución normal de las perturbaciones y el vector de estado inicial, permite construir la función de máxima verosimilitud del modelo a través de la descomposición del error de predicción. Sea \mathcal{Y}_t una serie temporal de n elementos observados que están relacionados con el vector no observado ξ_t . Sea el modelo estado espacio definido como:

$$y_t = H_t \xi_t + x_t + w_t \quad (6)$$

$$\xi_t = F_t \xi_{t-1} + c_t + B_t v_t \quad (7)$$

³ La ventaja de esta estrategia de estimación radica en la no necesidad de contar con valores a priori ni distribuciones de probabilidad para el set de parámetros de interés.

La expresión (6) se define como la ecuación de medida, donde H_t es una matriz de $n \times r$ elementos, x_t es un vector de $k \times 1$ y w_t es un error con $E(w_t) = 0$ y $VAR(w_t) = R_t$. El estado no observado (7) se modela como un proceso de Markov denominado ecuación de transición, donde F_t es una matriz de tamaño $r \times r$, c_t un vector de $r \times 1$, B_t es una matriz de $m \times g$ y v_t es el error de tamaño $g \times 1$ con $E(v_t) = 0$ y $VAR(v_t) = Q_t$.

La estimación por máxima verosimilitud consiste en un procedimiento de optimización de la distribución de probabilidad acumulada para encontrar los parámetros que hacen máxima la probabilidad de observar los datos disponibles. Por su parte, el filtro de Kalman puede construir recursivamente la función de verosimilitud, la cual se optimiza a través de métodos numéricos para obtener el set de parámetros deseados. El set de observaciones idénticamente distribuidas cuya función de densidad acumulada se representa como:

$$L(y; \phi) = \prod_{t=1}^T p(y_t) \quad (8)$$

Dado que las series temporales no son independientes (fuerte correlación entre los datos), se toma la función de densidad de probabilidad condicional:

$$L(y; \phi) = \prod_{t=1}^T p(y_t | Y_{t-1}) \quad (9)$$

Donde $Y_{t-1} = \{y_1, y_2, \dots, y_{t-1}\}$

Se define un submodelo estado espacio de la parte del modelo que es exógena, la correspondiente a precios internacionales que tiene dos estados no observables Φ_t^j y π_t^j . Respecto a la identificación, el modelo está construido por tres ecuaciones: el proceso de Márkov de los precios internacionales con una varianza y persistencia, y las dos ecuaciones de estados inobservables sujetos a dos restricciones.

Los datos observados son los precios de exportación e importación del Instituto Nacional de Estadística, expresados en diferencia de logaritmos, desestacionalizados (por el método

census 12) desde del primer trimestre de 2008 hasta el tercer trimestre del 2018 El modelo está definido por el conjunto de ecuaciones:

$$p_{obs}^j = \log(p_{t,obs}^j) - \log(p_{t-1,obs}^j) \quad ; j = x, m \quad (10)$$

$$\log(p_t^j) = \rho_t^j \log(p_{t-1}^j) + \Gamma_t^j e_{1t}^j \quad (11)$$

$$\log(\Phi_t^j) = \theta_0^j + \theta_1^j \log(\Phi_{t-1}^j) + e_{2t}^j \quad (12)$$

$$\log(\pi_t^j) = \tau_0^j + \tau_1^j \log(\pi_{t-1}^j) + e_{3t}^j \quad (13)$$

Operando, incluyendo las restricciones y ordenando las ecuaciones, se tiene:

$$\log(p_t^j) = \left(\frac{1}{1 + e^{\Phi_t^j}} \right) \log(p_{t-1}^j) + (e^{\pi_t^j}) e_{1t}^j \quad (14)$$

$$\begin{pmatrix} \log(\Phi_t^j) \\ \log(\pi_t^j) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \theta_0^j & \theta_1^j & 0 \\ \tau_0^j & 0 & \tau_1^j \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ \log(\Phi_{t-1}^j) \\ \log(\pi_{t-1}^j) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_{2t}^j \\ e_{3t}^j \end{pmatrix} \quad (15)$$

La ecuación (14) es la ecuación de medida y el sistema (15) es un sistema de ecuaciones no observado. Análogamente al modelo genérico desarrollado, se define:

$$y_t = \log(p_t^j); x_t = \log(p_{t-1}^j); \xi_t = \begin{pmatrix} \log(\Phi_t^j) \\ \log(\pi_t^j) \end{pmatrix}; w_t = e_{1t} \quad y \quad v_t = \begin{pmatrix} e_{2t}^j \\ e_{3t}^j \end{pmatrix} \quad (16)$$

Se emplea el método de máxima verosimilitud y el filtro de Kalman computado en Dynare-Matlab para estimar el set de parámetros del bloque de ecuaciones de precios internacionales del submodelo. Como valores iniciales para la estimación se opta por lo valores de estado

estacionario del submodelo. Se aproxima los valores de estado estacionario de ρ y Γ con datos de la literatura.

Schmitt-Grohe y Uribe (2018) estiman los parámetros ρ y Γ para un conjunto de países emergentes y en desarrollo equivalente a $\rho = 0,52$, y un valor para la varianza en promedio de $\Gamma = 0,08$. Por lo tanto, se conocen los valores: $0,52 = \frac{1}{1+e^{\Phi_{ss}^j}}$ y $0,08 = e^{\pi_{ss}^j}$. Las ecuaciones de los estados no observados en estado estacionario son:

$$\log(\Phi_{ss}^j) = \frac{\theta_0^j}{1 - \theta_1^j}$$

$$\log(\pi_{ss}^j) = \frac{\tau_0^j}{1 - \tau_1^j}$$

Se toman como dados los valores $\theta_1^j = \tau_1^j = 0,5$ y se despejan los valores: $\theta_0^j = -0,04$ y $\tau_0^j = -2,26$.

Cuadro 1
Resultado de estimación por máxima verosimilitud

Precios de exportación				
Inicial	$\theta_1^x = 0,5$	$\tau_1^x = 0,5$	$\theta_0^x = -0,04$	$\tau_0^x = -2,26$
Estimado	$\theta_1^x = 0,8196$	$\tau_1^x = 0,5360$	$\theta_0^x = -0,7309$	$\tau_0^x = -2,6523$
Precios de importación				
Inicial	$\theta_1^m = 0,5$	$\tau_1^m = 0,5$	$\theta_0^m = -0,04$	$\tau_0^m = -2,26$
Estimado	$\theta_1^m = 0,6889$	$\tau_1^m = 0,5781$	$\theta_0^m = -0,8519$	$\tau_0^m = -2,8643$

Fuente: Elaboración propia.

5.2. Método bayesiano

El método de estimación bayesiano explota la ventaja de valores *a priori*, así como muestras de tamaño limitado. El algoritmo matemático emplea inicialmente un modelo estructural, del cual se desea estimar un set de parámetros μ condicional a un conjunto de datos X observados. Empleando la solución loglinealizada del segundo submodelo se encuentra una función de verosimilitud combinando las distribuciones *a priori* de probabilidad con la función de máxima verosimilitud. Se emplea el teorema de Bayes para encontrar la distribución posterior considerando los datos disponibles. La probabilidad conjunta de $p(X, \mu)$ se puede expresar como una combinación de la función de verosimilitud $L(X | \mu)$ y la distribución *a priori* $\pi(\mu)$:

$$p(X, \mu) = L(X | \mu)\pi(\mu) \quad (17)$$

Lo que es equivalente a:

$$p(X, \mu) = p(\mu | X)p(X) \quad (18)$$

Combinando las dos ecuaciones y resolviendo para $p(\mu | X)$, se obtiene:

$$p(\mu | X) = \frac{L(X | \mu)\pi(\mu)}{p(X)} \quad (19)$$

La ecuación (19) es la regla de Bayes y permite encontrar la distribución de probabilidad de μ condicional a los datos disponibles. Empleando el filtro de Kalman se evalúan las combinaciones de los datos disponibles para obtener una función de máxima verosimilitud para introducir al algoritmo de Metrópolis Hastings con 100.000 iteraciones. Finalmente se obtiene un conjunto de momentos aproximados de las distribuciones de probabilidad de los parámetros.

Se emplean los datos de producción final Y_{obs} , producción de bienes transables Y'_{obs} , producción de bienes no transables Y^n_{obs} , producción de bienes exportables Y^x_{obs} e

importables Y_{obs}^m . Las respectivas variables se encuentran en miles de bolivianos a precios constantes de 1990 y están desestacionalizadas por el método census X-12, en primeras diferencias logarítmicas y de frecuencia trimestral. Los datos empleados corresponden a la muestra del primer trimestre de 1995 al tercer trimestre de 2018. Cada variable observada se introduce al modelo a través de la ecuación: $Y_{obs}^i = y_t^i - y_{t-1}^i$, donde el subíndice i corresponde a la producción final, producción no transable, consumo, producción de exportables e importables. Detalles de las variables empleadas:

- Producción final: producto interno.
- Producción de bienes no transables: suma de la producción de los sectores de construcción, servicios financieros, servicios públicos y otros servicios.
- Consumo: gasto de consumo final de los hogares e IPSL.
- Producción de exportables: exportaciones de bienes y servicios.
- Producción de importables: importaciones de bienes y servicios.

Cuadro 2
Resultado de estimación por método bayesiano

Parámetro a priori	Distribución	Estimación
$\alpha_x = \alpha_m = 0,35$	Beta_pdf	$\alpha_x = \alpha_m = 0,4926$
$\alpha_n = 0,25$	Beta_pdf	$\alpha_n = 0,3972$
$\chi_m = 0,8980$	Normal_pdf	$\chi_m = 0,5372$
$\chi_r = 0,4360$	Normal_pdf	$\chi_r = -0,7544$
$\beta = 0,9009$	Beta_pdf	$\beta = 0,9011$
$\delta = 0,1$	Beta_pdf	$\delta = 0,0993$
$\eta_x = \eta_x = \eta_x = 1,455$	Gamma_pdf	$\eta_x = \eta_x = \eta_x = 1,4718$

Fuente: Elaboración propia.

6. Resultados

El modelo permite evaluar tres tipos de shocks sobre los precios internacionales: shock convencional, shock de persistencia del ciclo y un shock en la varianza de los precios internacionales. Las tres perturbaciones generan una dinámica en las variables macroeconómicas diferente. El shock convencional aporta con la típica perturbación temporal en precios de exportación. El shock de persistencia presenta el escenario de una variación en la duración del ciclo de precios externos y por ende mayor incertidumbre de los términos de intercambio. Finalmente, el shock de volatilidad refleja periodos de alta inestabilidad en el mercado internacional, donde los precios externos son más volátiles. A continuación, se analizan los resultados de la simulación en los tres casos respectivos.

6.1. Caso 1: shock convencional

El Gráfico 7 presenta el primer caso de simulación, que consiste en un shock temporal y convencional de precios de exportación de un 1%. En el corto plazo, el incremento temporal de los precios de exportación genera un aumento de la producción final, sin embargo, a partir del periodo 4 el PIB se contrae por debajo de su valor de estado estacionario. En promedio, la producción final se contrae en -3.9% a lo largo de todo el ciclo.

Este impacto negativo promedio sobre la producción se debe a un efecto sustitución que opera en el modelo. Cuando los precios de exportación aumentan, las empresas productoras del bien exportable se hacen más rentables, generando una mayor demanda de factores productivos. En este caso particular, la demanda de trabajo aumenta en el sector de bienes exportables en 0.95%, mientras la misma se contrae en -1.13 y -1.65% en los sectores de bienes no transables e importables, respectivamente. Como resultado, la producción de bienes no transables e importables disminuye en -1.87 y -2.43%. Por lo tanto, existe un movimiento de factores productivos (específicamente del empleo) al sector de bienes exportables.

Al mismo tiempo que la producción de bienes exportables se expande, los demás sectores productivos de la economía se desaceleran. En el mediano plazo, el impacto de la desaceleración de los sectores de bienes importables y no transables pesa más que el incremento de la producción de bienes exportables, y como consecuencia la producción final comienza a disminuir.

El incremento de la producción final y por ende del ingreso genera un efecto positivo en el consumo en los primeros tres trimestres; sin embargo, el efecto sustitución provoca una disminución en promedio de -2.4% en todo el periodo. El impacto sobre la inversión y la demanda de capital es negativo para todas las empresas de la economía. Debido a que las productividades marginales del empleo son más altas en el sector de exportables, el salario deberá aumentar en dicho sector.

Ante la mejora de los términos de intercambio, las exportaciones netas aumentan, y como consecuencia la balanza comercial experimenta una expansión de 19.85%. Este impacto sobre las cuentas externas del shock positivo de precios de exportación está en línea con el efecto HLM.

6.2. Caso 2: shock de persistencia

En este caso se introducen dos shocks de forma simultánea, una perturbación de un 1% en los precios de exportación y de un 10% en la persistencia del proceso estocástico. Este ejercicio de simulación busca capturar un escenario internacional caracterizado por mejores términos de intercambio, pero con una mayor incertidumbre con respecto a la duración del shock externo. Los principales resultados se presentan en el Gráfico 8.

La dinámica de las funciones impulso respuesta de las variables expuestas a los shocks muestra que el impacto es más duradero en el tiempo; el shock tiene un efecto hasta el periodo 30, a diferencia del caso convencional, donde el PIB converge a partir del periodo 20. El caso 2 genera un shock de convergencia más lenta en comparación al caso base. Una explicación para este nuevo mecanismo de transmisión radica en que la consecuencia de introducir un shock en la persistencia de los precios amplía el ciclo de los precios externos. Si bien el shock es más duradero, su impacto sobre la economía es de menor en magnitud.

En promedio, la producción final se contrae en -0.23%, una cifra menor en comparación a la contracción del -3.9 del caso 1. Del mismo modo que el shock convencional, existe un efecto sustitución entre los sectores productivos, en este sentido, la producción de bienes importables y no transables se contrae en -0.14 y -0.11% mientras la producción de bienes exportables se acelera en 0.03%. Sin embargo, el incremento de la producción de bienes exportables representa aproximadamente un 13% de la expansión que se experimenta en el

caso 1. De esta manera, se destaca que bajo shocks de persistencia el efecto sustitución tiene un impacto significativamente menor en la economía.

Persiste la transferencia de empleo al sector en crecimiento, la demanda de trabajo del sector de bienes exportables crece en 0.01%, mientras los demás sectores disminuyen la cantidad de trabajo empleado para producir. Asimismo, el incremento en el empleo para la producción del bien de exportación es menor al que ocurre cuando se da un shock convencional de precios de exportación. Respecto a las cuentas externas, el efecto HLM está activo.

La persistencia estocástica reduce el incremento de los precios de exportación; nótese que en el caso 1, estos precios se expandieron en promedio un 10% ante el shock temporal, mientras que en un escenario con shocks de persistencia, el incremento final de los precios de exportación a lo largo del ciclo es menor, aproximadamente 0.04%.

Si bien el efecto sustitución de factores productivos opera en el mismo sentido que el caso 1, el impacto del shock sobre la economía es menor cuando existen shocks de precios de exportación y de persistencia. Si bien el impacto es menor, el efecto es más duradero que en el caso convencional. Esto se debe a la incorporación de shocks en el coeficiente autorregresivo de la ecuación de precios internacionales.

6.3. Caso 3: shock de volatilidad

Finalmente, el Gráfico 9 presenta los principales resultados de un shock de precios de exportación de 1% y de varianza del 10% de forma simultánea, temporal y en el periodo de tiempo 0. Esta simulación construye un escenario internacional en que los precios de exportación se incrementan, mejorando los términos de intercambio; pero al mismo tiempo se eleva la volatilidad, aumentando la varianza de los precios externos.

El tiempo de convergencia es similar al del caso 1 y menor al del caso 2. La duración aproximada del ciclo y al final del cual las principales variables del modelo convergen a sus respectivos valores de estado estacionario es de 20 periodos. Respecto a la magnitud del cambio en las variables afectadas por el shock, es la de menor tamaño en comparación a los dos casos anteriores.

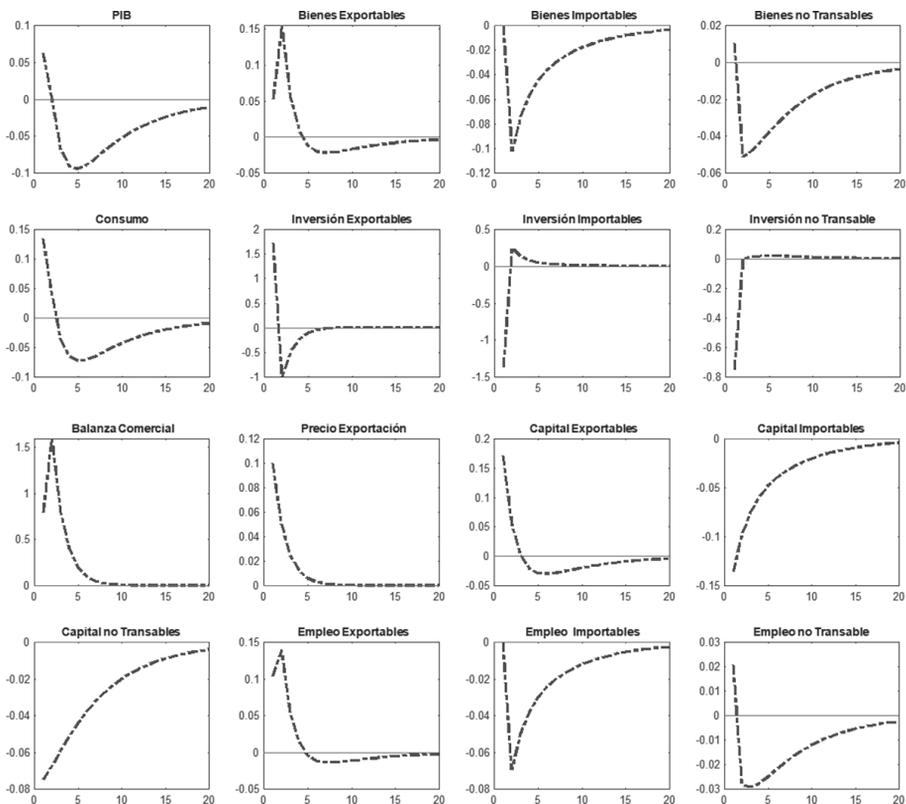
Al igual que en los casos 1 y 2, el PIB se expande en el corto plazo (aproximadamente los 2 primeros trimestres) y experimenta un decrecimiento a partir del periodo 3. En promedio, la producción se contrae en -0.12% , una contracción que es menor a la que ocurre bajo un shock convencional y de persistencia. El efecto sustitución opera en el mismo sentido, siendo el sector de bienes exportables el que se expande en 0.012% , mientras los sectores de bienes importables y no transables se contraen en -0.074 y -0.057% , respectivamente. Cabe destacar que el tamaño del efecto sustitución es significativamente menor en comparación a los casos anteriormente estudiados.

Como en los casos 1 y 2, existe una transferencia de fuerza laboral al sector de bienes exportables, donde este último aumenta su demanda de trabajo en 0.029% , mientras los demás sectores disminuyen la cantidad de trabajo empleado para producir.

El precio de exportación reacciona en el periodo 9 y experimenta un crecimiento positivo con respecto a su valor inicial; sin embargo, el promedio de expansión de los precios externos es de 0.03% , menor en magnitud con respecto a los casos anteriores, y tiene un tiempo de convergencia similar al caso convencional. La balanza comercial reacciona de forma positiva y respalda un efecto HLM activo.

El shock de volatilidad y de precios de exportación presenta una persistencia similar al caso convencional (aproximadamente 20 periodos), mientras que la magnitud del impacto del shock simultáneo es menor en comparación al caso convencional y al de persistencia

Gráfico 7: Perturbación convencional de precios de exportación



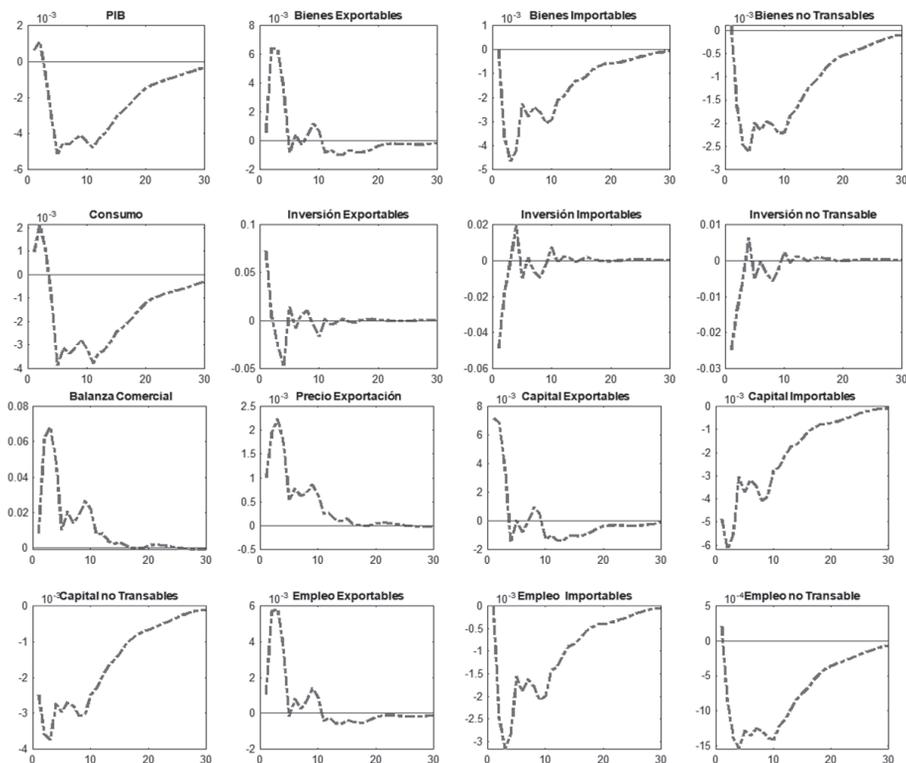
Cuadro 3
Momentos estadísticos de variables ante shock convencional^{*}

Variable	m	s.t.d	Variable	m	s.t.d
PIB	-0,039	0,0381	Balanza comercial	0,1985	0,4108
Producción exportables	0,004	0,0413	Precios de exportación	0,01	0,0244
Producción importables	-0,0243	0,0267	Capital exportables	-0,0018	0,0446
Producción no transables	-0,0187	0,0167	Capital importables	-0,0326	0,0353
Consumo	-0,024	0,0461	Capital no transables	-0,0265	0,0222
Inversión exportables	-0,0036	0,473	Empleo exportables	0,0095	0,0415
Inversión importables	-0,0344	0,3205	Empleo importables	-0,0165	0,0181
Inversión no transables	-0,0283	0,1713	Empleo no transables	-0,0113	0,0119

^{*}Se define como m a la media, y s.t.d a la desviación estándar. Ambas se calculan de las funciones impulso respuesta ante el respectivo shock.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 8: Perturbación de persistencia de precios de exportación



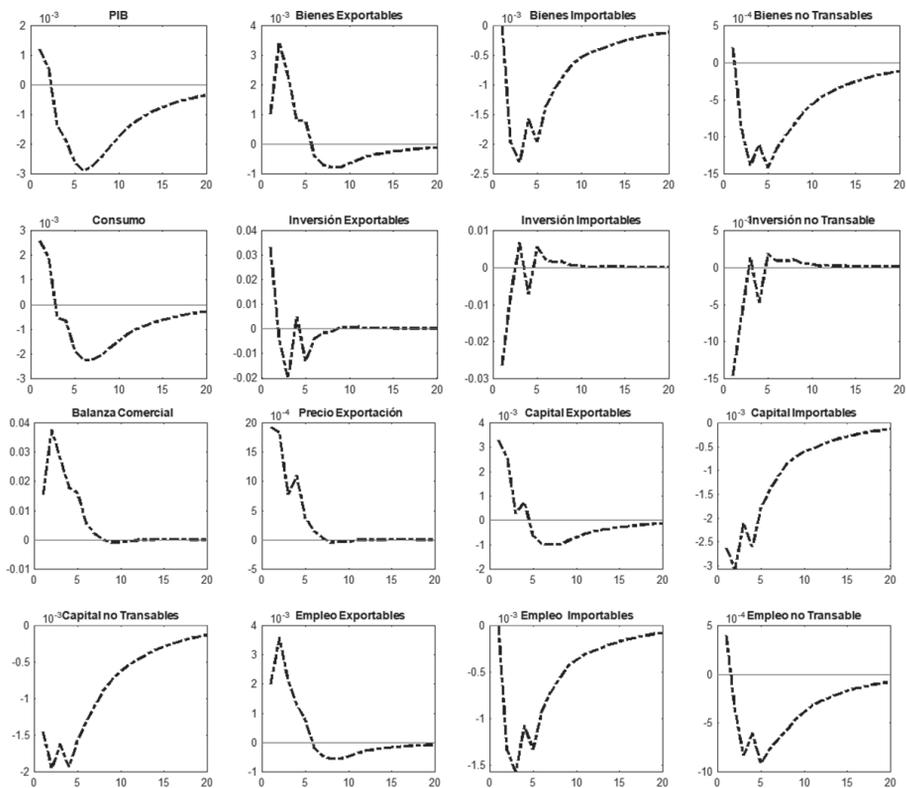
Cuadro 4
Momentos estadísticos de variables ante shock de persistencia

Variable	m	s.t.d	Variable	m	s.t.d
PIB	-0,0023	0,0018	Balanza comercial	0,0111	0,0184
Producción exportables	0,00029	0,0019	Precios de exportación	0,0004	0,0006
Producción importables	-0,0014	0,0013	Capital exportables	0,0001	0,0021
Producción no transables	-0,0011	0,0008	Capital importables	-0,002	0,0018
Consumo	-0,0016	0,0015	Capital no transables	-0,0015	0,0012
Inversión exportables	0,000058	0,0176	Empleo exportables	0,00047	0,0017
Inversión importables	0,002	0,0107	Empleo importables	-0,00098	0,0009
Inversión no transables	-0,0016	0,0056	Empleo no transables	-0,00069	0,00052

*Se define como m a la media, y s.t.d a la desviación estándar. Ambas se calculan de las funciones impulso respuesta ante el respectivo shock.

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 9: Perturbación en volatilidad de precios de exportación



Cuadro 5
Momentos estadísticos de variables ante shock de volatilidad

Variable	m	s.t.d	Variable	M	s.t.d
PIB	-0,0012	0,0011	Balanza comercial	0,006	0,011
Producción exportables	0,00012	0,0011	Precios de exportación	0,0003	0,00062
Producción importables	-0,00074	0,00071	Capital exportables	-0,000054	0,0011
Producción no transables	-0,00057	0,00046	Capital importables	-0,00099	0,00095
Consumo	-0,00073	0,0012	Capital no transables	-0,0008	0,00063
Inversión exportables	-0,00011	0,0096	Empleo exportables	0,00029	0,0011
Inversión importables	-0,001	0,0068	Empleo importables	-0,0005	0,00049
Inversión no transables	-0,00086	0,0038	Empleo no transables	-0,00034	0,00031

*Se define como m a la media, y s.t.d a la desviación estándar. Ambas se calculan de las funciones impulso respuesta ante el respectivo shock.

Fuente: Elaboración propia.

7. Conclusiones

En esta investigación se analizó el impacto de los shocks de términos de intercambio en una economía pequeña, abierta y en desarrollo. Además, se introdujeron nuevos shocks externos bajo la forma de perturbaciones de persistencia y volatilidad de los precios internacionales, y cómo estos alteran el ciclo económico. Se construyó un modelo de equilibrio general bajo incertidumbre estocástica estimado con datos de Bolivia y se aplicaron los respectivos experimentos de simulación.

Tanto en el caso de shocks convencionales como de persistencia y de volatilidad, el impacto de los shocks positivos de precios de exportación genera un incremento temporal del PIB en el corto plazo y una contracción en el mediano plazo; en promedio, la producción se contrae a lo largo del ciclo ante perturbaciones positivas de precios externos. Este impacto contra-cíclico y su mecanismo de transmisión se debe a un efecto sustitución que opera en el modelo. Cuando los precios de exportación aumentan, las empresas productoras del bien exportable se hacen más rentables, y por ende aumentan su demanda de trabajo, así como su producción, mientras los demás sectores experimentan una contracción.

Los shocks de precios de exportación y de persistencia generan un impacto negativo en promedio sobre la producción al final del ciclo, y el efecto sustitución opera en el mismo sentido. Asimismo, este impacto es de una magnitud menor en comparación al shock convencional, pero más duradero. Esto se debe a la incorporación de shocks en el coeficiente autorregresivo de la ecuación de precios internacionales, lo que hace que el shock de precios externo sea más duradero. El shock de volatilidad y de precios de exportación presenta una persistencia similar al caso convencional (aproximadamente 20 periodos), mientras que el tamaño del impacto del shock simultáneo es el de menor magnitud en comparación a los casos convencional y de persistencia.

Finalmente, se concluye que los shocks de precios de exportación generan efectos contra ciclos en el mediano plazo y transferencia de fuerza laboral al sector de bienes exportables. Asimismo, la incertidumbre estocástica, tanto por el lado de la persistencia como de la volatilidad estocástica, neutraliza parcialmente el impacto de los shocks de precios de exportación. En adición, cuando existe incertidumbre con respecto al tiempo de duración del shock externo, el impacto es más persistente.

Fecha de recepción: 14 de junio de 2019

Fecha de aceptación: 16 de septiembre de 2019

Manejado por ABCE/SEBOL/IISEC

Referencias

1. Aguirre, E. (2011). "Business cycles in emerging markets and implications for the real exchange rate". Doctoral dissertation, Ph. D. Dissertation, New York: Columbia University.
2. Andrews, D. y Rees, D. (2009). "Macroeconomic volatility and terms of trade shocks" (Nº rdp2009-05). Reserve Bank of Australia.
3. Bernanke, B. S., Gertler, M., Watson, M., Sims, C. A. y Friedman, B. M. (1997). "Systematic monetary policy and the effects of oil price shocks". *Brookings Papers on Economic Activity*, (1), 91-157.
4. Blanchard, O. J. y Gali, J. (2007). "The Macroeconomic Effects of Oil Shocks: Why are the 2000s so different from the 1970s?" (Nº w13368). National Bureau of Economic Research.
5. Blattman, C., Hwang, J. y Williamson, J. G. (2007). "Winners and losers in the commodity lottery: The impact of terms of trade growth and volatility in the Periphery 1870-1939". *Journal of Development Economics*, 82(1), 156-179.
6. Bleaney, M. y Greenaway, D. (2001). "The impact of terms of trade and real exchange rate volatility on investment and growth in sub-Saharan Africa". *Journal of Development Economics*, 65(2), 491-500.
7. Bodenstein, M., Erceg, C. J. y Guerrieri, L. (2011). "Oil shocks and external adjustment". *Journal of International Economics*, 83(2), 168-184.
8. Broda, C. (2001). "Coping with terms of trade shocks: Pegs vs. Floats". *American Economic Review*, 91 (2), 376-380.
9. ----- (2003). "Terms of trade and exchange rate regimes in developing countries". *Journal of International Economics*, 63(1), 31-58.
10. Camacho, M. y Pérez-Quiros, G. (2014). "Commodity prices and the business cycle in Latin America: Living and dying by commodities?" *Emerging Markets Finance and Trade*, 50(2), 110-137.
11. Cavalcanti, T. V. de V., Mohaddes, K. y Raissi, M. (2015). Commodity price volatility and the sources of growth. *Journal of Applied Econometrics*, 30(6), 857-873.
12. Collier, P. y Goderis, B. (2012). "Commodity prices and growth: An empirical investigation". *European Economic Review*, 56(6), 1241-1260.

