



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE ECONOMÍA**

**EFFECTOS DEL TIPO DE CAMBIO EN LA ECONOMÍA MEXICANA:  
ANÁLISIS ECONOMETRICO PARA CUATRO VARIABLES  
MACROECONÓMICAS (2012 - 2016)**

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIADO EN ECONOMÍA**

P R E S E N T A:

**LIBRADO GALINDO NAVA**



ASESORA:

**MTRA. NORA MARTÍNEZ MARTÍNEZ**

CIUDAD DE MÉXICO, ENERO 2019



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

*A mi madre:*

*En la carrera de Economía me enseñaron diversas metodologías para optimizar los recursos existentes. Sin embargo, ningún Profesor tuvo la virtud para enseñarme a sobrevivir a pesar de todas las inclemencias que la vida puede poner en mi camino; esa cualidad sólo la posees tú.*

*Mil gracias por todo lo que me enseñaste.*

*Con especial dedicación para mi bebé, Ximena:*

*Cuando leas este trabajo ya tendrás la edad suficiente para comprender lo que en él quise explicar. Debes saber que tú llegada ha sido lo más valioso que la vida me ha dado.*

*Quiero que sepas que cuando redacté esta tesina, tú lo hacías junto a mí. En aquellas noches de desvelo y diversas preocupaciones, permanecías en mi brazo izquierdo a veces despierta, y a veces dormida, acompañándome en el camino que me llevó a culminar el escrito.*

*Qué mejor legado te puedo heredar, sino un poco del conocimiento aplicado que adquirí de muchos profesores durante mi formación como Economista. Esta tesina es para ti.*

*Amorosamente, tu padre.*

# ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de cuadros .....	I
Índice de gráficos .....	II
Resumen .....	III
Introducción .....	IV
Objetivos de la investigación .....	VII
General .....	VII
Específicos .....	VII
<b>Capítulo I. Aspectos teóricos sobre el tipo de cambio.....</b>	<b>1</b>
1.1. Globalización .....	1
1.2. Mercado de divisas.....	1
1.3. Tipo de cambio.....	2
1.4. Regímenes cambiarios.....	3
1.5. Teorías de la determinación y el comportamiento del tipo de cambio.....	4
1.5.1. Paridad del poder adquisitivo (PPA) .....	4
1.5.2. Enfoque monetario del tipo de cambio .....	6
1.5.3. Enfoque monetario de la balanza de pagos .....	9
<b>Capítulo II. Instrumentales de Estadística y Econometría.....</b>	<b>11</b>
2.1. Instrumentales de Estadística .....	11
2.1.1. Media.....	11
2.1.2. Varianza .....	12
2.1.3. Desviación estándar.....	12
2.1.4. Coeficiente de variación .....	13
2.1.5. Gráfico de dispersión .....	13
2.1.6. Covarianza.....	13
2.1.7. Coeficiente de correlación.....	15
2.1.8. Números índice .....	15

2.1.9.	Prueba de hipótesis .....	16
2.2.	Instrumentales de Econometría.....	18
2.2.1.	Análisis de regresión .....	19
2.2.2.	Regresión lineal.....	19
2.2.2.1.	Supuestos del modelo .....	20
2.2.3.	Análisis de varianza .....	21
2.2.3.1.	Estructura de análisis .....	22
2.2.4.	Intervalo de confianza.....	24
2.2.5.	Elasticidad.....	26
2.2.6.	Heterocedasticidad .....	27
2.2.6.1.	Detección de heterocedasticidad: Prueba de White .....	28
2.2.6.2.	Corrección de la heterocedasticidad .....	30
2.2.7.	Prueba de normalidad .....	32
2.2.8.	Autocorrelación.....	33
2.2.9.	Series de tiempo.....	35
2.2.9.1.	Suavizamiento de una serie de tiempo .....	36
2.2.9.1.1.	Enfoque multiplicativo .....	37
2.2.9.2.	Orden de integración.....	38
2.2.9.3.	Prueba Dickey-Fuller (DF).....	39
2.2.9.4.	Cointegración y mecanismo de corrección de error .....	40
2.2.9.5.	Modelos con rezagos .....	42
2.2.9.5.1.	Estimación ad-hoc de los rezagos .....	44
2.2.9.5.2.	Método Koyck para modelos de rezagos .....	44
<b>Capítulo III. Variables económicas y su relación con el tipo de cambio.....</b>		<b>47</b>
3.1.	Indicador Global de la Actividad Económica.....	49
3.2.	Base monetaria.....	50
3.3.	Deuda Pública Externa .....	50
3.4.	Indicador de Riesgo País .....	50
3.4.1.	Emerging Markets Bond Index (EMBI+) .....	51
3.5.	Justificación de la selección de variables.....	52

<b>Capítulo IV. Análisis econométrico .....</b>	<b>56</b>
4.1. Análisis exploratorio de las series .....	56
4.1.1. IGAE-Tipo de cambio .....	56
4.1.2. Base monetaria - Tipo de cambio .....	59
4.1.3. Deuda Pública Externa-Tipo de cambio .....	61
4.1.4. Riesgo país-Tipo de cambio .....	64
4.2. Orden de integración de las series .....	66
4.3. Estimación de los modelos.....	69
4.3.1. Igae-Tipo de cambio.....	69
4.3.2. Base Monetaria-Tipo de cambio .....	71
4.3.3. Deuda Pública Externa-Tipo de cambio .....	75
4.3.4. Riesgo País - Tipo de cambio .....	79
4.4. Aplicación de pruebas de hipótesis .....	81
<b>Capítulo V. Consideraciones finales .....</b>	<b>84</b>
5.1. Evidencia empírica de otros estudios .....	84
5.1.1. Revisión de la evidencia previa: t.c. - actividad económica.....	84
5.1.2. Revisión de la evidencia previa: t.c. - base monetaria.....	85
5.1.3. Revisión de la evidencia previa: t.c. - deuda pública externa .....	85
5.1.4. Revisión de la evidencia previa: t.c. - riesgo país.....	86
5.2. Sensibilidad de variables por transiciones en el tipo de cambio.....	86
5.3. Pronósticos.....	88
5.3.1. Evaluación ex-ante .....	88
5.3.2. Evaluación ex-post .....	95
5.4. Conclusiones .....	98
5.4.1. Sobre la actividad económica .....	99
5.4.2. Sobre la base monetaria.....	100
5.4.3. Sobre la deuda pública externa .....	101
5.4.4. Sobre el indicador de riesgo país .....	103
5.5. Recomendaciones .....	103

5.6. Comentario final .....	105
<b>Referencias .....</b>	<b>107</b>
<b>Anexo I. Variables .....</b>	<b>i</b>
<b>Anexo II. Proyección IGAE (ex-post).....</b>	<b>ii</b>
<b>Anexo III. Proyección base monetaria (ex-post) .....</b>	<b>iii</b>
<b>Anexo IV. Proyección deuda pública externa (ex-post) .....</b>	<b>iv</b>
<b>Anexo V. Proyección EMBI (ex-post) .....</b>	<b>v</b>



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ejemplo de desarrollo de prueba de hipótesis .....	17
Cuadro 2. Estructura de ANOVA .....	22
Cuadro 3. Salida de ANOVA en Eviews.....	24
Cuadro 4. Correlación de variables- tipo de cambio.....	54
Cuadro 5. Estadísticos relevantes: IGAE-T.C. ....	58
Cuadro 6. Estadísticos relevantes: Tipo de cambio-Base Monetaria .....	60
Cuadro 7. Estadísticos relevantes: Deuda Pública Externa .....	63
Cuadro 8. Estadísticos relevantes: EMBI+ .....	65
Cuadro 9. Resultados de la prueba Dickey-Fuller .....	68
Cuadro 10. Salida del modelo: IGAE-Tipo de cambio .....	69
Cuadro 11. Resultados de la prueba DF para los residuales: IGAE-Tipo de cambio .....	70
Cuadro 12. Salida del MCE: IGAE-Tipo de cambio .....	70
Cuadro 13. Salida del modelo: Base Monetaria-Tipo de cambio .....	71
Cuadro 14. Resultados de la prueba DF para los residuales del modelo: BM-TC .....	72
Cuadro 15. Salida del MCE: Base Monetaria-Tipo de cambio .....	72
Cuadro 16. Modelo ajustado por tendencia: Base Monetaria-Tipo de cambio.....	73
Cuadro 17. Resultados de la prueba DF para los residuales del modelo ajustado: BM-TC .....	74
Cuadro 18. Segunda salida del MCE: Base Monetaria-Tipo de cambio.....	74
Cuadro 19. Salida de la regresión: Deuda Pública Externa-Tipo de cambio .....	75
Cuadro 20. Resultados de la prueba DF para los residuales del modelo: DPE-TC.....	76
Cuadro 21. Salida del MCE: DPE-TC .....	76
Cuadro 22. Modelo ajustado por tendencia: DPE-TC.....	77
Cuadro 23. Resultados de la prueba DF para los residuales del modelo ajustado: DPE-TC .....	78
Cuadro 24. Salida ajustada del MCE: DPE-TC.....	78
Cuadro 25. Salida del MCE con un rezago: DPE-TC .....	79
Cuadro 26. Salida de la regresión: Riesgo País-Tipo de cambio.....	80
Cuadro 27. Resultados de la prueba DF para los residuales del modelo: EMBI-TC.....	80
Cuadro 28. Salida del mecanismo de corrección: EMBI+ - Tipo de cambio .....	81
Cuadro 29. Resumen de pruebas de hipótesis para el MCE.....	83
Cuadro 30. Resumen de elasticidades.....	87
Cuadro 31. IGAE: valores observados y pronosticados .....	90
Cuadro 32. LBM: valores observados y pronosticados .....	92
Cuadro 33. LDPE: valores observados y pronosticados .....	93
Cuadro 34. LEMBID: valores observados y pronosticados .....	95

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Ejemplos de diagramas de dispersión .....	13
Gráfico 2. Interpretación de la covarianza .....	14
Gráfico 3. Esquema de Koyck .....	45
Gráfico 4. Relación: Tipo de cambio - Variables económicas seleccionadas .....	47
Gráfico 5. Diagrama de dispersión: IGAE-Tipo de cambio.....	57
Gráfico 6. Diagrama de dispersión: Base monetaria-Tipo de cambio .....	59
Gráfico 7. Diagrama de dispersión: Deuda Pública Externa-Tipo de cambio .....	62
Gráfico 8. Diagrama de dispersión: EMBI-Tipo de cambio.....	64
Gráfico 9. Detección de la naturaleza de las series.....	67
Gráfico 10. Pronóstico ex-ante: IGAE-TC .....	89
Gráfico 11. Pronóstico ex-ante: LBM-LTC.....	91
Gráfico 12. Pronóstico ex-ante: LDPE-LTC .....	93
Gráfico 13. Pronóstico ex-ante: LEMBID-LTCD .....	94
Gráfico 14. Pronóstico ex-post: IGAE-TC.....	96
Gráfico 15. Pronóstico ex-post: LBM-LTC .....	97
Gráfico 16. Pronóstico ex-post: LDPE-LTC.....	97
Gráfico 17. Pronóstico ex-post: LEMBID-LTCD .....	98

## RESUMEN

En la presente tesina se analizaron econométricamente las repercusiones del tipo de cambio (peso/dólar estadounidense) sobre los cuatro principales sectores que integran la economía mexicana durante el período, 2012-2016.

Para tal fin, se estimaron modelos econométricos con la finalidad de describir el comportamiento de corto y largo plazo, así como las interrelaciones existentes entre el tipo de cambio nominal y una variable representativa por cada uno de los sectores que conforman la economía: IGAE<sup>1</sup> para el sector real, Base Monetaria para el sector financiero, Deuda Pública Externa para el sector público, e indicador de riesgo-país (EMBI+) para el sector externo.

Como resultado del análisis, se hallaron las evidencias acerca de las repercusiones que presentó el tipo de cambio sobre las variables seleccionadas. En los cuatro casos la evidencia apuntó a que cuando se incrementó el tipo de cambio, cada indicador respondió con un aumento.<sup>2</sup>

Finalmente, se abordó el tema de la sensibilidad que presenta cada indicador con respecto a los movimientos del tipo de cambio, se realizaron proyecciones a futuro (ex-post) hasta 2019 partiendo del análisis de cada modelo, se dieron diversas conclusiones con base en el análisis y se proporcionó una opinión respecto de los resultados de la investigación.

---

<sup>1</sup> Corresponde a las siglas del Indicador Global de la Actividad Económica. Como se verá más adelante, es un número índice que describe el comportamiento de la economía en el largo plazo.

<sup>2</sup> Cabe enfatizar que el hecho de que el IGAE también ha sufrido un incremento, también es debido a que la economía mexicana posee la característica de ser abierta, por lo que la depreciación del peso implica que el poder adquisitivo de los extranjeros aumenta y con dicho incremento, también se expande la demanda de bienes y servicios internos, por parte de los extranjeros.

## INTRODUCCIÓN

La dinámica de intercambio de flujos de capitales y comercio entre los países ha ocasionado que el tipo de cambio se convierta en una variable determinante en las economías de todo el mundo. Por ello, cualquier variación en la relación cambiaria entre dos monedas, se percibe automáticamente en cada uno de los sectores que integran las economías de las naciones.

Las fluctuaciones en el nivel del tipo de cambio pueden inducir a cambios en los hábitos de consumo que se traducirían en variaciones, al alza o a la baja, de la demanda de bienes y servicios por parte de los consumidores internos y extranjeros, dependiendo del nivel de apertura que presente la economía en cuestión y, por tanto, influyen en el crecimiento del PIB.<sup>3</sup>

El desempeño del tipo de cambio envía señales a los mercados financieros y a los gobiernos. En el primer caso, las fluctuaciones cambiarias influyen en los bancos centrales para que éstos hagan uso de los instrumentos de política monetaria para mantener estable la inflación y defender el poder adquisitivo de su moneda. Para el caso del sector público, los movimientos cambiarios obligan al gobierno a dar un puntual seguimiento de su nivel de endeudamiento con el exterior. Por otra parte, la volatilidad del tipo de cambio se encuentra estrechamente relacionada con la percepción del riesgo que se tiene sobre la economía de un país.

Calzada (2016) define al tipo de cambio como la variable que más afecta a la economía mexicana, debido a que México es una economía abierta al comercio internacional y es sumamente sensible a sus fluctuaciones. Ejemplo de ello, se percibe de manera muy general en el siguiente extracto del informe anual publicado por el Banco de México para el año de 1995, donde se observa que durante dicho período la economía mexicana sufrió los estragos ocasionados por una fuerte crisis

---

<sup>3</sup> El Producto Interno Bruto (PIB) se define como la suma de los valores monetarios de demanda final, producidos durante un período generalmente de un año, en una nación (Blanchard, et al., 2012).

económica derivada de la devaluación de la moneda local.<sup>4</sup>

*Durante 1995, la economía mexicana sufrió la crisis más severa ocurrida desde la década de los años treinta. La interrupción repentina de los flujos de capitales del exterior hacia México a finales de 1994 e inicios de 1995, sumada a la consecuente devaluación de la moneda nacional, impusieron a la economía del país un ajuste doloroso pero inevitable.*

Otro episodio desfavorable para la economía mexicana en relación con el tipo de cambio, provino de las perturbaciones ocasionadas por la volatilidad cambiaria derivada de la Gran Recesión de 2008-2009; al respecto el Banco de México en su informe anual 2008, hace referencia a dicha situación:<sup>5</sup>

*La fuerte depreciación del tipo de cambio observada en octubre de 2008 y el deterioro en las condiciones financieras en otros mercados internos, condujo a que el Banco de México y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) adoptaran un conjunto de medidas orientadas a preservar el buen funcionamiento de los mercados financieros en México. Estas medidas estuvieron encauzadas a: proveer de liquidez al mercado cambiario.*

Como puede observarse, los dos episodios presentados ponen en manifiesto que la economía mexicana resulta ser sumamente sensible a los movimientos cambiarios. Por lo tanto, es importante tener herramientas cuantitativas que permitan saber hasta qué grado pueden llegar a afectar los movimientos en el tipo de cambio a la economía.

Por lo antes mencionado, en este trabajo se realizará un análisis que permita saber cuáles son los efectos de los movimientos del tipo de cambio sobre la economía mexicana durante el período, 2012-2016. Para ello se realizarán modelos

---

<sup>4</sup> Conforme a lo publicado por el Banco de México (1996) en su Informe Anual para el año de 1995.

<sup>5</sup> De acuerdo con la publicación del Banco de México (2009) en su Informe Anual para el año 2008.

económicos que permitan describir el comportamiento conjunto del tipo de cambio, con una variable representativa de cada uno de los sectores que conforman la economía mexicana.

Para cumplir con los objetivos planteados, se desarrollaron cinco capítulos bajo una base conceptual y metodológica:

El capítulo uno aborda los conceptos básicos relacionados con dicha variable, así como algunas teorías que buscan explicar su comportamiento. En el segundo capítulo se definen los conceptos y delimitan las técnicas estadísticas y econométricas con las que se desarrollará el tema de manera empírica. En el capítulo tres se describen los sectores en los que se divide la economía; asimismo se describen y se explican las variables representativas para realizar el estudio, sustentando su elección.

En el capítulo cuatro se analizan los datos extraídos de diversas fuentes para cada una de las variables tratadas, se computan los modelos econométricos y se realizan diversas pruebas de significancia estadística con las que se pretende verificar la calidad y validez de cada modelo estimado. Finalmente, en el quinto capítulo se presentan las conclusiones obtenidas.

## **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

A continuación, se presenta objetivo general y los objetivos específicos de la investigación desarrollada en el presente texto.

### **GENERAL**

Realizar un análisis que permita saber cuáles son los efectos de los movimientos del tipo de cambio sobre la economía mexicana durante el período, 2012-2016.

### **ESPECÍFICOS**

- Computar modelos econométricos que permitan describir el comportamiento conjunto del tipo de cambio, con una variable representativa de los sectores: real, financiero, público y externo.
- Efectuar pronósticos ex-ante y ex-post con los modelos estimados, afín de conocer su poder de predicción y establecer cuál sería el comportamiento futuro de las variables estudiadas, ante movimientos en el tipo de cambio.

## **CAPÍTULO I. ASPECTOS TEÓRICOS SOBRE EL TIPO DE CAMBIO**

### **1.1. GLOBALIZACIÓN**

Para entender por qué son tan impactantes las variaciones del tipo de cambio en la economía, resulta básico definir el concepto de **globalización**.

El Fondo Monetario Internacional (1997, p. 50) señala que la globalización se refiere a la creciente dependencia económica mutua entre los países del mundo, ocasionada por el creciente volumen y variedad de transacciones transfronterizas de bienes y servicios, así como por los flujos internacionales de capitales y por la aceleración de la difusión de la tecnología en más lugares del mundo.

Kozikowski (2013) señala que la globalización es el proceso de integración tendiente a crear un solo mercado donde se comercialicen bienes y servicios producidos por empresas cuyo origen es difícil de determinar, ya que sus operaciones se distribuyen en varios países.

De las definiciones anteriores se puede concluir que la globalización se refiere a la apertura económica de las naciones, la cual trae como resultado el incremento en el volumen de transacciones y la libre movilidad de los flujos de capital y de divisas a escala internacional.

### **1.2. MERCADO DE DIVISAS**

Según Mansell (1996, p. 12), el concepto de **divisa** se refiere formalmente a los billetes y monedas extranjeras en circulación dentro del mercado local, a las transferencias electrónicas denominadas en moneda extranjera y a otros instrumentos financieros de disponibilidad inmediata denominados en moneda extranjera.

La misma autora también define que el **mercado de divisas** es un mercado como cualquier otro, donde los compradores y los vendedores intercambian bienes, en este caso divisas.



### 1.3. TIPO DE CAMBIO

Mishkin (2008, pp. 431 - 432), define el **tipo de cambio**<sup>6</sup> como el precio que tiene una moneda respecto de otra, hace hincapié en que existen dos tipos de transacciones:

- i) Las **spot**, que son aquellas que se relacionan con el intercambio inmediato (*dos días como plazo máximo*) de depósitos bancarios.
- ii) Las **transacciones a futuro**, las cuales implican el intercambio de depósitos en alguna fecha futura.

Mishkin también indica que el **tipo de cambio spot** es el que se utiliza para las transacciones de contado y el utilizado para las operaciones a plazo se denomina **tipo de cambio forward**.

Por su parte, Mansell (1996) define al tipo de cambio como un precio relativo, el precio de una moneda que se expresa en términos de la unidad de otra y enfatiza en que el tipo de cambio puede concebirse de dos formas:

1. **Tipo de cambio nominal:** Es aquél con el que se realizan transacciones en el día a día o de muy corto plazo.
2. **Tipo de cambio real:** Es el que proporciona una medida del valor de una divisa en términos de su poder adquisitivo. Es usado como medida de la competitividad internacional de la moneda de un país y para juzgar el grado de sobrevaluación (subvaluación) de dicha moneda. Matemáticamente se puede formular como sigue:

$$TC_{real} = TC \cdot \left[ \frac{P^*}{P} \right]$$

Donde en la expresión se dice que el tipo de cambio real ( $TC_{real}$ ), es igual al tipo de cambio nominal ( $TC$ ), multiplicado por la razón que existe entre el índice de precios

---

<sup>6</sup> En adelante también podrá usarse la abreviatura “T.C.” para referirse al tipo de cambio.

externo ( $P^*$ ) con respecto al interno ( $P$ ).

#### 1.4. REGÍMENES CAMBIARIOS

También conocidos como **sistemas de tipo de cambio**, establecen la manera y reglas en que se fijará el valor de la moneda local frente a la extranjera (Paúl, 2016). Su elección es un elemento clave dentro de las decisiones de política económica que adopta el gobierno.

Mansell (1996) señala la existencia de cuatro regímenes cambiarios principales:

1. **Régimen de tipo de cambio flexible:** El Banco Central fija la oferta monetaria ( $M^S$ ), pero no tiene participación alguna en el mercado cambiario; por lo tanto, los niveles cambiarios se alcanzan en función de la interacción entre la oferta y la demanda. Bajo este sistema, cuando una moneda en flotación incrementa su valor respecto a otra, se dice que sufrió una **apreciación** y cuando cae, se dice que se **depreció**.
2. **Régimen de tipo de cambio fijo:** El Banco Central compra y vende divisas cuando la oferta del mercado no corresponde a la demanda; en otras palabras, el Banco Central fija el nivel del tipo de cambio y lo mantiene (*lo defiende*) participando activamente en el mercado.

Para conseguir tal fin, el Banco Central mantiene reservas internacionales, las cuales generalmente están constituidas por depósitos en dólares, otras monedas o diversos instrumentos denominados en dólares.

Cuando el gobierno no desea o no puede mantener el nivel del tipo de cambio, la moneda se **devalúa** o **revalúa** con respecto a la moneda a la que esté fijada.

3. **Régimen de flotación manejada:** Bajo este sistema se permite la libre flotación cambiaria, pero de manera moderada. Su peculiaridad consiste en la intervención del Banco Central en el mercado de divisas a través de la compra y venta de reservas internacionales para defender su moneda contra

apreciaciones o depreciaciones indeseables.

4. **Régimen de deslizamiento controlado:** El Banco Central establece el margen dentro del cual deberá variar el tipo de cambio. Para dar cumplimiento a tal fin, determina un piso y un techo de deslizamiento, dentro del cual tienen que ubicarse los niveles de tipo de cambio.

Cuando las presiones del mercado apuntan a una devaluación mayor al techo de la banda de deslizamiento, el Banco Central debe vender dólares para nivelar el tipo de cambio; y viceversa, cuando la tendencia apunta a una valorización mayor al techo de la banda, el Banca Central deberá intervenir comprando dólares.

#### 1.5. TEORÍAS DE LA DETERMINACIÓN Y EL COMPORTAMIENTO DEL TIPO DE CAMBIO

Aunque el objeto de este trabajo no consiste en profundizar en las teorías que buscan explicar cómo se determina y comporta el tipo de cambio, vale la pena hacer una breve mención de algunas de ellas.

##### 1.5.1. PARIDAD DEL PODER ADQUISITIVO (PPA)

Establece que el tipo de cambio entre las monedas de dos naciones es igual a la relación entre sus niveles de precios (Krugman & Obstfeld, 2006).

La PPA prevé que la pérdida de valor de la moneda local está asociada a una depreciación equivalente de la moneda local en el mercado de divisas. De forma inversa, señala que un incremento del poder adquisitivo de la moneda local estará relacionado con una apreciación proporcional de la moneda en el mercado.

Esta teoría parte de la "Ley del Precio Único", que establece que un bien arbitrario de la economía local (denótese como el *i-ésimo* bien) debe tener el mismo precio tanto en el mercado interno, como en el mercado externo, sí y solo si, existen mercados perfectamente competitivos sin aranceles, ni costos de transporte.

Matemáticamente puede representarse mediante la siguiente expresión:<sup>7</sup>

$$P_i^* = TC \cdot P_i \Rightarrow TC = \frac{P_i^*}{P_i}$$

Puntualmente, la PPA es igual a la relación de precios entre dos países, y predice que la disminución del poder adquisitivo de la moneda local implica que el tipo de cambio disminuya (y a la inversa).

Generalizando el modelo a nivel macroeconómico al utilizar el Álgebra, se puede llegar a la siguiente formulación:

#### Supuestos:

1. Existen dos economías.
2. Se cuenta con una cesta de bienes que representa el poder de compra en ambas economías; por lo tanto:

$$TC = \frac{P^*}{P}$$

Donde ( $P^*$ ) indica la cantidad de dólares que se tienen que dar a cambio de recibir una unidad de moneda local. Si se despeja “ $P^*$ ”, se tiene:

$$P^* = TC \cdot P$$

Esta última expresión indica que los niveles de precios de ambos países son iguales cuando se expresan en términos de una sola divisa.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Se formula como si la teoría hubiese sido planteada en función de la relación peso - dólar estadounidense, para concordar con el fin del presente trabajo.

<sup>8</sup> En términos más amplios, esta expresión indica que los precios de todas las economías del mundo son idénticos cuando se expresan en la misma divisa. Para efectos de simplicidad en el trabajo, solo se toman en cuenta dos monedas.

Del desarrollo anterior se pueden obtener cuatro conclusiones:

1. La ley del precio único y la PPA guardan una estrecha relación. La diferencia entre ambas radica en que la primera se basa en el tratamiento individual de un mismo bien en dos economías distintas; y la segunda realiza un comparativo, pero con la misma cesta de productos<sup>9</sup> para ambas economías.
2. Si la ley del precio se cumple, implica que la PPA se cumpla de manera automática, sí y solo si, la cesta de referencia es la misma para ambas naciones.
3. Si la cesta en el extranjero es más costosa que en la economía interna, implica que la demanda de dinero en el exterior y su nivel de producción disminuyan, lo cual significará que los mercados se ajusten automáticamente y progresivamente hasta que la PPA regrese a su nivel original (y a la inversa).<sup>10</sup>
4. Del punto anterior se desprende que aun cuando la ley del precio único no se cumpla literalmente, las fuerzas económicas ayudarán para que con el tiempo se iguale el poder adquisitivo de una divisa con las del resto de las economías.

#### 1.5.2. ENFOQUE MONETARIO DEL TIPO DE CAMBIO

El enfoque monetario del tipo de cambio es una teoría de largo plazo ya que no

---

<sup>9</sup> En esta teoría se utiliza la misma cesta de bienes para medir la variación de los precios en cada economía a través del índice de precios al consumidor (IPC) de cada nación.

<sup>10</sup> Para ser más claros, este ajuste se realiza a través del uso de la política monetaria. En palabras simples, en la economía extranjera se está acrecentando la inflación, y por consecuencia, su Banco Central actúa incrementando la tasa de interés de referencia, encareciendo con ello el costo por el uso del dinero para las empresas, lo cual a su vez trae por consecuencia una caída en el nivel de producción. Por otro lado, el aumento de la tasa de interés ocasiona que se traslade parte de la demanda por dinero hacia el deseo de obtener bonos por parte de los particulares con la finalidad de obtener un beneficio.

permite explicar las rigideces en los precios<sup>11</sup>, variable que es tomada como fundamental para explicar los desarrollos macroeconómicos de corto plazo (Krugman & Obstfeld, 2006).

De acuerdo con Blanchard, Amighini y Giavazzi (2012), se puede derivar una expresión matemática que describa este enfoque. Se parte del supuesto de que el equilibrio en el mercado de dinero local se logra cuando la oferta monetaria ( $M^S$ ) es igual a la demanda de dinero ( $M^D$ ). Para ello, la oferta monetaria se conformará por los billetes, monedas en circulación y los depósitos a la vista.<sup>12</sup> De forma algebraica se representa como sigue:

$$M^S = P \cdot M^D$$

Donde:

$M^S$ : Oferta nominal de dinero.

$M^D$ : Demanda real de dinero, la cual a su vez es función de la tasa de interés nominal y el ingreso real " $M^D = f(i, Y_R)$ ".

$P$ : Índice de precios.

Para el caso del país extranjero, el equilibrio en el mercado de dinero se puede representar de manera algebraica como:

$$M^{S*} = P^* \cdot M^{D*}$$

Donde:

$M^{S*}$ : Oferta nominal de dinero de la divisa del país extranjero.

---

<sup>11</sup> La rigidez en los precios es una situación producida cuando, ante la variación de la oferta o la demanda de un bien, su precio no es sensible a esta mayor o menor oferta o demanda.

<sup>12</sup> En la práctica a este conjunto de componentes se le conoce como "M1".

$M^{D*}$ : Demanda real por la divisa extranjera.

$P^*$ : Índice de precios del país extranjero.

Luego, utilizando la PPA se procede a estimar cuál es el tipo de cambio real de la moneda local con respecto a la extranjera:

$$TC_R = \frac{TC \cdot P^*}{P}$$

Para luego despejar,  $P$  y  $(P^* \cdot TC)$ , de las expresiones anteriores y realizando algunas sustituciones se llega a la siguiente expresión:<sup>13</sup>

$$TC = \frac{M^{S*}}{M^S} \cdot \frac{M^D}{M^{D*}}$$

La expresión anterior se puede convertir en variaciones porcentuales a efecto de obtener:

$$\Delta TC = (\Delta M^{S*} - \Delta M^S) + (\Delta M^D - \Delta M^{D*})$$

Esta última expresión indica los factores de los cuales dependen las variaciones en el tipo de cambio, tales como:

- 1. Oferta monetaria:** Ceteris Paribus, un aumento de la oferta monetaria local da lugar a un incremento proporcional del nivel de precios interno y, por ende,  $\Delta TC < 0$ , es decir, la moneda local se deprecia frente a la extranjera.
- 2. Tasa de interés:** Un incremento de la tasa de interés de los activos denominados en moneda local, reduce la demanda de dinero real interna ( $M^D = f(i, Y_R)$ ), provocando que en el largo plazo el nivel de precios doméstico

---

<sup>13</sup> Despejando "TC" se llega a  $TC = TC_R \cdot \frac{P}{P^*}$ ; luego, sabiendo que  $TC_R = \frac{TC \cdot P^*}{P}$ , y además teniendo en cuenta que  $TC = \frac{P^*}{P}$ , se tiene que  $TC = \frac{P^* \cdot P^*}{P^* \cdot P} \rightarrow TC = \frac{P^*}{P}$ . Posteriormente sustituyendo  $P^* = \frac{M^{S*}}{M^{D*}}$  y  $P = \frac{M^S}{M^D}$  en la expresión anterior, se obtiene:  $TC = \frac{M^{S*}}{M^S} \cdot \frac{M^D}{M^{D*}}$ .

se incremente y bajo la PPA, la moneda local se deprecie frente a la extranjera en proporción al incremento del nivel de precios interno. Caso contrario ocurre si la tasa que varía al alza es la extranjera, donde para tal efecto la demanda de dinero real externa se reduce, el nivel de precios en el exterior se infla y, por ende, en línea con la PPA, la moneda local se aprecia en relación con la externa en proporción con el incremento del nivel de precios del exterior.

- 3. Niveles de producción:** Un incremento del PIB interno eleva la demanda de dinero, provocando la disminución del nivel de precios a largo plazo. Según la PPA, hay una apreciación de la moneda doméstica frente a la extranjera. Análogamente, si se incrementa el PIB del país del exterior, su demanda de dinero real sube, dando lugar a una disminución en su nivel de precios a largo plazo; por lo que, conforme a la PPA, se pronostica que esto hará que la moneda local se deprecie frente a la externa.

#### 1.5.3. ENFOQUE MONETARIO DE LA BALANZA DE PAGOS

Es importante señalar que cuando la economía presenta un régimen de tipo de cambio fijo o controlado, el saldo de la balanza de pagos es igual a la variación de las reservas internacionales; por lo tanto, la balanza de pagos es un fenómeno esencialmente monetario (Mansell, 1996).

Al analizar el mercado de dinero tomando en consideración el agregado monetario "M1" como la oferta de dinero; puede plantearse el siguiente modelo:

$$M^S = C + R$$

Donde se indica que la oferta de dinero ( $M^S$ ), es igual a la suma del crédito que otorga el Banco Central a toda la economía ( $C$ ), más el nivel de reservas internacionales ( $R$ ).

De dicha expresión se puede abstraer que la oferta monetaria se incrementará sí y solo si, se incrementa el crédito o el nivel de reservas internacionales. A su vez, las reservas internacionales se elevarán en caso de que exista un exceso de moneda extranjera en el mercado cambiario.



Ahora bien, teniendo en consideración la condición de equilibrio en el mercado de dinero:

$$M^S = P \cdot M^D$$

Y tal y como se mencionó con antelación que el saldo de la balanza de pagos es igual a la variación en el nivel de reservas internacionales:

$$B = \Delta R$$

Al combinar las dos expresiones y diferenciarlas, para finalmente sustituir en  $M^S$ :

$$C + R = P \cdot M^D \Rightarrow R = (P \cdot M^D) - C \quad \therefore \Delta R = \Delta(P \cdot M^D) - \Delta C$$

$$\vee B = \Delta(P \cdot M^D) - \Delta C$$

La expresión obtenida representa el enfoque monetario de la balanza de pagos. Tal ecuación revela que, si se incrementa el crédito interno otorgado por el Banco Central, es mayor el incremento en la demanda de dinero y por lo tanto existirá un déficit en la balanza de pagos.

Lo expuesto en el párrafo anterior responde a la cuestión de que, si existe un exceso de oferta de dinero generado por indisciplina fiscal o monetaria, la economía tratará de deshacerse de este exceso. Una de las maneras de hacerlo es gastando en bienes y servicios del exterior, lo cual trae como consecuencia un déficit en cuenta corriente. Otra forma es mediante la inversión en el exterior, la cual implica un déficit en la cuenta de capital. Ambos efectos ocasionan una caída en el nivel de reservas internacionales y por ende un déficit en la balanza de pagos (Mansell, 1996).

## CAPÍTULO II. INSTRUMENTALES DE ESTADÍSTICA Y ECONOMETRÍA

La disponibilidad cada vez más vasta información estadística hace imperativo hacer uso de ciertos instrumentos o herramientas para hacer análisis sobre distintas variables de manera individual o sobre un conjunto de variables.

En el ámbito económico se utilizan técnicas estadísticas y econométricas que permiten extraer parámetros sobre un conjunto de datos, los cuales permiten describir cualidades significativas sobre la variable o variables de interés.

El propósito de este apartado es describir aquellos instrumentales estadísticos y econométricos que servirán de base en el análisis que se efectuará más adelante.

### 2.1. INSTRUMENTALES DE ESTADÍSTICA

Gujarati y Porter (2010) señalan que la Estadística se relaciona con la recopilación, procesamiento y presentación de cifras en forma de gráficos y tablas.

El punto clave del proceso definido, es el procesamiento, el cual implica hacer uso de mecanismos que sirven para obtener parámetros que representen características significativas de la variable en análisis.

#### 2.1.1. MEDIA

Algunos autores sostuvieron que “la media es simplemente un promedio numérico” (Walpole, Myers, Myers, & Ye, 2012, p. 11).

La media se puede representar con la siguiente fórmula:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \frac{x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Donde se indica que la media ( $\bar{x}$ ), es igual al cociente de la sumatoria de todos los datos ( $x_i$ ) que conforman la muestra en análisis, entre el número de observaciones ( $n$ ).

La media brinda información acerca de cómo se distribuyen los datos de una muestra alrededor de su ubicación central.

### 2.1.2. VARIANZA

Algunos autores indican que la varianza está basada en la diferencia entre el valor de cada observación ( $x_i$ ) y la media ( $\bar{x}$ ). A la diferencia entre cada valor y la media ( $x_i - \bar{x}$ ) se le llama desviación respecto de la media.

Para calcular la varianza, se suman los cuadrados de las desviaciones respecto de la media, y el resultado se divide entre el número de observaciones menos uno (Anderson, Sweeney & Williams, 2008, p. 93). Matemáticamente se representa con la siguiente expresión:

$$\sigma^2 = \frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Pérez y Gardey (2010) señalaron que la varianza es una medida de dispersión (variabilidad) de una variable con respecto a su valor medio. Indica el comportamiento que presentan las observaciones alrededor de la media.

### 2.1.3. DESVIACIÓN ESTÁNDAR

La desviación estándar se define como la raíz cuadrada de la varianza (Anderson, et al., 2008, p. 93). Se obtiene con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

A diferencia de la varianza, la desviación estándar mide la variación que presentan los datos de la muestra con respecto de la media en la misma unidad de cuenta, ya que a través de la racionalización elimina los cuadrados que se aplicaron a las desviaciones para obtener la varianza.

#### 2.1.4. COEFICIENTE DE VARIACIÓN

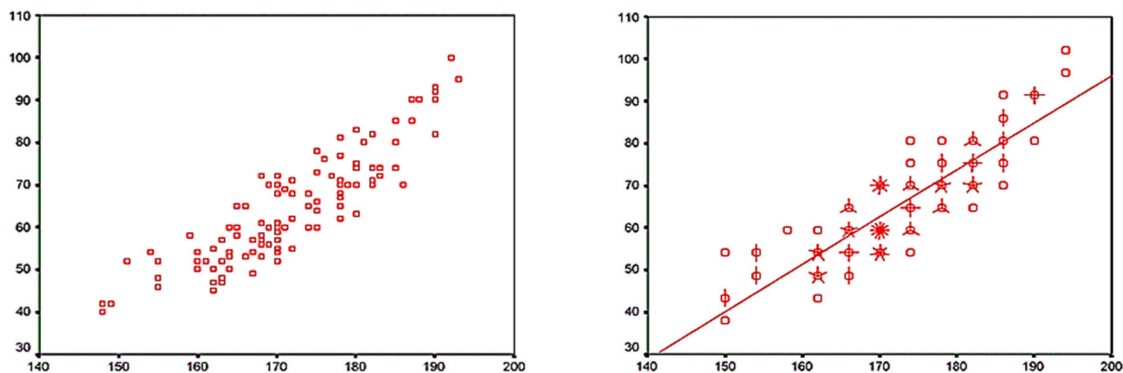
El coeficiente de variación es una medida relativa que proporciona una magnitud de la desviación estándar respecto de la magnitud de la media (Anderson, et al., 2008). Relaciona la desviación estándar y la media, expresando la desviación estándar como porcentaje de la media. Se calcula como resultado de la siguiente expresión:

$$Coef.Var. = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

#### 2.1.5. GRÁFICO DE DISPERSIÓN

Es la representación gráfica más útil para describir el comportamiento conjunto de dos variables en un solo diagrama (Martínez, 2014).

Gráfico 1. Ejemplos de diagramas de dispersión



Fuente: [http://www.ub.edu/aplica\\_infor/spss/cap3-7.htm](http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap3-7.htm).

También se conoce con el nombre de “nube de puntos”, donde cada caso representa pares ordenados de variables de la forma  $[(x_1, y_1), (x_2, y_2) \dots (x_n, y_n)]$ , representados gráficamente como puntos en un plano definido por las variables en análisis.

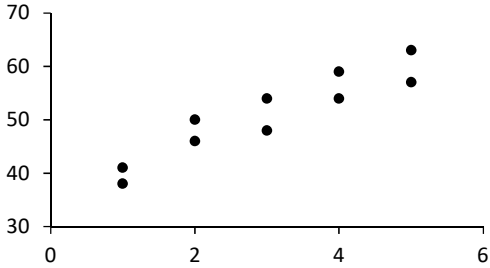
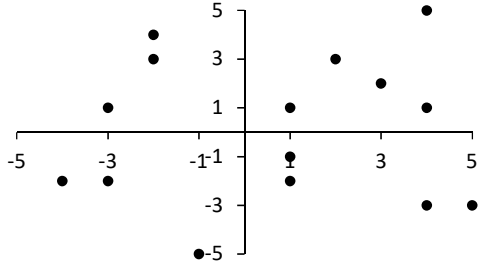
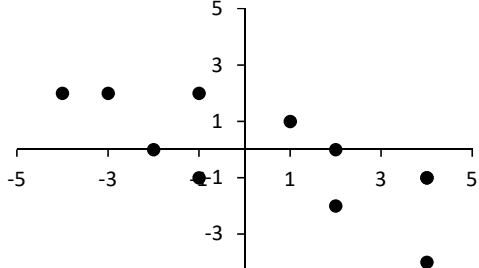
#### 2.1.6. COVARIANZA

En una muestra de tamaño "n" con observaciones ordenadas  $(x_1, y_1), (x_2, y_2) \dots (x_n, y_n)$ , la covarianza se define como:

$$Cov_{x,y} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n - 1}$$

Es una medida de la relación lineal entre dos variables (Anderson, et al., 2008, p. 112). Indica si existe una asociación positiva, negativa o inexistente entre dos conjuntos de datos, tal y como se observa en los siguientes gráficos:

**Gráfico 2.** Interpretación de la covarianza

<p><math>Cov_{x,y}</math> positiva: Relación lineal directa.</p>	
<p><math>Cov_{x,y}</math> aproximadamente igual a cero: No hay relación lineal entre las variables.</p>	
<p><math>Cov_{x,y}</math> negativa: Las variables presentan una relación inversa (cuando "x" crece "y" disminuye).</p>	

Fuente: Anderson, et al., 2008, p. 113.

No obstante, esta medida enfrenta el problema de que su valor depende de las unidades de medición empleadas; por ejemplo, si se analizara la relación del peso con la estatura, resultaría claro que la fuerza de relación es la misma si la estatura

se mide en pulgadas, que si se mide en pies. Sin embargo, al utilizar pulgadas como unidad de medida se incrementaría el valor del numerador de la expresión y, por ende, la covarianza sería mayor siendo que en realidad la relación no presentaría variación alguna (Anderson, et al., 2008).

#### 2.1.7. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

Es una medida de relación entre dos variables. A diferencia de la covarianza, no se ve afectada por las unidades de medición.

La correlación, también es conocida como coeficiente de correlación lineal (de Pearson). Es una medida de relación que pretende cuantificar el grado de variación conjunta entre dos variables (Peiro U., s.f.).

El coeficiente de correlación ( $r$ ) se define como:

$$r_{x,y} = \frac{Cov_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

Gujarati y Porter (2010, p. 813) señalan que el valor del coeficiente de correlación se sitúa en el intervalo  $(-1,1)$ , donde -1 indica una perfecta asociación negativa y 1 revela una perfecta asociación positiva.

#### 2.1.8. NÚMEROS ÍNDICE

Heath (2012, p. 8) indica que en términos de algebra lineal o matricial, un índice es un vector, donde sus componentes son valores de alguna variable a lo largo del tiempo.

Levin y Rubin (2004, p. 720) definen un número índice como un indicador que mide cuánto ha cambiado una variable con el paso del tiempo.

Un número índice se calcula encontrando el cociente del valor actual entre un valor denominado base, luego se multiplica el número resultante por cien, para expresar el índice como un porcentaje (Canales, s.f.):

$$I_t = \frac{V_{t+n}}{V_t} \cdot 100$$

La Bolsa Mexicana de Valores (2017) señala que existen tres tipos principales de números índices:

1. **Índice de precios:** Es el que más se utiliza, compara niveles de precios de un periodo a otro. El índice de precios al consumidor (IPC), clasificado por los gobiernos de los países, mide los cambios globales de precio de un conjunto de bienes y servicios al consumidor, y se usa para definir el costo de la vida.
2. **Índice de cantidad:** Mide cuánto cambia el número o la cantidad de una variable con el paso del tiempo.
3. **Índice de valor:** Mide los cambios en el valor monetario total, es decir, mide el cambio del valor en dinero de una variable.

#### 2.1.9. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Minitab (2017) en su página web define como prueba de hipótesis a una regla que especifica si se puede aceptar o rechazar una afirmación acerca de una población dependiendo de la evidencia proporcionada por una muestra de datos.

También se puede definir como una proposición o supuesto sobre los parámetros de una o más poblaciones (De la Torre, s.f.).

En una prueba de hipótesis se examinan dos hipótesis opuestas sobre una población. La primera se denomina hipótesis nula ( $H_0$ ), y es la afirmación sobre una o más características de poblaciones que al inicio se suponen ciertas (es decir, la “creencia a priori”). A la segunda le llama hipótesis alternativa ( $H_1$ ), y es la afirmación contradictoria a " $H_0$ " y esta generalmente es la hipótesis por investigar o la que el investigador desea comprobar.

Para realizar una prueba de hipótesis se sigue el siguiente procedimiento:

**Paso 1.** Planteamiento de la hipótesis: Una vez que se selecciona el parámetro

que se desea comprobar, se plantea  $H_0$  indicando el valor que podría tomar dicho parámetro  $y$ , de manera contraria se plantea  $H_1$ , indicando lo opuesto o lo contradictorio que se trazó para la hipótesis nula.

**Paso 2.** Elección de alpha: Se debe seleccionar un nivel de significancia que denote la probabilidad de error para la prueba de hipótesis. En palabras simples, la posibilidad de que la conclusión que se obtenga a través de la prueba sea falsa. Regularmente se utilizan niveles de significación del uno, cinco o diez por ciento.

**Paso 3.** Se debe encontrar calcular el estadístico asociado al parámetro que se desea comprobar, así como su valor crítico.<sup>14</sup>

**Cuadro 1.** Ejemplo de desarrollo de prueba de hipótesis

Tipo	Estadístico <sup>1</sup>	Probabilidad	Colas
Calculado	$t_{cal} = \dots$	$P_t = \dots$	Dos colas
		$P_{t_{1c}} = \dots$	Una cola
Valor crítico <sup>2</sup>	$t_{(\alpha, n-k)} = \dots$	$P_\alpha = \dots$	Dos colas
		$P_{(\alpha/2)} = \dots$	Una cola

Fuente: Elaboración propia.

1. Para este ejemplo se asume que la tabla aplica para una distribución t-student.
2. La expresión " $n - k$ " denota los grados de libertad del estadístico.

<sup>14</sup> En caso de que se trate de una distribución normal es el estadístico "Z". Para el caso de una distribución t-student sería el estadístico "t".



**Paso 4.** Se plantea una tabla de desarrollo para la prueba como la que se ilustra en el “Cuadro 1”, con base en sus respectivos estadísticos y probabilidades asociadas, la cual servirá para obtener las conclusiones requeridas:

**Paso 5.** Se obtiene una conclusión de aceptación o rechazo de la hipótesis nula, de acuerdo con las siguientes reglas, con lo cual se reconoce la veracidad de alguna de las dos hipótesis planteadas:

**Regla 1.** Si el estadístico calculado es mayor que el valor crítico, se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

**Regla 2.** Si la probabilidad del estadístico calculado es menor que la probabilidad de alpha, se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

Por lo tanto, al rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa, se concluye que el parámetro estimado es estadísticamente significativo de acuerdo con el valor de la muestra.

## 2.2. INSTRUMENTALES DE ECONOMETRÍA

Gujarati y Porter (2010, p. 1) citan a Tintner (1968, p. 74), quien define que la Econometría es resultado de cierta perspectiva sobre el papel que desempeña la economía, consiste en la aplicación de la Estadística Matemática a los datos económicos para dar soporte empírico a los modelos construidos por la Economía Matemática y obtener resultados numéricos.

Los mismos autores también citan a P.A. Samuelson, T.C. Koopmans y J.R.N. Stone (1954, pp. 141-146), quienes definen la Econometría como el análisis cuantitativo de fenómenos económicos reales, basados en el desarrollo simultáneo de la teoría y la observación, relacionados mediante métodos apropiados de inferencia.

En un sentido literal, la palabra compuesta Econometría, significa “medición económica”, y una manera sencilla y concisa de definirla dice que es la Ciencia Social

que aplica herramientas matemáticas, estadísticas y económicas, a los fenómenos económicos (García, 2010).

### 2.2.1. ANÁLISIS DE REGRESIÓN

En el análisis de regresión, la variable bajo estudio es explicada por una función única, lineal o no lineal, de un número de variables explicativas. La ecuación a menudo será dependiente del tiempo (es decir, el índice de tiempo aparecerá de manera explícita en el modelo), de modo que uno puede predecir la respuesta a través del tiempo de la variable bajo estudio ante los cambios en una o más de las variables explicativas (Pindyck & Rubinfeld, 2001).

Gujarati y Porter (2010, p. 15) sostienen que el análisis de regresión trata del estudio de la dependencia de una variable (variable dependiente) respecto de una o más variables (variables explicativas) con el objetivo de estimar o predecir la media o valor promedio poblacional de la primera en términos de los valores conocidos o fijos (en muestras repetidas) de las segundas.

### 2.2.2. REGRESIÓN LINEAL

De acuerdo con Levin y Rubin (2004), la regresión lineal se puede definir como el desarrollo de una ecuación de estimación que describe la relación entre dos variables. Su finalidad es estimar los valores de una variable con base en los conocidos de otra.

Para obtener la ecuación de regresión lineal, se utiliza el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), el cual se atribuye a Carl Friedrich Gauss (Gujarati & Porter, 2010).

El método de MCO indica que la ecuación que mejor se ajusta a un par de variables relacionadas se denota como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + u$$

Dónde “Y” representa la variable dependiente, la cual es función una “ $\beta_0$ ” (ordenada

al origen), más una “ $\beta_1$ ” que representa la pendiente respecto a la variable explicatoria “ $X$ ”, más un término de error estadístico “ $u$ ” (Martínez, 2014).

Los coeficientes beta del modelo se obtienen mediante las siguientes expresiones:

$$\beta_0 = \bar{Y} - \widehat{\beta}_1 \cdot \bar{X}_i \qquad \beta_1 = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum(X_i - \bar{X})^2}$$

El gorrito ( ^ ) sobre “ $\beta_1$ ” en la igualdad para “ $\beta_0$ ”, indica que se trata de un valor estimado.<sup>15</sup>

### 2.2.2.1. SUPUESTOS DEL MODELO

Antes de entrar en materia de los supuestos, vale la pena definir qué es un modelo:

*“Un modelo es aquel que proporciona una representación simplificada de la realidad para facilitar su comprensión. Se trata de una reducción del objeto de estudio a los elementos que mejor lo caracterizan y que son más significativos y esenciales, con el fin de relacionarlos y encontrar los lazos dinámicos que los unen (Ariño, 2013)”*

El modelo de regresión lineal parte de los siguientes supuestos:

**Supuesto 1.** El modelo de regresión es lineal en los parámetros.

**Supuesto 2.** Valores fijos de  $X$ , o valores  $X$  independientes del término de error: Los valores que toma la variable explicatoria pueden considerarse fijos en muestras repetidas o haber sido muestreados junto con la variable dependiente.

En el segundo caso se supone que las  $X$  y el término de error son independientes, esto es,  $Cov(X, \varepsilon) = 0$ .

---

<sup>15</sup> De aquí en adelante, cuando ( ^ ) se encuentre sobre alguna variable, se tomará como un valor estimado.

- Supuesto 3.** El valor medio del término de error es igual a cero (los errores siguen aproximadamente una distribución normal).
- Supuesto 4.** Homocedasticidad o varianza constante de  $\varepsilon$ : La varianza del término de error es la misma sin importar el valor de  $X$ .
- Supuesto 5.** No hay autocorrelación entre las perturbaciones (residuos): Dados dos valores cualesquiera de  $X$ ,  $X_i$  y  $X_j$  ( $i \neq j$ ), la correlación entre dos residuos cualesquiera es cero, es decir, estas observaciones se muestran de manera independiente.
- Supuesto 6.** El número de observaciones debe ser mayor que el número de parámetros (beta) por estimar.
- Supuesto 7.** La naturaleza de las variables  $X$ : No todos los valores  $X$  en una muestra determinada deben ser iguales. Técnicamente, su varianza debe ser un número positivo. Además, no puede haber valores atípicos de la variable  $X$ , es decir, valores muy grandes en relación con el resto de las observaciones.

### 2.2.3. ANÁLISIS DE VARIANZA

El análisis de varianza (ANOVA: Analysis of Variance «por sus siglas en inglés») es una metodología empleada para analizar la variación entre muestras y la variación al interior de estas mediante la determinación de varianzas (Walpole, et al., 2012).

De la Fuente (s.f., p. 2) señala que el análisis de varianza es un caso de aplicación de un contraste de hipótesis a un modelo lineal específico. Para ello, se toma en cuenta el modelo planteado, el cual será contrastado mediante una prueba de hipótesis, para la cual se deberá construir un estadístico de prueba (a partir de los datos muestrales) con una distribución conocida y el establecimiento de una región de aceptación y otra de rechazo dentro de su distribución.

En este análisis se denomina factor a la variable que supuestamente influye sobre la

variable estudiada, a la que se denomina dependiente.

### 2.2.3.1. ESTRUCTURA DE ANÁLISIS

Para realizar el análisis de varianza, se recurre al uso de la denominada “Tabla de ANOVA”, en la cual se muestran los datos necesarios para realizar la contrastación del modelo en estudio.

A continuación, se muestra su estructura y se proporciona la explicación:

**Cuadro 2.** Estructura de ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática <sup>(7)</sup>	Estadístico <sup>(8)</sup>
Factor	G-1 <sup>(1)</sup>	SCF <sup>(4)</sup>	$MCF = \frac{SCF}{G - 1}$	$F = \frac{MCF}{MCR}$  $R^2 = \frac{SCF}{SCT}$
Residual	N-G <sup>(2)</sup>	SCR <sup>(5)</sup>	$MCR = \frac{SCR}{N - G}$	
Total	N-1 <sup>(3)</sup>	SCT <sup>(6)</sup>	$MCT = \frac{SCT}{N - 1}$	

Fuente: De la Fuente, s.f., p. 6.

1. Se calcula como el número de coeficientes (G) que se estimarán mediante el modelo y se le resta uno. Esta columna se refiere a los grados de libertad (GL) de la fuente de variación, los cuales se refieren a la cantidad de información suministrada por los datos que se puede utilizar para estimar los valores de parámetros de población desconocidos y calcular la variabilidad de esas estimaciones. Este valor se determina según el número de observaciones de la muestra y el número de parámetros del modelo (Minitab, 2017).
2. Se obtiene restando al número de observaciones totales (N), el número de coeficientes a estimar mediante el modelo. Se refiere al número de observaciones que se pretende estimar libremente con el modelo.
3. Calculado como el número total de observaciones (N), menos uno. Determina los grados de libertad totales del modelo en estudio.

4. También conocido como Suma de Cuadrados de la Regresión (SCR), se obtiene al sumar los cuadrados de la diferencia de los valores estimados con el modelo, menos la media de los valores observados « $\sum(\hat{Y} - \bar{Y})^2$ ». Sirve para medir el grado de desviación que presentan las estimaciones respecto al valor medio de los datos observados.
5. También conocido como Suma de Errores al Cuadrado, se calcula como la sumatoria de los cuadrados de la diferencia de cada observación, menos el valor estimado con el modelo « $\sum(Y - \hat{Y})^2$ ». Se utiliza para medir la desviación que presentan los valores observados con respecto a las estimaciones.
6. La Suma de Cuadrados Totales se obtiene mediante la sumatoria de los cuadrados de la diferencia obtenida entre cada dato observado y el valor medio de los datos observados « $\sum(Y - \bar{Y})^2$ ». Otra manera de obtenerlo es simplemente sumando la SCF con la SCR. Proporciona el grado de desviación que presenta cada valor observado con respecto a la media de dichas observaciones.
7. Se utilizan para calcular las dispersiones promedio de los datos con respecto a los grados de libertad de cada fuente de variación.
8. Los estadísticos examinados en el análisis de varianza son los siguientes: 1) El estadístico “F”, el cual se utiliza para calcular la probabilidad (valor “p”), que se usará para tomar una decisión acerca de la significancia estadística de los términos y el modelo (Minitab, 2017). El valor “p” es una probabilidad que mide la evidencia en contra de la hipótesis nula. Las probabilidades más bajas proporcionan una evidencia más fuerte en contra de la hipótesis nula. Un valor de “F” lo suficientemente grande indica que el término o el modelo es significativo. La regla de decisión para aceptar o rechazar la  $H_0$  es la siguiente: si el estadístico calculado es mayor que su valor crítico, se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . Una segunda regla de aceptación o rechazo de las hipótesis es la siguiente: si la probabilidad del estadístico calculado es menor que la

probabilidad de alpha, se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ . 2) El segundo estadístico es el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), el cual señala la bondad de ajuste que posee el modelo con respecto a las variaciones en la pendiente o variable explicatoria o, dicho de otro modo, el porcentaje de las variaciones en la variable endógena que son explicadas por el modelo.

Adicionalmente, mediante el análisis de varianza se pueden contrastar individualmente los coeficientes del modelo a través de la prueba “*t-student*”. Para dicha prueba, se sigue tal cual el planteamiento de las reglas de aceptación o rechazo propuesto para las hipótesis planteadas para el caso de los coeficientes del modelo.

Con el software Econometric Views (Eviews), se extraer la tabla de ANOVA explicada en el presente apartado y la extensión que incluye la prueba “*t-student*”, obteniendo un esquema como el que se ejemplifica a continuación:

**Cuadro 3.** Salida de ANOVA en Eviews

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TC	0.189783	0.020813	9.118612	0.0000
C	90.76505	2.442429	37.16180	0.0000

Fuente: Elaboración propia en Eviews

En el “Cuadro 3” se muestran los valores estimados de los coeficientes de un modelo arbitrario, los errores típicos que indican cuánto se apartan los valores de la media de la muestra, los estadísticos de prueba para contrastar los coeficientes del modelo y sus respectivas probabilidades asociadas. Por tanto, solo faltaría asignar un nivel de significación (alpha) para poder someter a una prueba de hipótesis, dichos coeficientes.

#### 2.2.4. INTERVALO DE CONFIANZA

Un intervalo de confianza es un rango de valores, derivado de los estadísticos de la muestra, que posiblemente incluya el valor de un parámetro de población desconocido (Minitab, 2017).

Gujarati y Porter (2010, pp. 109 - 110) señalan que para construir intervalos de confianza para los coeficientes  $\beta_0$  y  $\beta_1$ , se puede utilizar la distribución *t-student*, de la siguiente manera:

$$\Pr(-t_{\alpha/2} \leq t \leq t_{\alpha/2}) = 1-\alpha$$

Donde el valor “t” en el centro de la desigualdad es el valor “t” dado por:

$$t = \frac{\widehat{\beta}_1 - \beta_1}{ee(\widehat{\beta}_1)} = \frac{\text{Estimador} - \text{Parámetro}}{\text{Error estándar estimado del estimador}} = \frac{(\widehat{\beta}_1 - \beta_1) \sqrt{\sum x_i^2}}{\hat{\sigma}}$$

Donde  $ee(\widehat{\beta}_1)$  se refiere al error estándar estimado. Por lo tanto, la variable “t” definida de tal modo, sigue una distribución *t-student* con  $n - 2gl$ .

A su vez, el valor  $t_{\alpha/2}$ , es el valor de la variable “t” obtenida de la distribución *t-student* para un nivel de significancia de  $\alpha/2$  y  $n - 2gl$ ; se denomina “valor crítico t” a un nivel de significancia  $\alpha/2$ . Por lo tanto, sustituyendo el valor de “t” en la desigualdad se obtiene:

$$\Pr \left[ -t_{\alpha/2} \leq \frac{\widehat{\beta}_1 - \beta_1}{ee(\widehat{\beta}_1)} \leq t_{\alpha/2} \right] = 1-\alpha$$

Donde reorganizando términos se llega a:

$$\Pr \left[ \widehat{\beta}_1 - t_{\alpha/2} ee(\widehat{\beta}_1) \leq \beta_1 \leq \widehat{\beta}_1 + t_{\alpha/2} ee(\widehat{\beta}_1) \right] = 1-\alpha$$

Esta última expresión proporciona un intervalo de confianza para  $\beta_1$  de  $100(1-\alpha)\%$ , que se escribe en forma más compacta como:

$$\widehat{\beta}_1 \pm t_{\alpha/2} ee(\widehat{\beta}_1)$$

De manera análoga se obtiene el intervalo de confianza para  $\beta_0$ , argumentando:

$$\Pr \left[ \widehat{\beta}_0 - t_{\alpha/2} ee(\widehat{\beta}_0) \leq \beta_0 \leq \widehat{\beta}_0 + t_{\alpha/2} ee(\widehat{\beta}_0) \right] = 1-\alpha$$

O, en forma más compacta:



$$\widehat{\beta}_0 \pm t_{\alpha/2} ee(\beta_0)$$

Nótese que en ambos casos la amplitud del intervalo de confianza es proporcional al error estándar del estimador; es decir, entre más grande sea el error estándar, más amplio será el intervalo de confianza. En palabras, mientras más grande sea el error estándar del estimador, mayor será la incertidumbre de pronosticar el verdadero valor del parámetro desconocido. Así, el error estándar de un estimador suele describirse como una medida de la precisión del estimador (es decir, con qué precisión mide el estimador al verdadero valor poblacional).

### 2.2.5. ELASTICIDAD

La elasticidad mide el efecto en la variable dependiente de un cambio de uno por ciento en una variable independiente. La elasticidad de  $Y$  con respecto a  $X$ , es el porcentaje de cambio en la variable  $Y$ , dividido entre el porcentaje de cambio en la variable  $X$  (Pindyck & Rubinfeld, 2001, p. 102).

La elasticidad no es constante, sino que cambia cuando se mide en diferentes puntos a lo largo de la línea (curva) de regresión. Se puede representar mediante la siguiente notación:

$$\varepsilon = \frac{\frac{\Delta Y}{Y}}{\frac{\Delta X}{X}} = \frac{\Delta Y}{\Delta X} \cdot \frac{X}{Y} = \beta_1 \left(\frac{X}{Y}\right)^*$$

El asterisco sobre  $(X/Y)$  indica que la elasticidad es variable: depende del valor tomado por  $X$  o por  $Y$ , o por ambas. En la práctica, cuando no se especifican los valores de  $X$  y de  $Y$ , es muy frecuente medir estas elasticidades con sus valores medios, es decir,  $\bar{X}$  y  $\bar{Y}$  (Gujarati & Porter, 2010, p. 173).

Pindyck y Rubinfeld (2001) indican que, si se trabaja con un modelo expresado en términos logarítmicos, como el que se presenta a continuación, el coeficiente  $\beta_1$  mide directamente la elasticidad de la variable dependiente con respecto a la explicatoria.

$$\ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_i + u$$

### 2.2.6. HETEROCEDASTICIDAD

Gujarati y Porter (2010, p. 365) señalan que un supuesto importante del modelo de regresión lineal es que la varianza de cada término de error ( $u_i$ ), condicional a los valores seleccionados de las variables explicativas, es algún número constante igual a la varianza de la población o muestra en estudio ( $\sigma^2$ ). Éste es el supuesto de homoscedasticidad, o igual (homo) dispersión (cedasticidad), es decir, igual varianza.

Cuando en un modelo, la varianza de cada término de error difiere al de la población o muestra en análisis, se dice que hay presencia de heterocedasticidad, o diferente (hetero) dispersión (cedasticidad); dicho de otro modo, diferente varianza.

Siguiendo con Gujarati y Porter (2010, pp. 366 - 368), existen diversas razones por las cuales las varianzas de cada término de error puedan ser variables, algunas de ellas son:

1. Con base en los modelos de aprendizaje de los errores, a medida que la gente aprende, disminuyen sus errores de comportamiento con el tiempo. En este caso, se espera que la varianza se reduzca.
2. A medida que mejoran las técnicas de recolección de datos, es probable que la varianza se reduzca.
3. La heteroscedasticidad también surge por la presencia de datos atípicos. Una observación atípica es la que es muy diferente (muy pequeña o muy grande) en relación con las demás observaciones en la muestra. De manera más precisa, un dato atípico es una observación que proviene de una población distinta a la que genera las demás observaciones de la muestra. La inclusión o exclusión de una observación de este tipo, en especial si el tamaño de la muestra es pequeño, puede alterar sustancialmente los resultados del análisis de regresión.
4. Otra fuente de heteroscedasticidad surge del hecho de que se omitan del

modelo algunas variables importantes.<sup>16</sup>

5. Otra causa de la heteroscedasticidad es la asimetría<sup>17</sup> en la distribución de una o más regresoras<sup>18</sup> incluidas en el modelo.

La presencia de heterocedasticidad en un modelo econométrico trae como consecuencia los siguientes puntos:

1. Las regresoras del modelo ya no son óptimos, aunque sí lineales e insesgados.
2. La contrastación elaborada (pruebas de hipótesis) para las variables explicatorias ya no es válida.
3. Como las varianzas de los errores no son constantes, el modelo va a dar más importancia a las observaciones que tienen mayor varianza (y viceversa).

#### 2.2.6.1. DETECCIÓN DE HETEROCEDASTICIDAD: PRUEBA DE WHITE

En los estudios de Economía, es frecuente que sólo haya un valor muestral "Y" correspondiente a un valor particular de "X". Por consiguiente, no hay forma de conocer la varianza a partir de una sola observación de "Y". Así, en la mayoría de las investigaciones econométricas, la heteroscedasticidad puede ser un asunto de intuición, de conjeturas refinadas, de un trabajo basado en experiencia empírica previa o de pura especulación (Gujarati & Porter, 2010, p. 376).

---

<sup>16</sup> Por ejemplo, si en la función de demanda de un bien, no se incluyen los precios de los bienes complementarios o con los que compite (sesgo de variable omitida), los residuos de la regresión pueden dar la clara impresión de que la varianza del error no es constante. Pero si se incluyen en el modelo las variables omitidas, esa impresión puede desaparecer.

<sup>17</sup> En Economía, un ejemplo de asimetría es la distribución del ingreso y la riqueza en la mayoría de las sociedades, la cual es desigual, puesto que la mayor parte del ingreso o la riqueza está en manos de unos cuantos individuos pertenecientes a los estratos superiores.

<sup>18</sup> Por regresoras, entiéndase las variables explicatorias, independientes o exógenas del modelo.

Dicho lo anterior, a través de la Prueba de White o Test de White es posible conocer la presencia o no de Heterocedasticidad.<sup>19</sup>

De acuerdo con Gujarati y Porter (2010, p. 387) la idea básica a considerar se basa en el siguiente modelo:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u$$

Para realizar la Prueba de White es necesario efectuar los siguientes pasos:

**Paso 1.** Dada la información necesaria para el modelo, se debe estimar la regresión y a continuación se deben obtener los residuos  $\hat{u}_i$ , utilizando los coeficientes estimados junto con cada  $X_i$ .