13. Deaton, A. y Miller, R. I. (1995). *International commodity prices, macroeconomic performance, and politics in Sub-Saharan Africa*. Princeton, NJ: International Finance Section, Department of Economics, Princeton University.
14. Easterly, W., Islam, R. y Stiglitz, J. (2000, January). "Explaining growth volatility". Annual World Bank Conference on Development Economics 2000. Oxford, UK: Oxford University Press.
15. Farías, L. y Alves da Silva, M. E. (2017). Commodity Prices and Business Cycles in Small Open Economies: The Role of News Shocks. In Working paper.
16. Fernández, A., González, A. y Rodríguez, D. (2018). "Sharing a ride on the commodities roller coaster: Common factors in business cycles of emerging economies". *Journal of International Economics*, (111), 99-121.
17. Fernández-Villaverde, J. y Rubio-Ramírez, J. (2010). "Macroeconomics and volatility: Data, models, and estimation" (Nº w16618). National Bureau of Economic Research.
18. Fornero, J. y Kirchner, M. (2018). "Learning about Commodity Cycles and Saving-Investment Dynamics in a Commodity-Exporting Economy". *International Journal of Central Banking*, 14(2), 205-262.
19. Fornero, J. A., Kirchner, M. y Yany, A. (2016). *Terms of trade shocks and investment in commodity-exporting economies*. Banco Central de Chile.
20. García-Cicco, J., Pancrazi, R. y Uribe, M. (2010). "Real business cycles in emerging countries?" *American Economic Review*, 100(5), 2510-31.
21. Gómez-González, P. y Rees, D. (2013). "Stochastic Terms of Trade Volatility in Small Open Economies". Economic Research Department, Reserve Bank of Australia.
22. Greenwood, J., Hercowitz, Z. y Huffman, G. W. (1988). "Investment, capacity utilization, and the real business cycle". *The American Economic Review*, 78(3), 402-417.
23. Gruss, B. (2014). "After the boom—commodity prices and economic growth in Latin America and the Caribbean". Working Paper 14/154. International Monetary Fund.
24. Hamilton, J. D. (1994). "State-space models". *Handbook of econometrics*, (4), 3039-3080.
25. Harberger, A. C. (1950). "Currency depreciation, income, and the balance of trade". *Journal of Political Economy*, 58(1), 47-60.
26. Kilian, L. y Lewis, L. T. (2011). "Does the Fed respond to oil price shocks?" *The Economic Journal*, 121(555), 1047-1072.

27. Kilian, L. (2008). "The economic effects of energy price shocks". *Journal of Economic Literature*, 46(4), 871-909.
28. ----- (2009). "Not all oil price shocks are alike: Disentangling demand and supply shocks in the crude oil market". *American Economic Review*, 99(3), 1053-69.
29. Kose, M. A. y Riezman, R. (2001). "Trade shocks and macroeconomic fluctuations in Africa". *Journal of Development Economics*, 65(1), 55-80.
30. Kose, M. A. (2002). "Explaining business cycles in small open economies: 'How much do world prices matter?'". *Journal of International Economics*, 56(2), 299-327.
31. Laursen, S. y Metzler, L. A. (1950). "Flexible exchange rates and the theory of employment". *The Review of Economics and Statistics*, (32), 281-299.
32. Lombardi, M. J., Osbat, C. y Schnatz, B. (2012). "Global commodity cycles and linkages: a FAVAR approach". *Empirical Economics*, 43(2), 651-670.
33. Mendoza, E. G. (1995). "The terms of trade, the real exchange rate, and economic fluctuations". *International Economic Review*, 36(1), 101-137.
34. Obstfeld, M. (1981). "Macroeconomic policy, exchange-rate dynamics, and optimal asset accumulation". *Journal of Political Economy*, 89(6), 1142-1161.
35. Raddatz, C. (2007). "Are External Shocks Responsible for the Instability of Output in Low-Income Countries?". *Journal of Development Economics* 84(1), 155-187.
36. Schmitt-Grohe, S. y Uribe, M. (2003). "Closing small open economy models". *Journal of International Economics*, 61(1), 163-185.
37. ----- (2018). "How Important are Terms-Of-Trade Shocks?". *International Economic Review*, 59(1), 85-111.
38. Shousha, S. (2016). "Macroeconomic effects of commodity booms and busts: The role of financial frictions". Unpublished Manuscript.
39. Svensson, L. E. y Razin, A. (1983). "The terms of trade and the current account: The Harberger-Laursen-Metzler effect". *Journal of Political Economy*, 91(1), 97-125.

Anexos

Anexo I. Construcción y detalles del Modelo de equilibrio general dinámico estocástico

En esta sección se presenta la solución de los problemas de optimización de las familias y empresas en un contexto de modelo de equilibrio general en la línea de Schmitt-Grohe y Uribe (2018).

1.1. Familias

Las preferencias de las familias dependen del consumo (c_t), horas de trabajo en el sector de bienes importables (h_t^m), exportables (h_t^x) y no transables (h_t^n). Se aplica una forma GHH⁴ a la función de utilidad y se sujeta a una transformación monótona creciente $V(c_t, h_t^m, h_t^x, h_t^n)$, Las preferencias de las familias están representadas por la siguiente función de utilidad:

$$V(c_t, h_t^m, h_t^x, h_t^n) = Lnc_t - \left[\frac{(h_t^m)^{\eta_m}}{\eta_m} - \frac{(h_t^x)^{\eta_x}}{\eta_x} - \frac{(h_t^n)^{\eta_n}}{\eta_n} \right] \quad (1)$$

El problema de las familias se define como:

$$\max_{\{c_t, h_t^m, h_t^x, h_t^n, k_{t+1}^m, k_{t+1}^x, k_{t+1}^n\}_{t=0}^T} E_0 \left\{ \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t V(c_t, h_t^m, h_t^x, h_t^n) \right\} \quad (2)$$

$$c_t + i_t^m + i_t^x + i_t^n + = w_t^m h_t^m + w_t^x h_t^x + w_t^n h_t^n + u_t^m k_t^m + u_t^x k_t^x + u_t^n k_t^n \quad (3)$$

$$k_{t+1}^x = (1 - \delta) k_t^x + i_t^x \quad (4)$$

$$k_{t+1}^n = (1 - \delta) k_t^n + i_t^n \quad (5)$$

⁴ La función GHH Greenwood, Hercowitz and Huffman (1988) permite eliminar el efecto ingreso en la oferta de trabajo.

$$k_{t+1}^m = (1 - \delta)k_t^m + i_t^m \quad (6)$$

$$k_0^m, k_0^x, k_0^n \text{ dados} \quad (7)$$

Las familias maximizan intertemporalmente su nivel de utilidad con un factor de descuento β y se sujetan a cuatro restricciones. La primera restricción implica la igualdad entre los gastos e ingresos. Por el lado del gasto, las familias destinan sus recursos a consumir (c_t) , invertir en las empresas de bienes importables, exportables y no transables (i_t^m, i_t^x, i_t^n) . Por el lado del ingreso, las familias reciben un salario (w_t^m, w_t^x, w_t^n) por su trabajo (h_t^m, h_t^x, h_t^n) y un interés (u_t^m, u_t^x, u_t^n) por el arriendo del capital (k_t^m, k_t^x, k_t^n) en los sectores de bienes importables, exportables y no transables, respectivamente. Se asumen tres leyes de movimiento del capital convencionales para cada sector básico de producción. De las condiciones de primer orden del problema de maximización de las familias se obtiene la ecuación de Euler y la oferta de trabajo:

$$V_{c_t}^l(c_t, h_t^m, h_t^x, h_t^n) = \beta V_{c_{t+1}}^l(c_{t+1}, h_{t+1}^m, h_{t+1}^x, h_{t+1}^n) [u_{t+1}^m + (1 - \delta)] \quad (8)$$

$$V_{c_t}^l(c_t, h_t^m, h_t^x, h_t^n) = \beta V_{c_{t+1}}^l(c_{t+1}, h_{t+1}^m, h_{t+1}^x, h_{t+1}^n) [u_{t+1}^x + (1 - \delta)] \quad (9)$$

$$V_{c_t}^l(c_t, h_t^m, h_t^x, h_t^n) = \beta V_{c_{t+1}}^l(c_{t+1}, h_{t+1}^m, h_{t+1}^x, h_{t+1}^n) [u_{t+1}^n + (1 - \delta)] \quad (10)$$

$$(h_t^m)^{\eta_m - 1} = w_t^m \quad (11)$$

$$(h_t^x)^{\eta_x - 1} = w_t^x \quad (12)$$

$$(h_t^n)^{\eta_n - 1} = w_t^n \quad (13)$$

1.2. Empresas

a) Bienes exportables, importables y no transables

La producción de bienes importables (y_t^m), exportables (y_t^x) y no transables (y_t^n) emplea capital (k_t^m, k_t^x, k_t^n), empleo (h_t^m, h_t^x, h_t^n) y un nivel de tecnología (A_t^m, A_t^x, A_t^n), y los bienes son vendidos a un precio de mercado (P_t^m, P_t^x, P_t^n). Se emplea una función de producción del tipo Cobb-Douglas. Estas empresas deben elegir la cantidad de capital y horas de trabajo a contratar que hagan máximos sus niveles de utilidad ($\pi_t^m, \pi_t^x, \pi_t^n$). El problema de maximización de este tipo de empresas se representa como:

$$\max : \pi_t^m = P_t^m A^m (k_t^m)^{\alpha_m} (h_t^m)^{1-\alpha_m} - (u_t^m k_t^m + w_t^m h_t^m) \quad (14)$$

$$\max : \pi_t^x = P_t^x A^x (k_t^x)^{\alpha_x} (h_t^x)^{1-\alpha_x} - (u_t^x k_t^x + w_t^x h_t^x) \quad (15)$$

$$\max : \pi_t^n = P_t^n A^n (k_t^n)^{\alpha_n} (h_t^n)^{1-\alpha_n} - (u_t^n k_t^n + w_t^n h_t^n) \quad (16)$$

Las condiciones de primer orden del problema de maximización de las empresas son:

$$\alpha_m A^m (k_t^m)^{\alpha_m-1} (h_t^m)^{1-\alpha_m} = \frac{u_t^m}{P_t^m} ; (1-\alpha_m) A^m (k_t^m)^{\alpha_m} (h_t^m)^{-\alpha_m} = \frac{w_t^m}{P_t^m} \quad (17)$$

$$\alpha_x A^x (k_t^x)^{\alpha_x-1} (h_t^x)^{1-\alpha_x} = \frac{u_t^x}{P_t^x} ; (1-\alpha_x) A^x (k_t^x)^{\alpha_x} (h_t^x)^{-\alpha_x} = \frac{w_t^x}{P_t^x} \quad (18)$$

$$\alpha_n A^n (k_t^n)^{\alpha_n-1} (h_t^n)^{1-\alpha_n} = \frac{u_t^n}{P_t^n} ; (1-\alpha_n) A^n (k_t^n)^{\alpha_n} (h_t^n)^{-\alpha_n} = \frac{w_t^n}{P_t^n} \quad (19)$$

Las ecuaciones 17, 18 y 19 representan las demandas óptimas de trabajo y capital. Estas expresiones implican la igualdad entre el ingreso marginal y el costo marginal del factor productivo.

b) Bienes transables

El bien transable se agrega en una combinación de bienes exportables e importables usando una función de elasticidad constante (CES):

$$a_t^t = \left[\chi_m (a_t^m)^{1-\frac{1}{\mu_{mx}}} + (1-\chi_m)(a_t^x)^{1-\frac{1}{\mu_{mx}}} \right]^{\frac{1}{\mu_{mx}}} \quad (20)$$

donde a_t^t es la producción del bien transable compuesto, a_t^m es la demanda de bienes importables, a_t^x de bienes exportables, μ_{mx} la elasticidad de sustitución entre bienes exportables e importables y χ_m se define como la proporción del gasto en bienes importables. Sin pérdida de generalidad, se supone que $\mu_{mx} = 1$, por lo tanto, el problema de maximización de beneficios es:

$$\max : \pi_t^t = P_t^t (a_t^m)^{\chi_m} (a_t^x)^{1-\chi_m} - (P_t^m a_t^m + P_t^x a_t^x) \quad (21)$$

Las demandas óptimas domésticas de bienes exportables e importables son respectivamente⁵:

$$(1-\chi_m)(a_t^m)^{\chi_m} (a_t^x)^{-\chi_m} = p_t^x ; \quad \chi_m (a_t^m)^{\chi_m-1} (a_t^x)^{1-\chi_m} = p_t^m \quad (22)$$

Ambas ecuaciones expresan la igualdad entre el ingreso marginal de la producción (interpretado como la productividad marginal del factor productivo) y el costo marginal.

c) Bienes finales

El bien final se agrega en una combinación de bienes transables y no transables:

$$Y_f = \left[\chi_r (a_t^t)^{1-\frac{1}{\mu_n}} + (1-\chi_r)(a_t^n)^{1-\frac{1}{\mu_n}} \right]^{\frac{1}{\mu_n}} \quad (23)$$

5 Nótese que los precios de exportación e importación en las demandas son precios relativos.

donde la producción del bien final Y_f resulta de la combinación del bien transable compuesto a_t^t y del bien no transable a_t^n . La elasticidad de sustitución entre bienes transables se define como μ_m , y χ_r es la proporción del gasto en bienes transables. Igualmente, se supone que $\mu_m = 1$, por lo tanto, el problema de maximización de beneficios es:

$$\max : \pi_t^f = P_t^f (a_t^t)^{\chi_r} (a_t^n)^{1-\chi_r} - (P_t^t a_t^t + P_t^n a_t^n) \quad (24)$$

Como resultado de la maximización, se obtienen las demandas domésticas y óptimas de empresas productoras de bienes finales por bienes transables y no transables, respectivamente:

$$(1 - \chi_r)(a_t^t)^{\chi_r} (a_t^n)^{-\chi_r} = \frac{P_t^n}{P_t^f} \quad ; \quad \chi_r (a_t^t)^{\chi_r - 1} (a_t^n)^{1 - \chi_r} = \frac{P_t^t}{P_t^f} \quad (25)$$

Las demandas óptimas reflejan la condición de uso de bienes transables y no transables para la producción. Se contratarán estos factores hasta que la productividad marginal que generan en la producción sea equivalente al costo por su uso en términos reales.

1.3. Restricciones de la economía

Las importaciones se definen como un exceso de demanda por bienes importables y las exportaciones son el exceso de oferta en el mercado de bienes exportables:

$$m_t = p_t^m (a_t^m - y_t^m) \quad ; \quad x_t = p_t^x (Y_t^x - a_t^x) \quad (26)$$

El gasto en consumo más el gasto en inversión debe ser igual a la producción de bienes finales; la igualdad de la economía toma la forma $c_t + i_t^m + i_t^x + i_t^n + x_t - m_t = Y_t^f$. Adicionalmente, se establece que la oferta debe ser igual a la demanda en los mercados de bienes transables y no transables: $a_t^n = Y_t^n$ y $a_t^t = Y_t^t$.

Clustering, mediterraneidad y comercio internacional: aplicación empírica de los algoritmos Partitioning Around Medoids y K-means

Clustering, Landlockedness and International Trade: Empirical Application of the Partitioning Around Medoids and K-means algorithms

*Heynz Roberth Gonzáles Argote**

*Ulises Amaru Ticona Gonzáles***

Resumen

El tema de la mediterraneidad ha generado bastante interés en el debate geopolítico, siendo Bolivia uno de los actores principales. Este hecho, junto con las nuevas herramientas de análisis de datos, como la inteligencia artificial y la minería de datos, motivan el presente estudio, el cual es pionero dentro de la literatura en el marco del análisis de países sin salida marítima mediante algoritmos no supervisados de minería de datos.

* Contacto: heynezg@gmail.com

** Contacto: uticona@gmail.com

En este sentido, se estudia y aplica la teoría de formación de *clusters* a través de los algoritmos *K-means* y PAM (*Partitioning Around Medoids*) con información de indicadores de comercio internacional de 188 países de un periodo de diez años, con el propósito de detectar si la condición de mediterraneidad es un factor limitante en la dinámica comercial de los países.

Los resultados muestran que un subconjunto reducido de los países mediterráneos, entre ellos Bolivia, habrían aliviado, durante la última década, las restricciones que la mediterraneidad implica en los costos y tiempos de exportación e importación.

Palabras clave: *Cluster*, mediterraneidad, litoral, comercio internacional, minería de datos.

Abstract

Landlockedness has generated significant interest in the geopolitical debate, particularly in Bolivia. This fact, along with innovative methodologies such as artificial intelligence and data mining, has motivated this research, which is unprecedented in the literature concerning landlockedness analysis through unsupervised algorithms of data mining.

Consequently, the theory of cluster formation is studied and applied through the K-means and PAM (Partitioning Around Medoids) algorithms using international trade information of one hundred eighty-eight countries over a period of ten years, in order to test whether the landlockedness condition is a limiting factor in the commercial dynamics of countries.

The results show that a reduced subset of the landlocked countries, including Bolivia, would have eased restrictions such as international trade costs and times, during the last decade.

Key words: Cluster, landlocked countries, littoral, international trade, data mining.

Clasificación/Classification JEL: C82, F43, F55, O11, O57

1. Introducción

El comercio que realiza un país no puede ser significativo si se tiene que recurrir a distintos canales de transporte poco eficientes, además de tener que transitar necesariamente por otro país antes de llegar a la costa. De esta forma, siempre estará en poder del país vecino con salida

al mar facilitar u obstruir la comunicación entre el país enclaustrado y las costas. Así, Smith (1796) reconocía los desafíos que enfrentaban los países sin litoral, también denominados mediterráneos, en términos de distancia y también de dependencia de un país de tránsito soberano para el comercio internacional.

¿Por qué los países mediterráneos en desarrollo (LLDC)¹ enfrentan tales retos? Una corriente sugiere que la principal razón es la dificultad en el comercio: los sitios alejados geográficamente muestran rezagos a la hora de percibir las ganancias de la especialización y los beneficios asociados. Otra línea de pensamiento se deriva de la anterior hipótesis: la institucionalidad y tecnología que se genera en toda la dinámica del comercio internacional, logística, infraestructura y procesos productivos es menos avanzada en los países mediterráneos en desarrollo, debido a su menor escala y mayores costos administrativos para su ejecución.

De esta manera, se examinarán los patrones de asociación de variables de comercio internacional que distinguen a los LLDC del resto de países. Se considera inédita la presente aplicación de herramientas de minería de datos no supervisadas, como los *clusters*, sobre el análisis de indicadores mundiales, relacionado a la mediterraneidad. Consecuentemente, en las dos secciones posteriores se hará una revisión de la literatura existente sobre las características de los LLDC y se presentarán hechos estilizados con énfasis en variables de comercio internacional sujetas a estudio. La sección posterior describe la metodología de técnicas de minería de datos de *machine learning* (método de aprendizaje supervisado), junto con los resultados. Finalmente, se presentan las conclusiones del documento.

2. Revisión de la literatura

Hasta donde se pudo evidenciar en la búsqueda del estado del arte de la temática, la metodología empleada es nueva en el análisis de la mediterraneidad, por lo que los estudios revisados serán útiles sobre todo para explicar los resultados de *clusters* de países. En general la literatura se ha enfocado en emplear variables de comercio internacional para medir los costos de la mediterraneidad. También se encontraron múltiples estudios que miden el costo en el crecimiento económico y las interdependencias entre países con y sin litoral. En general, esos estudios encuentran impactos negativos de la mediterraneidad de distintos tipos (Cuadro 1):

¹ *Landlocked developing countries*, en inglés, es su denominación conocida en la literatura.

Cuadro 1
Algunos estudios que relacionan mediterraneidad y variables económicas

Autores	Año	Datos	Efecto	Resumen de los hallazgos
Radelet y Sachs	1998	97 países en desarrollo, datos CIF y FOB	Negativo	Los seguros y costos de transporte son dos veces mayores para los mediterráneos que para los países con costa
MacKellar <i>et al.</i>	2000	92 países de ingresos medios y bajos (1960-1992)	Negativo	Los países sin litoral muestran una menor tasa de crecimiento, del orden de 1.5%
Raballand	2003	Información de comercio internacional	Negativo	La condición de mediterraneidad (mediante distintas medidas) reduce el flujo comercial en 80%, principalmente por los costos de transporte adicionales
Shrestha y Heffley	2003	Estudio teórico	Negativo	Los países que tienen acceso a los puertos de exportación tienen niveles de bienestar mayores que los países enclaustrados
Faye <i>et al.</i>	2004	Descriptivo	Negativo	Los países mediterráneos muestran rezagos en infraestructura y prácticas administrativas, principalmente. Citan el caso de Bolivia, que desaprovechó su ubicación central geográfica
De	2006	Grupo de economías de Asia seleccionadas	Negativo	Mediante un modelo estructural, hallan que los costos de transporte de un país mediterráneo son 55% más altos que los de un país con costa
Grigoriou	2007	Datos de infraestructura de países seleccionados	-	Mejoras en la infraestructura en el país de tránsito incrementaría el comercio internacional del país mediterráneo en 52%
Arvis <i>et al.</i>	2010	Información de costos y tiempos de transporte	Negativo	Los países mediterráneos enfrentan una brecha de costos estimada entre 8 a 250%, y una brecha de demoras en tiempo entre 9y 130% por transitar por los países con costa
Lahiri y Masjidi	2012	Modelo de juegos infinitamente repetidos	-	Sostienen que la política de obstrucción unilateral al acceso de los océanos impuesta a los países sin litoral por las economías costeras puede no ser óptima si se considera desde la perspectiva más amplia de costos y ganancias que implican otros mercados

Autores	Año	Datos	Efecto	Resumen de los hallazgos
Wamboye	2012	40 países menos desarrollados (1975-2010)	Negativo	Mediante Método Generalizado de Momentos en Sistema, encuentran que la condición de mediterraneidad genera una brecha en la deuda pública de 22% respecto a los países con litoral
Driffield y Jones	2013	Panel de países (1984-2007)	Negativo	La mediterraneidad implica un impacto en el crecimiento de -0,0682; no tiene impacto negativo sobre la capacidad de atraer IED
Paudel	2014	Panel de países mediterráneos y no mediterráneos	Negativo	El enclaustramiento obstaculiza el crecimiento económico, pero la magnitud del impacto negativo es mayor que en la literatura, controlando por regiones
Mendoza <i>et al.</i>	2018	95 países emergentes y en desarrollo (1993-2017)	Negativo	Los efectos directos e indirectos del enclaustramiento marítimo de un país de ingresos medio bajos son significativos con relación a los países con litoral, lo cual repercute en el crecimiento económico (1,0pp) y los niveles de pobreza (1,9%)

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, el documento de UN-OHRLLS² (2013) analiza a detalle el impacto de la mediterraneidad sobre las perspectivas de desarrollo de los LLDC, mediante indicadores económicos, institucionales y sociales. Este estudio desarrolla un modelo econométrico estructural para estimar empíricamente el costo de la mediterraneidad en el desarrollo. El modelo pone énfasis en los múltiples canales de vínculo entre la mediterraneidad y el desarrollo, además del comercio internacional. Al mismo tiempo, a través de la construcción de umbrales específicos de los países, la metodología provee una medida de costo en el desarrollo para cada LLDC que se investiga. Se consideran las siguientes variables: ingreso *per cápita*, calidad institucional, integración económica, latitud, *dummy* de mediterraneidad, población económicamente activa, superficie terrestre y un indicador de recursos naturales.

Este trabajo recurre a cuatro métodos para estimar los coeficientes del modelo: Mínimos Cuadrados Ordinarios, Mínimos Cuadrados en 2 Etapas, Regresiones Aparentemente no Relacionadas y Método Generalizado de Momentos. La distancia al Ecuador (latitud) y la

² United Nations of the High Representative for the Least Developed Countries, Landlocked Developing Countries and Small Island Developing States.

condición de mediterraneidad presentan coeficiente negativo, indicando la existencia de una brecha entre los LLDC y los países con litoral, además de cierta influencia de la condición geográfica aproximada por la latitud. El nivel de ingresos, la institucionalidad y la integración económica inciden positivamente en el desarrollo, en concordancia con la literatura. Los resultados son robustos a la metodología de estimación.

3. Hechos estilizados

En línea con la literatura revisada, se han seleccionado un conjunto de indicadores de comercio a ser utilizados como datos de ingreso a los algoritmos *K-means* y PAM (*Partitioning Around Medoids*). Estos indicadores, extraídos del *World Development Indicators* del Banco Mundial, son descritos a continuación:

- Costo de exportación (US\$ por contenedor) - IC.EXPCOST.CD. El costo mide los honorarios cobrados para un contenedor de 20 pies en dólares de EE. UU. Se incluyen todas las tarifas asociadas para completar los procedimientos para exportar los bienes. Estos incluyen los costos de los documentos, los aranceles administrativos para el despacho de aduanas y el control técnico, los honorarios de los agentes de aduanas, los cargos por manipulación de terminales y el transporte terrestre. La medida del costo no incluye aranceles ni impuestos comerciales. Solo se registran los costos oficiales³.
- Costo de importación (US\$ por contenedor) - IC.IMPCOST.CD. El costo mide los honorarios cobrados para un contenedor de 20 pies en dólares de EE. UU. Se incluyen todas las tarifas asociadas para completar los procedimientos para importar los bienes. Estos incluyen los costos de los documentos, los aranceles administrativos para el despacho de aduanas y el control técnico, los honorarios de los agentes de aduanas, los cargos por manipulación de terminales y el transporte terrestre. La medida del costo no incluye aranceles ni impuestos comerciales. Solo se registran los costos oficiales.

³ Se hacen varias suposiciones para el negocio encuestado: tiene 60 o más empleados; está ubicado en la ciudad más poblada del país; es una compañía privada de responsabilidad limitada; no opera dentro de una zona de procesamiento de exportaciones o un polígono industrial con privilegios especiales de exportación o importación; es de propiedad nacional sin propiedad extranjera; y exporta más del 10% de sus ventas. También se realizan suposiciones sobre los bienes comercializados: el producto comercializado viaja en una carga seca, son cargas de contenedores completos de 20 pies. Finalmente, las suposiciones sobre el producto: no es peligroso ni incluye artículos militares; no requiere refrigeración ni ningún otro entorno especial; no requiere ninguna norma de seguridad ambiental o fitosanitaria especial que no sea una norma internacional aceptada.

- Tiempo para exportar (días) - IC.EXPDURS. Es el tiempo necesario para cumplir con todos los procedimientos requeridos para exportar bienes, y se registra en días naturales. El cálculo del tiempo para un procedimiento comienza desde el momento en que se inicia y se ejecuta hasta que se completa. Si se puede acelerar un procedimiento por un costo adicional, se elige el procedimiento legal más rápido. Se supone que el exportador no pierde el tiempo y se compromete a completar cada procedimiento restante sin demora. Los procedimientos que se pueden completar en paralelo se miden como simultáneos. El tiempo de espera entre los procedimientos, por ejemplo, durante la descarga de la carga, se incluye en la medida.
- Tiempo para importar (días) - IC.IMPDURS. Es el tiempo necesario para cumplir con todos los procedimientos requeridos para importar bienes, y se registra en días naturales. El cálculo del tiempo para un procedimiento comienza desde el momento en que se inicia y se ejecuta hasta que se completa. Si se puede acelerar un procedimiento por un costo adicional, se elige el procedimiento legal más rápido. Se supone que el importador no pierde el tiempo y se compromete a completar cada procedimiento restante sin demora. Los procedimientos que se pueden completar en paralelo se miden como simultáneos. El tiempo de espera entre los procedimientos, por ejemplo, durante la descarga de la carga, se incluye en la medida.

Para el proceso de formación del set de datos, se consideró la generación de dimensiones de información relacionadas a país-continente, cualidad marítima y georreferenciación de los países (Gráfico 1). Se recurre a herramientas de inteligencia de negocios como *Power BI* para realizar cálculos auxiliares y sobre todo para la visualización de los datos y presentación de los resultados del estudio.

Cuadro 2
Promedios de los indicadores de comercio internacional
(en dólares y días)

Indicador	África		Asia		América		Europa		Oceanía		Total
	2005	2014	2005	2014	2005	2014	2005	2014	2005	2014	
Costo de exportación	1.559	2.052	1.186	1.711	1.029	1.297	1.011	1.202	1.025	905	1.398
Con litoral	1.198	1.411	797	990	1.010	1.276	1.010	1.163	1.025	905	1.103
Sin litoral	2.404	3.534	2.282	4.004	1.323	1.645	1.013	1.370			2.601
Tiempo para exportar	37	29	32	26	20	16	16	13	22	21	24
Con litoral	32	24	24	18	20	16	16	13	22	21	20
Sin litoral	48	40	56	49	30	26	15	13			40
Costo de importación	1.920	2.715	1.328	1.911	1.350	1.656	1.089	1.272	1.100	904	1.670
Con litoral	1.399	1.785	887	1.097	1.345	1.634	1.099	1.255	1.100	904	1.297
Sin litoral	3.136	4.867	2.570	4.501	1.426	2.010	1.039	1.344			3.191
Tiempo para importar	45	36	36	28	24	18	17	13	24	23	28
Con litoral	38	29	27	20	24	17	17	12	24	23	23
Sin litoral	62	52	61	54	35	29	15	13			47
Total	890	1.208	646	919	606	747	533	625	543	463	780

Fuente: Elaboración propia

La relación porcentual de las diferencias de las medias entre los LLDC respecto a los países con salida marítima brinda un panorama altamente diferenciado en Asia, seguido por África, y mucho menos diferenciado en América. Sin embargo, en Europa esta diferencia es prácticamente nula para el periodo 2005 (Cuadro 3).

Cuadro 3
Promedios de las brechas entre países mediterráneos y con litoral, 2005
(en porcentajes)

Indicador	África	América	Asia	Europa
Costo de exportación	100,7	31,0	186,1	0,2
Tiempo para exportar	52,2	50,9	139,0	6,3
Costo de importación	124,2	6,0	189,7	5,5
Tiempo para importar	62,1	45,8	125,0	-10,9

Fuente: Elaboración propia

Una década después, la diferencia de las medias entre los países con salida al mar y los LLDC muestra un escenario aún más polarizado, donde los países mediterráneos de Asia revelan costos de exportación e importación por contenedor superiores en 405% y 410%, respectivamente. Sin embargo, en América la diferencia de las medias de los costos de exportación disminuyó de 131% el año 2005 a 129% el año 2014. Los tres indicadores adicionales también mostraron un incremento no tan significativo como el reflejado por los países asiáticos y africanos (Cuadro 4).

Los incrementos en la diferencia de las medias de los indicadores en el año 2014 en Europa también sufrieron un incremento, pero no es significativo, indicando que los países mediterráneos tienen costos y tiempos de exportación similares a los países que no son mediterráneos.

Cuadro 4
Promedios de las brechas y variaciones respecto a 2005, entre países mediterráneos y con litoral, 2014
(en dólares)

Indicador	África	América	Asia	Europa
Costo de exportación	150%	29%	305%	18%
	Δ+	Δ+	Δ+	Δ+
Tiempo para exportar	65%	64%	171%	-0,1%
	Δ+	Δ+	Δ+	Δ-
Costo de importación	173%	23%	310%	7%
	Δ+	Δ+	Δ+	Δ+
Tiempo para importar	80%	69%	170%	2%
	Δ+	Δ+	Δ+	Δ+

Fuente: Elaboración propia
Nota: Δ+ = aumentó; Δ- = disminuyó

Europa también mostró incrementos en la diferencia de las medias para la gestión 2014, **aunque** no tan significativos como en el resto de continentes, demostrando que los países mediterráneos de esta región tienen costos y tiempos de exportación similares a los países no mediterráneos. También se percibe que los países LLDC del continente europeo tienen condiciones similares, en costos y tiempos de exportación, a los países no mediterráneos. En América, estas diferencias son porcentualmente más grandes que en Europa, pero los países africanos y asiáticos muestran diferencias significativas respecto a estas variables (Cuadro 5).

Un indicador importante para evaluar la homogeneidad y heterogeneidad de los datos es el coeficiente de variación (CV). Los cálculos para esta medida de tendencia central se entienden bajo los siguientes criterios:

- Si el CV es mayor a 25%, son datos heterogéneos o dispersos.
- Si el CV es menor a 25%, son datos homogéneos.