**Paso 2.** Efectuar la siguiente regresión auxiliar:

$$\hat{u}_i^2 = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 X_{3i} + \alpha_4 X_{2i}^2 + \alpha_5 X_{3i}^2 + \alpha_6 X_{2i} X_{3i} + v_i$$

Dicho de otra forma, con el cuadrado de los residuos de la regresión original se hace la regresión sobre las regresoras "X" originales, sobre sus valores al cuadrado y sobre el los productos cruzados de las regresoras. Nótese que hay un término constante en la ecuación, aunque la regresión original puede o no contenerlo.

**Paso 3.** Obtener  $R^2$  de la regresión auxiliar.

**Paso 4.** Según la hipótesis nula de que no hay heteroscedasticidad, puede demostrarse que el tamaño de la muestra ( $n$ ) multiplicado por el  $R^2$  obtenido de la regresión auxiliar, asintóticamente sigue la distribución ji cuadrada con grados de libertad igual al número de regresoras (sin el

---

<sup>19</sup> Cabe mencionar que no es el único método que existe para detectar la presencia de heterocedasticidad en un modelo econométrico; sin embargo, para los fines del presente trabajo únicamente se utilizará esta metodología, que en la práctica es de las más utilizadas. Asimismo, también existen test gráficos donde a simple vista se busca un patrón heterocedástico, pero de igual forma, no se tocarán al optar por el método formal de White.

término constante) en la regresión auxiliar; es decir:

$$n \cdot R^2 \underset{asin}{\sim} X_{gl}^2$$

**Paso 5.** Si el valor ji cuadrado obtenido en la expresión señalada en el inciso anterior (lado izquierdo de la aproximación) excede al valor ji cuadrada crítico en el nivel de significancia seleccionado (lado derecho de la aproximación), la conclusión es que hay heteroscedasticidad. Si éste no excede el valor ji cuadrada crítico, no hay heteroscedasticidad, lo cual quiere decir que en la regresión auxiliar:  $\alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4 + \alpha_5 + \alpha_6 = 0$ .

#### 2.2.6.2. CORRECCIÓN DE LA HETEROCEDASTICIDAD

La heteroscedasticidad no destruye las propiedades de insesgamiento y consistencia de los estimadores de MCO; sin embargo, éstos ya no son eficientes, ni siquiera asintóticamente (es decir, en muestras grandes). Esta falta de eficiencia resta credibilidad a los procedimientos habituales de pruebas de hipótesis. Por consecuencia, es necesario introducir medidas correctivas (Gujarati & Porter, 2010, p. 389).

Pindyck y Rubinfeld (2001, p. 153) exponen una técnica de estimación apropiada (la cual es insesgada, consistente y eficiente) en dos casos conceptualmente separados, para corregir el problema de la heterocedasticidad.

El primer caso es cuando se conoce la varianza del error; es un caso muy raro y ocasional en el trabajo econométrico, puesto que requiere de la existencia de una gran cantidad de información y conocimiento previo que permita realizar el cálculo de la varianza.<sup>20</sup>

El segundo caso se da cuando las varianzas del error varían en forma directa con una variable independiente. Se asume la posibilidad de la existencia de una relación entre

---

<sup>20</sup> Por tal motivo y para los fines del presente trabajo no se tocará dicha metodología.

las varianzas del error y los valores de una de las variables explicativas en el modelo de regresión. De manera específica, se supone que:

$$Var(u_i) = cX_{2i}^2$$

Donde "c" es una constante diferente de cero y  $X_{2i}$  es una observación en una de las variables independientes en el modelo de regresión lineal general:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i$$

Procediendo como si las varianzas fueran conocidas se redefinen las variables en la ecuación anterior de la siguiente manera:<sup>21</sup>

$$Y_i^* = \frac{Y_i}{X_{2i}} \quad X_{ji}^* = \frac{X_{ji}}{X_{2i}} \quad j = 1, 2, \dots, k \quad u_i^* = \frac{u_i}{X_{2i}}$$

Por lo que la regresión transformada es:

$$\frac{Y_i}{X_{2i}} = \beta_1 \frac{1}{X_{2i}} + \beta_2 + \beta_3 \frac{X_{3i}}{X_{2i}} + \dots + \beta_k \frac{X_{ki}}{X_{2i}} + \frac{u_i}{X_{2i}}$$

Se puede ver que el término del error transformado es homocedástico, dado que:

$$Var(u_i^*) = Var\left(\frac{u_i}{X_{2i}}\right) = \frac{1}{X_{2i}^2} Var(u_i) = c$$

Es de observar que en este caso el término del intercepto original se ha convertido en un término variable, mientras que el parámetro de pendiente asociado con la variable  $X_2$  se ha convertido en el nuevo término de intercepto. Los estimados de regresión de mínimos cuadrados ordinarios de los parámetros en la ecuación transformada producirán los estimados de parámetros apropiados (eficientes), en vista de que los errores en la ecuación transformada son homocedásticos.

Respecto a la bondad de ajuste, Pindyck y Rubinfeld (2001, p. 157) señalan que el  $R^2$

---

<sup>21</sup> El valor de la constante "c" no afecta el valor de mínimos cuadrados ponderados.

obtenido mediante este caso<sup>22</sup> suele ser menor al obtenido en la regresión original. La disminución del coeficiente de determinación no debe tomarse como un indicio de que la corrección de la heterocedasticidad fue incorrecta, ya que este procedimiento implica el uso de una variable dependiente transformada. Por consiguiente, la  $R^2$  obtenida no proporciona una medida útil de la bondad de ajuste para el modelo.

La medida que los mismos autores recomiendan para medir la bondad de ajuste se obtiene al utilizar los coeficientes estimados en forma eficiente para estimar los valores ajustados de la variable dependiente ( $\hat{Y}_i$ ) y con ello, obtener el cuadrado de la correlación entre  $Y_i$  y  $\hat{Y}_i$ .

#### 2.2.7. PRUEBA DE NORMALIDAD

Como se vio previamente, uno de los supuestos del modelo de MCO es que sus residuos se distribuyen normalmente. Para medir este supuesto, se utilizó la prueba de normalidad Jarque-Bera (JB).

C.M. Jarque y A.K. Bera (1987) citados en Gujarati y Porter (2010, p. 131 y 132) desarrollaron una prueba que calcula la asimetría y curtosis de los residuos del modelo de regresión lineal. Para ello se utiliza el siguiente estadístico de prueba:

$$JB = n \left[ \frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right]$$

Donde “ $n$ ” representa el tamaño de la muestra, “ $S$ ” el coeficiente de asimetría y “ $K$ ” el coeficiente de curtosis. Para una variable normalmente distribuida  $S = 0$  y  $K = 3$ . Por lo tanto, la prueba JB constituye una prueba de hipótesis conjunta de que  $S$  y  $K$  son 0 y 3, respectivamente. En este caso se espera que el estadístico JB sea igual a cero.

La prueba se plantea bajo el siguiente esquema:

---

<sup>22</sup> A este caso también se le conoce como Mínimos Cuadrados Ponderados.

$H_0$ : Los errores se distribuyen de manera normal.

$H_1$ : Los errores no siguen una distribución normal.

#### 2.2.8. AUTOCORRELACIÓN

Gujarati y Porter (2010, p. 413) citan a Maurice G. Kendall y William R. Buckland, quienes indican que la autocorrelación se define como la “correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo (como en datos de series de tiempo) o en el espacio (como en datos de corte transversal). En el modelo de regresión lineal se supone que no existe autocorrelación entre los errores del modelo matemáticamente se denota como sigue:

$$\text{cov}(u_i, u_j | x_i, x_j) = E(u_i u_j) = 0 \quad i = j$$

En concreto, el modelo clásico supone que el término de perturbación relacionado con una observación cualquiera no recibe influencia del término de perturbación relacionado con cualquier otra observación.

Para efectos del presente trabajo, con la finalidad de detectar la presencia de autocorrelación en los modelos que se estimarán más adelante, se utilizará la “prueba Breusch-Godfrey (BG)”.

T.S. Breusch y L.G. Godfrey (1978) citados en Gujarati y Porter (2010, pp. 438-440) desarrollaron la prueba BG, la cual es general porque permite aplicarse a: 1) regresoras no estocásticas, 2) esquemas autorregresivos de orden superior<sup>23</sup>, y 3) promedios móviles simples o de orden superior de los términos de error de ruido blanco. La prueba BG también es conocida como ML, puesto que se basa en un mecanismo de multiplicadores de Lagrange. Su metodología se desarrolla como sigue:

Sea el modelo de regresión de dos variables (aunque el proceso es extensivo a “ $n$ ” variables), e incluso pudiéndose extender a modelos donde se apliquen valores

---

<sup>23</sup> Como por ejemplo los modelos AR(1) y AR(2), etc.



rezagados de la variable endógena:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u$$

Asumiendo que el término de error sigue el esquema autorregresivo de orden  $p$ ,  $AR(p)$ , del siguiente modo:

$$u_t = \rho_1 u_{t-1} + \rho_2 u_{t-2} + \dots + \rho_p u_{t-p} + \varepsilon_t$$

Donde  $\varepsilon_t$  es un término de error de ruido blanco.

La hipótesis nula a demostrar es:

$$H_0 = \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_p = 0$$

En palabras, no existe correlación de ningún orden. Para realizar la prueba BG, se deben aplicar los siguientes pasos:

**Paso 1.** Estimar el modelo regresión mediante MCO.

**Paso 2.** Correr la regresión de  $\hat{u}_t$  sobre la  $X_t$  original (incluir todas las variables explicatorias en caso de que existan más de una) y  $\hat{u}_{t-1}, \hat{u}_{t-2}, \dots, \hat{u}_{t-p}$ , donde estos últimos son los valores rezagados de los residuos estimados en el paso uno. Concretamente, se debe correr la siguiente regresión y obtener su coeficiente de determinación:

$$\hat{u}_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_t + \hat{\rho}_1 \hat{u}_{t-1} + \hat{\rho}_2 \hat{u}_{t-2} + \dots + \hat{\rho}_p \hat{u}_{t-p} + \varepsilon_t$$

**Paso 3.** Para muestras grandes, Breusch y Godfrey demostraron que:

$$(n - p)R^2 \sim \chi_p^2$$

Es decir, asintóticamente,  $n - p$  veces el valor del coeficiente de determinación obtenido, sigue la distribución ji cuadrada en el nivel de significancia  $p$  gl. Si al aplicar la prueba,  $(n - p)R^2$ , excede al valor crítico ji cuadrada en el nivel de significancia seleccionado, se rechaza la hipótesis nula, en cuyo caso, por lo menos una  $\rho$  en el esquema

autorregresivo de orden  $AR(p)$  es significativamente diferente de cero.<sup>24</sup>

#### 2.2.9. SERIES DE TIEMPO

Una serie de tiempo se define como un conjunto de observaciones secuenciales de una variable, que son recopiladas a través del tiempo (Martínez, 2016).

Una segunda definición es la que se da en el portal de Minitab (2017), donde se señala que una serie de tiempo es una secuencia de observaciones sobre intervalos de tiempo separados de manera regular (datos mensuales, trimestrales, diarios, anuales...).

Una serie de tiempo se compone por los siguientes elementos:<sup>25</sup>

**Tendencia:** Es la trayectoria a largo plazo que sigue una serie tendiendo a aumentar o disminuir (tendencia creciente o tendencia decreciente).

**Estacionalidad:** Fluctuación periódica en las series de tiempo dentro de un período determinado. Estas fluctuaciones forman un patrón que tiende a repetirse de un período estacional al siguiente. Se presenta en series con periodicidad menor a un año.

**Ciclo:** Largas desviaciones de la tendencia debido a factores diferentes de la estacionalidad. Los ciclos por lo general se producen durante un intervalo de tiempo extenso, y los

---

<sup>24</sup> El procedimiento para realizar esta prueba se simplifica al utilizar Eviews. Una vez obtenida la regresión objetivo del estudio, se aplica el siguiente comando: View/Residual Diagnostics/Serial Correlation LM Test/se dejan los lags que por default arroja el programa/Ok. De este modo se obtiene la tabla de análisis correspondiente.

<sup>25</sup> Tomado de: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/time-series/supporting-topics/basics/what-is-a-time-series/>.

tiempos que transcurren entre los picos o valles sucesivos de un ciclo no necesariamente son iguales.

**Movimiento** Es el movimiento que queda después de explicar los **irregular:** movimientos de tendencia, estacionales y cíclicos. También se concibe como ruido aleatorio o error en una serie de tiempo.

#### 2.2.9.1. SUAVIZAMIENTO DE UNA SERIE DE TIEMPO

Suavizar una serie de tiempo consiste en quitar las variaciones ocasionadas por el movimiento irregular, eliminando a través de alguna metodología los picos que se observan en la serie analizada (Rodríguez, 2000).

Muñoz y Kikut (1994, p. 8) citan a Kydland y Prescott (1990) quienes señalaron que las técnicas de suavizamiento deben incluir las siguientes características:

1. La tendencia de la serie debe ser, aproximadamente, la curva que se dibujaría a "mano alzada" sobre el gráfico de la serie original en función del tiempo.
2. La tendencia debe ser una transformación lineal de la serie en tratamiento.
3. El tamaño de la muestra no debe alterar significativamente el valor de las desviaciones cíclicas en una observación dada, excepto posiblemente cerca del final del período muestral.
4. El modelo debe estar bien definido, libre de juicio y ser fácilmente reproducible.

Existen diversos métodos de suavizamiento de series de tiempo, como lo son el de promedios móviles, suavizamiento exponencial, el enfoque multiplicativo<sup>26</sup> o aditivo,

---

<sup>26</sup> Dada la popularidad, facilidad de cálculo y las múltiples aplicaciones que tiene en la práctica profesional o de investigación, para efectos del presente trabajo se utilizará el enfoque multiplicativo de suavizamiento y descomposición de series de tiempo.

correspondientes al análisis clásico de series de tiempo, el método Holt - Winters...

#### 2.2.9.1.1. ENFOQUE MULTIPLICATIVO

Es uno de los métodos más utilizados en la práctica. Señala que una serie de tiempo es producto de sus componentes. Se representa mediante la siguiente notación (Rodríguez, 2000):

$$Y_t = T \cdot C \cdot E \cdot I$$

Este enfoque asume que los componentes están interrelacionados. Si la variabilidad y el nivel dependen entre sí, los elementos de la serie se combinan de forma multiplicativa. Por consecuencia, con la finalidad de suavizar la serie se debe quitar el efecto estacional que se presenta en ella, obteniendo una ecuación bajo la siguiente expresión:

$$\frac{Y_t}{E} = C \cdot T \cdot I$$

Para conseguir desestacionalizar una serie bajo este enfoque, se siguen los siguientes pasos:

**Paso 1.** Se obtiene el promedio móvil<sup>27</sup> de la serie, el cual representa el componente de tendencia - ciclo de esta. Matemáticamente se describe como:

$$T \cdot C = \frac{Y_t}{E \cdot I} = \mu_{Móvil}$$

**Paso 2.** Se obtiene el componente estacional - irregular de la serie expresado bajo la siguiente notación:

---

<sup>27</sup> Es la media aritmética que se obtiene eliminando la observación más antigua y adicionando una más reciente.

$$E \cdot I = \frac{Y_t}{Tx\bar{C}}$$

Donde el segundo miembro de la ecuación se conoce como razón a promedio móvil, el cual se calcula como la razón que existe entre cada observación de la serie y el dato de tendencia - ciclo, el cual se calculó en el paso anterior

**Paso 3.** Se obtiene el promedio de las razones a promedio móvil tomando en cuenta su periodicidad.<sup>28</sup> Los promedios obtenidos se denominan índices de estacionalidad y señalan en qué período se encuentra el mayor grado de estacionalidad en la serie; por otra parte, su cálculo implica la eliminación del componente irregular de la serie.

**Paso 4.** Finalmente, se divide cada observación original  $Y_t$ , obteniendo con ello desestacionalización de la serie o, dicho de otra forma, una serie suavizada. Algebraicamente se puede describir como sigue:

$$\frac{Y_t}{E} = CxTxI$$

El procedimiento para suavizar una serie bajo la metodología descrita en este apartado se puede realizar muy fácilmente con la ayuda del software Eviews.

#### 2.2.9.2. ORDEN DE INTEGRACIÓN

El orden de integración se refiere al número de veces que se debe diferenciar una serie de tiempo (calcular sus diferencias) para convertirla en una serie estacionaria (Mata, 2004).

Se dice que una serie de tiempo es de orden "d",  $I \sim (d)$ , si después de diferenciarla

---

<sup>28</sup> Tomar en cuenta la periodicidad significa que, si la serie es trimestral, se obtendrán los promedios de todos los primeros trimestres de cada año, los promedios de los segundos, y así sucesivamente.

” $d$ ” veces se convierte en una serie estacionaria.

Una serie de tiempo es estacionaria cuando su media y su varianza no cambian con el tiempo, y tampoco siguen una tendencia, es decir, tiende a fluctuar alrededor de una constante. Por el contrario, una serie de tiempo es no estacionaria, si su valor medio cambia con el paso de tiempo y presentan tendencia.<sup>29</sup>

Mata (2004) cita al Profesor Clive Granger (Nobel de Economía, 2003), quien señala que utilizar series no estacionarias para efectuar desarrollos econométricos puede resultar en la obtención de resultados espurios (incorrectos), al encontrarse con regresiones que representan relaciones con alto nivel de significancia estadística, los cuales se ven respaldados por altos niveles de bondad de ajuste, siendo que realmente no existe relación estadística entre las variables en estudio.

Las series que son estacionarias sin diferenciarlas se denominan  $I\sim(0)$  o de ruido blanco. Si se calcula la primera diferencia de una serie y ésta se vuelve estacionaria, se dice entonces que su orden de integración es  $I\sim(1)$  y sigue una caminata aleatoria (*random walk*). Si la integración se consigue al diferenciar la serie en dos ocasiones, se dice que la serie está integrada en orden dos  $I\sim(2)$ . Si una combinación lineal de dos variables con orden de integración  $I\sim(1)$  genera errores  $I\sim(0)$ , se dice que las variables están cointegradas. Si dos variables se encuentran integradas en diferente orden, no habrá cointegración (Mata, 2004).

### 2.2.9.3. PRUEBA DICKEY-FULLER (DF)

Es una prueba estadística que permite detectar si una serie de tiempo es o no estacionaria (Gujarati & Porter, 2010). Fue desarrollada por David Dickey y Wayne Fuller en 1979 (Pindyck & Rubinfeld, 2001).

---

<sup>29</sup> Es importante tener en cuenta que la mayoría de las series de tiempo económicas son no estacionarias, ya que al tratarse de fenómenos puramente influenciados por decisiones de los humanos toman un carácter estocástico.

Gujarati y Porter (2010, p. 755) citan a Dickey y Fuller (1979), quienes sugieren unas ecuaciones para detectar o no la presencia de raíces unitarias y por consecuencia, detectar de qué tipo es la serie en estudio. Las ecuaciones que plantean permiten analizar las distintas posibilidades en que puede presentarse una serie de tiempo. Se denotan bajo la siguiente notación matemática:

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + u_t \quad \text{-----} \quad Y_t \text{ es una caminata aleatoria.}$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \delta Y_{t-1} + u_t \quad \text{-----} \quad Y_t \text{ es una caminata aleatoria con intercepto.}$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta t + \delta Y_{t-1} + u_t \quad \text{-----} \quad Y_t \text{ es una caminata aleatoria con intercepto y tendencia.}$$

La prueba se plantea de la siguiente manera:

Hipótesis nula:  $H_0: \delta = 0$  (es decir, existe una raíz unitaria, la serie de tiempo es no estacionaria o tiene tendencia estocástica).

Hipótesis alternativa:  $H_1: \delta < 0$  (es decir, la serie de tiempo es estacionaria, posiblemente alrededor de una tendencia determinística).

Si se rechaza  $H_0$ , esto significa que **1)**  $Y_t$  es estacionaria con media cero en el caso de la primera ecuación planteada o **2)**  $Y_t$  es estacionaria con una media distinta de cero en el caso de la ecuación con caminata aleatoria con intercepto. Para el caso del modelo con intercepto y tendencia se puede probar que  $\delta < 0$  (no hay tendencia estocástica) y  $\alpha \neq 0$  (existe una tendencia determinista) simultáneamente, mediante la prueba  $F$  pero con los valores críticos tabulados por Dickey y Fuller.<sup>30</sup>

2.2.9.4. COINTEGRACIÓN Y MECANISMO DE CORRECCIÓN DE ERROR

Gujarati y Porter señalan que aplicar una regresión de una serie de tiempo no

---

<sup>30</sup> La aplicación de la prueba DF se puede realizar muy fácilmente corriéndola en Eviews y tomando las reglas de decisión de aceptación y rechazo para las pruebas de hipótesis.

estacionaria, sobre otra no estacionaria, puede causar una regresión espuria; esta es una razón sumamente importante por la que hay que probar si las series en estudio siguen una caminata aleatoria [ $I \sim (0)$ ].

Para evitar incurrir en tal error en caso de que una prueba falle al rechazar la hipótesis de caminata aleatoria (prueba DF), se puede diferenciar la serie en cuestión antes de usarla en una regresión.<sup>31</sup> En este sentido, Pindyck y Rubinfeld (2001) hacen referencia a Engle y Granger (1987), quienes desarrollaron un método para evitar incurrir en la elaboración de regresiones espurias. La metodología sigue el siguiente orden:

Sean  $Y_t$  y  $X_t$  dos series de tiempo, que después de aplicarles la prueba DF se determinó que poseen orden de integración de primer orden. Posteriormente se ejecuta la siguiente regresión, la cual se denomina regresión cointegrante:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t$$

Luego, se evalúa el orden de integración de la serie estimada del término de error, y si resulta estacionaria implicará que las variables se encuentran cointegradas, es decir, que varían una en función de la otra y que realmente presentan dependencia estadística en el largo plazo.<sup>32</sup>

Una vez que se demuestra que las series en análisis se encuentran cointegradas, podría ser el caso de que existan desequilibrios en el corto plazo. Por consecuencia se aplicará la ecuación econométrica denominada “Mecanismo de Corrección de Errores (MCE)”, con la cual se espera que se corrijan dichas vacilaciones en el

---

<sup>31</sup> Cabe mencionar que, si se diferencia una serie para efectuar una regresión, ambas series deben estar planteadas bajo el mismo orden de integración para poder aplicarles la metodología de regresión.

<sup>32</sup> En términos económicos, dos variables serán cointegradas si existe una relación de largo plazo, o de equilibrio, entre ambas (Pindyck & Rubinfeld, 2001, p. 762).



horizonte corto. La ecuación sigue la siguiente notación:<sup>33</sup>

$$\Delta Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 \Delta X_t + \alpha_3 u_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde  $\varepsilon_t$  es un término de error de ruido blanco y  $u_{t-1}$  es el valor rezagado del término de error del modelo. La ecuación establece que  $\Delta Y_t$  depende de  $\Delta X_t$  y también del término de error de equilibrio. Si este último es igual a cero, el modelo no está en equilibrio.<sup>34</sup> Por otra parte, se espera que el valor de " $\alpha_3$ " sea negativo, para que por consecuencia  $\alpha_3 u_{t-1}$  sea negativo con la finalidad de que si una variable se encuentra por encima de su nivel de equilibrio, su valor comience a disminuir en cada período hasta que se logre reestablecer el equilibrio: en otras palabras, el valor de " $\alpha_3$ ", determina la velocidad con la que se reestablece el equilibrio entre el corto y el largo plazo.<sup>35</sup>

Finalmente, de acuerdo con Martínez (2016), para comprobar que el MCE haya corregido los desequilibrios existentes entre los modelos de corto y largo plazos, se aplica la prueba DF a los residuales del nuevo modelo. Si la prueba indica que la serie de residuales es estacionaria, el MCE habrá cumplido con su objetivo.

#### 2.2.9.5. MODELOS CON REZAGOS

Cuando se trabaja con series de tiempo, puede darse el hecho de que pase un tiempo considerable entre el período en que se aplica la toma de alguna decisión económica y su impacto en otra variable. Si el período entre la toma de las decisiones y sus respuestas es lo suficientemente largo, pueden incluirse valores rezagados de la variable endógena y/o de la(s) exógena(s) para darle mayor poder de predicción y

---

<sup>33</sup> En la ecuación " $\Delta$ " representa el operador de diferencia, que no es otra cosa que el resultado de restar al valor actual de una variable, su nivel alcanzado en el período anterior:  $\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$ .

<sup>34</sup> J.D. Sargan (1984), citado Gujarati y Porter (2010, p. 764).

<sup>35</sup> Cabe mencionar que, en la práctica econométrica,  $u_{t-1}$  se estima con el valor de  $\hat{u}_{t-1}$  (véase Gujarati y Porter (2010, p. 765) para más información acerca de la metodología.

eficiencia al modelo con el que se busque explicar algún tipo de relación funcional.

En el análisis de regresión con datos de series de tiempo, cuando el modelo de regresión incluye no sólo valores actuales sino además valores rezagados (pasados) de las variables explicativas (las “X”), se denomina modelo de rezagos distribuidos. Si el modelo incluye uno o más valores rezagados de la variable dependiente (la “Y”) entre sus variables explicativas, se denomina modelo autorregresivo (Gujarati & Porter, 2010, p. 617).

Lo anterior, en lenguaje matemático puede representarse de la siguiente manera:

$$\text{Modelo de rezagos distribuidos} \quad \text{-----} \quad Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + u_t$$

$$\text{Modelo autorregresivo}^{36} \quad \text{-----} \quad Y_t = \alpha + \beta X_t + X_{t-1} + u_t$$

Gujarati y Porter (2010, p. 618) señalan que una de las principales justificaciones de la existencia de los rezagos en los modelos econométricos es que, en la ciencia económica, la dependencia de una variable con respecto a otra(s) pocas veces presenta reacción instantánea. Es frecuente que la variable dependiente responda a los cambios en la explicatoria(s) en un lapso, el cual se denomina “rezago”.

Si el lapso del rezago se distribuye a través de varios intervalos, el modelo de rezagos podría escribirse de la siguiente manera:

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + \dots + \beta_k X_{t-k} + u_t$$

Donde esta última expresión denota el modelo de rezagos distribuidos con un rezago finito de  $k$  períodos. El coeficiente  $\beta_0$  se denomina multiplicador de corto plazo o de impacto, puesto que indica el cambio en el valor medio de la variable endógena en función de un cambio unitario en la variable explicatoria en el mismo período. Si el

---

<sup>36</sup> Este tipo de modelos también son conocidos como modelos dinámicos, pues señalan la trayectoria en el tiempo de la variable dependiente en relación con su(s) valor(es) pasado(s).

cambio en la variable explicatoria se mantiene igual desde el principio, entonces  $(\beta_0 + \beta_1)$  da el cambio en el valor medio de la variable dependiente en el período siguiente,  $(\beta_0 + \beta_1 + \beta_2)$  en el que sigue y así sucesivamente. Estas sumas parciales se denominan multiplicadores interin o intermedios. Finalmente, después de  $k$  períodos se obtiene:

$$\sum_{i=0}^k \beta_i = \beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_k = \beta$$

Donde  $\beta$  se conoce como multiplicador de largo plazo o total.

#### 2.2.9.5.1. ESTIMACIÓN AD-HOC DE LOS REZAGOS

Con la finalidad de definir el número de rezagos en un modelo, F.F. Alt (1942) y J. Tinbergen (1949) citados en Gujarati y Porter (2010, p. 623), señalan un método que consiste en proceder secuencialmente en correr la regresión de  $Y_t$  sobre  $X_t$ , luego la de  $Y_t$  sobre  $X_t$  y  $X_{t-1}$ , después la regresión de  $Y_t$  sobre  $X_t, X_{t-1}$  y  $X_{t-2}$ , y así sucesivamente. Este procedimiento secuencial se detiene cuando los coeficientes de las variables rezagadas comienzan a ser estadísticamente insignificantes y/o el coeficiente de por lo menos una variable cambia su signo de positivo a negativo (o viceversa).

#### 2.2.9.5.2. MÉTODO KOYCK PARA MODELOS DE REZAGOS

Koyck (1954) creó un método alternativo para la estimación del número de rezagos en un modelo. Considerando un modelo de rezagos infinito, supuso que todas las  $\beta$  tienen el mismo signo, por lo que la expresión matemática correspondiente podría traducirse de la siguiente manera:

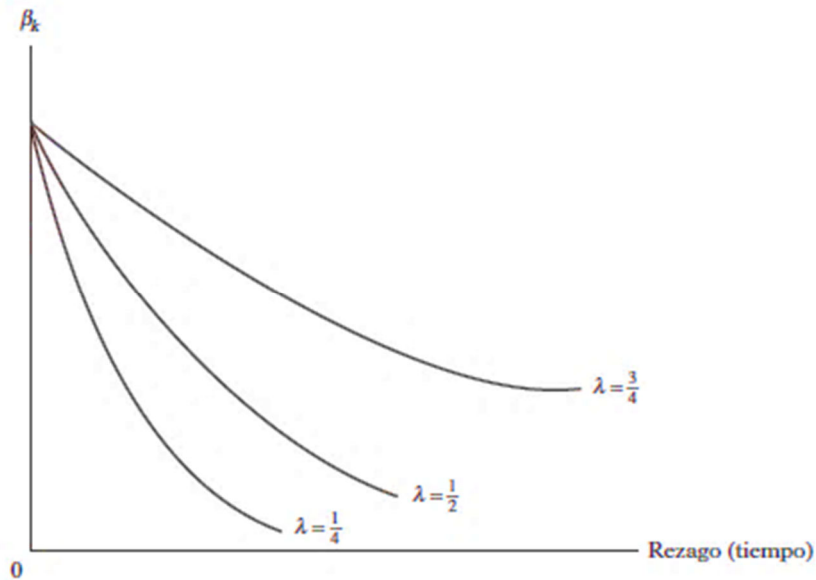
$$\beta_k = \beta_0 \lambda^k \quad k = 0, 1, \dots$$

Donde  $\lambda$ , tal que  $0 < \lambda < 1$ , se conoce como tasa de descenso del rezago distribuido y donde  $1 < \lambda$  se conoce como velocidad de ajuste.

La ecuación de Koyck postula que cada  $\beta$  es numéricamente inferior a su  $\beta$

antecesora, lo que implica que, a medida que se retorna al pasado, el efecto del rezago sobre  $Y_t$ , se va reduciendo progresivamente. En el siguiente gráfico se escribe geométricamente el esquema diseñado por Koyck:

Gráfico 3. Esquema de Koyck



Fuente: Gujarati y Porter, 2010, p. 625

El método de Koyck tiene las siguientes características:

1. Al suponer valores no negativos para  $\lambda$ , se eliminan la posibilidad de que las  $\beta$  cambien de signo.
2. Al suponer que  $\lambda < 1$ , le da un menor peso a las  $\beta$  en el pasado que a los actuales.
3. Asegura que la suma de las  $\beta$ , que proporciona el multiplicador de largo plazo, sea finito, en términos formales:

$$\sum_{k=0}^{\infty} \beta_k = \beta_0 \left( \frac{1}{1 - \lambda} \right)$$

Por lo que se puede decir que bajo el método planteado por Koyck, el modelo de rezagos distribuidos, con  $k$  rezagos se puede escribir como sigue:

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_0 \lambda X_{t-1} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-2} + \dots + u_t$$

Sin embargo, la ecuación anterior no se puede estimar mediante el análisis de regresión lineal por MCO, por lo que Koyck sugiere para resolverlo, rezagar esta última expresión en un período:

$$Y_{t-1} = \alpha + \beta_0 X_{t-1} + \beta_0 \lambda X_{t-2} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-3} + \dots + u_{t-1}$$

Y luego multiplica por  $\lambda$  para obtener:

$$\lambda Y_{t-1} = \lambda \alpha + \lambda \beta_0 X_{t-1} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-2} + \beta_0 \lambda^3 X_{t-3} + \dots + \lambda u_{t-1}$$

Luego, el resultado se resta de:  $Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_0 \lambda X_{t-1} + \beta_0 \lambda^2 X_{t-2} + \dots + u_t$ , obteniendo:

$$Y_t - \lambda Y_{t-1} = \alpha(1 - \lambda) + \beta_0 X_t + (u_t - \lambda u_{t-1})$$

Para finalmente reordenar y obtener:

$$Y_t = \alpha(1 - \lambda) + \beta_0 X_t + \lambda Y_{t-1} + v_t$$

Donde  $v_t = u_t - \lambda u_{t-1}$ , representa un promedio móvil de  $u_t$  y  $u_{t-1}$ .

Como puede apreciarse, el cálculo del modelo con rezagos fue ampliamente simplificado mediante la denominada transformación de Koyck, en vista de que ahora el cálculo implica únicamente estimar los valores de  $\alpha$ ,  $\beta_0$  y  $\lambda$ .

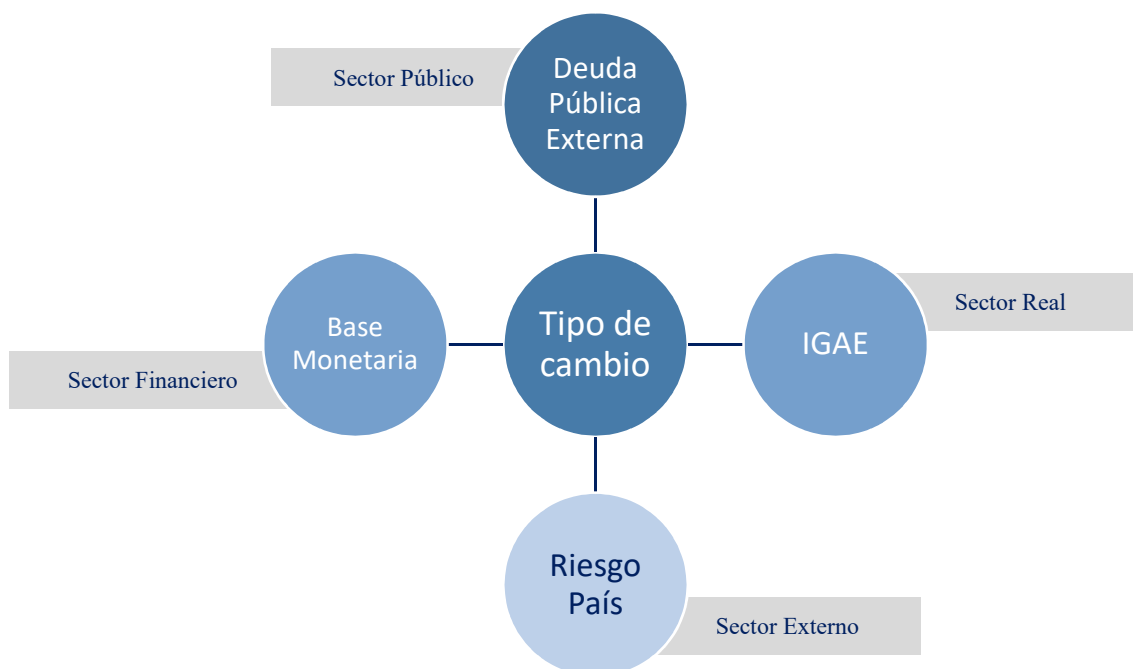
### CAPÍTULO III. VARIABLES ECONÓMICAS Y SU RELACIÓN CON EL TIPO DE CAMBIO

El tipo de cambio guarda una estrecha relación con diversas variables económicas. Sus fluctuaciones perjudican (benefician) a la economía dependiendo de la correlación que guarde con el sector y las variables en cuestión.

Para los fines de este trabajo, se tocarán únicamente cuatro variables del vasto conjunto de indicadores que posee la economía. La razón de la selección es el hecho de analizar puntual y empíricamente, desde un enfoque econométrico, las repercusiones derivadas de la relación “tipo de cambio - variable sector”.

En el siguiente gráfico se muestran las variables seleccionadas y el sector al que pertenecen:

**Gráfico 4.** Relación: Tipo de cambio - Variables económicas seleccionadas



Fuente: Elaboración propia

Enseguida, se dan las definiciones de cada uno de los sectores señalados en la gráfica, de acuerdo con la clasificación planteada y posteriormente se detalla cada uno de los indicadores seleccionados.

**Sector Real:** El Banco de la República de Colombia (2015) lo define como una agrupación de actividades económicas dentro de las cuales se encuentran las del sector primario, las del sector secundario y algunas actividades del sector terciario.

La misma fuente señala que este sector comprende actividades primarias tales como: la agricultura, la ganadería, la silvicultura, la caza, la pesca; así como, todas las actividades económicas relacionadas con la transformación industrial de los alimentos y otros tipos de bienes o mercancías, los cuales se utilizan como base para la fabricación de nuevos productos (actividades secundarias o industriales); y algunas actividades terciarias que no producen una mercancía en sí, pero que son necesarias para el funcionamiento de la economía (comercio, servicio de hotelería, transporte...).

**Sector Financiero:** De acuerdo con el Banco de México, este sector comprende a todas las entidades e instituciones públicas y/o privadas dedicadas a la actividad crediticia, bursátil y de seguros y fianzas.

Este sector comprende todas aquellas actividades encaminadas a canalizar los recursos monetarios excedentes de la población (ahorro) hacia aquellos agentes económicos que requieren de recursos monetarios adicionales.

Para cumplir con tal fin, existen los denominados “mercados financieros”, que son el mecanismo o lugar a través del cual se produce un intercambio de activos financieros y se determinan sus precios.

**Sector Público:** Comprende el conjunto de instituciones y organismos que regulan, de una forma u otra, las decisiones colectivas de carácter político, económico, social y cultural de un país (Baena, 2009).

El Sector Público es de suma importancia por su participación en el PIB. En materia económica su relación se da a través de las Finanzas Públicas.

**Sector Externo:** Heath (2012, p. 175) señala que este sector abarca todas las transacciones, cuentas y relaciones que tiene una economía con el exterior.

Cuando se analiza este sector, no sólo es relevante la información de exportaciones e importaciones de bienes y servicios, las remesas familiares, la inversión extranjera y la contratación, pagos de interés y amortizaciones sobre la deuda externa; sino también, las reservas internacionales y el mercado cambiario, puesto que representan una parte significativa de la actividad económica del país, y los desequilibrios que se pueden formar han sido causas de crisis muy graves que ha tenido el país en el pasado.

### 3.1. INDICADOR GLOBAL DE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA

También conocido como IGAE por sus iniciales, es un indicador de la tendencia o dirección de la actividad económica en el corto plazo (Heath, 2012).

El INEGI señala que es un indicador en forma de índice que permite conocer y dar seguimiento a la evolución del sector real de la economía, en el corto plazo a través de un seguimiento mensual. Está compuesto por actividades primarias, secundarias y terciarias.



Torreblanca (2016) indica que el IGAE es un índice que calcula el INEGI con una metodología similar o cercana a la metodología con la que calcula el PIB.

### 3.2. BASE MONETARIA

De acuerdo con Heath (2012), la base monetaria es la cantidad total de dinero en circulación en la economía y también es conocida como oferta monetaria ( $M^S$ ). Se compone por todos los billetes y monedas en circulación, ya sea en manos del público (agentes económicos) o en las cajas de los bancos.

De Gregorio (2007, p. 417) señala que la base monetaria es la emisión de dinero realizada únicamente por el Banco Central y corresponde a las reservas de los bancos y el circulante. La base monetaria es monitoreada rigurosamente por el Banco Central y constituye su principal vía de acción en cuanto a política monetaria se refiere.

### 3.3. DEUDA PÚBLICA EXTERNA

También conocida como Deuda Pública Externa (DPE), es un indicador que ha jugado un papel central en la historia económica de México, a tal grado que ha sido foco de atención en casi todas las crisis del país (Heath, 2012).

El Fondo Monetario Internacional citado en Heath (2012, p. 204) define la deuda externa como el saldo en un momento dado de los pasivos actuales no contingentes que requieren pagos de principal e intereses en un futuro, por parte de un deudor residente a no residentes del país.

Por su parte, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2013) define a la deuda externa como los compromisos que tiene un país con cualquier entidad que se ubique en el exterior.

### 3.4. INDICADOR DE RIESGO PAÍS

Heath (2012, p. 355) señala que el riesgo-país (también conocido como riesgo soberano o calificación soberana) es un indicador de las condiciones y posibilidades de un país de cumplir de forma cabal con sus obligaciones de pagos relacionados con

su deuda externa. También indica que entre mayor sea el riesgo de un gobierno, mayor es la probabilidad de una petición para renegociar los términos o de una suspensión o moratoria de pagos.

El riesgo soberano, añade Heath (2012) está más identificado con la situación macroeconómica de una nación y existen dos formas de medirlo:

1. Un enfoque refleja la percepción de los mercados en el corto plazo (coyuntural). Consiste en el diferencial de tasas de interés de instrumentos emitidos por el gobierno respecto a similares de Estados Unidos. Es medido a través de un índice denominado EMBI+.
2. El segundo criterio proviene de un análisis consistente de aspectos que determinan la capacidad de pago en el mediano plazo (estructural). Es una calificación emitida por agencias especializadas (llamadas calificadoras).

Para el análisis objeto del presente trabajo, se utilizará el primer enfoque. La elección obedece al espacio temporal utilizado que, al ser de cinco años, en términos económicos corresponde al análisis coyuntural.

#### 3.4.1. EMERGING MARKETS BOND INDEX (EMBI+)

El Emerging Markets Bond Index (EMBI+) es un índice que representa el diferencial de tasas de interés que pagan los bonos denominados en dólares, emitidos por países emergentes y los Bonos del Tesoro de Estados Unidos (Heath, 2012).

Se considera a los EE. UU. como el punto de referencia (benchmark) para esta medición, porque se asume que es la nación de menor riesgo y mayor capacidad de pago en el mundo.

El diferencial (spread) obtenido se expresa en puntos base (pb), por ejemplo: “si el EMBI+ es igual a 100, significa que el gobierno en cuestión paga un punto porcentual (1%) por encima del rendimiento de los bonos del tesoro de Estados Unidos”.

Fue creado por un Banco de inversión norteamericano, el cual da seguimiento diario

a una canasta de instrumentos de deuda denominados en dólares emitidos por distintas entidades (Gobierno, Bancos y Empresas) en países emergentes.

Es el índice más conocido para medir el riesgo-país<sup>37</sup> desde la óptica del mercado. El EMBI+ comenzó a publicarse en julio de 1995, con el objetivo de crear una referencia que reflejara los rendimientos de una cartera de deuda de mercados emergentes. En total, el índice está compuesto por 107 instrumentos correspondientes a dieciséis países: Argentina, Brasil, Bulgaria, Colombia, Ecuador, Egipto, México, Panamá, Perú, Filipinas, Indonesia, Rusia, Sudáfrica, Turquía, Ucrania y Venezuela. Para formar parte del EMBI+, los instrumentos de deuda deben tener un valor nominal vivo mínimo de 500 millones de dólares (Iranzo, 2008).

### 3.5. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE VARIABLES

Como se mencionó al principio del presente capítulo, la economía posee un vasto número de indicadores que describen su funcionamiento. Para el caso mexicano, al tratarse de una economía abierta, implica que todos sus indicadores guarden un cierto grado de relación con el tipo de cambio, unos en mayor proporción que otros (o a la inversa). Por ello es importante hacer hincapié en la justificación del porqué se seleccionaron las variables previamente descritas.

De acuerdo con Heath (2012), el PIB es el indicador que describe de mejor manera el desempeño del Sector Real de la economía; no obstante, presenta la limitante de que su difusión es trimestral y sus cifras están sujetas a revisiones periódicas. Por dicha razón el INEGI difunde de manera mensual<sup>38</sup> el IGAE, que como ya se mencionó,

---

<sup>37</sup> Iranzo (2008, p. 12) señala que el riesgo-país comprende el riesgo de impago de la deuda externa soberana (riesgo soberano), y de la deuda externa privada cuando el riesgo de crédito se debe a circunstancias ajenas a la situación de solvencia o liquidez del deudor privado.

<sup>38</sup> La limitante que presenta este índice es que las cifras difundidas presentan un rezago de aproximadamente cincuenta días con respecto al término del mes presentado (Heath, 2012, p. 113), es decir, si el mes que se reporta es enero, el IGAE de dicho mes se publica a finales del mes de marzo.

es un indicador que describe de forma muy similar al PIB, el comportamiento del Sector Real.

Otra de las razones de la selección del IGAE como indicador representativo del Sector Real, es que considera en gran medida un buen número de las actividades primarias, secundarias y algunas terciarias (muy similar a la metodología del PIB). Se pudo haber seleccionado, por ejemplo, el índice de actividad industrial o el del consumo privado interno, pero en ambos casos quedan fuera un buen número de actividades que forman parte del Sector Real. Por ello fue por lo que se seleccionó el IGAE como la variable que representa el comportamiento del Sector Real.

La segunda variable seleccionada fue la Base Monetaria, que al constituirse como la principal vía de acción que posee el Banco de México para conducir la política monetaria y consecuentemente, manipular las tasas de interés, representa un indicador de suma relevancia para la economía<sup>39</sup> y un pilar fundamental para el sano desarrollo del Sector Financiero. Por otro lado, es bien sabido que el tipo de cambio guarda una estrecha relación con el Sector Financiero, y por consecuencia, también la guarda con la Base Monetaria. Por esas razones se decidió analizar la relación existente entre este par de variables.

La tercera variable elegida fue la Deuda Pública Externa, que por el simple hecho de haber y seguir jugando un papel central en la historia y el presente económico de México, se concibe como foco de atención para el análisis del Sector Público. Al tratarse de pasivos contratados en moneda extranjera, implica la presencia de una relación directa con el tipo de cambio. Es por ello por lo que se seleccionó esta variable como representativa del Sector Público.

La cuarta variable que se seleccionó fue el riesgo-país (medido por el EMBI+) como

---

<sup>39</sup> Al ejercer acción contrayendo (expandingo) la Base Monetaria, el Banco de México también influye en el comportamiento de otras variables macroeconómicas, por ejemplo: la inversión, el consumo, el empleo.

indicador representativo del Sector Externo. La volatilidad del tipo de cambio eleva los riesgos para una economía, ya que desestabiliza el poder adquisitivo de la moneda local, eleva el riesgo de incumplimiento con respecto al pago de créditos contratados con acreedores externos e influye en la repatriación de capitales extranjeros. Principalmente por dichas razones se seleccionó el EMBI+ como indicador distintivo del Sector Externo.

Finalmente vale la pena hacer hincapié en que, para efectos del presente trabajo, se utilizará el tipo de cambio nominal en lugar del tipo de cambio real. Esto se debe a que en la práctica, para efectos de análisis se utiliza el tipo de cambio a valor nominal y no en niveles reales; porque para efectuar transacciones se utilizan dólares nominales y no se toma en cuenta su valor en términos reales; para tomar decisiones de política monetaria los encargados de tomar y llevar a cabo decisiones observan el desempeño nominal de la variable, al tratarse de decisiones coyunturales para proteger el poder adquisitivo de la moneda y no estructurales; y porque la percepción del riesgo en términos de depreciación de la moneda se visualiza nominalmente, por lo que las decisiones que toman los inversionistas dependen de cómo observan que se comporta el tipo de cambio nominal, dejando de lado su valor real.

Con la finalidad de robustecer la justificación de la selección de variables, en el siguiente cuadro se presenta el coeficiente de correlación existente entre cada indicador y el tipo de cambio.

**Cuadro 4.** Correlación de variables- tipo de cambio

IGAE	$M^S$	DPE	EMBI
76.8***	94.8***	90.4***	90.6***

Fuente: Elaboración Propia en Eviews

Para efectuar dicho cálculo, se utilizaron los valores de cada variable en su nivel normal. Como puede apreciarse todos los coeficientes computados resultaron

mayores al 50% y estadísticamente significativos para niveles de 1%, 5% y 10%.<sup>40</sup>

Con lo anterior se corrobora que las variables seleccionadas guardan una estrecha relación con el tipo de cambio, por lo que se espera obtener modelos econométricos que describan de buena forma cómo los movimientos del tipo de cambio repercuten sobre los sectores analizados y por consecuencia, en la economía en su conjunto.

---

<sup>40</sup> La significancia estadística se representa con los asteriscos sobre el coeficiente obtenido. Un nivel de 10% se representa con un solo asterisco, el 5% con dos asteriscos y el 1% con tres asteriscos.

## **CAPÍTULO IV. ANÁLISIS ECONOMETRICO**

La economía mexicana reúne ciertas características que la consolidan como una economía abierta, por lo que los efectos de los movimientos del tipo de cambio sobre las diversas variables económicas que la integran son un tema central para los analistas de los sectores público y privado.

El nivel de producción, los cambios en las tasas de interés y el manejo de la política monetaria por parte del Banco Central repercuten en el comportamiento del tipo de cambio, tal y como lo señala el “enfoque monetario del tipo de cambio”.

Por consiguiente, dadas las características previamente mencionadas y los movimientos que sufre el tipo de cambio, es esencial analizar empíricamente cómo repercuten dichas variaciones en los diversos indicadores económicos.

Por dichas razones, en el presente capítulo se llevará a cabo el desarrollo de los modelos econométricos que permitirán analizar los efectos del tipo de cambio sobre las variables económicas seleccionadas.

### **4.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO DE LAS SERIES**

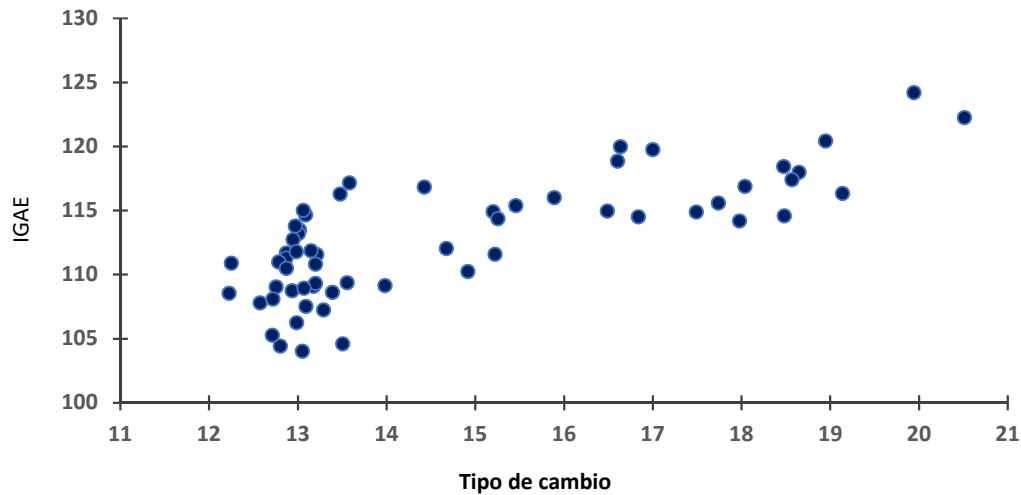
Para efectuar el análisis econométrico, en primera instancia se realizó un análisis exploratorio y gráfico de los datos que conforman cada una de las series de los indicadores seleccionados y de la del tipo de cambio.

El objeto de dicho estudio es describir algunas de las características en términos estadísticos que presentaron las series durante el período en análisis, antes de pasar a realizar su modelación econométrica.

#### **4.1.1. IGAE-TIPO DE CAMBIO**

Entre las formas gráficas que existen para describir el comportamiento conjunto de dos variables, destaca el diagrama de dispersión. Por ello, a continuación, se trazó el diagrama correspondiente para describir la relación del IGAE-T.C.

**Gráfico 5.** Diagrama de dispersión: IGAE-Tipo de cambio



Fuente: Elaboración propia en Excel con datos del Banxico.

Del gráfico anterior se puede concluir que a medida que el tipo de cambio se va incrementando, el IGAE también se va expandiendo. Se aprecia claramente que niveles cada vez más altos en el T.C., implican la existencia de valores elevados en el IGAE.

Para reforzar las conclusiones obtenidas del análisis gráfico, en el siguiente cuadro se presentan los estadísticos descriptivos relevantes para ambas variables y las conclusiones que se obtuvieron de las cifras calculadas:

1. Los niveles promedio del tipo de cambio muestran una trayectoria ascendente en la variable durante todo el período, con excepción del intervalo 2012-2013, donde el nivel promedio pasó de 13.2 a 12.8 pesos por dólar.
2. El IGAE por su parte, al igual que el T.C. mostró una trayectoria en ascenso, pasando de 108.5 puntos en 2012 a 117.8 puntos promedio en 2016.
3. y 4. En lo que respecta a los valores extremos, el T.C. alcanzó un nivel mínimo de 12.2 unidades en 2013 y un máximo de 20.5 unidades para el 2016, mostrando con ello un comportamiento alineado con los valores medios previamente descritos. El IGAE por su parte alcanzó un nivel mínimo de 104.0 puntos en 2012 y un máximo de 124. unidades en 2016, siguiendo al igual que



la variable anterior, la tendencia de su valor promedio durante el período en análisis.

**Cuadro 5. Estadísticos relevantes: IGAE - T.C.**

Estadístico	2012	2013	2014	2015	2016	Global
Promedio T.C. <sup>(1)</sup>	13.2	12.8	13.3	15.8	18.7	14.7
Promedio IGAE <sup>(2)</sup>	108.5	110.0	112.4	115.2	117.8	112.8
Mínimo T.C. <sup>(3)</sup>	12.8	12.2	12.9	14.7	17.5	12.2
Mínimo IGAE	104.0	105.3	107.2	110.2	114.2	104.0
Máximo T.C. <sup>(4)</sup>	14.0	13.1	14.4	17.0	20.5	20.5
Máximo IGAE	114.7	115.0	117.2	120.0	124.2	124.2
Desv. est. T.C. <sup>(5)</sup>	0.4	0.3	0.4	0.8	0.8	2.3
Desv. est. IGAE	3.1	2.7	3.0	3.0	3.0	4.5
Coef. de correlación <sup>(6)</sup>	-3.8%	35.3%	57.1%	78.6%	83.9%	76.8%
Coef. de var. T.C. <sup>(7)</sup>	2.7%	2.2%	2.9%	5.0%	4.5%	15.7%
Coef. de var. IGAE	2.8%	2.5%	2.7%	2.6%	2.5%	4.0%

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI y del Banxico.

- La desviación estándar puede servir como una medida descriptiva de la volatilidad implícita en cada una de las variables. El T.C. mostró una desviación estándar decreciente de 2012 a 2013, pero en 2014 retomó su tendencia alcista, continuando así durante el resto del período. A su vez, la desviación estándar del IGAE siguió el mismo comportamiento que la del T.C., cayó de 2012 a 2013, adquiriendo de nueva cuenta una tendencia al alza a partir de 2014.
- La relación entre las variables pasó de ser negativa en 2012, hasta convertirse en una estrecha relación directa en 2014 cuando su nivel superó el umbral del 50%.
- En línea con los puntos previos, los coeficientes de variación en ambos casos

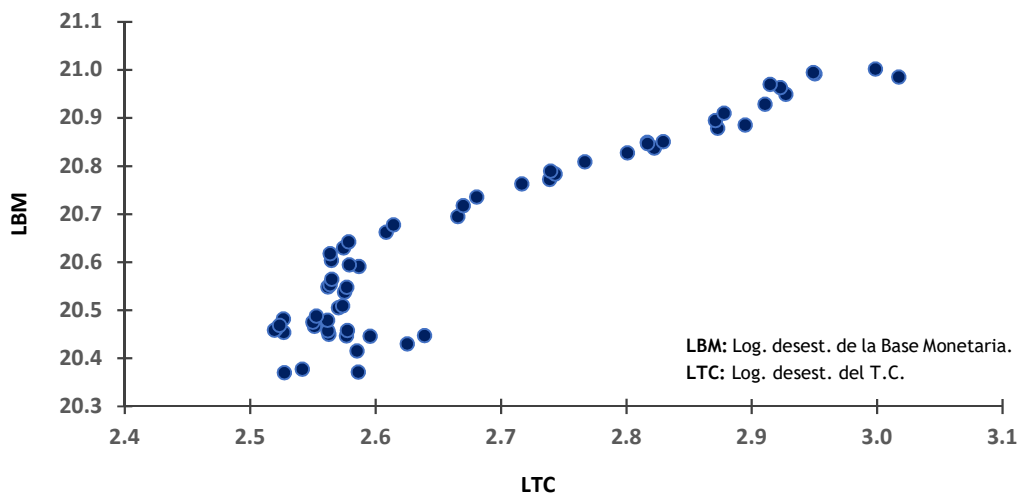
siguieron el mismo comportamiento que los otros estadísticos. Para el IGAE, su nivel decreció de 2012 a 2013, pero de nueva cuenta retomó una trayectoria en ascenso a partir de 2014. En cuanto al T.C. el comportamiento se mostró de igual forma a la baja de 2012 a 2013, pero se incrementó en 2014 y 2015, para posteriormente volver a sufrir una ligera caída en 2016.

#### 4.1.2. BASE MONETARIA - TIPO DE CAMBIO

En el siguiente diagrama de dispersión se muestra el desempeño conjunto que siguieron la base monetaria y el tipo de cambio durante el período, 2012-2016. Para efectos del análisis en este caso, primero se desestacionalizaron ambas series y luego se convirtieron en logaritmos, logrando con ello trabajar con series suavizadas.

**Gráfico 6.** Diagrama de dispersión: Base monetaria-Tipo de cambio

Series desestacionalizadas en logaritmos



Fuente: Elaboración propia en Excel con datos del INEGI y del Banxico.

En el gráfico anterior se observa que las variables presentan una relación procíclica. Entre mayor es el nivel del tipo de cambio, mayor es el nivel que presenta la base monetaria.

Con la finalidad de corroborar (o refutar) lo concluido del diagrama de dispersión, se procedió a elaborar un cuadro con los estadísticos descriptivos más relevantes para ambas variables durante el período en estudio y posteriormente se abordaron las

conclusiones obtenidas:

1. El nivel promedio que presentó el comportamiento del LTC se mantuvo estable y en expansión durante todo el período, con excepción de la caída que sufrió en 2013, posteriormente a partir de 2014 se fue incrementando y así continuó durante el resto del período.

**Cuadro 6.** Estadísticos relevantes: Tipo de cambio-Base Monetaria

Cálculos con series desestacionalizadas en logaritmos

Estadístico	2012	2013	2014	2015	2016	Global
Promedio LTC <sup>(1)</sup>	2.6	2.5	2.6	2.8	2.9	2.7
Promedio LBM <sup>(2)</sup>	20.4	20.5	20.6	20.8	20.9	20.7
Mínimo LTC <sup>(3)</sup>	2.5	2.5	2.6	2.7	2.9	2.5
Mínimo LBM	20.4	20.5	20.5	20.7	20.9	20.4
Máximo LTC <sup>(4)</sup>	2.6	2.6	2.7	2.8	3.0	3.0
Máximo LBM	20.5	20.5	20.7	20.9	21.0	21.0
Desv. est. LTC <sup>(5)</sup>	0.03	0.02	0.03	0.05	0.04	0.15
Desv. est. LBM	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.20
Coef. de correlación <sup>(6)</sup>	30.8%	79.8%	76.8%	99.1%	85.0%	94.1%
Coef. de var. LTC <sup>(7)</sup>	1.2%	0.8%	1.1%	1.9%	1.5%	5.6%
Coef. de var. LBM	0.2%	0.1%	0.2%	0.2%	0.2%	1.0%

**Fuente:** Elaboración propia con datos del INEGI y del Banxico.

El logaritmo del tipo de cambio corresponde a la serie desestacionalizada a valor nominal. El logaritmo de los valores de la Base Monetaria se refiere a las cifras desestacionalizadas en miles de millones de pesos.

2. La media del LBM mostró una tendencia alcista durante todo el período en estudio, superando en 2015 y 2016 al promedio observado durante todo el ciclo.
3. y 4. El LTC tocó un mínimo en 2013 al alcanzar un nivel 2.5 unidades; en contraparte, el máximo lo alcanzó en 2016 cuando alcanzó las 3.0 unidades.

Por su parte, el LBM tocó un mínimo de 20.4 unidades en 2012 y un máximo de 21.0 en el año final del período.

5. La desviación estándar correspondiente al LTC revela un incremento en la volatilidad, año con año, a pesar de haber sufrido algunas caídas. Por su parte, la correspondiente al LBM mostró un comportamiento similar a la del LTC.
6. La correlación entre las variables se comportó en aumento durante todo el período, pasando de 30.8% en 2012, hasta alcanzar un 85.0% en 2016. Estas cifras constatan que la relación entre ambos indicadores fue cada vez más estrecha.
7. Como era de esperarse, los coeficientes de variación se incrementaron año con año (a excepción de la caída observada de 2012 a 2013) como resultado del aumento tanto del valor promedio anual observado en cada variable, así como de los incrementos observados en la desviación estándar anual de cada indicador.

#### 4.1.3. DEUDA PÚBLICA EXTERNA-TIPO DE CAMBIO

El Sector Público juega un importante papel en la economía mexicana. El gasto de consumo efectuado por este sector representó en promedio el 8.3% del PIB, de 2012 a 2016.<sup>41</sup> Por consecuencia, es de suma importancia dar seguimiento a la deuda pública externa (DPE), ya que un Estado muy endeudado tiene implicaciones negativas para toda la economía.

Visto desde la perspectiva de los inversionistas financieros, el endeudamiento excesivo puede significar que en el corto plazo el Estado decida entrar en una suspensión de pagos de sus bonos colocados.

---

<sup>41</sup> Tomado de las cifras de oferta y demanda global (base 2008 = 100) publicadas por el INEGI en su sitio web (véase: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/cn/out/default.aspx>).

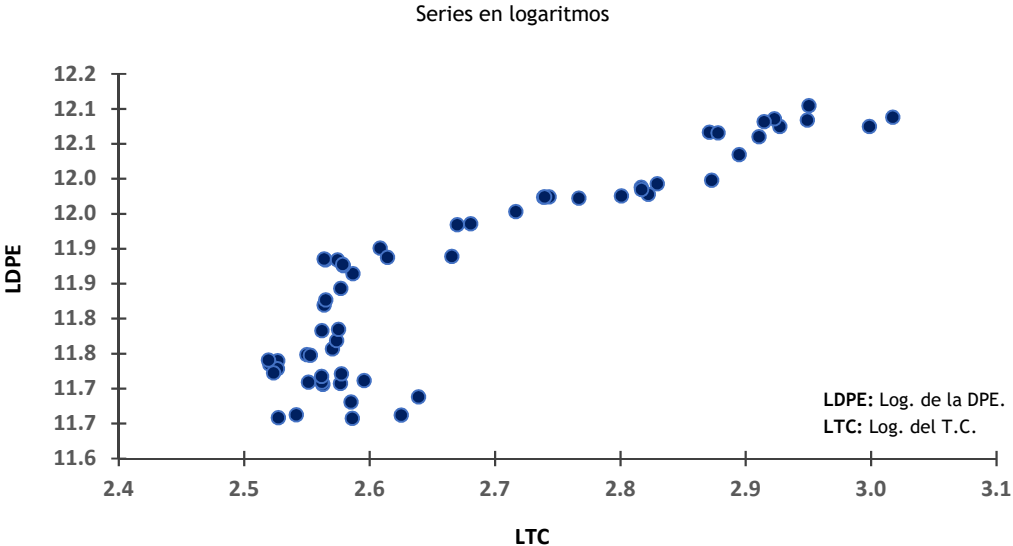
Por otra parte, desde el punto de vista de los inversionistas en bienes de capital, el acrecentamiento de la deuda pública externa podría desencadenar presiones políticas y fiscales que podrían gravar sus ingresos en una cuantía mayor a la esperada, repercutiendo por ende en sus beneficios.

Con este par de ejemplos se pone en claro que un endeudamiento excesivo por parte del Estado podría desencadenar una fuga masiva de capitales, afectando negativamente a todos los demás sectores de la economía.

Parte del seguimiento de la DPE es analizar la relación que tiene con el tipo de cambio, ya que el monto de la deuda no se encuentra valorizado en una sola moneda, sino en diversas divisas, principalmente en dólares.

En el siguiente gráfico se presenta el desempeño conjunto que mostraron ambos indicadores durante el período en estudio. Para este caso se trabajó con cifras en términos logarítmicos.

**Gráfico 7.** Diagrama de dispersión: Deuda Pública Externa-Tipo de cambio



**Fuente:** Elaboración propia en Excel con datos de la SHCP y del INEGI.

En el diagrama se muestra la presencia de una relación directa entre ambas variables. Conforme el nivel del LTC va aumentando, el LBM también se va expandiendo. Esto resulta coherente por el hecho de que la economía mexicana posee un tipo de cambio

flexible, el cual cuando comienza a depreciarse es defendido por el Banco Central mediante instrumentos de política cambiaria.

De la misma manera que se efectuó con las otras variables, a continuación, se presenta el cuadro con los estadísticos descriptivos de mayor relevancia para el presente estudio. Debido a que en el “Cuadro 4” se analizaron los estadísticos del LTC, no se tocarán de nueva cuenta.

**Cuadro 7. Estadísticos relevantes: Deuda Pública Externa**

Cálculos con series en logaritmos

Estadísticos: LDPE	2012	2013	2014	2015	2016	Global
Promedio <sup>(1)</sup>	11.7	11.7	11.9	12.0	12.1	11.9
Mínimo <sup>(2)</sup>	11.7	11.7	11.8	11.9	12.0	11.7
Máximo <sup>(3)</sup>	11.7	11.8	11.9	12.0	12.1	12.1
Desviación estándar <sup>(4)</sup>	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.14
Coef. de correlación <sup>(5)</sup>	1.5%	67.0%	47.5%	91.2%	58.2%	89.3%
Coef. de variación <sup>(6)</sup>	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	1.2%

Fuente: Elaboración propia con datos de la SHCP.

Del cuadro anterior se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. El promedio del LDPE se comportó estable durante los dos primeros años del período; no obstante, su tendencia viró al alza a partir de 2014 y continuó con dicha trayectoria durante el resto del período analizado.
2. y 3. Los valores extremos comprueban que la variable tuvo un comportamiento expansivo durante el período en estudio, en línea el desempeño que se observó en sus valores promedio.
4. La desviación estándar se mostró estable en 2012 y 2013, subió ligeramente en 2014, cayó en 2015 y de nueva cuenta se incrementó en 2016.
5. De pasar de una correlación del 1.5% en 2012 (muy baja), la relación entre las

variables se expandió rápidamente en 2013, año en que alcanzó un nivel de 67.0%. Posteriormente la relación entre variables disminuyó en 2014, cuando la correlación se ubicó en 47.5%; luego en 2015 de nueva cuenta la asociación entre los indicadores creció hasta ubicarse en un nivel de 91.2%, para finalmente en 2016, caer hasta los 58.2 puntos porcentuales.