Cuadro 5
Volatilidad de los indicadores de comercio internacional
(en dólares y días)

Indicador	África		Asia		América		Europa		Oceanía		Total
	2005	2014	2005	2014	2005	2014	2005	2014	2005	2014	
Costo de exportación	916	1.384	903	1.704	400	556	271	388	355	297	1.034
Con litoral	487	700	552	577	405	563	290	403	355	297	535
Sin litoral	1.106	1.438	793	2.041	103	205	149	254			1.568
Tiempo para exportar	15	13	23	20	9	9	7	5	6	6	16
Con litoral	13	10	17	12	9	8	8	5	6	6	12
Sin litoral	13	14	18	22	6	4	5	4			21
Costo de importación	1.088	2.099	1.017	1.978	555	593	342	460	413	286	1.349
Con litoral	532	1.223	597	618	572	600	367	496	413	286	720
Sin litoral	1.084	2.123	924	2.516	26	265	159	243			2.062
Tiempo para importar	20	21	25	23	11	13	10	6	8	7	20
Con litoral	17	12	18	14	11	13	10	6	8	7	15
Sin litoral	18	27	25	27	2	1	5	4			28
Total	1.115	1.737	916	1.583	686	845	562	683	587	487	1.140

Fuente: Elaboración propia

En América y Europa los países mediterráneos presentan cifras mucho más homogéneas. Esto quiere decir que los datos están mucho más agrupados respecto a la media. En cambio, en el resto, se evidencia mayor dispersión debido al CV mayor a 25% (Cuadro 6).

Cuadro 6
Coefficiente de variación de los indicadores de comercio internacional
(en porcentajes)

Variables	África		Asia		América		Europa	
	2005	2014	2005	2014	2005	2014	2005	2014
Costo de exportación								
Con litoral	40.7	49.6	69.3	58.3	40.1	44.1	28.7	34.7
Sin litoral	46.0	40.7	34.8	51.0	7.8	12.5	14.7	18.6
Tiempo para exportar								
Con litoral	40.6	40.2	73.7	68.0	44.7	54.3	47.8	40.5
Sin litoral	26.2	35.2	31.6	45.3	20.0	13.7	29.8	28.1
Costo de importación								
Con litoral	38.0	68.5	67.3	56.3	42.5	36.7	33.4	39.5
Sin litoral	34.6	43.6	36.0	55.9	1.8	13.2	15.3	18.1
Tiempo para importar								
Con litoral	43.5	43.1	68.6	68.4	47.7	73.5	62.0	51.1
Sin litoral	29.5	51.5	40.7	50.4	4.3	3.4	31.9	33.4

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para visualizar de manera integral los indicadores seleccionados, en el Gráfico 2 se presentan mapas de calor de las variables de comercio internacional:

Gráfico 2: Mapas de calor de los indicadores de comercio internacional



Fuente: Elaboración propia

Nota: De arriba hacia abajo: costos de exportación e importación; tiempo para exportar e importar.

4. Estrategia empírica

4.1. Machine Learning

El aprendizaje automático, o *Machine Learning*, es un área de investigación en constante expansión. Derivada de la inteligencia artificial, puede ser aplicada en diversos campos, como son las ciencias computacionales, estadística y en el caso de este trabajo de investigación, con la economía a través del comercio exterior. Como definición, el aprendizaje automático, mediante un proceso de inducción del conocimiento, busca generalizar comportamientos y reconocer patrones a partir de los datos. Los diferentes algoritmos de aprendizaje automático, de acuerdo a la salida o resultado al que llegan los mismos, son agrupados en:

- Aprendizaje supervisado. Pretende determinar una función que puede mapear una entrada de datos a una salida basada en ejemplos anteriores.
- Aprendizaje no supervisado. Se tienen conjuntos de datos de entrada y se busca establecer patrones para realizar el etiquetado de los nuevos datos. Uno de los métodos más comunes es el análisis de conglomerados (*clustering*).
- Aprendizaje semi-supervisado. Es una combinación de los dos algoritmos anteriores, teniendo en cuenta ejemplos clasificados y no clasificados.
- Aprendizaje por refuerzo. Los algoritmos aprenden observando el mundo que les rodea y con un continuo flujo de información en las dos direcciones (del mundo a la máquina, y de la máquina al mundo), realizando un proceso de ensayo-error y reforzando aquellas acciones que reciben una respuesta positiva en el mundo.
- Transducción. Similar al aprendizaje supervisado, pero su objetivo no es construir de forma explícita una función, sino únicamente tratar de predecir las categorías en las que caen los posteriores ejemplos, basándose en los ejemplos de entrada, sus respectivas categorías y los ejemplos nuevos al sistema. Es decir, estaría más cerca del concepto de aprendizaje supervisado dinámico.
- Aprendizaje multitarea. Engloba todos aquellos métodos de aprendizaje que usan conocimiento previamente aprendido por el sistema, de cara a enfrentarse a problemas parecidos a los ya vistos.

Tomando en cuenta el marco de la presente investigación nos enfocaremos en los algoritmos de clasificación no supervisados, ya que, a partir de datos e indicadores de un set de datos generado, se pretende lograr una agrupación (*clustering*).

4.2. Agrupamiento “*Clustering*”

El análisis por agrupamiento, a través de los algoritmos, pretende realizar la clasificación de observaciones en subgrupos -*clusters*- para que las observaciones en cada grupo se asemejen entre sí según ciertos criterios. Teóricamente, los puntos de datos que están en el mismo grupo deben tener propiedades y/o características similares, mientras que los puntos de datos en diferentes grupos deben tener propiedades y/o características muy diferentes. La agrupación

es un método de aprendizaje no supervisado y es una técnica común para el análisis estadístico de datos que se utiliza en muchos campos.

Dentro de los algoritmos de clasificación no supervisados tenemos al *K-means* y al *K-mediods*, ambos algoritmos de partición cuyos datos de ingreso (observaciones) pueden ser vectores reales d-dimensionales.

4.2.1. *K-means*

Uno de los algoritmos más utilizados para realizar agrupamientos es el *K-means*, o, en su traducción al español, K-medias. MacQueen (1967) indica que este algoritmo tiene el propósito central de particionar un conjunto de observaciones (n) en k agrupaciones, donde cada observación es asignada a un grupo cuyo valor medio es más cercano a un centroide.

Dado un conjunto de observaciones:

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) \tag{1}$$

donde cada observación es un vector real de d dimensiones, k-medias construye una partición de las observaciones en k conjuntos donde ($k \leq n$), a fin de minimizar la suma de los cuadrados dentro de cada grupo (WCSS):

$$\frac{\arg \min}{S} \sum_{i=1}^k \sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2 = \frac{\arg \min}{S} \sum_{i=1}^k |S_i| \text{Vars}_i \tag{2}$$

Donde μ_i es la media de los puntos en S_i . Esto es equivalente a minimizar las desviaciones cuadradas por pares de puntos en el mismo *cluster*:

$$\frac{\arg \min}{S} \sum_{i=1}^k \frac{1}{2|S_i|} \sum_{x, y \in S_i} \|x - y\|^2 \tag{3}$$

La equivalencia se puede deducir de la identidad:

$$\sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2 = \sum_{x \neq y \in S_i} (x - \mu_i)(\mu_{i-y}) \quad (4)$$

Debido a que la varianza total es constante, esto también es equivalente a maximizar el BCSS, que se desprende fácilmente de la ley de la varianza total.

a) Interacción del algoritmo

El algoritmo se divide en cuatro pasos al momento de su ejecución; el primer paso se enfoca en realizar las asignaciones de las observaciones a los grupos y el segundo al cálculo de los nuevos centroides.

Paso 1

Selección arbitraria de los k objetos que serán los centroides iniciales.

Paso 2

Asignaciones. Se asigna a cada observación con el centroide más cercano, con base en el valor medio de las observaciones.

$$S_i^{(t)} = \left\{ x_p : \|x_p - m_i^{(t)}\| \leq \|x_p - m_j^{(t)}\| \forall 1 \leq j \leq k \right\} \quad (5)$$

Paso 3

Actualización. Se recalculan los centros de los subgrupos y se actualiza la media.

$$m_i^{(t+1)} = \frac{1}{|S_i^{(t)}|} \sum_{x_j \in S_i^{(t)}} x_j \quad (6)$$

Paso 4

Se iteran los pasos 1 y 2, hasta que el algoritmo llegue a una convergencia, que se da cuando las asignaciones generadas ya no cambian.

b) K-medoids

Los algoritmos basados en el método de *K-medoids* tienen el propósito de dividir un conjunto de observaciones en grupos, teniendo como principal diferencia con el algoritmo *K-means* la utilización de los datos que forman parte del conjunto de datos a ser analizados como representantes de las agrupaciones, que son denominados "*medoids*". Cada observación restante es agrupada con el *medoid* más cercano. Estos algoritmos tienen características más robustas ante el ruido que se puede dar en las observaciones, siendo uno de los más representativos el algoritmo Partición Alrededor de *Medoids* (PAM).

4.2.2. Algoritmo PAM (*Partitioning Around Medoids*)

Este algoritmo pretende determinar las k agrupaciones de las n observaciones, identificando los objetos representativos de cada agrupación. La identificación de los k *medoids* inicia con la selección arbitraria de k objetos representativos. Cada interacción del algoritmo busca mejorar la calidad del agrupamiento. El algoritmo cuenta con cinco pasos en su ejecución:

Paso 1

Selección arbitraria de los k -*medoids* iniciales.

Paso 2

Cálculo de TC_{ij} para todos los pares de objetos O_i, O_h donde O_i es el *medoid* actual y O_h no lo es.

Paso 3

Seleccionar el par O_i, O_h que corresponda al mínimo O_i, O_h (TC_{ih}). Si el mínimo TC_{ih} es negativo, se intercambia O_i con O_h ; y se vuelve al paso 2.

Paso 4

Repetir los pasos 2 y 3 hasta que no se presenten cambios.

Paso 5

Asignar cada objeto a su *medoid* más cercano. La convergencia del algoritmo se da cuando se obtiene el menor costo y las asignaciones a las agrupaciones no se modifican.

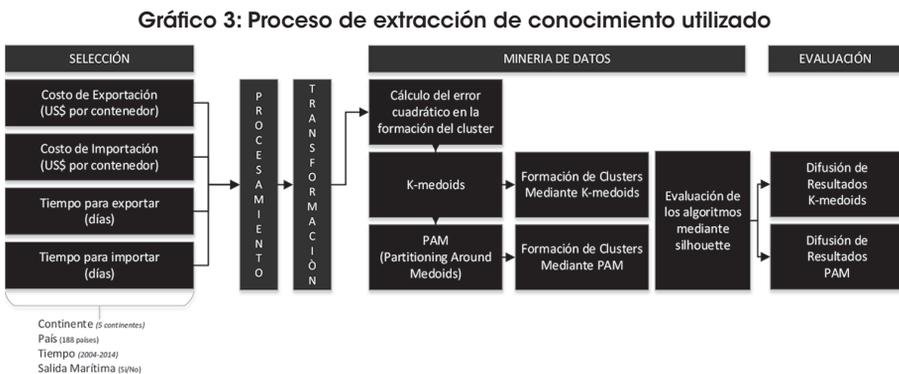
5. Aplicación y resultados

5.1. Datos y fuentes

Una fuente de datos importante y pública, utilizada por los investigadores, es la del Banco Mundial, entidad que a través de la aplicación *DataBank*⁴ permite el acceso a 70 bases de datos. La base de datos seleccionada en este trabajo es la *World Development Indicators*, que comprende información de 264 países y con series temporales mayores a los 20 años.

5.2. Metodología empleada

La metodología empleada comprende la utilización del proceso de extracción de conocimiento, KDD⁵, que para esta investigación tiene como núcleo a la minería de datos mediante la metodología de agrupamiento o *Clustering* (Gráfico 3).



Fuente: Elaboración propia

4 <http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=world-development-indicators>

5 *Knowledge Discovery in Databases (KDD)*, que se refiere al proceso no trivial de descubrir conocimiento e información potencialmente útil dentro de los datos contenidos en algún repositorio de información.

5.2.1. Selección

La serie temporal de los datos utilizados en este trabajo comprende un periodo de diez años (2004 a 2014) de 217 países, con indicadores relacionados al comercio y otros indicadores macroeconómicos. Sin embargo, ha sido necesaria la depuración, en el set de datos, de países que no tienen información o presentan muchos datos nulos, quedándonos con 188 países de cinco continentes.

5.2.2. Procesamiento

El cargado y procesamiento de los datos ha sido realizado con la herramienta *data integration*⁶ de *Pentaho*, para lo cual se crearon varios procesos ETL para integrar los datos descargados de *DataBank* y almacenarlos en un solo repositorio de datos. Asimismo, se diseñó y generó una base de datos de países y continentes con dimensiones adicionales con las que no contaba el set de datos del Banco Mundial; una de las dimensiones adicionales e importantes es la relacionada con la mediterraneidad de los países.

5.2.3. Transformación

La transformación de los datos también fue realizada mediante procesos ETL, debido a que las bases de datos del Banco Mundial identifican los nombres de los países en inglés, y para hacer la integración con otras bases de datos se tuvo que generar enlaces a partir del código de tres caracteres que tienen los países. Asimismo, para facilitar la georreferenciación, la visualización de los países y las agrupaciones, se ha integrado información georreferenciada de los países que son objeto de estudio.

5.2.4. Minería de datos

Es importante, al momento de realizar un proceso de análisis y generación de conocimiento a través de la exploración de volúmenes grandes de información, contar con una herramienta que facilite el proceso de generación de conocimientos. En este sentido, un lenguaje de programación que tiene un entorno de fácil acceso y a su vez un enfoque de análisis estadístico, es el lenguaje R, que fue desarrollado inicialmente por Robert Gentleman y Ross Ihaka, del Departamento de Estadística de la Universidad de Auckland, en 1993. R brinda un entorno

6 <https://www.hitachivantara.com/en-us/products/big-data-integration-analytics/pentaho-data-integration.html>

colaborativo y abierto, por lo cual se cuenta con una amplia gama de herramientas estadísticas a través de librerías de acceso gratuito.

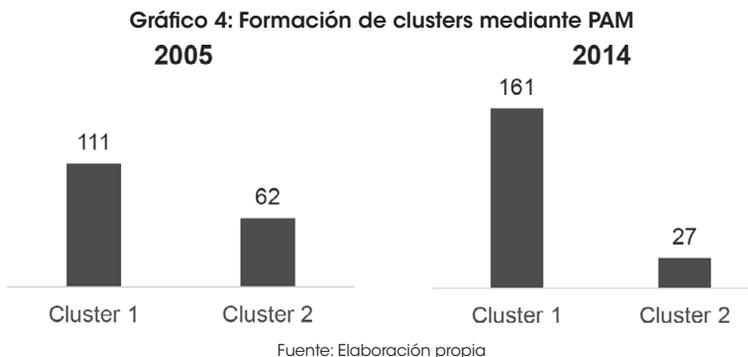
a) Cálculo del error cuadrático en la formación del *cluster*

Es necesario identificar el número de *clusters* a ser formados antes de ejecutar los algoritmos *K-means* y PAM, por lo que se apeló al cálculo del error cuadrático SSE de cada agrupación y su visualización, para determinar la cantidad de agrupaciones a ser generadas (Anexo 1). Producto del cálculo realizado, se observa que el incremento menos significativo para determinar el número de agrupaciones se da entre 2 a 3 *clusters*. Las disminuciones siguientes son cada vez menores, por lo que se identifica que la formación óptima se da para la generación de dos agrupaciones.

b) Aprendizaje no supervisado – Clustering

i. Algoritmo K-medoids, PAM (*Partitioning Around Medoids*)

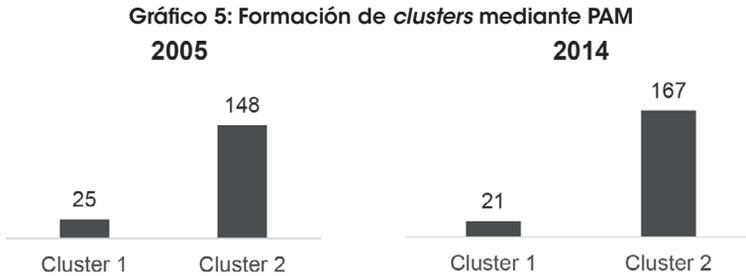
Los *clusters* generados con el algoritmo PAM para la gestión 2005 agrupan a 111 países dentro del *cluster* 1 y los restantes 62 países en el *cluster* 2. Para la gestión 2014 se incrementa el número de países que integran el *cluster* 1, llegando a 161, afectando de esta manera a la cantidad de países que integran el *cluster* 2, que se reduce a 27 (Gráfico 4).



En una década, muchos países que fueron parte del *cluster* 2, pasaron a integrar el *cluster* 1. Este hecho será parte de un análisis posterior, debido a la importancia que suscita para el estudio.

ii. Algoritmo *K-means*

Los resultados de la ejecución del algoritmo *K-means* para el periodo 2005-2014 generan una distribución de las observaciones representada en dos grupos de datos o *clusters*. Para el periodo 2005, el *cluster 2* se forma con 148 países, cantidad que se incrementa en la gestión 2014, llegando a 167 países. El *cluster 1* reduce su composición de 25 a 21 países (Gráfico 5).



Fuente: Elaboración propia

En esta etapa, la composición de los *clusters* ya muestra una segmentación de países que debe ser evaluada para nutrir el análisis de este estudio.

5.2.5. Evaluación de los algoritmos mediante *silhouette*

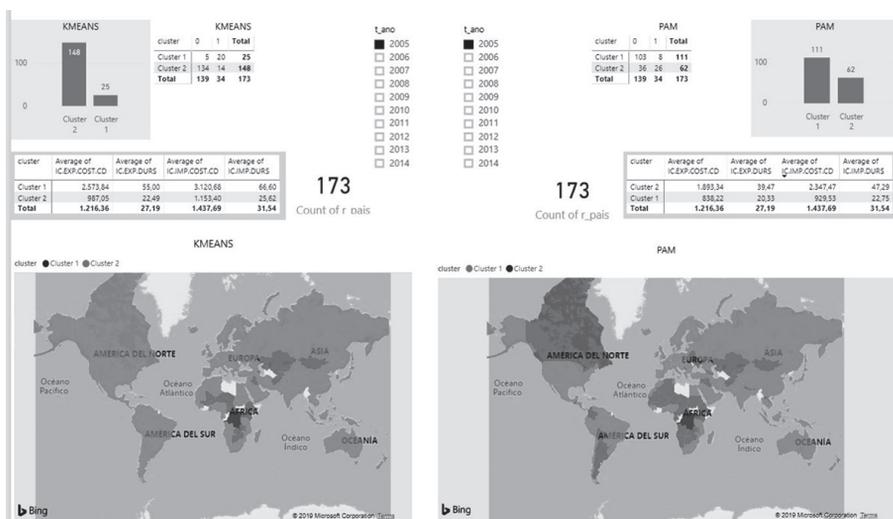
Los resultados del algoritmo PAM son evaluados en dos periodos, dando como producto un promedio de *silhouette* de 0.54 para la gestión 2005, siendo éste aceptable para el emparejamiento de las observaciones. Sin embargo, para el periodo 2014 el emparejamiento muestra un promedio que llega a 0.74, que denota un escenario mucho más favorable en la asignación de las observaciones a los *clusters* (Anexo 2).

En la evaluación del algoritmo *K-means*, el promedio *silhouette* para la gestión 2005 es de 0.60, por lo que se puede decir que la solución de los *clusters* de emparejamiento de cada observación es adecuada. Los *clusters* formados para la gestión 2014 tienen un promedio más alto, llegando a 0.77, por lo que se puede concluir que el emparejamiento es mejor que el del primer periodo (Anexo 2).

5.2.6. Resultados

Se han seleccionado cuatro variables de 188 países por un periodo de diez años; mediante el cálculo del error cuadrático en la formación de *clusters*, se ha identificado que el óptimo se da para la generación de dos agrupaciones (Anexo 1). Los *clusters* formados mediante el algoritmo *K-means* separan en el año 2014 a 167 países en el *cluster 1* como los países con costos más bajos y tiempos más cortos de exportación e importación, y agrupa en el *cluster 2* a 21 países cuyos tiempos y costos de exportación e importación son más altos.

Gráfico 6: Clusters del algoritmo K-means Y PAM (2005)



Los *clusters* formados mediante el algoritmo PAM separan en 2014 a 161 países en el *cluster 1*, como los países con costos más bajos y tiempos más cortos de exportación e importación, y agrupan en el *cluster 2* a 27 países cuyos tiempos y costos de exportación e importación son más altos.

Gráfico 7: Clusters del algoritmo K-means y PAM (2014)



Fuente: Elaboración propia

En un periodo de diez años, según los resultados del algoritmo PAM, algunos países que formaron parte del *cluster 2* (países con tiempos y costos más altos de exportación e importación) en el año 2005, como Colombia, Bolivia, Argentina y Paraguay, dejaron de ser asignados a esta agrupación y se trasladaron al *cluster 1*. En el caso de Bolivia, durante el periodo 2005-2014 mejoraron sus indicadores en tiempos de exportación, pasando de 24 a 19 días. Un avance aún más importante se manifiesta en los tiempos de importación, pasando de 36 a 23 días, mostrando una reducción de 13 días en un periodo de 10 años.

Durante el periodo de estudio, también se han encontrado disminuciones en los costos de exportación e importación, pasando de US\$ 1440 a 1425 en la exportación de un contenedor, y para la importación de US\$ 1747 a 1452, durante el periodo 2005-2014. Las mejoras en estos indicadores han provocado que Bolivia pase del *cluster 2* durante las gestiones 2005 y 2006, al *cluster 1* de la gestión 2007 en adelante.

Los mapas de *clusters* (Gráficos 6 y 7) sugieren que existirían barreras más fuertes que el enclaustramiento marítimo, dado que, en algunos casos, países que sí tienen salida al mar presentan características en comercio internacional similares a los países mediterráneos,

o incluso menos favorables que este último grupo. Así lo evidencia la transición de *clusters*, comparando los años 2005 y 2014. Tal es el caso de Canadá, Colombia, Argentina y algunos países de Europa, los cuales en 2005 fueron clasificados por el algoritmo PAM en el *cluster* donde radicaban la mayoría de los países mediterráneos.

También se encuentra que existen países sin litoral que han sido capaces de aliviar los efectos negativos de la condición de mediterraneidad; como son los casos de Bolivia y Paraguay en Latinoamérica. Estos países, hasta el año 2006, pertenecían al *cluster* de países clasificados como mediterráneos. A partir de la gestión 2007, los algoritmos sugieren que Bolivia, particularmente, habría acortado las brechas en las variables de comercio internacional de mejor manera que la mayoría de los países mediterráneos. También resulta interesante la incorporación de Venezuela, mediante el algoritmo *K-means* (Gráfico 7), al *cluster* de países mediterráneos en 2014; sugiriendo que la situación económica actual que se vive en ese país habría reducido las ventajas con las que contaba en materia de costos y tiempos en el comercio exterior.

Estos resultados son coherentes con las relaciones de variables de comercio propuestas por el modelo de gravedad de comercio internacional. Encuadrado dentro de la economía internacional, el modelo establece que el comercio entre dos países (o conjuntos de países, para efectos del documento) es proporcional al tamaño económico de ambos, medido por el PIB e inversamente proporcional a la distancia que existe entre ambos. Matemáticamente, se expresa de la siguiente forma:

$$F_{ij} = G * \frac{M_i * M_j}{D_{ij}} \quad (7)$$

Donde F_{ij} representa el flujo comercial entre el país “ i ” y el país “ j ”; G es una constante; D es la distancia entre los dos países; y M representa el tamaño de la economía de los países. En esta línea, siguiendo a Raballand (2003), el modelo de gravedad puede extenderse de la siguiente forma:

$$F_{ij} = f \left(PIB_i, D_{ij}, Instit_i, Acceso_i, Medit_i, Infra_i, Tarifa_i \right) \quad (8)$$

Donde PIB_i es el Producto Interno Bruto del país i ; $Instit_i$ es el desarrollo institucional; $Acceso_i$ representa la menor distancia entre el país i y un mercado mundial mayor; $Medit_i$ identifica la condición de mediterraneidad; $Infra_i$ es la calidad de infraestructura vial; y $Tarifa_i$ es una medida del costo de exportaciones e importaciones.

En este sentido, la clasificación de Bolivia y Paraguay como países no mediterráneos, además de ser explicada por los costos del comercio internacional, podría haberse suscitado por la mejora en términos económicos de estos países. Bolivia ha tenido tasas de crecimiento del PIB por encima del promedio regional, principalmente por su fuerte componente de demanda interna e inversión en infraestructura; Paraguay, por su parte, es una de las economías emergentes que también ha mostrado un notable crecimiento, principalmente por la inversión extranjera que atrae, lo cual es resultado de la mejora de su institucionalidad. El caso de Venezuela es particular y atípico para la muestra, por lo que la recesión que enfrenta en este periodo ha influido notablemente en su desempeño en comercio internacional, a tal punto que ha mostrado características de enclaustrado.

5.2.7. Análisis discriminante

El análisis discriminante es una técnica estadística multivariante cuya finalidad es describir las diferencias significativas (si existen) entre g grupos de objetos ($g > 1$) sobre los que se observan p variables (variables discriminantes). Más concretamente, se comparan y describen las medias de las p variables clasificadoras a través de los g grupos.

En caso de que estas diferencias existan, se intentará explicar en qué sentido se dan, y proporcionar procedimientos de asignación sistemática de nuevas observaciones con grupo desconocido a uno de los grupos analizados, utilizando para ello sus valores en las p variables clasificadoras (éstos sí son conocidos).

Cuadro 7
Análisis discriminante PAM

Indicador	Resultado	Indicador	Resultado
<i>Accuracy</i> (exactitud)	74.57%	<i>Accuracy</i> (exactitud)	89.36%
Sensibilidad o precisión	41.94%	Sensibilidad o precisión	81.48%
<i>Recall</i>	76.47%	<i>Recall</i>	59.46%
Especificidad	74.10%	Especificidad	96.69%
Prevalencia o tasa de incidencia	19.65%	Prevalencia o tasa de incidencia	19.68%

Fuente: Elaboración propia

La exactitud, o “*accuracy*” en inglés, permite calcular la relación de aciertos respecto al total de observaciones realizadas, siendo para el caso más óptimo el valor 1 (100%) o en el otro extremo 0. Para el algoritmo PAM, los niveles de exactitud al momento de comparar los resultados de los *clusters* generados con la realidad de los países mediterráneos, muestran para los años 2005 y 2014 un porcentaje de 74.57% y 89.36%, respectivamente (Cuadro 7).

Para el caso del algoritmo *K-means* (Cuadro 8), los porcentajes de exactitud en la formación de *clusters* relacionados a los países mediterráneos y no mediterráneos, llegan a un 89.02% en 2005 y 87.23% en 2014. Los resultados de la evaluación discriminante de ambos algoritmos permiten apreciar que la formación de los *clusters* a partir de los datos de costos y tiempos de exportación, tiene un alto porcentaje de exactitud, llegando a aproximadamente a un 89% de efectividad en el caso de PAM para la gestión 2014 y *K-means* para la gestión 2005.

Cuadro 8
Análisis discriminante *K-means*

Indicador	Resultado	Indicador	Resultado (%)
<i>Accuracy</i> (exactitud)	89.02%	<i>Accuracy</i> (exactitud)	87.23
Sensibilidad o precisión	80.00%	Sensibilidad o precisión	80.95
<i>Recall</i>	58.82%	<i>Recall</i>	45.95
Especificidad	96.40%	Especificidad	97.35
Prevalencia o tasa de incidencia	19.7%	Prevalencia o tasa de incidencia	19.68

Fuente: Elaboración propia

6. Conclusiones

Los países mediterráneos enfrentan diferentes restricciones económicas identificadas en la literatura, debido principalmente a las grandes distancias que tienen para transar en los grandes mercados, la dependencia en la política exterior de los países vecinos con salida al mar y los altos costos del comercio internacional. En el modelo propuesto de *clustering* de las variables costo y tiempo para la exportación e importación mediante los algoritmos *K-means* y PAM, se explora la dinámica de los países sin litoral para evidenciar si efectivamente la posición mediterránea condiciona a estos países a enfrentar permanentemente brechas significativas en los costos y tiempos para el comercio internacional.

Con ambos algoritmos se ha llegado a determinar la formación óptima de dos *clusters*, con información de 188 países; posteriormente, mediante pruebas de silueta, se ha comprobado esta optimización. El primer *cluster* agrupa a una gran cantidad de países no mediterráneos, entre desarrollados y en desarrollo; mientras que el segundo *cluster* agrupa a la mayoría de economías mediterráneas en desarrollo (LLDC).

Las soluciones de los algoritmos han sido probadas y evaluadas en su consistencia. Para ello, se recurrió al análisis discriminante, el cual indica, mediante la tasa de exactitud, precisión y especificidad, que es significativo no rechazar la hipótesis de que los países identificados por los *clusters* 1 y 2 pertenecen en gran medida a tales grupos; en otras palabras, la “clusterización” fue eficiente. Es preciso enfatizar que, para este proceso, no se introdujo al modelo información *a priori* sobre si cada país es mediterráneo o no.

De esta forma, los resultados sugieren que existirían barreras más fuertes que el enclaustramiento marítimo, dado que, en algunos casos, países que sí tienen salida al mar presentan características similares a los países mediterráneos, o incluso menos favorables que este último grupo. Así lo evidencia la transición de *clusters* comparando los años 2005 y 2014. Tal es el caso de Canadá, Colombia, Argentina y algunos países de Europa, los cuales en 2005 fueron clasificados por el algoritmo PAM en el *cluster* donde radicaban la mayoría de los países mediterráneos.

Por otra parte, se evidencia que existen países sin litoral que han sido capaces de aliviar los efectos negativos de la condición de mediterraneidad; como son los casos de Bolivia y Paraguay

en Latinoamérica. Estos países pertenecían hasta el año 2006 al *cluster* de países clasificados como mediterráneos. A partir de 2007, los algoritmos sugieren que Bolivia, particularmente, habría acortado las brechas en las variables de comercio internacional de mejor manera que la mayoría de los países mediterráneos. También es notable la incorporación de Venezuela, mediante el algoritmo *K-means*, al *cluster* de países mediterráneos en 2014; sugiriendo que la situación económica actual que se vive en ese país, habría reducido las ventajas con las que contaba en materia de costos y tiempos en comercio exterior.

Para Bolivia, esta reducción de brechas se explicaría por razones cuyo estudio puede dar continuidad a esta investigación. La estabilidad del tipo de cambio, el subsidio a los hidrocarburos, la mayor apertura comercial por los acuerdos de integración comercial y el impulso a la demanda interna, incluida la inversión en infraestructura que se dio a partir de 2007, habrían repercutido en mejoras en costos y tiempos para la exportación e importación de bienes y servicios. De hecho, en el ámbito mundial, en 2004, de 188 países, Bolivia se situaba en el puesto 130 respecto al indicador de costos de exportación (un mayor ranking equivale a menores costos), mientras que en 2014 ascendió al puesto 124. En el ámbito regional, respecto al mismo indicador, de 34 países de América, Bolivia habría escalado del puesto 29 al 26 en 2014.

Fecha de recepción: 3 de abril de 2019

Fecha de aceptación: 16 de septiembre de 2019

Manejado por ABCE/SEBOL/IISEC

Referencias

1. Arvis, J. F., Marteau, J. F. y Raballand, G. (2010). "The cost of being landlocked: logistics costs and supply chain reliability". *The World Bank*.
2. De, Prabir. (2006). "Trade, infrastructure and transaction costs: the imperatives for Asian economic cooperation". *Journal of Economic Integration*, 21(4), 708-735.
3. Driffield, N. y Jones, C. (2013). "Impact of FDI, ODA and migrant remittances on economic growth in developing countries: A systems approach". *The European Journal of Development Research*, 25(2), 173-196.
4. FASTER, D. S. (2014). *Pentaho Data Integration*.
5. Faye, M. L., McArthur, J. W., Sachs, J. D. y Snow, T. (2004). "The challenges facing landlocked developing countries". *Journal of Human Development*, 5(1), 31-68.
6. Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G. y Smyth, P. (1996). "The KDD process for extracting useful knowledge from volumes of data". *Communications of the ACM*, 39(11), 27-34.
7. Grigoriou, C. (2007). "Landlockedness, infrastructure and trade: new estimates for central Asian countries". *The World Bank, Development, Research Group*.
8. Kaufman, L. y Rousseeuw, P. J. (2009). *Finding groups in data: an introduction to cluster analysis* (Vol. 344). Nueva York: John Wiley & Sons.
9. Lahiri, B. y Masjidi, F. K. (2012). "Landlocked countries: A way to integrate with coastal economies". *Journal of Economic Integration*, 27(4), 505-519.
10. Leiva-Valdebenito, S. A. y Torres-Avilés, F. J. (2010). "Una revisión de los algoritmos de partición más comunes en el análisis de conglomerados: un estudio comparativo". *Revista Colombiana de Estadística*, 33(2), 321-339.
11. MacKellar, L., Wörgötter, A. y Wörz, J. (2000). "Economic development problems of landlocked countries". *Transition Economic Series*, N° 14.
12. MacQueen, J. (1967). "Some methods for classification and analysis of multivariate observations". *Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability* 1(14), 281-297.
13. Mendoza, R., Céspedes, A., Ticona, U. et al. (2018). "Restricciones al comercio y al desarrollo económico en países mediterráneos: Impacto en el crecimiento, la pobreza y el comercio, el caso de Bolivia". *Revista de Análisis del BCB*, 28(1), 231-301.