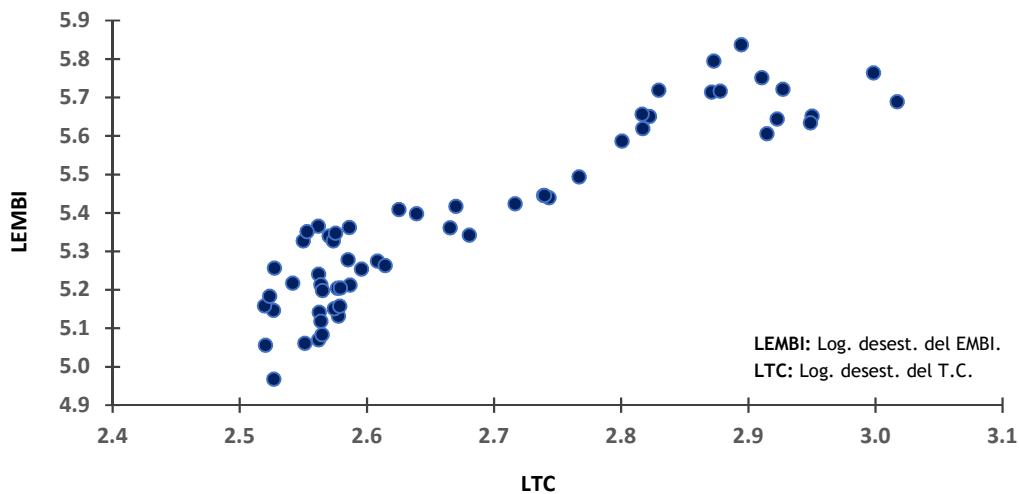
6. El coeficiente de variación se mostró muy estable durante todo el período al no sufrir cambio alguno año con año.<sup>42</sup>

#### 4.1.4. RIESGO PAÍS-TIPO DE CAMBIO

Como se mencionó con antelación, el Riesgo-País es una variable fundamental por seguir, ya que indica en buena medida la viabilidad de realizar inversiones (de capital y financieras) en una economía.

**Gráfico 8.** Diagrama de dispersión: EMBI-Tipo de cambio

Series desestacionalizadas en logaritmos



Fuente: Elaboración propia en Excel con datos de J.P. Morgan y el Banxico.

En el “Gráfico 9” se muestra el comportamiento conjunto de ambos indicadores

<sup>42</sup> La inexistencia de cambios en el coeficiente de variación se debió al tratamiento que se aplicó a la serie, con la finalidad de obtener datos suavizados.

durante el período en observación.<sup>43</sup> Para efectos de la medición se utilizaron ambas series desestacionalizadas en su forma logarítmica.

En el “Cuadro 9” también se aprecia claramente que la actividad que presentan ambos indicadores es de carácter procíclica. A medida que el tipo de cambio fue creciendo, la percepción de riesgo-país en la economía mexicana también se acrecentó.

Posteriormente se calcularon los estadísticos descriptivos más relevantes para el EMBI+ y se extrajeron algunas conclusiones. Los resultados se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 8. Estadísticos relevantes: EMBI+**

Cálculos con series desestacionalizadas en logaritmos

Estadístico: LEMBI	2012	2013	2014	2015	2016	Global
Promedio <sup>(1)</sup>	5.2	5.2	5.2	5.5	5.7	5.4
Mínimo <sup>(2)</sup>	5.1	5.0	5.1	5.3	5.6	5.0
Máximo <sup>(3)</sup>	5.4	5.4	5.4	5.7	5.8	5.8
Desv. estándar <sup>(4)</sup>	0.12	0.13	0.07	0.12	0.07	0.23
Coef. de correlación <sup>(5)</sup>	66.0%	82.1%	86.9%	94.6%	-26.2%	92.2%
Coef. de variación <sup>(6)</sup>	2.2%	2.4%	1.4%	2.1%	1.2%	4.2%

Fuente: Elaboración propia con datos de J.P. Morgan.

1. El promedio se mantuvo inmóvil durante los primeros tres años del período, en un nivel 5.2 unidades; posteriormente en 2015 sufrió una expansión hasta alcanzar las 5.5 unidades; finalmente cerró en 2016 con un nivel de 5.7 puntos. Como se puede apreciar, 2015 y 2016 fueron los años en que el indicador superó el promedio general de todo el período.

<sup>43</sup> El EMBI+ (o simplemente EMBI) se utilizará para medir el riesgo-país.



2. El punto mínimo se alcanzó en 2013, cuando el indicador tocó las 5.0 unidades. Dicho nivel representa el año donde la percepción de riesgo-país se encontró en su nivel más bajo durante todo el período.
3. Al tratarse de un indicador que mide la percepción del riesgo sobre invertir en un país, los niveles máximos indican los puntos críticos que mostró el EMBI+ durante el período analizado. El año en el que la percepción de riesgo fue más elevada fue el 2016, año en que la cifra máxima alcanzó las 5.8 unidades.
4. La volatilidad del índice mostró altibajos durante todo el período. En 2013 creció contra el nivel que alcanzó en 2012; posteriormente se desplomó en 2014; luego, en 2015 volvió a incrementar su nivel; y de nueva cuenta en 2016 volvió a caer.
5. Con excepción de 2016, durante todo el período se observó una fuerte correlación lineal positiva por encima del 60%. El nivel observado en 2016 se explica como resultado de la existencia de una mejor percepción sobre el desempeño de lo que puede hacer México ante escenarios internacionales políticos adversos y del proceso de reformas estructurales que se estuvieron llevando a cabo en ese mismo año.<sup>44</sup>
6. Como proporción de la media, la volatilidad del EMBI+ mostró un comportamiento estable al ubicarse por debajo del 3%. En cuanto a la totalidad del período y en línea con el desempeño de los demás estadísticos, su nivel se ubicó en 4.2%.

#### 4.2. ORDEN DE INTEGRACIÓN DE LAS SERIES

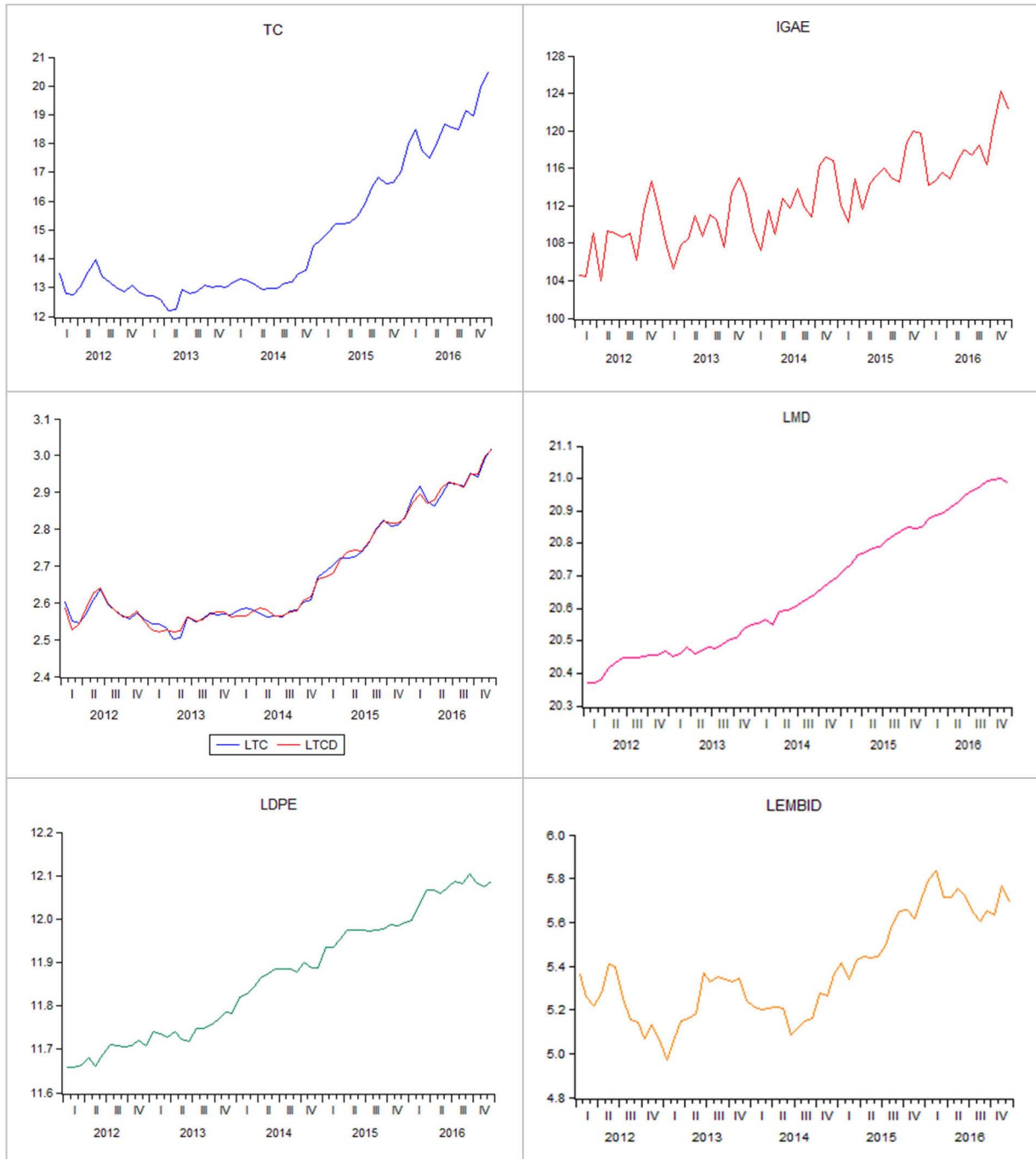
Con la finalidad de efectuar regresiones correctas y puesto que se está trabajando

---

<sup>44</sup> Esta explicación se basó en el artículo publicado en el siguiente link: <https://www.eleconomista.com.mx/mercados/Riesgo-Pais-de-Mexico-por-debajo-de-los-200-puntos-20170411-0122.html>.

con datos de series de tiempo, lo primero que se hizo fue revisar el orden de integración de cada una de las series de datos.

**Gráfico 9. Detección de la naturaleza de las series**



Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Al determinar el orden de integración de cada serie se podrá evitar estructurar

regresiones espurias, es decir, realizar regresiones sin relación estadística real que deriven en resultados erróneos.

Para detectar el orden de integración de las series, el primer paso que se realizó fue correr el gráfico de cada una de las series en el programa Eviews (“Gráfico 10”). El propósito de este paso fue detectar la naturaleza gráfica de las series, es decir, si siguen una caminata aleatoria, presentan algún punto de intercepción, o incluso, si presentan intercepción y a su vez siguen algún tipo de tendencia.

Como se puede apreciar en las gráficas, todas las series siguen una tendencia creciente a partir de un punto determinado (intercepto); por lo tanto, se utilizará la ecuación de intercepto-tendencia para realizar la prueba bajo la metodología Dickey-Fuller.

La prueba de hipótesis para todas las series se plantea bajo la siguiente notación:

$$H_0: \Delta y_t = u_t$$

$$H_1: \Delta y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 t + u_t$$

Al correr la prueba en Eviews para cada serie, se obtuvieron los resultados que se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 9.** Resultados de la prueba Dickey-Fuller

Variable	Raíz unitaria DF	Orden de integración
Tipo de cambio nominal	-7.0***	$I \sim (1)$
Logaritmo del T.C.	-6.7***	$I \sim (1)$
Logaritmo del T.C. desest.	-7.1***	$I \sim (1)$
IGAE	-13.2***	$I \sim (1)$
Logaritmo Base Monetaria desest.	-8.1***	$I \sim (1)$
Logaritmo de la Deuda pública externa	-8.9***	$I \sim (1)$
Logaritmo del EMBI+ desest.	-7.1***	$I \sim (1)$

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Como puede apreciarse, los resultados de las pruebas indican que las series en estudio

poseen orden de integración en su primera diferencia,  $I\sim(1)$ .

### 4.3. ESTIMACIÓN DE LOS MODELOS

Con los resultados que se muestran en el “Cuadro 7”, a continuación, se procederá a dar el tratamiento necesario a las series con la finalidad de estimar los modelos que mejor describan las relaciones entre cada variable seleccionada y el tipo de cambio.

#### 4.3.1. IGAE-TIPO DE CAMBIO

Bajo el método de MCO se podría plantear el siguiente modelo para describir la relación existente entre el tipo de cambio y el IGAE:

$$IGAE = \beta_0 + \beta_1 \cdot TC + u$$

Al correr el modelo de regresión en Eviews se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro 10.** Salida del modelo: IGAE-Tipo de cambio

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TC	1.491805	0.163575	9.119998	0.0000
C	90.76371	2.442138	37.16567	0.0000
R-squared	0.589161	Mean dependent var		112.7671
Adjusted R-squared	0.582077	S.D. dependent var		4.533452
S.E. of regression	2.930739	Akaike info criterion		5.021151
Sum squared resid	498.1754	Schwarz criterion		5.090963
Log likelihood	-148.6345	Hannan-Quinn criter.		5.048458
F-statistic	83.17436	Durbin-Watson stat		1.061802
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Con los coeficientes estimados que se observan en el cuadro anterior, el modelo estimado quedaría de la siguiente forma:

$$\widehat{IGAE} = 90.76 + 1.49 \cdot TC$$

Del “Cuadro 8” también se concluye que ambas betas son estadísticamente significativas para niveles de 1%, 5% y 10%. El estadístico Durbin-Watson (DW) revela que la regresión no es espuria al ser mayor que el coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

El estadístico  $R^2$  indica que el 58.9% de las variaciones en la variable dependiente, se explican con el modelo estimado.

Por otra parte, al haber trabajado con series cuyo orden de integración resultó ser  $I\sim(1)$ , se le aplicó la prueba DF a la serie de residuales que se estimó haciendo uso del modelo planteado. Esto se hizo para saber si las series se encuentran cointegradas.

**Cuadro 11.** Resultados de la prueba DF para los residuales: IGAE-Tipo de cambio

Variable	Tipo de prueba	Raíz Unitaria (DF)	Orden de integración
$\hat{u}_t$	None (random walk)	-5.06***	$I\sim(0)$

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Con los resultados del cuadro anterior se concluye que las series se encuentran cointegradas. Luego, para solventar las discrepancias existentes entre el corto y el largo plazo derivadas de haber modelado con series estacionarias en primeras diferencias, se aplicó el mecanismo de corrección de error (MCE). Para ello, se corrió el siguiente modelo en Eviews:

$$D(IGAE) = a_0 + a_1D(TC) + a_2u(-1) + e$$

Los resultados del MCE fueron los siguientes:

**Cuadro 12.** Salida del MCE: IGAE-Tipo de cambio

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(TC)	0.623610	0.990821	0.629387	0.5317
RESID01(-1)	-0.528110	0.123835	-4.264641	0.0001
C	0.217197	0.351178	0.618481	0.5388
R-squared	0.258128	Mean dependent var		0.299230
Adjusted R-squared	0.231632	S.D. dependent var		2.896907
S.E. of regression	2.539330	Akaike info criterion		4.751187
Sum squared resid	361.0991	Schwarz criterion		4.856824
Log likelihood	-137.1600	Hannan-Quinn criter.		4.792424
F-statistic	9.742341	Durbin-Watson stat		2.007777
Prob(F-statistic)	0.000234			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

El modelo derivado del MCE se representa con la siguiente notación:

$$D(\widehat{IGAE}) = 0.22 + 0.62D(TC) - 0.53Resid01(-1)$$

Estadísticamente, el coeficiente  $\hat{a}_1$  no es significativo, lo cual representa que en el corto plazo las variaciones que presenta el T.C. no repercutan inmediatamente sobre la actividad económica medida por el IGAE, puesto que el valor del coeficiente es muy cercano a cero.

Por otra parte, alrededor del 52.8% de la discrepancia entre el IGAE de largo y corto plazos se corrige en el lapso de un mes.

El  $R^2$  disminuyó como era de esperarse, su nivel de corto plazo indica que el MCE explica sólo el 25.8% de las variaciones en la variable dependiente. El estadístico DW fue mayor que el valor de  $R^2$ , por lo que se concluye que la regresión no es espuria.

#### 4.3.2. BASE MONETARIA-TIPO DE CAMBIO

El segundo modelo que se estimó es el que describe cómo se relaciona la base monetaria (BM) con el tipo de cambio. La regresión para tal relación se planteó bajo la siguiente notación matemática:

$$\ln BMD = \ln \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln TCD + u$$

Los resultados se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 13.** Salida del modelo: Base Monetaria-Tipo de cambio

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LTCD	1.244319	0.058584	21.24001	0.0000
C	17.32105	0.157233	110.1615	0.0000
R-squared	0.886082	Mean dependent var		20.65554
Adjusted R-squared	0.884118	S.D. dependent var		0.198619
S.E. of regression	0.067613	Akaike info criterion		-2.517268
Sum squared resid	0.265148	Schwarz criterion		-2.447457
Log likelihood	77.51805	Hannan-Quinn criter.		-2.489961
F-statistic	451.1379	Durbin-Watson stat		0.128739
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

De los resultados que se obtuvieron se puede plantear el modelo como sigue:

$$\widehat{LBMD} = 17.32 + 1.24 \cdot LTCD$$

Del “Cuadro 13” se puede concluir que ambos coeficientes son significativos al uno, cinco y diez por ciento. El  $R^2$  indica que el 88.6% de las variaciones que se presentan en la variable dependiente se explican con el modelo. No obstante, se presume que la regresión estimada es espuria, puesto que  $R^2 > DW$ .

En vista de que se trabajó con series estacionarias en primeras, se generó la serie de residuales del modelo y se les aplicó la prueba DF. Los resultados se resumen enseguida:

**Cuadro 14.** Resultados de la prueba DF para los residuales del modelo: BM-TC

Variable	Tipo de prueba	Raíz Unitaria (DF)	Orden de integración
$\hat{u}_t$	None (random walk)	-2.29**	$I \sim (0)$

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Con los resultados se concluyó que las series están cointegradas, por lo que es posible aplicarles el MCE; la ecuación para tal finalidad se planteó bajo la siguiente expresión:

$$D(LBMD) = a_0 + a_1 D(LTCD) + a_2 u(-1) + e$$

**Cuadro 15.** Salida del MCE: Base Monetaria-Tipo de cambio

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LTCD)	0.240236	0.069481	3.457595	0.0010
RESID01(-1)	0.005892	0.022755	0.258947	0.7966
C	0.008639	0.001497	5.771187	0.0000
R-squared	0.203178	Mean dependent var		0.010403
Adjusted R-squared	0.174720	S.D. dependent var		0.011939
S.E. of regression	0.010846	Akaike info criterion		-6.160500
Sum squared resid	0.006588	Schwarz criterion		-6.054862
Log likelihood	184.7347	Hannan-Quinn criter.		-6.119263
F-statistic	7.139597	Durbin-Watson stat		2.293770
Prob(F-statistic)	0.001730			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

De la salida del MCE se concluye que la ecuación ajustada se denota como:

$$D(\widehat{LBMD}) = 0.01 + 0.24D(LTCD) + 0.01Resid01(-1)$$

Los coeficientes que  $\hat{a}_0$  y  $\hat{a}_1$  resultaron estadísticamente significativos al 1%, 5% y 10%. Sin embargo,  $\hat{a}_2$  resultó que no es significativo bajo el MCE. Para corregir tal discrepancia se estimó de nueva cuenta la relación de largo plazo, adicionándole una variable de tendencia; la ecuación se planteó de la siguiente forma:

$$\ln BMD = \ln \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln TCD + \beta_2 t + u$$

Al correr en Eviews el nuevo modelo ajustado por tendencia se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro 16.** Modelo ajustado por tendencia: Base Monetaria-Tipo de cambio

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LTCD	0.430399	0.029691	14.49600	0.0000
@TREND	0.007934	0.000255	31.05948	0.0000
C	19.26812	0.073029	263.8413	0.0000
R-squared	0.993645	Mean dependent var		20.65554
Adjusted R-squared	0.993422	S.D. dependent var		0.198619
S.E. of regression	0.016110	Akaike info criterion		-5.370098
Sum squared resid	0.014793	Schwarz criterion		-5.265381
Log likelihood	164.1030	Hannan-Quinn criter.		-5.329138
F-statistic	4455.825	Durbin-Watson stat		0.510783
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Con los resultados obtenidos se concluye que la nueva ecuación que describiría la relación de largo plazo se representa de la siguiente manera:

$$\widehat{LBMD} = 19.27 + 0.43 \cdot LTCD + 0.01_t$$

En este caso, los tres coeficientes resultaron significativos al 1%, 5% y 10%.

El  $R^2$  señala que el modelo explica en 99.4% las variaciones en la variable dependiente. No obstante, la regresión se presume espuria, puesto que  $R^2 > DW$ .

Con base al “Cuadro 16” se concluye que, bajo el nuevo modelo, las series se



encuentran cointegradas, por lo que es posible aplicarles de nueva cuenta el MCE.

De nueva cuenta se estimó la serie de errores del modelo y se le aplicó la prueba de raíz unitaria DF; los resultados se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 17.** Resultados de la prueba DF para los residuales del modelo ajustado: BM-TC

Variable	Tipo de prueba	Raíz Unitaria (DF)	Orden de integración
$\hat{u}_t$	None (random walk)	-2.12**	$I\sim(0)$

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

La nueva relación de ajuste de corto plazo se plantea exactamente igual que la original; lo único que cambia son los parámetros estimados bajo MCE. Para tal caso, los nuevos resultados se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 18.** Segunda salida del MCE: Base Monetaria-Tipo de cambio

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.008619	0.001452	5.937681	0.0000
D(LTCD)	0.263733	0.064398	4.095376	0.0001
RESID02(-1)	-0.170183	0.096435	-1.764739	0.0831
R-squared	0.244253	Mean dependent var		0.010403
Adjusted R-squared	0.217262	S.D. dependent var		0.011939
S.E. of regression	0.010563	Akaike info criterion		-6.213424
Sum squared resid	0.006248	Schwarz criterion		-6.107787
Log likelihood	186.2960	Hannan-Quinn criter.		-6.172188
F-statistic	9.049436	Durbin-Watson stat		2.049065
Prob(F-statistic)	0.000393			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

De los resultados se concluye que la nueva relación de corto plazo quedaría representada bajo la siguiente ecuación:

$$D(\widehat{LBMD}) = 0.01 + 0.26D(LTCD) - 0.17Resid02(-1)$$

Para esta regresión los coeficientes  $\hat{a}_0$  y  $\hat{a}_1$  son significativos al 1%, 5% y 10%,  $\hat{a}_2$  lo es únicamente al 10%.

El coeficiente de determinación señala que el nuevo modelo de corto plazo explica sólo el 24.4% de las variaciones en la variable endógena. Al resultar  $DW > R^2$  se

concluye que la regresión no es espuria y existe relación estadística real entre ambas variables.

Finalmente, el modelo revela que aproximadamente el 17.1% de la discrepancia entre el nivel de la BM de largo y corto plazos, se corrige en un período de un mes.

#### 4.3.3. DEUDA PÚBLICA EXTERNA-TIPO DE CAMBIO

La relación matemática que describe el comportamiento conjunto entre la DPE y el TC se representa bajo la siguiente ecuación:

$$\ln DPE = \ln \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln TC + u$$

Para la expresión anterior, los resultados arrojados por Eviews se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 19.** Salida de la regresión: Deuda Pública Externa-Tipo de cambio

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LTC	0.845397	0.056640	14.92590	0.0000
C	9.603405	0.152014	63.17439	0.0000
R-squared	0.793434	Mean dependent var		11.86887
Adjusted R-squared	0.789873	S.D. dependent var		0.142198
S.E. of regression	0.065183	Akaike info criterion		-2.590471
Sum squared resid	0.246432	Schwarz criterion		-2.520660
Log likelihood	79.71414	Hannan-Quinn criter.		-2.563164
F-statistic	222.7824	Durbin-Watson stat		0.151187
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Del cuadro anterior, se concluye que la regresión queda de la siguiente forma:

$$\widehat{LDPE} = 9.61 + 0.84 \cdot LTC$$

Los resultados revelan que ambos coeficientes son estadísticamente significativos para niveles de 1%, 5% y 10%. El  $R^2$  indica que el 79.3% de las variaciones de la DPE, se explican como resultado de las variaciones en el TC. De la condición,  $R^2 > DW$ , se presume que la regresión estimada podría ser espuria.

Con la regresión estimada se computaron los residuales del modelo y se determinó su orden de integración, los resultados se resumen a continuación:

**Cuadro 20.** Resultados de la prueba DF para los residuales del modelo: DPE-TC

Variable	Tipo de prueba	Raíz Unitaria (DF)	Orden de integración
$\hat{u}_t$	None (random walk)	-2.25**	$I\sim(0)$

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Con los resultados se concluyó que las series sí están cointegradas, por lo que es posible aplicarles el MCE.

Posteriormente, se evaluó en Eviews la siguiente ecuación que representa el MCE para el modelo en estudio:

$$D(LDPE) = a_0 + a_1D(LTC) + a_2u(-1) + e$$

Los resultados de se muestran en el siguiente cuadro:

**Cuadro 21.** Salida del MCE: DPE-TC

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LTC)	-0.016215	0.083860	-0.193352	0.8474
RESID01(-1)	-0.030967	0.030607	-1.011772	0.3160
C	0.007446	0.001981	3.758676	0.0004
R-squared	0.021730	Mean dependent var		0.007295
Adjusted R-squared	-0.013208	S.D. dependent var		0.014441
S.E. of regression	0.014536	Akaike info criterion		-5.574889
Sum squared resid	0.011832	Schwarz criterion		-5.469252
Log likelihood	167.4592	Hannan-Quinn criter.		-5.533653
F-statistic	0.621962	Durbin-Watson stat		2.286173
Prob(F-statistic)	0.540557			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Con los resultados presentados en el cuadro anterior, se concluye que el modelo puede representarse bajo la siguiente notación:

$$D(\widehat{LDPE}) = 0.01 - 0.02D(LTC) - 0.03Resid01(-1)$$

Los resultados revelan que el coeficiente  $\hat{a}_0$  es estadísticamente significativo al 1%,

5% y 10%. No obstante, el resultado para  $\hat{a}_1$  y  $\hat{a}_2$ , resultó ser todo lo contrario, concluyendo que no son estadísticamente significativos para ninguno de los niveles previamente mencionados. Esta última conclusión revela que los valores de  $\hat{a}_1$  y  $\hat{a}_2$  son muy cercanos o iguales a cero.

Para corregir el desajuste, se reestimó la regresión de largo plazo adicionándole la variable de tendencia. La nueva ecuación se representó bajo la siguiente notación:

$$\ln DPE = \ln \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln DPE + \beta_2 t + u$$

Luego, con los resultados del siguiente cuadro, se expresó el nuevo modelo como sigue:

$$\widehat{LDPE} = 11.43 + 0.08 \cdot LTC + 0.01 t$$

Los coeficientes  $\hat{\beta}_0$  y  $\hat{\beta}_2$  resultaron significativos al 1%, 5% y 10%, y  $\hat{\beta}_1$  resultó significativo al 5% y 10%.

**Cuadro 22.** Modelo ajustado por tendencia: DPE-TC

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LTC	0.082661	0.035652	2.318530	0.0240
@TREND	0.007437	0.000306	24.31456	0.0000
C	11.42797	0.087742	130.2447	0.0000
R-squared	0.981835	Mean dependent var		11.86887
Adjusted R-squared	0.981198	S.D. dependent var		0.142198
S.E. of regression	0.019498	Akaike info criterion		-4.988282
Sum squared resid	0.021670	Schwarz criterion		-4.883565
Log likelihood	152.6485	Hannan-Quinn criter.		-4.947322
F-statistic	1540.487	Durbin-Watson stat		0.579065
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

El  $R^2$  señala que, bajo este modelo, el 82.7% de las variaciones en la variable dependiente son explicadas por las variaciones en el tipo de cambio.

Aún se presume que el modelo sea espurio, al presentarse la condición  $R^2 > DW$ .

Posteriormente se volvió a calcular la serie de residuales con este nuevo modelo y se

les aplicó la prueba DF; se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro 23.** Resultados de la prueba DF para los residuales del modelo ajustado: DPE - TC

Variable	Tipo de prueba	Raíz Unitaria (DF)	Orden de integración
$\hat{u}_t$	None (random walk)	-3.02***	$I \sim (0)$

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Con los resultados de los nuevos residuales se concluyó que las variables sí están cointegradas de nueva cuenta.

Posteriormente, se volvió a calcular el MCE para lo cual se obtuvieron los resultados del siguiente cuadro y la ecuación correspondiente.

$$D(\widehat{LDPE}) = 0.01 - 0.01D(LTC) - 0.33Resid02(-1)$$

Para este caso  $\hat{a}_0$  y  $\hat{a}_2$  son significativos al 1%, 5% y 10%; no obstante,  $\hat{a}_1$  no resultó ser significativo para ninguno de los niveles de significancia previamente mencionados.

**Cuadro 24.** Salida ajustada del MCE: DPE - TC

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LTC)	-0.097137	0.075718	-1.282874	0.2048
RESID02(-1)	-0.334403	0.094090	-3.554098	0.0008
C	0.008146	0.001810	4.500298	0.0000
R-squared	0.187189	Mean dependent var		0.007295
Adjusted R-squared	0.158160	S.D. dependent var		0.014441
S.E. of regression	0.013250	Akaike info criterion		-5.760176
Sum squared resid	0.009831	Schwarz criterion		-5.654538
Log likelihood	172.9252	Hannan-Quinn criter.		-5.718939
F-statistic	6.448343	Durbin-Watson stat		2.001634
Prob(F-statistic)	0.003018			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Para corregir el nuevo desequilibrio presentado en el segundo modelo de corto plazo, se planteó agregar a la variable explicatoria rezagándola en un período, al vector de variables exógenas. La ecuación que describe dicha relación se representa como sigue:

$$D(LDPE) = a_0 + a_1D(LTC) + a_2D(LTC(-1)) + a_3u(-1) + e$$

Los resultados de la expresión anterior se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 25.** Salida del MCE con un rezago: DPE-TC

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LTC)	-0.135644	0.078608	-1.725578	0.0901
D(LTC(-1))	0.170011	0.077905	2.182301	0.0335
RESID02(-1)	-0.264357	0.096805	-2.730827	0.0085
C	0.007432	0.001864	3.987346	0.0002
R-squared	0.255667	Mean dependent var		0.007407
Adjusted R-squared	0.214315	S.D. dependent var		0.014541
S.E. of regression	0.012889	Akaike info criterion		-5.798431
Sum squared resid	0.008971	Schwarz criterion		-5.656332
Log likelihood	172.1545	Hannan-Quinn criter.		-5.743081
F-statistic	6.182722	Durbin-Watson stat		2.269462
Prob(F-statistic)	0.001088			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

En este caso,  $\hat{a}_0$  y  $\hat{a}_3$  resultaron significativos al 1%, 5% y 10%,  $\hat{a}_0$  fue significativo únicamente al 10% y  $\hat{a}_2$  al 5% y 10%.

El coeficiente de determinación indica que el modelo, en el corto plazo, explica un 25.6% de las variaciones en la variable dependiente.

La regresión no es espuria al presentarse la condición,  $DW > R^2$ .

Finalmente, se concluye que alrededor del 26.4% de la discrepancia entre el nivel de la DPE de largo y corto plazos, se corrige en el lapso de un mes.

#### 4.3.4. RIESGO PAÍS - TIPO DE CAMBIO

El último modelo que se determinó corresponde a la relación riesgo país-tipo de cambio. La expresión matemática que representa dicha analogía es la siguiente:

$$\ln EMBID = \ln \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln TCD + u$$

Al correr la regresión en Eviews, se obtuvieron los resultados que se resumen en el siguiente cuadro:

**Cuadro 26.** Salida de la regresión: Riesgo País-Tipo de cambio

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LTCD	1.400169	0.077467	18.07442	0.0000
C	1.627252	0.207914	7.826565	0.0000
R-squared	0.849227	Mean dependent var		5.379380
Adjusted R-squared	0.846628	S.D. dependent var		0.228295
S.E. of regression	0.089407	Akaike info criterion		-1.958481
Sum squared resid	0.463625	Schwarz criterion		-1.888670
Log likelihood	60.75443	Hannan-Quinn criter.		-1.931174
F-statistic	326.6845	Durbin-Watson stat		0.330744
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Los coeficientes  $\beta_0$  y  $\beta_1$ , resultaron estadísticamente significativos para niveles de 1%, 5% y 10%.

La ecuación de regresión estimada se puede representar de la siguiente forma:

$$\widehat{LEMBID} = 1.63 + 1.40 \cdot TCD$$

El  $R^2$  señala que con el modelo se explican alrededor de 84.9% de las variaciones en la variable dependiente. El estadístico Durbin-Watson (0.33) es menor que el coeficiente de determinación (0.84), por lo que se presume que la regresión es espuria.

Con la finalidad de corregir las discrepancias existentes entre el corto y el largo plazos, derivadas de trabajar con variables cuyo orden de integración es  $I\sim(1)$ , se calculó en Eviews la serie de residuales y se determinó su orden de integración; los resultados se presentan en el siguiente cuadro:

**Cuadro 27.** Resultados de la prueba DF para los residuales del modelo: EMBI-TC

Variable	Tipo de prueba	Raíz Unitaria (DF)	Orden de integración
$\hat{u}_t$	None (random walk)	-2.14**	$I\sim(0)$

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Del cuadro anterior se concluyó que las series están cointegradas, por lo que es posible corregir el modelo aplicando la siguiente ecuación:



$$D(LEMBID) = a_0 + a_1D(LTCD) + a_2u(-1) + e$$

Al computar el modelo en Eviews se consiguieron los siguientes resultados:

**Cuadro 28.** Salida del mecanismo de corrección: EMBI+ - Tipo de cambio

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LTCD)	2.467314	0.267113	9.236967	0.0000
RESID01(-1)	-0.144678	0.067075	-2.156972	0.0353
C	-0.012076	0.006091	-1.982493	0.0523
R-squared	0.622338	Mean dependent var		0.005548
Adjusted R-squared	0.608850	S.D. dependent var		0.070794
S.E. of regression	0.044276	Akaike info criterion		-3.347243
Sum squared resid	0.109780	Schwarz criterion		-3.241605
Log likelihood	101.7437	Hannan-Quinn criter.		-3.306006
F-statistic	46.14040	Durbin-Watson stat		1.841727
Prob(F-statistic)	0.000000			

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

Por consiguiente, la regresión corregida quedó de la siguiente manera:

$$D(\widehat{LEMBID}) = -0.01 + 2.47D(LTCD) - 0.14Resid01(-1)$$

Del cuadro anterior se concluye que el coeficiente  $a_0$  es estadísticamente significativo únicamente al 10%,  $a_1$  lo es para niveles de 1%, 5% y 10%, mientras que  $a_2$  resultó significativo en 5% y 10%.

El coeficiente  $R^2$  disminuyó con respecto al nivel que presentó en el primer modelo, pero aun así resultó aceptable, indicando que la nueva regresión explica un 62.2% de las variaciones en la variable dependiente.

En este caso se refuta la existencia de una regresión espuria, puesto que el estadístico  $DW$  es mayor al coeficiente de determinación.

Finalmente, se concluye que alrededor del 14.5% de la discrepancia entre el nivel del EMBI de largo y corto plazos, se corrige en un período de un mes.

#### 4.4. APLICACIÓN DE PRUEBAS DE HIPÓTESIS

A continuación, se evaluarán los supuestos de homocedasticidad, no autocorrelación



y normalidad en los residuos de cada modelo, con la finalidad de delimitar su grado de eficiencia.

La primera prueba que se aplicó fue para detectar la presencia de normalidad en la distribución de los errores de los modelos estimados. Para ello, con Eviews, se realizaron los cálculos necesarios para aplicar la “Prueba Jarque-Bera”. La hipótesis se planteó de la siguiente manera:

$H_0$ : Los errores se distribuyen de manera normal.

$H_1$ : Los errores no siguen una distribución normal.

La segunda prueba que se aplicó fue para detectar homocedasticidad (o en su defecto, heterocedasticidad). Para tal fin se aplicó la “Prueba de White”, planteando la hipótesis como sigue:

$H_0$ : El modelo presenta homocedasticidad.

$H_1$ : El modelo presenta heterocedasticidad.

Finalmente, la tercera prueba aplicada fue para detectar la no autocorrelación en los errores de los modelos. El test utilizado para tal fin fue la “Prueba Breusch-Godfrey”. La hipótesis se formuló de la siguiente manera:

$H_0$ : No existe autocorrelación entre los errores del modelo.

$H_1$ : Si existe autocorrelación entre los errores del modelo.

Los resultados de las pruebas se resumen en el siguiente cuadro, para el cual, se dan los comentarios correspondientes:

1. De los cuatro modelos, tres presentaron normalidad para un nivel de confianza hasta del 99%. La excepción fue el modelo,  $IGAE - TC$ , donde los errores no pasaron la prueba de detección de normalidad para ninguno de los niveles de

confianza utilizados.<sup>45</sup>

**Cuadro 29.** Resumen de pruebas de hipótesis para el MCE

Evaluación	Normalidad	Heterocedasticidad	Autocorrelación
Prueba aplicada	Jarque-Bera	White	Breusch-Godfrey
IGAE-TC	1.47***	0.55***	0.32***
LBMD-LTCD	21.36	1.45***	1.62***
LDPE-LTC	0.29***	2.09*	1.54***
LEMBID-LTCD	0.11***	0.12***	2.04***

Fuente: Elaboración propia en Eviews.

2. En los cuatro casos los residuos mostraron un comportamiento homocedástico para un nivel de confianza de hasta el 99%. Por tal razón se concluye que, si se realizan proyecciones con los modelos estimados, se obtendrán resultados consistentes (resultados insesgados) cercanos al valor real que se observe en el período en tratamiento.
3. Finalmente, los cuatro modelos en estudio no presentaron el problema de autocorrelación en sus perturbaciones, por lo que se concluye las estimaciones de MCO resultaron ser eficientes y por consecuencia de ello, la inferencia que derive de dichos modelos también será efectiva.

---

<sup>45</sup> La excepción se explica principalmente como resultado de haber trabajado modelando una serie con comportamiento estable, con una cuyo comportamiento es volátil en el tiempo.

## CAPÍTULO V. CONSIDERACIONES FINALES

En este capítulo se presenta la evidencia empírica encontrada en otros trabajos donde se analizó la repercusión del tipo de cambio sobre las variables tratadas en el presente estudio. Posteriormente, se discuten tales evidencias comparándolas con los resultados arrojados por los modelos computados. Finalmente, con base en un análisis de sensibilidad y pronósticos, se abordan los epílogos obtenidos de las regresiones estimadas y se dan algunas recomendaciones.

### 5.1. EVIDENCIA EMPÍRICA DE OTROS ESTUDIOS

A continuación, se presentan las conclusiones y resultados de algunos estudios previos acerca de las repercusiones del tipo de cambio sobre las variables tratadas en el presente trabajo.

#### 5.1.1. REVISIÓN DE LA EVIDENCIA PREVIA: T.C. - ACTIVIDAD ECONÓMICA

Algunos autores encontraron evidencia que indica que la reacción de la actividad económica ante variaciones en el tipo de cambio es contracíclica. Para ello calcularon un modelo econométrico con datos del PIB y el tipo de cambio nominal para el período, 1980-2012. El coeficiente de elasticidad asociado fue de -0.47. Este valor indica que por cada aumento de 1% en el tipo de cambio la actividad económica cae un 0.47% (Figuroa, et al., 2017).

Sobre la relación que guarda el tipo de cambio con la actividad económica, Ramírez (2005) encontró que la depreciación del peso frente al dólar impacta al alza en la actividad económica. A través de un análisis de cointegración para series indizadas del tipo de cambio nominal y el PIB, para el período que va de 1931 a 2001, este autor computó un coeficiente de 29.57\*, que señala un aumento en la actividad económica como resultado de una depreciación de la moneda local. El autor argumenta que el incremento obedece al efecto que ocasiona la depreciación en las exportaciones.

### 5.1.2. REVISIÓN DE LA EVIDENCIA PREVIA: T.C. - BASE MONETARIA

En cuanto al efecto del tipo de cambio en la base monetaria, sin ahondar mucho en los cálculos, García (2010) señala que con la finalidad de controlar la inflación, el Banco de México aumenta la tasa de interés en caso de una depreciación del tipo de cambio; luego, como resultado del incremento en la tasa de interés la base monetaria disminuye como reacción a la atracción hacia los rendimientos que los inversionistas podrían obtener como consecuencia de invertir en una tasa más elevada.

En otro estudio sobre el impacto del tipo de cambio sobre la base monetaria, Miranda (2018) describió el período comprendido entre 2014 y 2016 como una época a la que denominó “*la tormenta perfecta*”. El autor muestra que una serie de choques provenientes del exterior encendieron las alarmas del Banco de México, el cual tuvo que aumentar la base monetaria para frenar la depreciación de la moneda nacional. Para tal fin, el Banco Central realizó una serie de subastas de 200 millones de dólares en los días en que la depreciación de la moneda doméstica alcanzaba niveles de al menos 1.5%. Con esto, el autor concluye que los movimientos en el tipo de cambio afectan sustancialmente la cantidad de circulante en la economía.

### 5.1.3. REVISIÓN DE LA EVIDENCIA PREVIA: T.C. - DEUDA PÚBLICA EXTERNA

En cuanto a la deuda pública externa, Juárez (2017) computó un modelo econométrico<sup>46</sup> que indica el impacto de los movimientos cambiarios sobre los niveles de los empréstitos del exterior. Los resultados de la regresión arrojaron un coeficiente con valor de -334.2, *no significativo*, lo que indica que México es dependiente de los préstamos externos, no basando su decisión de contratar deuda versus las fluctuaciones vinculadas al tipo de cambio, sino que más bien se ha creado una necesidad tal de ahorro externo que aun cuando el tipo de cambio experimente ciclos muy volátiles, México contrata deuda en los mercados internacionales.

---

<sup>46</sup> Para computar la regresión se utilizaron datos anuales para el período, 1980-2015.

Por otra parte, en un análisis elaborado por el Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (2017), la institución ratificó que principalmente durante el período que va de 2012 a 2017, el tipo de cambio impactó de manera importante en el saldo de la deuda externa, lo cual implicó un incremento neto en el endeudamiento, y por consecuencia, un encarecimiento en respectivo costo financiero. Dicho efecto fue evidente al considerar que entre 2012 y 2016 el peso alcanzó una depreciación acumulada del 35%.

#### 5.1.4. REVISIÓN DE LA EVIDENCIA PREVIA: T.C. - RIESGO PAÍS

Ortíz (2014) a través de un estudio de los determinantes del EMBI para el período, 1990-2012, encontró evidencia que indica que el índice de riesgo-país responde aumentando ante la depreciación del tipo de cambio nominal. En su modelo computó un coeficiente asociado al tipo de cambio con valor de 226.9<sup>\*\*\*</sup>. Dicho nivel indica que cuando el peso se deprecia en una unidad ante el dólar, el EMBI se incrementa en 226.9 unidades.

Por su parte, el Banxico (2015, p. 15) estimó un modelo para determinar el nivel del EMBI de México, utilizando cifras diarias que van del 1° de enero de 2007 al 31 de octubre de 2015. El coeficiente ligado al tipo de cambio fue de 5.3<sup>\*\*\*</sup>, cifra que indica que, si el tipo de cambio sufre una depreciación diaria del 1%, el índice de riesgo-país crecerá un 5.3%.<sup>47</sup>

## 5.2. SENSIBILIDAD DE VARIABLES POR TRANSICIONES EN EL TIPO DE CAMBIO

En términos econométricos, la elasticidad mide el cambio que sufre la variable dependiente en función de la variable explicatoria.<sup>48</sup>

---

<sup>47</sup> En este caso, el Banxico utilizó datos porcentuales de la depreciación diaria que sufrió el tipo de cambio nominal durante el período que se analizó.

<sup>48</sup> También puede darse el caso de que existan diversas variables explicatorias en el modelo, por lo que la regresión presentará varios coeficientes de elasticidad y la variable endógena se verá afectada

A continuación, se presenta el cuadro resumen de las elasticidades de corto y largo plazo obtenidas a través de los modelos:

**Cuadro 30.** Resumen de elasticidades

Modelo	Corto plazo	Largo plazo
IGAE-TC	0.08	0.20
LBMD-LTCD	0.26	0.43
LDPE-LTC	-0.14 0.17 <sub>t-1</sub>	0.08
LEMBID-LTCD	2.47	1.40

Fuente: Elaboración propia.

Analizando los resultados, se aprecia que en el largo plazo por cada aumento de 1% en el tipo de cambio, el IGAE tenderá a aumentar 0.20%. En el corto plazo el cambio es menor, ya que por cada variación al alza de 1% que se presente en el tipo de cambio, el IGAE sólo aumentará en 0.08%.<sup>49</sup> En ambos casos esto representa una respuesta inelástica de dicha variable con relación a transiciones en el tipo de cambio.

Respecto a la BM, cuando el tipo de cambio varía en 1%, en el largo plazo dicho indicador cambia al alza en alrededor de 0.43% y en el corto plazo crece a razón de 0.26%. Al igual que en el caso anterior, la respuesta que presenta la BM ante fluctuaciones en el TC es inelástica.

El caso de la DPE indica que cuando el TC sube un 1%, dicha variable crecerá en el largo plazo únicamente un 0.08%. El caso del corto plazo resultó especial en vista de que, en dicho espacio temporal, la DPE no sólo depende del valor actual del tipo de cambio ( $TC_t$ ), sino también del valor que presentó en el período anterior ( $TC_{t-1}$ ). Los resultados se interpretan de la siguiente manera: un incremento de 1% en el valor

---

por diversos choques provenientes de los cambios que sufra cada una de las variables que la afecten.

<sup>49</sup> Se da el resultado a pesar de que el coeficiente no resultó estadísticamente significativo.

actual del TC, implica que la DPE disminuirá en 0.14% y se incrementará 0.17% en el siguiente período (un mes).<sup>50</sup> De nueva cuenta en ambos casos se trató de una respuesta inelástica de la variable con respecto a los cambios que presente el TC.

Finalmente, el indicador de riesgo-país resultó ser el más sensible contra las fluctuaciones que presentó el TC. En el largo plazo, cada incremento de 1% en el TC representó un alza de 1.40% en el EMBI+. Por su parte, en el corto plazo el shock fue aún mayor; cada subida de 1% que presentó el TC repercutió en un aumento de 2.47% en el indicador de riesgo-país. En ambos casos se muestra que el EMBI+ presenta un comportamiento elástico ante las oscilaciones que presenta el TC.

### 5.3. PRONÓSTICOS

A continuación, se presentarán los pronósticos ex-ante y ex-post que se obtuvieron con los modelos estimados.

#### 5.3.1. EVALUACIÓN EX-ANTE

El horizonte temporal que cubre esta evaluación es el período en sí, objeto del estudio, 2012-2016. Su objetivo consiste en verificar cuantitativa y gráficamente la eficiencia del modelo en cuanto a su capacidad de proyectar los valores de la variable explicada.

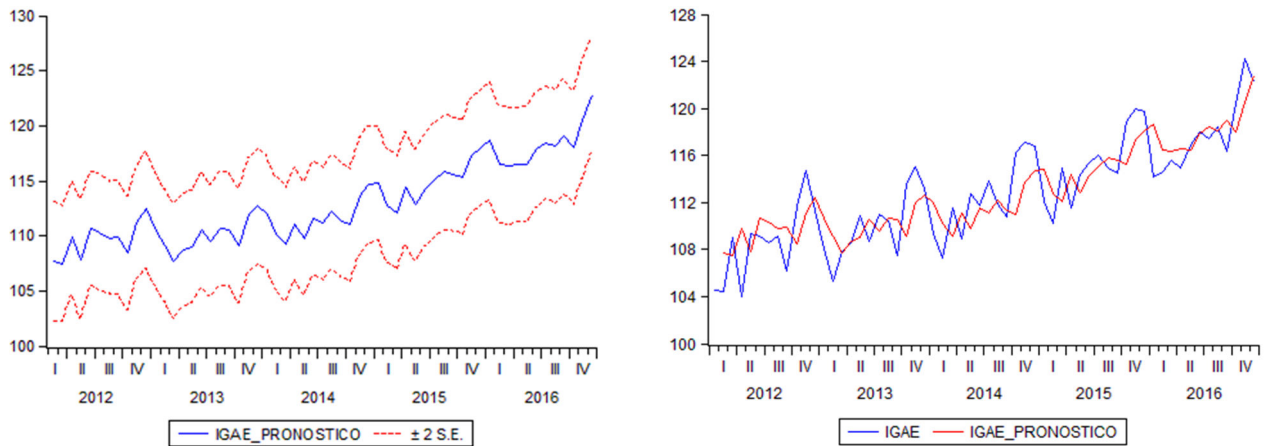
A continuación, se presenta el gráfico del pronóstico obtenido con el modelo IGAE-TC<sup>51</sup>, tomando en cuenta los valores que pudiese haber presentado el IGAE dentro de unas bandas de confianza al 95%; así mismo, se presenta una gráfica comparativa donde se muestra la evolución de la serie original del IGAE contra la pronosticada:

---

<sup>50</sup> La interpretación se basa en Pindyck y Rubinfeld (2001, p. 250).

<sup>51</sup> Para llevar a cabo los pronósticos se utilizarán los modelos de corto plazo. Esto se debe a que a dichas estimaciones provienen del MCE, con el cual se asume que las inconsistencias que llegaron a presentar las primeras estimaciones (de largo plazo) fueron corregidas.

**Gráfico 10. Pronóstico ex-ante: IGAE-TC**



Fuente: Elaboración propia en Eviews.

En el “Gráfico 10” de la izquierda se observa que el IGAE presenta una tendencia en crecimiento durante todo el período. A su vez, en la imagen de la derecha se aprecia que la serie obtenida con el modelo se presenta más suave que la observada. Esto se explica como resultado de haber aplicado el MCE, con el cual se obtuvo un modelo estimado con las diferencias de los valores reales observados; asimismo, de acuerdo con Pindyck y Rubinfeld (2001), los valores pronosticados que se muestran en el gráfico comparativo se podrían concebir como los valores potenciales de la variable en análisis, los valores reales por encima de la línea roja en la imagen se pueden concebir como período de subvaluación de la variable, es decir, lapsos en que la variable en estudio no alcanzó su máximo potencial; por su parte, valores por encima de la línea roja, suponen intervalos de tiempo donde la variable estuvo sobrevaluada, es decir, períodos donde el indicador en estudio trabajó por encima de su máxima capacidad.

No obstante, al observarse que los valores reales se encuentran muy pegados a los pronosticados, se presume que el modelo tiene buena capacidad de pronóstico. Lo anterior puede verificarse mediante el siguiente cuadro resumen, donde se presentan los valores trimestrales promedio para el período en análisis:



**Cuadro 31. IGAE: valores observados y pronosticados**

Año	Periodo	IGAE	Pronóstico IGAE
2012	1T	106.02	71.73
	2T	107.51	109.46
	3T	107.98	110.00
	4T	112.54	110.67
2013	1T	107.04	109.21
	2T	109.39	109.42
	3T	109.66	110.26
	4T	113.89	111.27
2014	1T	109.38	110.44
	2T	111.15	110.82
	3T	112.15	111.54
	4T	116.75	113.13
2015	1T	112.40	113.21
	2T	113.77	113.81
	3T	115.15	115.48
	4T	119.52	116.91
2016	1T	114.78	117.16
	2T	116.58	116.97
	3T	117.38	118.53
	4T	122.29	120.45

Fuente: Elaboración propia en Excel.

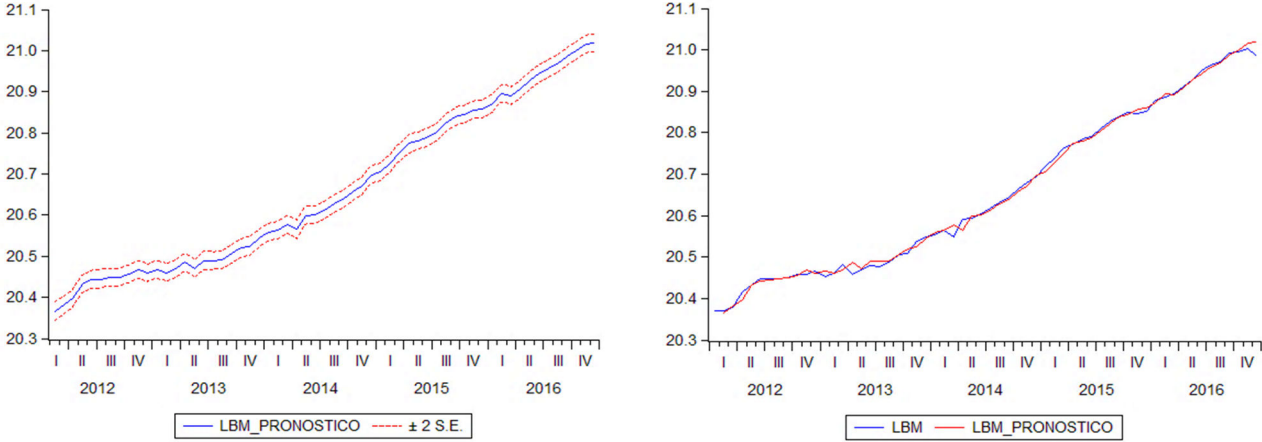
Con excepción del 1T12, en todos los trimestres del período se aprecia que los valores del pronóstico se acercan en gran medida a los valores reales. La discrepancia que existe en el 1T12 se debe a que, en dicho intervalo de tiempo, los valores proyectados solo contemplaron dos observaciones para el promedio, puesto que se pierde una observación como resultado de haber estimado el modelo econométrico con datos en primeras diferencias; en cambio los datos reales, tomaron en cuenta tres observaciones para el cómputo del promedio.<sup>52</sup>

---

<sup>52</sup> Lo mismo ocurrirá con los pronósticos para las demás variables estudiadas, puesto que se aplicó la misma metodología (MCE). Incluso se podrían perder más datos si el modelo presenta variables explicativas rezagadas.

El siguiente pronóstico evaluado es el correspondiente a la Base Monetaria. En los siguientes gráficos se presenta el desempeño de las series original y pronosticada:

**Gráfico 11. Pronóstico ex-ante: LBM-LTC**



Fuente: Elaboración propia en Eviews.

De ambos gráficos se concluye que la BM fue en aumento durante todo el período. El comparativo de la serie observada versus el pronóstico indica que el modelo tiene gran capacidad de proyectar los valores de la BM, lo cual se constata al ver que los valores pronosticados se encuentran sumamente cerca de los valores observados.

La capacidad de pronóstico del modelo que explica la BM se refuerza observando las cifras del siguiente cuadro, en el cual se resumen los promedios trimestrales de ambas series.

**Cuadro 32. LBM: valores observados y pronosticados**

Año	Periodo	LBM	LBM Pronosticado
2012	1T	20.37	13.58
	2T	20.43	20.42
	3T	20.45	20.45
	4T	20.46	20.46
2013	1T	20.47	20.47
	2T	20.47	20.48
	3T	20.49	20.50
	4T	20.53	20.53
2014	1T	20.56	20.57
	2T	20.60	20.59
	3T	20.63	20.63
	4T	20.68	20.68
2015	1T	20.74	20.73
	2T	20.78	20.78
	3T	20.82	20.82
	4T	20.85	20.85
2016	1T	20.89	20.89
	2T	20.93	20.93
	3T	20.98	20.97
	4T	20.99	21.01

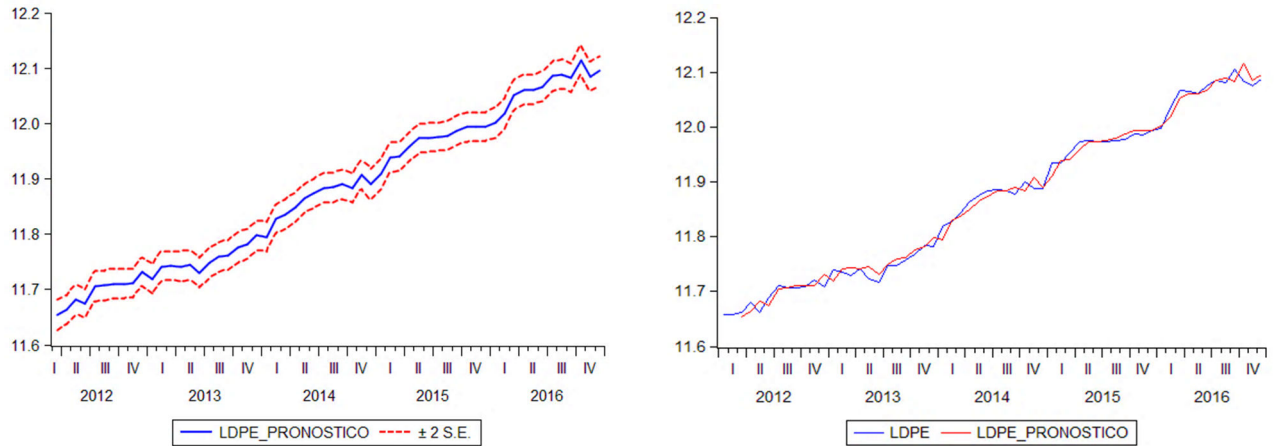
Fuente: Elaboración propia en Excel.

Si se comparan las cifras del cuadro anterior, se aprecia que los datos del pronóstico son iguales que los valores observados en diversos trimestres durante todo el período y los que no son iguales, no presentan grandes desviaciones. Lo anterior se agudiza principalmente durante los terceros y cuartos trimestres de cada año.

Continuando con los pronósticos, enseguida se presenta el gráfico de la proyección para la DPE durante el período en análisis.

En las imágenes se observa que los datos proyectados siguen la misma tendencia al alza, que los valores observados.

**Gráfico 12. Pronóstico ex-ante: LDPE-LTC**



Fuente: Elaboración propia en Eviews.

También es visible que el modelo presenta buena capacidad de pronóstico, en vista de que la serie estimada se encuentra prácticamente alineada a la serie observada.

**Cuadro 33. LDPE: valores observados y pronosticados**

Año	Periodo	LDPE	LDPE Pronosticado
2012	1T	11.66	3.88
	2T	11.68	11.67
	3T	11.71	11.71
	4T	11.71	11.72
2013	1T	11.73	11.73
	2T	11.73	11.74
	3T	11.75	11.76
	4T	11.78	11.79
2014	1T	11.83	11.82
	2T	11.87	11.86
	3T	11.88	11.89
	4T	11.89	11.89
2015	1T	11.94	11.93
	2T	11.97	11.97
	3T	11.98	11.98
	4T	11.99	11.99
2016	1T	12.03	12.02
	2T	12.07	12.06
	3T	12.09	12.09
	4T	12.08	12.10

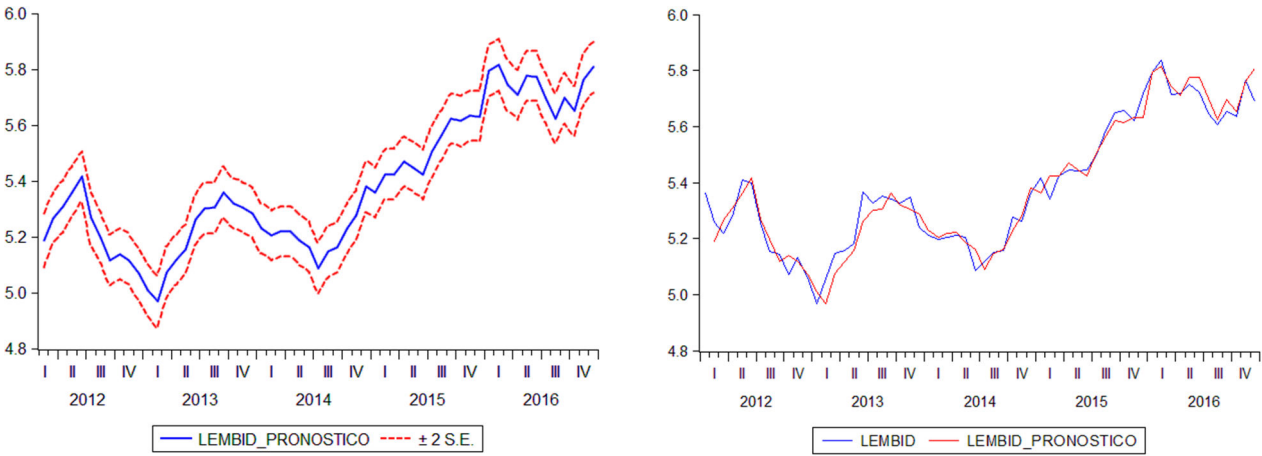
Fuente: Elaboración propia en Excel.

Con la finalidad de reforzar las conclusiones del pronóstico, en el cuadro anterior se presenta el resumen de los promedios trimestrales para la series observada y proyectada de la DPE.

En el cuadro se aprecia que los datos proyectados son idénticos a los observados en diversos trimestres durante el período en estudio. Los valores proyectados que difieren de los observados no presentan gran variación. Con esto se concluye que el modelo que explica el comportamiento de la DPE contra el TC tiene buena capacidad de pronóstico.

Finalmente, a continuación, se presentan los gráficos del pronóstico para el indicador de riesgo-país.

**Gráfico 13. Pronóstico ex-ante: LEMBID-LTCD**



Fuente: Elaboración propia en Eviews.

En términos comparativos, en el gráfico de la derecha se aprecia que la serie pronosticada sigue muy de cerca a la serie observada. En la imagen de la izquierda, al igual que se hizo con los demás indicadores, se construyó un gráfico de bandas con el fin de ilustrar la dispersión que podrían haber alcanzado las observaciones que conformaron el indicador de riesgo-país durante el período en análisis.

Finalmente, en el siguiente cuadro se presenta el resumen trimestral de los promedios observados y pronosticados del indicador de riesgo-país. En el cuadro se observa que varios de los valores que se estimaron con el modelo, resultaron ser

idénticos a los valores reales. A su vez, se observa que las cifras estimadas que no fueron iguales a las reales no presentaron una desviación importante.

**Cuadro 34. LEMBID: valores observados y pronosticados**

Año	Periodo	LEMBID	LEMBID Pronosticado
2012	1T	5.28	3.49
	2T	5.36	5.36
	3T	5.18	5.19
	4T	5.09	5.11
2013	1T	5.06	5.02
	2T	5.24	5.18
	3T	5.34	5.32
	4T	5.31	5.30
2014	1T	5.21	5.22
	2T	5.17	5.19
	3T	5.14	5.13
	4T	5.30	5.30
2015	1T	5.39	5.40
	2T	5.44	5.45
	3T	5.58	5.56
	4T	5.67	5.63
2016	1T	5.78	5.79
	2T	5.73	5.75
	3T	5.63	5.67
	4T	5.70	5.74

Fuente: Elaboración propia en Excel.

### 5.3.2. EVALUACIÓN EX-POST

Después de haber evaluado la capacidad predictiva de cada modelo, se realizaron las proyecciones ex-post para el período, 2017m01 al 2019m12.<sup>53</sup>

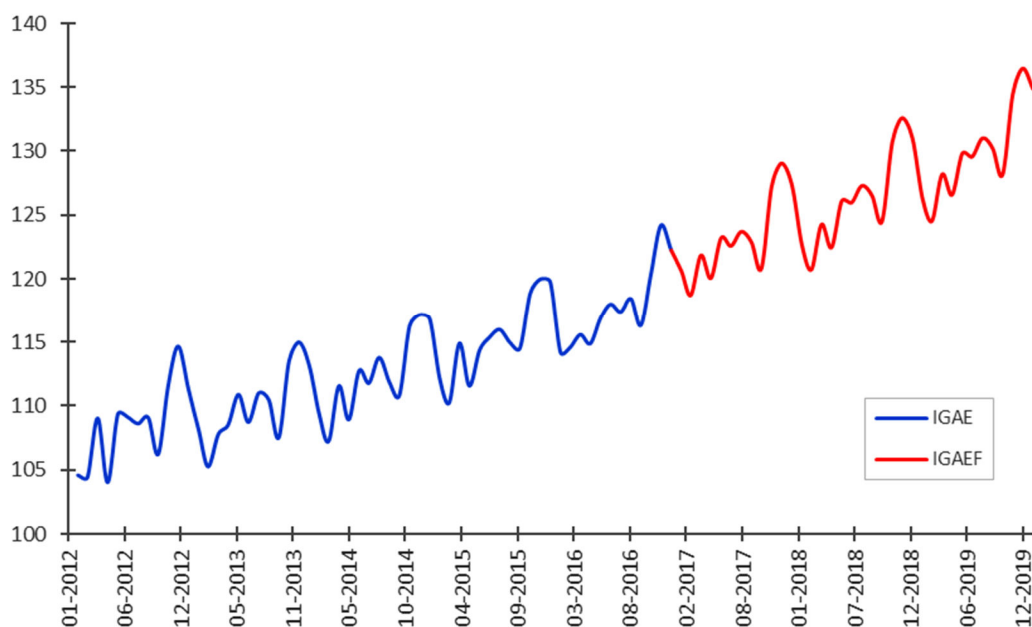
Para tal fin se utilizó la serie observada del tipo de cambio hasta abril de 2018 y la del tipo de cambio forward para el resto del período proyectado.

La primera proyección corresponde al IGAE. En el siguiente gráfico se muestra el

<sup>53</sup> Otra manera de leer el período es: enero del año 2017 a diciembre del año 2019.

desempeño esperado para el período ex-post planteado:

**Gráfico 14. Pronóstico ex-post: IGAE-TC**



Fuente: Elaboración propia en Excel.

En la imagen, la línea azul representa la serie observada del IGAE (2012-2016) que se utilizó para plantear el modelo econométrico junto con el tipo de cambio. Por su parte, la línea roja representa el pronóstico ex-post.

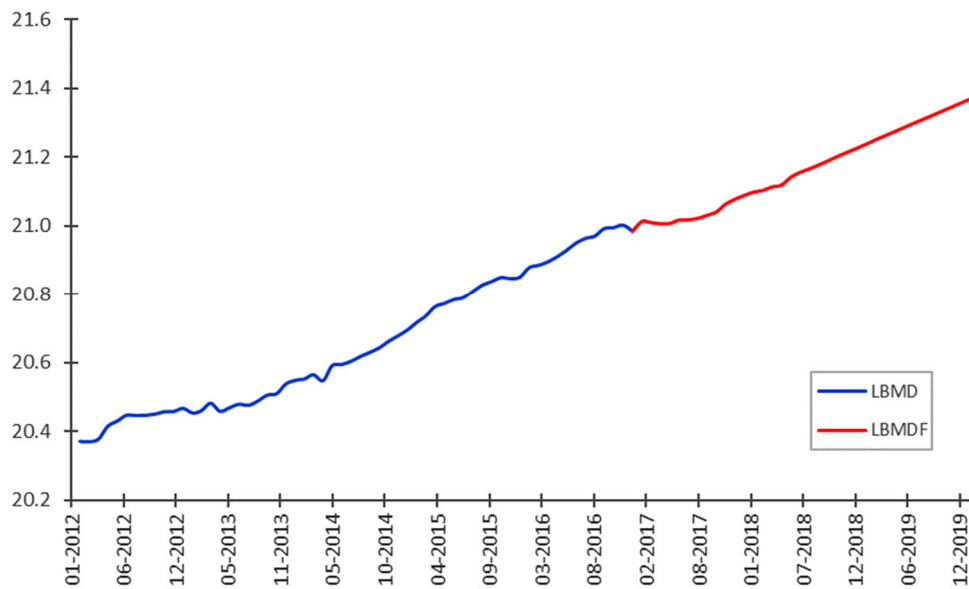
En el gráfico se aprecia que a pesar de que la tendencia del TC siguió en aumento durante 2017 y hasta abril de 2018, y se espera continúe con dicha trayectoria durante el resto del período proyectado, la actividad económica no sufrió, ni se espera que sufra reveses y continúe expandiéndose.