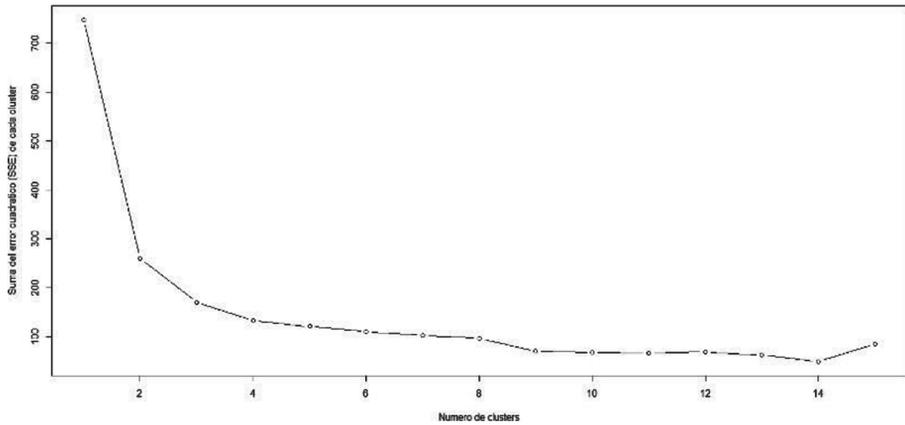
14. Paudel, R. C. (2014). "Economic Growth in Developing Countries: Is Landlockedness Destiny?" *Economic Papers: A journal of applied economics and policy*, 33(4), 339-361.
15. Pérez-López, C. (2008). *Minería de datos: técnicas y herramientas*. Madrid, España: Thomson Ediciones.
16. Radelet, S. y Sachs, J. D. (1998). "Shipping costs, manufactured exports, and economic growth". *Annual Meeting of the American Economics Association*, Chicago.
17. Raballand, G. (2003). "Determinants of the negative impact of being landlocked on trade: an empirical investigation through the Central Asian case". *Comparative Economic Studies*, 45(4), 520-536.
18. Shrestha, H. y Heffley, D. (2003). "Regional Integration and Industrial Location in a Landlocked Spatial Economy". Economics Working Papers, University of Connecticut.
19. Smith, A. (1796) *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, 2 vols. Editado por Edwin Caanan. University of Chicago, Chicago, IL.
20. UN-OHRLLS. (2013). *The development economics of landlockedness: understanding the development costs of being landlocked*. Nueva York: United Nations.
21. Wagstaff, K., Cardie, C., Rogers, S. y Schrödl, S. (2001, June). "Constrained k-means clustering with background knowledge". *ICML*, (1), 577-584.
22. Wamboye, E. (2012). *External debt, trade and FDI on economic growth of least developed countries*. Pennsylvania State University.

Anexos

Anexo I

Optimización de *clusters*

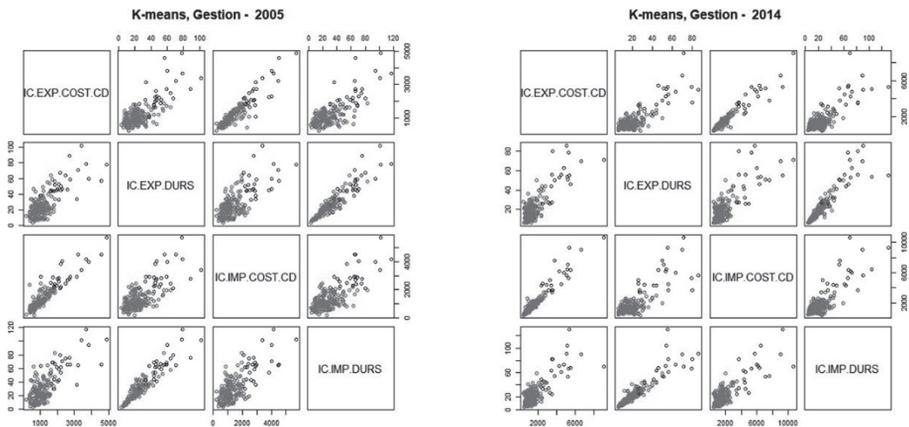
Gráfico A1: Error cuadrático de los clusters



Nota: Este esquema permite observar que el incremento menos significativo para determinar el número de agrupaciones se da entre 2 a 3 *clusters*.

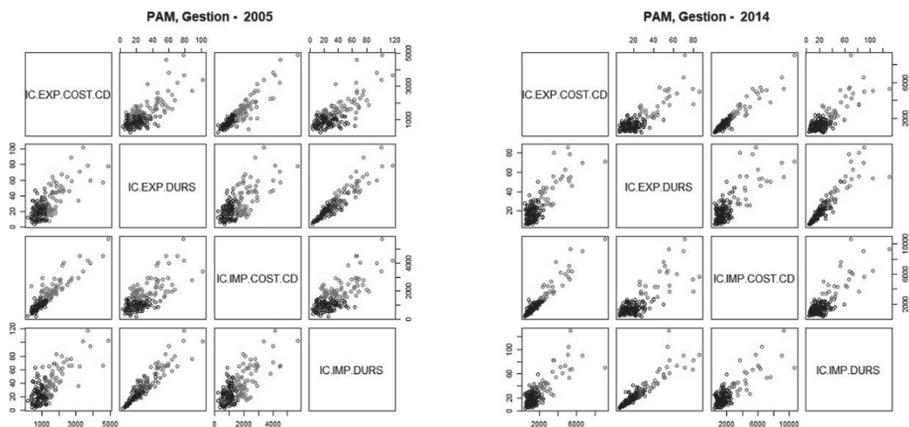
Fuente: Elaboración propia

Gráfico A2: Optimización PAM del número de *clusters*



Fuente: Elaboración propia

Gráfico A3: Optimización *K-means* del número de *clusters*



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2

Evaluación de los algoritmos mediante *silhouette*

Para la evaluación se recurrió a un método de interpretación y validación de consistencia dentro de grupos de datos, denominado “silueta”. La técnica proporciona una representación gráfica sucinta de la exactitud en la que cada objeto se encuentra dentro de su grupo.

El valor de silueta es una medida de cuán similar es un objeto a su propio *cluster* (cohesión) en comparación con otros *clusters* (separación). La silueta varía de -1 a +1, donde un valor alto indica que el objeto está bien adaptado a su propio *cluster* y está poco relacionado con los *clusters* vecinos. Si la mayoría de los objetos tienen un valor alto, entonces la configuración de agrupamiento es apropiada. Si muchos puntos tienen un valor bajo o negativo, entonces la configuración del *cluster* puede tener demasiados o muy pocos *clusters*⁷.

Supongamos que los datos se han agrupado a través de cualquier técnica, como *K-means*, en *k clusters*. Para cada dato *i*, permita que $a(i)$ sea la distancia promedio entre *i* y todos los demás datos dentro del mismo *cluster*. Se puede interpretar $a(i)$ como una medida de qué tan bien *i* está asignado a su *cluster* (cuanto menor es el valor, mejor es la asignación). Luego definimos la

⁷ La silueta se puede calcular con cualquier medida de distancia, como la distancia euclidiana o la distancia de Manhattan.

disimilitud promedio (diferencia / varianza) del punto i a un *cluster* c como el promedio de la distancia desde i a todos los puntos en c .

Sea $b(i)$ la distancia promedio más pequeña de i a todos los puntos en cualquier otro *cluster*, de los cuales i no es miembro. Se dice que el *cluster* con la menor diferencia promedio (diferencia/ varianza) es el “*cluster* vecino” de i porque es el siguiente *cluster* que mejor se ajusta para el punto i . Ahora se define una silueta:

$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max\{a(i), b(i)\}} \quad (B1)$$

La ecuación (7) puede también escribirse como:

$$\begin{aligned} s(i) &= 1 - \frac{a(i)}{b(i)} ; \\ & \text{si } a(i) < b(i); \\ s(i) &= b(i) \frac{b(i)}{a(i)} - 1; \\ & \text{si } a(i) > b(i) \end{aligned} \quad (B2)$$

De la definición anterior en (8), es evidente que:

$$-1 \leq s(i) \leq 1 \quad (B3)$$

Además, se debe tener en cuenta que la puntuación es 0 para *clusters* con tamaño = 1. Esta restricción se agrega para evitar que la cantidad de *clusters* aumente significativamente.

Para $s(i)$ estar cerca de 1, se requiere $a(i) < b(i)$. Como $a(i)$ es una medida de cuán diferente es i para su propio *cluster*, un valor pequeño significa que está bien emparejado. Además, un $b(i)$ grande implica que i está mal adaptado a su *cluster* vecino. Por lo tanto, un $s(i)$ cercano

a uno significa que los datos están agrupados apropiadamente. Si $s(i)$ está cerca del negativo, entonces, con la misma lógica, se ve que i sería más apropiado si estuviera agrupado en su *cluster* vecino. Un $s(i)$ cerca de cero significa que el dato está en el borde de dos *clusters* naturales.

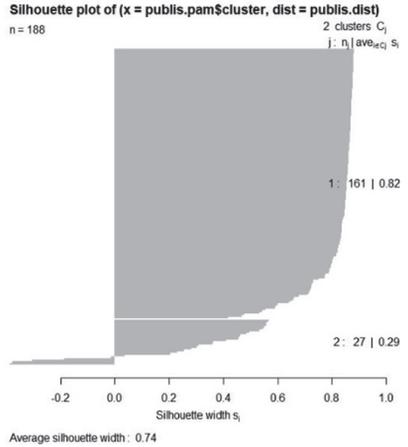
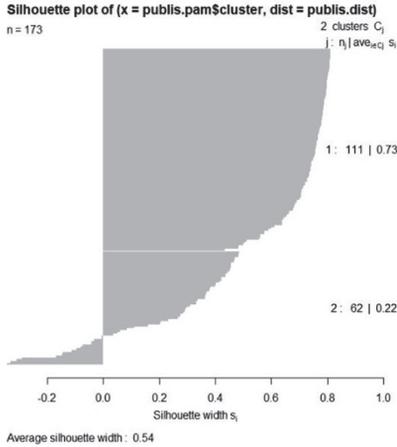
El $s(i)$ promedio de todos los puntos de un *cluster* es una medida de cuán estrechamente agrupados están todos los puntos del *cluster*. Por lo tanto, el $s(i)$ promedio sobre todos los datos es una medida de qué tan apropiadamente se han agrupado los datos. Si hay demasiados o muy pocos conglomerados, como puede ocurrir cuando se utiliza una mala elección de k en el algoritmo de agrupación, algunos de los *clusters* típicamente mostrarán siluetas mucho más estrechas que el descanso. Por lo tanto, los gráficos de silueta y los promedios se pueden usar para determinar el número natural de conglomerados dentro de un conjunto de datos. También se puede aumentar la probabilidad de que la silueta se maximice en el número correcto de *clusters* al volver a escalar los datos utilizando pesos de entidades que son específicos del *cluster*.

Una forma de evaluar los datos de salida del algoritmo es generando un gráfico de silueta de *K-means* y de PAM. Este cálculo es realizado para cada dato, de manera de visualizar qué tan bien se adapta al *cluster* al que fue asignado. Esto se hace comparando la cercanía de la observación con las otras observaciones dentro del mismo *cluster*.

Los valores cerca de 1 indican que el dato está bien ubicado en su *cluster*, mientras que los valores cercanos a 0 indican que es probable que el dato realmente deba pertenecer a otro *cluster*. Dentro de cada *cluster*, el valor se muestra de menor a mayor. En caso de que la mayoría de los valores estén cerca de 1, se concluye que el ajuste es bueno, pero si hay muchas observaciones cercanas a 0, es una indicación de la deficiencia del ajuste.

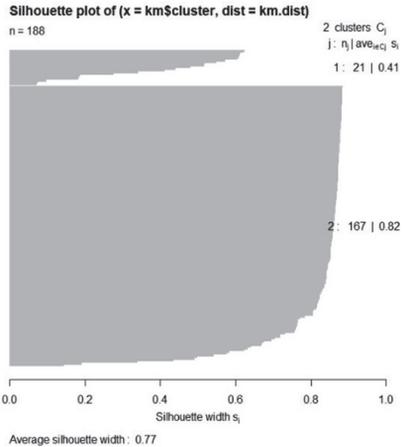
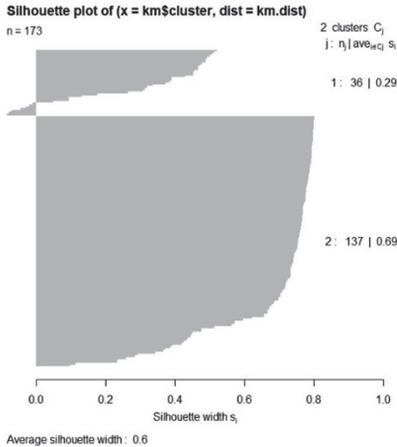
Las soluciones encontradas por los algoritmos *K-means* y PAM son evaluadas en dos momentos: la primera evaluación para el periodo 2005 y la otra para el periodo 2014, cuyas representaciones gráficas permiten observar lo siguiente (Gráficos B1 y B2):

Gráfico B1: Solución de PAM mediante *Silhouette*



Fuente: Elaboración propia

Gráfico B2: Solución de *K-means* mediante *Silhouette*



Fuente: Elaboración propia

Evaluación de escenarios fiscales para Bolivia

Evaluation of Fiscal Scenarios for Bolivia

*Roger Alejandro Banegas Rivero **

*Reyna Vergara González ***

Resumen¹

En este documento se evaluaron escenarios de reglas fiscales aplicables para países en desarrollo que son dependientes de recursos naturales. Se empleó un enfoque de trayectorias, también llamado *Fan-Chart* (gráfico de abanicos) para la deuda pública de Bolivia, dependiente del gas natural. La metodología consistió en un pronóstico fuera de muestra (cinco años) comparado con los niveles observados (2012-2016). Los resultados sugirieron que, sin la presencia de regla fiscal, la deuda pública se aproximó al máximo nivel de endeudamiento del pronóstico aleatorio. Con la perspectiva de evidenciar menor nivel de deuda, los ingresos del recurso natural se deben canalizar en determinados niveles hacia el gasto de capital, limitando el gasto corriente y fijando límites en el déficit fiscal. Al introducir una regla fiscal se reduce la volatilidad de la deuda pública en comparación con un escenario base (sin regla fiscal).

Palabras clave: Escenarios de reglas fiscales, asignación de ingresos al gasto público, deuda pública, países en desarrollo, recursos naturales.

* Universidad Católica Boliviana "San Pablo", Dirección de Postgrado, Regional Santa Cruz.
Contacto: rbanegas@ucbscz.edu.bo,

** Universidad Autónoma del Estado de México.
Contacto: reyna_vg@yahoo.com.

1 Los autores agradecen los valiosos comentarios y recomendaciones de los árbitros anónimos.

Abstract

In this manuscript, scenarios of applicable fiscal rules for developing countries dependent on natural resources were evaluated. A Fan-Chart approach was used for the public debt of Bolivia, dependent on natural gas. The methodology consisted of an out-of-sample forecast (five years) compared to the ones observed (2012-2016). The results suggested that, without the presence of a fiscal rule, public debt approached the maximum level of indebtedness of the random forecast. With the perspective of evidencing a lower level of public indebtedness, natural resource revenues should be channeled at certain levels towards capital expenditure, limiting current spending and setting limits on the fiscal deficit. By introducing a fiscal rule, the volatility of public debt is reduced compared to a base scenario (without a fiscal rule).

Key words: Fiscal rules scenarios, assignment of fiscal revenues to public spending, public debt, developing countries, natural resources.

Clasificación/Classification JEL: E62, H62, H63, H68, O11, Q32.

1. Introducción

La asignación de los ingresos fiscales al gasto y la inversión en capital derivados de un recurso natural es un debate centrado en dos posturas de la economía: i) ahorrar y constituir un fondo soberano (Medas y Zakharova, 2009; Segura, 2006; Bjerkholt y Niculescu, 2004); ii) canalizarlos a la inversión pública y transferencias en favor de la sociedad (van der Ploeg y Venables, 2009; Moss, 2011; Baunsgaard *et al.*, 2012; Cherif y Hasanov, 2011).

Asimismo, la problemática en la asignación de ingresos fiscales en un contexto de economías en desarrollo dependientes de un recurso natural continúa: ¿cuánto gastar?, ¿cuánto invertir?, ¿de dónde se debe financiar el gasto?, en especial para países que poseen una alta dependencia de un recurso natural [mayor o igual al 20% de los ingresos públicos] (Baunsgaard *et al.*, 2012).

Mientras gran parte de la literatura ha considerado estas preguntas desde el enfoque del crecimiento económico, en este documento se afrontan desde la perspectiva fiscal, tomando

la asignación de los ingresos fiscales (con y sin recurso natural) al gasto público, como posible canal de transmisión entre los precios de un recurso natural y la deuda pública.

De forma adicional, el problema empírico del documento se centra en la ausencia de una regla fiscal para Bolivia (Rodríguez, 2011; Valdivia y Montenegro, 2010), por lo cual existe una libre discrecionalidad en el manejo de las finanzas públicas en términos de resultados fiscales y deuda pública –posición fiscal– frente a una dependencia del gas natural.

Pese a que la ley de hidrocarburos de Bolivia señala la distribución de regalías e impuestos directos de hidrocarburos (IDH) para gobiernos regionales y otras dependencias públicas, formalmente no existe una normativa que regule el gasto y ahorro público (Navajas *et al.*, 2008).

Las recomendaciones de organismos especializados (como el FMI) han sugerido la implementación de reglas fiscales² como normas de buenas prácticas que reducen el oportunismo del Gobierno para tomar decisiones deliberadas en términos de deuda pública y déficit fiscal; no obstante, estas reglas fiscales tradicionales han sido criticadas por su rigidez en torno al ambiente económico.

Por otra parte, se ha planteado que el principal desafío para la nueva generación de reglas fiscales es fungir como mecanismos de mitigación de choques económicos (Wijnbergen y Budina, 2011), combinando dichas respuestas con objetivos de sostenibilidad fiscal (Villafuerte y López, 2010; Schaechter *et al.*, 2012); es decir, deben ser sencillas, fáciles de monitorear, sensibles a la actividad económica, con inclusión de cláusulas de escape (Dzialo, 2012) y con una orientación contracíclica de la política fiscal basada en el balance fiscal cíclicamente ajustado (Schick, 2010). Ante la problemática señalada se plantea: ¿cuál es la trayectoria esperada de la deuda pública sin presencia de una regla fiscal?

El propósito central del trabajo es evaluar la trayectoria de la deuda pública observada, en ausencia de regla fiscal, con base en una modelación fuera de muestra (2012-2016)

2 Una regla fiscal es definida como una restricción permanente sobre la política fiscal a través de simples límites numéricos sobre agregados presupuestarios; está caracterizada por la simplicidad en el monitoreo y control público. Por consiguiente, lo más importante de las reglas es promover la sostenibilidad fiscal, estableciendo límites (en términos del PIB), en cuanto a: (i) balance entre ingresos y gastos del Gobierno [ya sea global, cíclico o estructural]; (ii) endeudamiento gubernamental; (iii) gasto [global, primario, corriente o en términos de tasas de crecimiento]; (iv) ingresos fiscales (FMI, 2009).

para Bolivia, al igual que plantear distintos escenarios de reglas fiscales bajo objetivos de sostenibilidad. Se plantea una hipótesis: distintos escenarios de reglas fiscales, basados en diversas magnitudes de canalización de ingresos del recurso natural hacia el gasto de capital (baja, intermedia o alta), disminuyen la deuda pública máxima en el corto y mediano plazo en comparación con una trayectoria de escenario base (sin regla fiscal).

Para ello, se parte de la premisa que, si el Gobierno fija una proporción de ingresos fiscales que se canalizan hacia el gasto de capital, en diversas magnitudes, se elimina la volatilidad en la asignación de ingresos fiscales al gasto público, y por tanto, se disminuye la variabilidad del balance fiscal primario y de la deuda pública máxima. Desde otro punto de vista, se asume que, dada la ausencia de una regla fiscal, la asignación de ingresos fiscales al gasto público y la posición fiscal son completamente estocásticas.

La principal contribución del documento, para Bolivia y con elementos de consideración a otras economías emergentes, se basa en la propuesta de diseño de reglas fiscales que consideren los siguientes elementos: i) establecimiento de límites de deuda pública máxima; ii) fijación de límites máximos para el gasto público y asignación de ingresos fiscales provenientes del recurso natural; iii) inclusión de cláusulas de escape como respuesta a los choques económicos (recesión, desaceleración económica o desastres naturales). Los aspectos mencionados están en función de las volatilidades de las reglas fiscales consideradas hacia el mediano plazo, en alusión al diseño de reglas fiscales de nueva generación.

El documento está estructurado en cuatro secciones: la primera aborda la revisión de la literatura sobre la asignación del gasto público y reglas fiscales para economías en desarrollo que son dependientes de recursos naturales; la segunda contempla los datos y métodos utilizados; la tercera considera el análisis empírico; y la cuarta parte examina los principales hallazgos y tópicos de discusión. Al final del trabajo se presentan las conclusiones.

2. Revisión de la literatura relacionada

La teoría del ingreso permanente del consumidor se basa en el ahorro de los ingresos fiscales derivados de un recurso natural, mediante la constitución de un fondo soberano donde son depositados los recursos monetarios; sin embargo, esta forma de administrar los ingresos fiscales petroleros ha sido mayormente utilizada en países desarrollados (Husain *et al.*, 2008;

Ilzetzki, 2006). No obstante la simplicidad de este mecanismo, su factibilidad ha sido criticada especialmente para países en vías de desarrollo, lo cual ha dado lugar a la teoría modificada del ingreso permanente.

La principal crítica es la dificultad en la constitución de activos financieros donde son depositados los ingresos fiscales del recurso natural (Ossowski *et al.*, 2008). Esta restricción es una limitación para países en vías de desarrollo que presentan escasez de capital y en muchas ocasiones un agotamiento próximo de sus recursos naturales [menor a 30 años, según Baunsgaard *et al.* (2012)], por lo cual, la mejor alternativa se centra en la generación de inversión pública, en vez de la constitución de activos financieros (van der Ploeg y Venables, 2009).

La justificación de esta perspectiva se basa en suavizar el consumo del gobierno con el fin de promover el crecimiento de la economía en el largo plazo, proveniente de la inversión en infraestructura, capital físico y humano (Romer, 1990; Lucas, 1988), y, por tanto, hacer que las finanzas públicas dependan en menor medida de los ingresos petroleros.

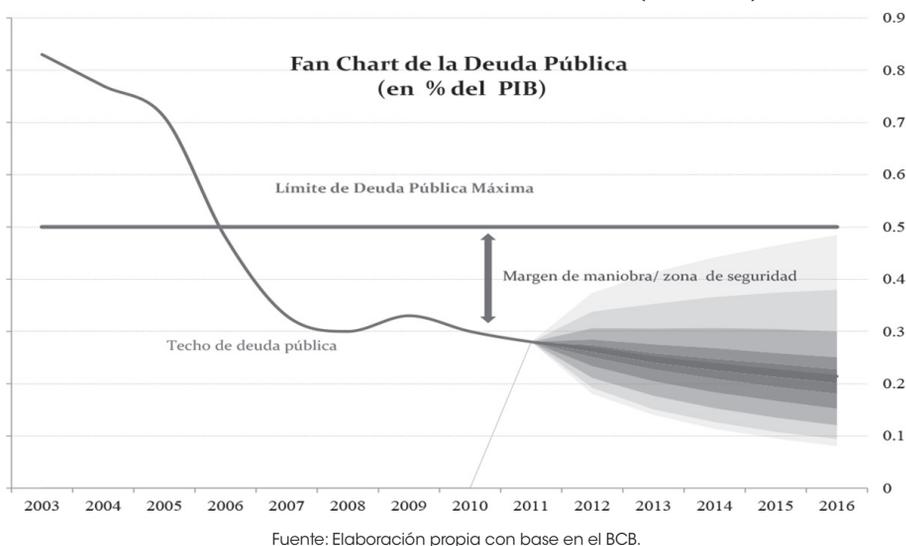
En consecuencia, el mensaje más importante de la versión modificada del ingreso permanente sugiere que los ingresos petroleros deben canalizarse hacia la inversión pública, de tal forma que se promueva el incremento de la productividad y el capital humano (Dhumale, 2000). Al canalizar el gasto de capital hacia programas de aumento de la productividad privada, se fortalece el crecimiento del producto y a la vez se diversifican los ingresos fiscales (Kumah y Matovu, 2005).

La intuición económica podría sugerir que para países en vías de desarrollo sería más apropiada la aplicación de la versión modificada del ingreso permanente; sin embargo, Frankel (2011) plantea las siguientes críticas: inversión pública con proyectos de elefantes blancos; incremento del gasto público sin posibilidad de disminución o retorno con lenta capitalización en el tiempo; el problema de la enfermedad holandesa (desplazamiento del sector transable y pérdida de competitividad del sector externo). De igual forma, al incrementarse la inversión pública (proveniente de los ingresos petroleros), existe el riesgo de producir un efecto desplazamiento sobre la inversión privada (efecto *crowding out*) (Collier *et al.*, 2009).

La importancia de la asignación de los ingresos fiscales, con y sin recurso natural, se ve reflejada en el resultado fiscal. Así, por ejemplo, a mayor ahorro de ingresos fiscales derivados del recurso natural se tendrá mayor superávit fiscal primario, y por tanto menor deuda pública, lo cual es compatible con el análisis de sostenibilidad de deuda pública (DSA, por sus siglas en inglés). En suma, la asignación de ingresos fiscales derivados del recurso natural afectaría a los resultados fiscales primarios, y, en consecuencia, a la deuda pública en caso de restricciones de ingresos.

Por lo expuesto anteriormente, se presenta un método para la fijación de la deuda pública máxima, también llamado como la trayectoria probabilística según el gráfico de abanicos (*Fan Chart*), cuyo enfoque está orientado a determinar el máximo nivel de endeudamiento público, el techo de la deuda pública y el margen de maniobra o zona de seguridad (Gráfico 1).

Gráfico 1: Método de fijación de deuda pública máxima por el método de trayectorias. Gráfico de abanicos (*Fan Chart*)



Acorde con el método de fijación de Deuda Pública Máxima (Gráfico 1), se requiere el establecimiento del endeudamiento público máximo (conocido o no conocido), calibrando la regla de balance fiscal estructural y la regla de gasto público (Baum *et al.*, 2018).

3. Situación comparativa del déficit fiscal y del endeudamiento público, a nivel internacional

La situación mundial del balance fiscal y de la deuda pública refleja un contexto con un valor mediano del 2.5 de déficit fiscal y 51% del endeudamiento público como medidas principales de tendencia central (2016, como horizonte base); en cuanto a la dispersión, el coeficiente de variabilidad en el balance fiscal es más de seis veces más volátil que el del endeudamiento público; además, existe a nivel mundial un alargamiento hacia la izquierda por parte del déficit (sesgo negativo) y un alargamiento hacia la derecha por parte del endeudamiento (sesgo positivo). El momento estadístico de curtosis o pesadez de las colas refleja la presencia de valores extremos y observaciones atípicas, tanto para el déficit fiscal como para el endeudamiento público.

Cuadro 1
Balance fiscal/PIB, 2016 por países

<u>Estadística Descriptiva</u>									
Nro. De países	Media	Mediana	Desv. Estad.	Coef. De Variab.	Min.	Máx.	Rango	Asimetría	Curtosis
192	-4.0	-2.5	9.8	-38.4%	-113.3	19.3	132.6	-7.4	79.9
<u>Percentiles</u>									
	10%	25%	50%	75%	90%	100%			
	-9.5	-5.7	-2.5	-0.4	1.3	19.3			

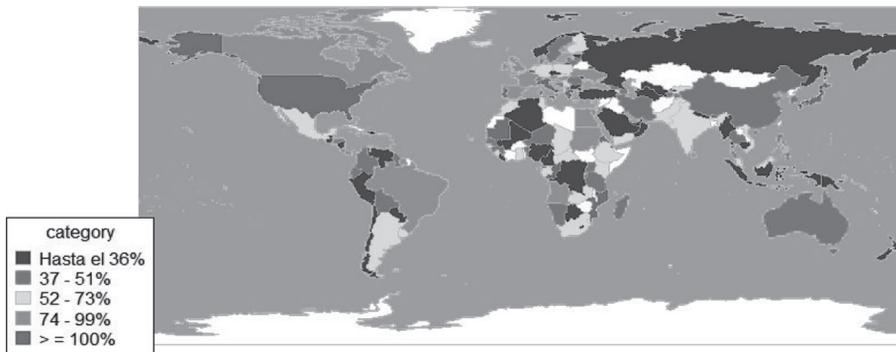
Cuadro 2
Deuda pública/PIB, 2016 por países

<u>Estadística Descriptiva</u>									
Nro. De países	Media	Mediana	Desv. Estad.	Coef. De Variab.	Min.	Máx.	Rango	Asimetría	Curtosis
170	58	51	34.3	60%	0	236	236	1.6	4.3
<u>Percentiles</u>									
	10%	25%	50%	75%	90%	100%			
	24	36	51	73	100	236			

Fuente: Elaboración propia con base en el *World Economic Outlook* (FMI, 2018).

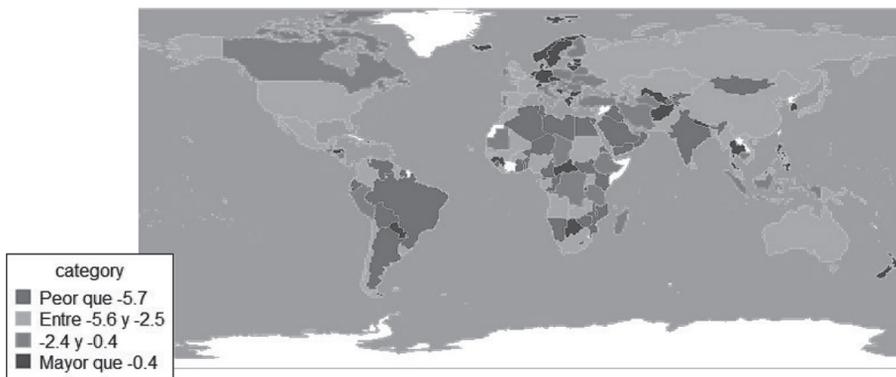
Acorde a los cuadros 1 y 2, se pueden determinar parámetros/ umbrales comparativos en la posición de endeudamiento objetivo-comparativo (*Benchmark*), tanto para la deuda pública como para el déficit fiscal: desde el percentil más bajo (10%), niveles intermedios (25%, 50%, 75%) o inclusive el más alto 90%.

Gráfico 2: Deuda pública como porcentaje del PIB, 2016



Fuente: Elaboración propia, clasificación por cuartiles, con base al *World Economic Outlook* (FMI, 2018).

Gráfico 3: Déficit fiscal como porcentaje del PIB, 2016



Fuente: Elaboración propia, clasificación por cuartiles, con base al *World Economic Outlook* (FMI, 2018)

Acorde al Gráfico 2, en América Latina existirían países con margen de maniobra para el endeudamiento público (inferior al umbral del 51% del PIB, referente a la mediana observada), con excepción de Argentina y Brasil, que presentan los mayores niveles de endeudamiento; al contrario, las economías desarrolladas (EEUU, Canadá, Europa y Japón), se encontrarían en los cuartiles más elevados de endeudamiento público.