Posteriormente, se realizó la proyección para la BM, para el mismo período que se realizó para el IGAE; el siguiente gráfico ilustra los resultados. En la imagen se aprecia el comportamiento esperado de la BM durante los años 2017 a 2019.

Se observa claramente que la trayectoria del indicador se estima continúe al alza durante todo el período proyectado; también se percibe cierta desaceleración en su crecimiento durante el primer semestre de 2017, presentando posteriormente una

recuperación en su tendencia alcista para el resto del período.

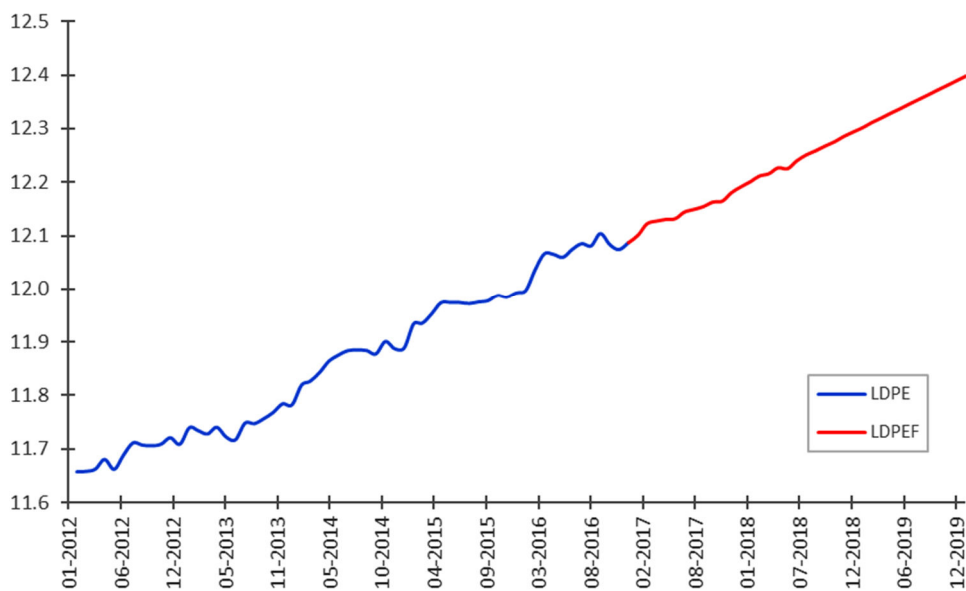
**Gráfico 15. Pronóstico ex-post: LBM-LTC**



Fuente: Elaboración propia en Excel.

Posteriormente, se estimaron los valores para la DPE con el modelo de corto plazo computado; los resultados obtenidos se muestran en el siguiente gráfico:

**Gráfico 16. Pronóstico ex-post: LDPE-LTC**



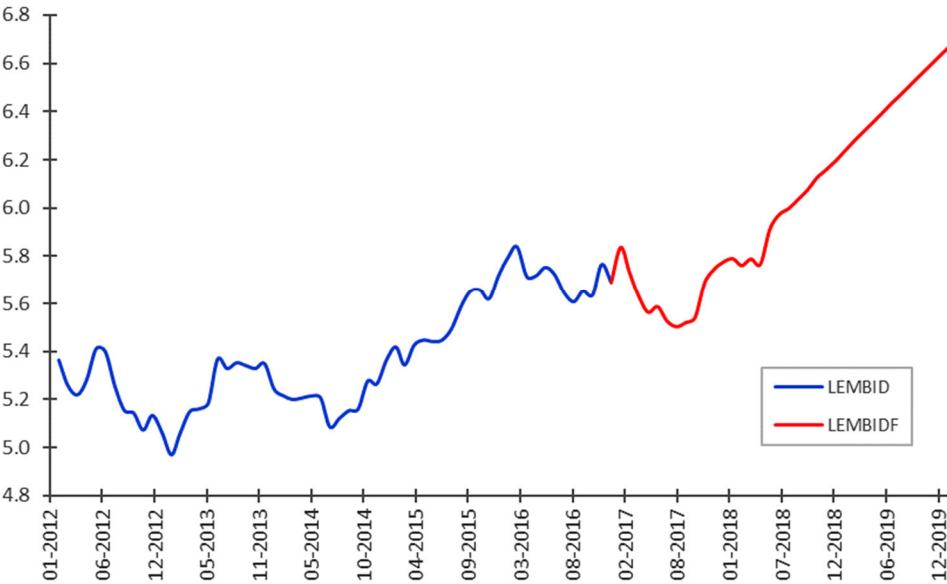
Fuente: Elaboración propia en Excel.



En el gráfico, se observa que como consecuencia de la tendencia alcista que se espera recorra el TC durante el período de proyección, la DPE continúe en expansión de manera sostenida durante todo el ciclo.

Finalmente, en el siguiente gráfico se presentan los resultados de la proyección que se hizo para el indicador de riesgo-país, para el período planteado:

**Gráfico 17. Pronóstico ex-post: LEMBID-LTCD**



Fuente: Elaboración propia en Excel.

Del gráfico anterior, se concluye como era de esperarse que, como consecuencia del aumento esperado del TC, el indicador de riesgo país también se dispare al alza, principalmente a partir del segundo semestre de 2018.

**5.4. CONCLUSIONES**

Después de haber analizado econométricamente los efectos del tipo de cambio en el periodo comprendido de 2012-2016, sobre las cuatro variables representativas seleccionadas de cada sector que integra la economía mexicana, se concluyó lo siguiente:

#### 5.4.1. SOBRE LA ACTIVIDAD ECONÓMICA

La producción (medida por el IGAE) no sufre grandes cambios ante variaciones porcentuales del tipo de cambio. Del análisis econométrico elaborado, se desprende que, en el corto plazo, por cada aumento de uno por ciento que se presenta en el TC, el movimiento en la producción es menos que proporcional (0.08%, medido por el coeficiente de elasticidad).

En el largo plazo, aunque el cambio resulta ligeramente superior que en el horizonte corto, la variación sigue siendo menos que proporcional a la fluctuación del TC, 0.20%. Comparando este resultado con el obtenido por Figueroa (et al., 2017) quien obtuvo un coeficiente de elasticidad de -0.47, la diferencia en nivel y en signos resulta digna de debate. ¿Por qué la diferencia entre los signos las elasticidades? ¿Qué ocasiona la diferencia en magnitudes? Una posible respuesta a la primera pregunta es que en el modelo tratado por Figueroa (et al.) la variable repercutida fue el PIB y no el IGAE; luego mientras el PIB se computa trimestralmente atrapando todas las actividades económicas en valores monetarios, el IGAE es un índice calculado de forma mensual; también debe considerarse que el modelo IGAE-TC se calculó bajo un horizonte temporal de corto plazo atrapando las observaciones mensuales de tan solo cinco años, por su parte, el tratamiento que se le dio a la relación PIB-TC se hizo modelando series temporales de largo plazo que consideraron observaciones trimestrales para un lapso de treinta y dos años. Ahora bien, lo que podría responder al por qué de la variación entre ambos coeficientes es que el tratamiento que se le dio al modelado de corto plazo que se trabajó en este escrito, las series no sufrieron un cambio estructural, a diferencia de lo observado en el modelo estimado por Figueroa (et al.) donde claramente se sabe que las variables macroeconómicas de México sufrieron cambios en su estructura en los años de 1982, 1986, 1994, 2002 y 2008, por consecuencia, esto afecta considerablemente los resultados del modelo, la magnitud de impacto del tipo de cambio sobre la actividad económica y su interpretación.

Una segunda comparación que se podría dar entorno a los resultados de largo plazo

es comparar el coeficiente asociado de “29.57” que obtuvo Ramírez (2005) contra el que se obtuvo en este estudio, “1.49”. En este caso, para dar una correcta interpretación lo primordial es observar que el signo de ambos coeficientes resultó positivo. Por lo tanto, se da una coincidencia en ambos análisis que apunta a observar la reacción de la actividad económica ante movimientos en el tipo de cambio es con trayectoria ascendente. El canal de transmisión de dicho efecto muy probablemente provenga por el lado de las exportaciones, tal y como lo indicó Ramírez en su análisis. En cuanto la magnitud de impacto, desafortunadamente este autor no calculó la elasticidad en su modelo, por lo que no se podría hacer una comparación de la fuerza con la que reaccionó la actividad económica en su regresión, pero lo que sí podría concluirse es que también sería una elasticidad positiva.

Por otra parte, con base en el pronóstico ex-post se espera que, aunque el TC presente una tendencia alcista, la producción no caiga y continúe con su trayectoria ascendente.<sup>54</sup>

#### 5.4.2. SOBRE LA BASE MONETARIA

La Base Monetaria por su parte resultó ligeramente más sensible que la producción, ante variaciones del TC. En el corto plazo, se espera que la BM se incremente un 0.26% por cada 1% de variación en el TC; en el largo plazo, se estima que la variación sea de 0.43% por cada cambio porcentual unitario en el TC.

---

<sup>54</sup> Krugman y Obstfeld (2006) argumentan que el hecho de que los aumentos en el TC no ocasionen que la producción de un país se desplome, puede deberse en gran medida al grado de apertura que presente dicha economía con el exterior, puesto que una economía abierta posee mayores mercados y por ende su demanda es mayor. En este sentido, la economía mexicana posee dichas condiciones, al tratarse de una nación que de acuerdo a información tomada de la Secretaría de Economía, para el año 2015 contaba con una 12 Tratados de Libre Comercio con 46 países (TLC's), 32 Acuerdos para la Promoción y Protección Recíproca de las Inversiones (APPRI's) con 33 países, y 9 acuerdos de alcance limitado (Acuerdos de Complementación Económica y Acuerdos de Alcance Parcial) en el marco de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI).

Comparando los resultados contra los hallazgos de García (2010), existe diferencia en conclusiones. García argumenta que la depreciación de la moneda local ocasiona presiones inflacionarias que orillan al Banco Central a incrementar la tasa de interés, por lo que en estricto sentido la base monetaria debería disminuir; en palabras simples, lo que este autor trata de decir es que si se deprecia el peso frente al dólar, la base monetaria disminuye. Contrario con dicho análisis, los resultados de la regresión indican que tanto en el corto como en el largo plazo, la depreciación cambiaria tiende a aumentar los niveles de base monetaria. Lamentablemente, el autor no precisa su análisis con cálculos, por lo que la comparación tiende a ser más de carácter cualitativo.

El cotejo versus los resultados expuestos por Miranda (2018) presenta el mismo problema que el suscitado con el otro autor (comparación cualitativa); no obstante, se abordará la contratación. Miranda concluyó que como resultado de los movimientos al alza que presente el tipo de cambio, la base monetaria se incrementará vía subastas de dólares que realice el Banxico; sin embargo, esto se limita a que la depreciación de la moneda local alcance cierto nivel. De cualquier forma la conclusión del autor en mención concuerda con los resultados de la regresión correspondiente en este estudio.

Respecto a la trayectoria que sigue la variable, con base en la proyección ex-post se espera que si el TC sigue una tendencia en ascenso, la BM haga lo correspondiente y crezca.

#### 5.4.3. SOBRE LA DEUDA PÚBLICA EXTERNA

Conforme al modelo de corto plazo, la Deuda Pública Externa presenta una doble reacción ante los movimientos cambiarios. Por una parte, se estima que si el nivel actual del TC se incrementa en 1%, la DPE caerá un 0.14%<sup>55</sup> el período siguiente, pero

---

<sup>55</sup> Este valor representa el multiplicador de impacto, el cual mide la reacción inmediata de la variación del tipo de cambio sobre la DPE. Su nivel negativo puede explicarse desde un punto de vista

repuntará en el período " $t + 2$ ", en un 0.17% tentativamente. Para el largo plazo, se espera que por cada aumento de 1% que presente el TC, la DPE crecerá un 0.08%.

En cuanto a la comparación de resultados, como se mencionó previamente, Juárez (2017) encontró escasez de significancia estadística en la relación DPE-TC, a diferencia del hallazgo arrojado por las regresiones del presente texto. En este último se concluyó que los movimientos al alza en el tipo de cambio implican que los niveles de la deuda se expandan, en este caso los resultados sí fueron estadísticamente significativos. En concreto, a diferencia de Juárez, el modelo que se computó sí señala dependencia del nivel de la deuda con los movimientos cambiarios, lo cual es lógico al pensar que si los empréstitos con el exterior se encuentran denominados en dólares, su reacción ante la depreciación será dual: por un lado se necesitará una mayor cantidad de moneda local para adquirir los dólares necesarios para pagar las amortizaciones y, por otra parte, el servicio de la deuda también se verá incrementado por la misma razón.

Por otra parte, la conclusión obtenida en el estudio del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP) en 2017, concuerda con los resultados de las regresiones. A pesar de que la evidencia presentada por dicha entidad no presenta rigurosidad en los cálculos, la conclusión posee lógica al señalar que movimientos cambiarios alcistas ocasionan que el endeudamiento con el exterior se mueva en la misma dirección.

Respecto a la trayectoria de la variable se espera que, si el tipo de cambio continúa con su tendencia al alza, la DPE también seguirá una tendencia en aumento. Esto puede apreciarse de forma más clara en el "Gráfico 16", en el cual se ilustra la trayectoria que se espera siga la DPE ante la caminata al alza que sufre el tipo de

---

psicológico: cuando los encargados de la deuda observan que el tipo de cambio va en aumento, se muestran más conservadores en cuanto a la emisión de nuevos títulos denominados en moneda extranjera, por consiguiente, en el muy corto plazo, la deuda en lugar de aumentar tiende a disminuir, pero debido a las necesidades financieras del Sector Público la emisión de nuevos títulos se torna inminente, por lo que la DPE repunta en su crecimiento [basado en Cabrillo (2015)].

cambio.

#### 5.4.4. SOBRE EL INDICADOR DE RIESGO PAÍS

El indicador de riesgo-país mostró la reacción más severa ante fluctuaciones del TC. En el corto plazo la reacción fue elástica y más que proporcional, ya que por cada aumento de 1% en el TC, el EMBI+ se incrementó un 2.47%. En el largo plazo la reacción (sin dejar de ser elástica) disminuyó en 107 pb hasta un nivel de 1.4%.

Contrastando los resultados del modelo con los de otros autores se encontró concordancia. Como se plasmó en el apartado “5.1.4.”, Ortiz (2014) evidenció la relación directa que existe entre las fluctuaciones del tipo de cambio y el índice de riesgo-país. El mismo autor en su estudio concluyó con una significancia estadística del 99%, que la percepción que se tiene de riesgo-país en los mercados internacionales se deteriorará, si la moneda local tiende a depreciarse. No obstante, el autor en mención no presenta coeficientes de elasticidad que señalen la magnitud de impacto. De cualquier manera, la dirección de los resultados en ambas investigaciones presenta la misma trayectoria.

Por su parte, el Banxico también analizó la relación existente entre el riesgo país y el tipo de cambio. Sus resultados de igual forma apuntaron a que la reacción del EMBI+ frente a movimientos en el tipo de cambio, también es directa. Dicho de otro modo, cuando el peso sufre una depreciación frente al dólar, la percepción de riesgo-país también irá en ascenso.

Por otra parte, como era de esperarse, con base en el pronóstico ex-post, si el TC continúa con su tendencia en aumento, la percepción de riesgo-país tenderá a expandirse bruscamente, tal y como se observa en el “Gráfico 17”.

#### 5.5. RECOMENDACIONES

A continuación, se dan algunas recomendaciones que podrían mitigar las afectaciones asociadas con el tipo de cambio sobre los indicadores tratados. Estas dependerán en gran medida de la actividad o sector en donde se desempeñen las personas que las

lean.

Se recomienda que las autoridades encargadas de la política económica den un seguimiento puntual y diario a los movimientos cambiarios. A través del análisis puntual de las fluctuaciones se podrían tomar mejores decisiones de política económica, es importante que consideren que si intervendrán en el mercado cambiario inyectando liquidez para frenar la depreciación, es probable que también ejerzan presión sobre el nivel de precios a través, desencadenando movimientos en el tipo de interés, que a su vez afectaría el desempeño de otras variables macro. Por ende, lo ideal sería realizar simulaciones que consideren todas las probables afectaciones del tipo de cambio sobre la vasta cantidad de indicadores que conforman la economía mexicana.

Por otra parte, las empresas que tengan relación directa y que sean afectadas por el tipo de cambio, también es importante que tengan sumo cuidado con sus oscilaciones. También podría recomendarse que utilizarán coberturas cambiarias para cubrir sus pasivos y fijar el precio de sus activos o patrimonio en caso de altibajos.

En cuanto a las familias, se recomienda que monitoreen los movimientos que sufra el mercado de divisas, ya que a través de diversos canales de transmisión, también terminan siendo afectadas. Se recomienda que no adquieran deuda denominada en moneda extranjera o indizada al tipo de cambio, ya que la depreciación de la moneda local incrementa la carga financiera y el monto de las amortizaciones.

Para el endeudamiento del gobierno con el exterior, se recomienda que se fije el monto contratado a un límite, usando instrumentos financieros derivados. Con ello se podría realizar una mejor presupuestación de los recursos y se tendría un mejor panorama sobre los desembolsos que se tendrían que hacer a futuro, evitando incurrir en gastos no programados.

En lo que respecta al riesgo-país, resulta complicado dar una recomendación para reducir su nivel. Al tratarse de un índice que no solo depende del tipo de cambio,

sino que también es función de la percepción que se tenga sobre otros indicadores, la recomendación sería una combinación de los puntos previos. Si se controla eficientemente la política cambiaria y se cubre el endeudamiento con el exterior, los efectos de choques provenientes de los mercados internacionales se verán minimizados, por lo que la percepción acerca del riesgo-país se mantendrá constante en su nivel e incluso podría disminuir.

## 5.6. COMENTARIO FINAL

Como pudo observarse en el análisis, independientemente de su grado de impacto, el tipo de cambio tiene repercusiones directas sobre la economía. Cuando la moneda local se deprecia frente al dólar, la repercusión sobre la producción no es del todo nociva. En el análisis se pudo apreciar que el IGAE tenderá a incrementarse en el corto y largo plazos.

No obstante, los efectos para las demás variables sí se tornan negativos. Como resultado de la depreciación de la moneda doméstica, el Banco Central tenderá a incrementar la Base Monetaria, lo cual podría repercutir directamente sobre la inflación y otras variables.

Por su parte, la Deuda Pública Externa se verá incrementada a través de su costo financiero, muy probablemente desde dos vertientes; por un lado, está el incremento directo derivado del aumento en el precio de la moneda extranjera, el cual podría desencadenar que el Banco de México haga uso de la política monetaria al incrementar la tasa de interés. La segunda vertiente es el aumento de deuda contratado.

Además, bajo un entorno de volatilidad cambiaria e incrementos en el nivel del tipo de cambio, la percepción del riesgo-país se verá afectada negativamente, al asentar el indicador al alza. Esto acarrearía varias consecuencias en el corto plazo, entre las que destacan: salida de capitales extranjeros por temor a incurrir en resultados negativos e incluso minusvalías, incremento en los spreads para la tasa en que se pacte la emisión de nuevos bonos en el exterior, y expectativas de inversión



conservadoras por parte de los inversionistas, entre otras.

Por todo lo anterior, es primordial que los agentes económicos sigan de manera puntual el desempeño del tipo de cambio y las expectativas que se tengan sobre dicha variable; esto con el propósito primordial de evitar que se vean afectados de manera nociva por sus fluctuaciones.

## REFERENCIAS

Anderson, D. R., Sweeney, D. J. y Williams, T. A. (2008). *Estadística para Administración y Economía* (10a. ed.). Ed. Cengage Learning.

Ariño, M. L. (2013). *Modelo T*. Lima: Universidad Marcelino Champagnat.

Baena, E. (2009). aprendeconomía.com. Consultado el 24 agosto 2017, en: <https://aprendeconomia.com/2009/11/11/3-el-sector-publico/>

Banco de la República de Colombia (2015). banrepcultural.org. Consultado el 24 agosto 2017, en:

[http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/sector\\_real](http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/sector_real)

Banco de México (1996). *Informe anual 1995*. Ciudad de México: Banco de México.

Banco de México (2009). *Informe anual 2008*. Ciudad de México: Banco de México.

Banco de México (2015). *Modelo de riesgo-país para México*. Ciudad de México: Banco de México.

Blanchard, O., Amighini, A. y Giavazzi, F. (2012). *Macroeconomía*. Madrid: Pearson Educación S.A.

BMV (2017). www.bmv.com.mx. Consultado el 14 agosto 2017, en: <http://www.bmv.com.mx/es/indices/principales/>

Cabrillo, F. (2015). *Expectativas racionales de Robert Lucas*. [versión electrónica] Expansión.

Calzada, D. H. (2016). Rankia.mx. Consultado el 23 de julio de 2018, en: <https://www.rankia.mx/blog/indicadores-economicos-mexico/3127587-como-afecta-tipo-cambio-economia-mexicana>

Canales, J. S. (s.f.). *Números índices: metodología y aplicaciones*. Ciudad de México: Economy, Business and Indicators.

Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (2017). *Servicio de la deuda del gobierno federal, 2006-2017*. Ciudad de México: CEFP.

De Gregorio, J. (2007). *Macroeconomía: Teoría y Políticas* (1ra. ed.). Santiago de Chile: Pearson-Educación.

De la Fuente, F. S. (s.f.). *Gestión Aeronáutica: Estadística Teórica*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.

De la Torre, L. (s.f.). *Apuntes de Estadística*. Chihuahua: s.n.

Figuroa, E., Pérez, F., Godínez, L. y Salazar, R. (2017). *La deuda pública en la economía de México*. Texcoco, Edo. de México: Centro Universitario UAEM Texcoco, Universidad Autónoma del Estado de México.

Fondo Monetario Internacional (1997). *Perspectivas de la economía mundial*. Washington: s.n.

García, R. H. A. (2010). *Causas y efectos de la inversión especulativa en base a la política monetaria en México (2000-2008)*. Ciudad de México: FES Aragón (UNAM).

García, V. (2010). Coyuntura económica. Consultado el 16 de agosto de 2017, en: <http://coyunturaeconomica.com/estadisticas/econometria>

Gujarati, D. N. y Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5a. ed.). Ciudad de México: McGraw Hill.

Heath, J. (2012). *Lo que indican los indicadores* (1a. ed.). Ciudad de México: INEGI.

Iranzo, S. (2008). *Introducción al Riesgo-País*. Madrid: s.n.

Juárez, O. M. A. (2017). *La vinculación del endeudamiento externo de México con los desequilibrios de la balanza de pagos (1990-2015)*. Ciudad de México: UAM.

Koyck, L. M. (1954). *Distributed lags and investment analysis*. Amsterdam: North-Holland Pub. Co.

Kozikowski, Z. (2013). *Finanzas Internacionales* (3a. ed.). Ciudad de México: McGraw-Hill.

Krugman, P. R. y Obstfeld, M. (2006). *Economía Internacional: Teoría y Política*. Madrid: Pearson Educación, S.A.

Levin, R. I. y Rubin, D. S. (2004). *Estadística para Administración y Economía* (7a. ed.). Ciudad de México: Pearson Educación.

Mansell, C. C. (1996). *Las Nuevas Finanzas en México*. Ciudad de México: Editorial Milenio, S.A. de C.V.

Martínez, M. N. (2014). El modelo de regresión lineal [Material de clase]. México: UNAM.

Martínez, M. N., (2016). Análisis de series de tiempo [Material de clase]. Ciudad de México: UNAM.

Mata, H. (2004). Nociones elementales de cointegración: Enfoque de Engle - Granger [Notas de clase]. Bogotá: Universidad de los Andes: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales.

Minitab (2017). minitab.com. Consultado el 14 de septiembre de 2017, en: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/what-is-a-hypothesis-test/>

Miranda, L. S. A. (2018). *El efecto traspaso del tipo de cambio a precios en la economía mexicana: evolución e implicaciones*. Ciudad de México: UNAM.

Mishkin, F. S. (2008). *Moneda, banca y mercados financieros*. Naucalpan de Juárez, Estado de México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Muñoz, S. E. y Kikut, V. A. C. (1994). *El filtro Hodrick - Prescott: una técnica para la extracción de la tendencia de una serie*. San José: Banco Central de Costa Rica.

Ortíz, H. M., 2014. *Determinantes de la Prima de Riesgo: un modelo para México*.

Chetumal: Universidad de Quitana Roo.

Paúl, G. J. (2016). Revista Expansión [En línea]. Consultada en: <http://www.expansion.com/diccionario-economico/economia-abierta.html>

Peiro U., A. (s.f.). Economipedia. [En línea]. Consultado el 16 de agosto de 2017, en: <http://economipedia.com/definiciones/coeficiente-de-correlacion-lineal.html>

Pérez P. y J. Gardey, A. (2010). Definición.De. [En línea]. Consultado el 15 de agosto de 2017, en: <https://definicion.de/varianza/>

Pindyck, R. S. y Rubinfeld, D. L. (2001). *Econometría: Modelos y Pronósticos* (4a. ed.). Ciudad de México: McGraw Hill.

Ramírez, J. (2005). *La economía mexicana y el sector externo: tendencias y cointegración* (Vol. 5 Núm. 2, pp. 5-26). Estudios Económicos de Desarrollo Internacional. AEEADE.

Rodríguez, M. C. (2000). *Análisis de series temporales* (1a. ed.). s.l.:La Muralla.

Samuelson, P., Koopmans, T. y Stone, J. (1954). "Report of the Evaluative Committee for Econometrica". *Econometrica*, 22(2), pp. 141-146.

México. SHCP. (2013). *Balance Fiscal en México: Definición y Metodología*. Ciudad de México: s.n.

Tintner, G. (1968). *Methodology of Mathematical Economics and Econometrics*. Chicago: The University of Chicago Press.

Torreblanca, E. (2016). noticiasmvs.com. Consultado el 29 de agosto de 2017, en: <http://www.noticiasmvs.com/#!/noticias/opinion-en-que-consiste-el-igae-610>

Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L. y Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (9a. ed.). Ciudad de México: Pearson Educación.

**Sitios web consultados:**

<http://www.banxico.org.mx/>

<https://www.bmv.com.mx/>

<https://www.gob.mx/se/>

<https://www.gob.mx/hacienda>

## ANEXO I. VARIABLES

Periodo	T.C. <sub>MX/US</sub> <sup>(1)</sup>	IGAE <sup>(2)</sup>	Base Monetaria <sub>(3)</sub>	Base Monetaria (s.a.)	Deuda Pública <sub>(4)</sub>	EMBI+ <sup>(5)</sup>	EMBI+ (s.a.)	Log. T.C.	Log. Base Monetaria	Log. Deuda Pública	Log. EMBI+	IGAE pronosticado <sub>(9)</sub>	Log. BM pronosticad	LDP pronosticad	Log. EMBI+ pronosticad
ene-2012	13.50	104.59	724,693,817	703,399,442	115,544	229.09	213.24	2.59	20.37	11.66	5.36	-	-	-	-
feb-2012	12.80	104.43	711,444,157	702,609,173	115,634	208.22	191.89	2.53	20.37	11.66	5.26	107.71	20.37	-	5.19
mar-2012	12.76	109.04	723,848,484	707,939,486	116,140	190.25	184.52	2.54	20.38	11.66	5.22	107.49	20.38	11.65	5.27
abr-2012	13.05	104.03	732,244,066	734,998,085	118,244	190.15	196.06	2.59	20.42	11.68	5.28	109.84	20.40	11.66	5.31
may-2012	13.56	109.37	742,959,902	746,136,652	116,090	210.74	223.46	2.63	20.43	11.66	5.41	107.84	20.43	11.68	5.36
jun-2012	13.98	109.13	748,818,630	758,844,648	119,153	219.69	220.96	2.64	20.45	11.69	5.40	110.71	20.44	11.67	5.42
jul-2012	13.39	108.62	747,220,844	758,221,461	121,943	187.05	191.34	2.60	20.45	11.71	5.25	110.29	20.44	11.71	5.27
ago-2012	13.18	109.09	738,072,393	758,640,625	121,463	169.04	172.87	2.58	20.45	11.71	5.15	109.82	20.45	11.71	5.20
sep-2012	12.99	106.23	728,580,839	761,251,247	121,305	165.93	171.04	2.56	20.45	11.71	5.14	109.89	20.45	11.71	5.12
oct-2012	12.87	111.68	740,224,825	766,597,594	121,671	154.81	159.28	2.56	20.46	11.71	5.07	108.44	20.46	11.71	5.14
nov-2012	13.09	114.66	758,618,019	767,143,175	123,133	168.37	169.32	2.58	20.46	11.72	5.13	111.13	20.47	11.71	5.12
dic-2012	12.87	111.28	846,019,426	774,034,377	121,659	161.10	157.82	2.55	20.47	11.71	5.06	112.43	20.46	11.73	5.07
ene-2013	12.72	108.08	787,098,204	763,970,141	125,472	154.38	143.70	2.53	20.45	11.74	4.97	110.71	20.47	11.72	5.01
feb-2013	12.71	105.26	778,364,697	768,698,669	124,804	170.42	157.05	2.52	20.46	11.73	5.06	109.17	20.46	11.74	4.97
mar-2013	12.57	107.79	803,483,572	785,824,326	124,016	177.20	171.86	2.53	20.48	11.73	5.15	107.75	20.47	11.74	5.07
abr-2013	12.22	108.53	764,628,723	767,504,543	125,569	168.71	173.95	2.52	20.46	11.74	5.16	108.70	20.49	11.74	5.12
may-2013	12.25	110.89	772,199,379	775,501,151	123,282	168.20	178.35	2.52	20.47	11.72	5.18	109.01	20.47	11.74	5.16
jun-2013	12.94	108.74	773,244,896	783,597,960	122,687	212.73	213.96	2.56	20.48	11.72	5.37	110.56	20.49	11.73	5.26
jul-2013	12.79	110.99	769,509,695	780,838,449	126,534	201.22	205.84	2.55	20.48	11.75	5.33	109.56	20.49	11.75	5.30
ago-2013	12.87	110.48	769,245,317	790,682,260	126,442	206.22	210.89	2.55	20.49	11.75	5.35	110.65	20.49	11.76	5.30
sep-2013	13.09	107.52	769,836,275	804,356,624	127,607	202.19	208.41	2.57	20.51	11.76	5.34	110.56	20.51	11.76	5.36
oct-2013	13.02	113.48	779,989,073	807,778,564	129,105	200.13	205.91	2.57	20.51	11.77	5.33	109.16	20.52	11.78	5.32
nov-2013	13.06	114.99	821,531,988	830,764,155	131,190	208.82	210.00	2.58	20.54	11.78	5.35	111.98	20.52	11.78	5.31
dic-2013	13.01	113.20	917,875,794	839,776,719	130,950	192.73	188.81	2.56	20.55	11.78	5.24	112.67	20.55	11.80	5.29
ene-2014	13.20	109.31	869,143,641	843,604,758	135,852	197.32	183.67	2.56	20.55	11.82	5.21	111.94	20.56	11.79	5.23
feb-2014	13.29	107.25	864,385,420	853,651,154	136,859	196.38	180.98	2.57	20.57	11.83	5.20	110.19	20.56	11.83	5.20
mar-2014	13.22	111.57	858,037,886	839,179,626	139,129	187.71	182.05	2.58	20.55	11.84	5.20	109.19	20.58	11.84	5.22
abr-2014	13.07	108.93	873,152,532	876,436,517	142,098	177.99	183.52	2.59	20.59	11.86	5.21	111.12	20.57	11.85	5.22
may-2014	12.95	112.74	875,565,622	879,309,368	143,697	171.80	182.17	2.58	20.59	11.88	5.20	109.78	20.60	11.86	5.19
jun-2014	12.98	111.79	875,844,893	887,571,680	144,907	160.47	161.40	2.56	20.60	11.88	5.08	111.57	20.60	11.87	5.16
jul-2014	12.97	113.79	887,168,459	900,229,390	145,082	163.42	167.17	2.56	20.62	11.89	5.12	111.12	20.61	11.88	5.09
ago-2014	13.15	111.86	886,287,500	910,986,116	144,936	168.85	172.68	2.57	20.63	11.88	5.15	112.18	20.63	11.88	5.15
sep-2014	13.20	110.81	883,141,104	922,742,173	144,022	168.58	173.77	2.58	20.64	11.88	5.16	111.33	20.64	11.89	5.16
oct-2014	13.48	116.28	908,610,889	940,982,925	147,410	189.84	195.33	2.61	20.66	11.90	5.27	111.01	20.66	11.88	5.23
nov-2014	13.58	117.16	944,939,515	955,558,504	145,461	192.00	193.08	2.61	20.68	11.89	5.26	113.70	20.67	11.91	5.28
dic-2014	14.43	116.82	1,062,892,935	972,454,822	145,617	217.57	213.15	2.67	20.70	11.89	5.36	114.67	20.70	11.89	5.38
ene-2015	14.68	112.04	1,024,725,398	994,614,906	152,369	241.92	225.18	2.67	20.72	11.93	5.42	114.80	20.70	11.91	5.36
feb-2015	14.92	110.25	1,025,435,156	1,012,700,913	152,573	226.75	208.97	2.68	20.74	11.94	5.34	112.74	20.73	11.94	5.42
mar-2015	15.20	114.90	1,064,273,498	1,040,882,519	155,293	233.88	226.83	2.72	20.76	11.95	5.42	112.10	20.75	11.94	5.42
abr-2015	15.22	111.57	1,046,382,432	1,050,317,947	158,542	224.74	231.73	2.74	20.77	11.97	5.45	114.36	20.77	11.96	5.47
may-2015	15.26	114.36	1,057,904,083	1,062,427,472	158,621	217.28	230.40	2.74	20.78	11.97	5.44	112.82	20.78	11.97	5.45
jun-2015	15.46	115.38	1,054,390,631	1,068,507,988	158,580	230.45	231.78	2.74	20.79	11.97	5.45	114.26	20.79	11.97	5.42
jul-2015	15.89	115.99	1,073,443,185	1,089,246,460	158,301	237.71	243.16	2.77	20.81	11.97	5.49	115.05	20.80	11.98	5.50
ago-2015	16.49	114.96	1,079,657,166	1,109,744,511	158,782	261.07	266.98	2.80	20.83	11.98	5.59	115.78	20.82	11.98	5.57
sep-2015	16.84	114.51	1,073,233,685	1,121,358,725	159,177	276.05	284.55	2.82	20.84	11.98	5.65	115.61	20.84	11.99	5.62
oct-2015	16.60	118.84	1,095,608,243	1,134,642,630	160,769	278.24	286.28	2.82	20.85	11.99	5.66	115.30	20.84	11.99	5.61
nov-2015	16.63	119.96	1,118,916,442	1,131,490,539	160,295	274.13	275.67	2.82	20.85	11.98	5.62	117.33	20.86	11.99	5.63
dic-2015	17.00	119.75	1,241,685,412	1,136,034,427	161,610	310.92	304.60	2.83	20.85	11.99	5.72	118.09	20.86	11.99	5.63
ene-2016	17.98	114.18	1,203,744,415	1,168,373,635	162,385	353.02	328.60	2.87	20.88	12.00	5.79	118.66	20.87	12.00	5.80
feb-2016	18.48	114.58	1,190,669,356	1,175,883,172	168,494	372.23	343.04	2.89	20.89	12.03	5.84	116.51	20.89	12.02	5.82
mar-2016	17.74	115.59	1,214,341,769	1,187,652,536	173,924	312.62	303.20	2.87	20.90	12.07	5.71	116.32	20.89	12.05	5.74
abr-2016	17.49	114.88	1,200,801,859	1,205,318,156	173,796	294.72	303.88	2.88	20.91	12.07	5.72	116.52	20.91	12.06	5.71
may-2016	18.04	116.88	1,223,288,661	1,228,519,202	172,833	296.88	314.80	2.91	20.93	12.06	5.75	116.48	20.93	12.06	5.78

ANEXO I. VARIABLES

Periodo	T.C. MX/US <sup>(1)</sup>	IGAE <sup>(2)</sup>	Base Monetaria <sup>(3)</sup>	Base Monetaria (s.a.)	Deuda Pública <sup>(4)</sup>	EMBI+ <sup>(5)</sup>	EMBI+ (s.a.)	Log. T.C.	Log. Base Monetaria	Log. Deuda Pública	Log. EMBI+	IGAE pronosticado <sup>(9)</sup>	Log. BM pronosticad	LDP Pronosticad	Log. EMBI+ Pronosticad
jun-2016	18.65	117.99	1,237,332,445	1,253,899,230	175,387	303.69	305.45	2.93	20.95	12.07	5.72	117.90	20.94	12.07	5.77
jul-2016	18.57	117.40	1,253,083,546	1,271,531,494	177,299	276.40	282.74	2.92	20.96	12.09	5.64	118.47	20.96	12.09	5.70
ago-2016	18.48	118.44	1,245,685,575	1,280,399,717	176,585	266.14	272.17	2.91	20.97	12.08	5.61	118.12	20.97	12.09	5.62
sep-2016	19.14	116.32	1,252,267,077	1,308,420,182	180,671	276.26	284.76	2.95	20.99	12.10	5.65	119.01	20.99	12.08	5.70
oct-2016	18.95	120.43	1,267,091,026	1,312,235,011	176,959	272.05	279.91	2.95	20.99	12.08	5.63	118.00	21.00	12.11	5.65
nov-2016	19.94	124.20	1,307,076,980	1,321,765,578	175,351	316.95	318.73	3.00	21.00	12.07	5.76	120.53	21.02	12.09	5.76
dic-2016	20.51	122.25	1,420,268,633	1,299,422,581	177,693	301.97	295.83	3.02	20.99	12.09	5.69	122.82	21.02	12.10	5.81

1. Fuente: Inegi con datos del Banxico. Tipo de cambio FIX (cotización para la venta promedio del mes).

2. Fuente: Banxico con datos del Inegi. Base 2008=100%.

3. Fuente: INEGI con datos del Banxico. Saldos nominales en miles de millones de pesos.

4. Fuente: SHCP. Cifras en millones de dólares.

5. Fuente: J.P. Morgan Chase, C.O.

s.a.: Cifras ajustadas por estacionalidad (seasonal adjustment).