La situación del déficit fiscal (Gráfico 3) presenta mayor vulnerabilidad para la región sudamericana, excepto por Paraguay y Perú, que se encuentran en los dos cuartiles con

mejores resultados fiscales; lo mismo sucede con los países africanos. Finalmente, EEUU y Europa se encuentran entre niveles medio y alto de déficit fiscal.

Reglas fiscales implementadas en diversos países

En este subapartado se realiza una breve revisión de las reglas fiscales más comunes aplicadas en diversos países, acorde al *Fiscal Rule Dataset FMI* (2016), en el cual se mencionan cuatro tipos de reglas fiscales: de tipo presupuestario (déficit fiscal), endeudamiento público, reglas de gasto y reglas de ingreso, con cobertura a nivel del sector público, gobierno central o general, por lo cual se evidencia que 92 países mantienen al menos una regla fiscal (Baum *et al*, 2018).

De igual forma, se indica que existen intervalos de endeudamiento público, acorde al tamaño de la economía (Fall *et al*, 2015): a) entre el 30 y el 50% del PIB para economías emergentes, debido a la volatilidad en el flujo de capitales (caso Bolivia); b) entre el 50 y el 70% para países de la zona euro; c) entre el 70 y el 90% para economías desarrolladas y avanzadas.

La mayor regla utilizada, en términos de frecuencia por países, corresponde al criterio de la Comunidad Europea (pacto de la estabilidad): endeudamiento público máximo del 60% y déficit fiscal hasta del 3% del PIB; la Unión Monetaria de Países del Este Africano (EAMU) señala el 50% de límite para el endeudamiento público y el 3% para el déficit fiscal. Asimismo, se evidencian otros límites máximos de endeudamiento público: hasta el 30% del PIB (Islandia); 40% (Kosovo); y hasta el 70% del PIB (Congo, Camerún, Togo, Benin). También existen reglas de déficit fiscal estructural, entre el -0.35% y el -1% (Austria, Bélgica, Chile); -2.3% (Colombia) o balance fiscal estructural equilibrado (Suiza).

De igual forma, existen límites de ingreso, donde el costo del servicio de la deuda no deberá superar el 15% de los ingresos después de la deducción de la coparticipación tributaria (Argentina); el 14.5% de los ingresos van a la compañía nacional de petróleo; el 20% para el fondo de estabilización y desarrollo (Irán). Otros países tienen regla de gasto público: hasta el 40% del PIB (Botsuana), gasto del personal hasta el 50% de los ingresos federales, hasta el 60% para municipios y Estados (Brasil); así como el principio de “Regla de Oro”, el endeudamiento es para la inversión (Brasil, Costa Rica); Gasto corriente, salud y seguridad social hasta el 90% del gasto total (Holanda).

Finalmente, no se puede dejar de mencionar la regla fiscal de Noruega, donde los ingresos petroleros netos son depositados en un fondo soberano de estabilización, cuyos retornos financieros son canalizados para financiar el déficit fiscal estructural no petrolero, estimado en 4% en el largo plazo.

4. Datos y método: trayectoria probabilística de la deuda pública

En este apartado se desarrollan cuatro elementos: i) la obtención y el tratamiento de los datos; ii) las variables incorporadas en el sistema y variables de control (fuera de muestra); iii) la comparación con los valores observados; iv) y finalmente la inclusión de las cláusulas de escape.

Obtención y tratamiento de los datos: los datos se obtienen de fuentes oficiales de Bolivia³ con frecuencia trimestral que abarca del período 2003 (T1) al 2011 (T4); las observaciones del período 2012-2016 son tomadas como análisis fuera de muestra (para evaluar el desempeño de la deuda pública).

Variables de análisis: se emplean cinco variables para un modelo VAR estructural, ordenadas de manera secuencial, en el vector y_t :

$$y_t = \begin{pmatrix} \text{precio del gas natural } (y_{1t}) \\ \text{asignación de ingresos fisc. gasíferos } (y_{2t}) \\ \text{asignación de ingresos fisc. no gasif. } (y_{3t}) \\ \text{resultado fiscal } (y_{4t}) \\ \text{Deuda pública } (y_{5t}) \end{pmatrix} \quad (1)$$

Donde el precio del gas natural (y_{1t}) representa el precio promedio ponderado de exportación del energético señalado, cuyos choques y pronósticos fueron modelados de forma exógena.

La asignación de ingresos fiscales gasíferos (y_{2t}) es una razón simple del gasto de capital en términos de ingresos fiscales del gas natural, como una medida de la inversión financiada con recursos monetarios del gas natural.

³ Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, Banco Central de Bolivia y el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Se seleccionó el período señalado debido al comienzo del boom de precios del recurso natural.

La asignación de ingresos fiscales no gasíferos (y_{3t}) es una razón del gasto corriente en términos de ingresos fiscales que no consideran al gas natural.

Se tienen dos variables expresadas en términos del PIB: el balance primario como medida del resultado fiscal (y_{4t}) y la deuda pública (y_{5t}), que incluye la deuda interna y externa del sector público no financiero (SPNF)⁴.

Adicionalmente, se incluyen tres variables de control: (i) la brecha del producto, como una diferencia entre el producto efectivo y el producto potencial, para captar los movimientos en relación a la actividad económica; (ii) la producción del gas natural; (iii) la tasa de interés real de la deuda pública.

Las variables de control permiten una mejor intervención sobre enfoques probabilísticos. Asimismo, la omisión de las variables de control puede llevar a conclusiones diferentes sobre los fenómenos a explicar (Wooldridge, 2010).

El precio del gas natural se determina, de forma exógena, con base en el precio del petróleo (EIA, 2012). La proyección de producción del gas natural se elabora considerando los supuestos de crecimiento de la empresa estatal boliviana de hidrocarburos (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos). La brecha del producto se proyecta en torno a la estimación del producto para Bolivia realizada por el Fondo Monetario Internacional (2013). La tasa de interés real se establece con base en su relación dinámica con la tasa de crecimiento real del producto y la tasa de inflación.

Todas las variables se desestacionalizan mediante el método de diferenciación aditiva en media móvil⁵. De forma comparativa, se plantean dos especificaciones alternativas sobre el resultado fiscal: el balance fiscal global (modelo B) y el balance fiscal global cíclicamente ajustado (modelo C), en lugar del balance primario (modelo A)⁶ (Cuadro 3):

4 Cuando fue necesario, se aplicó logaritmo natural a las series para estabilizar su varianza.

5 Para la deuda pública se emplea el tipo multiplicativo, con el propósito de obtener una serie más suavizada.

6 En el balance fiscal global se incluyen los intereses pagados de la deuda pública correspondiente al sector público no financiero. Para el balance fiscal global cíclicamente ajustado, el resultado fiscal fue ajustado a las fluctuaciones de los precios del gas natural y de la actividad económica en su equilibrio de mediano y largo plazo versus lo observado.

Cuadro 3
Especificaciones alternativas para el resultado fiscal (y_{4t})

Modelo A	Modelo B	Modelo C
Balance primario/PIB	Balance global/PIB	Balance global cíclic. ajustado/ PIB

Fuente: elaboración propia

El balance fiscal global cíclicamente ajustado se obtiene al incorporar los efectos de las fluctuaciones de los precios del recurso natural y de la actividad económica en torno a sus valores de equilibrio de largo plazo. El Anexo 1 contiene un detalle sobre el cálculo de esta variable.

Análisis de la trayectoria de la deuda pública observada: se compara un *escenario base* (sin regla fiscal) con *distintos escenarios* para la asignación de ingresos fiscales gasíferos y no gasíferos al gasto público, los cuales evalúan su impacto sobre la deuda pública máxima, para el corto y mediano plazo (hasta el año 2016 en período fuera de muestra), al 90% de confianza⁷.

El *escenario base* es el comportamiento tendencial y probabilístico de la deuda pública, sin ninguna restricción en la asignación de los ingresos fiscales al gasto público (Hostland y Karam, 2006; Wijnbergen y Budina, 2011; Wyplosz, 2011). Se emplean simulaciones con base en 10.000 choques aleatorios multivariados (Hostland y Karam, 2006) para evaluar la trayectoria paramétrica de la deuda pública a una precisión del +1% sobre la variabilidad de los pronósticos.

Los *escenarios de reglas fiscales* incluyeron la restricción en niveles determinados de ingresos fiscales del gas natural canalizados al gasto de capital: en dos percentiles (10 y 90%) y en tres cuartiles intermedios (25, 50 y 75% de forma respectiva).

⁷ Lo más utilizado es una evaluación de corto y mediano plazo para la evaluación del diseño fiscal (Celasun *et al.*, 2007; Schick, 2010). Estudios previos han considerado distintos niveles de confianza: 75% (Penalver y Thwaites, 2006); 80% (Hostland y Karam, 2006); hasta el 98% (Borensztein *et al.*, 2007). En el presente estudio se considera el 90% (Zambrano y Aguilera, 2010) como un rango adecuado para determinar la máxima deuda pública probabilística.

Cuadro 4
Escenarios de reglas fiscales para la asignación de ingresos
fiscales gasíferos y no gasíferos al gasto público

Escenarios de reglas fiscales (magnitud de canalización de ingresos gasíferos al gasto de capital)	Porcentaje de ingresos fiscales gasíferos canalizados al gasto de capital:	Valores de convergencia:
a) Baja	10	1) Se estimó el valor de convergencia de la razón Gasto corriente/ Ingresos fiscales no gasíferos.
b) Media - baja	25	
c) Intermedia	50	2) Se estimó el valor de convergencia de distintas mediciones de resultado fiscal.
d) Media - alta	75	
e) Alta	90	3) Se estimó el máximo valor de la Deuda Pública, en términos del PIB, al 90% de confianza.

Fuente: Elaboración propia con base en la revisión de autores citados.

Para las simulaciones de la deuda pública, se emplea el modelo A, dada la relación teórica entre el balance primario y la deuda pública, análisis de sostenibilidad de la deuda pública o restricción presupuestaria. De forma comparativa, se estiman los valores de convergencia de los modelos B y C.

Este tipo de simulación corresponde a reglas fiscales modificadas para economías en desarrollo en las cuales se presentan escasez de capital y necesidades de inversión (Cherif y Hasanov, 2011; Collier *et al.*, 2009; Venables, 2010; van der Ploeg y Venables, 2009).

El propósito de seleccionar los porcentajes señalados permite mayor facilidad para la interpretación y generalización sobre la magnitud de los ingresos fiscales del recurso natural que deben canalizarse al gasto de capital: niveles altos, intermedios o bajos. Frente a lo anterior, puede surgir la siguiente pregunta: ¿por qué no seleccionar otros porcentajes? La respuesta se refiere a una representación simplificada de la realidad que hace más accesible su comportamiento general (Loría, 2007, p. 15).

Inclusión de cláusulas de escape: para los valores probabilísticos de la deuda pública máxima, se incluyen cláusulas de escape, para un período, cuyo propósito es brindar flexibilidad a la política fiscal en contextos de recesión, desaceleración económica o frente a la presencia de desastres naturales severos. Para tal efecto, se considera el máximo déficit sobre el balance

global cíclicamente ajustado en función de la tasa meta de crecimiento real y la deuda pública objetivo (Burger y Marinkov, 2012):

$$\text{Déficit máx } bgca = g * d^* \quad (2)$$

Donde *bgca* corresponde al balance global cíclicamente ajustado en términos del PIB; *g* corresponde a la tasa de crecimiento del producto en el mediano plazo; *d** es la deuda pública máxima en términos del PIB para el mediano o largo plazo (según el horizonte objetivo de la política fiscal).

5. Resultados

Los resultados de los escenarios de reglas fiscales en el Cuadro 5, señalan cuatro aspectos: 1) la deuda pública observada (fuera de muestra) se aproxima a la trayectoria de la máxima estimación (*Fan Chart*) en ausencia de regla fiscal; 2) mayor canalización de ingresos fiscales del gas natural hacia el gasto de capital implica mayor deuda pública; 3) mayor proporción de gasto de capital, en términos de ingresos del gas natural, requiere de menores gastos corrientes sobre ingresos fiscales no gasíferos (efecto *trade-off* por restricción presupuestaria); 4) cuando los ingresos fiscales del gas natural se canalizan en menor proporción hacia al gasto de capital, se obtiene menor nivel de deuda pública.

Cuadro 5
Deuda pública máxima, fuera de muestra, 2012-2016,
(en términos del PIB, al 90% de confianza)

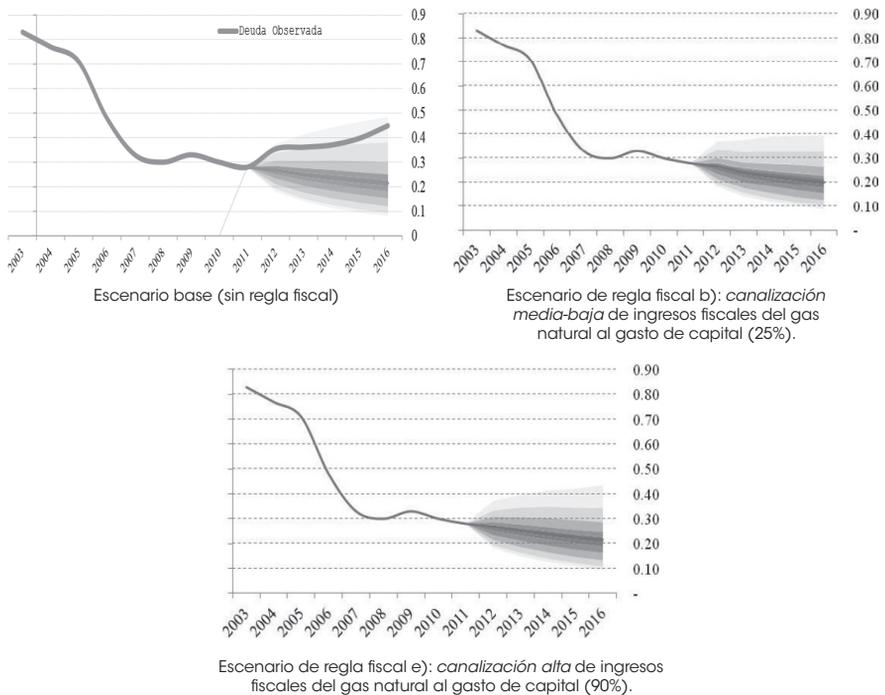
Escenarios de reglas fiscales (magnitud de canalización):	Porcentaje de ingresos fiscales gasíferos canalizados al gasto de capital	Gasto Corriente/ Ingresos Fisc. No Gasíferos	Bal. Prim./PIB	Bal. Global Cíc. Ajust./PIB	Bal. Global/PIB	Deuda Pública/PIB (Máx.)
a) Baja	10	1.21	6.5	7.7	3.3	38
b) Media-baja	25	1.13	5.2	5.8	3.0	39
c) Intermedia	50	1.06	4.2	4.4	2.7	41
d) Media-alta	75	1.03	3.7	3.6	2.5	43
e) Alta	90	1.01	3.4	3.2	2.5	43
Escenario base/ Observado/sin regla fiscal		1.25	-1.5	-1.9	-2.4	48

Fuente: Elaboración propia con base en el BCB.

De igual forma, se evidenciaron diferencias estadísticas y significativas entre la *deuda pública máxima* para los *escenarios de reglas fiscales* y para el *escenario sin regla fiscal* con dos niveles distintos de significancia: de mayor diferencia para canalización *baja*, *media-baja* e *intermedia* (al nivel del 1%); de menor diferencia para canalización *media-alta* y *alta* (al nivel del 5%). (Anexo 2A).

Al evaluar diferencias significativas entre los escenarios de reglas fiscales, se puede concluir que el mejor escenario planteado de regla fiscal, estadísticamente significativo sobre la deuda pública, fue canalizar en proporción *media-baja* los ingresos fiscales gasíferos a gasto de capital (25%), con un límite sobre el gasto corriente en términos de los ingresos fiscales no gasíferos (1.13 veces) (Cuadro 5 y Anexo 2B).

Gráfico 4: Trayectoria probabilística de la deuda pública máxima a PIB Escenario base versus escenarios de reglas fiscales selectas, al 90% de confianza

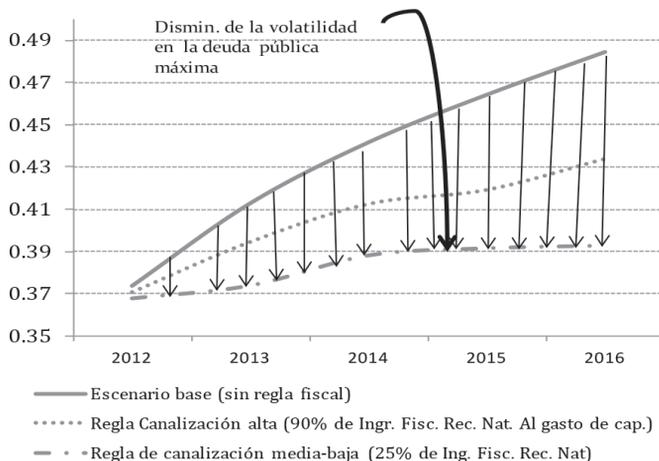


Las bandas más claras indican el nivel de confianza del 90%.
Fuente: Estimaciones propias con base en información del Banco Central de Bolivia (2012).

Para el *escenario base (sin regla fiscal)*, la deuda pública máxima, en el mediano plazo, bordeó el umbral del 48% sobre el PIB al 90% de confianza, con mayores bandas de incertidumbre sobre el pronóstico determinístico; con escenarios de reglas fiscales, los gráficos de abanicos disminuyeron su volatilidad. En tal sentido, al canalizar los ingresos fiscales del gas natural a gasto de capital en *magnitud media-baja (25%)*, la razón deuda pública/PIB no sobrepasó el umbral del 39% (*escenario de regla fiscal b*).

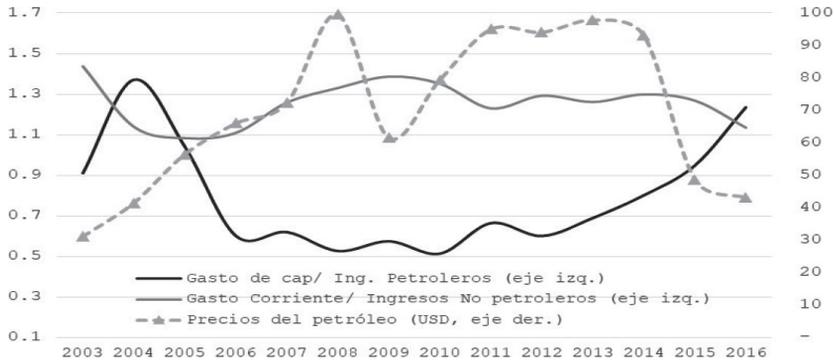
La reducción de la volatilidad en la deuda pública máxima en el Gráfico 5, se debe a la fijación o establecimiento de límites numéricos (reglas fiscales) a un vector de tres variables que tienen un comportamiento estocástico: i) gasto de capital en términos de ingresos fiscales del recurso natural, ii) gasto corriente en términos de ingresos fiscales sin recurso natural y iii) resultados fiscales.

Gráfico 5: Efecto sobre la deuda pública máxima al introducir una regla fiscal (deuda pública máxima/ PIB a mediano plazo)



Estimaciones al 90% de confianza.
Fuente: Elaboración propia con base en el BCB.

Gráfico 6: Precios del petróleo y asignación de ingresos al gasto público, sin regla fiscal



Eje izquierdo: Gasto de capital/ingresos petroleros (gasíferos), gasto corriente/ingresos no gasíferos.
Eje derecho: precios del petróleo (en dólares)

Fuente: Elaboración propia con base en datos del BCB y EIA.

Sin la presencia de una regla fiscal para el período observado (2003-2016), se refleja que durante épocas de mayores precios del petróleo (auge), el gasto de capital representó una menor proporción de los ingresos petroleros (gasíferos) en comparación con fases de precios bajos. En tal sentido, acorde con el Gráfico 6, se observó que ante umbrales de precios más bajos, entre 40 y 60 dólares por barril de petróleo (2003-2004; 2015-2016), se canalizaron los mayores niveles de ingresos petroleros al gasto de capital (superior al 90%); por el contrario, durante épocas de auge, con precios entre 90 y 100 dólares por barril de petróleo, la proporción de ingresos petroleros se realizó en menor proporción al gasto de capital, en torno al 70%; cuyas relaciones coinciden con las encontradas por Banegas y Vergara (2016, p. 10) con base en la relación entre los precios del petróleo y la asignación de ingresos fiscales al gasto público.

En consecuencia, durante épocas de bajos precios del petróleo, se reflejan los mayores niveles de déficit fiscal, al considerar que el gasto corriente supera a los otros ingresos fiscales no petroleros (entre 1.1 y 1.3 veces), lo cual refleja una discrecionalidad y vulnerabilidad fiscal con implicaciones directas en el endeudamiento público.

Volatilidad de las reglas fiscales

Un análisis complementario basado en la volatilidad de los escenarios de reglas fiscales permitió observar la variabilidad en la deuda pública máxima en función de cada canalización de ingresos fiscales del gas natural al gasto de capital, comparado con el *escenario base*. Para

ello, se estimaron simples desviaciones estándar de: i) la deuda pública máxima y ii) los componentes irregulares de la deuda pública máxima con base en los filtros de Hodrick y Prescott (HP) y Christiano y Fitzgerald (CF). Se aplicaron dos filtros, con el propósito de apreciar la consistencia de los resultados (Kydland y Prescott, 1990)⁸.

En los resultados del Cuadro 6, se indica que, en el escenario de *canalización media-baja* de ingresos fiscales del gas natural al gasto de capital, la deuda pública máxima presenta la menor volatilidad en comparación con otros *escenarios de reglas fiscales* y el *escenario base* (tanto para la desviación estándar de la deuda pública como para ambos filtros: HP y CF).

A través del cálculo simple de la desviación estándar se apreció que los diversos *escenarios de reglas fiscales* mostraron menor variabilidad sobre la deuda pública en comparación con el *escenario base*.

Según el filtro de Christiano y Fitzgerald, todos los escenarios de reglas fiscales generaron menor volatilidad de la deuda pública comparado con el escenario base⁹.

Cuadro 6
Volatilidad de las reglas fiscales en función de la deuda pública máxima
(en porcentajes)

Escenarios de reglas fiscales		Filtro de Hodrick y Prescott	Filtro de Christiano y Fitzgerald
Magnitud de Ingresos fiscales del gas natural canalizados al gasto de capital	Desviación estándar de la Deuda pública Máx.	Volatilidad de la deuda pública máxima	Volatilidad de la deuda pública máxima
Baja	6.3	3.0	3.9
Media-baja	4.2	0.7	0.8
Intermedia	5.4	1.5	2.4
Media-alta	6.7	2.5	3.6
Alta	7.1	2.7	4.2
Escenario base (sin regla fiscal)	11.1	1.6	5.2

La volatilidad corresponde a la desviación estándar, expresado en porcentaje, del componente irregular para la deuda pública máxima en 20 trimestres (de acuerdo con cada simulación).

Fuente: Elaboración propia con base en el BCB.

En consecuencia, el filtro de Christiano y Fitzgerald mostró una mejor consistencia e intuición económica sobre los resultados, por lo cual los *escenarios de reglas fiscales* generaron menor incertidumbre sobre la deuda pública en comparación con el *escenario base*. En todos

⁸ Se realizó el cálculo del componente tendencial de la serie, así como su componente cíclico o irregular.

⁹ Cuando se aplica el filtro de Hodrick-Prescott, se observa mayor variabilidad por las limitaciones del filtro: un término de perturbación no está bien definido en los extremos de la muestra. Para superar estas limitaciones y evaluar la consistencia de los resultados se suelen emplear filtros alternativos, como el Christiano y Fitzgerald (FC). Para más detalles ver Mejía y Silva (2014) y las referencias ahí citadas.

los casos estimados se apreció la consistencia del escenario de regla fiscal de magnitud *media-baja* como la mejor alternativa para canalizar los ingresos fiscales del gas natural al gasto de capital.

Inclusión de cláusulas de escape para las reglas fiscales alternativas

La recomendación principal sobre el diseño de reglas fiscales hace mención a la inclusión de cláusulas de escape que puedan ser sensibles a la actividad económica, y a la vez, con objetivos de sostenibilidad fiscal. Para ello, se hace necesario el establecimiento de límites sobre los máximos déficits fiscales permitidos en contextos de recesión o desaceleración económica.

De acuerdo con el Cuadro 7, se proponen déficits máximos sobre el balance global cíclicamente ajustado, al producto potencial y los precios del gas natural, para obtener una convergencia entre la tasa de crecimiento real del producto y la deuda pública máxima de mediano plazo en función de cada alternativa de regla fiscal.

De forma adicional, se mantienen los límites máximos para el gasto corriente en términos de ingresos fiscales no gasíferos, por tanto, los valores de ajuste para la política fiscal señalan la presencia de déficits fiscales con base en el incremento del gasto de capital (inversión pública).

Cuadro 7
Cláusulas de escape para el déficit del balance global
cíclicamente ajustado (Máx.) hasta el año 2016

(En porcentajes)

Escenarios de reglas fiscales (magnitud de canalización)	Gasto Corriente/ Ingresos Fisc. No Gasíferos	Límites	
		Limite déficit Bal. Glob. Cícl. Ajust./ PIB (Máx.)	Deuda Pública (Máx.)/ PIB
Baja	1.21	-1.9	38
Media-baja	1.13	-2.0	39
Intermedia	1.06	-2.1	41
Media-alta	1.03	-2.1	43
Alta	1.01	-2.2	43
Esc. Base/ Sin Regla fiscal	1.25	-7.2	48

Fuente: Elaboración propia con base en el BCB

Los límites sobre el balance global cíclicamente ajustado son aplicables para el balance global efectivo, con la diferencia de que no se necesita ningún ajuste proveniente del producto potencial y de los precios de mediano y largo plazo del gas natural.

En el Anexo 3 se explican cuatro posibles criterios de activación para las cláusulas de escape: a) dos corresponden a la identificación de recesión económica [criterio del Banco de Inglaterra y el algoritmo de Harding y Pagan (2002)], b) un criterio para desaceleración económica que considera la desviación de la brecha del producto con base en el producto potencial (-5% para el caso de Bolivia); y c) el cuarto criterio corresponde a la estimación de desastres naturales severos (2% del PIB como impacto severo basado en desastres naturales de países caribeños).

A manera de ejemplo (regla *b*), dada la presencia de una recesión o desaceleración económica, surge la activación de la cláusula de escape a través de: a) una deuda máxima de mediano plazo del 39% sobre el PIB; b) la tasa de crecimiento real meta del producto fue fijada en el 5%; c) el déficit máximo del balance global cíclicamente ajustado del 2% en torno al PIB [$5\% \times 0.39$]¹⁰.

6. Hallazgos y discusión

El soporte empírico para Bolivia ofrece mejores resultados por ahorrar la mayor parte de los ingresos del recurso natural en comparación con canalizarlos (en alta medida) hacia el gasto de capital, lo cual es concordante con algunos estudios previos (Medas y Zakharova, 2009; Segura, 2006; Bjerkholt y Niculescu, 2004) desde el punto de vista del endeudamiento público.

Asimismo, es más factible seleccionar una combinación mixta sobre los destinos de los ingresos del recurso natural: gasto de capital, gasto corriente y ahorro público. Por el contrario, es menos plausible la aplicabilidad de optar por una estrategia de dos opciones rivales: ahorrar completamente los ingresos petroleros o canalizarlos de forma global hacia el gasto de capital.

¹⁰ La magnitud del déficit se presenta según el crecimiento meta y en función de la tasa de endeudamiento público objetivo: a mayor crecimiento y mayor endeudamiento de mediano plazo, el déficit será mayor, y viceversa.

A pesar de que el mejor resultado es acumular la mayor parte de los ingresos del recurso natural, los países en vías de desarrollo necesitan de inversión pública para promover el desarrollo social, representando un *trade-off* entre niveles de gasto de capital y razón de deuda pública a PIB (con objetivos de sostenibilidad fiscal).

Los hallazgos de la presente investigación son compatibles con la sugerencia reciente de una política fiscal basada en la generación de superávits fiscales (Agénor y Yilmaz, 2011; Piasecki y Wulf, 2013; Schick, 2010); sin embargo, no es una regla perpetua en el tiempo; por tanto, la acumulación de superávits fiscales tiene como destino final la canalización en inversión pública durante períodos de recesión económica, desaceleración de la economía o desastres naturales, déficits fiscales cíclicamente ajustados. La generación de superávit fiscal no debe dejar de lado los objetivos sociales y programas de desarrollo, por lo cual el objetivo mayor se direcciona hacia la sostenibilidad fiscal.

Implicaciones para las políticas públicas

El diseño de reglas fiscales debe incluir restricciones sobre el gasto público en relación con los distintos tipos de ingresos fiscales, con y sin recurso natural como medidas de presión fiscal; con el establecimiento de déficits máximos durante épocas de recesión económica, desastres naturales o desaceleración económica.

En sí, la dependencia fiscal proveniente de recursos naturales es más exigente (en resultados fiscales) en comparación con aquellos países que no dependen de un recurso natural, de tal forma que se ha recomendado la generación de ahorro e inversión pública para países petroleros (Bjerkholt y Niculescu, 2004).

Tomando como ejemplo la experiencia chilena, con el establecimiento de reglas fiscales basado en la implementación de balances fiscales cíclicamente ajustados (como objetivos de la política fiscal), lo que se requiere es la adopción de procesos de isomorfismo normativo, que significa la aplicación de buenas prácticas internacionales, como la creación de comisiones nacionales fiscales con carácter independiente, al igual que los bancos centrales, en dos funciones básicas: 1) generar la perspectiva macroeconómica de mediano plazo, es decir, determinar la brecha del producto esperado; 2) realizar la perspectiva de mediano y largo plazo para los precios del recurso natural.

La principal crítica en la fijación de balances cíclicamente ajustados, como elemento de regla fiscal, se centra en la falta de control y dificultad de monitoreo sobre este indicador fiscal; en consecuencia, la incertidumbre sobre la medición del resultado fiscal ajustado a las fluctuaciones del ciclo económico y los precios del energético genera preguntas importantes, tales como: ¿cuál es el producto potencial de la economía?; ¿cuál es el precio de equilibrio del recurso natural?; ¿las estimaciones son realmente confiables?

De forma adicional, una regla fiscal es concretada de manera oficial cuando se introducen nuevos cambios institucionales formales para los procesos de elaboración, aprobación y ejecución de la posición fiscal (ejemplo: una ley de responsabilidad fiscal).

Por otra parte, los niveles de ejecución en la inversión fija de capital y de las diversas alternativas de asignación de ingresos gasíferos al gasto de capital (baja, media, alta) son menores a los niveles ejecutados (sin regla fiscal), especialmente, cuando los precios del petróleo se encuentran en los umbrales más bajos. Sin embargo, no existen políticas que regulen y direccionen la administración de los ingresos de los recursos naturales con la perspectiva de alcanzar objetivos de sostenibilidad fiscal (Banegas y Vergara, 2015), así como la constitución de un fondo de estabilización (ahorro petrolero) durante épocas de auge, para ser utilizados en fases recesivas o de precios externos bajos mediante un mecanismo sostenible.

Desde el punto de vista teórico, la inversión pública, al servir de base y complemento de la inversión privada, tiene la posibilidad de incidir en proyectos de infraestructura que eleven la competitividad, en actividades que generen valor agregado, así como en la provisión de servicios que incidan en el bienestar social (Cuamatzin, 2006, p. 49). Esto implica una inversión pública eficiente y de calidad que complemente a la inversión privada, lo cual es contrario a la evidencia empírica para Bolivia, donde se refleja que la inversión pública desplaza a la inversión privada (como porcentaje del PIB), según estimaciones para el período 1990-2014 (Banegas, 2017, p. 43) (efecto *crowding-out*).

En consecuencia, surge la necesidad de imponer restricciones en la asignación de ingresos fiscales sin recurso natural: limitar el gasto corriente en términos de los ingresos fiscales ajenos al recurso natural; así como el establecimiento normativo de los fines específicos para la asignación de ingresos del recurso natural: 1) inversión pública, 2) transferencias directas para la sociedad (parte del gasto corriente), 3) amortización de la deuda pública, 4) ahorro público.

Asimismo, al considerar el sector público como un factor productivo dentro de la función de producción (Barro, 1990) toma importancia la canalización del gasto de capital hacia las infraestructuras como una fuente del crecimiento económico (Becerril, et al., 2009; Auschauer, 1989), en especial para economías en desarrollo que dependen de recursos naturales.

De igual manera, en este documento se proponen criterios para la activación de cláusulas de escape sobre las reglas fiscales alternativas para economías dependientes de un recurso natural: 1) recesión económica basada en el criterio del Banco de Inglaterra y con base en el algoritmo de Harding y Pagan (2002); 2) desastres naturales con la consideración del impacto de los doce mayores desastres naturales del Caribe (2% del PIB, en promedio); y 3) desaceleración económica como un porcentaje histórico de desviaciones pasadas del PIB efectivo en torno a su PIB potencial durante épocas de mayor turbulencia negativa para las economías.

En el Cuadro 8 se presentan las reglas fiscales que han sido propuestas para Bolivia, desde una perspectiva comparativa y cuantitativa con estudios previos, así como sus respectivas descripciones, y se añaden las sugerencias encontradas en la presente investigación.

El común denominador de las diversas propuestas de reglas fiscales para Bolivia se ha centrado en un diseño para el mediano plazo. Al comparar los resultados encontrados en el documento con trabajos previos, existen similitudes para la presencia de superávit fiscal primario durante el período de similar prospectiva (Lora *et al.*, 2002; Navajas *et al.*, 2008) y en especial valores afines para la deuda pública máxima (Zambrano y Aguilera, 2010; Navajas *et al.*, 2008).

Sin embargo, los estudios previos no abordaron la asignación de los ingresos fiscales (con y sin gas natural) al gasto de capital y gasto corriente, así como los fundamentos que contemplan la cláusula de escape como límites de déficits para el balance global cíclicamente ajustado.

Cuadro 8
Resumen de reglas fiscales propuestas para Bolivia

Expresado en porcentaje del PIB				Expresado en razones			
Autores	Descripción de la regla fiscal	Metodología	Periodo de prospectiva:	Límites definidos		Expresado en razones	
				Duda Pública (máxima)	Balance global cíclicamente ajustado	Gasto Capital/ Ingr. Fisc. Sin Natur.	Gasto Corr./ Ingr. Fisc. Sin Rec. Nat.
Lora, Mendoza y Quiroga (2002)	Escenario base y alternativos (favorables y desfavorables): crecimiento del producto, tasas de interés real y ajuste fiscal.	Análisis de sostenibilidad de la deuda pública	2003-2015	50-60			
Navajas, Artana, Catena y Bour (2008)	Creación de un fondo de estabilización: 50% de los ingresos de hidrocarburos. Escenarios alternativos con presencia de choques	Análisis de sostenibilidad de la deuda pública	2007-2015	40 40-45			
Valdivia y Montenegro (2010)	Presupuesto fiscal balanceado	Modelo dinámico y estocástico de equilibrio general	No se aborda				
Zambrano y Aguilera (2010)	Regla Bird in hand: el máximo déficit no petrolero es igual al rendimiento del fondo de estabilización Presupuesto fiscal balanceado Balance cíclicamente ajustado (regla chilena) Escenario base: sin regla fiscal Gasto real constante	Análisis de sostenibilidad de la deuda pública mediante un modelo de vectores autoregresivos (VAR)	2010-2014	28 28 39 46 54	1.0		
Investigación desarrollada*	Canalización <i>media-baja</i> de los ingresos fiscales del recurso natural al gasto de capital. Canalización <i>alta</i> de los ingresos fiscales del recurso natural al gasto de capital Escenario base: sin regla fiscal	Canalización de ingresos fiscales del gas natural al gasto de capital. Vectores autoregresivos estructurales (SVAR)	2012-2016	39 43 48	-2.0 -2.2 -7.2	0.25 0.90 0.82	1.13 1.01 1.25

¹Inchhye al Banco Central de Bolivia

*El límite definido en el balance global cíclicamente ajustado funciona como cláusula de escape.

Fuente: Elaboración propia con base en la revisión de autores.

Por otra parte, el régimen vigente de distribución de ingresos hidrocarburíferos en Bolivia se basa en asignar porcentualmente parte de las regalías y del impuesto directo a los hidrocarburos (IDH) para gobiernos regionales e instituciones públicas; no obstante, este régimen presenta dos críticas: i) los ingresos distribuidos son relativamente marginales con relación a los ingresos totales de hidrocarburos (menos del 10% al 2011); ii) no existe ningún direccionamiento formal sobre el gasto y generación de ahorro que los gobiernos autónomos deban seguir.

De las simulaciones realizadas para Bolivia, el mejor escenario evaluado fue canalizar en *magnitud media-baja* los ingresos fiscales del gas natural al gasto de capital (25%); limitar el gasto corriente a los ingresos fiscales no gasíferos (1.13 veces) y establecer un techo máximo de deuda pública a mediano plazo (39% en torno al PIB, al 90% de confianza).

Un *escenario de regla fiscal*, más laxo para Bolivia, consistiría en una *canalización alta* de los ingresos fiscales del gas natural al gasto de capital (90%); la aplicación de una regla fiscal de oro para países petroleros e hidrocarburíferos (gasto corriente limitado a los ingresos fiscales no gasíferos, relación 1 a 1), con mayor límite de deuda pública máxima (43% en torno al PIB).

El escenario de regla fiscal *menos restringente* para Bolivia es equivalente a la función de ahorro de Kazakstán, donde se ahorran de forma lineal el 10% de los ingresos del petróleo y de la minería basados en supuestos de proyección anuales para los precios y sendero de producción de los recursos naturales, para efectos de elaboración y aprobación de presupuestos fiscales (Wakeman-Lin *et al.*, 2003, p. 354).

De forma contraria, la ausencia de regla fiscal reflejaría una trayectoria en su umbral superior con un nivel deuda pública bordeando el 50% del PIB, con lo cual alcanzaría el máximo nivel sugerido para economías emergentes (Fall *et al.*, 2015), con la implicación de que después de ese horizonte se eliminaría el margen de maniobra para el endeudamiento público (política fiscal restringida).

Los diversos límites de déficits fiscales basados en el balance cíclicamente ajustado funcionan como cláusulas de escape (oscilan alrededor del 2% en torno al PIB), donde el gasto de capital es la variable de ajuste para los déficits máximos en presencia de recesión,

desaceleración económica o desastres naturales (con objetivos de sostenibilidad fiscal). Por tanto, el gasto corriente permanece constante en términos de los ingresos fiscales no gasíferos.

Limitaciones y agenda de investigación

El diseño metodológico no permitió encontrar la tasa requerida de ingresos del recurso natural que deberían canalizarse hacia el gasto de capital; por tanto, los escenarios planteados sólo se consideran como un punto de referencia para la partida. La modelación de optimización permitiría encontrar la tasa óptima de canalización de ingresos fiscales del recurso natural hacia el gasto de capital.

La principal limitación del trabajo fue la no inclusión del balance primario no gasífero (sin recurso natural), la cual requiere de una evaluación y simulación de largo plazo para determinar la presencia o ausencia de una mejora significativa en el diseño de las reglas fiscales alternativas (al menos 20 años en adelante)¹¹.

Desde el punto teórico y metodológico, se hace necesaria la extensión y agenda para la investigación hacia un modelo de equilibrio general con el diseño de reglas fiscales que consideren: a) el estado de equilibrio de la economía interna (consumo e inversión privada); b) la inclusión de sectores económicos donde empíricamente se originan las crisis de deuda pública (sector bancario y financiero) (Hostland y Karam, 2006); c) factores explicativos provenientes de la economía internacional (flujos de capitales y términos de intercambio) y una modelación de optimización inter -temporal (Agénor y Yilmaz, 2011; von Thadden y Vidal, 2010).

7. Conclusiones

El aporte principal del documento se centró en el diseño de escenarios de reglas fiscales de nueva generación con base en los siguientes elementos: 1) consideración del entorno económico como variable de control (brecha del producto, tasas de interés, producción del recurso natural); 2) respuesta a choques internos y externos mediante la fijación de metas sobre el balance global cíclicamente ajustado e inclusión de cláusulas de escape; 3) evaluación

¹¹ Estudios previos han evaluado el déficit primario no petrolero que es requerido para 20 años de proyección (Zambrano y Aguilera, 2010); así como 30 años para la trayectoria probabilística de la deuda pública, e inclusive 50 períodos en adelante (Penalver y Thwaites, 2006).

de las volatilidades para escenarios de reglas fiscales; 4) inclusión de objetivos de sostenibilidad fiscal (límites de gastos fiscales, límites de déficit fiscales y deuda pública máxima).

Con base en simulaciones para el caso de Bolivia, se demostró que, en ausencia de una regla fiscal, la deuda pública observada se aproxima al máximo valor del pronóstico aleatorio (umbral máximo *Fan Chart*). Por otra parte, cuando los ingresos fiscales del gas natural son canalizados al gasto de capital en diversas magnitudes (*baja, intermedia o alta*) se obtiene un mejor prospecto de la deuda pública máxima, estadísticamente significativa y con menor volatilidad.

En consecuencia, para el mediano plazo, se reduce la volatilidad de la deuda pública cuando se introduce una regla fiscal al eliminar el comportamiento estocástico de la asignación de ingresos fiscales (con y sin recurso natural) al gasto de capital y gasto corriente, con objetivos de convergencia sobre los resultados fiscales. El enfoque en la implementación de una regla fiscal conlleva la fijación de una deuda pública máxima, el establecimiento del déficit fiscal tolerable y límites en el gasto público o asignaciones de los ingresos fiscales.

Finalmente, un desafío relevante para las economías en vías de desarrollo se dirige al rol de las instituciones, la eficiencia en la productividad y la calidad la inversión pública, para evitar el fenómeno de los “elefantes blancos”, en un contexto de países dependientes de recursos naturales (aunado a las ventajas en la introducción de una regla fiscal); así como las políticas públicas orientadas a la complementariedad entre la inversión pública y la inversión privada.

Fecha de recepción: 1 de febrero de 2019

Fecha de aceptación: 16 de septiembre de 2019

Manejado por ABCE/SEBOL/IISEC

Referencias

1. Agénor, R. y Yilmaz, D., (2011). "The tyranny of fiscal rules: fiscal discipline, productive spending, and growth in a perfect foresight model". *Journal of Economic Policy Reform*, 14(1), 69-99.
2. Auschauer, D. (1989). "Is public expenditure productive?". *Journal of Monetary Economy*, 23(2), 177-200.
3. Banco Central de Bolivia (2012). *Información estadística del sector fiscal y la deuda pública*, Asesoría Principal de Política Económica.
4. Bank of England (2012). *Inflation Report*.
5. Banegas Rivero, R. A. y Vergara González, R. (2015). "Cambios institucionales y transición cíclica en la posición fiscal para Bolivia (2003-2011)". *Revista Latinoamericana de Desarrollo Economico*, (23), 67-96.
6. ----- (2016). "Choques de precios de recursos naturales, asignaciones al gasto público y posición fiscal: una ilustración con Bolivia". *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, 11(2), 7-38.
7. Banegas, R. A. (2017). "Role of government spending on economic growth: an endogenous potential model for Bolivia". *Revista Nicolaita de Estudios Económicos*, 11(1), 27-48.
8. Barro, R. (1990). "Government Spending in a Simple Model of Endogeneous Growth". *Journal of Political Economy*, 98(5), S103-126.
9. Baunsgaard, T., Villafuerte, M., Poplawski, M. y Richmond, C. (2012). "Fiscal Frameworks for Resource Rich Developing Countries". IMF Staff Discussion Note, SND/12/04.
10. Baum, A., Eyraud, L., Hodge, A., Jarmuzek, M., Kim, Y., Mbaye, S. y Ture, E. (2018). *How to Calibrate Fiscal Rules: a Primer*. Fondo Monteario Internacional.
11. Becerril, O., Álvarez, I., Moral, L. y Vergara, R. (2009). "Indicador de infraestructuras productivas por entidad federativa en México, 1970-2003". *Gestión y Política Pública*, 18(2), 379-438.
12. Bjerkholt, O. y Niculescu, I. (2004). "Fiscal Rules for Economies with Nonrenewable Resources: Norway and Venezuela". En: Kopits, G. (ed.) *Rules Based Fiscal Policy in Emerging Markets. Procyclicality of Financial Systems in Asia*. London: Palgrave Macmillan, 164-179.

13. Borensztein, E., Cavallo, E. y Valenzuela, P. (2007). *Debt sustainability under catastrophic risk: The case for government budget insurance*, IMF Working Papers, Washington, DC.
14. Bry, G. y Boschan, C. (1971). "Front matter to Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs". En: *Cyclical Analysis of Time Series: Selected Procedures and Computer Programs*. National Bureau of Economic Research, 13-2.
15. Burger, P. y Marinkov, M. (2012). "Fiscal Rules and regime-dependent fiscal reaction functions: The South African case". *OECD Journal on Budgeting*, 12(1), 79-107.
16. Celasun, O., Debrun, X. y Ostry, J. (2007). "Primary Surplus Behavior and Risk of Fiscal Sustainability in Emerging Market Countries: A "Fan Chart" Approach". *IMF Staff Papers, International Monetary Found*, 53(3), 401-425.
17. Cherif, R. y Hasanov, F. (2011). "Oil Exporters' Dilemma: How Much to Save and How Much to Invest". *International Monetary Fund, WP/12/4*.
18. Collier, P., van der Ploeg, F., Spence, M. y Venables, A. (2009). "Managing Resource Revenues in Developing Countries". *OXCarré Research Paper*, N° 15.
19. Dhumale, R. (2000). "Public Investment in the Middle East and North Africa: Towards Fiscal Efficiency". *Development Policy Review*, 18(3), 307-324.
20. Dzialo, J. (2012). "Fiscal Rule and Effective Fiscal Policy". *Comparative Economic Research*, 15(2), 65-78.
21. EIA (2012). *U.S. Energy Administration Information*. Disponible en: <http://www.eia.gov/>. Último acceso: febrero de 2012.
22. Eisenhardt, K. (1988). "Agency Theory: An Assessment and Review". *Academy of Management Review*, 14(1), 57-74.
23. Fall, F., Bloch, D., Fournier, J. M. y Hoeller, P. (2015). "Prudent debt targets and fiscal frameworks". OECD Economic Policy Papers 15.
24. Fondo Monetario Internacional (2009). *The State of Public Finance: A cross-country fiscal monitor*. Staff Position Notes 2009/25.
25. ----- (2013). *World Economic Outlook*. Disponible en: www.imf.org
26. ----- (2016). *Fiscal Rules Data Set (1985-2015)*. Disponible en: www.imf.org
27. ----- (2018). *World Economic Outlook*. Disponible en: www.imf.org

28. Frankel, J. (2011). *How Can Commodity Exporters Make Fiscal and Monetary Policy Less Procyclical?* Working Paper Series rwp11-015, Harvard University, John F. Kennedy School of Government
29. Girouard, N. y Andre, C. (2006). *Measuring Cyclically-Adjusted Budget Balances for OECD Countries*. OECD Economics Department Working Papers 434, OECD Publishing.
30. Harding, D. y Pagan, A. (2002). "Dissecting the cycle: a methodological investigation". *Journal of Monetary Economics*, 49(2), 365-381.
31. Hostland, D. y Karam, P. (2006). "Assessing Debt Sustainability in Emerging Market Economies Using Stochastic Simulation Methods". World Bank Policy Research Working Paper 3821, January.
32. Husain, A., Tazhibayeva, K. y Ter-Martirosyan, A. (2008). "Fiscal Policy and Economic Cycles in Oil-Exporting Countries". IMF, WP/08/253.
33. Ilzetzki, E. (2006). "Rent Seeing Distortions and Fiscal Procyclicality". MPRA Paper.
34. INE (2011). *Instituto Nacional de Estadística*. Disponible en: www.ine.gob.bo
35. ----- (2013). *Instituto Nacional de Estadística*. Disponible en: www.ine.gob.bo. Último acceso: 15 de enero de enero de 2013.
36. Kumah, F. y Matovu, J. (2005). "Commodity Price Shocks and the Odds on Fiscal Performance: A Structural VAR Approach". International Monetary Fund, WP/05/171, Middle East and Central Asia Department.
37. Kydland, F. y Prescott, E. (1990). "Business Cycles: Real Facts and Monetary Myth". *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, 14(2), 3-18.
38. Lora, O., Mendoza, R. y Quiroga, T. (2002). *Sostenibilidad del endeudamiento público en Bolivia*. *Revista de Análisis*, pp. 44-86.
39. Loría, E. (2007). *Econometría con aplicaciones*. México: Pearson Education.
40. Loría, E. y Salas, E. (2013). *Ciclos, crecimiento económico y crisis en México, 1980-2012*. Toluca, Edo. de México
41. Lozano, I. y Toro, J. (2007). "Fiscal Policy Throughout the Cycle: The Colombian Experience". *Ensayos sobre Política Económica*, 25(55), 12-39.
42. Lucas, R. (1988). "On the mecanichs of Economic Development". *Journal of Monetary Economics*, (22), 168-191.

43. Medas, P. y Zakharova, D. (2009). "A Primer on Fiscal Analysis in Oil-Producing Countries". IMF, WP/09/56, 1-41.
44. Mejía P, y D. Silva (2014). "Sincronización internacional de los ciclos del empleo de los estados de México, 1998-2012". *Paradigma Económico*, 6(2), 59-93.
45. Mendoza, A. y Smith, P. (2013). "Equity Returns and the Business Cycle: The Role of Supply and Demand Shocks". *Centre for Applied Macroeconomic Analysis*, CAMA. Paper 22.
46. Moss, T. (2011). "Oil to Cash: Fighting the Resource Curse through Cash Transfers", WP 237. *Center for Global Development*.
47. Navajas, F., Artana, D., Catena, M. y Bour, J. L. (2008). "Tópicos macrofiscales y perspectivas de sostenibilidad fiscal en Bolivia". Banco Interamericano de Desarrollo, Documento de trabajo CSI-I 36, BO-PI O 17, 1-61.
48. Ossowski, R., Villafuerte, M., Medas, P. y Thomas, T. (2008). *Managing the Oil Revenue Boom: The Role of Fiscal Institutions*. IMF Occasional Paper 260.
49. Penalver, A. y Thwaites, G. (2006). "Fiscal rules for debt sustainability in emerging markets: The impact of volatility and default risk". Bank of England, Working Paper N° 307.
50. Piasecki, R. y Wulf, E. (2013). "Fiscal Policy Rules: An evaluation based on Chilean economy experience". *Global Conference on Business and Finance Proceedings*, 8(2), 224-232.
51. Rasmussen, T. (2004). "Macroeconomic Implications of Natural Disasters in the Caribbean", Fondo Monetario Internacional, Working Paper 04/224, Washington, DC.
52. Rodríguez, L. (2011). *Reglas fiscales e instituciones presupuestales*. ODEON, (6), 43-70.
53. Romer, P. (1990). "Increasing return and Long-run Growth". *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037.
54. Schaechter, A., Kinda, T., Budina, N. y Weber, A. (2012). "Fiscal Rules in Response to the Crisis-Toward the "Next Generation" Rules. A New Dataset". Fondo Monetario Internacional, WP/12/187.
55. Schick, A. (2010). "Post-Crisis Fiscal Rules: Stabilising Public Finance while Responding to Economic Aftershocks". *OECD Journal on Budgeting*, 10(2), 35-51.
56. Segura, A. (2006). *Management of Oil Wealth Under the Permanent Income Hypothesis: The Case of São Tomé and Príncipe*. IMF Working Paper WP/06/183, African Department.

57. Valdivia, D. y Montenegro, M. (2010). *Reglas fiscales en Bolivia en el contexto de un Modelo de Equilibrio Dinámico General Estocástico*. Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. La Paz, Bolivia.
58. Van der Ploeg, F. y Venables, A. (2009). "Harnessing Windfall Revenues: Optimal Policies for Resource-Rich Developing Economies". *CESIFO Working Paper N° 2571*, category 1: public finance.
59. Venables, A. (2010). "Resource Rents; When to Spent and How to Save". *Oxford Centre for the Analysis of Resource Rich Countries*, Research Paper 44, University of Oxford, UK.
60. Villafuerte, M. y López, P. (2010). *Fiscal Policy in Oil Producing Countries During the Recent Oil Price Cycle*. International Monetary Fund.
61. Villafuerte, M., López, P. y Ossowski, R. (2011). *Riding the Roller Coaster: Fiscal Policies of Nonrenewable Resources Exporters in Latin American and the Caribbean*. International Monetary Fund.
62. Von Thadden, L. y Vidal, J. (2010). "Debt Stabilizing Fiscal Rules". *Journal of Public Economic Theory*, 12(5), 923-941.
63. Wakeman-Lin, J., Mathieu, P. y van Selm, B. (2003). "Oil Fund in Transition Economies: Azerbaijan and Kazakhstan". En: J. Davis, R. Ossowski y A. Fedelino (eds.), *Fiscal Policy Formulation, and Implementation in Oil-Producing Countries*. Fondo Monetario Internacional, 339-358.
64. Wijnbergen, S. y Budina, N. (2011). "Fiscal Sustainability, Volatility and Oil Wealth: A Stochastic Analysis of Fiscal Spending Rules". *Timbergen Institute Discussion Paper TI 2011-068/2*.
65. Wooldridge, J. (2010). *Econometric Analysis of Cross-Section and Panel Data*. Cambridge, MA: The MIT Press, London, England.
66. Wyplosz, C. (2011). "Debt Sustainability Assessment: Mission Impossible". *Review of Economics and Institutions*, 2(3), 1-37.
67. Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (2012). "Estadísticas de mercados de exportación". Gerencia Nacional de Planificación, Inversiones y Estudios. Información Estadística proporcionada.
68. Zambrano, O. y Aguilera, G. (2010). "Elementos de sostenibilidad fiscal en países ricos en hidrocarburos: el caso de Bolivia". BID, documento de trabajo N° IBD-WP-286.

Anexos

Anexo 1. Cálculo del balance fiscal global cíclicamente ajustado (BGCA)

El objetivo se centra en ajustar el balance fiscal global proveniente de los efectos de precios del recurso natural y la actividad económica, mediante el cálculo de elasticidades sobre los ingresos y gastos fiscales que sean pertinentes. La definición básica de la presente metodología considera al balance fiscal global como una integración de dos componentes: el balance cíclico y el balance estructural (Lozano y Toro, 2007):

$$BG_t = BG_{\text{ciclico}_t} + BG_{\text{estructural}_t} \quad (1A)$$

Luego:

$$BG_{\text{ciclico}_t} = BG_t - BG_{\text{estructural}_t} \quad (2A)$$

El balance estructural corresponde a las partidas de ingresos y gastos fiscales que no están afectadas por las fluctuaciones de precios del recurso natural y de la actividad económica (PIB).

Ingresos fiscales del gas natural cíclicamente ajustados

Los ingresos fiscales gasíferos (gas natural) se descomponen en dos partes: ingresos domésticos (IGd_t^a), que incluyen el mercado interno y los impuestos recaudados por la producción de gas y petróleo; y la venta externa (IGe_t^a) que se vincula a los mercados de exportación:

$$(IGd_t^S) = IGd_t^a \left(\frac{Y_{t-1}^P}{Y_{t-1}^a} \right)^\eta \quad (3A)$$

$$(IGe_t^S) = IGe_t^a \left(\frac{P_{t-1}^P}{P_{t-1}^a} \right)^\theta \quad (4A)$$

donde η es la elasticidad de los ingresos domésticos del gas natural con relación al PIB real; Y_{t-1}^P/Y_{t-1}^a es la razón del producto potencial en términos de la producción observada; θ es la sensibilidad de los ingresos petroleros externos (con relación a los precios del gas natural; se consideraron los precios relativos de equilibrio (P_{t-1}^P) y los observados (P_{t-1}^a)).

Mediante 3A y 4A se obtuvieron los ingresos fiscales gasíferos cíclicamente ajustados: domésticos (IPd_t^S) y externos (IPE_t^S) .

Ingresos tributarios cíclicamente ajustados

Los ingresos tributarios no petroleros ajustados por el ciclo económico se descomponen en dos partes: renta interna y renta aduanera¹².

$$T_{ii}^S = T_{ii}^a \left(\frac{Y_t^P}{Y_t^a} \right)^{\eta_{i,y}} \quad (5A)$$

donde:

$$\eta_{i,y} = \varepsilon_{ii,tbi} * \varepsilon_{tbi,y} \quad (6A)$$

La elasticidad de cada ingreso tributario es el producto de dos elasticidades: i) en relación con la base total de cada tipo de ingreso y ii) con relación al producto.

Gastos estructurales

Para el caso de Bolivia, se asume que los gastos fiscales son estructurales, dada la ausencia de transferencias o bonos de desempleo durante épocas de recesión. Cabe mencionar que las limitaciones de la metodología del balance cíclicamente ajustado se centran en la sensibilidad de las estimaciones con relación al producto potencial y los precios de equilibrio del gas natural. Por tanto, las desviaciones en torno a las condiciones de equilibrio de mediano y largo plazo son los principales insumos metodológicos, y, al mismo tiempo, las deficiencias centrales (Girouard y Andre, 2006).

¹² En el caso de Bolivia, se asume que otros ingresos no tributarios y las regalías mineras no están afectados por el ciclo económico.

Estimación de elasticidades de los ingresos fiscales (con y sin gas natural)

Se estimaron las elasticidades de los ingresos fiscales cíclicamente ajustados al comportamiento de los precios del gas natural y la actividad económica respectivamente (Anexo 1A). Se encontraron sensibilidades elásticas de los ingresos del gas natural comercializados en el mercado interno con relación al PIB real, al igual que la renta interna en función del producto. Estos resultados fueron congruentes con las estimaciones para economías en vías de desarrollo como las de Lozano y Toro (2007). Por tanto, la venta doméstica del gas natural, al igual que la renta interna, son sensibles a los cambios en la actividad económica interna.

Adicionalmente, se evidenció una sensibilidad unitaria entre los precios de exportación del gas natural y los ingresos fiscales gasíferos, lo cual concuerda con la evidencia empírica (Marcel, 2003; Zambrano y Aguilera, 2010). En consecuencia, existe un estabilizador automático de los ingresos del gas natural comercializados en el exterior, originado por movimientos de los precios externos.

Para el caso de la elasticidad de la renta aduanera, se encontró una sensibilidad inelástica con relación a su propia base y en torno al PIB real, lo cual puede limitar la participación cíclica de este ingreso tributario sobre el balance cíclicamente ajustado.

Anexo 1A: Elasticidades de los ingresos fiscales

Componentes	Base de impuesto	PIB real	Total
Componentes de ingresos			
Ingresos fiscales gasíferos			
Mercado Interno		1.62* (0.79)	1.62
Mercado Externo			1.07*** (0.06)
	1		
Ingresos tributarios			
Renta Interna	1	1.22*** (0.26)	1.22
Renta Aduanera	0.72*** (0.14)	0.54† (0.29)	0.38

Se indica el nivel de significancia: *** al 0.1%; * al 5%; † al 10% respectivamente.

Se asume una elasticidad unitaria con relación a su propia base.

Los errores estándares se encuentran entre paréntesis.

Estimaciones con modelos doble-log.

La base de impuesto para la renta aduanera fueron las importaciones.

Fuente: Estimaciones propias con base en información del Banco Central de Bolivia (2012) y Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (2012).

Anexo 2. Pruebas de hipótesis para escenarios de reglas fiscales

Anexo 2A: Prueba de hipótesis para los escenarios de reglas fiscales en comparación con el escenario base

H₀: No existen diferencias entre las medias de la deuda pública máxima

	Escenarios de ingresos fiscales del recurso natural canalizados al gasto de capital				
	a) Canaliz. Baja	b) Canaliz. Media-baja	c) Canaliz. Intermedia	d) Canaliz. Media - Alta	e) Canaliz. Alta
	10	25	50	75	90
Escenario base (<i>sin regla fiscal</i>)	5.19***	4.60***	3.54**	2.50*	2.19*

El nivel de significancia indica el rechazo de la hipótesis nula.
Fuente: Elaboración propia con base en INE y el BCB.

Anexo 2B: Prueba de hipótesis para los escenarios de reglas fiscales

H₀: No existen diferencias entre las medias de la deuda pública máxima

	Porcentaje de ingresos fiscales del recurso natural que son canalizados al gasto de capital					
	a) Canaliz. Baja	b) Canaliz. Media-baja	c) Canaliz. Intermedia	d) Canaliz. Media - Alta	e) Canaliz. Alta	
	10	25	50	75	90	
a) Canaliz. Baja	10	-				
b) Canaliz. Media-baja	25	1.54	-			
c) Canaliz. Intermedia	50	2.72**	1.60	-		
d) Canaliz. Media - Alta	75	3.69***	2.81**	1.32	-	
e) Canaliz. Alta	90	3.91***	3.09**	1.65	0.35	-

Los valores corresponden al estadístico "t" estimado.

Se indica el nivel de significancia:*** al 0.10%;** al 1%; * al 5% de forma respectiva.

La prueba de hipótesis correspondió a datos no apareados, de igual varianza (en la mayoría de los casos) y especificación sd test.

El nivel de significancia indica el rechazo de la hipótesis nula.
Fuente: Elaboración propia con base en INE y el BCB.

Anexo 3. Criterios de activación para la inclusión de cláusulas de escape

1. El criterio del Banco de Inglaterra define el inicio de recesión con dos trimestres consecutivos de crecimiento negativo sobre el PIB (Bank of England, 2012).
2. La versión trimestral del algoritmo de Bry y Boschan (1971), propuesta por Harding y Pagan (2002), considera al logaritmo de la tasa del crecimiento de producto Δy_t , con un máximo relativo que ocurre en el tiempo t en dos trimestres a cada lado cuando $\{\Delta y_{t-1} > 0, \Delta y_t > 0, \Delta y_{t+1} < 0, \Delta y_{t+2} < 0\}$. El periodo de recesión es similar al definido por el Banco de Inglaterra, con la utilización de variables *dummies* (D) para facilitar la medición de períodos de expansión (D igual a 0) o de recesión (D igual a 1).
3. Para la desaceleración económica de Bolivia, se propone el criterio de 5% de desviación negativa del producto efectivo en torno a su producto potencial, con base en la experiencia de este país durante la desaceleración internacional del 2009. Durante el año 2009, para Bolivia, se observó que la desviación promedio entre el producto efectivo y el producto potencial fue del 5.8% con base en la utilización del filtro de Hodrick y Prescott; en otros estudios en economías emergentes, como la de México, se ha evidenciado una desviación negativa en torno al 6% en sus fases más severas (1995, 2009) (Loría y Salas, 2013).
4. Para efectos de desastres naturales se propone una cláusula de escape cuando el impacto del desastre natural genere un efecto mayor o igual al 2% del PIB, con base en la experiencia de países caribeños (Borensztein *et al.*, 2007). Los países del Caribe corresponden al área geográfica con mayores desastres naturales a nivel mundial. En el trabajo de Borensztein se hace referencia a los resultados de Rasmussen (2004), en cuyas estimaciones se cuantificaron los efectos de los doce mayores desastres naturales en el Caribe, con una reducción media del 2.2% del PIB en el mismo año.

Probando la condición Marshall-Lerner y Curva-J para el Perú: un análisis de cointegración multivariada

Testing for Marshall-Lerner Condition and J-Curve from Peru: An analysis of multivariate cointegration

*Luis Francisco Laurente Blanco**

*Dan Manuel Machaca Ticona***

Resumen

En el Perú, la balanza comercial ha jugado un papel protagónico en el desempeño económico, particularmente a partir del año 2002, en que empieza a registrar superávits. Es así que para el año 2018 se registró un superávit de US\$ 7,049 millones. Este dinamismo del comercio internacional mantiene al comercio exterior como uno de los principales motores de la economía peruana. El objetivo del estudio es probar la condición Marshall-Lerner y la Curva-J para el Perú utilizando información mensual de los años 2000 a 2018 obtenida del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Para el análisis se emplea la metodología de Johansen-Juselius y el Modelo Vector de Corrección de Error (MVCE). Los resultados revelaron el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner para el largo plazo y, haciendo uso de los diagramas de impulso-respuesta, se confirma que no se cumple el fenómeno de la Curva-J en la economía peruana.