Log.: Cifras presentadas en logaritmo natural o neperiano.

Las cifras pronosticadas se estimaron con el programa Eviews.



ANEXO II. PROYECCIÓN IGAE (EX-POST)

Periodo	T.C. MX/US <sup>(1)</sup>	T.C. Forward <sup>(2)</sup>	IGAE	Resid01 <sup>(3)</sup>	IGAE (pronóstico ex-ante) <sup>(3)</sup>	IGAE (pronóstico ex-post)	Índices de estacionalidad <sup>(3)</sup>	IGAE (pronóstico ex-post) <sup>(4)</sup>
ene-2012	13.50	-	104.59	-6.31	-	-	-	-
feb-2012	12.80	-	104.43	-5.43	107.71	-	-	-
mar-2012	12.76	-	109.04	-0.76	107.49	-	-	-
abr-2012	13.05	-	104.03	-6.21	109.84	-	-	-
may-2012	13.56	-	109.37	-1.62	107.84	-	-	-
jun-2012	13.98	-	109.13	-2.49	110.71	-	-	-
jul-2012	13.39	-	108.62	-2.12	110.29	-	-	-
ago-2012	13.18	-	109.09	-1.34	109.82	-	-	-
sep-2012	12.99	-	106.23	-3.91	109.89	-	-	-
oct-2012	12.87	-	111.68	1.71	108.44	-	-	-
nov-2012	13.09	-	114.66	4.37	111.13	-	-	-
dic-2012	12.87	-	111.28	1.31	112.43	-	-	-
ene-2013	12.72	-	108.08	-1.66	110.71	-	-	-
feb-2013	12.71	-	105.26	-4.46	109.17	-	-	-
mar-2013	12.57	-	107.79	-1.73	107.75	-	-	-
abr-2013	12.22	-	108.53	-0.46	108.70	-	-	-
may-2013	12.25	-	110.89	1.85	109.01	-	-	-
jun-2013	12.94	-	108.74	-1.33	110.56	-	-	-
jul-2013	12.79	-	110.99	1.15	109.56	-	-	-
ago-2013	12.87	-	110.48	0.51	110.65	-	-	-
sep-2013	13.09	-	107.52	-2.77	110.56	-	-	-
oct-2013	13.02	-	113.48	3.29	109.16	-	-	-
nov-2013	13.06	-	114.99	4.75	111.98	-	-	-
dic-2013	13.01	-	113.20	3.03	112.67	-	-	-
ene-2014	13.20	-	109.31	-1.14	111.94	-	-	-
feb-2014	13.29	-	107.25	-3.34	110.19	-	-	-
mar-2014	13.22	-	111.57	1.08	109.19	-	-	-
abr-2014	13.07	-	108.93	-1.33	111.12	-	-	-
may-2014	12.95	-	112.74	2.66	109.78	-	-	-
jun-2014	12.98	-	111.79	1.66	111.57	-	-	-
jul-2014	12.97	-	113.79	3.68	111.12	-	-	-
ago-2014	13.15	-	111.86	1.47	112.18	-	-	-
sep-2014	13.20	-	110.81	0.35	111.33	-	-	-
oct-2014	13.48	-	116.28	5.40	111.01	-	-	-
nov-2014	13.58	-	117.16	6.14	113.70	-	-	-
dic-2014	14.43	-	116.82	4.52	114.67	-	-	-
ene-2015	14.68	-	112.04	-0.62	114.80	-	-	-
feb-2015	14.92	-	110.25	-2.77	112.74	-	-	-
mar-2015	15.20	-	114.90	1.46	112.10	-	-	-
abr-2015	15.22	-	111.57	-1.90	114.36	-	-	-
may-2015	15.26	-	114.36	0.84	112.82	-	-	-
jun-2015	15.46	-	115.38	1.55	114.26	-	-	-
jul-2015	15.89	-	115.99	1.52	115.05	-	-	-
ago-2015	16.49	-	114.96	-0.40	115.78	-	-	-
sep-2015	16.84	-	114.51	-1.38	115.61	-	-	-
oct-2015	16.60	-	118.84	3.31	115.30	-	-	-
nov-2015	16.63	-	119.96	4.39	117.33	-	-	-
dic-2015	17.00	-	119.75	3.63	118.09	-	-	-
ene-2016	17.98	-	114.18	-3.41	118.66	-	-	-
feb-2016	18.48	-	114.58	-3.75	116.51	-	-	-
mar-2016	17.74	-	115.59	-1.64	116.32	-	-	-
abr-2016	17.49	-	114.88	-1.98	116.52	-	-	-
may-2016	18.04	-	116.88	-0.79	116.48	-	-	-
jun-2016	18.65	-	117.99	-0.60	117.90	-	-	-
jul-2016	18.57	-	117.40	-1.07	118.47	-	-	-
ago-2016	18.48	-	118.44	0.10	118.12	-	-	-
sep-2016	19.14	-	116.32	-3.00	119.01	-	-	-
oct-2016	18.95	-	120.43	1.39	118.00	-	-	-
nov-2016	19.94	-	124.20	3.69	120.53	-	-	-
dic-2016	20.51	-	122.25	0.89	122.82	-	-	-
ene-2017	21.37	-	-	0.00	-	122.53	0.98	120.60
feb-2017	20.38	-	-	0.11	-	122.13	0.97	118.28
mar-2017	19.41	-	-	-0.24	-	121.68	0.99	121.02
abr-2017	18.76	-	-	-0.12	-	121.63	0.98	119.17
may-2017	18.79	-	-	0.03	-	121.93	1.00	122.22

ANEXO II. PROYECCIÓN IGAE (EX-POST)

Periodo	T.C. MX/US <sup>(1)</sup>	T.C. Forward <sup>(2)</sup>	IGAE	Resid01 <sup>(3)</sup>	IGAE (pronóstico ex-ante) <sup>(3)</sup>	IGAE (pronóstico ex-post)	Índices de estacionalidad <sup>(3)</sup>	IGAE (pronóstico ex-post s.a.) <sup>(4)</sup>
jun-2017	18.19	-	-	0.10	-	121.76	1.00	121.52
jul-2017	17.85	-	-	0.16	-	121.71	1.01	122.54
ago-2017	17.81	-	-	0.26	-	121.82	1.00	121.62
sep-2017	17.80	-	-	0.27	-	121.89	0.98	119.49
oct-2017	18.72	-	-	0.54	-	122.54	1.03	125.74
nov-2017	18.98	-	-	0.47	-	122.63	1.04	127.41
dic-2017	19.06	-	-	0.20	-	122.65	1.02	125.65
ene-2018	19.00	-	-	0.15	-	122.72	0.98	120.79
feb-2018	18.63	-	-	0.16	-	122.63	0.97	118.76
mar-2018	18.68	-	-	0.16	-	122.80	0.99	122.12
abr-2018	18.35	-	-	0.20	-	122.72	0.98	120.24
may-2018	-	19.30	-	0.23	-	123.42	1.00	123.72
jun-2018	-	19.61	-	0.24	-	123.72	1.00	123.48
jul-2018	-	19.64	-	0.25	-	123.82	1.01	124.67
ago-2018	-	19.77	-	0.26	-	123.99	1.00	123.78
sep-2018	-	19.91	-	0.26	-	124.15	0.98	121.71
oct-2018	-	20.15	-	0.26	-	124.38	1.03	127.63
nov-2018	-	20.25	-	0.24	-	124.53	1.04	129.38
dic-2018	-	20.38	-	0.22	-	124.69	1.02	127.74
ene-2019	-	20.56	-	0.22	-	124.91	0.98	122.94
feb-2019	-	20.70	-	0.23	-	125.10	0.97	121.16
mar-2019	-	20.85	-	0.23	-	125.29	0.99	124.60
abr-2019	-	20.99	-	0.24	-	125.47	0.98	122.94
may-2019	-	21.15	-	0.24	-	125.67	1.00	125.97
jun-2019	-	21.31	-	0.24	-	125.85	1.00	125.61
jul-2019	-	21.45	-	0.24	-	126.04	1.01	126.90
ago-2019	-	21.61	-	0.24	-	126.22	1.00	126.02
sep-2019	-	21.76	-	0.24	-	126.40	0.98	123.91
oct-2019	-	21.91	-	0.24	-	126.59	1.03	129.90
nov-2019	-	22.06	-	0.23	-	126.78	1.04	131.72
dic-2019	-	22.21	-	0.23	-	126.97	1.02	130.07

1. Fuente: Inegi con datos del Banxico. Tipo de cambio FIX (cotización para la venta promedio del mes).

2. Fuente: Bloomberg.

3. Fuente: Archivo de trabajo de Eviews.

4. Las siglas s.a. significan que la serie sufrió ajuste estacional (seasonal adjustment), en este caso la serie proyectada se multiplicó por los índices de estacionalidad obtenidos del archivo de trabajo de Eviews.

**ANEXO III. PROYECCIÓN BASE MONETARIA (EX-POST)**

Periodo	LTCO (1)	LTCFD (2)	LBMD (1)	ResidO2 (1)	LBMD (pronóstico ex-ante) (1)	LBMD (pronóstico ex-post)
ene-2012	2.59	-	20.37	-0.01	-	-
feb-2012	2.53	-	20.37	0.01	20.37	-
mar-2012	2.54	-	20.38	0.00	20.38	-
abr-2012	2.59	-	20.42	0.01	20.40	-
may-2012	2.63	-	20.43	0.00	20.43	-
jun-2012	2.64	-	20.45	0.00	20.44	-
jul-2012	2.60	-	20.45	0.01	20.44	-
ago-2012	2.58	-	20.45	0.01	20.45	-
sep-2012	2.56	-	20.45	0.02	20.45	-
oct-2012	2.56	-	20.46	0.02	20.46	-
nov-2012	2.58	-	20.46	0.00	20.47	-
dic-2012	2.55	-	20.47	0.01	20.46	-
ene-2013	2.53	-	20.45	0.00	20.47	-
feb-2013	2.52	-	20.46	0.00	20.46	-
mar-2013	2.53	-	20.48	0.02	20.47	-
abr-2013	2.52	-	20.46	-0.01	20.49	-
may-2013	2.52	-	20.47	-0.01	20.47	-
jun-2013	2.56	-	20.48	-0.03	20.49	-
jul-2013	2.55	-	20.48	-0.03	20.49	-
ago-2013	2.55	-	20.49	-0.03	20.49	-
sep-2013	2.57	-	20.51	-0.03	20.51	-
oct-2013	2.57	-	20.51	-0.03	20.52	-
nov-2013	2.58	-	20.54	-0.01	20.52	-
dic-2013	2.56	-	20.55	0.00	20.55	-
ene-2014	2.56	-	20.55	-0.01	20.56	-
feb-2014	2.57	-	20.57	-0.01	20.56	-
mar-2014	2.58	-	20.55	-0.04	20.58	-
abr-2014	2.59	-	20.59	0.00	20.57	-
may-2014	2.58	-	20.59	-0.01	20.60	-
jun-2014	2.56	-	20.60	0.00	20.60	-
jul-2014	2.56	-	20.62	0.01	20.61	-
ago-2014	2.57	-	20.63	0.01	20.63	-
sep-2014	2.58	-	20.64	0.01	20.64	-
oct-2014	2.61	-	20.66	0.01	20.66	-
nov-2014	2.61	-	20.68	0.01	20.67	-
dic-2014	2.67	-	20.70	0.00	20.70	-
ene-2015	2.67	-	20.72	0.01	20.70	-
feb-2015	2.68	-	20.74	0.02	20.73	-
mar-2015	2.72	-	20.76	0.02	20.75	-
abr-2015	2.74	-	20.77	0.02	20.77	-
may-2015	2.74	-	20.78	0.02	20.78	-
jun-2015	2.74	-	20.79	0.02	20.79	-
jul-2015	2.77	-	20.81	0.02	20.80	-
ago-2015	2.80	-	20.83	0.01	20.82	-
sep-2015	2.82	-	20.84	0.01	20.84	-
oct-2015	2.82	-	20.85	0.01	20.84	-
nov-2015	2.82	-	20.85	0.00	20.86	-
dic-2015	2.83	-	20.85	-0.01	20.86	-
ene-2016	2.87	-	20.88	-0.01	20.87	-
feb-2016	2.89	-	20.89	-0.02	20.89	-
mar-2016	2.87	-	20.90	-0.01	20.89	-

**ANEXO III. PROYECCIÓN BASE MONETARIA (EX-POST)**

Periodo	LTCO (1)	LTCFO (2)	LBMO (1)	ResidO2 (1)	LBMO (pronóstico ex-ante) (1)	LBMO (pronóstico ex-post)
abr-2016	2.88	-	20.91	0.00	20.91	-
may-2016	2.91	-	20.93	0.00	20.93	-
jun-2016	2.93	-	20.95	0.00	20.94	-
jul-2016	2.92	-	20.96	0.01	20.96	-
ago-2016	2.91	-	20.97	0.01	20.97	-
sep-2016	2.95	-	20.99	0.01	20.99	-
oct-2016	2.95	-	20.99	0.01	21.00	-
nov-2016	3.00	-	21.00	-0.02	21.02	-
dic-2016	3.02	-	20.99	-0.05	21.02	-
ene-2017	3.06	-	-	-0.01	-	21.01
feb-2017	3.01	-	-	-0.01	-	21.01
mar-2017	2.97	-	-	0.00	-	21.01
abr-2017	2.93	-	-	0.00	-	21.01
may-2017	2.93	-	-	0.00	-	21.02
jun-2017	2.90	-	-	0.00	-	21.02
jul-2017	2.88	-	-	0.00	-	21.02
ago-2017	2.88	-	-	-0.01	-	21.03
sep-2017	2.88	-	-	-0.01	-	21.04
oct-2017	2.93	-	-	-0.01	-	21.06
nov-2017	2.94	-	-	-0.01	-	21.08
dic-2017	2.95	-	-	-0.01	-	21.09
ene-2018	2.94	-	-	-0.01	-	21.10
feb-2018	2.92	-	-	-0.01	-	21.10
mar-2018	2.93	-	-	-0.01	-	21.11
abr-2018	2.91	-	-	-0.01	-	21.12
may-2018	-	2.96	-	-0.01	-	21.14
jun-2018	-	2.98	-	-0.01	-	21.16
jul-2018	-	2.98	-	-0.01	-	21.17
ago-2018	-	2.98	-	-0.01	-	21.18
sep-2018	-	2.99	-	-0.01	-	21.19
oct-2018	-	3.00	-	-0.01	-	21.20
nov-2018	-	3.01	-	-0.01	-	21.21
dic-2018	-	3.01	-	-0.01	-	21.23
ene-2019	-	3.02	-	-0.01	-	21.24
feb-2019	-	3.03	-	-0.01	-	21.25
mar-2019	-	3.04	-	-0.01	-	21.26
abr-2019	-	3.04	-	-0.01	-	21.27
may-2019	-	3.05	-	-0.01	-	21.28
jun-2019	-	3.06	-	-0.01	-	21.30
jul-2019	-	3.07	-	-0.01	-	21.31
ago-2019	-	3.07	-	-0.01	-	21.32
sep-2019	-	3.08	-	-0.01	-	21.33
oct-2019	-	3.09	-	-0.01	-	21.34
nov-2019	-	3.09	-	-0.01	-	21.35
dic-2019	-	3.10	-	-0.01	-	21.37

1. Fuente: Archivo de trabajo de Eviews.

2. Fuente: INEGI y Bloomberg. Las series fueron desestacionalizadas en Eviews bajo el método multiplicativo.

## ANEXO IV. PROYECCIÓN DEUDA PÚBLICA EXTERNA (EX-POST)

Periodo	LTC <sup>(1)</sup>	LTCF <sup>(2)</sup>	LDPE <sup>(1)</sup>	Resid02 <sup>(1)</sup>	LDPE (pronóstico ex-ante) <sup>(1)</sup>	LDPE (pronóstico ex-post)
ene-2012	2.60	-	11.66	0.0143	-	-
feb-2012	2.55	-	11.66	0.0120	-	-
mar-2012	2.55	-	11.66	0.0092	11.65	-
abr-2012	2.57	-	11.68	0.0179	11.66	-
may-2012	2.61	-	11.66	-0.0111	11.68	-
jun-2012	2.64	-	11.69	0.0050	11.67	-
jul-2012	2.59	-	11.71	0.0242	11.71	-
ago-2012	2.58	-	11.71	0.0142	11.71	-
sep-2012	2.56	-	11.71	0.0066	11.71	-
oct-2012	2.55	-	11.71	0.0030	11.71	-
nov-2012	2.57	-	11.72	0.0061	11.71	-
dic-2012	2.55	-	11.71	-0.0120	11.73	-
ene-2013	2.54	-	11.74	0.0124	11.72	-
feb-2013	2.54	-	11.73	-0.0003	11.74	-
mar-2013	2.53	-	11.73	-0.0132	11.74	-
abr-2013	2.50	-	11.74	-0.0058	11.74	-
may-2013	2.51	-	11.72	-0.0318	11.74	-
jun-2013	2.56	-	11.72	-0.0487	11.73	-
jul-2013	2.55	-	11.75	-0.0242	11.75	-
ago-2013	2.55	-	11.75	-0.0329	11.76	-
sep-2013	2.57	-	11.76	-0.0326	11.76	-
oct-2013	2.57	-	11.77	-0.0279	11.78	-
nov-2013	2.57	-	11.78	-0.0196	11.78	-
dic-2013	2.57	-	11.78	-0.0285	11.80	-
ene-2014	2.58	-	11.82	-0.0004	11.79	-
feb-2014	2.59	-	11.83	-0.0010	11.83	-
mar-2014	2.58	-	11.84	0.0084	11.84	-
abr-2014	2.57	-	11.86	0.0230	11.85	-
may-2014	2.56	-	11.88	0.0276	11.86	-
jun-2014	2.56	-	11.88	0.0283	11.87	-
jul-2014	2.56	-	11.89	0.0221	11.88	-
ago-2014	2.58	-	11.88	0.0126	11.88	-
sep-2014	2.58	-	11.88	-0.0015	11.89	-
oct-2014	2.60	-	11.90	0.0126	11.88	-
nov-2014	2.61	-	11.89	-0.0088	11.91	-
dic-2014	2.67	-	11.89	-0.0202	11.89	-
ene-2015	2.69	-	11.93	0.0163	11.91	-
feb-2015	2.70	-	11.94	0.0089	11.94	-
mar-2015	2.72	-	11.95	0.0175	11.94	-
abr-2015	2.72	-	11.97	0.0307	11.96	-
may-2015	2.73	-	11.97	0.0236	11.97	-
jun-2015	2.74	-	11.97	0.0148	11.97	-
jul-2015	2.77	-	11.97	0.0033	11.98	-
ago-2015	2.80	-	11.98	-0.0042	11.98	-
sep-2015	2.82	-	11.98	-0.0108	11.99	-
oct-2015	2.81	-	11.99	-0.0071	11.99	-
nov-2015	2.81	-	11.98	-0.0177	11.99	-
dic-2015	2.83	-	11.99	-0.0188	11.99	-
ene-2016	2.89	-	12.00	-0.0261	12.00	-
feb-2016	2.92	-	12.03	0.0012	12.02	-
mar-2016	2.88	-	12.07	0.0288	12.05	-
abr-2016	2.86	-	12.07	0.0218	12.06	-

ANEXO IV. PROYECCIÓN DEUDA PÚBLICA EXTERNA (EX-POST)

may-2016	2.89	-	12.06	0.0063	12.06	-
jun-2016	2.93	-	12.07	0.0108	12.07	-
jul-2016	2.92	-	12.09	0.0145	12.09	-
ago-2016	2.92	-	12.08	0.0035	12.09	-
sep-2016	2.95	-	12.10	0.0160	12.08	-
oct-2016	2.94	-	12.08	-0.0114	12.11	-
nov-2016	2.99	-	12.07	-0.0322	12.09	-
dic-2016	3.02	-	12.09	-0.0287	12.10	-
ene-2017	3.06	-	-	0.0004	-	12.10
feb-2017	3.01	-	-	0.0026	-	12.12
mar-2017	2.97	-	-	0.0027	-	12.13
abr-2017	2.93	-	-	0.0005	-	12.13
may-2017	2.93	-	-	-0.0012	-	12.13
jun-2017	2.90	-	-	-0.0019	-	12.14
jul-2017	2.88	-	-	-0.0029	-	12.15
ago-2017	2.88	-	-	-0.0044	-	12.16
sep-2017	2.88	-	-	-0.0050	-	12.16
oct-2017	2.93	-	-	-0.0068	-	12.17
nov-2017	2.94	-	-	-0.0064	-	12.18
dic-2017	2.95	-	-	-0.0043	-	12.19
ene-2018	2.94	-	-	-0.0022	-	12.20
feb-2018	2.92	-	-	-0.0024	-	12.21
mar-2018	2.93	-	-	-0.0029	-	12.22
abr-2018	2.91	-	-	-0.0033	-	12.23
may-2018	-	2.96	-	-0.0036	-	12.23
jun-2018	-	2.98	-	-0.0038	-	12.24
jul-2018	-	2.98	-	-0.0040	-	12.25
ago-2018	-	2.98	-	-0.0041	-	12.26
sep-2018	-	2.99	-	-0.0041	-	12.27
oct-2018	-	3.00	-	-0.0040	-	12.28
nov-2018	-	3.01	-	-0.0038	-	12.29
dic-2018	-	3.01	-	-0.0035	-	12.29
ene-2019	-	3.02	-	-0.0035	-	12.30
feb-2019	-	3.03	-	-0.0036	-	12.31
mar-2019	-	3.04	-	-0.0037	-	12.32
abr-2019	-	3.04	-	-0.0038	-	12.33
may-2019	-	3.05	-	-0.0038	-	12.34
jun-2019	-	3.06	-	-0.0038	-	12.35
jul-2019	-	3.07	-	-0.0038	-	12.35
ago-2019	-	3.07	-	-0.0038	-	12.36
sep-2019	-	3.08	-	-0.0038	-	12.37
oct-2019	-	3.09	-	-0.0037	-	12.38
nov-2019	-	3.09	-	-0.0037	-	12.39
dic-2019	-	3.10	-	-0.0037	-	12.40

1. Fuente: Archivo de trabajo de Eviews.

2. Fuente: INEGI y Bloomberg. Las series fueron desestacionalizadas en Eviews bajo el método multiplicativo.

**ANEXO V. PROYECCIÓN EMBI (EX-POST)**

Periodo	LTC <sup>D</sup> (1)	LTC <sup>CFD</sup> (2)	LEMBID (1)	Resid01 (1)	LBMD (pronóstico ex-ante) (1)	LBMD (pronóstico ex-post)
ene-2012	2.59	-	5.36	0.11	-	-
feb-2012	2.53	-	5.26	0.09	5.19	-
mar-2012	2.54	-	5.22	0.03	5.27	-
abr-2012	2.59	-	5.28	0.03	5.31	-
may-2012	2.63	-	5.41	0.11	5.36	-
jun-2012	2.64	-	5.40	0.08	5.42	-
jul-2012	2.60	-	5.25	-0.01	5.27	-
ago-2012	2.58	-	5.15	-0.08	5.20	-
sep-2012	2.56	-	5.14	-0.07	5.12	-
oct-2012	2.56	-	5.07	-0.14	5.14	-
nov-2012	2.58	-	5.13	-0.10	5.12	-
dic-2012	2.55	-	5.06	-0.14	5.07	-
ene-2013	2.53	-	4.97	-0.20	5.01	-
feb-2013	2.52	-	5.06	-0.10	4.97	-
mar-2013	2.53	-	5.15	-0.02	5.07	-
abr-2013	2.52	-	5.16	0.00	5.12	-
may-2013	2.52	-	5.18	0.02	5.16	-
jun-2013	2.56	-	5.37	0.15	5.26	-
jul-2013	2.55	-	5.33	0.13	5.30	-
ago-2013	2.55	-	5.35	0.15	5.30	-
sep-2013	2.57	-	5.34	0.11	5.36	-
oct-2013	2.57	-	5.33	0.10	5.32	-
nov-2013	2.58	-	5.35	0.11	5.31	-
dic-2013	2.56	-	5.24	0.03	5.29	-
ene-2014	2.56	-	5.21	0.00	5.23	-
feb-2014	2.57	-	5.20	-0.02	5.20	-
mar-2014	2.58	-	5.20	-0.03	5.22	-
abr-2014	2.59	-	5.21	-0.04	5.22	-
may-2014	2.58	-	5.20	-0.03	5.19	-
jun-2014	2.56	-	5.08	-0.13	5.16	-
jul-2014	2.56	-	5.12	-0.10	5.09	-
ago-2014	2.57	-	5.15	-0.08	5.15	-
sep-2014	2.58	-	5.16	-0.08	5.16	-
oct-2014	2.61	-	5.27	0.00	5.23	-
nov-2014	2.61	-	5.26	-0.02	5.28	-
dic-2014	2.67	-	5.36	0.00	5.38	-
ene-2015	2.67	-	5.42	0.05	5.36	-
feb-2015	2.68	-	5.34	-0.04	5.42	-
mar-2015	2.72	-	5.42	-0.01	5.42	-
abr-2015	2.74	-	5.45	-0.02	5.47	-
may-2015	2.74	-	5.44	-0.03	5.45	-
jun-2015	2.74	-	5.45	-0.02	5.42	-
jul-2015	2.77	-	5.49	-0.01	5.50	-
ago-2015	2.80	-	5.59	0.04	5.57	-
sep-2015	2.82	-	5.65	0.07	5.62	-
oct-2015	2.82	-	5.66	0.09	5.61	-
nov-2015	2.82	-	5.62	0.05	5.63	-
dic-2015	2.83	-	5.72	0.13	5.63	-
ene-2016	2.87	-	5.79	0.15	5.80	-
feb-2016	2.89	-	5.84	0.16	5.82	-
mar-2016	2.87	-	5.71	0.07	5.74	-
abr-2016	2.88	-	5.72	0.06	5.71	-
may-2016	2.91	-	5.75	0.05	5.78	-
jun-2016	2.93	-	5.72	0.00	5.77	-
jul-2016	2.92	-	5.64	-0.08	5.70	-

## ANEXO V. PROYECCIÓN EMBI (EX-POST)

Periodo	LTCO (1)	LTCFD (2)	LEMBID (1)	Resid01 (1)	LBMD (pronóstico ex-ante) (1)	LBMD (pronóstico ex-post)
ago-2016	2.91	-	5.61	-0.10	5.62	-
sep-2016	2.95	-	5.65	-0.11	5.70	-
oct-2016	2.95	-	5.63	-0.12	5.65	-
nov-2016	3.00	-	5.76	-0.06	5.76	-
dic-2016	3.02	-	5.69	-0.16	5.81	-
ene-2017	3.06	-	-	-0.01	-	5.84
feb-2017	3.01	-	-	-0.03	-	5.73
mar-2017	2.97	-	-	-0.04	-	5.63
abr-2017	2.93	-	-	-0.05	-	5.56
may-2017	2.93	-	-	-0.06	-	5.59
jun-2017	2.90	-	-	-0.07	-	5.53
jul-2017	2.88	-	-	-0.07	-	5.50
ago-2017	2.88	-	-	-0.07	-	5.52
sep-2017	2.88	-	-	-0.07	-	5.54
oct-2017	2.93	-	-	-0.07	-	5.69
nov-2017	2.94	-	-	-0.06	-	5.74
dic-2017	2.95	-	-	-0.06	-	5.77
ene-2018	2.94	-	-	-0.06	-	5.79
feb-2018	2.92	-	-	-0.06	-	5.76
mar-2018	2.93	-	-	-0.06	-	5.79
abr-2018	2.91	-	-	-0.06	-	5.76
may-2018	-	2.96	-	-0.07	-	5.91
jun-2018	-	2.98	-	-0.07	-	5.97
jul-2018	-	2.98	-	-0.07	-	6.00
ago-2018	-	2.98	-	-0.07	-	6.03
sep-2018	-	2.99	-	-0.06	-	6.07
oct-2018	-	3.00	-	-0.06	-	6.12
nov-2018	-	3.01	-	-0.06	-	6.16
dic-2018	-	3.01	-	-0.06	-	6.20
ene-2019	-	3.02	-	-0.06	-	6.24
feb-2019	-	3.03	-	-0.06	-	6.28
mar-2019	-	3.04	-	-0.06	-	6.32
abr-2019	-	3.04	-	-0.06	-	6.35
may-2019	-	3.05	-	-0.06	-	6.39
jun-2019	-	3.06	-	-0.06	-	6.43
jul-2019	-	3.07	-	-0.06	-	6.47
ago-2019	-	3.07	-	-0.06	-	6.51
sep-2019	-	3.08	-	-0.06	-	6.55
oct-2019	-	3.09	-	-0.06	-	6.59
nov-2019	-	3.09	-	-0.06	-	6.63
dic-2019	-	3.10	-	-0.06	-	6.66

1. Fuente: Archivo de trabajo de Eviews.

2. Fuente: INEGI y Bloomberg. Las series fueron desestacionalizadas en Eviews bajo el método multiplicativo.