* Universidad Nacional del Altiplano, Perú (UNAP) y Grupo Fibonacci de Ciencias Económicas (GRFICE). Autor de correspondencia.
Contacto: flarenteblanco@gmail.com

** Universidad Nacional del Altiplano, Perú (UNAP).
Contacto: machaca.dan@gmail.com

Palabras clave: VAR, cointegración, modelo vector de corrección de error, balanza comercial, tipo de cambio real.

Abstract

In Peru, the trade balance has played a leading role in economic performance, particularly since 2002, when it began to record surpluses, so that by 2018 there was a surplus of US\$ 7,049 million. This dynamism of international trade keeps foreign trade as one of the main engines of the Peruvian economy. The objective of the study is to prove the Marshall-Lerner condition and the J-Curve for Peru using monthly information from the years 2000 to 2018 obtained from the Central Reserve Bank of Peru (BCRP). For the analysis, the Johansen-Juselius methodology and the Error Correction Vector Model (MVCE) are used. The results revealed the compliance of the Marshall-Lerner condition for the long term and, by making use of impulse response diagrams, it is confirmed that the phenomenon of the J-Curve in the Peruvian economy is not fulfilled.

Keywords: VAR, cointegration, vector error correction model, trade balance, real exchange rate.

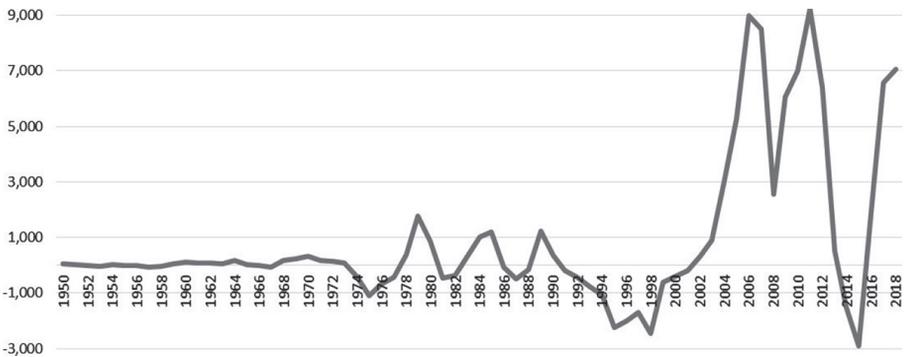
Clasificación/Classification JEL: C32, C51, F41

1. Introducción

El Perú siempre ha sido un exportador de productos primarios y un importador de productos manufacturados, y al igual que muchos países en el mundo, ha experimentado ciclos de crisis y recuperación, generalmente ligados a fluctuaciones en el mercado internacional, como la crisis financiera de 2008 en EEUU y Europa y el shock de 2015 (Velazco y Pinilla, 2017) que tuvieron un impacto sobre la economía peruana, especialmente por las exportaciones que realiza. Sin embargo, el Perú mostro una evidente recuperación. Las exportaciones peruanas se basan principalmente en 829 productos que registran un record de crecimiento, evidenciando calidad, competitividad y diversificación, en un crecimiento histórico en 45 mercados, y revelando la importancia de los diversos tratados de libre comercio que realizó el país con importantes economías en el mundo (ADEX, 2019). Esto ha traído como resultado un incremento de las exportaciones en las últimas décadas.

Es así que las exportaciones en el año 2018 llegaron a US\$ 48,942 millones, lo que representa el 29% del PBI del Perú (BCRP, 2018). Como resultado, la balanza comercial ha jugado un papel protagónico en el desempeño económico. Particularmente, a partir del año 2002, año en que empieza a registrar superávits, los cuales han alcanzado un record histórico de US\$ 8,986 millones para 2006, US\$ 8,503 millones para 2007, US\$ 2,569 millones para 2008, llegando a US\$ 7,049 millones en el año 2018. Este dinamismo que ha impregnado el comercio internacional en términos de diversificación de producción de mercados de destino y de generación de empleo, mantiene al comercio exterior como uno de los principales motores de la economía peruana (Bustamante y Morales, 2009). El Gráfico 1 muestra la evolución de la balanza comercial del Perú desde el año 1950 hasta 2018, exhibiendo un comportamiento creciente a partir del año 2002.

Gráfico 1: Evolución de la balanza comercial del Perú 1950-2018
(en millones de dólares)



Fuente: Elaborado por los autores en base a estadísticas del BCRP.

Dado este contexto, cabe preguntarse acerca del comportamiento de tales cuentas en relación con uno de sus principales determinantes: el tipo de cambio real. En general se suele argumentar que las depreciaciones reales son expansivas en tanto favorecen la competitividad internacional e incrementan las exportaciones netas. Esta dinámica se basa en la condición de Marshall-Lerner, la cual expresa que una depreciación del tipo de cambio real mejora la balanza comercial siempre y cuando la suma de las elasticidades de la demanda por importaciones y la demanda por exportaciones sea mayor a la unidad. No obstante, evidencia empírica ha mostrado que aun satisfaciendo la condición Marshall-Lerner, una depreciación

del tipo de cambio real puede conducir al deterioro temporal de la balanza comercial, seguido más adelante por una mejora de la misma. En ese caso, una depreciación cambiaria precipita una trayectoria en forma de J de la balanza comercial, con un deterioro inicial seguido de una recuperación consistente con Marshall-Lerner (Sastre, 2010). Finalmente, poner atención en las variables macroeconómicas como la balanza comercial, el tipo de cambio real, el ingreso y la demanda extranjera es de gran importancia para el desarrollo de políticas, en particular en economías pequeñas y abiertas al mundo como el Perú.

El objetivo principal de esta investigación es verificar el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner y la Curva-J para la economía peruana en el período 2000-2018. Al respecto se mencionan algunos estudios relacionados: a nivel internacional existe un número de trabajos que verifican el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner (Lerner, 1944) y la Curva-J; entre ellos se tiene los trabajos de Sadok (2018), Cambazoglu y Gunes (2016), Chena y Bosnic (2017), Backus *et al.* (2007), Onakoya y Johnson (2018), Pandey (2013), Siklar y Celik (2018), Eita y Africa (2013) y Krzyzanowski (2017). En particular, Ali, Nafees y Farid (2017), en su estudio sobre la condición de Marshall-Lerner para los países del sur de Asia, utilizan el modelo de efecto aleatorio (REM), la especificación de Hausman y el test de Breusch-Pagan para estimar las elasticidades de demanda de exportaciones e importaciones, encontrando que la condición no se cumple. Arriaga y Landa (2016) usan el Modelo Vector de Corrección de Error (MVCE) y concluyen que el tipo de cambio real empeora la balanza comercial, lo que indica el cumplimiento de la Curva-J en el corto plazo. Türkay (2014) aplica la metodología de Johansen y el Modelo de Corrección de Error (MVCE), y los resultados de la estimación de las funciones de demanda de exportación e importación respaldan el cumplimiento de la condición de Marshall-Lerner, debido a que la elasticidad de las demandas de exportación e importación es superior a la unidad. Schaling y Kabundi (2014) utilizan la metodología de Modelo Vector de Corrección de Error, encontrando evidencia de la existencia del efecto de la Curva-J. Abd-El-Kader (2013) emplea la metodología ARDL, y muestra que existe una relación de largo plazo entre la balanza comercial, el tipo de cambio real bilateral, el producto bruto interno y la producción extranjera para diversos países, hallando evidencia del cumplimiento de la condición de Marshall-Lerner y el efecto de la Curva-J. Lal y Lowinger (2012), en su investigación sobre la Curva-J en Asia, demostraron que el tipo de cambio real tiene un efecto sobre la balanza comercial en los países analizados; asimismo, utilizando la función de impulso-respuesta, prueban la existencia del fenómeno de la Curva-J.

Al respecto, Bravo (2009) utiliza la metodología de mínimos cuadrados, confirmando el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner; luego, hace uso de la metodología de corrección de error para verificar el cumplimiento de la Curva-J. Sastre (2005) usa un modelo biecualcional simultáneo cointegrado para comprobar la condición Marshall-Lerner y la Curva-J; Sek y Har (2014) emplean la metodología de mínimos cuadrados y mínimos cuadrados completos, demostrando la validez de la hipótesis de Marshall-Lerner. Asimismo, los trabajos de Ardila, Mora y Cuevas (2018) y Beltrán (2016) corroboran la condición de Marshall-Lerner para los sectores de alimentos, agricultura, minería y manufactura, encontrando que la depreciación real no conlleva a una mejora en la balanza comercial en estos sectores. Para el caso peruano se tiene el trabajo de Bustamante y Morales (2009), quienes prueban que la Curva-J no está presente en la economía peruana; sin embargo, se cumple la condición Marshall-Lerner para el largo plazo.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se explica la metodología econométrica empleada, en la sección 3 se realiza la especificación del modelo a estimar, en la sección 4 se muestran los resultados, y finalmente, en la sección 5, se presentan las conclusiones más sobresalientes del presente estudio.

2. Metodología

El primer paso en la presentación de la metodología es determinar las variables a ser utilizadas y verificar si son estacionarias o no estacionarias. Para tal fin se utilizan los tests estadísticos ADF propuestos por Dickey y Fuller (1979) y el test PP propuesto por Phillips y Perron (1988). Si los estadísticos ADF y PP calculados son mayores que los valores críticos, entonces se dice que la variable económica X es estacionaria o integrada de orden cero, i.e., $I(0)$; caso contrario, se realizan los tests de ADF y PP en primera diferencia para conseguir que la variable X sea estacionaria, i.e., ΔX ; para este caso la variable económica se dice que es integrada de orden uno $I(1)$.

Si todas las variables económicas son integradas de orden uno, es decir $I(1)$, entonces el siguiente paso (llamado también cointegración) es encontrar evidencia de una relación de

largo plazo usando la metodología de Johansen¹. La metodología de cointegración se presenta en las siguientes líneas:

Considere un modelo VAR con k retardos en el proceso X , definido por:

$$X_t = \mu + \Pi_1 X_{t-1} + \dots + \Pi_k X_{t-k} + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (1)$$

donde ε_t es el término de error Gaussiano p -dimensional con media cero y matriz de varianza Δ , X_t es un vector de variables $I(1)$ y μ es un vector de constantes. Debido a que X_t es no estacionaria, la ecuación (1) puede ser expresada en un modelo de corrección de error en primeras diferencias:

$$\Delta X_t = \mu + \Gamma_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \Gamma_{k-1} \Delta X_{t-k+1} + \Pi X_{t-k} + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (2)$$

donde $\Gamma_i = -(I - \Pi_1 - \dots - \Pi_i)$, $i = 1, 2, \dots, k-1$ y $\Pi = -(I - \Pi_1 - \dots - \Pi_k)$.

La matriz de coeficientes Π contiene información respecto del largo plazo entre las variables en el vector de base de datos. Si el rango de Π es igual a p , es decir que la matriz tiene rango completo, el vector X_t es estacionario. Si el rango de Π es igual a cero, la matriz es una matriz nula y la ecuación (2) corresponde a un vector de series de tiempo diferenciado. Finalmente, si $0 < r < p$, existen r vectores de cointegración; en el caso $\Pi = \alpha\beta'$, donde α y β tienen la propiedad de que $\beta'X_t$ es estacionaria, la ecuación (2) se interpreta como un Modelo Vector de Corrección de Error (MVCE).

Johansen (1988) y Johansen y Juselius (1990) derivaron el test para la hipótesis de r vectores de cointegración o $\Pi = \alpha\beta'$. El rango de cointegración, r , puede ser testeado con dos estadísticos denominados *trace* y máximo *eigenvalue*.

El test estadístico de *trace* para la hipótesis nula, que existen como máximo r vectores de cointegración, es calculado como:

¹ Para más detalle, se sugiere revisar los documentos de los autores de esta metodología: Johansen (1988) y Johansen y Juselius (1990).

$$Trace = -T \sum_{i=r+1}^p \ln(1 - \hat{\lambda}_i) \quad (3)$$

donde $\hat{\lambda}_{r+1}, \dots, \hat{\lambda}_p$ son $p - r$ eigenvalores estimados. Por otro lado, el test de máximo *eigenvalue* para la hipótesis nula de r vectores de cointegración, está dado por

$$\lambda_{m\acute{a}x} = -T \ln(1 - \hat{\lambda}_{r+1}) \quad (4)$$

Ambos tests sugieren cointegración en presencia o ausencia de componentes determinísticos en el modelo dinámico.

3. Especificación del modelo

El modelo teórico para la relación entre el tipo de cambio y la balanza comercial se discute en varios documentos y artículos. En esta sección se sigue la discusión de Caporale y Gil-Alana (2012). Se define al tipo de cambio real, E_t , como el nivel de precios extranjero, P_t^* , multiplicado por el tipo de cambio nominal, S_t , y dividido por el nivel de precios de la economía local, P_t ,

$$E_t = \frac{S_t P_t^*}{P_t} \quad (5)$$

Por otro lado, se puede definir a la balanza comercial como el cociente entre las exportaciones totales y las importaciones totales:

$$B_t = \frac{X_t P_t^*}{S_t M_t P_t^*} \quad (6)$$

donde las exportaciones totales se obtienen multiplicando el nivel de exportaciones por el precio extranjero, y las importaciones totales como el volumen de importaciones por el tipo de cambio. Tomando logaritmos en la ecuación (6) se tiene la siguiente ecuación:

$$b_t = x_t - m_t - (s_t - p_t + p_t^*) = x_t - m_t - e_t. \quad (7)$$

Se definen las funciones de demanda de exportaciones e importaciones del largo plazo en logaritmos en las ecuaciones (8) y (9), escritas a continuación:

$$x_t = \alpha_x + \beta^* y_t^* + \gamma_x e_t \quad (8)$$

$$m_t = \alpha_m + \beta y_t + \gamma_m e_t \quad (9)$$

donde y_t^* y y_t son los ingresos del país extranjero y del país doméstico, respectivamente; los parámetros γ_x y γ_m son las elasticidades de las exportaciones e importaciones, respectivamente, y la variable $e_t = s_t - p_t + p_t^*$ representa al tipo de cambio real en logaritmos. Reemplazando las ecuaciones (8) y (9) dentro de la ecuación (7) se tiene la ecuación del largo plazo de la balanza comercial:

$$b_t = (\alpha_x - \alpha_m) + (\gamma_x - \gamma_m - 1)e_t - \beta y_t + \beta^* y_t^*. \quad (10)$$

La condición de Marshall-Lerner establece que una depreciación del tipo de cambio real (TCR) incrementa el nivel de las exportaciones. Para que se cumpla esta condición, es necesario que la ecuación (10) verifique lo siguiente:

$$(\gamma_x - \gamma_m - 1) > 0 \quad (11)$$

Luego, en su forma empírica, la ecuación (10) queda determinada de la siguiente manera:

$$\text{Modelo 1: } LBC_t = \alpha_0 + \alpha_1 LTCR_t + \alpha_2 LPBI_t + \alpha_3 LPBIE_t + \varepsilon_t \quad (12)$$

Y además se plantea la ecuación (10) aumentada por los términos de intercambio para evaluar la condición Marshall-Lerner, dada por

$$\text{Modelo 2: } LBC_t = \beta_0 + \beta_1 LTCR_t + \beta_2 LPBI_t + \beta_3 LPBIE_t + \beta_4 LTI_t + \varepsilon_t \quad (13)$$

donde la variable LBC_t representa el logaritmo de la balanza comercial, expresada como el cociente entre las exportaciones e importaciones peruanas en el período t , i.e. $LBC_t = \ln(X_t / M_t)$, donde X_t son las exportaciones peruanas en el período t y M_t las importaciones totales en el período t . La variable $LTCR_t$ representa al logaritmo del tipo de cambio real del Perú en el período t . El tipo de cambio real es utilizado como el proxy del índice del tipo de cambio real bilateral (2009=100). La variable $LPBI_t$ indica el logaritmo del producto bruto interno del Perú en el período t , dado por el producto bruto interno por tipo de gasto en millones de soles. De la misma forma, la variable $LPBIE_t$ representa al logaritmo de la producción bruta extranjera en el período t calculado como proxy de la demanda total de los principales socios comerciales del Perú expresado en millones de dólares y convertido a soles por el tipo de cambio nominal sol/dólar. La variable LTI_t es el logaritmo de los términos de intercambio en el período t , estimado como proxy de la evolución del precio de los productos exportados, calculado según el valor de los productos importados. Los valores $\alpha_j, \beta_i, (j = 0, 1, \dots, 3, i = 0, 1, \dots, 4)$ son parámetros de los modelos planteados, y el término ε_t representa al término de error en el período t , que se considera que se distribuye con una Normal estándar.

Para el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner es necesario que los parámetros cumplan la desigualdad $\alpha_1 > 0$ y $\beta_1 > 0$. Además, para mantener los efectos con el signo adecuado es necesario que los parámetros cumplan la desigualdad $\alpha_2, \beta_2 < 0$, $\alpha_3, \beta_3 > 0$ y $\beta_4 < 0$. En efecto, los modelos a estimar para el contraste del cumplimiento de la condición de Marshall-Lerner serán el Modelo 1 y el Modelo 2.

4. Resultados empíricos

La información estadística para el presente estudio fue obtenida de la base de datos del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP, 2018) con una frecuencia mensual para los años 2000 a 2018, haciendo un total de 228 observaciones. A continuación, se presentan los resultados de los modelos 1 y 2 dados por las ecuaciones (12) y (13) para verificar el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner. Como primer paso para la estimación se determina el orden de

integración de las variables macroeconómicas; para ello se utiliza el test de raíz unitaria ADF propuesto por Dickey y Fuller (1979), y el test P-P propuesto por Phillips y Perron (1988) que se muestran en el Cuadro 1. Los tests fueron calculados con intercepto sin tendencia, y con intercepto y tendencia. Se encontró que en niveles con intercepto y sin tendencia, las variables macroeconómicas balanza comercial (LBC), tipo de cambio real (LTCR), producto bruto interno peruano (LPBI), producción bruta extranjera (LPBIE) y los términos de intercambio (LTI) tienen una raíz unitaria bajo un contraste de 5% y 1% de nivel de significancia estadística. De la misma forma, para el cálculo de estacionariedad de las variables se considera intercepto y tendencia, dando como resultado que todas las variables tienen raíz unitaria bajo un contraste de 5% y 1% de nivel de significancia estadística, lo que sugiere realizar el cálculo en primeras diferencias. Aplicando los tests de estacionariedad ADF y P-P en primera diferencia, se concluye que todas las series económicas descritas son estacionarias en primera diferencia, es decir, son $I(1)$.

Cuadro 1
Resultados de los tests de raíz unitaria

	Con intercepto y sin tendencia		Con intercepto y tendencia	
	Nivel	Primera diferencia	Nivel	Primera diferencia
Variable (LBC)				
Test de ADF	-6.347	-26.074**	-6.366	-26.017**
Test de PP	-6.016	-34.061**	-6.035	-34.005**
Variable (LTCR)				
Test de ADF	-1.189	-11.350**	-0.657	-11.350**
Test de PP	-1.263	-11.172**	-0.942	-11.165**
Variable (LPBI)				
Test de ADF	-2.584	-24.980**	-16.970	-24.924**
Test de PP	-1.570	-40.528**	-16.876	-40.415**
Variable (LPBIE)				
Test de ADF	-1.692	-23.161**	-3.524	-23.138**
Test de PP	-1.391	-25.267**	-2.798	-25.317**
Variable (LTI)				
Test de ADF	-1.513	-13.736**	-1.118	-13.778**
Test de PP	-1.551	-13.830**	-1.334	-13.858**

Nota: (*) y (**) denota serie estacionaria al 5% y 1% de significancia, respectivamente
Fuente: Elaborado por los autores.

Para el contraste de especificación sobre el número óptimo de retardos k para el modelo VAR, se hace uso del criterio de información de Hannan-Quinn (HQIC), del criterio de información bayesiano de Schwarz (SBIC) y del Ratio Likelihood (LR), los cuales indican la utilización de cuatro retardos como el orden del VAR.

Test de cointegración de Johansen-Juselius

El test multivariado de Johansen-Juselius, propuesto por Johansen (1988) y Johansen y Juselius (1990), es utilizado para analizar las relaciones de cointegración entre las variables mediante los tests de la Trace y Max-Eigenvalue de cointegración. La estrategia de los tests empieza con la elección del modelo restrictivo y con la comparación del test estadístico con el valor crítico al 5% de significancia de la tabla de Mackinnon, Haug y Michelis (1999), bajo la hipótesis nula de no existencia de cointegración ($H_0 : r = 0$). El Cuadro 2 muestra los resultados del test de cointegración de Johansen, que sugieren la existencia de una ecuación cointegrada a un nivel de 5% de significancia para ambos modelos planteados [(12) y (13)].

Cuadro 2
Test de cointegración de Johansen

Hipótesis		Estadístico	0.05	
N° de EC(s)	Eigenvalue	cointegración	Valor crítico	Prob.**
Modelo 1				
Ninguno*	0.106	49.683	47.856	0.033
A lo más 1	0.074	24.598	29.797	0.176
A lo más 2	0.033	7.427	15.495	0.529
A lo más 3	0.000	0.001	3.841	0.982
Modelo 2				
Ninguno*	0.177	86.960	69.819	0.001
A lo más 1	0.083	43.416	47.856	0.123
A lo más 2	0.074	24.167	29.797	0.194
A lo más 3	0.031	7.084	15.495	0.568
A lo más 4	0.000	0.002	3.841	0.961
Test de cointegración indica 1 ecuación de cointegración a un nivel de 0.05				

* Denota rechazo de la hipótesis a un nivel de 0.05

** Mackinnon, Haug, & Michelis (1999) p-values

Fuente: Elaborado por los autores.

Para verificar la relación de causalidad unidireccional de las variables sobre la balanza comercial (LBC), se utiliza el test de causalidad de Granger propuesto por Granger (1980, 1988), definido con la hipótesis alterna (H_a) de causalidad unidireccional de una cierta variable X sobre Y . Los resultados indican que, para un nivel de significancia de 1%, las variables tipo de cambio real (LTCR), producto bruto interno (LPBI), demanda extranjera (LPBIE) y términos de intercambio (LTI) causan individualmente en el sentido de Granger a la balanza comercial (LBC); esta implicancia también se cumple de modo conjunto sobre la balanza comercial (LBC) a un nivel de significancia del 5%.

Modelo Vector de Corrección de Error (MVCE)

El Modelo Vector de Corrección de Error (MVCE) muestra la dinámica de corto plazo entre las variables y su relación con el largo plazo. Para ello es necesario que el coeficiente de corrección de error (representado por CE L1 del Cuadro 3) sea negativo, lo que indica que la serie es no explosiva en el tiempo y garantiza la existencia de equilibrio en el largo plazo del vector de cointegración. En esta sección se estimaron dos modelos de vector de corrección de error de los modelos (12) y (13), cuyos resultados se muestran en los Cuadros 3 y 4, respectivamente. Para el primer modelo, se observa en la primera columna (vector de LBC) que el coeficiente de corrección de error es igual a -0.141, manteniendo el signo negativo, lo que indica que el modelo MVCE para el Modelo 1 es no explosivo y que retorna al equilibrio de largo plazo. Es así que un porcentaje igual a 14.1% de los shocks existentes en el corto plazo sobre la balanza comercial son corregidos en el siguiente período. Esta velocidad de ajuste muestra que la balanza comercial en el Perú no es muy sensible a los shocks que impactan sobre el equilibrio de largo plazo.

Cuadro 3
Resultados del MVCE para el Modelo 1

VEC(4)								
	LBC		LTCR		LPBI		LPBIE	
	Coefficiente	p	Coefficiente	p	Coefficiente	p	Coefficiente	p
constante	-0.001	0.859	-0.000	0.903	0.009*	0.001	0.000	0.948
CE L1	-0.141	0.128	-0.014	0.179	-0.025	0.605	0.157	0.067
LBC L1	-0.631**	0.000	0.008	0.452	-0.286**	0.000	-0.195*	0.047
LTCR L1	-0.094	0.884	0.357**	0.000	-0.399	0.246	0.281	0.637
LPBI L1	0.486**	0.000	-0.000	0.988	-0.540**	0.000	0.547**	0.000
LPBIE L1	-0.001	0.985	0.004	0.667	0.161**	0.000	-0.464**	0.000
LBC L2	-0.377**	0.001	0.010	0.411	-0.289**	0.000	-0.181	0.083
LTCR L2	0.077	0.905	-0.273**	0.000	-0.230	0.509	0.440	0.466
LPBI L2	0.370	0.001	0.013	0.304	-0.545**	0.000	0.453**	0.000
LPBIE L2	0.105	0.357	-0.012	0.305	0.085	0.160	-0.147**	0.166
LBC L3	0.018	0.841	0.008	0.412	-0.199**	0.000	-0.003	0.969
LTCR L3	0.936	0.145	0.073	0.303	0.028	0.933	0.521	0.380
LPBI L3	0.654**	0.000	0.001	0.924	0.401**	0.000	0.687**	0.000
LPBIE L3	-0.220*	0.029	-0.002	0.835	0.024	0.645	-0.121	0.192
BETA	Coefficiente		Err. Std.	Z	P> z			
LBC	1.000							
LTCR	-0.744		0.239	-3.11	0.002			
LPBI	0.496		0.098	5.05	0.000			
LPBIE	-0.519		0.074	-6.98	0.000			
constante	2.750							

* Representa significancia al 5%.

** Representa significancia al 1%.

Fuente: Elaborado por los autores.

Asimismo, el Cuadro 4 muestra el modelo vector de corrección de error para el Modelo 2, donde el coeficiente de corrección de error tiene un valor de -0.186 con signo negativo (primera columna), indicando que este sistema se encuentra en equilibrio y que los shocks existentes en el corto plazo sobre la balanza comercial son corregidos en el siguiente período.

Por otro lado, los Cuadros 3 y 4 muestran el vector de largo plazo de la Normalización de Johansen respecto a la balanza comercial (LBC), donde en ambos modelos los signos son los esperados y con significancia estadística en sus parámetros.

Cuadro 4
Resultados del MVCE para el Modelo 2

VEC(4)										
	LBC		LTCR		LPBI		LPBIE		LTI	
	Coefficiente	p								
constante	-0.004	0.511	-0.000	0.616	0.009**	0.008	0.001	0.794	0.001	0.234
CE L1	-0.186	0.069	-0.001	0.878	-0.133*	0.012	0.183	0.051	0.068*	0.013
LBC L1	-0.637**	0.000	0.001	0.910	-0.237**	0.000	-0.238*	0.017	-0.008	0.771
LTCR L1	0.274	0.664	0.374**	0.000	-0.320	0.330	0.572	0.324	0.101	0.554
LPBI L1	0.508**	0.000	-0.002	0.855	-0.509**	0.000	0.497**	0.000	-0.057	0.091
LPBIE L1	-0.059	0.570	0.007	0.523	0.101	0.063	-0.443**	0.000	0.024	0.391
LTI L1	0.920	0.001	-0.013	0.684	0.524**	0.000	0.667**	0.000	0.036	0.614
LBC L2	-0.431**	0.000	0.006	0.593	-0.298**	0.000	-0.233*	0.024	-0.024	0.413
LTCR L2	0.072	0.911	-0.266**	0.000	-0.229	0.494	0.354	0.550	0.048	0.778
LPBI L2	0.407	0.000	0.014	0.266	-0.527**	0.000	0.438**	0.000	0.004	0.892
LPBIE L2	0.077	0.493	-0.010	0.416	0.054**	0.000	-0.141	0.175	0.007	0.796
LTI L2	0.420	0.134	-0.002	0.932	0.381**	0.009	0.034	0.893	-0.005	0.945
LBC L3	-0.007	0.932	0.008	0.413	-0.219**	0.000	-0.018	0.822	0.022	0.374
LTCR L3	0.986	0.116	0.076	0.283	-0.006	0.985	0.648	0.262	0.068	0.688
LPBI L3	0.630**	0.000	0.003	0.794	0.381**	0.000	0.648**	0.000	0.003	0.899
LPBIE L3	-0.235*	0.016	-0.002	0.857	0.015	0.765	-0.126	0.162	-0.070**	0.008
LTI L3	-0.052	0.849	-0.065*	0.037	0.316*	0.027	-0.039	0.876	-0.011	0.880
BETA	Coefficiente		Err. Std.	Z	P> z					
LBC	1.000									
LTCR	-0.517		0.188	-2.75	0.006					
LPBI	0.680		0.085	8.04	0.000					
LPBIE	-0.737		0.098	-7.50	0.000					
LTI	0.305		0.172	1.77	0.076					
constante	0.344									

* Representa significancia al 5%.

** Representa significancia al 1%.

Fuente: Elaborado por los autores.

Condición Marshall-Lerner y Curva-J para la economía peruana

Para hallar los efectos de largo plazo y verificar el cumplimiento de la condición Marshall-Lerner para el caso peruano, se realiza la estimación a los modelos (12) y (13). Utilizando el Modelo Vector de Corrección de Error (MVCE) de los Cuadros 3 y 4 para evaluar los modelos a estimar, se presenta la ecuación de largo plazo mediante la Normalización de Johansen. Los resultados para el Modelo 1 son los siguientes:

$$LBC_t = -2.75 + 0.74LTCR_t - 0.49LPBI_t + 0.52PBIE_t$$

(0.239)	(0.098)	(0.074)	(14)
[0.002]	[0.000]	[0.000]	

Los valores que se encuentran en paréntesis representan los errores estándar de los parámetros y los valores en corchetes representan los valores del estadístico $P > |z|$ de probabilidad. En los resultados estimados se observa que los coeficientes de las variables guardan la relación esperada y que son estadísticamente significativos a un valor de 5% de significancia. Respecto al cumplimiento de la condición Marshall-Lerner, el parámetro que muestra el efecto del tipo de cambio real sobre la balanza comercial es mayor a cero, es decir

$$\frac{\partial LBC_t}{\partial LTCR_t} = 0.74 > 0$$

lo que indica que en el Perú, para el período 2000-2018, se cumple la condición Marshall-Lerner en el largo plazo, dada por la ecuación (12). De modo similar, estimando la ecuación (13) mediante la Normalización de Johansen, se tienen los resultados para el Modelo 2:

$$LBC_t = -0.34 + 0.52LTCR_t - 0.68LPBI_t + 0.74LPBIE_t - 0.31LTI_t$$

(0.188)	(0.085)	(0.098)	(0.172)	(15)
[0.006]	[0.000]	[0.000]	[0.076]	

En los resultados estimados en la ecuación (15) se observa que los coeficientes de las variables guardan la relación esperada y además son estadísticamente significativos a un valor

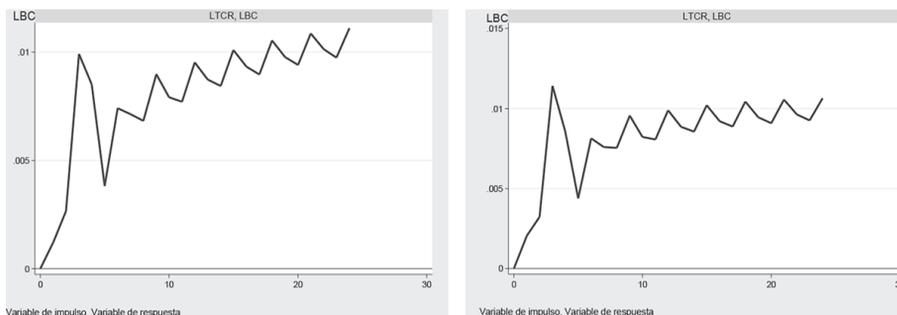
de 5% de significancia. Además, el parámetro que muestra el efecto del tipo de cambio real sobre la balanza comercial en el largo plazo es mayor a cero,

$$\frac{\partial LBC_t}{\partial LTCR_t} = 0.52 > 0$$

lo que demuestra, que para el período 2000-2018 se cumple la condición Marshall-Lerner en el largo plazo, dada por la ecuación (13), la misma que es aumentada por los términos de intercambio.

Para verificar la existencia del fenómeno de la Curva-J, tras el modelo de largo plazo estimado en las ecuaciones (14) y (15), es necesario que una depreciación del tipo de cambio genere un incremento inicial en el cociente de las exportaciones e importaciones (BC), seguido de una disminución en la balanza comercial (BC), y que posteriormente el valor en la balanza comercial regrese a su estado inicial. Para tal fin se simula un shock transitorio en las ecuaciones estimadas (14) y (15), que impacta sobre el tipo de cambio real, y mediante la función de impulso-respuesta se observa el comportamiento de la balanza comercial (BC).

Gráfico 2: Función impulso-respuesta



Fuente: Elaborado por los autores.

En el Gráfico 2 se muestran los resultados de un shock transitorio sobre el tipo de cambio para ambos modelos y su efecto sobre la balanza comercial, donde se advierte que posterior a este shock de tipo de cambio, la balanza comercial se mueve de su estado de equilibrio, alejándose de su estado inicial, y no regresa, como era de esperarse, sino que mantiene

una tendencia creciente, lo que confirma el no cumplimiento de la Curva-J para la balanza comercial (BC) de los modelos descritos.

5. Conclusiones

El presente trabajo busca probar la condición Marshall-Lerner y la Curva-J para la balanza comercial del Perú utilizando información estadística mensual del período 2000-2018. En particular, se investiga si la devaluación del tipo de cambio real mejora la balanza comercial, para lo cual se plantean dos modelos para testear la condición dada. Utilizando la metodología de cointegración de Johansen, se encuentra evidencia de la existencia de una ecuación de cointegración para los dos modelos planteados para la balanza comercial; luego, empleando la ecuación normalizada de Johansen, se verifica la validez de la condición Marshall-Lerner mediante la ecuación de largo plazo para la balanza comercial, encontrándose que para el caso peruano la depreciación tiene impacto positivo sobre la balanza comercial. Seguidamente, para verificar la posible existencia de una Curva-J en los modelos de largo plazo, se simula un shock que impacta sobre el tipo de cambio real mediante la función de impulso-respuesta, demostrando que no existe tal fenómeno, ya que, como respuesta al shock de tipo de cambio real, la balanza comercial no regresa a su estado inicial de equilibrio. Por otro lado, para futuros trabajos se sugiere probar la condición Marshall-Lerner con una metodología que considere la dinámica y los posibles quiebres estructurales en el período de estudio, para lo cual se recomienda proyectar y medir el error ocurrido para evaluar su eficiencia.

Agradecimientos

Los autores agradecen a Dios nuestro Señor por la guía y bendición. Asimismo, agradecen a los revisores anónimos que contribuyeron con sus aportaciones para mejorar el trabajo.

Fecha de recepción: 8 de julio de 2019

Fecha de aceptación: 30 de septiembre de 2019

Manejado por ABCE/SEBOL/IISEC

Referencias

1. Abd-El-Kader, E. S. M. (2013). "Is the J-Curve Effect Observable for Egypt Economy?" *Journal of Economic Cooperation and Development*, 34(2)1, 91-118.
2. ADEX. (2019). *Nuevo récord, nuevos retos de las exportaciones*. Lima, Perú. Disponible en <http://www.adexperu.org.pe/lista-boletines/>
3. Ali, A., Nafees, B. y Farid, N. (2017). "Marshall-Lerner Condition for South Asia: A Panel Study Analysis". *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 11(2), 559-575.
4. Ardila, P., Mora, L. y Cuevas, P. (2018). *Análisis de la condición Marshall-Lerner en Colombia para el subsector alimentos y el azúcar*. Universidad de La Salle, Bogotá.
5. Arriaga, R. y Landa, H. (2016). "Competitividad del sector externo mexicano: un análisis de la condición Marshall-Lerner". *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 11(1), 79-101. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-53462016000100079&lng=en&tlng=en
6. Backus, D. K., Kehoe, P. J., Kydland, F. E., American, T., Review, E. y Mar, N. (2007). "Dynamics of the Trade Balance and the Terms of Trade: The J-Curve?" *The American Economic Review*, 84(1), 84-103.
7. BCRP. (2018). Sistemas de consultas estadísticas (varios años). Disponible en: <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/> Consulta: 6 de marzo de 2018.
8. Beltrán, D. (2016). *Cumplimiento de la condición de Marshall- Lerner en el comercio de Colombia con Chile, México y Perú para los sectores agricultura, minería y manufactura*. Pontificia Universidad Javeriana.
9. Bravo, R. (2009). *Impacto del tipo de cambio en la balanza comercial de México: la condición de Marshall-Lerner y su efecto de la curva J, 1993-2008*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
10. Bustamante, R. y Morales, F. (2009). "Probando la condición de Marshall-Lerner y el efecto Curva-J: Evidencia empírica para el caso peruano". *Estudios Económicos*, (16), 103-126.
11. Cambazoglu, B. y Gunes, S. (2016). "Marshall-Lerner condition analysis: Turkey case". *Economics, Management, and Financial Markets*, 11(1), 272-283.
12. Caporale, G. M. y Gil-Alana, L. A. (2012). "Robert Mudida Testing the Marshall-Lerner Condition in Kenya". German Institute for Economic Research, Discussion Paper 1247.

13. Chena, P. I. y Bosnic, C. (2017). "Concentración económica y comercio internacional. La condición Marshall-Lerner en la Argentina (1993-2013)". *Cuadernos de Economía*, 36(71), 379-403. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v36n71.54921>
14. Dickey, D. A. y Fuller, W. A. (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root". *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427-431. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/2286348>
15. Eita, J. H. y Africa, S. (2013). "Estimation of the Marshall-Lerner condition for Namibia". *International Business & Economics Research Journal*, 12(5), 511-518.
16. Granger, C. W. J. (1980). "Testing for causality. A personal viewpoint". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2(C), 329-352. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(80\)90069-X](https://doi.org/10.1016/0165-1889(80)90069-X)
17. ----- (1988). "Some recent development in a concept of causality". *Journal of Econometrics*, 39(1-2), 199-211. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(88\)90045-0](https://doi.org/10.1016/0304-4076(88)90045-0)
18. Johansen, S. (1988). "Statistical analysis of cointegration vectors". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
19. Johansen, S. y Juselius, K. (1990). "Maximum Likelihood Estimation and Inference on Cointegration - With Applications To the Demand for Money". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 52(2), 169-210. Disponible en: <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.1990.mp52002003.x>
20. Krzyzanowski, J. T. (2017). "The Standard Model of Trade and the Marshall-Lerner Condition". *Scientific Journal Warsaw University of Life Sciences*, 17(4), 193-198. Disponible en: <https://doi.org/10.22630/PRS.2017.17.4.95>
21. Lal, A. K. y Lowinger, T. C. (2012). "The J-Curve: Evidence from East Asia". *Journal of Economic Integration*, 17(2), 397-415. Disponible en: <https://doi.org/10.11130/jei.2002.17.2.397>
22. Lerner, A. (1944). *The Economics of Control*. New York: Macmillan.
23. Mackinnon, J., Haug, A. y Michelis, L. (1999). "Numerical distribution functions of likelihood ratio tests for cointegration". *Journal of Applied Econometrics*, 577(September 1996), 563-577. Disponible en:

- [https://doi.org/https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1255\(199909/10\)14:5<563::AID-JAES30>3.0.CO;2-R](https://doi.org/https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1255(199909/10)14:5<563::AID-JAES30>3.0.CO;2-R)
24. Onakoya, A. B. y Johnson, S. B. (2018). "Exchange Rate and Trade Balance: The Case for J-curve Effect in Nigeria". *KIU Journal of Social Sciences*, 4(4), 47-63.
 25. Pandey, R. (2013). "Trade Elasticities and the Marshall Lerner Condition for India". *Global Journal of Management and Business Studies*, 3(4), 423-428.
 26. Phillips, G. D. A. y Perron, P. (1988). "Testing for a Unit Root in Time Series Regression". *Biometrika*, 75(2), 335-346. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/2336182>
 27. Sadok, H. (2018). "The Effect of Exchange Rates on Trade Balance : An Empirical Study of Morocco". *Journal of Business and Economics Review*, 3(1), 1-10.
 28. Sastre, L. (2005). "Simultaneidad exportaciones e importaciones, curva J y condición de Marshall-Lerner, en España". *Tribuna de Economía*, (824), 209-222.
 29. ----- (2010). "Economías abiertas y condición de Marshall-Lerner". Economic Analysis Working Papers N° 09.
 30. Schaling, E. y Kabundi, A. (2014). "The Exchange Rate, the Trade Balance and the J-Curve effect in South Africa". *SAJEMS*, 17(5), 601-608.
 31. Sek, S. K. y Har, W. M. (2014). "Testing for Marshall-Lerner Condition: Bilateral Trades between Malaysia and Trading Partners". *Journal of Advanced Management Science*, 2(1), 23-28. Disponible en: <https://doi.org/10.12720/joams.2.1.23-28>
 32. Siklar, I. y Celik, M. (2018). "Estimation of the Marshall-Lerner Condition and J Curve Dynamics for Turkey". *International Journal of Economics and Financial Research*, 4(2004), 125-130.
 33. Türkay, H. (2014). "The validity of Marshall-Lerner condition in Turkey: A cointegration approach". *Theoretical and Applied Economics*, XXI(10), 21-32.
 34. Velazco, J. y Pinilla, V. (2017). "Development Models, Agricultural Policies, and Agricultural Growth: Peru, 1950-2010". *Sociedad de Estudios de Historia Agraria* (August), 1-27. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.32972.10886>

UNIVERSIDAD CATÓLICA BOLIVIANA “SAN PABLO”
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES SOCIO-ECONÓMICAS (IISEC)
REVISTA LATINOAMERICANA DE DESARROLLO ECONÓMICO (LAJED)
POLÍTICA EDITORIAL

1. Sobre la revista

La Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico (LAJED, por sus siglas en inglés) fue presentada por primera vez en septiembre de 2003, por el Instituto de Investigaciones Socio-Económicas de la Universidad Católica Boliviana “San Pablo”, como iniciativa de un grupo de expertos preocupados por la difusión de investigación e información relevantes que apoyen las políticas públicas y al sector académico.

La Revista LAJED genera dos números por año, los mismos que son publicados en mayo y noviembre. Sin embargo, existen publicaciones no periódicas correspondientes a números especiales, cuyos artículos obedecen a la necesidad de información y/o análisis actualizado y a la coyuntura nacional y regional en un momento determinado del tiempo.

La revista tiene la misión de investigar la realidad económica y social de Bolivia y de la región latinoamericana, con el objetivo de generar debate en la sociedad civil y aportar criterios técnicos a los diversos hacedores de políticas públicas. Está dirigida a académicos en ciencias del desarrollo, hacedores de política pública y sociedad civil.

Los trabajos que se publican son originales y de rigor académico-científico, los cuales cubren una amplia gama de tópicos socio-económicos; trabajos principalmente de naturaleza teórica y aplicada centrados en problemas estructurales y coyunturales de América Latina y el mundo. Las principales líneas de investigación que son abordadas en la revista son:

1. Desarrollo social y económico.
2. Justicia social, desigualdades y pobreza.
3. Macro y microeconomía.
4. Políticas públicas e institucionalidad.
5. Análisis ambiental, desarrollo sostenible y energías.
6. Seguridad y soberanía alimentaria.
7. Relaciones internacionales y comercio.
8. Historia y pensamiento económico.

9. Cohesión social y crecimiento inclusivo.
10. Economía de la innovación, emprendedurismo y micro-financiamiento inclusivo.

La revista cuenta con el registro ISSN, y los artículos publicados son elaborados de acuerdo al sistema de clasificación del Journal Economic Literature (JEL), por lo cual obedecen a los estándares de calidad ISO690. La Revista LAJED está indexada a [Latindex](#), [Repec-Ideas](#), [Revistas Bolivianas](#) y a [SciELO Bolivia](#), e incluida en [Google Scholar](#).

2. Instrucciones a los autores

Todos los autores que deseen remitir un documento para su publicación en la Revista LAJED deben tomar en cuenta las siguientes especificaciones:

A. Consideraciones iniciales

1. Los conceptos emitidos en los manuscritos son de responsabilidad exclusiva del(os) autor(es). El envío del manuscrito a la revista LAJED implica que los autores acceden a que, en caso de que su artículo sea aceptado para publicación, la Universidad Católica Boliviana "San Pablo" pase a tener los derechos de autor para divulgación, tanto en formato impreso como electrónico. Es permitida la reproducción total o parcial de los artículos de la revista, siempre y cuando la fuente completa sea citada explícitamente.
2. Los documentos remitidos para su publicación en la Revista deben ser originales e inéditos. El envío de un documento a la revista debe suponer que no ha sido publicado y/o sometido a consideración para ser publicado en otro medio¹.
3. Se acepta la publicación, previa evaluación, de artículos de discusión y difusión del conocimiento, los que no deberán exceder el 20 por ciento del total de publicaciones en la revista.
4. Los documentos de investigación serán evaluados de forma anónima por especialistas en la materia, atendiendo a aspectos como calidad del artículo, originalidad, relevancia, metodología y literatura de sustento.
5. Los artículos recibidos serán evaluados por el Consejo Editorial Interno, el cual se reserva el derecho de determinar si los mismos están de acuerdo al perfil de la revista. En caso de no juntar los requisitos necesarios, los artículos serán rechazados y los autores serán informados de la decisión tomada vía correo electrónico. En caso contrario,

¹ Para determinar si los artículos son originales e inéditos y no contienen plagio, se hace uso del software anti plagio URKUND.

los artículos serán preseleccionados, los autores serán notificados de la recepción del artículo por correo electrónico, y el trabajo será enviado a los evaluadores (miembros del Comité Editorial Externo). Según los resultados de la revisión, serán devueltos a los autores para que en un plazo no mayor a dos semanas, reenvíen el artículo con las correcciones sugeridas por el evaluador, especificando en una nota y/o carta las modificaciones realizadas en relación a los comentarios efectuados. Posteriormente el autor será notificado por el Editor respecto a la evaluación final, aceptando o rechazando el artículo enviado.

6. Si el artículo es recibido hasta mayo del año en curso, será publicado en el número correspondiente al mes de noviembre siguiente; si se recibió hasta noviembre, la publicación entrará en el número de mayo del siguiente año, siempre y cuando la lista de espera de artículos no exceda el máximo de documentos para dicho número. De existir excedentes de artículos aceptados para un determinado número, los mismos pasarán automáticamente a considerarse en un siguiente número de haber sido aceptado el artículo y con la previa aprobación del autor.
7. Las ideas y opiniones emitidas en los artículos son de exclusiva responsabilidad del(os) autor(es), por lo que no necesariamente reflejan las opiniones del editor y/o de la revista LAJED.
8. En un pie de página, el autor debe especificar las fuentes de financiación de la investigación (si es el caso), y/o si forma de parte de un proyecto más amplio.
9. La revista LAJED no paga, ni cobra comisión por publicar artículos, cualquier envío de los artículos es gratuito.
10. Si el autor cuenta con número de identificación ORCID o Google Scholar, se recomienda especificar al editor.
11. Se debe enviar el compromiso de buenas prácticas llenado y firmado junto con el artículo.
12. Los interesados en enviar un documento deben tomar en cuenta la declaración de ética de la revista.

B. Proceso de revisión y dictamen

La Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico (LAJED) es una revista arbitrada por pares bajo la modalidad “doble ciego”; los artículos son revisados por evaluadores externos posterior a la evaluación del Consejo Editorial Interno. Como norma general, los evaluadores son miembros del Consejo Editorial Externo. El proceso es acompañado por

la Academia Boliviana de Ciencias Económicas (ABCE) a partir de la Revista LAJED No. 13, y por la Sociedad de Economistas de Bolivia a partir de la Revista LAJED No. 32, como instancias independientes, con el objetivo de dotar de mayor imparcialidad y calidad técnica a los artículos presentados y evitar cualquier conflicto de intereses por parte de los autores, los evaluadores y la institución en referencia a aspectos generalmente de tipo económico, institucional o personal. A su vez, cada artículo es enviado para su revisión y evaluación a un/a especialista del ámbito antes de su publicación; es decir hasta mayo y noviembre de cada año, con un margen de hasta un mes posterior a las fechas indicadas.

El proceso de revisión comprende dos fases: el arbitraje interno y externo; la primera dura aproximadamente 15 días hábiles y la segunda comprende más de un mes. Una vez concluida cada una de estas fases se envían notas formales a los autores con el dictamen correspondiente: i) aceptado sin modificaciones, ii) aceptado con modificaciones, o iii) rechazado. En caso de existir controversias en los veredictos de los dos árbitros externos, el Comité Editorial Interno tomará la decisión final sobre la aceptación o rechazo del documento en cuestión.

C. Formato del manuscrito

1. Los artículos pueden ser enviados en el idioma español o inglés al siguiente correo electrónico: revista.lajed@acad.ucb.edu.bo. **Junto con el manuscrito se debe enviar la declaración de buenas practicas debidamente firmada**, que se puede descargar de nuestra página web www.iisec.ucb.edu.bo en la sección de la Revista LAJED, o se puede solicitar al editor a través del correo proporcionado. Los documentos también pueden ser remitidos en algún medio magnético y manuscrito a:

Instituto de Investigaciones Socio-Económicas
Universidad Católica Boliviana “San Pablo”
Av. 14 de septiembre 5369, entre calle 7 y 8 de Obrajes
La Paz, Bolivia
Casilla No. 4850

2. El Instituto de Investigaciones Socio-Económicas, se reserva el derecho de publicar artículos que estén escritos en idiomas diferentes al español o inglés, dependiendo la rigurosidad y pertinencia de los mismos.
3. El documento debe presentarse en Microsoft Word, papel tamaño carta de 8.5 x 11 pulgadas, letra Times New Roman tamaño 12 e interlineado 1.5. Los cuadros y gráficos que se usen deberán añadirse también en un archivo Microsoft Excel para efectos de edición con los datos utilizados. Todas las páginas deben numerarse

consecutivamente. Los títulos y subtítulos deben numerarse con números arábigos y en negritas (Ej.: **1.** ó **2.1** ó **2.1.1**). Ambos, títulos y subtítulos deben situarse a mano izquierda acorde al margen de la página.

4. La primera página debe contener la siguiente información: i) El título del documento (en español e inglés), ii) el nombre(s) del o los autores acompañado de un asterisco llamando a pie de página, el cual contenga información acerca de su afiliación (título, cargo, institución, dirección física y dirección de contacto), iii) un resumen de no más de 150 palabras en ambos idiomas (en español e inglés), iv) el o los código/s JEL (hasta 5 códigos pueden ser adjuntados al documento), y v) las palabras clave en ambos idiomas (español e inglés). En el pie de página, se deben especificar las fuentes de financiación de la investigación (si es el caso), y/o si forma de parte de un proyecto más amplio.
5. La siguiente página incluirá el título del estudio pero se omitirá la autoría, para asegurar el anonimato durante el proceso de evaluación.
6. La extensión del documento será de 35 páginas como máximo, incluidos: referencias bibliográficas, anexos, cuadros/tablas, figuras/gráficos y fotografías.
7. Los pies de página serán enumerados consecutivamente acorde al texto, como superíndices y en números arábigos. Los mismos deben estar en letra Times New Roman tamaño 10, interlineado sencillo y justificado.
8. Las fórmulas deben ser procesadas en el editor de ecuaciones de Microsoft Word. También deben estar enumeradas consecutivamente de acuerdo al texto como: (1), (2), etc, a mano derecha conforme al margen de la página.
9. Las figuras/gráficos, fotografías y cuadros/tablas deberán seguir las normas APA y estar en alta definición para una mejor edición de los mismos.
10. Las referencias bibliográficas deberán seguir la normativa APA y se deberán numerar consecutivamente con números arábigos al lado izquierdo acorde al margen de la página y en orden alfabético.
 - ♦ Para periódicos:

Oates, W., P.R. Portney, and A.M. McGartland (1989). The net benefit of incentive-based regulation: A case study of environmental standard setting. *American Economic Review* 79, pp 1233-42.
 - ♦ Para libros:

Olson, M. (1965). *The Logic of Collective Action*, Cambridge, MA, Harvard University Press.

- ♦ Para trabajos publicados en colecciones:

Romer, C. D., and D. H. Romer (1989). Does monetary policy matter? A new test in the spirit of Friedman and Schwartz. In O.J. Blanchard and S. Fischer, eds. NBER Macroeconomics Annual: 1989. Cambridge, MA. MIT Press.
 - ♦ Para documentos de trabajo:

Caselli, F. and M. Morelli (2001). Bad politicians. Working Paper 8532. Cambridge, MA. NBER.
 - ♦ Mayores referencias en: www.apa.org/journals, www.apastyle.org/electref.html
11. Para documentos redactados en el sistema de composición de textos LATEX, adjunto al documento PDF, se debe hacer llegar el archivo *.tex* para poder editar los mismos en el formato de la revista LAJED. Todos los documentos (tanto en formato Word como en LATEX) deben incluir un archivo Excel con los gráficos y los datos empleados.

3. Para el Consejo Editorial Internacional

Los artículos de la revista LAJED deben ser sometidos a la evaluación de profesionales especializados en el tema objeto de cada artículo. Todos los evaluadores dispondrán de una planilla en la que se registran todos los aspectos que a criterio del Comité Editorial deben cumplir de forma general los artículos para su publicación en la revista. El evaluador calificará el grado de cumplimiento de estas condiciones y emitirá al final una opinión sobre la calidad del artículo por escrito. Algunos aspectos que el evaluador deberá tomar en cuenta son:

1. Originalidad e innovación del artículo.
2. Pertinencia del artículo en relación a la coyuntura actual.
3. Claridad del texto, incluso para no expertos en el tema (debe incluir dentro la evaluación de la ortografía y la redacción, con el fin de mejorar la calidad del artículo).
4. Rigor científico y conclusiones fundamentadas.
5. Todo comentario, objeción o crítica debe ser formulada claramente y por escrito.
6. La decisión final del árbitro, aceptando o rechazando el artículo, debe ser sustentada con los argumentos respectivos de manera escrita.
7. El evaluador debe tener presente que otros evaluadores del mismo artículo pueden tener diferentes puntos de vista, y que el editor tomará la decisión de publicarlo con base en informes con diferentes recomendaciones. Por lo tanto, es de gran utilidad para el editor la explicación de las causas de la decisión propuesta por el examinador.

Bolivian Catholic University “San Pablo”
Instituto de Investigaciones Socio-Económicas (IISEC)
Latin-American Journal of Economic Development (LAJED)
Editorial Policy

1. About the Journal

The Latin American Journal of Economic Development (LAJED) was first presented in September 2003 by the Socio-Economic Research Institute of the Bolivian Catholic University “San Pablo”, as an initiative of a group of experts concerned about the dissemination of relevant research and information that support debate related to public policies and academia.

The LAJED produces two numbers per year, which are published in May and November respectively. However, there are non-recurrent special issues, that ensemble articles satisfying the needs for information and/or updated analysis, in the national and regional contexts at a specific point in time.

The journal’s mission is to investigate the economic and social reality of Bolivia and the region, aiming to generate debate in civil society and providing technical criteria available to public policy makers. It is intended for academics in development sciences, decision makers and civil society.

The research work published is original and has academic-scientific rigor, covering a wide range of socio-economic topics; these are mainly of theoretical and applied nature, focused on structural and cyclical problems of Latin America and the world. The main lines of research that are addressed are the following:

1. Social and Economic development.
2. Social Justice, inequalities and poverty.
3. Macroeconomics and microeconomics.
4. Public policies and institutionalality.
5. Environmental analysis, sustainable development and energy.
6. Food security and sovereignty.
7. International relations and trade.
8. Economic History and Economic thought.

9. Inclusive growth and social cohesion.
10. Innovation Economics, entrepreneurship and inclusive micro-financing.

The journal has the ISSN register and published articles are classified according to the classification system of the Journal of Economic Literature (JEL), meeting ISO690 quality standards. The LAJED is indexed to Latindex, RePEc-ideas, Revistas Bolivianas and Scielo Bolivia. It is also included in Google Scholar.

2. Instructions for Authors

All authors who want to submit a document to be published in the LAJED journal must take into account the following specifications:

A. Initial Considerations

1. The concepts emitted in the manuscripts are sole responsibility of the author(s). The submission of a manuscript to the journal implies that the authors agree that, in case their document is accepted for publication, the Bolivian Catholic University “San Pablo” will have the copyright to distribute it in both printed and electronic format. The total or partial reproduction of the articles in this journal is permitted, once the complete source is explicitly quoted.
2. The documents sent for publication in the journal must be original and unpublished. The authors must guarantee that their articles have not been previously published and are not under consideration for publication in any other media¹.
3. The publication of articles related to the discussion and dissemination of knowledge is allowed (subject to previous evaluation) but they should not exceed 20% of the total articles in the journal.
4. The received documents will be anonymously evaluated by specialists in each field, attending aspects such as quality of the article, originality, relevance, methodology and literature review.
5. The articles will be analyzed by the editorial board, which reserves the right to define whether they satisfy the profile of the journal. In case the articles do not meet the necessary requirements, they will be rejected and the authors will be notified via email. Otherwise the authors will be notified of the item’s receipt by email, and

¹ In order to detect if the research article is original and unpublished, we use URKUND anti plagiarism software.

the manuscript will be sent to the evaluators (members of the External Editorial Committee). According to the review, articles will be returned to the authors so that corrections suggested by the evaluator be included within a period of up to two weeks, specifying in a note and/or letter the changes made in relation to the observations performed. Later, the author will be notified by the editor regarding the final decision, accepting or rejecting the submitted article.

6. If the article was received until May of the current year, it will be published in the number corresponding to the month of November; if it was received until November it will be published in the May issue of the following year as long as the item waiting list does not exceed the maximum of documents for that number. If there are surpluses of accepted articles for a certain issue, they will be considered for the next with the author's approval.
7. Ideas and opinions issued in the articles are the responsibility of the authors and they do not necessarily reflect the opinions of the editor and/or the LAJED.
8. The authors must specify in a footnote the research funding sources (if they exist) and/or if their investigation is part of a wider project.
9. The LAJED does not pay or charge any commission to publish an article, all the submissions are free.
10. If the author does have an ORCID or Google Scholar identification number, it must be stated to the editor.
11. All the authors must submit the Good Practices Commitment, completed and signed along with the article.
12. All the authors must take into account the journal ethics statement.

B. Review and decision process

The Latin American Journal of Economic Development (LAJED) is a peer-reviewed journal in double-blind mode. Articles are reviewed by at least two evaluators after the internal editorial board evaluation. As a general rule, the evaluators are members of the External Editorial Board. The process is supervised by the Bolivian Academy of Economic Sciences (ABCE) since the 13th issue and by the Society of Economists in Bolivia (SEBOL) since the 32nd one, both as independent instances, with the aim of providing greater impartiality and technical quality to the articles presented and to avoid any conflict of interest between the authors, the evaluators and the institution related to aspects of economic, institutional or personal matters. In turn, each article is submitted for review and evaluation to a specialist in the field prior to

publication; that is until May and November of each year with a margin of up to a month after the indicated dates.

The revision process has two phases: the internal and the external arbitrage. The first one lasts 15 working days and second lasts more than a month. Once the internal and external arbitration phases are carried out, formal notes are sent to the authors with the corresponding verdict: i) accepted without modifications, ii) accepted with modifications, or iii) rejected. If there are controversies in the results of the two external arbitrators, the Internal Editorial Committee shall make the final decision on the acceptance or rejection of the document in question.

C. Manuscript format

1. The articles can be sent either in Spanish or English to the following email: revista.lajed@acad.ucb.edu.bo. The Good Practices Commitment should be attached to the articles. This file can be downloaded from the web page: www.iisec.ucb.edu.bo or it can be asked to the editor via email. The documents may also be sent in some magnetic media and handwritten:

Instituto de Investigaciones Socio-Económicas
Bolivian Catholic University “San Pablo”
Av. 14 de septiembre 5369
La Paz, Bolivia
Casilla No. 4850
2. The Institute of Socio-economic Research reserves the right to publish articles that are written in languages other than Spanish or English depending on the rigor and relevance of the them.
3. The document must be presented in Microsoft Word, paper size 8.5 x 11 inch, Times New Roman, font size 12 and line-spacing of 1.5. The tables and charts used must also be added to a Microsoft Excel file for editing purposes, as well as the used data. All pages must be numbered consecutively. Titles and subtitles must be numbered with Arabic and bold numbers (ex.: **1.** or **2.1** or **2.1.1**). Both titles and subtitles must be placed on the left side of the page.
4. The first page must include the following information: i) the title of the document (in Spanish and English), ii) the name or names of the author(s) followed by a “*” calling a footnote that contain information about their affiliation (title, position, institution, physical address and contact address), iii) an abstract of no more than 150 words

in both languages (Spanish and English), iv) the JEL code (s) (up to 5 codes can be attached to the document) and v) the keywords in both languages (Spanish and English). The first page must also specify in a footnote the research funding sources (if it is the case) and/or whether the investigation is a part of a wider project.

5. The following page must include the title of the study albeit omitting the authorship to ensure anonymity during the evaluation process.
6. The extension of the document shall be 35 pages (maximum) including: bibliographical references, annexes, tables/charts, figures/graphs and photographs.
7. The footnotes must be listed consecutively according to the text as superscript and in Arabic numerals. They should be in Times New Roman size 10, simple line-spacing and justified.
8. Formulas must be processed in the Microsoft Word Equation Editor. They must also be listed consecutively according to the text as: (1), (2), etc. on the right side of the page.
9. The figures/charts, photographs and tables/charts must follow the APA standards and should be presented in high definition for better editing process.
10. Bibliographic references must follow the APA regulations and must be numbered consecutively with Arabic numerals on the left side according to the page margin and in alphabetical order.
 - ◆ For newspapers:

Oates, W, P.R. Portney, and A.M. McGartland (1989). The net benefit of incentive-based regulation: A case study of environmental standard setting. *American Economic Review* 79, pp 1233-42.
 - ◆ For books:

Olson, M. (1965). *The Logic of Collective Action*, Cambridge. MA, Harvard University Press.
 - ◆ For works published in collections:

Romer, C. D., and D. H. Romer (1989). Does monetary policy matter? A new test in the spirit of Friedman and Schwartz. In O.J. Blanchard and S. Fischer, eds. *NBER Macroeconomics Annual: 1989*. Cambridge, MA. MIT Press.
 - ◆ For working papers:

Caselli, F. and M. Morelli (2001). *Bad politicians*. Working Paper 8532. Cambridge, MA. NBER.

- ♦ Further references in:

www.apa.org/journals, www.apastyle.org/electref.html

11. For documents written in the latex text composition system, both the PDF document and the Tex file must be attached to edit them in the format of the LAJED journal. All documents (both in Word and LATEX format) must include an Excel file with the graphics and the data used.

3. For the External Editorial board

The articles of the LAJED journal should be submitted for evaluation to professionals specialized in the subject of each article. All the evaluators will be handed a form that includes all the aspects that according to the Editorial Committee must be complied by the articles to be published in the journal. The evaluators will assess the degree of compliance of these aspects and will eventually give an opinion on the quality of the article in a written note. Some aspects that the evaluator should take into account are:

1. Originality and innovation of the article.
2. Relevance of the article to the current situation.
3. Clarity of the text, even for non-experts in the subject (shall include the evaluation of spelling and writing, in order to improve the quality of the article).
4. Scientific rigor and well-founded conclusions.
5. Any objection, comment or criticism must be clearly formulated in writing.
6. The final decision of the arbitrator, accepting or rejecting the item must be supported by the respective arguments in writing.
7. The evaluator must bear in mind that other evaluators of the same article may have different viewpoints, and that the Editor will take the decision to publish it on the basis of reports with different recommendations. Therefore, it is very useful for the editor that the reasons behind the decision of the Examiner are clearly established.

ISSN: 2074 - 4706

Página web:
www.iisec.ucb.edu.bo



Universidad Católica Boliviana San Pablo